UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN:

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TITULO DE INGENIERO EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA:

ZONIFICACIÓN DE RIESGOS NATURALES EN LOS CANTONES, BAÑOS, PATATE, PELILEO Y QUERO DURANTE EL PERIODO ENERO - MAYO DEL 2025

AUTOR:

COCHA HURTADO DANIEL ALEJANDRO

TUTOR:

ING. GREY BARRAGÁN AROCA

GUARANDA- ECUADOR

2026

DERECHOS DE AUTOR

Yo **Cocha Hurtado Daniel Alejandro** portadora de la Cédula de Identidad No **0250206083** en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación: **ZONIFICACIÓN DE RIESGOS NATURALES EN LOS CANTONES, BAÑOS, PATATE, PELILEO Y QUERO DURANTE EL PERIODO ENERO – MAYO DEL 2025**, 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 favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo 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 autor declara 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.

Daniel Alejandro Cocha Hurtado

CERTIFICACIÓN

CERTIFICADO AL PROCESO DE SEGUIMIENTO AL PROCESO INVESTIGATIVO EMITIDO POR EL TUTOR

Guaranda, 07 de octubre de 2025

El suscrito, Ingeniera Grey Barragán Aroca, directora del proyecto de Zonificación de los riesgos naturales en los cantones, Baños, Patate, Pelileo y Quero durante el periodo enero-mayo del 2025 de pre grado de la carrera administración para desastres y gestión del riesgo de la universidad estatal de bolívar, en calidad de Docente-tutor

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación ZONIFICACIÓN DE LOS RIESGOS NATURALES EN LOS CANTONES, BAÑOS, PATATE, PELILEO Y QUERO DURANTE EL PERIODO ENERO-MAYO DEL 2025, realizado por el señor, Cocha Hurtado Daniel Alejandro ha sido debidamente revisado e incorporado las observaciones realizadas durante las asesorías; en tal virtud, autorizo su presentación para la aprobación respectiva de acuerdo al reglamento de la universidad

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad

ING. GREY BARRAGÁN AROCA
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN DE PRE-GRADO

DEDICATORIA.

Dedico este trabajo con todo mi corazón a mis padres, Marco Vinicio Cocha Tixe y Vilma Mariana de Jesús Hurtado Pazmiño, quienes con su amor incondicional, sacrificio y constante apoyo me impulsaron a alcanzar uno de los sueños más importantes de mi vida. Su ejemplo, entrega y fe en mí fueron la fuerza que me motivó a seguir adelante ante cada dificultad que se presentó durante mi camino universitario. Hoy, este logro también es suyo, porque siempre creyeron en mí.

A mis hermanos Jorge, Karina, Diego y Edwin, pilares fundamentales en mi vida, quienes con sus consejos, cariño y aliento me inspiraron a no rendirme y a culminar esta meta. A mi sobrina Angie, a quien amo profundamente y en quien veo reflejada la esperanza y el futuro de nuestra familia; sé que pronto también alcanzará sus propios sueños y se convertirá en una profesional más de nuestro hogar.

A mis sobrinos Jhoao, Nahomy, Valentina, Mathius, Mirella y Sídney, pequeños tesoros de nuestra familia, a quienes deseo un futuro lleno de éxitos y oportunidades. Estoy seguro de que cada uno de ustedes alcanzará sus metas y superará todo lo que nosotros hemos logrado. Que este trabajo sirva como ejemplo de que, con esfuerzo, fe y perseverancia, todo sueño puede hacerse realidad.

Y de manera muy especial, a mi esposa, Jessenia Agualongo Tualombo, compañera de vida, de luchas y de sueños. Gracias por su amor, su comprensión y por caminar a mi lado en cada paso de este proceso. Juntos enfrentamos los retos que la vida nos dio, trabajamos con esfuerzo y dedicación, vendiendo ensaladas de frutas en la universidad, en los buses y también nos dedicamos al trabajo en construcción, demostrando que con perseverancia y amor todo es posible. Hoy celebramos este triunfo como dos profesionales que se aman, se respetan y siguen construyendo su futuro con esperanza.

Daniel Alejandro Cocha Hurtado

AGRADECIMIENTO

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por acompañarme en cada paso de este camino. Su guía constante me brindó la paz, la esperanza y la determinación necesarias para culminar esta etapa tan significativa. A él le debo cada logro y la oportunidad de ver cumplido este sueño profesional. Extiendo también mi más profundo agradecimiento a mis padres, hermanos y esposa, quienes con su amor, comprensión y apoyo incondicional fueron mi inspiración y mi mayor impulso para continuar, incluso en los momentos más difíciles.

A la Universidad Estatal de Bolívar, por abrirme las puertas al conocimiento y ofrecerme una formación académica integral, basada en valores, disciplina y compromiso. Gracias a esta institución, pude fortalecer no solo mis capacidades profesionales, sino también mi crecimiento personal y humano, adquiriendo las herramientas necesarias para afrontar los desafíos del futuro.

Mi sincero reconocimiento a la Ing. Grey Barragán, tutora de esta tesis, por su guía, paciencia y constante disposición para orientarme durante todo el proceso. Su confianza, dedicación y valiosas enseñanzas fueron fundamentales para superar los obstáculos y alcanzar los objetivos trazados. Su ejemplo profesional y humano ha dejado una huella imborrable en mi desarrollo académico y personal.

Daniel Alejandro Cocha Hurtado

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN **11**
INTRODUCCIÓN **13**
CAPÍTULO I **15**
EL PROBLEMA **15**
1.1. Planteamiento del Problema **15**
1.2. Formulación del Problema **16**
1.3. Objetivos **16**
1.4. Justificación de la Investigación **16**
1.5. Limitaciones **18**
CAPÍTULO II **18**
MARCO TEÓRICO **18**
2.1. Antecedentes de la Investigación **18**
2.2. Bases Teóricas **20**
2.3. Definición de Términos **46**
2.4. Sistemas de Hipótesis **50**
2.5. Sistemas de Variables **50**
CAPÍTULO III: **58**
MARCO METODOLÓGICO **58**
3.1. Nivel de Investigación **58**
3.2. Diseño **58**
3.3. Población y Muestra **59**
3.5.Técnicas de procesamientos y análisis de datos **63**
CAPITULO IV: **74**
RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS **74**
4.1. Resultados según objetivo 1 ..... **74**
4.2 Resultados según objetivo 2 ..... **103**
4.3 Resultado según objetivo 3 ..... **132**

CAPITULO V 138
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 138
5.1 Comprobación de la Hipótesis**..... 138**
5.2 CONCLUSIONES 145
5.3 RECOMENDACIONES 146
BIBLIOGRAFÍA 147

Índice de cuadros

Tabla 1 *Tabla de Intensidad de Mercalli* *43*
Tabla 2 *Escala Shindo* *45*
Tabla 3 *Variable dependiente* *51*
Tabla 4 *Variable independiente* *54*
Tabla 5 *Población de los Cantones; Baños, Patate,* *59*
Tabla 6 *Tabla de Estratificación* *61*
Tabla 7 *Hoja de ruta* *64*
Tabla 8 *Personas que habitan en la vivienda* *68*
Tabla 9 *Escala de comparaciones* *71*
Tabla 10 *Antecedentes Históricos de los cantones Baños, Patate, Pelileo, Quero* *74*
Tabla 11 *Número de habitantes en sus viviendas* *76*
Tabla 12 *Nivel más alto de instrucción* *78*
Tabla 13 *Empleo es en el sector público o privado* *80*
Tabla 14 *Ingreso mensual aproximado* *81*
Tabla 15 *Actividad económica* *83*
Tabla 16 *Actividad que realiza* *84*
Tabla 17 *Tipo de agua que recibe su vivienda* *86*
Tabla 18 *Conexión al sistema de alcantarillado* *88*
Tabla 19 *Manejo de las aguas residuales* *89*
Tabla 20 *Forma actual de disposición final de los residuos* *90*
Tabla 21 *Pendiente del Terreno* *91*
Tabla 22 *Con qué frecuencia ocurren lluvias intensas* *93*
Tabla 23 *Su vivienda está cerca de rio, lago o cuerpo de agua* *94*
Tabla 24 *Lejanía del volcán más activo* *95*
Tabla 25 *Nivel de conocimiento del volcán* *96*
Tabla 26 *Zona vulnerable a caída de ceniza* *97*
Tabla 27 *Sismos hace 10 años* *98*
Tabla 28 *Normas de cumplimiento* *99*
Tabla 29 *Pendiente de la variable de Baño* *107*
Tabla 30 *Clase, Peso, Ponderación y Área del Uso y cobertura de vegetación* *108*
Tabla 31 *Capa, longitud de vías de Baños* *109*
Tabla 32 *Ríos de Baños* *110*
Tabla 33 *Variable de porcentaje de Patate* *112*
Tabla 34 *Clase, Peso, Ponderación y Área del Uso y cobertura* *113*
Tabla 35 *Capa, longitud de Patate* *114*
Tabla 36 *Ríos de Patate* *115*
Tabla 37 *Variable de Pendiente* *117*
Tabla 38 *Clase, Peso, Ponderación y Área del Uso y cobertura de vegetación de Pelileo* *118*
Tabla 39 *Vías de Pelileo* *119*

Tabla 40 *Ríos de Pelileo*.....*120*
Tabla 41 *Porcentaje de Variable*.....*122*
Tabla 42 *Clase, Peso, Ponderación y Área del Uso y cobertura de vegetación*.....*123*
Tabla 43 *Vías de Quero*.....*124*
Tabla 44 *Ríos de Quero*.....*125*
Tabla 45 *Sistema de alcantarillado por cantón*.....*139*
Tabla 46 *Totales por fila del sistema de alcantarillado* *139*
Tabla 47 *Valores esperados del sistema de alcantarillado según la prueba Chi-cuadrado.* *139*
Tabla 48 *Cálculo del estadístico Chi-cuadrado (O-E) ²/E*.....*139*
Tabla 49 *Distribución de viviendas cercanas a cuerpos de agua por cantón* *140*
Tabla 50 *Totales por fila y columna del sistema de proximidad a cuerpos de agua*.....*140*
Tabla 51 *Cálculo del estadístico Chi-cuadrado (O−E) ² / E* *140*
Tabla 52 *Valores esperados del sistema de proximidad a cuerpos de agua.*.....*140*
Tabla 53 *Nivel de familiaridad con la alerta volcánica actual por cantón*.....*141*
Tabla 54 *Totales por fila y columna del nivel de familiaridad con la alerta volcánica actual* *141*
Tabla 55 *Cálculo del estadístico Chi-cuadrado (O−E) ² / E.* *141*
Tabla 56 *Valores esperados del nivel de familiaridad con la alerta volcánica.*.....*141*
Tabla 57 *Zonas vulnerables a la caída de ceniza por cantón*.....*142*
Tabla 58 *Totales por fila y columna de zonas vulnerables a la caída de ceniza* *142*
Tabla 59 *Cálculo del estadístico Chi-cuadrado (O−E) ² / E* *142*
Tabla 60 *Valores esperados de la variable vulnerabilidad a la caída de ceniza*.....*142*
Tabla 61 *Comunidades que han experimentado sismos en los últimos 10 años por cantón* *143*
Tabla 62 *Totales que han experimentado sismos en los últimos 10 años*.....*143*
Tabla 63 *Cálculo del estadístico Chi-cuadrado (O−E) ² / E* *143*
Tabla 64 *Valores esperados de comunidades*.....*143*
Tabla 65 *Resultados del Chi-cuadrado*.....*144*

Índice de Figuras

Figura 1 *Nomenclatura de un deslizamiento* *28*
Figura 2 *Pendiente de una avalancha* *31*
Figura 3 *Inundación de casas* *32*
Figura 4 *Erupción Hawaiana* *34*
Figura 5 *Erupción Estromboliana* *35*
Figura 6 *Erupción Vulcaniana* *35*
Figura 7 *Erupción Peleana* *36*
Figura 8 *Erupción Pliniana* *36*
Figura 9 *Erupción Freatomagmática surtseyana* *37*
Figura 10 *Erupción F submarina* *37*
Figura 11 *Erupción Freatomagmática subglacial* *38*
Figura 12 *Erupción Freática* *38*
Figura 13 *Escala de Ritcher* *42*
Figura 14 *Número de habitantes en sus viviendas* *76*
Figura 15 *Nivel más alto de instrucción* *78*
Figura 16 *Empleo es en el sector público o privado* *80*
Figura 17 *Ingreso mensual aproximado* *81*
Figura 18 *Actividad económica* *83*
Figura 19 *Actividad que realiza* *84*
Figura 20 *Tipo de agua que recibe su vivienda* *86*
Figura 21 *Conexión al sistema de alcantarillado* *88*
Figura 22 *Manejo de las aguas residuales* *89*
Figura 23 *Forma actual de disposición final de los residuos* *90*
Figura 24 *Pendiente del Terreno* *91*
Figura 25 *Con qué frecuencia ocurren lluvias intensas* *93*
Figura 26 *Su vivienda está cerca de rio, lago o cuerpo de agua* *94*
Figura 27 *Lejanía ideal volcán más activo* *95*
Figura 28 *Nivel de conocimiento del volcán* *96*
Figura 29 *Zona vulnerable a caída de ceniza* *97*
Figura 30 *Sismos hace 10 años* *98*
Figura 31 *Normas de cumplimiento* *99*
Figura 32 *Mapas de Peligros Volcánicos* *105*
Figura 33 *Mapa de deslizamientos del Cantón Baños* *106*
Figura 34 *Pendiente de Baños* *107*
Figura 35 *Uso y cobertura de vegetación* *108*
Figura 36 *Vías de Baños* *109*
Figura 37 *Ríos de Baños* *110*
Figura 38 *Mapa de Deslizamientos del Cantón Patate* *111*
Figura 39 *Pendiente de Patate* *112*

Figura 40 *Uso y cobertura de vegetación de Patate* *113*
Figura 41 *Vías de Patate*..... *114*
Figura 42 *Ríos de Patate*..... *115*
Figura 43 *Mapa de Deslizamientos del Cantón Pelileo* *116*
Figura 44 *Pendiente de Pelileo* *117*
Figura 45 *Uso y cobertura de vegetación de Pelileo* *118*
Figura 46 *Vías de Pelileo*..... *119*
Figura 47 *Ríos de Pelileo*..... *120*
Figura 48 *Mapa de Deslizamientos del Cantón Quero* *121*
Figura 49 *Pendiente*..... *122*
Figura 50 *Uso y cobertura de vegetación*..... *123*
Figura 51 *Vías de Quero*..... *124*
Figura 52 *Ríos de Quero*..... *125*
Figura 53 *Mapa de Inundaciones Baños* *126*
Figura 54 *Mapa de inundaciones del cantón Patate*..... *128*
Figura 55 *Mapa de Inundaciones del Cantón Pelileo*..... *129*
Figura 56 *Mapa de inundaciones del Cantón Quero* *131*

RESUMEN

La provincia de Tungurahua, ubicada en la región central del Ecuador, se encuentra expuesta a diversos fenómenos naturales como deslizamientos, inundaciones y erupciones volcánicas, los cuales representan una amenaza constante para la población y sus medios de vida. En este trabajo se recopiló y analizó información primaria proveniente de encuestas aplicadas en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero, con el fin de conocer la percepción, el nivel de preparación y las principales vulnerabilidades de sus habitantes frente a estos eventos.

El primer objetivo de la investigación se orientó a la sistematización de la información obtenida mediante encuestas**,** lo que permitió organizar de manera estructurada los datos cualitativos y cuantitativos relacionados con la percepción del riesgo y las condiciones de exposición de la población. El segundo objetivo se centró en la elaboración de mapas de susceptibilidad y amenazas naturales, los cuales permitieron identificar espacialmente zonas con niveles medio y alto de susceptibilidad a deslizamientos e inundaciones**,** principalmente asociadas a pendientes pronunciadas, cercanía a cuerpos de agua y áreas con alta intervención antrópica. Como tercer objetivo, se plantearon estrategias de mitigación, orientadas a reducir los impactos negativos de los fenómenos naturales, integrando la percepción social recopilada en los cantones con la información técnica representada en los mapas.

Los resultados evidencian que, si bien existe conocimiento general sobre los riesgos naturales en la población, persisten limitaciones en las medidas de prevención y preparación**,** especialmente en sectores identificados como de mayor susceptibilidad. En este contexto, la investigación aporta a la gestión del riesgo en la provincia de Tungurahua al integrar herramientas técnicas de análisis espacial con el conocimiento local,

contribuyendo al fortalecimiento de la planificación preventiva y a la construcción de comunidades más resilientes frente a los desastres naturales.

Palabras claves: Deslizamientos, Inundaciones, Erupciones volcánicas, Percepción social, Gestión de riesgos.

INTRODUCCIÓN

La provincia de Tungurahua es un territorio donde confluyen dinámicas geológicas, climáticas y sociales que incrementan la exposición de sus habitantes a fenómenos naturales potencialmente destructivos. Los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero han sido, a lo largo de la historia, escenarios de erupciones volcánicas, deslizamientos e inundaciones que han dejado huellas significativas en la población y en el desarrollo de la región. Esta realidad plantea la necesidad de contar con información que permita comprender mejor las condiciones de riesgo, así como las capacidades locales de respuesta y prevención.

En este sentido, el levantamiento de encuestas en los cuatro cantones constituye un insumo fundamental para conocer la percepción ciudadana frente a los riesgos naturales. La información obtenida permite identificar el nivel de conocimiento, las experiencias vividas y las medidas de preparación adoptadas por las comunidades, aportando elementos clave para el análisis social del riesgo en el área de estudio.

De manera complementaria, se desarrollaron mapas de deslizamientos, inundaciones y erupciones volcánicas, los cuales permiten identificar espacialmente las zonas más expuestas y visualizar la distribución del riesgo en el territorio. La integración de la información social proveniente de las encuestas con la información técnica generada mediante cartografía temática proporciona una visión integral para el diagnóstico de los riesgos naturales en los cuatro cantones de la provincia de Tungurahua.

Con base en estos insumos, la investigación se estructura en torno a tres objetivos principales: la sistematización de la información obtenida mediante encuestas aplicadas en Baños, Patate, Pelileo y Quero; la elaboración de mapas de amenazas y susceptibilidad a eventos naturales; y la propuesta de estrategias de mitigación orientadas a fortalecer la resiliencia de la población y reducir la vulnerabilidad frente a desastres.

El trabajo se organiza en varios capítulos, en el primero se presentan los aspectos generales de la investigación, incluyendo el planteamiento del problema, los objetivos y la justificación, el segundo capítulo desarrolla el marco teórico y conceptual relacionado con la gestión del riesgo y los fenómenos naturales, en el tercer capítulo se describe la metodología aplicada, tanto para el levantamiento de información mediante encuestas como para la elaboración de los mapas temáticos, el cuarto capítulo presenta y analiza los resultados obtenidos, y finalmente, el quinto capítulo expone las conclusiones y recomendaciones orientadas a apoyar la toma de decisiones y la planificación preventiva en los gobiernos locales, promoviendo una cultura de prevención frente a las amenazas naturales que afectan a los cantones de la provincia de Tungurahua.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1.Planteamiento del Problema

La provincia de Tungurahua presenta condiciones naturales favorables para la actividad agrícola y ganadera; sin embargo, su ubicación geográfica, la topografía irregular y la influencia de procesos volcánicos e hidrometeorológicos la convierten en un territorio altamente expuesto a amenazas naturales como deslizamientos de tierra, inundaciones, sequías y caída de ceniza volcánica. Estos eventos han generado afectaciones recurrentes en la infraestructura urbana y rural, así como en los medios de vida de la población, especialmente en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero, donde una parte importante de los habitantes depende directamente de la actividad agrícola.

A pesar de la recurrencia de estos fenómenos, en los cantones mencionados existe una limitada integración entre la información técnica y la información social relacionada con los riesgos naturales, lo que dificulta la identificación clara de las zonas más susceptibles y la comprensión del nivel de exposición y preparación de la población. En muchos casos, la información disponible se encuentra dispersa, no sistematizada o no representada espacialmente, lo que restringe la toma de decisiones oportunas por parte de los gobiernos locales y limita la planificación de acciones preventivas y de mitigación.

Esta situación genera un escenario de vulnerabilidad, ya que la ausencia de una zonificación clara de los riesgos naturales impide priorizar áreas críticas, optimizar recursos y fortalecer la gestión del riesgo de desastres en el territorio. En este contexto, se hace necesario desarrollar un estudio que permita integrar información proveniente de encuestas aplicadas en territorio con herramientas de análisis espacial, con el fin de identificar y representar de manera clara las zonas más expuestas a amenazas naturales en los cantones de estudio.

1.2. Formulación del Problema

¿Cómo la ausencia de una zonificación integrada de los riesgos naturales limita la identificación de áreas vulnerables en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero de la provincia de Tungurahua?

1.3. Objetivos

Objetivo General:

- Zonificar los riesgos Naturales en los cantones, Baños, Patate, Pelileo y Quero durante el periodo mayo – septiembre del 2025.

Objetivos específicos:

- Caracterizar las condiciones sociales, económicas y de percepción del riesgo de los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero mediante la aplicación de encuestas, como insumo para la zonificación del riesgo.
- Elaborar mapas de amenaza por deslizamientos, inundaciones y caída de ceniza mediante metodologías SIG aplicadas a los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.
- Proponer estrategias de mitigación ante los riesgos naturales en los cantones, Baños, Patate, Pelileo y Quero.

1.4. Justificación de la Investigación

La presente investigación se justifica por la importancia que tiene la identificación y zonificación de los riesgos naturales en la provincia de Tungurahua, específicamente en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero, los cuales se encuentran expuestos de manera recurrente a fenómenos naturales como deslizamientos, inundaciones, erupciones volcánicas y sismos, estos eventos representan una amenaza constante para la seguridad

de la población, la infraestructura urbana y rural, y los medios de vida de comunidades que dependen principalmente de la actividad agrícola.

Desde el punto de vista técnico, el estudio es relevante porque integra información social obtenida mediante encuestas con herramientas de análisis espacial, permitiendo una zonificación de los riesgos naturales basada en criterios objetivos y verificables. La aplicación de metodologías reconocidas, como el Análisis Multicriterio apoyado en el Proceso Analítico Jerárquico (AHP–Saaty) y técnicas de estandarización Fuzzy para el análisis de deslizamientos, así como la metodología de la Secretaría de Gestión de Riesgos para inundaciones, garantiza resultados confiables y coherentes con la realidad territorial. Los mapas generados constituyen un insumo fundamental para la planificación y la toma de decisiones a nivel local.

En cuanto a la importancia social, la investigación aporta al fortalecimiento de la gestión del riesgo de desastres, ya que permite identificar áreas con mayor susceptibilidad y orientar la formulación de estrategias de mitigación y prevención. La población de los cuatro cantones resulta directamente beneficiada, en especial quienes habitan en zonas vulnerables, al disponer de información clara sobre los riesgos existentes y las posibles acciones para reducir su exposición.

Desde el enfoque de factibilidad**,** el estudio es viable debido a la disponibilidad de información primaria recolectada mediante encuestas aplicadas en territorio, así como al acceso a cartografía temática y herramientas SIG necesarias para el análisis espacial. Además, las metodologías empleadas son técnicamente aplicables y adecuadas a la escala de análisis, lo que permitió desarrollar el estudio dentro del tiempo y los recursos disponibles.

1.5. Limitaciones

- Limitada disponibilidad de información por parte de los GAD municipales respecto a la entrega de archivos shapes y datos relacionados con eventos adversos ocurridos en los sectores de estudio.
- Mínima participación de la población al momento de responder las encuestas, lo que dificultó en cierta medida la recolección de datos necesarios para el análisis.
- Bajo nivel de conocimiento de las comunidades en relación con la gestión del riesgo y los de origen natural, lo que evidencia la necesidad de procesos de capacitación y sensibilización.
- Poca percepción de las personas encuestadas hacia las temáticas de gestión de riesgos, lo que limita el acceso a la información de la localidad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

Según (Villacís, 2023) en el "**Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón San Pedro de Pelileo**", se identifican zonas históricamente vulnerables a deslizamientos e inundaciones. Este plan incorpora mapas técnicos con límites territorialmente definidos y propone recomendaciones de mitigación, destacando la necesidad de mantener actualizados los sistemas de información geográfica (SIG) para fortalecer el ordenamiento territorial.

Por otro lado, en el estudio titulado **"Factores determinantes para la zonificación y clasificación del riesgo geológico en los planes de ordenamiento territorial a nivel cantonal"** por el autor (BRITO PUNI , 2015) recopila información relevante para evaluar los riesgos geológicos mediante la investigación secundaria. Este análisis incluye una explicación detallada sobre cómo obtener y utilizar los parámetros necesarios para la elaboración de mapas de amenazas, vulnerabilidad y riesgo, haciendo

uso del SIG. La metodología planteada se convierte en una guía valiosa para procesos de planificación territorial con enfoque preventivo.

Asimismo, en el trabajo desarrollado por (Medina Medina, 2022) denominado "**Estudio de percepción sobre indicadores de riesgos naturales en la zona urbana del cantón Sucumbíos**" se realiza un levantamiento de información comunitaria para evaluar la percepción social frente a los riesgos naturales.

Esta investigación busca establecer la relación entre el nivel de conocimiento ciudadano y las condiciones socioeconómicas de la población, generando información útil para que instituciones como la Secretaría de Gestión de Riesgos, el Ministerio Coordinador de Seguridad y los comités operativos de emergencia (COE) puedan identificar, declarar y gestionar zonas de alto riesgo.

Del mismo modo, el documento **"Plan de Ordenamiento Territorial del Cantón San Pedro de Pelileo"** (GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN, 2023) presenta una actualización del Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT), en el cual se identifican zonas vulnerables a deslizamientos e inundaciones, especialmente en sectores rurales. Este instrumento contiene mapas georreferenciados, estrategias de mitigación y lineamientos normativos, lo cual refuerza la necesidad de integrar el análisis geoespacial en la toma de decisiones territoriales.

Finalmente, el estudio desarrollado por (Veloz, Ojeda, Moreno, & Del Pozo, 2024) titulado **"Susceptibility to Translational Landslides",** analiza los deslizamientos ocurridos a causa de lluvias intensas y prolongadas en 33 cantones del Ecuador, incluyendo Baños de Agua Santa, en la provincia de Tungurahua. La investigación emplea herramientas de sistemas de información geográfica (SIG) y modelos de susceptibilidad para identificar áreas críticas expuestas a movimientos de masa. Los resultados demuestran que variables geológicas, geomorfológicas y climáticas son

determinantes en la caracterización del riesgo, validando así la importancia del uso de metodologías geoespaciales para establecer zonas de amenaza y vulnerabilidad. Este trabajo aporta una base científica sólida que respalda la selección de criterios técnicos para la zonificación de riesgos en territorios con condiciones similares a las de la región andina ecuatoriana.

2.2. Bases Teóricas

Riesgo Natural

Según (Universidad Internacional de La Rioja, 2024) son los daños que pueden llegar a producirse por elementos del entorno como los incendios forestales, las lluvias extremas, los terremotos, las plagas, las erupciones volcánicas, los vertidos tóxicos o la destrucción de la capa de ozono, ya sean de la propia naturaleza o causados por el ser humano.

Tipos de Riesgos

- **Riesgos Ambientales naturales;** son aquellos originados por fenómenos propios de la naturaleza. En esta categoría se encontrarían las erupciones volcánicas, las sequías, las lluvias torrenciales, los huracanes, los terremotos, el desbordamiento de ríos o las avalanchas (Universidad Internacional de La Rioja, 2024).
- **Riesgos ambientales antrópicos;** se refiere a los riesgos provocados por la acción del hombre, como pueden ser la destrucción de la capa de ozono, la deforestación, los vertidos de aguas residuales, los incendios provocados, los escapes químicos o las explosiones (Universidad Internacional de La Rioja, 2024).

Tipos de Amenazas

Biológica: Un proceso o fenómeno de origen orgánico o que se transporta mediante vectores biológicos, lo que incluye la exposición a microorganismos patógenos, toxinas y sustancias inactivas que pueden ocasionar la muerte, enfermedades u otros

impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales (Orozco Restrepo & Guevara Arévalo, 2011).

Entre los ejemplos de las amenazas biológicas se incluyen, los brotes de enfermedades epidémicas, contagios de plantas o animales, insectos u otras plagas e infestaciones.

Geológico: Un proceso o fenómeno geológico que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales (Orozco Restrepo & Guevara Arévalo, 2011).

Las amenazas geológicas incluyen procesos terrestres internos, tales como:

- Terremotos
- Actividades y misiones volcánicas
- Procesos geofísicos afines como el movimiento de masas
- Aludes
- Desprendimiento de rocas
- Derrumbes en la superficie y corrientes de barro o escombros.

Hidrometereológico; Un proceso o fenómeno de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, tras tornos sociales y económicos, o daños ambientales (Orozco Restrepo & Guevara Arévalo, 2011).

Entre las amenazas Hidrometeorológica se encuentran:

- los ciclones tropicales (también conocidos como tifones y huracanes),
- tempestades
- granizadas
- tornados
- tormentas de nieve

- avalanchas
- marejadas
- inundaciones (entre éstas las inundaciones repentinas)
- sequías
- olas de calor y de frío.

Socio natural: El fenómeno de una mayor ocurrencia de eventos relativos a ciertas amenazas geofísicas e Hidrometeorológica, tales como aludes, inundaciones, subsidencia de la tierra y sequías, que surgen de la interacción de las amenazas naturales con los suelos y los recursos ambientales explotados en exceso o degradados (Orozco Restrepo & Guevara Arévalo, 2011).

Este término se utiliza para aquellas circunstancias en las que las actividades humanas están incrementando la ocurrencia de ciertas amenazas, más allá de sus probabilidades naturales

Tecnológica: Una amenaza que se origina a raíz de las condiciones tecnológicas o industriales, lo que incluye accidentes, procedimientos peligrosos, fallas en la infraestructura o actividades humanas específicas que pueden ocasionar la muerte, lesiones, enfermedades u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de ser vicios, trastornos sociales o económicos, o daños ambientales (Orozco Restrepo & Guevara Arévalo, 2011).

Entre los ejemplos de amenazas tecnológicas se encuentran:

- La contaminación industrial
- La radiación nuclear
- Los desechos tóxicos
- La ruptura de represas
- Los accidentes de transporte

- Las explosiones de fábricas
- Los incendios y el derrame de químicos

Vulnerabilidad

La vulnerabilidad es "un estado de riesgo al que se encuentran sujetas algunas personas en determinado momento. Representa un estado de debilidad provocado por la ruptura del equilibrio, que lleva a la persona o al grupo de personas a una espiral de efectos negativos. Ésta tiene su origen en la noción de riesgo, es decir, en la probabilidad de que ocurran determinados acontecimientos no previsibles, que puedan generar consecuencias negativas significativas sobre ciertas personas o comunidades, aumentando, incluso, su peligrosidad (en virtud de su magnitud, frecuencia, duración e historia), lo que condiciona el estado de vulnerabilidad" (Universidad Nacional Autónoma de México, 2015).

2.2.5. Tipos de vulnerabilidad

Según (Sposob, 2025) menciona que se pueden diferenciar distintos tipos de vulnerabilidad según el área en que se desarrolla;

- **Vulnerabilidad social;** La vulnerabilidad social se refiere a la debilidad en los mecanismos de organización comunitaria.
- Cuando las comunidades carecen de cohesión interna, liderazgo o confianza institucional, su capacidad de prevenir y enfrentar eventos de riesgo disminuye significativamente (Sposob, 2025).
- **Vulnerabilidad física;** Este tipo de vulnerabilidad surge por la localización de asentamientos humanos en zonas de alta exposición al peligro, como laderas inestables o áreas propensas a inundaciones. La precariedad en infraestructura y servicios básicos agrava aún más la exposición al riesgo (Sposob, 2025).
- **Vulnerabilidad económica;** Hace referencia a la limitada capacidad económica de una población para responder a situaciones adversas. Bajos ingresos, acceso

restringido a bienes y servicios, y desigualdad estructural incrementan el impacto de fenómenos naturales o antrópicos (Sposob, 2025).

- **Vulnerabilidad educativa;** Consiste en la falta de conocimientos y preparación adecuada para prevenir o actuar ante emergencias. La desinformación sobre los riesgos del entorno impide adoptar medidas preventivas eficaces y genera mayor exposición al daño (Sposob, 2025).
- **Vulnerabilidad ecológica;** Este tipo de vulnerabilidad se manifiesta cuando la interacción humana con el medio ambiente genera impactos negativos. La degradación de ecosistemas, deforestación o contaminación alteran el equilibrio ecológico y aumentan el riesgo para las comunidades (Sposob, 2025).
- **Vulnerabilidad cultural;** La identidad colectiva influye en cómo una sociedad percibe y enfrenta los riesgos. Estereotipos, valores arraigados o desinformación pueden afectar la toma de decisiones frente a amenazas, condicionando las respuestas comunitarias (Sposob, 2025).
- **Vulnerabilidad política;** Se presenta cuando hay escasa participación ciudadana y baja transparencia en la gestión pública. Instituciones débiles, burocracia excesiva o corrupción limitan la capacidad de respuesta efectiva ante emergencias (Sposob, 2025).

Zonificación de Riesgos

Según el (Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias, 2022) manifiesta que es un proceso con enfoque cualitativo o cuantitativo usado para determinar la naturaleza y el alcance del riesgo de desastres mediante el análisis de las posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de exposición y vulnerabilidad que conjuntamente podrían causar daños a las personas, los bienes, los servicios, los medios de vida y el medio ambiente del cual dependen. Esta fase consiste en estimar los

daños y pérdidas probables debido a la ocurrencia de los diferentes eventos peligrosos en el territorio. Evaluar el riesgo es relacionar las amenazas, la exposición y las vulnerabilidades con el fin de determinar las consecuencias sociales, económicas y ambientales de un determinado evento.

Tipos de Zonificación

Mencionan (Edier Aristizaba & Michel Hermelin, 2011) que "La zonificación del territorio en términos de aptitud del suelo para la gestión correctiva y prospectiva del riesgo se puede definir como una herramienta de gestión que permite identificar los escenarios de riesgos actuales y potenciales, para la definición del uso, tratamiento y de acciones concretas que permitan reducir las condiciones de riesgo o prevenir la ocurrencia de desastres".

De igual manera, los autores destacan la existencia de áreas urbanizadas y no urbanizadas:

Áreas urbanizadas: Son áreas con restricciones mínimas que requieren intervenciones sólo en casos particulares, sin problemas detectados. Se caracterizan en los mapas de susceptibilidad y/o amenaza por ser de baja probabilidad de ocurrencia de eventos potencialmente destructivos, de acuerdo con los estudios de susceptibilidad existentes. Las intervenciones actuales se han realizado en forma adecuada; sin embargo, pueden existir problemas locales, asociados con suelos de condiciones geomecánicas limitadas. En general, estas áreas no presentan procesos morfodinámicos activos, ni registro de eventos en la historia reciente, aunque es posible encontrar problemas puntuales, los cuales deben ser identificados y mitigados, ya que dichas condiciones pueden extenderse y comprometer áreas mayores (Edier Aristizaba & Michel Hermelin, 2011).

Áreas no urbanizadas: Son áreas sin problemas aparentes, potencialmente urbanizables y sin registro de eventos potencialmente desastrosos; cuentan con estudios de susceptibilidad y/o amenaza que las caracterizan como de baja probabilidad de ocurrencia de eventos. Estas áreas deben someterse a estudios detallados que caractericen las condiciones del terreno como geología, geomorfología y morfodinámica, y a partir de dicha información, es posible elaborar los estudios de susceptibilidad y/o amenaza (Edier Aristizaba & Michel Hermelin, 2011).

Áreas no urbanizadas urbanizables: Son áreas sin problemas aparentes, potencialmente urbanizables y sin registro de eventos potencialmente desastrosos; cuentan con estudios de susceptibilidad y/o amenaza que las caracterizan como de baja probabilidad de ocurrencia de eventos. Estas áreas deben someterse a estudios detallados que caractericen las condiciones del terreno como geología, geomorfología y morfodinámica, y a partir de dicha información, es posible elaborar los estudios de susceptibilidad y/o amenaza (Edier Aristizaba & Michel Hermelin, 2011).

Densidad Poblacional

Menciona (Parejo, 2022) que "Se conoce como densidad de población o población relativo a un cálculo estadístico que se pone en relación a la cantidad promedio de habitantes de un territorio y el espacio físico que abarca. Es el promedio de habitantes por unidad de superficie de una geografía determinada".

La densidad de población sirve para entender qué tanto está poblado un territorio, suponiendo una distribución total de la población a lo largo de la superficie de la zona. Las regiones con mayor densidad, en ese sentido, serán las que tengan menos superficie asignen por habitante, mientras que los menos pobladas asignarán mucha superficie a cada uno.

Deslizamientos

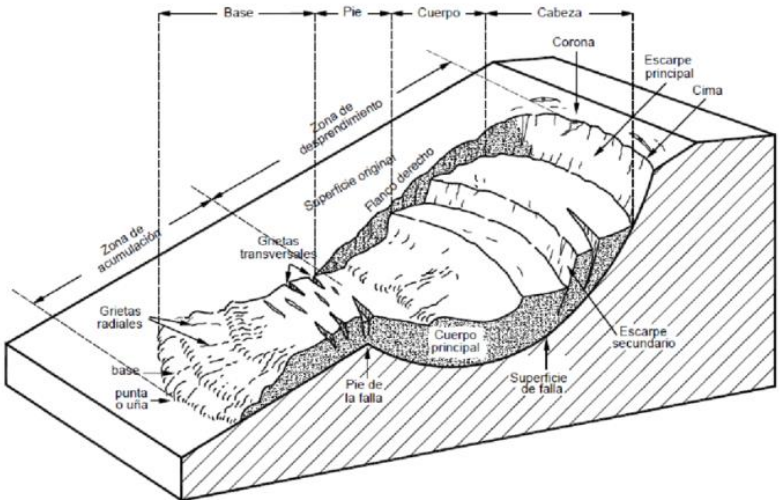
Según (Reyes, 2018) un movimiento de una masa de roca, detritos o tierra pendiente bajo la acción de la gravedad, cuando el esfuerzo de corte excede el esfuerzo de resistencia del material.

Así mismo menciona (Vemus, 2017) que las partes de un deslizamiento son:

- **Escape principal;** superficie que se forma sobre el material no deslizado en la periferia del deslizamiento. Se forma a causa del movimiento del material deslizado hacia abajo.
- **Escarpe secundario;** se forma dentro del material desplazado debido a movimiento deferenciales del mismo.
- **Cabeza;** parte superior del material desplazado.
- **Coronación;** puntos más altos del contacto entre el material desplazado y el escape principal.
- **Pie de superficie de ruptura;** intersección de la parte inferior de la superficie de ruptura y la superficie original del terreno.
- **Borde de materias desplazado;** límite del material desplazamiento más alejado del escarpe principal.
- **Punta;** externo del borde más distante de la coronación.
- **Pie;** cantidad de material desplazado que se apoya sobre el terreno original a partir del pie de la superficie de ruptura.
- **Cuerpo Principal;** cantidad de material desplazado, apoyado sobre la superficie de ruptura entre su pie y el escape principal.
- **Flancos;** laterales del deslizamiento, derecho e izquierdo.
- **Cabecera;** material prácticamente “in situ”, adyacente a la parte superior del escarpe principal.

- **Superficie original del terreno;** talud existente antes de ocurrir el movimiento. Puede considerarse como tal la superficie de un antiguo deslizamiento estabilizado.
- **Superficie de deslizamiento o de ruptura;** superficie a través de la cual tiene lugar el movimiento.
- **Superficie de separación;** superficie que limita la materia desplazada del terreno original.
- **Material desplazado;** masa de material movida hacia afuera del talud.
- **HD;** Altura del deslizamiento medida entre la cabecera y el pie, en una misma sección.
- **LD;** Distancia horizontal desde el pie de la cabecera, medida en una sección longitud del deslizamiento.

Figura 1
Nomenclatura de un deslizamiento



Nota: Imagen obtenida de (Lima, 2022).

Los deslizamientos ocurren en sitios específicos bajo ciertas condiciones topográficas, geológicas, climáticas y ambientales. Por lo tanto, es importante utilizar la información existente (historia del problema, planos básicos.) con el fin de entender las propiedades topográficas, geológicas de los deslizamientos.

A continuación, se presentan los distintos tipos de deslizamientos, cada uno caracterizado por la forma en que se movilizan los materiales y las condiciones geológicas que los originan.

1. **Deslizamientos de Ladera (Landslides)**

Los deslizamientos de ladera son movimientos de tierra a lo largo de una superficie inclinada. Estos pueden ocurrir en diferentes escalas, desde pequeños deslizamientos en carreteras hasta eventos masivos que afectan a comunidades enteras. Los factores que desencadenan los deslizamientos de ladera incluyen la saturación del suelo, la erosión, terremotos y la actividad humana, como la construcción no planificada (Rodriguez, 2025).

2. **Deslizamientos de Tierra Rotacionales**

Estos deslizamientos se caracterizan por una rotación hacia abajo del suelo y su material asociado. Suelen ocurrir en áreas con terreno debilitado, como arcillas expansivas o materiales geológicos con superficies de deslizamiento definidas. Los deslizamientos rotacionales son más comunes en terrenos montañosos (Rodriguez, 2025).

3. **Deslizamientos de Lodo (Mudslides)**

Los deslizamientos de lodo, también conocidos como lahares, son flujos de lodo y escombros que ocurren en áreas montañosas, generalmente después de lluvias intensas o erupciones volcánicas. Estos eventos pueden ser altamente destructivos debido a su rapidez y capacidad para transportar grandes cantidades de material (Rodriguez, 2025).

4. **Deslizamientos de Rocas (Rockfalls y Rockslides)**

Los deslizamientos de rocas implican la caída o el deslizamiento de bloques de roca desde laderas empinadas o acantilados. La actividad geológica, como la erosión, la

meteorización y los terremotos, puede desencadenar estos eventos. Pueden presentar un riesgo significativo en áreas de tráfico y recreación al aire libre (Rodriguez, 2025).

5. **Deslizamientos de Tierra Fluviales (Debris Flows)**

Los deslizamientos de tierra fluviales son una mezcla de agua, rocas, sedimentos y otros materiales que fluyen a lo largo de cauces de ríos o arroyos. Suelen ocurrir en áreas con pendientes pronunciadas y son comunes después de precipitaciones intensas o deshielos. Son altamente destructivos y pueden transportar grandes cantidades de material (Rodriguez, 2025).

6. **Deslizamientos de Tierra Costero**

Estos deslizamientos ocurren en laderas costeras y a menudo son desencadenados por la erosión costera, las tormentas o la acción de las olas. Pueden representar una amenaza para la infraestructura costera y las comunidades cercanas (Rodriguez, 2025).

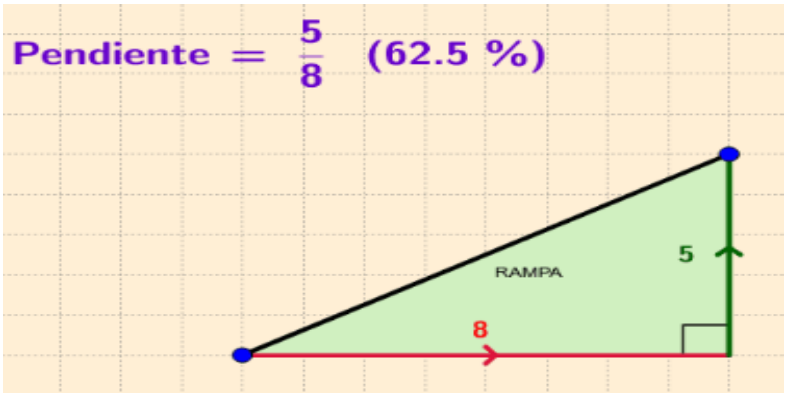
7. **Deslizamientos en Terrazas y Mesetas**

En áreas con topografía de terrazas o mesetas, los deslizamientos de tierra pueden ocurrir en las transiciones entre niveles de terreno. Estos eventos son impulsados por la saturación del suelo y la erosión, y pueden tener un impacto significativo en la geomorfología local (Rodriguez, 2025).

Pendiente

Afirma (Comino & Brzezinski, 2016) que “Permite medir el grado de inclinación del terreno. Es la relación entre el espacio que recorremos verticalmente y el espacio que recorremos horizontalmente cuando subimos una rampa”.

Figura 2
Pendiente de una rampa



Nota; Imagen obtenida de (Comino & Brzezinski, 2016)**.**

Las laderas con inclinaciones superiores a 60 grados tienen la suficiente inclinación como para que la nieve se purgue conforme se produce la nevada, así como la caída de placas pequeñas de forma espontánea sin necesidad de sobrecarga.

Inundaciones

Por otro lado (Francisco J. & Ferrando A, 2015) "Corresponden a una consecuencia derivada de otros procesos de recurrencia interanual, como son las crecidas de los cursos de agua, sumado ello a condiciones de insuficiencia de los sistemas de evacuación, sean estos cauces naturales, sistemas de drenaje artificializados, colectores urbanos.

Se trata del resultado del desequilibrio que se manifiesta en un momento, lugar y situación dada, entre el volumen hídrico a evacuar en una determinada parcela de tiempo, y la capacidad de evacuación de los cauces o sistemas de drenaje o, en otras palabras, la oferta de cauce se ve superada por la demanda de cauce. Debe tenerse en cuenta, además, que dicha demanda no está compuesta sólo por agua, sino también por los sedimentos que esta transporta y arrastra, y cuya proporción respecto del volumen hídrico, sumado a las variaciones en la capacidad de carga del curso de agua, va a influir directamente en la ocurrencia de los desbordes.

Figura 3

Inundación en el terminal de baños por las fuertes lluvias



Nota: Imagen obtenida del (Ambato Lite, 2024) **.**

De igual forma, mencionan (Francisco J. & Ferrando A, 2015) las causas de las Inundaciones, crecidas y desbordes de origen:

- Climático
- Lluvias intensas
- Fusión intensa de la nieve acumulada
- Precipitaciones prolongadas
- Accidentales
- Ruptura de represas
- Caída de frentes de hielo
- Deslizamientos de tierra
- Derrumbes
- Caída de árboles
- Caída de puentes

Factores de las inundaciones

Factores Condicionantes:

- Incremento considerable y momentáneo de la alimentación de una cuenca.
- Alta compacidad y pendiente en la zona de alimentación

- Baja pendiente en la zona de evacuación y sedimentación
- Sección de cauces reducidos u obstruidos (colmatados)

Factores Coadyuvantes:

- Altas temperaturas primaverales (efecto: fusión nival violenta)
- Incremento de la impermeabilidad
- Angostamiento de cauces por obras de infraestructura
- Movimiento de tierras al interior del cauce
- Falta de limpieza y acondicionamiento de los cauces

Procesos

- Desborde de cauces
- Socavamiento y desmoronamiento de riberas
- Depositación de material estéril fuera del lecho

Consecuencias

- Arranque o botadura de árboles
- Daños a la infraestructura urbana
- Daños a la propiedad pública y privada
- Destrucción de cultivos
- Pérdida de fertilidad y arabilidad de suelos agrícolas
- Problemas de salud.

Erupciones Volcánicas

Menciona la Dra. (Sieron, 2025) que el vulcanismo o volcanismo "son los procesos durante los cuales el magma (del latín magma y éste del griego μάγμα, «pasta») es el nombre que reciben las masas de rocas fundidas del interior de la Tierra u otros planetas. y sus gases asociados ascienden hacia la corteza y son emitidos hacia la superficie de la Tierra y la atmósfera".

De igual manera manifiesta que “Los volcanes se distinguen dependiendo de su forma, del sistema de suministro de magma, lugares de su ocurrencia, forma de actividad y estado”.

A continuación, se presentan algunos ejemplos clasificados de acuerdo con su forma exterior:

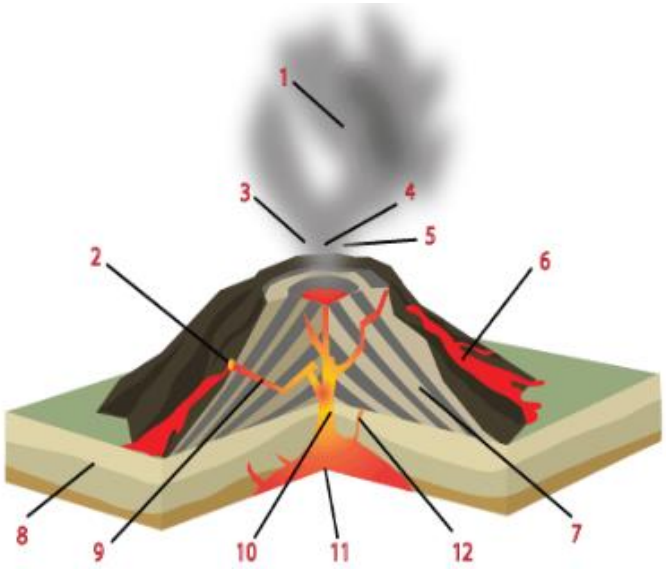
- Volcán compuesto (estratovolcán)
- Volcán escudo
- Cono de escoria
- Domo de lava
- Mar
- Caldera
- Tuya

Así mismo menciona que “Durante una fase de actividad volcánica, un volcán puede mostrar diferentes tipos de comportamiento. La mayoría de los nombres de los diferentes tipos de erupciones tienen su origen en volcanes que muestran cierto tipo de comportamiento predominantemente”.

Erupción Hawaiana; son erupciones tranquilas, poco explosivas, con producción continua de magma en pequeños volúmenes.

Figura 4

Erupción Hawaiana

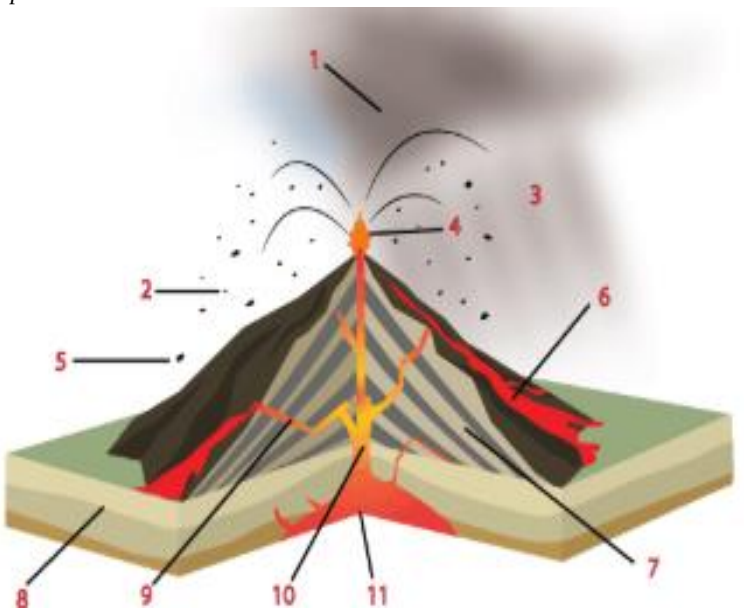


1. Columna Eruptiva
2. Fuente de lava
3. Cráter
4. Lago de lava
5. Fumarolas
6. Flujo de lava
7. Capas de lava y ceniza
8. Estratos
9. Filón
10. Conducto
11. Cámara magmática
12. Dique

Nota: Imagen obtenida de (Sieron, 2025).

Erupción Estromboliana; se caracterizan por erupciones explosivas de corta duración de lava con una viscosidad intermedia, muchas veces arrojada al aire (cientos de metros de altura de columnas eruptivas).

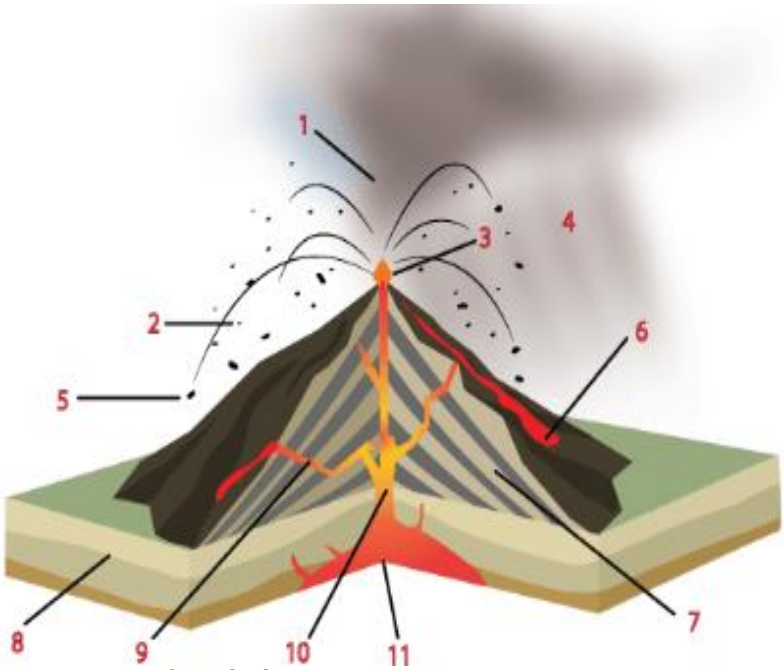
Figura 5
Erupción Estromboliana



1. Columna Eruptiva
2. Lapilli
3. Ceniza
4. Fuente de lava
5. Bomba volcánica
6. Flujo de lava
7. Capas de lava y ceniza
8. Estratos
9. Dique
10. Conducto
11. Cámara magmática

Nota; Imagen obtenida de (Sieron, 2025).

Erupción Vulcaniana; son explosiones de corta duración (minutos a horas) arrojando bombas y bloques.



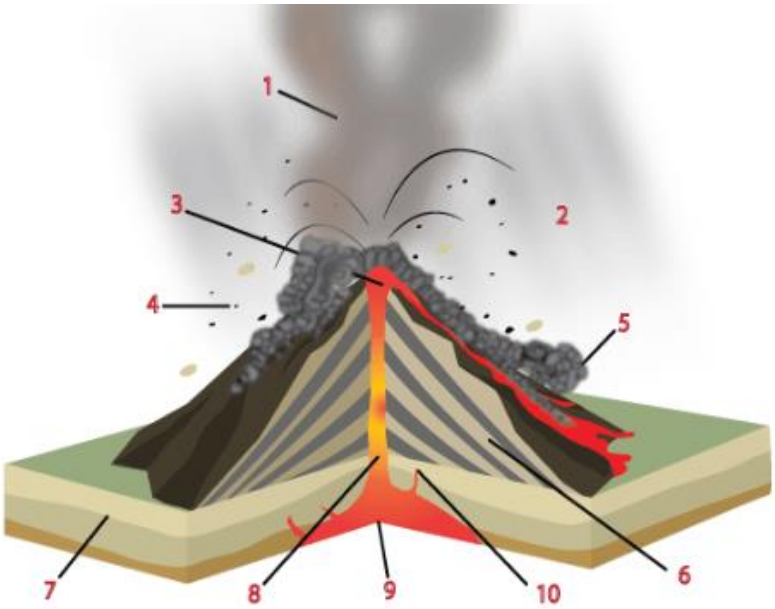
Erupción Vulcaniana

1. Columna Eruptiva
2. Lapilli
3. Fuente de lava
4. Ceniza volcánica cayendo
5. Bomba volcánica
6. Flujo de lava
7. Capas de lava y ceniza
8. Estratos
9. Filón
10. Conducto
11. Cámara magmática

Nota; *Imagen obtenida de* (Sieron, 2025).

Erupción Peleana; crea columnas eruptivas enormes, arrojando gran cantidad de gas, polvo y fragmentos de lava por el cráter del volcán.

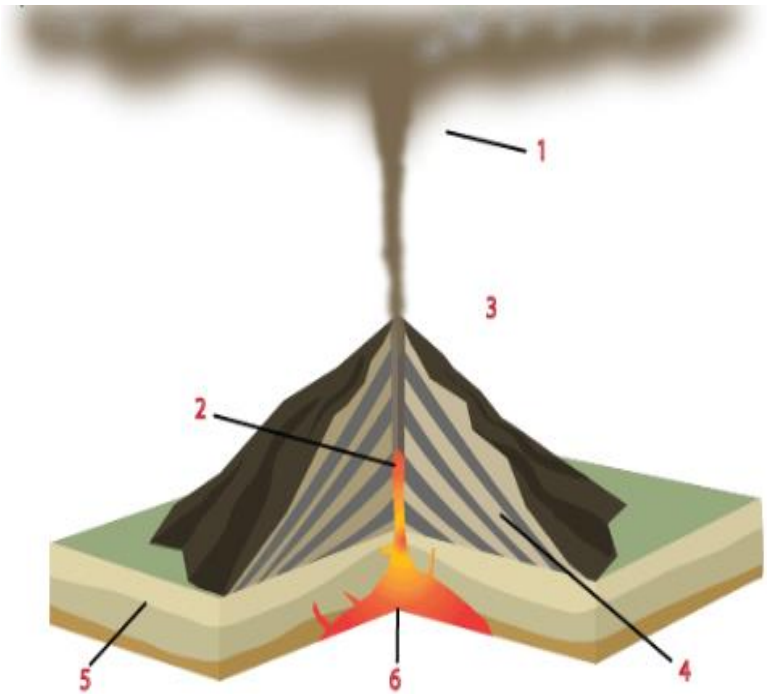
Figura 7
Erupción Peleana



1. Columna Eruptiva
2. Ceniza volcánica cayendo
3. Domo de lava
4. Bomba volcánica
5. Flujo piroclástico
6. Capas de lava y ceniza
7. Estratos
8. Conducto
9. Cámara magmática
10. Dique

Nota; Imagen obtenida de (Sieron, 2025).

Erupción Pliniana; son similares a las vulcanianas y estrombolianas; sin embargo, éstas crean una erupción con columna sostenida.

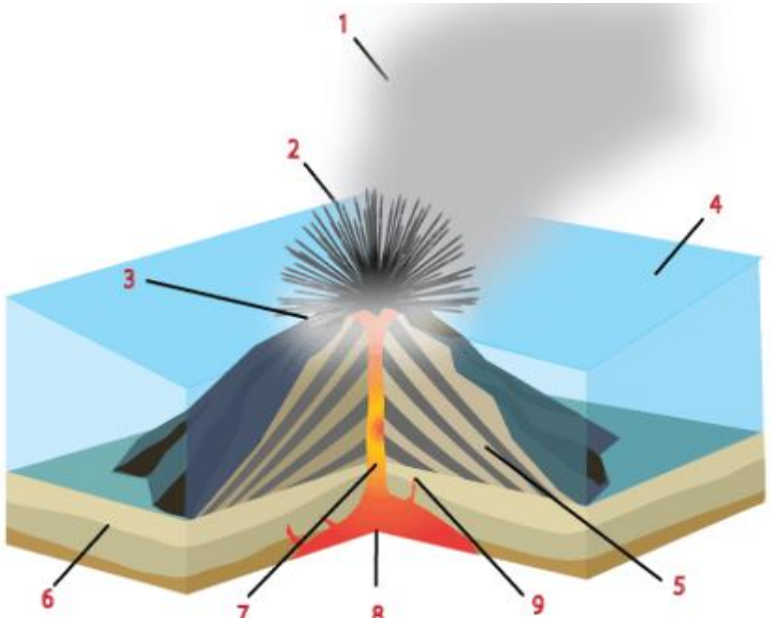


1. Columna eruptiva
2. Conducto
3. Ceniza volcánica cayendo
4. Fuente de lava
5. Estratos
6. Cámara magmática

Nota; Imagen obtenida de (Sieron, 2025).

Erupción Freatomagmática surtseyana; Estas erupciones son el equivalente "húmedo" de las erupciones estrombolianas; sin embargo, son mucho más explosivas. El agua se expande violentamente y fragmenta el magma formando ceniza fina.

Figura 9
Erupción Freatomagmática surtseyana

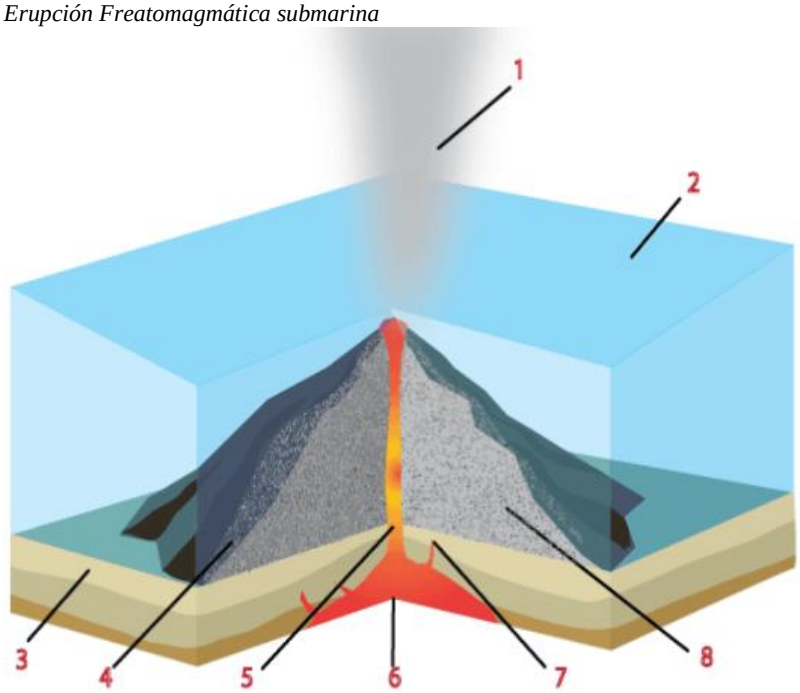


1. Nube de vapor de agua
2. Ceniza compactada
3. Cráter
4. Agua
5. Capas de lava y ceniza
6. Estratos
7. Conducto
8. Cámara magmática
9. Dique

Nota; *Imagen obtenida de* (Sieron, 2025).

Erupción Freatomagmática submarina; como su nombre lo indica, ocurren bajo el agua. Éstas pueden producir seamounts para luego convertirse en islas volcánicas.

Figura 10
Erupción Freatomagmática submarina

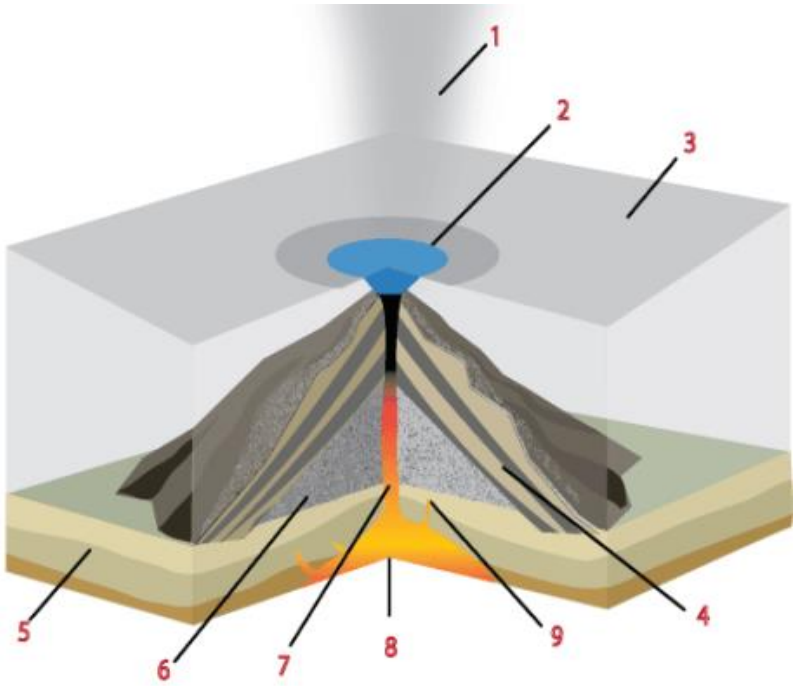


1. Nube de vapor de agua
2. Agua
3. Estratos
4. Flujo de lava
5. Conducto
6. Cámara magmática
7. Dique
8. Lava almohadillada

Nota; *Imagen obtenida de* (Sieron, 2025).

Erupción Freatomagmática subglacial; se caracterizan por la interacción entre la lava y el hielo, en ocasiones producidas bajo un glaciar.

Figura 11
Erupción Freatomagmática subglacial

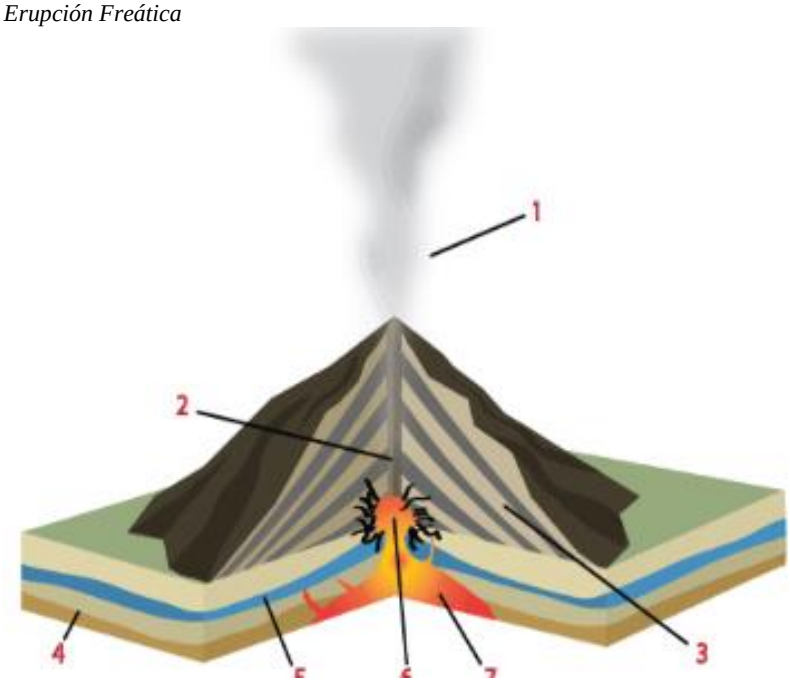


1. Nube de vapor de agua
2. Lago del cráter
3. Hielo
4. Capas de lava y ceniza
5. Estratos
6. Lava almohadillada
7. Conducto
8. Cámara magmática
9. Dique

Nota; *Imagen obtenida de* (Sieron, 2025).

Erupción Freática; ocurre cuando el magma se pone en contacto con agua subterránea o superficial, provocando una expansión de gas (vapor), agua, ceniza y piedras.

Figura 12
Erupción Freática



1. Nube de vapor de agua
2. Conducto
3. Capas de lava y ceniza
4. Estratos
5. Capa freática
6. Explosión
7. Cámara magmática

Nota; Imagen obtenida de (Sieron, 2025).

Sismos

Por otra parte (Charles F. Richter.) menciona que “Los sismos son aquellos movimientos vibratorios, rápidos y violentos que ocurren en la superficie terrestre como consecuencia del movimiento de las placas tectónicas y del vulcanismo, entre otros factores. Independientemente de la causa, en un sismo se libera energía acumulada que al transmitirse en forma de ondas”

De igual manera las autoras (Murillo Jumbo & Tierra Vargas, 2024) indican que “Los sismos son fenómenos naturales causado por el movimiento de las placas tectónicas de la tierra que pueden tener un gran impacto en los centros gerontológicos, ya que son instituciones dedicadas al cuidado de las personas mayores y representan una alta vulnerabilidad tanto de las infraestructuras como de sus resilientes”

De acuerdo con (Murillo Jumbo & Tierra Vargas, 2024) mencionan que los tipos de sismos son:

- **Tectónica.**

Los terremotos se producen principalmente por el desplazamiento de las placas tectónicas que forman la corteza terrestre; tienen un impacto regional significativo.

- **Volcánica.**

Son poco frecuentes; cuando la erupción es violenta genera grandes sacudidas que afectan sobre todo a los lugares cercanos, pero a pesar de ello su campo de acción es reducido en comparación con los de origen tectónico.

Escalas de los sismos.

1. Magnitud Local (ML).

Fue definida para sismos locales en California para un radio de aproximadamente 600 km y se determina a partir de la máxima amplitud registrada por un sismógrafo Wood Anderson con constantes específicas (período = 0.8 segundos, amplificación estática =

2800 y factor de amortiguamiento = 0.8) ubicado a 100 kilómetros de la fuente sísmica. Para su determinación se utiliza la siguiente expresión (Edwin, Douglas, & Daniel, 2024):

$$\mathbf{ML = 1og\ A - log\ Ao}$$

Donde

- A es la máxima amplitud de la traza registrada
- Ao la amplitud máxima que sería producida por un sismo patrón, siendo éste aquel que produciría una deflexión de 0.001 mm en un sismógrafo ubicado a 100 km del epicentro.

2. Magnitud de Ondas Superficiales (MS).

Esta escala se basa en la amplitud máxima producida por las ondas superficiales Rayleigh con período en el rango de 18 a 22 segundos. La expresión para determinar su valor es la siguiente (Edwin, Douglas, & Daniel, 2024):

$$\mathbf{MS = log10\ (A/T) + 1.66\ log10\ D + 3.30}$$

Donde:

- A es la máxima amplitud horizontal del terreno medida en micrómetros
- T es el período de la onda en segundos
- D la distancia epicentral en grados.

3. Magnitud de Ondas de Cuerpo (MB).

La magnitud mb se basa en la amplitud de ondas de cuerpo con períodos cercanos a 1.0 segundos, para su determinación se utiliza la siguiente expresión:

$$\mathbf{mb = log\ (A/T) + Q(D,h)}$$

Donde

- A es la amplitud del terreno en micrómetros
- T es el período en segundos

- Q es un factor de atenuación que está en función de la distancia D en grados y la profundidad focalh en kilómetros.

4. Magnitud Momento (MW).

La cantidad de energía liberada por un sismo a partir del Momento Sísmico se define así:

MO =: DA

En la cual:

- MO es el momento sísmico, medido en dinas-cm, es la rigidez de la roca en dinas/cm2
- D es el desplazamiento promedio de la falla en cm
- A es el área del segmento que sufrió la ruptura expresada en cm2.

La nueva escala de magnitud, denominada magnitud momento fue desarrollada por Hiroo Kanamori de California Technological Institute. Para su determinación se utiliza la siguiente expresión:

MW =2/3 log MO – 10.7

5. Magnitud Energía (Me).

La cantidad de energía irradiada por un sismo es una medida del potencial de daño a las estructuras. El cálculo de esta magnitud requiere la suma del flujo de energía sobre un amplio rango de frecuencias generadas por un sismo.

Log10E = 11.4 + 1.5 Ms

Donde la energía:

E es expresada en Ergios. La magnitud basada en la energía irradiada por un sismo se puede definir de la siguiente manera:

Me=2/3log10 E - 9.9

6. Magnitud de duración, (Md).

Esta magnitud es una variación del concepto de magnitud local que se emplea en algunas redes. Su nombre proviene del hecho que es calculada con base a la duración del registro de la señal sísmica. Su expresión es la siguiente:

$$Md= a \log(J) - b + c?°$$

Donde

- J es la duración del registro de la señal sísmica en segundos,
- ? ° la distancia epicentral
- a, b, c son coeficientes ajustados para que Md corresponda a ML.

Escala de Richter

Según (Charles F. Richter.) se refiere que la "Escala sísmica de Richter Para medir la intensidad de los sismos se utilizan los sismógrafos y una escala sísmica, la más empelada es la escala logarítmica de Richter que indica la cantidad de energía que ha sido liberada desde el hipocentro.

Figura 13
Escala de Ritcher

ESCALA DE RITCHER	
Intensidad	*Efectos*
≤ 3,5	Generalmente no se perciben, sólo se registran con los instrumentos de medición. No causa daños.
3,5 - 5,4	Es posible percibirlo y causa daños menores
5,5 - 6,0	Ocasiona ligeros daños principalmente en edificaciones de construcción inestable.
6,1 - 6,9	Puede ocasionar daños graves en áreas con gran densidad poblacional.
7,0 - 7,9	Terremoto mayor, causa graves daños en un radio de 100 km.
≥ 8,0	Gran terremoto, puede causar la destrucción total de las comunidades aledañas ya que alcanza hasta un radio de 1.000 km de distancia.

Nota; Obtenido de (Charles F. Richter.).

Intensidad de Mercalli modificada

La intensidad de Mercalli modificada VIII se correlaciona aproximadamente con aceleraciones máximas de aproximadamente un cuarto de la de la gravedad (g = 9,8 metros o 32,2 pies por segundo al cuadrado) y velocidades terrestres de 20 cm por segundo (Bolt, 2025).

Tabla 1
Tabla de Intensidad de Mercalli

Grados de intensidad	Especificación
I	No se sienten. Efectos marginales y de largo plazo de grandes terremotos.
II	Percibido por personas en reposo, en pisos superiores o en cualquier otra posición favorable para percibir temblores.
II	Sentido en interiores. Los objetos colgantes se balancean. Las vibraciones son similares a las causadas por el paso de camiones ligeros. La duración puede estimarse
IV	Las vibraciones son similares a las causadas por el paso de camiones pesados (o una sacudida similar a la causada por una bola pesada que golpea las paredes). Los automóviles estacionados se balancean. Ventanas, platos y puertas vibran. Los vasos tintinean, la vajilla choca. En el rango superior del grado IV, las paredes y los marcos de madera crujen.
V	Se sintió en el exterior; la dirección puede estimarse. Los durmientes se despiertan. Se revuelven líquidos, algunos se derraman. Pequeños objetos se desplazan o se vuelcan. Las puertas oscilan, se abren y se cierran. Los relojes de péndulo se detienen, se ponen en marcha y cambian de ritmo.
VI	Sentido por todos; muchos se asustan y salen corriendo. Las personas caminan con dificultad. Los cuadros se caen de las paredes. Los muebles se mueven o se vuelcan. El yeso y la mampostería frágiles se agrietan. Suenan campanas pequeñas (de iglesias y escuelas). Árboles y arbustos tiemblan.

VII	Dificultad para mantenerse en pie. Percibido por conductores de automóviles. Vibración de objetos colgantes. Muebles rotos. Daños en mampostería frágil. Chimeneas frágiles rotas en la línea del tejado. Caída de yeso, ladrillos sueltos, piedras, tejas y cornisas. Olas en estanques; agua turbia con lodo. Pequeños deslizamientos y derrumbes en bancos de arena o grava. Grandes campanas repicando. Acequias de riego de hormigón dañadas.
VIII	Dirección de automóviles afectada. Daños en mampostería; colapso parcial. Daños leves en mampostería reforzada; ninguno en mampostería reforzada diseñada para resistir fuerzas laterales. Caída de estuco y algunos muros de mampostería. Torsión, caída de chimeneas, chimeneas de fábricas, monumentos, torres y tanques elevados. Casas de madera desplazadas sobre cimientos si no estaban atornilladas; paredes de paneles sueltos desprendidas. Pilotes deteriorados rotos. Ramas de árboles desprendidas. Cambios en el caudal o la temperatura de manantiales y pozos. Grietas en suelos húmedos y en pendientes pronunciadas.
IX	Pánico general. Mampostería débil destruida; mampostería ordinaria gravemente dañada, a veces con colapso total; mampostería reforzada gravemente dañada. Daños graves en embalses. Tuberías subterráneas rotas. Grietas visibles en el suelo. En zonas aluviales, expulsión de arena y lodo; fuentes sísmicas y cráteres de arena.
X	La mayoría de las estructuras de mampostería y armazón fueron destruidas, incluyendo sus cimientos. Algunas estructuras de madera sólidas y puentes fueron destruidos. Se produjeron graves daños en presas, diques y terraplenes. Grandes deslizamientos de tierra. Agua arrojada a las orillas de canales, ríos, lagos, etc. La arena y el lodo se desplazaron horizontalmente en playas y terrenos llanos. Los rieles del ferrocarril se doblaron ligeramente.
XI	Rieles muy doblados. Tuberías subterráneas completamente fuera de servicio.
XII	Daños casi totales. Grandes masas rocosas desplazadas. Líneas de visión y nivel distorsionados. Objetos lanzados al aire

Nota; Obtenido de (Bolt, 2025).

Escala Shindo

Se utiliza la escala JMA (Japan Meteorological Agency), que mide, de 0 a 7, el grado de agitación en un punto de la superficie terrestre y el efecto que deja sentir en ese punto, mientras que, como hemos visto, la Escala Richter mide la energía liberada por un seísmo en su epicentro (Ruiz, 2025).

Las unidades de la escala JMA son los shindo (震度), literalmente «grados de agitación.

Tabla 2
Escala Shindo

Grados de intensidad	Especificación
7	Es imposible permanecer de pie. El terremoto provocará daños importantes y algunas muertes. Ocurre pocas veces cada década en Japón.
6+	Es imposible permanecer de pie. Es probable que el terremoto esté causando daños considerables y posiblemente algunas muertes. Ocurre aproximadamente una vez al año en algún lugar de Japón.
6-	Es difícil mantenerse en pie. Se producen daños y lesiones, pero rara vez con pérdidas humanas. Ocurre aproximadamente una o dos veces al año.
5+	Los muebles grandes pueden caerse y causar lesiones, pero no causar daños importantes a los edificios. Ocurre alrededor de 2 a 5 veces por año.
5-	Las cosas se caen de los estantes. No suele provocar daños ni lesiones. Ocurre entre 4 y 12 veces al año.
4	Las lámparas de techo colgantes oscilan con fuerza y los objetos inestables pueden caer. Ocurre aproximadamente dos veces al mes en algún lugar de Japón.
3	Lo percibe la mayoría de la gente. Suele ocurrir cada poco día en algún lugar de Japón.
2	Mucha gente siente el sismo. Suele ocurrir al menos una vez al día en algún lugar de Japón
1	La mayoría de la gente no lo siente. Suele ocurrir varias veces al día en algún lugar de Japón.

Nota; Obtenido de (Ruiz, 2025).

2.3. Definición de Términos

Alerta temprana: consiste en el requerimiento contractual que les otorga a ambas partes el deber de notificarse mutuamente cada vez que tomen conocimiento de alguna situación que podría afectar el desarrollo de la obra, tanto en alcance como en plazo o en costo. Como parte del proceso de cumplimiento de la alerta temprana, las partes deben realizar la evaluación del evento que genera incertidumbre y determinar las medidas a efectuar para mitigar cualquier impacto en la obra o en el proyecto (Manyari & Ramírez, 2020).

Amenaza geodinámica: Según (Gutierrez, 2017) Son como los huaicos, deslizamientos, inundaciones, etc., ocurren desde tiempos geológicos pasados en la superficie terrestre como parte de su evolución natural. Se divide en geodinámica interna (o procesos endógenos) y geodinámica externa (procesos exógenos de la superficie terrestre).

Amenaza natural: menciona (Estévez, 2019) que **"**Es un peligro latente representado por la posible ocurrencia de un fenómeno peligroso, de origen natural, o provocado por el hombre (en el caso de los incendios), capaz de producir efectos adversos en las personas, los bienes, los servicios públicos y el ambiente".

Área de protección: son áreas destinadas a la preservación y protección del suelo, cuencas hidrográficas, agua y en general los recursos naturales localizados en terrenos forestales (Quiroz, 2025).

Ceniza volcánica: está formada por partículas producidas por la fragmentación de las rocas durante las erupciones y tienen un tamaño menor a 2mm. Esta ceniza suele estar caliente en las inmediaciones del volcán y se enfría cuando cae a mayor distancia (Universidad Nacional Autónoma de México, 2017)**.**

COE Cantonal: son instancias interinstitucionales responsables en su territorio de coordinar las acciones tendientes a la reducción de riesgos. Dan respuesta y recuperación en situaciones de emergencia y desastre (FARO, 2020).

Deslizamientos: son movimientos ladera abajo de una masa de suelo, detritos o roca, la cual ocurre sobre una superficie reconocible de ruptura. Con frecuencia, la formación de grietas transversales es la primera señal de la ocurrencia de este tipo de movimientos, las cuales se localizan en la zona que ocupará el escarpe principal (Ayala, 2022).

Erosión de suelos: según (Vladimir Tarakanov, 2024) Es un proceso en que se va perdiendo la capa superficial del suelo, que proporciona a las plantas la mayoría de los nutrientes y el agua que necesitan. Cuando esta capa fértil se desplaza, la productividad de la tierra disminuye y los agricultores pierden un recurso vital para el cultivo de alimentos.

Evaluación del riesgo: es un proceso sistemático utilizado para identificar amenazas potenciales y analizar qué podría suceder si un peligro ocurre. Implica evaluar los posibles resultados de los riesgos identificados, determinar su probabilidad e impacto, y diseñar medidas adecuadas para gestionarlos (miro, 2025).

Eventos hidrometeorológicos: son de origen atmosférico, hidrológico u oceanográfico. Algunos ejemplos son los ciclones tropicales (también conocidos como tifones y huracanes); las inundaciones, incluidas las repentinas; las sequías; las olas de calor y de frío; y las mareas de tempestad costeras (Organización de las Naciones Unidas, 2022).

Exposición: consiste en la presentación ante un auditorio de un tema o lectura previamente preparado. Es deseable que una exposición conste de un resumen de las ideas principales y del camino argumentativo del tema y/o de la lectura expuesta (Beltrán, s.f.).

Fenómeno natural: es un evento de cambio que ocurre en la naturaleza, en cuyo origen el ser humano tiene poco o nada que ver. Esto puede abarcar desde un evento recurrente y cotidiano, hasta uno fortuito, sorprendente o catastrófico (Gustavo, 2025).

Gestión de riesgos: menciona (Martins, Qué es la gestión de riesgos y cómo aplicarla a tu proyecto en solo 6 pasos, 2025) que también es conocida como risk management, es la práctica de identificar, analizar y responder de manera proactiva a diferentes tipos de riesgos potenciales de un proyecto.

Lahares: son mezclas de agua con sedimentos y escombros de rocas volcánicas, los cuales se desplazan pendiente abajo en los volcanes o laderas. También se los conoce con los nombres de "aluviones" o "flujos de escombros" (Instituto Geofísico, 2023).

Microzonificación: este proceso consiste en subdividir el área en zonas considerando las características de las sacudidas y de los peligros inducidos (licuefacción, deslizamientos, asentamientos, etc.) (Universidad de Granada, 2025).

Ordenamiento territorial: es la principal herramienta de planificación en los niveles de gobierno descentralizados, según lo establece la Constitución, el Código de Planificación y Finanzas Públicas -CPYFP, y la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo – LOOTUGS (Superintendencia de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo, 2021).

Peligro: el autor (Larrea, 2025) Es el proceso, fenómeno o actividad humana que puede causar pérdida de vidas, lesiones u otros impactos en la salud, daños a la propiedad, perturbaciones sociales y económicas o degradación ambiental.

Plan de ordenamiento territorial: es un instrumento técnico y normativo de planeación y gestión del territorio; conformado por un conjunto de acciones y políticas, administrativas y de planeación física, que orientan el desarrollo del territorio municipal

en el corto, mediano y largo plazo, regulando la utilización, ocupación y transformación del espacio físico urbano y rural (Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio, 2023).

Planes de contingencia: de acuerdo con (Martins, Plan de contingencia, 2022) es una estrategia de respaldo para tu equipo u organización. Define cómo responderás si eventos imprevistos te hacen desviar de tu plan original.

Riesgos naturales: son causados por fenómenos naturales, como las inundaciones, los terremotos, los ciclones tropicales, las tormentas, las nevadas, etc. (Zero Risk, 2021).

Vulnerabilidad: es una condición en virtud de la cual una persona puede sufrir algún tipo de daño, ya sea físico o emocional. Cuando un individuo o un grupo se encuentra en situación de vulnerabilidad, significa que está expuesto a determinado riesgo. Representa un estado de debilidad (Gomez, 2025).

Zonificación: es un proceso de planificación territorial que divide un territorio en zonas específicas. Estas zonas determinan los usos y actividades permitidos o prohibidos en cada área según las normativas vigentes (Asociación Española de Análisis de Valor (Aesval), 2024).

Acrónimo o siglas:

- GAD – Gobierno Autónomo Descentralizado
- SIG – Sistema de Información Geográfica
- COE – Comité de Operaciones de Emergencia
- PDOT – Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial

Magnitudes sísmicas

- ML – Magnitud Local (Escala de Richter)
- MS – Magnitud de Onda Superficial
- MB – Magnitud de Onda de Cuerpo
- MW – Magnitud de Momento Sísmico
- Me – Magnitud de Energía
- Md – Magnitud de Duración

Normativa y planificación

- CPYFP – Código de Planificación y Finanzas Públicas
- LOOTUGS – Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión de Suelo
- SGR – Secretaría de Gestión de Riesgos (denominación anterior; actualmente SNGRE, pero muchos documentos aún usan SGR).

2.4. Sistemas de Hipótesis

H1 La población de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero presenta un nivel de conocimiento y percepción diferenciada frente a los riesgos naturales, lo cual se relaciona con la zonificación de las áreas vulnerables identificadas mediante el análisis espacial durante el periodo enero – mayo de 2025

HO La población de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero no presenta una relación significativa entre su nivel de conocimiento y percepción frente a los riesgos naturales y la zonificación de las áreas vulnerables durante el periodo enero – mayo de 2025.

2.5. Sistemas de Variables

Variable Dependiente; Zonificación.

Variable Independiente; Amenazas Naturales.

Operacionalización de Variables

Variable Dependiente

Tabla 3
Variable dependiente

VARIABLE DEPENDIENTE	CONCEPTO	DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTOS DE RECOLLECIÓN DE DATO	FUENTE DE INFORMACIÓN
Zonificación	(Pérez & García, 2022) Como señalan "Es un proceso que divide una región o área en zonas según el nivel de riesgo asociado a diferentes peligros. Esta zonificación es clave para la planificación urbana y el desarrollo sostenible".	Densidad Poblacional	Es la distribución de la población por área geográfica en relación con el nivel de exposición al riesgo.	Edad	¿A qué grupo etario pertenece? A) 0-5 B) 6-11 C) 12-18 D) 19-26 E) 27-59 F) 60 o más	Para analizar la densidad poblacional se recopilarán los datos oficiales del INEC y de encuestas locales. Luego se mapearán las zonas para identificar los niveles de exposición a riesgos y orientar las estrategias de gestión y prevención.
				Sexo	¿Cuál es su sexo? A) Masculino B) Femenino C) Otros	
				Nivel Educativo	¿Cuál es el nivel más alto de instrucción que ha alcanzado? A) Primario B) Secundario C) Superior D) Posgrado E) Doctorado F) Ninguno	

		Actividades Económicas	Se refieren a la evaluación y manejo de riesgos asociados a las operaciones de una empresa o actividad productiva.	Trabajador publico / privado	¿Su empleo es en el sector público o privado? A) Público B) Privado ¿Cuánto es su ingreso mensual aproximado? A) $100 - $500 B) $500 - $1000 C) $1000 - 2000 D) $2000- $ 5000 E) Más de $ 5000	Se recopilará información laboral mediante encuestas para identificar si la población trabaja en el sector público, privado o en la informalidad. Estos datos permitirán evaluar el impacto económico y social y definir acciones que impulsen la formalización laboral y reduzcan riesgos.
				Empleado informal	¿Realiza alguna actividad económica sin contrato formal? A) Si B) No	
				Especificación de la actividad productiva (agro, ganadería)	¿A qué actividad económica se dedica principalmente? A) Agricultura B) Ganadería C) Comercio D) Otro	
		Servicios Básicos		Agua (Clorada, tratada, Entubada y potable)	¿Qué tipo de agua recibe su vivienda? A) Potable B) Clorada C) Entubada D) De pozo	Se recogerán datos mediante encuestas domiciliarias e inspecciones para conocer cómo está

			Conjunto de servicios proporcionados por entidades públicas, privadas o mixtas, que son fundamentales para el desarrollo de la comunidad y el bienestar de la población.		E) Ninguna	el acceso y la calidad de servicios como el agua potable y el alcantarillado. Con esta información será posible identificar las carencias que afectan a la comunidad.
				Alcantarillado	¿Cuenta con conexión al sistema de alcantarillado? A) Si B) No En caso negativo, ¿cómo maneja las aguas residuales? A) Pozo séptico B) Canal abierto C) Otro	
				Disposición final de residuos	¿Qué tipo de residuos se generan principalmente? A) Orgánicos B) Reciclables C) Peligrosos D) Otros ¿Cuál es la forma actual de disposición final de los residuos? A) Entierran B) Queman C) Al aire libre D) Otro	

Autor: Daniel Cocha

Variable Independiente

Tabla 4
Variable independiente

VARIABLE INDEPENDIENTE	CONCEPTO	DIMENSIONES	DEFINICIÓN	INDICADOR	INSTRUMENTOS DE RECOLLECIÓN DE DATO	FUENTE DE INFORMACIÓN
Riesgos Naturales	(Sepa. Asturias, 2024) "Son aquellos que tienen sus orígenes en fenómenos naturales (factores geográficos y meteorológicos), siendo los accidentes que provocan múltiples y variados".	Deslizamientos	Movimiento descendente de masas de suelo o roca en laderas inestables, condicionado por factores geológicos, hidrometeorológicos y antrópicos.	Pendiente de terreno	¿Qué tipo de pendiente caracteriza el terreno de su vivienda? A) Pendiente pronunciada B) Pendiente moderada C) Pendiente leve D) Terreno plano o casi plano	Se revisarán los antecedentes de inundaciones, el estado del alcantarillado y la cercanía a cuerpos de agua para identificar las zonas vulnerables. Con esta información se diseñarán sistemas de drenaje y planes de contingencia para reducir los impactos de eventos hidrometeorológicos.
				Lluvias acumuladas	¿Con qué frecuencia ocurren lluvias intensas que causan deslizamientos? A) Frecuente B) Ocasional C) Rara vez D) Nunca	
					¿Las laderas cercanas presentan poca o ninguna vegetación que las proteja?	

				Ausencia de vegetación en laderas	A) Sí B) No	
		Inundaciones	Desbordamiento temporal de cuerpos de agua o acumulación superficial por lluvias intensas que superan la capacidad de drenaje.	Tipos de inundaciones	¿Qué tipo de inundación ha afectado más a su comunidad? A) Inundación fluvial B) Inundación pluvial. C) Inundación relámpago D) Ninguna	Se identificarán los tipos de inundaciones más frecuentes, ya sea por lluvias intensas, deslizamientos o exceso de agua. También se verificará el funcionamiento del alcantarillado y la cercanía de las viviendas a zonas de riesgo. Con esta información se podrán tomar decisiones para prevenir daños futuros.
				Presencia de alcantarillado	¿Cuenta su comunidad con un sistema de alcantarillado o drenaje adecuado? A) Sí B) No	
				Proximidad a cuerpos hídricos	¿Está su vivienda cerca de un río, lago o cuerpo de agua? A) Sí B) No	
					¿Conoce qué tan lejos está su	A partir de los mapas de zonas afectadas y

		Erupciones volcánicas	Evento geológico de origen magmático caracterizado por la emisión de piroclastos, lava, gases y ceniza desde un centro eruptivo activo.	Distancia al volcán	comunidad del volcán activo más cercano? A) Menos de 10 km B) 10-30 km C) Más de 30 km	de los niveles de alerta volcánica, se identificarán las áreas expuestas a caída de ceniza y flujos eruptivos. Con esa información se definirán los protocolos de evacuación y las medidas de prevención para la población en riesgo.
				Nivel de alerta	¿Está familiarizado con el nivel de alerta volcánica actual en su región? A) Sí B) No	
				Zonas mapeadas con caída de ceniza y historial de volcanes,	¿Su comunidad se encuentra en una zona identificada como vulnerable a caída de ceniza? A) Sí B) No	
		Sismos	Liberación repentina de energía acumulada en las	Historial	¿Ha experimentado su comunidad sismos significativos en los últimos 10 años? A) Sí B) No	Se evaluará la amenaza sísmica usando registros históricos, mapas oficiales y condiciones geotécnicas para identificar los riesgos estructurales y
				Construcciones sin normas	¿Las casas y edificios cercanos cumplen con normas de	

			placas tectónicas, generando ondas sísmicas que se propagan a través de la corteza terrestre.	sismo resistentes	sismos recientemente? A) Sí B) No C) No sabe	definir medidas de prevención, como los protocolos de evacuación.
				Densidad Poblacional	¿Cuál considera que es la densidad de población en su barrio? A) Alta B) Media C) Baja	

Autor: Daniel Cocha

CAPÍTULO III:

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

La investigación pose un enfoque mixto porque representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación e implican la recolección y el análisis de datos cualitativos, así como su integración y discusión conjunta, para realizar inferencias producto de toda la información recabada y lograr un mayor entendimiento del fenómeno bajo estudio.

3. 2. Diseño

Se realizó una investigación de campo para el desarrollo de este proyecto, que incluyó la aplicación de encuestas a una muestra representativa de la población en los cantones de Baños, Patate, Pelileo y Quero. Los datos reunidos fueron esenciales para respaldar el estudio denominado; Zonificación de riesgos naturales en los cantones, Baños, Patate, Pelileo y Quero durante el periodo mayo - septiembre del 2025.

Por ende, se llevó a cabo un diseño de muestreo estratificado, dividiendo la población por cada cantón. En cada zona se obtuvieron datos reales mediante encuestas y observaciones hacia los habitantes, integrando diferentes métodos para lograr un diagnóstico fluido y representativo de la situación.

Tipo de investigación

Se aplicaron diferentes métodos con el propósito de obtener información detallada, lo cual permitió establecer un diagnóstico preciso sobre el estudio de campo.

Método cualitativo

Al llegar a este método, se utilizó el apoyo de encuestas además de la observación directa a los habitantes y el análisis de documentos relevantes. Este enfoque permite identificar patrones logrando así a la toma de decisiones mejoradas. Como señala (Sybing, 2025) "Es un método utilizado para recopilar datos no numéricos, a menudo explorando fenómenos complejos que no pueden cuantificarse".

Método deductivo

Este método se basa en teorías y conceptos sobre los diferentes tipos de riesgos y la planificación territorial. Esto permite comprender mejor las zonas vulnerables que están más expuestas y proponer una zonificación para reducir los riesgos. Afirma (Suárez, 2024) "es un proceso lógico en el que se parte de una premisa general y se aplica la lógica para llegar a una conclusión específica".

3.3. Población y Muestra

Universo

Según datos del Censo Nacional de Población y Vivienda 2022 (censoecuador.gob.ec, 2022), se consideró como universo poblacional a los cuatro cantones: Baños, Patate, Pelileo y Quero, cuya población total, asciende a 84.418 habitantes.

Población

La población se segmentó territorialmente conforme a la siguiente distribución:

Tabla 5
Población de los Cantones; Baños, Patate, Pelileo y Quero Pelileo

Cantones	Número de habitantes	Porcentaje
Baños	16.001	18.95 %
Patate	9.877	11.70 %
Pelileo	45.014	53.33 %
Quero	13.526	16.02 %
Total	**84.418**	**100%**

Fuente; Elaboración propia
Autor: Daniel Cocha

Muestra

Se procedió al cálculo del tamaño de la muestra para cada cantón de forma individual, aplicando la fórmula de (Baca, 2013).

$$\mathbf{n} = \frac{\mathrm{NZ^2pq}}{\mathrm{E^2(N-1) + Z^2\ pq}}$$

Dónde:

N= Población total del cantón

Z= Distribución normalizada. Si Z es 1.96 el porcentaje de la confiabilidad de 95%

p= Porción de aceptación deseada para el producto.

q= Porción de rechazo.

E= Porcentaje deseado de error

Cantón Baños

$$\mathbf{n} = \frac{(16{,}001)(1{,}96)^2(0{,}5)(0{,}5)}{(0{,}05)^2(16{,}001-1) + (1{,}96)^2\ (0{,}5)(0{,}5)}$$

$$\mathbf{n} = \frac{15{,}368}{40{,}9604} = 375.1 = \mathbf{375}$$

Cantón Patate

$$\mathbf{n} = \frac{(9{,}877)(1{,}96)^2(0{,}5)(0{,}5)}{(0{,}05)^2(9{,}877-1) + (1{,}96)^2\ (0{,}5)(0{,}5)}$$

$$\mathbf{n} = \frac{9{,}486}{25{,}6504} = 369.81 = \mathbf{370}$$

Cantón Pelileo

$$\mathbf{n} = \frac{(45{,}014)(1{,}96)^2(0{,}5)(0{,}5)}{(0{,}05)^2(45{,}014-1) + (1{,}96)^2\ (0{,}5)(0{,}5)}$$

$$\mathbf{n} = \frac{43{,}238}{113.49} = 380.91 = \mathbf{381}$$

Cantón Quero

$$\mathbf{n} = \frac{(13{,}526)(1{,}96)^2(0{,}5)(0{,}5)}{(0{,}05)^2(13{,}526-1) + (1{,}96)^2\ (0{,}5)(0{,}5)}$$

$$\mathbf{n} = \frac{12{,}993}{34.77} = 373.68 = \mathbf{374}$$

El cálculo que se realizó de manera individual por cada uno de los cantones sumaba un total de 1.500 encuestas dirigidas hacia los habitantes; sin embargo, por limitaciones logísticas y de recursos se realizó el Muestreo estratificado por (Afijación)

Formula:

n= Tamaño de la muestra

N=Tamaño de población total

$$\mathbf{n} = \frac{\mathbf{n}}{\mathbf{N}}$$

Cantón Baños

$$\mathbf{n} = \frac{375}{84.418} = 0{,}0044421$$

Cantón Patate

$$\mathbf{n} = \frac{370}{84.418} = 0{,}0043829$$

Cantón Pelileo

$$\mathbf{n} = \frac{381}{84.418} = 0{,}0045132$$

Cantón Quero

$$\mathbf{n} = \frac{374}{84.418} = 0{,}0044303$$

En la siguiente tabla se podrá visualizar de mejor forma;

Tabla 6
Tabla de Estratificación

Cantones	Habitantes	Factor de estratificación (b)	Muestra por cantones (a)x(b)
Baños	16.001	0,0044421	71
Patate	9.877	0,0043829	43
Pelileo	45.014	0,0045132	203
Quero	13.526	0,0044303	59
Total	**84.418**		**376**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Una vez calculada la estratificación permite asignar la cantidad correspondiente de encuestas a cada territorio dándonos un total a 376 encuestas totales distribuidas proporcionalmente para cada uno de los cantones.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para obtener la información necesaria y desarrollar los análisis de este estudio, se integraron técnicas de levantamiento social y métodos de análisis espacial dentro de un Sistema de Información Geográfica (SIG). Esta combinación permitió evaluar tanto la vulnerabilidad social de la población como las condiciones territoriales asociadas a las principales amenazas naturales presentes en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

En una primera fase, se aplicaron encuestas estructuradas dirigidas a los habitantes de los cuatro cantones. Estas encuestas permitieron recopilar datos cualitativos relacionados con condiciones socioeconómicas, características de la vivienda, experiencias previas con eventos naturales y percepción del riesgo. Esta información sirvió para identificar los factores que incrementan la vulnerabilidad y la exposición de la población ante deslizamientos, inundaciones y caída de ceniza volcánica.

De manera complementaria, se realizó una revisión directa del entorno físico mediante recorridos exploratorios lo que facilitó reconocer características visibles del territorio como pendientes, zonas erosionadas, áreas próximas a cuerpos de agua y lugares donde previamente han ocurrido afectaciones. Esta observación se utilizó únicamente como referencia cualitativa, ya que la delimitación técnica de la amenaza se desarrolló mediante cartografía oficial y modelos espaciales.

La segunda fase correspondió al análisis territorial. Se emplearon modelos digitales de elevación, cartografía temática y capas oficiales de uso de suelo, hidrografía, litología y geomorfología.

Cada capa fue procesada, reclasificada y ponderada dentro del entorno SIG, permitiendo identificar los sectores con mayor susceptibilidad ante cada amenaza. Finalmente, los resultados territoriales se integraron con la información de vulnerabilidad social obtenida de las encuestas, generando así la zonificación del riesgo y proporcionando elementos clave para plantear estrategias de reducción y mitigación.

3.5. Técnicas de procesamientos y análisis de datos

En esta parte del estudio se realizó con algunos técnicos de los diferentes cantones, los cuales proporcionaron información valiosa misma que resulto de suma importancia para el desarrollo del proyecto titulado; Zonificar los riesgos Naturales en los cantones, Baños, Patate, Pelileo y Quero. De igual manera para tener información de los habitantes aledaños se procedió a aplicar encuestas que se llevaron de manera exitosa. La cual esta información se desglosa por cada uno de los objetivos propuestos en el proyecto de investigación, para poder lograr los resultados alcanzados.

Objetivo 1: Caracterizar las condiciones sociales, económicas y de percepción del riesgo de los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero mediante la aplicación de encuestas, como insumo para la zonificación del riesgo.

Para cumplir con el primer objetivo, se ha realizado una investigación de campo en los cuatro cantones (Baños, Patate, Pelileo y Quero) pertenecientes a la provincia de Tungurahua en las cuales se ha implementado una hoja de ruta y a su vez encuestas hacia los habitantes del sector con el fin de obtener información actualizada.

Tabla 7
Hoja de ruta

<table>
<tr><th colspan="9">Hoja de ruta</th></tr>
<tr><td colspan="3">Provincia Tungurahua</td><td colspan="6">Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón</td></tr>
<tr><td colspan="3" rowspan="4">Identificación de amenazas de origen natural.</td><td colspan="2" rowspan="3">ASPECTOS FISICOS</td><td>topografía</td><td colspan="4" rowspan="3">Montañas, Colinas, Llanuras.</td></tr>
<tr><td>Clima</td></tr>
<tr><td>Hidrografía</td></tr>
<tr><td colspan="3">Cantón: _____</td><td colspan="4">N° de parroquias: _____</td></tr>
<tr><td colspan="2">Frecuencia</td><td>Parroquias Afectadas</td><td>Intensidad</td><td colspan="2">Tipos de Afectaciones</td><td>Magnitud</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Amenazas Geológicas</td><td rowspan="2">Terremotos</td><td>Anual
Decenal
Bianual</td><td>trianual
Centenal
Eventual</td><td>Urbano
Rural</td><td>Baja
Moderada
Alta</td><td>Humanas
Físicas
Económicas</td><td>Ambientales
Sociales y culturales
Tecnológicas</td><td>Baja
Moderada
Alta</td></tr>
<tr><td>Actividad Volcánica</td><td>Caída de Ceniza</td><td>Anual
Decenal</td><td>trianual
Centenal</td><td>Urbano
Rural</td><td>Baja
Moderada</td><td>Humanas
Físicas</td><td>Ambientales</td><td>Baja
Moderada</td></tr>
</table>

			Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Sociales y culturales Tecnológicas	Alta
	Deslizamientos de tierra		Anual Decenal Bianual	trianual Centenal Eventual	Urbano Rural	Baja Moderada Alta	Humanas Físicas Económicas	Ambientales Sociales y culturales Tecnológicas	Baja Moderada Alta
Amenazas Hidrológicas	Desbordamiento de los ríos		Anual Decenal Bianual	trianual Centenal Eventual	Urbano Rural	Baja Moderada Alta	Humanas Físicas Económicas	Ambientales Sociales y culturales Tecnológicas	Baja Moderada Alta
	Granizo		Anual Decenal	trianual Centenal Eventual	Urbano Rural	Baja Moderada	Humanas Físicas Económicas	Ambientales Sociales y culturales Tecnológicas	Baja Moderada Alta

			Bianual			Alta			
	Inundación	Lluvias Fuertes	Anual Decenal Bianual	trianual Centenal Eventual	Urbano Rural	Baja Moderada Alta	Humanas Físicas Económicas	Ambientales Sociales y culturales Tecnológicas	Baja Moderada Alta
Amenazas Climáticas	Sequias		Anual Decenal Bianual	trianual Centenal Eventual	Urbano Rural	Baja Moderada Alta	Humanas Físicas Económicas	Ambientales Sociales y culturales Tecnológicas	Baja Moderada Alta
	Olas de Calor		Anual Decenal	trianual Centenal	Urbano Rural	Baja Moderada	Humanas Físicas	Ambientales Sociales y culturales	Baja Moderada

		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
	Olas de frio	Anual Decenal Bianual	trianual Centenal Eventual	Urbano Rural	Baja Moderada Alta	Humanas Físicas Económicas	Ambientales Sociales y culturales Tecnológicas	Baja Moderada Alta
Amenazas Biológicas	Plagas	Anual Decenal Bianual	trianual Centenal Eventual	Urbano Rural	Baja Moderada Alta	Humanas Físicas Económicas	Ambientales Sociales y culturales Tecnológicas	Baja Moderada Alta

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

De igual manera, a través de una hoja de ruta se logró visualizar y obtener información clave sobre los riesgos presentes en el sector, identificando amenazas de origen natural como geológicas, hidrológicas, climáticas y biológicas lo que permitió comprender el nivel de exposición y vulnerabilidad del territorio.

Objetivo: Identificar zonas de riesgo natural en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero, con el objetivo de fortalecer la planificación territorial y la gestión del riesgo.

Dirigido: A las familias de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero

Instrucciones: Les solicitamos respondan de forma honesta y basada en su experiencia familiar, considerando sus necesidades y realidades específicas.

1. **¿Cuántas personas viven habitualmente en su vivienda, incluyendo niños y adultos, su edad y sexo?**

Tabla 8
Personas que habitan en la vivienda

PERSONAS	EDAD	SEXO
Vive solo/a (1 persona)		
2 personas		
3 personas		
4 personas		
5 personas		
6 o más personas		

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

2. **¿Cuál es el nivel más alto de instrucción que ha alcanzado?**
   a) Primario
   b) Secundario
   c) Superior
   d) Posgrado
   e) Doctorado
   f) Ninguno
3. **¿Su empleo es en el sector público o privado?**
   a) Publico
   b) Privado
4. **¿Cuánto es su ingreso mensual aproximado?**
   a) $100 - $500
   b) $500 - $1000
   c) $1000 - 2000
   d) $2000- $ 5000
   e) Más de $ 5000
5. **¿Realiza alguna actividad económica sin contrato formal?**
   a) Si
   b) No

6. **De las siguientes actividades mencionadas a continuación señale con una X a la que realiza actualmente.**

   a) Agricultura
   b) Ganadería
   c) Textil y confección
   d) Comercio
   e) Turismo

7. **¿Qué tipo de agua recibe su vivienda?**
   a) Potable
   b) Clorada
   c) Entubada
   d) De pozo
   e) Ninguna

8. **¿Cuenta su barrio o comunidad con un sistema de alcantarillado o drenaje adecuado?**
   a) Si
   b) No

9. **¿En caso negativo, ¿cómo maneja las aguas residuales?**
   a) Pozo séptico
   b) Canal abierto
   c) Otro

10. **¿Cuál es la forma actual de disposición final de los residuos?**
    a) Entierran
    b) Queman
    c) Carro Recolector
    d) Otro

11. **¿Qué tipo de pendiente caracteriza el terreno de su comunidad o vivienda?**
    a) Pendiente pronunciada
    b) Pendiente moderada
    c) Pendiente leve
    d) Terreno plano o casi plano

12. **¿Con qué regularidad ocurren lluvias intensas que causan deslizamientos?**
    a) Frecuente
    b) Ocasional
    c) Rara vez
    d) Nunca

13. **¿Está su vivienda o comunidad cerca o más de 500 metros de un río, lago o cuerpo de agua?**
    a) Sí
    b) No

14. **¿Señale con una (X) la distancia aproximada entre su vivienda y el volcán Tungurahua?**
    a) Menos de 10 km
    b) 10-30 km
    c) Más de 30 km
15. **¿Está familiarizado con el nivel de alerta volcánica actual en su región?**
    a) Si
    b) No
16. **¿Su comunidad se encuentra en una zona identificada como vulnerable a caída de ceniza?**
    a) Sí
    b) No
17. **¿Ha experimentado su comunidad sismos significativos en los últimos 10 años?**
    a) Sí
    b) No
18. **¿Las casas y edificios cercanos cumplen con normas sismo resistentes?**
    a) Sí
    b) No
    c) No sabe

Objetivo 2: Elaborar mapas de amenaza por deslizamientos, inundaciones y caída de ceniza mediante metodologías SIG aplicadas a los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

En el desarrollo de los mapas de amenaza se aplicó un enfoque de Análisis Multicriterio integrado en un Sistema de Información Geográfica. En el caso de los deslizamientos, este enfoque combinó dos técnicas complementarias: el Proceso Analítico Jerárquico de Saaty, utilizado para determinar la importancia relativa de los factores condicionantes (pendiente, litología, cobertura vegetal y uso del suelo), y las funciones de pertenencia Fuzzy, empleadas para estandarizar dichas variables en rangos continuos (0–1) cuando era necesario representar transiciones graduales en la susceptibilidad del terreno. Una vez ponderadas y estandarizadas, las capas fueron integradas mediante herramientas raster del SIG (Weighted Overlay y Raster Calculator),

generando el mapa final de amenaza clasificado en niveles de alta, media y baja susceptibilidad.

Para el análisis de inundaciones se aplicó la metodología establecida por la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (SNGRE), la cual integra información hidrológica, topográfica y geomorfológica para identificar áreas susceptibles a acumulación de escorrentía y desbordamientos. Este procedimiento incluye la reclasificación de variables y su ponderación relativa, así como la validación espacial dentro del SIG

La tecnicas de Fuzzy y Satty se basa en 3 principios:

- **Principio de Descomposición**: permite estructurar un problema complejo en subproblemas jerárquicos con dependencias de acuerdo con el nivel de descomposición en el que se encuentren.

Para esto Saaty propuso una escala para establecer la importancia o preferencia de criterios o alternativas en la matriz de comparaciones a pares. Es una escala de prioridades como forma de independizarse de las diferentes escalas que existen. De esta forma se entrega homogeneidad y cierto grado de certeza a las comparaciones.

Tabla 9
Escala de comparaciones

Intensidad	Definición	Explicación
1	De igual importancia	Dos actividades contribuyen de igual forma al objetivo
3	Moderada importancia	La experiencia y el juicio favorecen levemente a una actividad sobre la otra
5	Importancia fuerte	La experiencia y el juicio favorecen fuertemente una actividad sobre la otra
7	Muy fuerte o demostrada	Una actividad es mucho más favorecida que la otra, su dominancia se demostró en la práctica
9	Extrema	La evidencia que favorece una actividad sobre la otra, es absoluta y totalmente clara
2,4,6,8	Valores intermedios	Cuando se necesita un compromiso de las partes entre valores adyacentes
Recíprocos	$aij = 1\ aj$	Hipótesis del método

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

La tabla presenta la ponderación que se otorgará a cada variable, es decir sirve para reflejar la importancia de la variable en el estudio planteado. La matriz Saaty Fuzzy, junto con los pesos obtenidos para cada variable, será presentada en la etapa analítica del ejercicio, donde se evidenciará su aporte en la priorización de amenazas y en la toma de decisiones para la gestión del riesgo.

- **Juicios Comparativos**: permite realizar combinaciones en parejas de todos los elementos de un subgrupo con respecto al criterio principal del subgrupo, por ello se habla de comparaciones biunívocas.
- **Composición Jerárquica o Síntesis de prioridades**: permite producir prioridades globales a través de las multiplicaciones de las prioridades locales, es decir, que una vez se tienen soluciones locales, se agregan para obtener la solución general que se está buscando.

Para la elaboración de los mapas de riesgos se utilizó la metodología de la Secretaria Nacional de Gestión de Riesgos cuyo objetivo principal es lograr un mejor entendimiento de las causas y características del evento, con miras a mejorar la capacidad de sus efectos y la visualización real con sus consecuencias sobre el clima regional (Subsecretaria de Gestión de la Información y Análisis de Riesgos , 2019).

El método considera 5 factores, cada uno de ellos representados por un parámetro valorado en la mayoría de los casos entre 1 y 5 y expresados en mapas. Cada factor de análisis se afecta por un factor de ponderación o peso, repartido de acuerdo con su valoración. Posteriormente, para obtener el valor de At se suman los mapas.

$$\boldsymbol{At} = [\text{saturación}] * 0.52\ [\text{permeabilidad}] * 0.20 + [\text{zonas de acumulación}] * 0.10 + [\text{uso del suelo}] * 0.10 + [\text{precipitación}] * 0.08$$

Objetivo 3: Proponer estrategias de mitigación ante los riesgos naturales en los cantones, Baños, Patate, Pelileo y Quero.

La formulación de estrategias de mitigación se fundamentó en el análisis detallado de los principales riesgos que afectan a los cuatro cantones, considerando tanto la recurrencia histórica de los eventos como las condiciones actuales del territorio. A partir de este proceso, se obtuvo información técnica, clara y consistente, que permitió establecer lineamientos específicos para reducir el impacto de amenazas como inundaciones, caída de ceniza volcánica y deslizamientos de tierra. Estas estrategias se constituyen en herramientas esenciales para la planificación local, ya que orientan la toma de decisiones y la priorización de intervenciones en los sectores más vulnerables.

Los resultados alcanzados permitieron identificar con mayor precisión las áreas críticas, así como los factores ambientales y antrópicos que incrementan la exposición de la población. Al reconocer estos elementos, se generaron propuestas de medidas preventivas ajustadas a las particularidades de cada cantón. La aplicación adecuada de estas estrategias contribuirá a mejorar la capacidad de respuesta, fortalecer la resiliencia comunitaria y reducir los posibles daños en infraestructuras y medios de vida frente a futuros eventos adversos.

Para cumplir cada objetivo planteado, se ejecutaron diversas actividades de levantamiento de información en campo, complementadas con la revisión de datos institucionales y el análisis geoespacial. Este proceso permitió obtener una visión integral de las amenazas presentes y del nivel de vulnerabilidad de la población. Gracias a ello, se logró construir un diagnóstico más preciso, que refleja las dinámicas propias de cada territorio y facilita el diseño de estrategias de mitigación adaptadas a su realidad local.

CAPITULO IV:

RESULTADOS O LOGROS ALCANZADOS SEGÚN LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

4.1. Resultados según objetivo 1: Después de levantar la información mediante las encuestas dirigidas a los residentes de estos cuatro cantones, se completó satisfactoriamente la muestra establecida de 376 encuestas. Esta recopilación de datos es fundamental no solo para mantener una base actualizada sobre las percepciones y necesidades de la población, sino también para comprender cómo dichas percepciones se relacionan con los antecedentes históricos de eventos naturales que han afectado la provincia.

En años anteriores, los cantones han registrado episodios de erupciones volcánicas, caída de ceniza, deslizamientos e inundaciones, los cuales han influido directamente en la forma en que los habitantes reconocen y enfrentan los riesgos presentes en su entorno.

Tabla 10
Antecedentes Históricos de los cantones Baños, Patate, Pelileo, Quero.

Cantón	Tipo de evento	Años / episodios relevantes	Impactos observados (efectos)
Baños (Baños de Agua Santa)	Erupciones / caída de ceniza (Tungurahua)	Episodio eruptivo prolongado 1999–2016; múltiples picos (2006, 2010–2011, 2016).	Caída de ceniza en la ciudad, afectación de cultivos y salud respiratoria, cortes temporales de vías y turismo interrumpido.
Baños	Inundaciones y deslizamientos	Eventos por lluvias intensas documentados junio 2019: lluvias y deslizamientos con evacuaciones).	Destrucción de casas, colapso de tramos viales, evacuados y daños en infraestructura local.
Patate	Caída de ceniza / influencia volcánica	Afectación por episodios de Tungurahua durante las reactivaciones (1999–2016).	Depósitos de ceniza en áreas agrícolas; necesidad de limpieza y protección (mascarillas, coberturas).
Pelileo	Erupciones / caída de ceniza (Tungurahua)	Período eruptivo 1999–2016 y explosiones puntuales.	Fuerte depósito de ceniza en Pelileo y Ambato; afectación a la agricultura y transporte.

Pelileo	Inundaciones y deslizamientos	Eventos por lluvias intensas y crecidas; episodios locales registrados en años recientes (varios años de lluvias extremas).	Daños en vías y posesiones, riesgos a la infraestructura textil (industrial pequeña), desplazamientos.
Quero	Inundaciones / deslizamientos	Afectado en episodios de lluvias intensas que han golpeado Tungurahua (registro menos mediático pero presente).	Erosión, daños a áreas agrícolas y caminos rurales; variabilidad entre sectores urbanos y rurales.
Quero	Caída de ceniza (Tungurahua)	Episodios de caída de ceniza ligados a reactivaciones de Tungurahua (1999–2016 y picos posteriores).	Impacto en cultivos y salud; limpieza y medidas de mitigación comunitarias.

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Considerando este contexto histórico, los resultados de las encuestas permiten analizar de manera más precisa la vulnerabilidad y preparación comunitaria frente a los distintos peligros identificados. A continuación, se presentan los respectivos análisis de los resultados obtenidos.

ENCUESTAS DIRIGIDAS A LOS HABITANTES DE LOS CANTONES BAÑOS, PATATE, PELILEO Y QUERO

Pregunta 1: ¿Cuántas personas viven habitualmente en su vivienda, incluyendo niños y adultos, su edad y sexo?

Tabla 11

Número de habitantes en sus viviendas

		Personas Por Vivienda												Edad												Sexo			
Cantón	**Total, de Personas**	**1**	**%**	**2**	**%**	**3**	**%**	**4**	**%**	**5**	**%**	**6**	**%**	**1-5 años**	**%**	**6-11 años**	**%**	**12-18 años**	**%**	**19-26 años**	**%**	**27-59 años**	**%**	**60 +**	**%**	**Femenino**		**Masculino**	
Baños	71	2	0	5	19%	15	19%	20	21%	18	21%	11	14%	7	19%	8	18%	10	19%	10	19%	25	19%	11	20%	39	19%	32	18%
Patate	43	1	0	4	15%	10	13%	12	13%	9	10%	7	9%	4	11%	5	11%	6	12%	6	12%	16	12%	6	11%	24	12%	19	11%
Pelileo	203	5	1	15	56%	40	50%	50	53%	45	52%	48	60%	20	54%	25	57%	28	54%	28	54%	70	52%	32	57%	104	52%	99	57%
Quero	59	1	0	3	11%	15	19%	12	13%	14	16%	14	18%	6	16%	6	14%	8	15%	8	15%	24	18%	7	13%	34	17%	25	14%
TOTAL	**376**	**9**	**100%**	**27**	**100%**	**80**	**100%**	**94**	**100%**	**86**	**100%**	**80**	**100%**	**37**	**100%**	**44**	**100%**	**52**	**100%**	**52**	**100%**	**135**	**100%**	**56**	**100%**	**201**	**100%**	**175**	**100%**

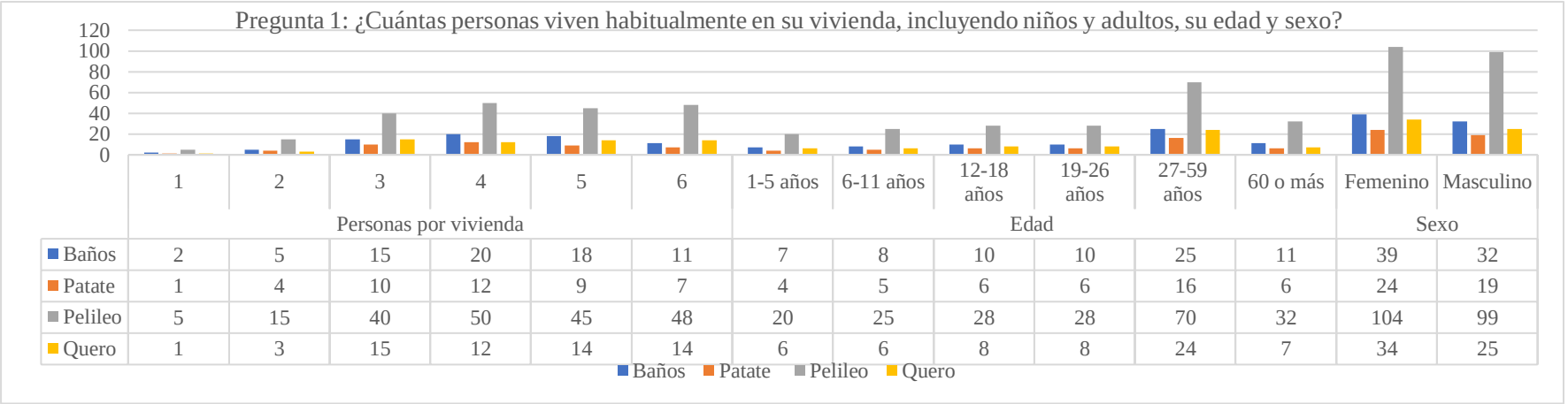
Autor: Daniel Cocha

Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 14

Número de habitantes en sus viviendas



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación

De acuerdo con los habitantes que fueron encuestados en los Cantones de Baños, Patate, Pelileo y Quero se observa una tabla sobre la cantidad de personas que viven en cada uno de sus hogares, esto es crucial ya que se puede tener información al momento de que ocurra un evento adverso las cuales pueden ser evacuadas correctamente llevando una contabilidad de las personas que viven en ese sector.

Logrando así un adecuado trabajo ante los eventos naturales que se encuentran presentes en los diferentes cantones, cabe resaltar que varias personas no conocen sobre los riesgos a los que están expuesto, por ende, se debe realizar capacitaciones y fomentar hábitos de cultura dentro de la Gestión de Riesgos en cada una de las personas, para poder lograr así una ciudad resiliente ante los riesgos naturales.

Pregunta 2: ¿Cuál es el nivel más alto de instrucción que ha alcanzado?

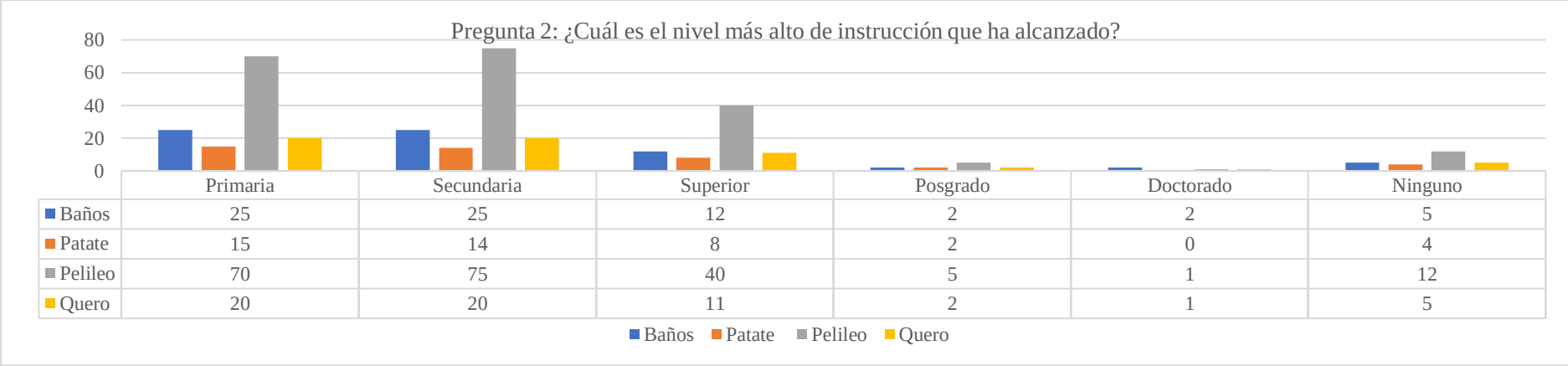
Tabla 12
Nivel más alto de instrucción

Cantón	Total, de Personas	Nivel de instrucción											
		Primaria	%	Secundaria	%	Superior	%	Posgrado	%	Doctorado	%	Ninguno	%
Baños	71	25	19%	25	19%	12	17%	2	18%	2	50%	5	19%
Patate	43	15	12%	14	10%	8	11%	2	18%	0	0%	4	15%
Pelileo	203	70	54%	75	56%	40	56%	5	45%	1	25%	12	46%
Quero	59	20	15%	20	15%	11	15%	2	18%	1	25%	5	19%
TOTAL	**376**	**130**	**100%**	**134**	**100%**	**71**	**100%**	**11**	**100%**	**4**	**100%**	**26**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 15
Nivel más alto de instrucción



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación

En los diferentes cantones que se trabajó se logró obtener resultados de cada persona sobre el nivel educativo más alto alcanzado, esto nos ayuda a entender por qué una cierta cantidad de personas no conocen sobre cómo actuar o sobre los daños a la salud que pueden provocar los riesgos de origen natural, esto preocupa ya que 134 personas solo han culminado la secundaria, y 71 personas el nivel superior.

Pregunta 3: ¿Su empleo es en el sector público o privado?

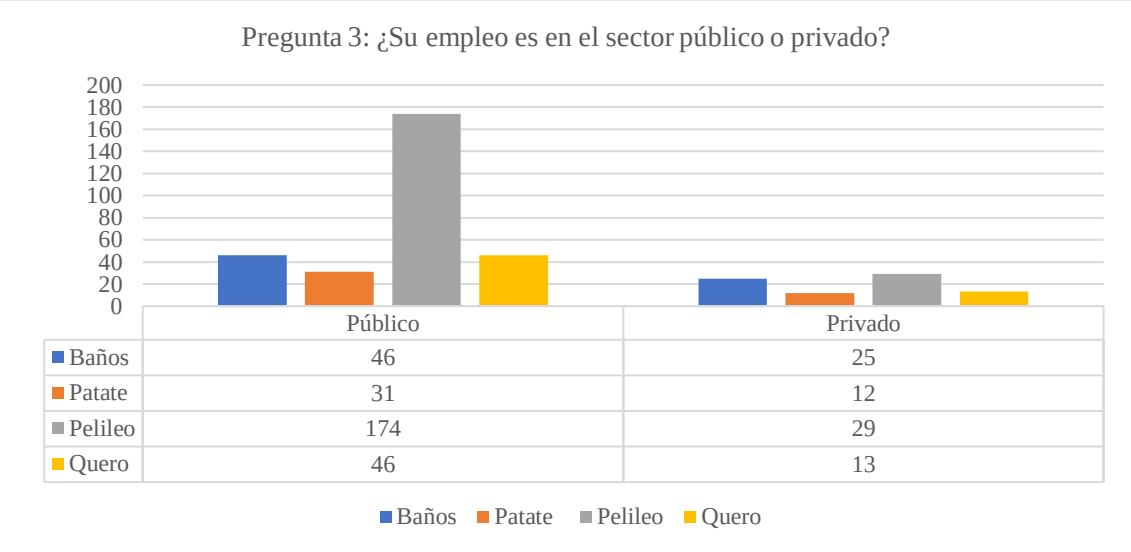
Tabla 13
Empleo es en el sector público o privado

Cantón	Total, de Personas	Empleo			
		Público	%	Privado	%
Baños	71	46	15%	25	32%
Patate	43	31	10%	12	15%
Pelileo	203	174	59%	29	37%
Quero	59	46	15%	13	16%
TOTAL	**376**	**297**	**100%**	**79**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 16
Empleo es en el sector público o privado



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación

La mayoría de los habitantes que se aplicó la encuesta trabajan en el sector público lo que puede influir en su perspectiva sobre la gestión de riesgos de desastres y la importancia de una adecuada planificación y coordinación institucional.

Pregunta 4: ¿Cuánto es su ingreso mensual aproximado?

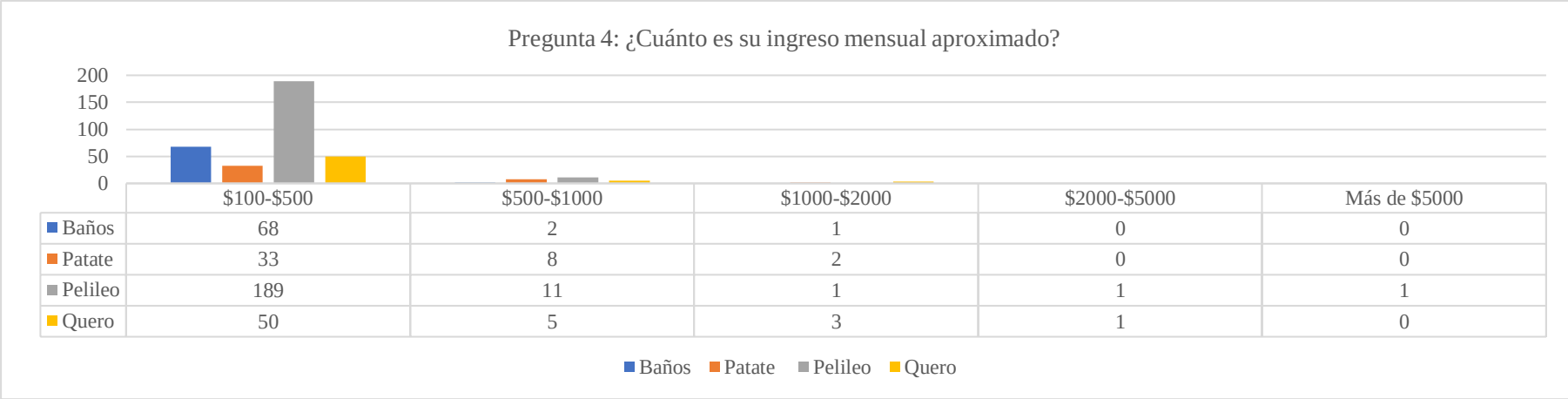
Tabla 14
Ingreso mensual aproximado

Cantón	Total, de Personas	Ingreso mensual									
		$100-$500	%	$500-$1000	%	$1000-$2000	%	$2000-$5000	%	Más de $5000	%
Baños	71	68	20%	2	8%	1	14%	0	0%	0	0%
Patate	43	33	10%	8	31%	2	29%	0	0%	0	0%
Pelileo	203	189	56%	11	42%	1	14%	1	50%	1	100%
Quero	59	50	15%	5	19%	3	43%	1	50%	0	0%
TOTAL	**376**	**340**	**100%**	**26**	**100%**	**7**	**100%**	**2**	**100%**	**1**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 17
Ingreso mensual aproximado



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

El tema económico dentro la gestión de riesgos es un tema importante, ya que se logra visualizar la cantidad de dinero que gana cada persona, lo cual es entre 500 a 5000 dólares al mes, mientras las personas que cuentan con esta cantidad pueden invertir en recursos de medidas de preparación y mitigación, como construir viviendas más seguras, contar con un kit completo ante los desastres naturales, mientras que las personas que cuentan con un sueldo menor a los 500 dólares son más vulnerables, ya que no podrían recuperarse rápidamente ante un evento adverso, por ende se propondría contar con programas de apoyo para las personas más vulnerables como subsidios para medidas de preparación y mitigación.

Pregunta 5: ¿Realiza alguna actividad económica sin contrato formal?

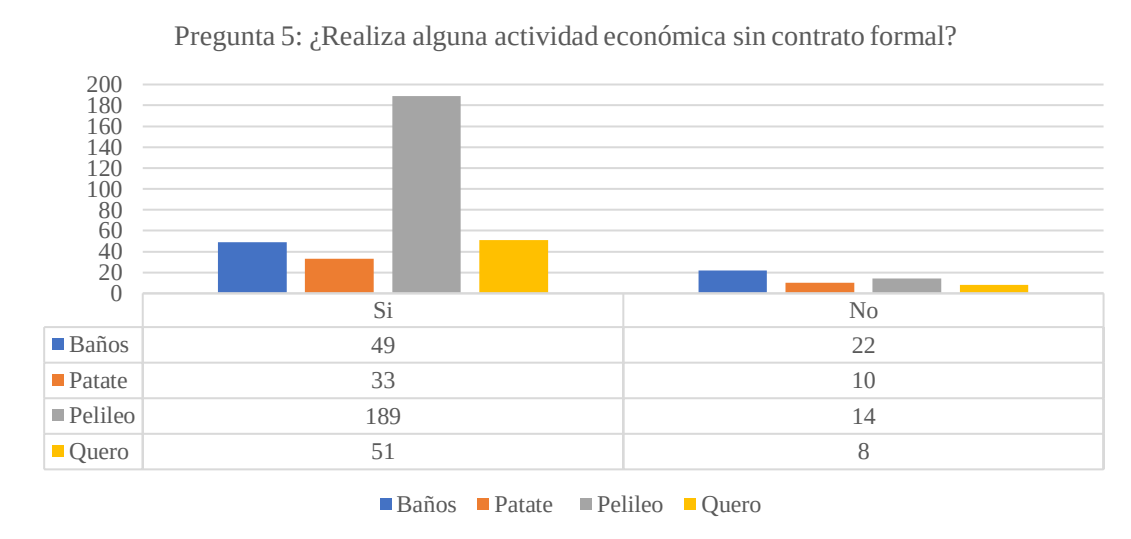
Tabla 15
Actividad económica

Cantón	Total, de Personas	Económica sin contrato formal			
		Si	%	No	%
Baños	71	49	15%	22	41%
Patate	43	33	10%	10	19%
Pelileo	203	189	59%	14	26%
Quero	59	51	16%	8	15%
TOTAL	**376**	**322**	**100%**	**54**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 18
Actividad económica



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

Las actividades informales es un tema muy común en muchos países, este tipo de personas son vulnerables a los desastres de origen natural, ya que no cuentan con un acceso a los beneficios sociales y protección laboral, por ende, no cuentan con los recursos para invertir en medidas de preparación y mitigación lo cual se les dificulta en el proceso de recuperación ante los desastres de origen natural ya que no tienen una fuente estable de ingresos.

Mientras que las 54 personas contarían con protección laboral y ante todo los recursos para poder recuperarse de un evento adverso.

Pregunta 6: De las siguientes actividades mencionadas a continuación señale con una (X) la que usted realiza actualmente.

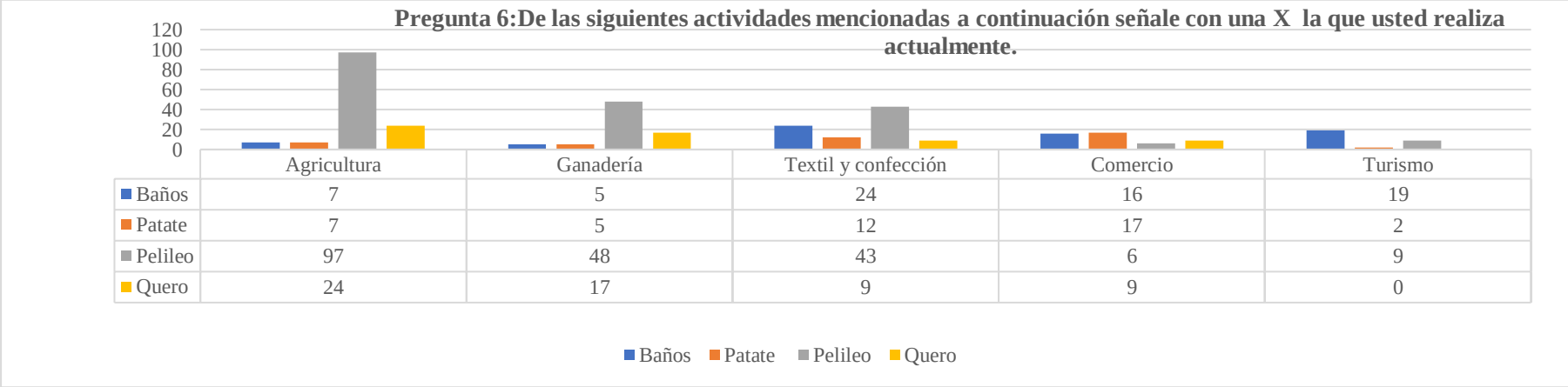
Tabla 16
Actividad que realiza

Cantón	Total, de Personas	Actividad									
		Agricultura	%	Ganadería	%	Textil y confección	%	Comercio	%	Turismo	%
Baños	71	7	5%	5	7%	24	27%	16	33%	19	63%
Patate	43	7	5%	5	7%	12	14%	17	35%	2	7%
Pelileo	203	97	72%	48	64%	43	49%	6	13%	9	30%
Quero	59	24	18%	17	23%	9	10%	9	19%	0	0%
TOTAL	**376**	**135**	**100%**	**75**	**100%**	**88**	**100%**	**48**	**100%**	**30**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 19
Actividad que realiza



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

Los desastres de origen natural están presentes en cada momento, en el sector de la agricultura si no se cuenta con una planificación de gestión de riesgos para proteger la producción estaría expuesta a pérdidas de cultivos las cuales pueden afectar de una manera fuerte a las seguridad alimentaria y económica, de igual manera en el sector ganadero se podrían enfrentar a pérdidas de ganado, pastizales y pérdidas económicas, en lo que vendría siendo textil y confecciones, comercio y turismo se podría enfrentar a perdidas de infraestructuras y equipos, impactos en la economía local, es por ello que el fomentar, capacitar contar con planes de contingencia y respuestas ayudaría a proteger las actividades económicas y los medios de vidas en cada uno de los cantones.

Pregunta 7: ¿Qué tipo de agua recibe su vivienda?

Tabla 17

Tipo de agua que recibe su vivienda

Cantón	Total, de Personas	Agua que recibe									
		Potable	%	Clorada	%	Entubada	%	De pozo	%	Ninguna	%
Baños	71	53	16%	11	31%	7	70%	0	0%	0	0%
Patate	43	38	12%	4	11%	1	10%	0	0%	0	0%
Pelileo	203	197	60%	5	14%	0	0%	1	100%	0	0%
Quero	59	41	12%	15	43%	2	20%	0	0%	1	100%
TOTAL	**376**	**329**	**100%**	**35**	**100%**	**10**	**100%**	**1**	**100%**	**1**	**100%**

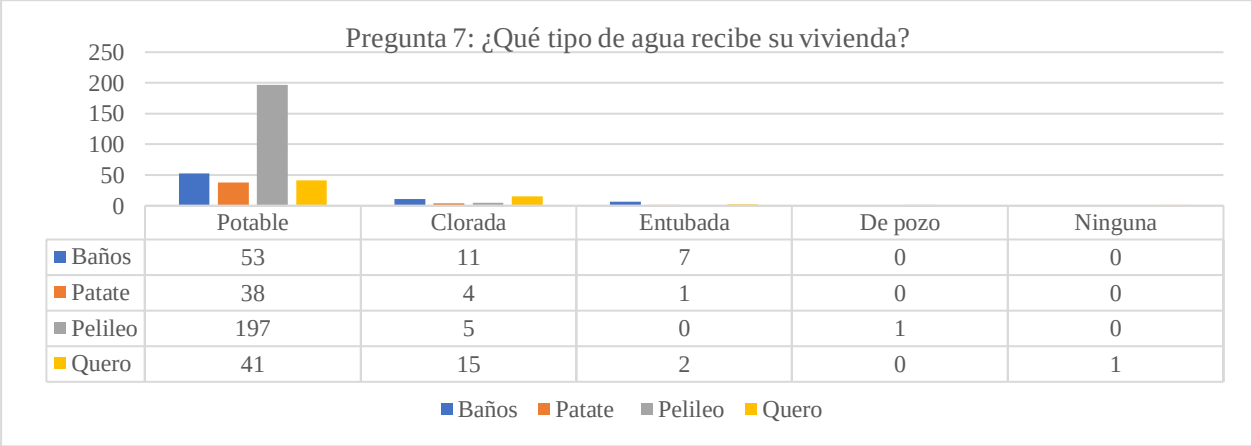
Autor: Daniel Cocha

Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 20

Tipo de agua que recibe su vivienda



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

En su mayoría las personas afirman tener agua potable mientras que una pequeña parte de la población dice tener clorada, entubada, de pozo o ninguno de estos servicios, debemos tener en cuenta que el cloro es un desinfectante para poder tratar el agua. Sin embargo si no se tiene una buena dosificación puede no ser muy efectivo para eliminar patógenos, mientras que la entubada puede una fuente segura de agua si se la trata de manera eficiente pero si no es tratada existiría riesgos de contaminación, los de pozo son aguas contaminadas con patógenos y sustancias químicas las cuales pueden llegar hacer perjudiciales para la salud causando enfermedades gastrointestinales y otras afecciones a la salud de igual manera ocurriría con las personas que no cuentan con ninguno de estos servicios.

Pregunta 8: ¿Cuenta su barrio o comunidad con un sistema de alcantarillado o drenaje adecuado?

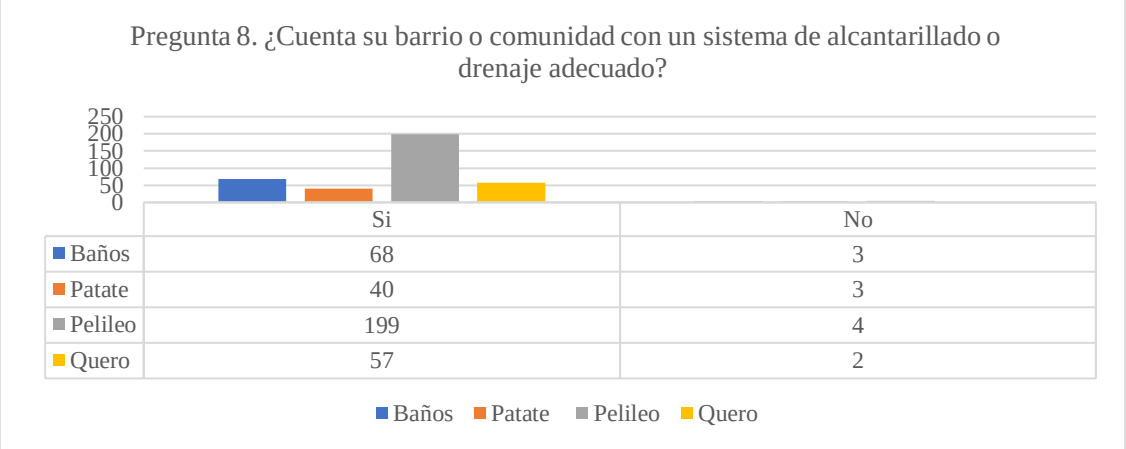
Tabla 18
Conexión al sistema de alcantarillado

Cantón	Total, de personas	Sistema de alcantarillado			
		Si	%	No	%
Baños	71	68	19%	3	25%
Patate	43	40	11%	3	25%
Pelileo	203	199	55%	4	33%
Quero	59	57	16%	2	17%
TOTAL	**376**	**364**	**100%**	**12**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 21
Conexión al sistema de alcantarillado



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

Contar con un sistema de alcantarillado es de suma importancia para prevenir la acumulación de aguas residuales y pluviales, esto ayuda a reducir el riesgo de enfermedades y a su vez a la infraestructura, mientras que si no se tiene acceso a este servicio puede provocar enfermedades, daños a la infraestructura, especialmente en áreas con fuertes lluvias o crecidas.

Es de suma importancia que todos tengan un sistema de alcantarillado o drenaje adecuado para que esta manera se puede proteger la salud de las personas y las infraestructuras, realizar adecuados mantenimientos para prevenir problemas a futuro y garantizar un funcionamiento adecuado.

Pregunta 9: En caso negativo, ¿Cómo maneja las aguas residuales?

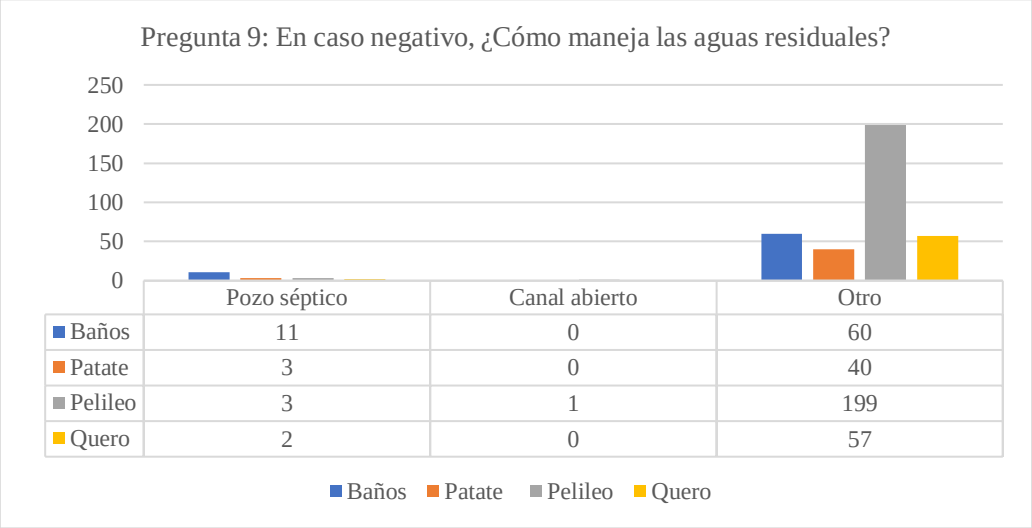
Tabla 19
Manejo de las aguas residuales

Cantón	Total, de Personas	Aguas residuales					
		Pozo séptico	%	Canal abierto	%	Otro	%
Baños	71	11	58%	0	0%	60	17%
Patate	43	3	16%	0	0%	40	11%
Pelileo	203	3	16%	1	100%	199	56%
Quero	59	2	11%	0	0%	57	16%
TOTAL	**376**	**19**	**100%**	**1**	**100%**	**356**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 22
Manejo de las aguas residuales



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

Los pozos sépticos son una forma efectiva de gestionar aguas residuales si son diseñadas correctamente y se las mantienen, caso contrario podrían contaminar el suelo y el agua subterránea, por otra parte, la descarga de aguas residuales en un canal abierto pude contaminar directamente el agua superficial atrayendo plagas y vectores de enfermedades mientras que las 356 personas cuentan con otro tipo como sistema de alcantarillado.

Pregunta 10. ¿Cuál es la forma actual de disposición final de los residuos?

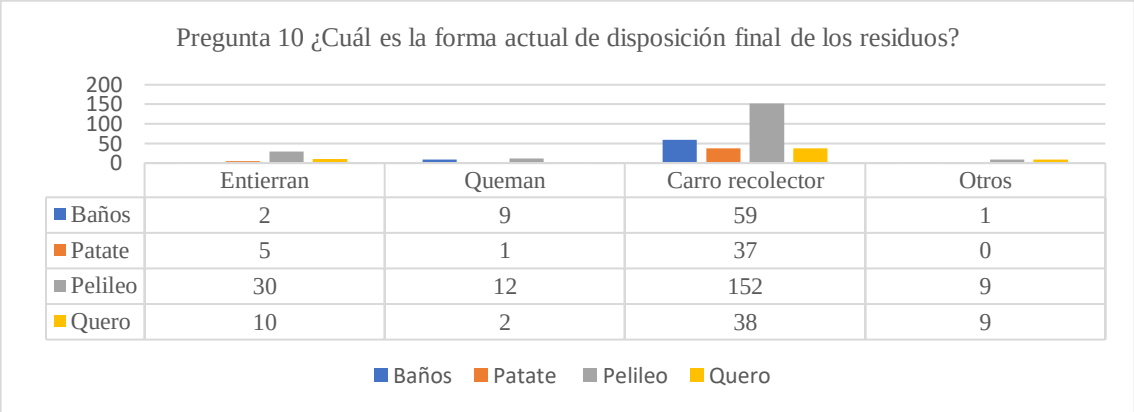
Tabla 20
Forma actual de disposición final de los residuos

Cantón	Total, de Personas	Disposición final de los residuos							
		Entierran	%	Queman	%	Al aire libre	%	Otros	%
Baños	71	2	4%	9	38%	59	21%	1	5%
Patate	43	5	11%	1	4%	37	13%	0	0%
Pelileo	203	30	64%	12	50%	152	53%	9	47%
Quero	59	10	21%	2	8%	38	13%	9	47%
TOTAL	**376**	**47**	**100%**	**24**	**100%**	**286**	**100%**	**19**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 23
Forma actual de disposición final de los residuos



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

Enterrar los residuos puede ser una buena forma de gestionar los residuos, pero no se la hace adecuadamente puede provocar contención al suelo las personas que queman generan emisiones de gases de efecto invernadero y contaminantes en el aire, dejar los residuos al aire atrae plagas y vectores de enfermedades las cuales también logran contaminar el suelo y el agua, como podemos observar 286 personas prefieren enviar en el carro de la basura, las entidades competentes de los 4 municipio deben de implementar un sistema de recolección y gestión de residuos con el fin de poder minimizar la contaminación en los diferentes cantones de la provincia.

Pregunta 11: ¿Qué tipo de pendiente caracteriza el terreno de su comunidad o vivienda?

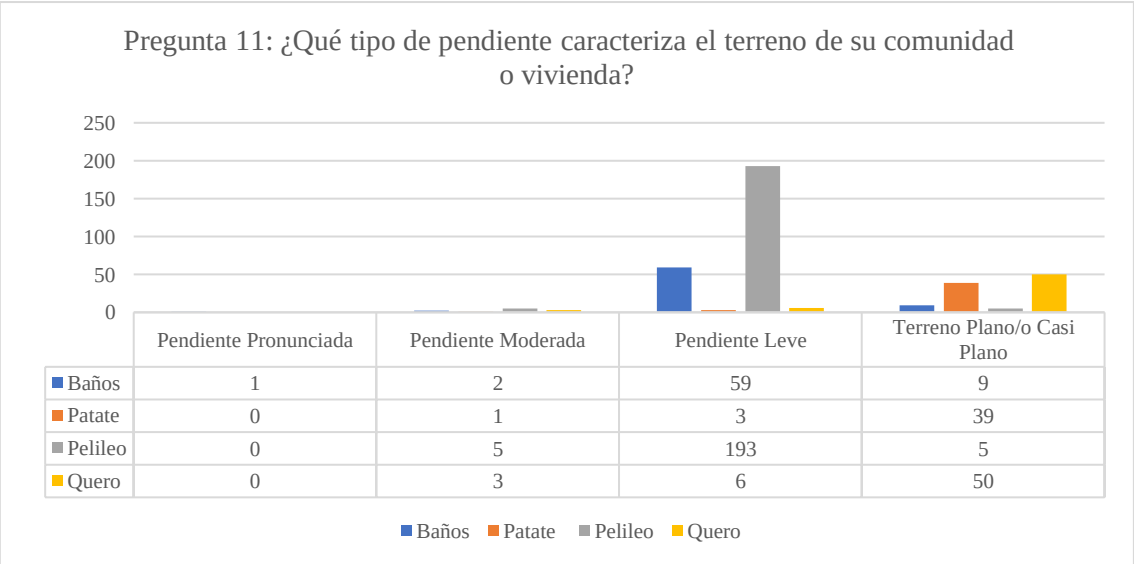
Tabla 21
Pendiente del Terreno

Cantón	Total, de Personas	Pendiente del Terreno							
		Pendiente Pronunciada	%	Pendiente Moderada	%	Pendiente Leve	%	Terreno Plano/o Casi Plano	%
Baños	71	1	100%	2	18%	59	23%	9	9%
Patate	43	0	0%	1	9%	3	1%	39	38%
Pelileo	203	0	0%	5	45%	193	74%	5	5%
Quero	59	0	0%	3	27%	6	2%	50	49%
TOTAL	**376**	**1**	**100%**	**11**	**100%**	**261**	**100%**	**103**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 24
Pendiente del Terreno



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

Las pendientes pronunciadas pueden ser propensas a deslizamientos de tierra, las cuales afectarían a la infraestructura y llegando a ocasionar perdidas de vida y económicas, mientras que la pendiente moderada en la que viven 11 personas se puede requerir medidas de estabilización y protección esto con el propósito de prevenirla erosión o deslizamientos de tierra, las personas que habitan en una pendiente leve o plana puede ser relativamente estable los cuales son menos propensos a los deslizamientos de tierra.

Las entidades locales como el GAD Municipal se tienen que enfocar en la adecuada evaluación del terreno para determinar su estabilidad y de esa manera implementar medidas de protección como muros de contención o un sistema de drenaje esto con el fin de prevenir futuros deslizamientos de tierra considerando la topografía del terreno y la construcción de viviendas.

Pregunta 12: ¿Con qué regularidad ocurren lluvias intensas que causan deslizamientos?

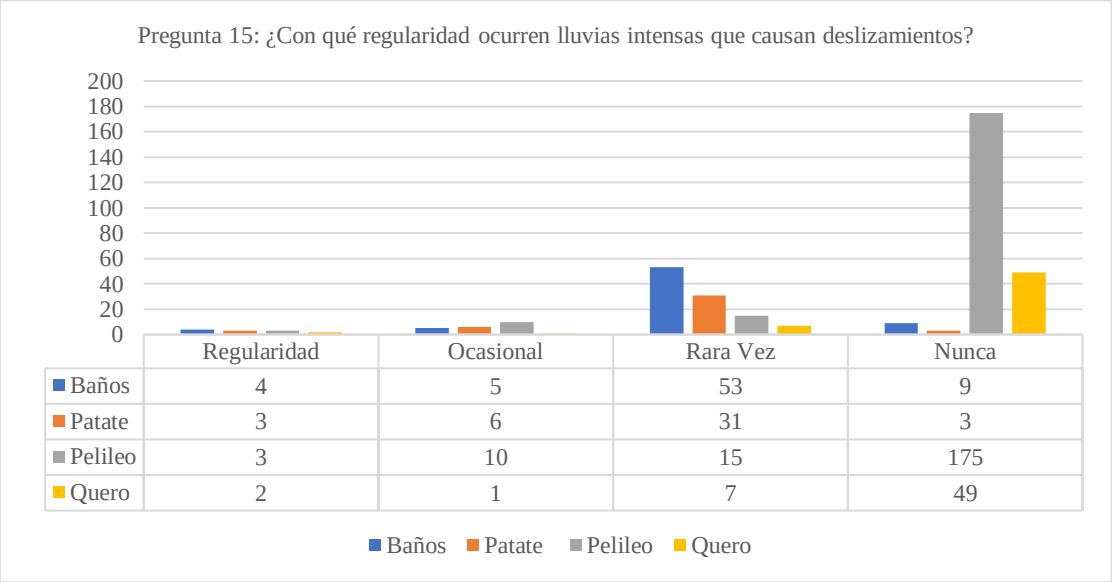
Tabla 22
Con qué frecuencia ocurren lluvias intensas

Cantón	Total, de personas	Con qué regularidad ocurren lluvias intensas							
		Frecuente	%	Ocasional	%	Rara vez	%	Nunca	%
Baños	71	4	33%	5	23%	53	50%	9	4%
Patate	43	3	25%	6	27%	31	29%	3	1%
Pelileo	203	3	25%	10	45%	15	14%	175	74%
Quero	59	2	17%	1	5%	7	7%	49	21%
TOTAL	**376**	**12**	**100%**	**22**	**100%**	**106**	**100%**	**236**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 25
Con qué regularidad ocurren lluvias intensas



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

Los resultados muestran que en Pelileo y Quero la mayoría percibe que nunca ocurren lluvias intensas con deslizamientos, lo que refleja una baja conciencia del riesgo. En cambio, en Baños y Patate existe una percepción más variada, con respuestas que reconocen su ocurrencia ocasional o incluso con cierta regularidad. Esto evidencia que mientras algunas comunidades minimizan el peligro, otras lo reconocen, lo que plantea la necesidad de estrategias de prevención y educación diferenciadas según cada localidad.

Pregunta 13: ¿Está su vivienda o comunidad cerca o más de 500m? de un río, lago o cuerpo de agua?

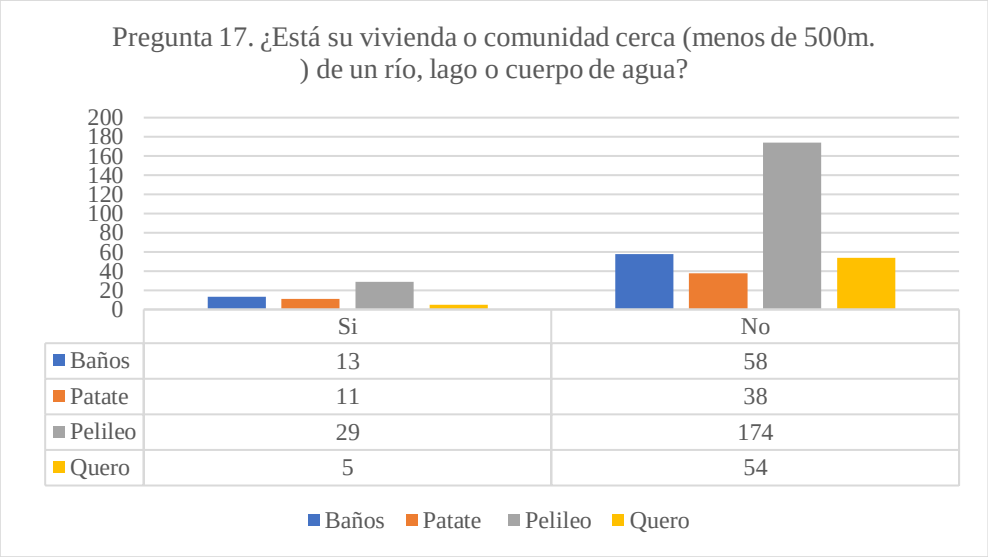
Tabla 23
Su vivienda está cerca de rio, lago o cuerpo de agua

Cantón	Total, de Personas	500m.			
		Cerca		Mas	
		Si	%	No	%
Baños	71	13	22%	58	18%
Patate	49	11	19%	38	12%
Pelileo	203	29	50%	174	54%
Quero	59	5	9%	54	17%
TOTAL	**382**	**58**	**100%**	**324**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 26
Su vivienda está cerca de rio, lago o cuerpo de agua



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

Las personas que se encuentran a menos de 500 metros de un rio o lago, son más propensos a sufrir inundaciones o erosiones del suelo está a proximidad a los ríos pueden ocasionar daños de igual manera a las infraestructuras, mientras que las 324 personas que se encuentran a más de 500 metros reducen el riesgo a inundaciones, por ello se debe contar con una buena planificación y realizar una evaluación de riesgos, esto con el fin de determinar la probabilidad y el impacto de inundaciones.

Pregunta 14: Señale con una X la distancia aproximada entre su vivienda y el volcán Tungurahua.

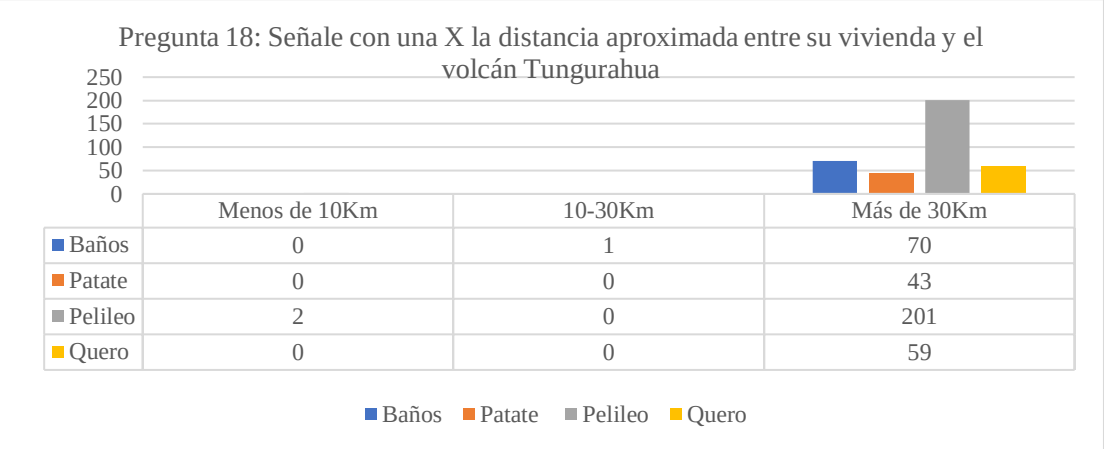
Tabla 24
Lejanía del volcán más activo

Cantón	Total, de Personas	Distancia del volcán Tungurahua					
		Menos de 10Km	%	10-30Km	%	Más de 30Km	%
Baños	71	0	0%	1	100%	70	19%
Patate	43	0	0%	0	0%	43	12%
Pelileo	203	2	100%	0	0%	201	54%
Quero	59	0	0%	0	0%	59	16%
TOTAL	**376**	**2**	**100%**	**1**	**100%**	**373**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 27
Lejanía ideal volcán más activo



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación

Las personas que están a menos de 10km del volcán son propensas a sufrir daños en las viviendas debido a las erupciones volcánicas, flujos de lava, caída de cenizas y otros, mientras que las personas que están a 30km también están expuestas a un riesgo significativo por el volcán, el resto de las personas que se encuentran a más de 30km de distancia el daño por erupción volcánica es menor, por ende puede haber efectos indirectos como la caída de ceniza, es de suma importancia contar con planes de emergencia en caso de una erupción volcánica, a su vez educar a la población sobre los riesgos asociados con volcanes activos y como preparase si llegase a erupcionar.

Pregunta 15: ¿Está familiarizado con el nivel de alerta volcánica actual en su región?

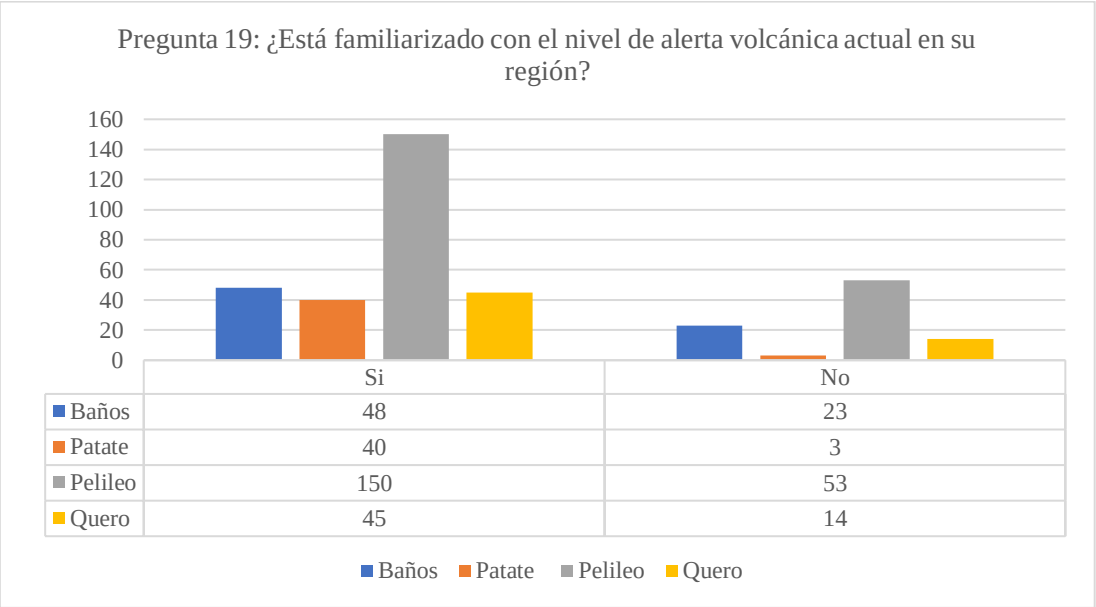
Tabla 25
Nivel de alerta del volcán

Cantón	Total, de Personas	Nivel de alerta del volcán			
		Si	%	No	%
Baños	71	48	17%	23	25%
Patate	43	40	14%	3	3%
Pelileo	203	150	53%	53	57%
Quero	59	45	16%	14	15%
TOTAL	**376**	**283**	**100%**	**93**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 28
Nivel de conocimiento del volcán



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

El estar familiarizado con el nivel de alerta volcánica ayuda a tomar medidas de seguridad para posibles erupciones, futuras, las 283 personas están familiarizados con la alerta volcánica mientras que las 93 personas que no la conocen, están expuestas a este tipo de evento, una medida de preparación puede ser el capacitar a las personas para que puedan actuar correctamente al momento de ocurrir una erupción volcánica.

Pregunta 16: ¿Su comunidad se encuentra en una zona identificada como vulnerable a caída de ceniza?

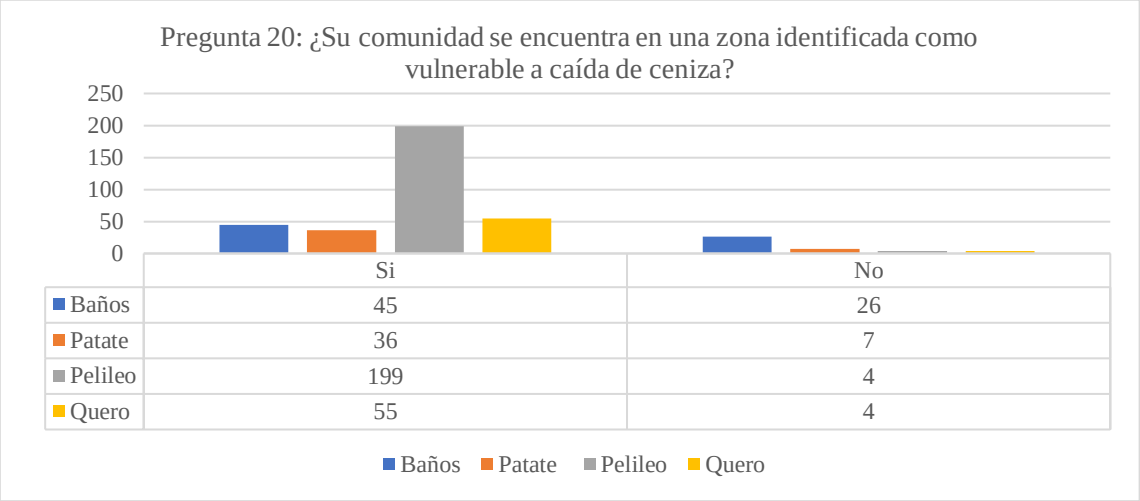
Tabla 26
Zona vulnerable a caída de ceniza

Cantón	Total, de Personas	Zona vulnerable a caída de ceniza			
		Si	%	No	%
Baños	71	45	13%	26	63%
Patate	43	36	11%	7	17%
Pelileo	203	199	59%	4	10%
Quero	59	55	16%	4	10%
TOTAL	**376**	**335**	**100%**	**41**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 29
Zona vulnerable a caída de ceniza



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

La identificación de zonas vulnerables a caída de ceniza es fundamental para tomar medidas de preparación y mitigación para posibles erupciones volcánicas, la ceniza volcánica afecta a la salud, cultivos, ganadería llegando hacer un problema llegando afectar el factor económico, el capacitar y educar a la población sobre los riesgos asociados a caída de ceniza ayudaría a la protección agrícola implementado cubiertas de plantas para neutralizar la ceniza, en la salud publica implementar medidas de protección la distribución de mascarillas, y realizar una adecuada limpieza en las áreas afectadas por caída de ceniza.

Pregunta 17: ¿Ha experimentado su comunidad sismos en los últimos 10 años?

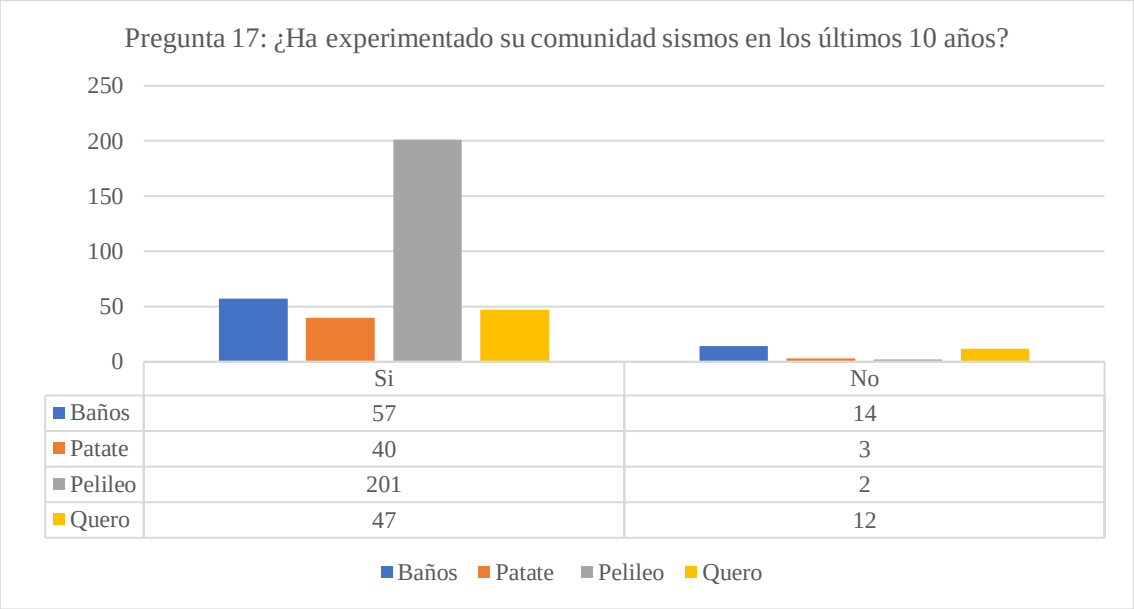
Tabla 27
Sismos hace 10 años

Cantón	Total, de Persona	Sismos hace 10 años			
		Si	%	No	%
Baños	71	57	17%	14	45%
Patate	43	40	12%	3	10%
Pelileo	203	201	58%	2	6%
Quero	59	47	14%	12	39%
TOTAL	**376**	**345**	**100%**	**31**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 30
Sismos hace 10 años



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

La mayoría de los encuestados han experimentado sismos en los últimos 10 años lo que sugiere que en los cuatro cantones son altamente expuesta a este tipo de desastres de origen natural, por lo que se debe contar con adecuados planes de emergencia y respuesta bien establecidas para poder minimizar el impacto de estos eventos.

Es de suma importancia educar a la población sobre cómo actuar ante un sismo, proporcionar información sobre como minimizar el riesgo ante un evento adverso, esto con el fin de poder salvaguardar la integridad física de las personas.

Pregunta 18: ¿Las casas y edificios cercanos cumplen con normas sismo resistentes?

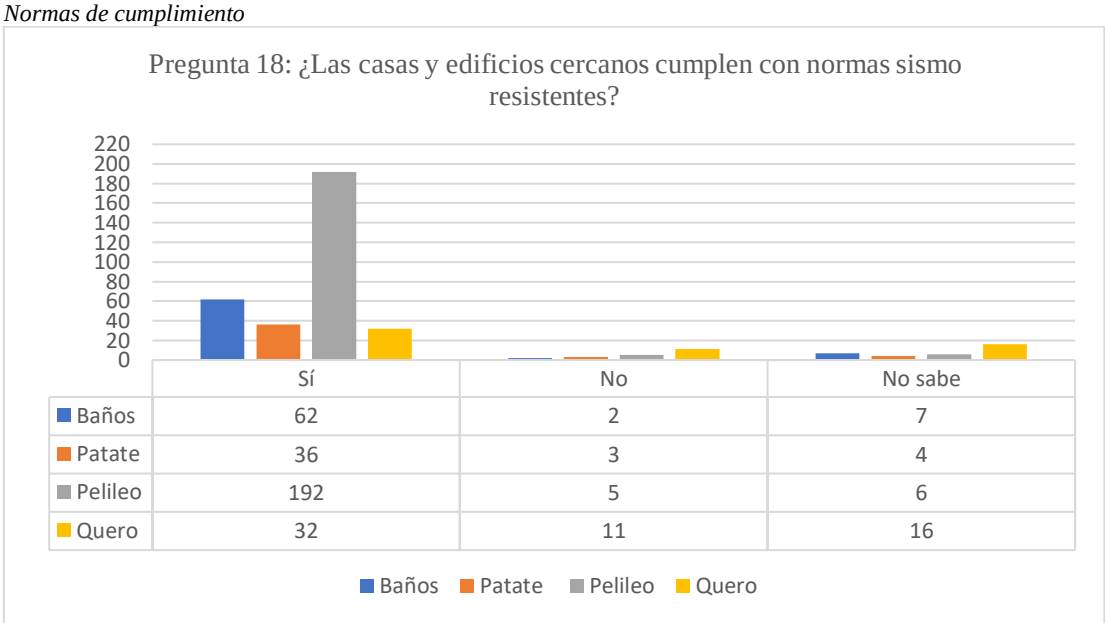
Tabla 28
Normas de cumplimiento

Cantón	Total, de Personas	Normas de cumplimiento					
		Sí	%	No	%	No sabe	%
Baños	71	62	19%	2	10%	7	21%
Patate	43	36	11%	3	14%	4	12%
Pelileo	203	192	60%	5	24%	6	18%
Quero	59	32	10%	11	52%	16	48%
TOTAL	**376**	**322**	**100%**	**21**	**100%**	**33**	**100%**

Autor: Daniel Cocha
Nota: Información tomada de la encuesta aplicada hacia los habitantes de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

Figura

Figura 31
Normas de cumplimiento



Autor: Daniel Cocha

Análisis e interpretación:

En la mayor parte de encuestados afirman que sus viviendas cumplen con normas sismorresistentes**,** lo que da a entender que hay un nivel de conocimiento en el cumplimiento de las normas de construcción, no obstante, debemos tomar en cuenta que ciertas viviendas no cumplen lo que puede presentar un riesgo para la seguridad de los ocupantes en caso de un sismo. Por ello las autoridades locales deberían realizar inspecciones a las viviendas para asegurarse el estado de las infraestructuras, de esta manera minimizando un posible colapso en cual haya pérdidas humanas.

Resumen de los análisis de resultados por cada cantón:

Cantón Baños

En Baños, la mayoría de encuestados reside en áreas urbanas, aunque varios provienen de zonas rurales, lo que permite captar una percepción mixta del riesgo. Las viviendas suelen albergar entre 3 y 5 personas, predominando la población en edad productiva (19–59 años). En cuanto al nivel educativo, la mayoría alcanzó la secundaria o estudios superiores, lo que se refleja en una comprensión intermedia de los riesgos naturales.

El empleo está principalmente ligado al sector público, y una parte significativa de los habitantes realiza actividades comerciales y turísticas, sectores altamente sensibles a eventos como sismos, erupciones volcánicas o deslizamientos. La mayor parte de la población cuenta con agua potable, alcantarillado y manejo formal de residuos, lo cual reduce su vulnerabilidad sanitaria.

Respecto a amenazas naturales, Baños reconoce con mayor claridad la presencia de lluvias intensas, deslizamientos y la cercanía al volcán Tungurahua. Predomina el conocimiento sobre los niveles de alerta volcánica y la mayoría sabe que vive en una zona expuesta a caída de ceniza. También se reporta una alta experiencia de sismos en los últimos 10 años y un amplio reconocimiento del cumplimiento de normas sismo–resistentes en edificaciones.

En conjunto, Baños presenta una población consciente del riesgo, pero aún con grupos rurales que requieren reforzar conocimientos preventivos.

Cantón Patate

En Patate la encuesta también se concentró en la zona urbana, aunque se evidencian respuestas de habitantes rurales. Las familias suelen ser pequeñas (3–4 integrantes) y la mayoría de encuestados completó la secundaria. El empleo se mueve

entre el sector público y actividades comerciales y agrícolas, estas últimas propias de zonas rurales.

Casi todos los hogares cuentan con agua potable y alcantarillado, lo que contribuye a una menor exposición a problemas sanitarios. En cuanto al terreno, predominan áreas planas o ligeramente inclinadas, lo que reduce la probabilidad de deslizamientos, aunque persisten sectores con pendientes moderadas.

Patate reconoce de manera más frecuente la presencia ocasional de lluvias intensas y el riesgo asociado. Aunque se encuentra lejos del volcán Tungurahua, muchos encuestados están familiarizados con los niveles de alerta y consideran que su comunidad es vulnerable a caída de ceniza, reflejando influencia del contexto provincial. La mayoría ha experimentado sismos y considera que las construcciones cercanas cumplen normas sismo–resistentes.

En síntesis, Patate presenta una percepción de riesgo moderada, influenciada por su actividad agrícola y su histórica exposición a amenazas naturales, con necesidad de mayor capacitación en zonas rurales.

Cantón Pelileo

En Pelileo se registró la mayor cantidad de encuestas. Predomina una población mayoritariamente urbana, pero con fuerte representación rural vinculada a agricultura, ganadería y especialmente al sector textil, actividad emblemática del cantón. Las viviendas albergan 4–5 personas como promedio y el nivel educativo es mayoritariamente secundario.

La mayoría trabaja en el sector público o en actividades informales, lo cual incrementa la vulnerabilidad económica frente a eventos adversos. Pelileo cuenta con servicios sólidos: acceso casi total a agua potable, alcantarillado y recolección formal de

residuos. El terreno predominante es de pendiente leve, lo que disminuye la susceptibilidad a deslizamientos en la zona urbana.

Sin embargo, los resultados muestran que la población percibe que casi nunca ocurren lluvias intensas, lo que indica una baja conciencia del riesgo hídrico. A pesar de estar relativamente lejos del volcán Tungurahua, Pelileo registra un nivel muy alto de familiaridad con la alerta volcánica y casi todos identifican su comunidad como vulnerable a caída de ceniza, lo cual coincide con la dirección predominante de los vientos y los antecedentes eruptivos.

La mayoría ha experimentado sismos, y se reconoce que las edificaciones cumplen normas sismo–resistentes, aunque persisten dudas en algunos sectores.

En general, Pelileo combina infraestructura consolidada, actividad económica diversa y alto conocimiento del riesgo volcánico, pero requiere reforzar la percepción sobre lluvias intensas y deslizamientos.

Cantón Quero

Quero también presenta una mezcla de población urbana y rural, aunque aquí prevalece notablemente la actividad agrícola y ganadera. Los hogares suelen tener entre 3 y 4 personas, predominando adultos en edad productiva. El nivel educativo es mayoritariamente secundario.

La mayoría de las viviendas dispone de agua potable y alcantarillado, aunque la dispersión rural provoca que algunos sectores carezcan de sistemas óptimos de drenaje o manejo de residuos, siendo más común el entierro o abandono en zonas periféricas.

En cuanto al riesgo natural, muchos habitantes consideran que nunca se presentan lluvias intensas con deslizamientos, lo que demuestra una baja percepción de amenaza, pese a que Quero históricamente ha registrado eventos hidrometeorológicos. La población vive

lejos del volcán Tungurahua, pero igualmente reconoce su vulnerabilidad a caída de ceniza.

La experiencia sísmica de los últimos 10 años es alta y, aunque muchas personas creen que las viviendas cumplen normas sismo–resistentes, otros indican lo contrario o lo desconocen, reflejando heterogeneidad en la calidad estructural, especialmente en las áreas rurales.

Globalmente, Quero muestra una percepción de riesgo más baja, con sectores rurales altamente dependientes de actividades vulnerables y con necesidad de fortalecer la educación comunitaria en gestión del riesgo.

4.2 Resultados según objetivo 2: Elaborar mapas de amenaza por deslizamientos, inundaciones y caída de ceniza mediante metodologías SIG aplicadas a los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero.

La identificación espacial de las amenazas naturales constituye un componente esencial dentro de la planificación territorial, ya que permite anticipar escenarios adversos y priorizar intervenciones para la reducción del riesgo. En el presente estudio se generaron mapas de amenaza por deslizamientos, inundaciones y caída de ceniza, integrando técnicas de análisis multicriterio y lineamientos institucionales establecidos para la gestión del territorio.

Amenaza por deslizamientos

Para la modelación de la amenaza por deslizamientos se aplicó un enfoque de Análisis Multicriterio dentro del entorno SIG. Bajo este marco, se diferenciaron claramente tres elementos:

- la selección de criterios, basada en variables condicionantes del terreno (pendiente, litología, uso del suelo, distancia a ríos y distancia a vías)

- la ponderación de los factores, realizada mediante el método Analítico Jerárquico de Saaty, que permitió establecer la influencia relativa de cada variable a través de comparaciones por pares y la verificación de la consistencia del modelo; y
- la estandarización de las capas, ejecutada mediante funciones de pertenencia Fuzzy para representar gradualmente los niveles de susceptibilidad en una escala continua (0–1), evitando límites abruptos entre zonas.

Una vez ponderadas y estandarizadas, las variables fueron integradas mediante operaciones raster (Weighted Overlay y Raster Calculator), obteniéndose un mapa final de amenaza con tres niveles: alta, media y baja. Este resultado permitió evidenciar áreas críticas asociadas principalmente a pendientes pronunciadas, condiciones geológicas inestables y zonas próximas a drenajes.

Amenaza por inundaciones

El análisis de inundaciones se elaboró siguiendo la metodología oficial de la Secretaría de Gestión de Riesgos (SNGRE, 2019). Esta guía integra parámetros hidrológicos, topográficos y geomorfológicos, tales como distancia a cauces, pendiente, altitud relativa, dirección de flujo y morfología del valle.

Cada variable fue reclasificada según los rangos establecidos por la SNGRE y posteriormente ponderada en función de su importancia en el comportamiento del agua superficial. La integración de capas en el SIG permitió delimitar zonas con mayor probabilidad de acumulación de escorrentía, desbordamientos o afectaciones por flujos hídricos. El resultado final evidencia sectores con amenaza alta, media y baja, brindando información clave para la planificación municipal y la gestión preventiva.

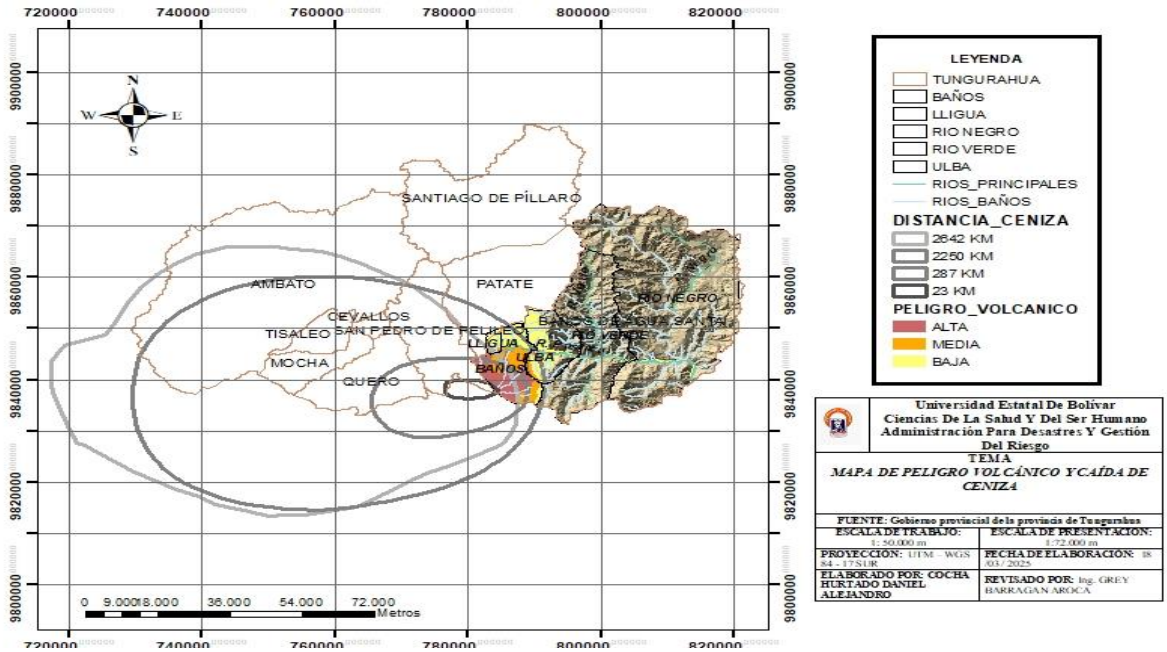
Amenaza por caída de ceniza

La amenaza por caída de ceniza se obtuvo a partir de la cartografía oficial del volcán Tungurahua elaborada por la SNGRE. Esta información considera escenarios

eruptivos y patrones de dispersión del material volcánico según la dirección predominante del viento. Las zonas se clasificaron en niveles de amenaza muy alta, alta y moderada, destacando las áreas con mayor probabilidad de afectación.

MAPA DE PELIGRO VOLCANICO

Figura 32
Mapas de Peligros Volcánicos



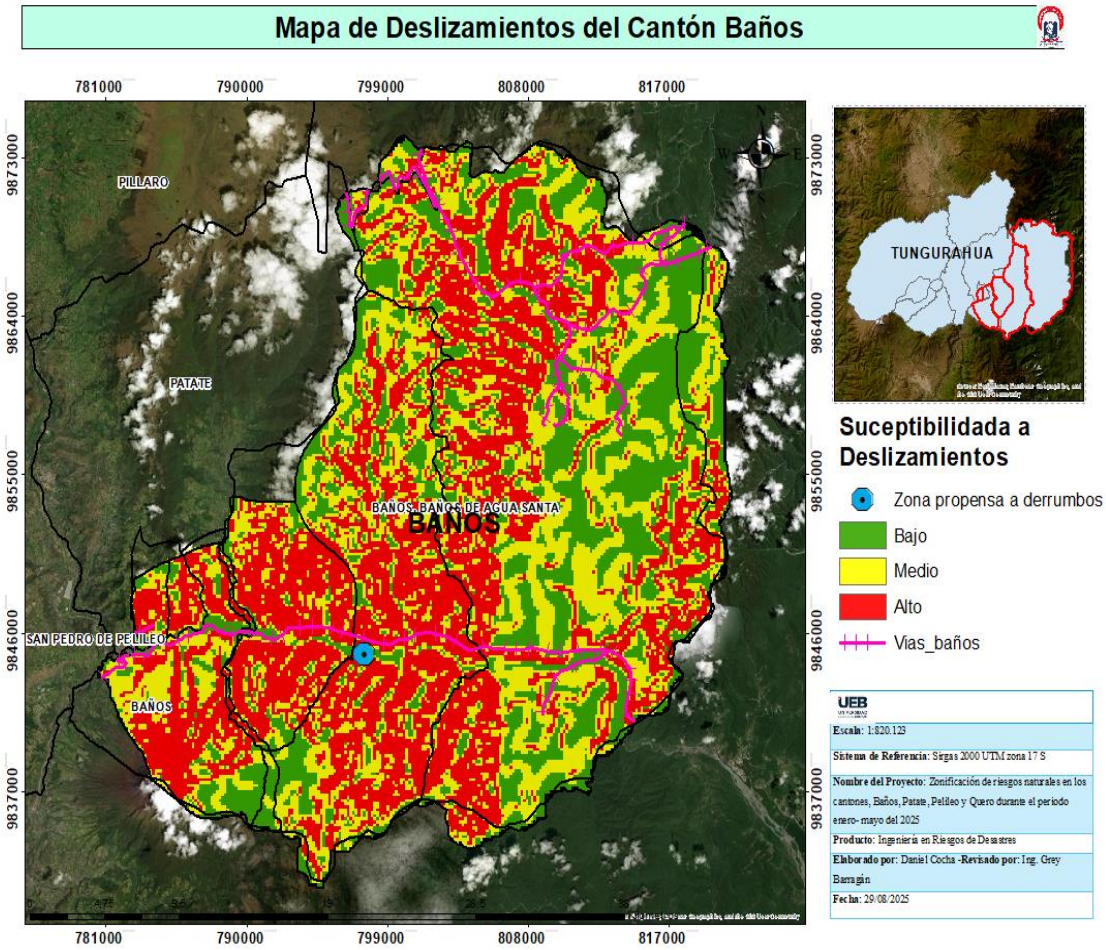
Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

En las erupciones pasadas del Tungurahua, las caídas de ceniza y piroclastos han tenido una distribución limitada y sus espesores han sido pequeños. Sin embargo, como se evidenció en la erupción de agosto de 2001, un volumen relativamente pequeño de ceniza emitida (del orden de 5-6 millones de metros cúbicos, puede provocar daños considerables a los cultivos, así como alterar seriamente la vida de personas y la economía local y regional.

La elaboración del mapa integral de amenaza volcánica para los cuatro cantones permite visualizar con precisión las áreas susceptibles a la caída de ceniza y otros riesgos volcánicos. Este análisis detallado facilita una respuesta más efectiva ante fenómenos eruptivos y respalda la formulación de estrategias de reducción de riesgos y desastres, fortaleciendo la resiliencia comunitaria frente a posibles eventos volcánicos.

MAPAS DE DESLIZAMIENTOS DE LOS CANTONES BAÑOS, PATATE, PELILEO Y QUERO

Figura 33
Mapa de deslizamientos del Cantón Baños



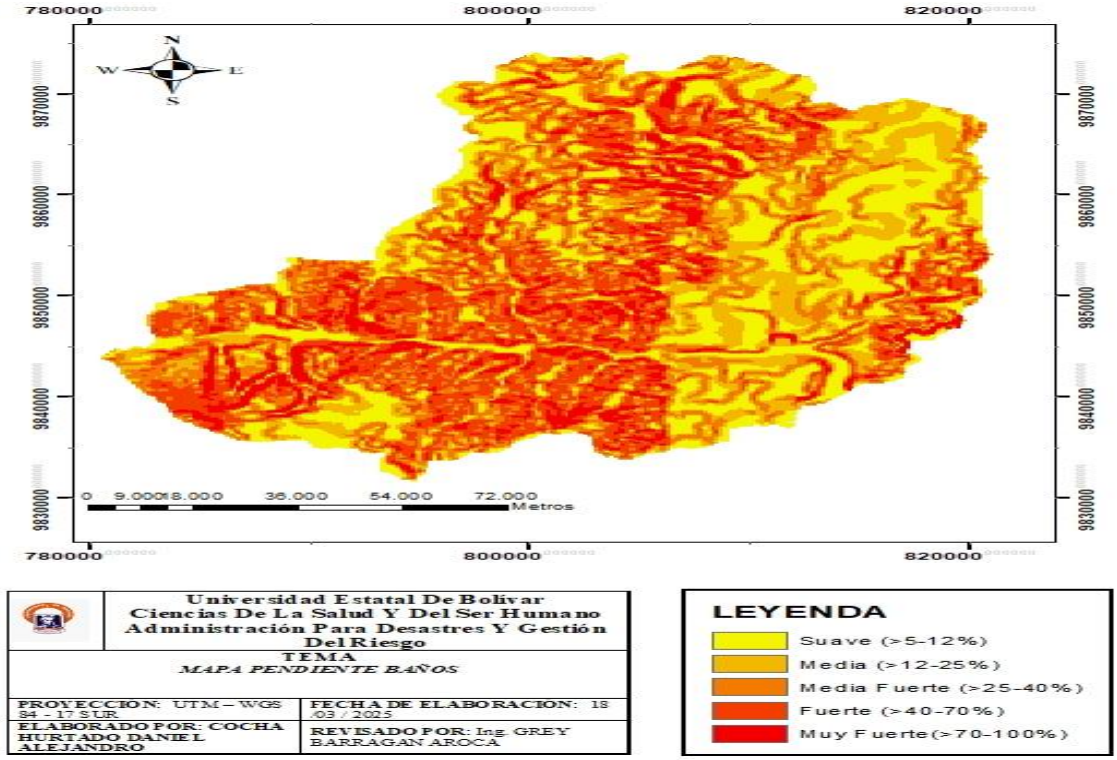
Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El mapa de susceptibilidad a deslizamientos del Cantón Baños revela una distribución del riesgo profundamente influenciada por la topografía abrupta y las condiciones geológicas propias de la zona andina, se puede observar claramente que Baños está expuesto a múltiples zonas de deslizamientos, la zona propensa a derrumbos es un tramo que conecta la vía de Rio Negro y Rio Verde, esta información se obtuvo gracias a la colaboración con el Gad municipal de baños quien nos facilitó con la información y el Shape, que vendría hacer un valor agregado al mapa de deslizamientos.

Pendiente de Baños

Figura 34

Pendiente de Baños



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 29

Pendiente de la variable de Baños

Variable	Variable Porcentaje
Escarpada	(> 100 - 150%)
Muy Fuerte	(>70 – 100%)
Fuerte	(>40 – 70%)
Media a fuerte	(>25– 40%)
Media	(>12 – 25%)
Suave	(>5 – 12%)
Muy suave	(>2 – 5%)
Plana	(>0 – 2%)

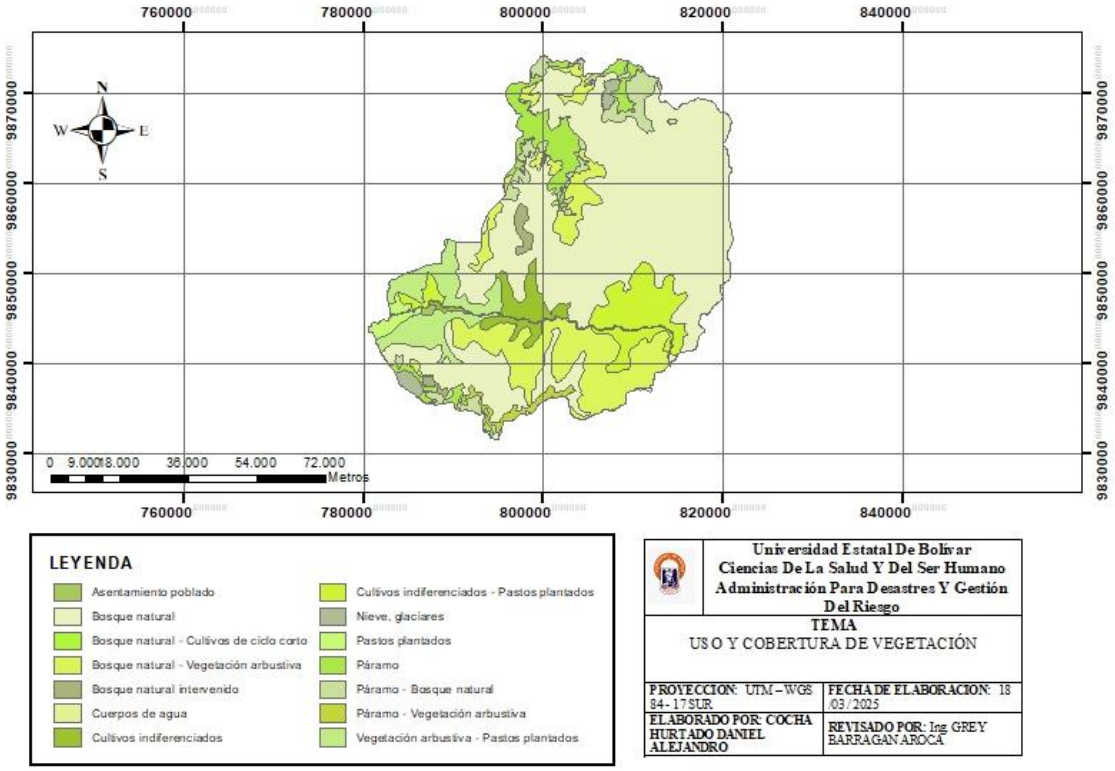
Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El cantón Baños presenta un relieve predominantemente montañoso, donde dominan pendientes medias, fuerte y muy fuerte. Estas condiciones topográficas incrementan la susceptibilidad a deslizamientos, especialmente en zonas donde la pendiente supera el 70 %. Las áreas con pendientes muy fuertes se concentran en sectores específicos del cantón, representando zonas críticas dentro del análisis multicriterio.

La estandarización Fuzzy permitió representar gradualmente el incremento de la susceptibilidad conforme aumenta la inclinación del terreno.

Uso y cobertura de vegetación

Figura 35
Uso y cobertura de vegetación



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 30
Clase, Peso, Ponderación y Área del Uso y cobertura de vegetación

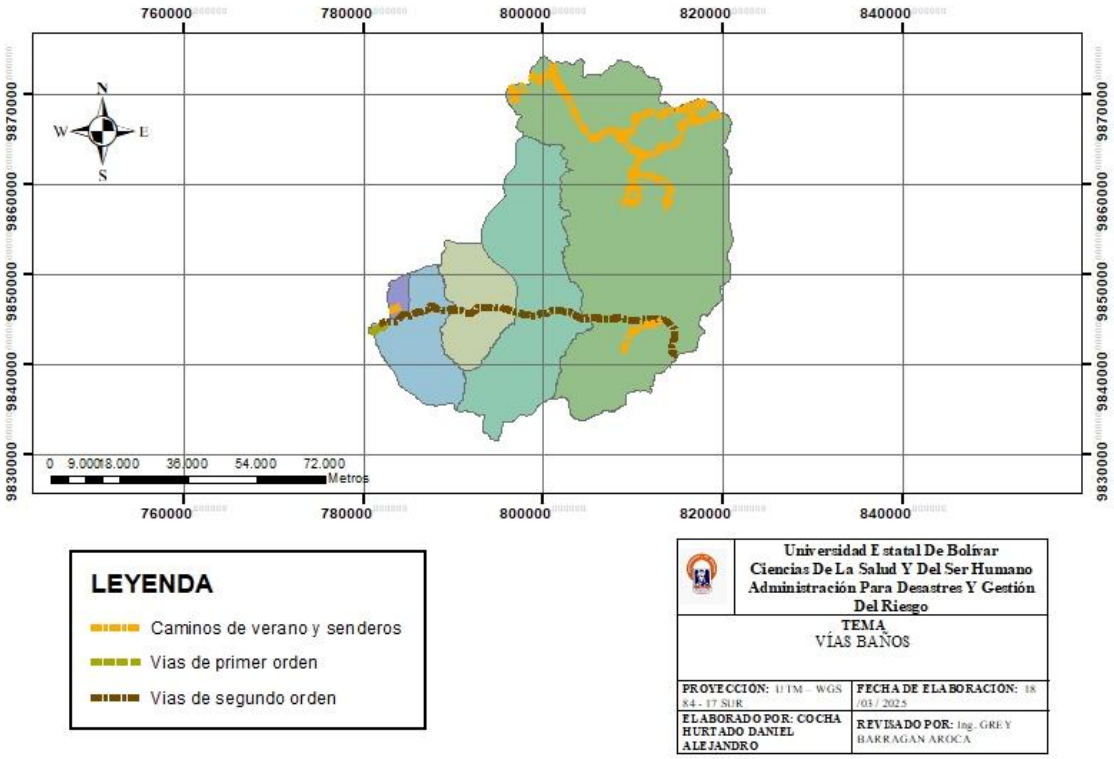
Clase	Peso	Ponderación	Área
Asentamiento poblado	2	Bajo	300 km
Bosque natural	2	Bajo	741 km
Cuerpos de agua	5	Muy alto	3 km
Cultivos indiferenciados	5	Muy Alto	109 km
Nieve-Glaciares	5	Muy Alto	9 km
Paramo	3	Medio	117 km
Pastos plantados	3	Medio	10 km
Vegetación arbustiva	3	Medio	65 km

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

En Baños predomina el bosque natural, el cual contribuye a la estabilidad del terreno debido a la presencia de cobertura vegetal densa y raíces profundas. No obstante, la existencia de cultivos indiferenciados, nieve y glaciares y cuerpos de agua, clasificados con valores altos de susceptibilidad, incrementa el riesgo en áreas específicas. Esta heterogeneidad fue representada mediante estandarización Fuzzy.

Vías

Figura 36
Vías de Baños



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 31
Capa, longitud de vías de Baños

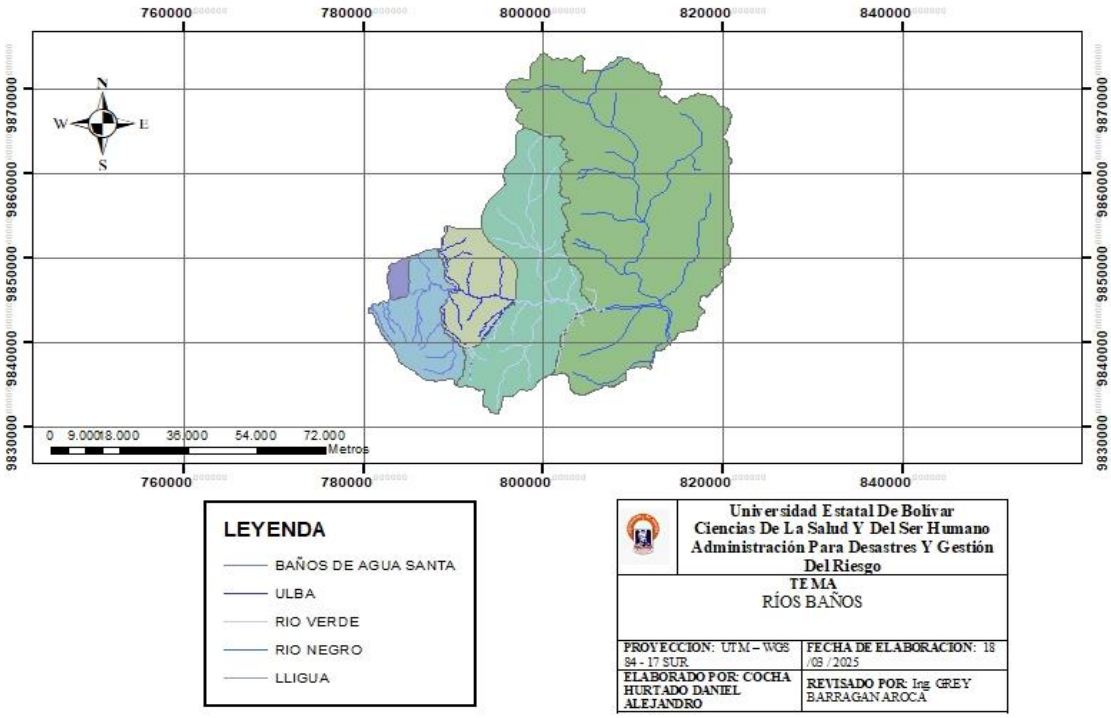
Capa	Longitud
Vías de primer orden	2,602 km
Vías de segundo orden	38, 500 km
Caminos de verano y sendero	80,251 km

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Baños presenta una red vial significativa asociada a zonas turísticas y urbanas. La apertura de vías genera cortes de talud que incrementan la susceptibilidad a deslizamientos, especialmente en zonas de pendiente media a fuerte.

Ríos

Figura 37
Ríos de Baños



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 32
Ríos de Baños

Nombre	Tipología	Longitud
Baños de Agua santa	Ríos	65,945 km
Lligua	Ríos	10,693 km
Rio Negro	Ríos	164, 478 km
Rio verde	Ríos	129, 429 km
Ulba	Ríos	61, 810 km

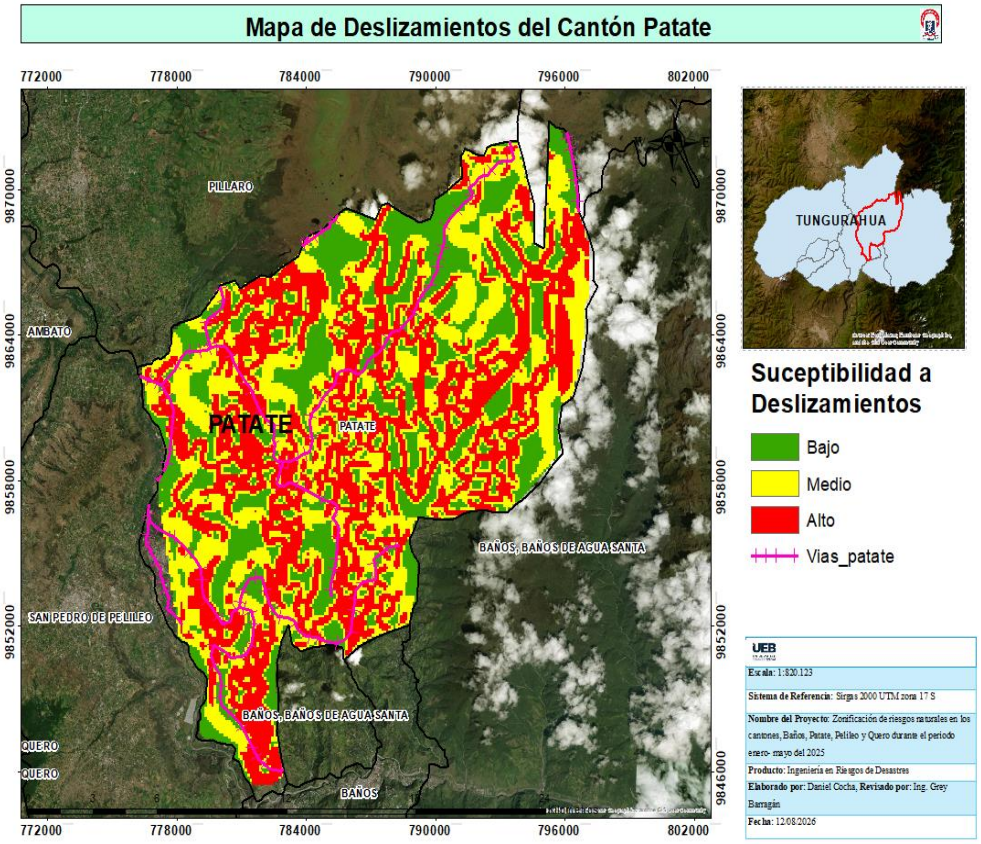
Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El cantón Baños presenta una red hidrográfica densa, destacándose ríos como el Río Verde y Río Negro quienes tienes una mayor longitud a comparación de los demás ríos. La cercanía a estos cuerpos de agua incrementa la susceptibilidad a deslizamientos debido a la erosión de márgenes y la saturación del suelo.

Mapa de Deslizamientos del Cantón Patate

Figura 38

Mapa de Deslizamientos del Cantón Patate



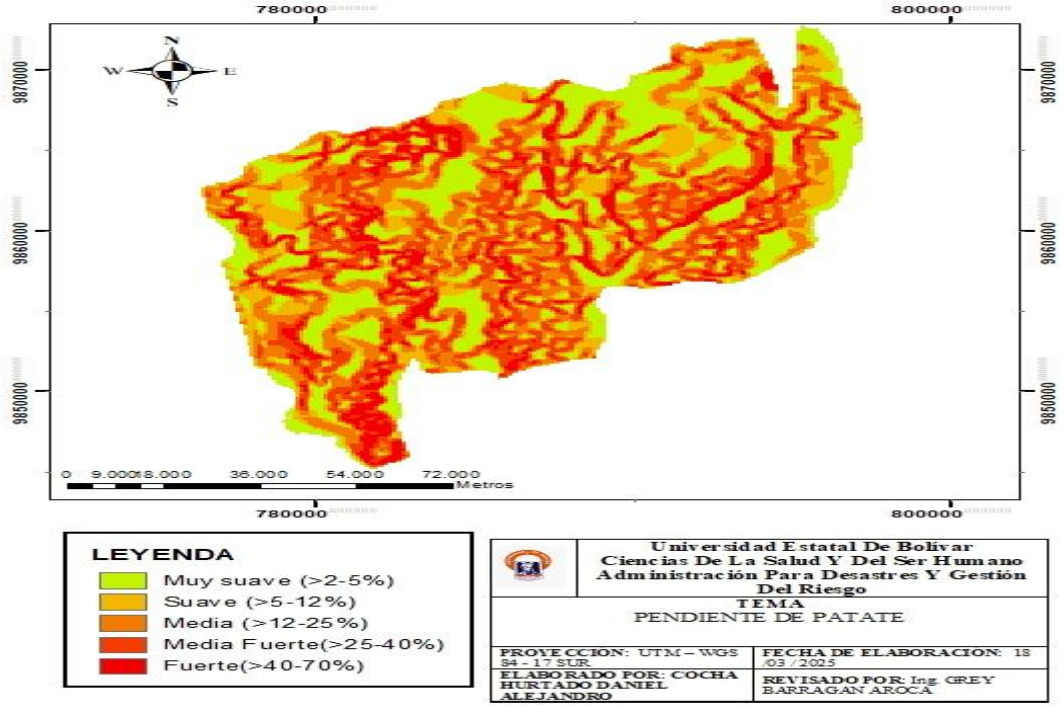
Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El mapa de susceptibilidad a deslizamientos del Cantón Pelileo evidencia una distribución del riesgo directamente asociada a las características geomorfológicas y antrópicas de esta zona andina. Las áreas de susceptibilidad alta se concentran principalmente en laderas con pendientes pronunciadas, especialmente aquellas cercanas a la red vial.

Las zonas de susceptibilidad media rodean estas áreas críticas, correspondiendo frecuentemente a laderas con pendientes moderadas y coberturas vegetales mixtas que ofrecen una estabilidad relativa pero no exenta de riesgo bajo condiciones climáticas extremas.

Pendiente

Figura 39
Pendiente de Patate



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 33
Variable de porcentaje de Patate

Variable Porcentaje	Variable Porcentaje
Escarpada	(> 100 - 150%)
Muy Fuerte	(>70 – 100%)
Fuerte	(>40 – 70%)
Media a fuerte	(>25– 40%)
Media	(>12 – 25%)
Suave	(>5 – 12%)
Muy suave	(>2 – 5%)
Plana	(>0 – 2%)

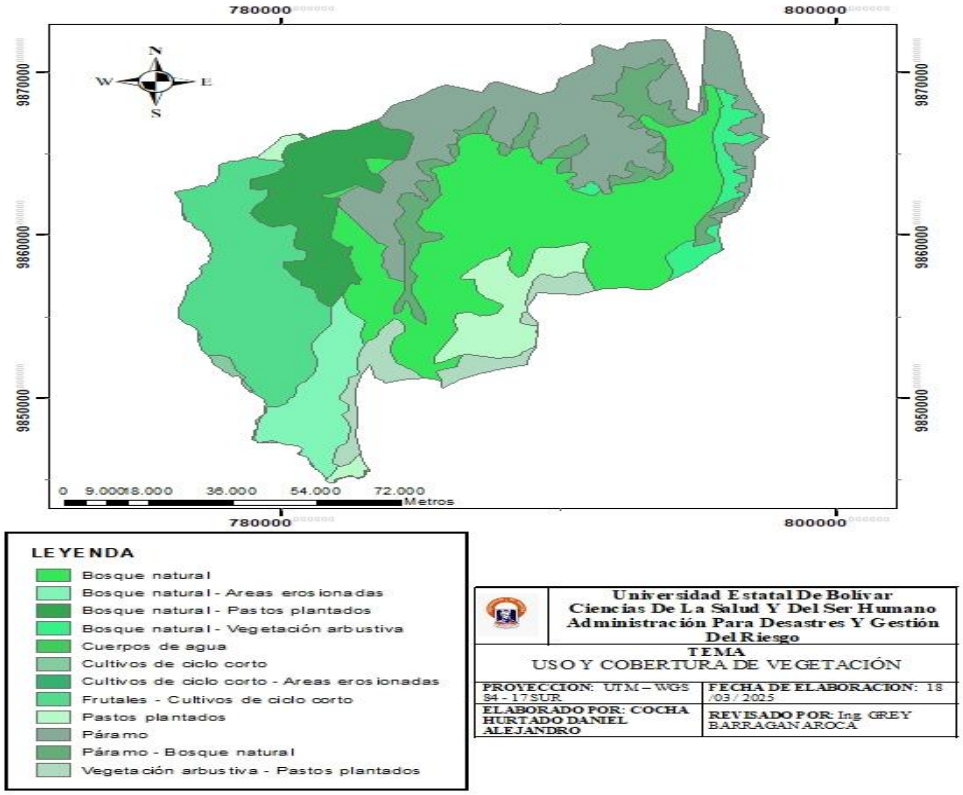
Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

En Patate predominan pendientes medias y medias a fuertes asociadas a valles interandinos y laderas agrícolas. Aunque existen áreas con pendientes suaves, estas son limitadas y se encuentran rodeadas por sectores más inclinados, lo que incrementa la probabilidad de inestabilidad. Las pendientes fuertes, aunque menos extensas, fueron consideradas con mayor peso dentro del modelo por su incidencia directa en la ocurrencia de movimientos en masa.

Uso y cobertura de vegetación

Figura 40

Uso y cobertura de vegetación de Patate



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 34

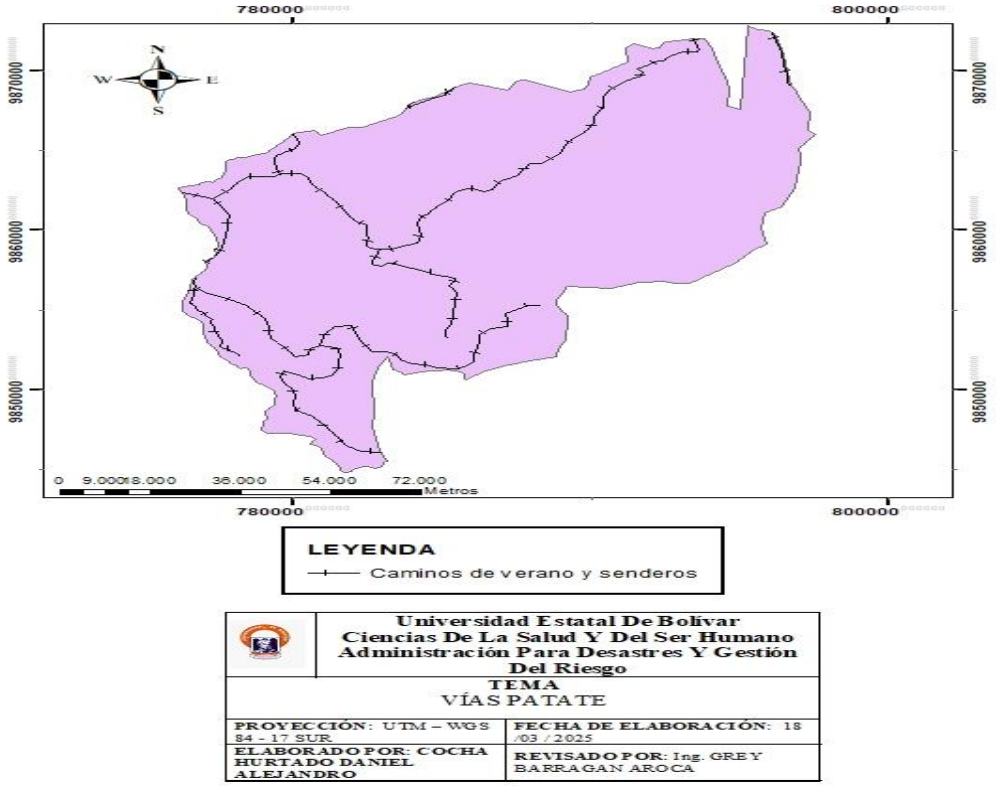
Clase, Peso, Ponderación y Área del Uso y cobertura de vegetación

Clase	Peso	Ponderación	Área
Bosque Natural	1	Muy bajo	210 km
Cuerpos de Agua	5	Muy Alto	5 km
Cultivos de ciclo corto	4	Alto	17 km
Paramo	3	Medio	228 km
Pastos plantados	3	Medio	44 km
Vegetación arbustiva	2	Bajo	46 km
Frutales	3	Medio	42 km

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El cantón Patate presenta amplias áreas de páramo y bosque natural, asociadas a niveles bajos de susceptibilidad. Sin embargo, los cuerpos de agua, aunque menos extensos, incrementan la susceptibilidad debido a la intervención del suelo y la saturación hídrica.

Figura 41
Vías de Patate



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 35
Capa, longitud de Patate

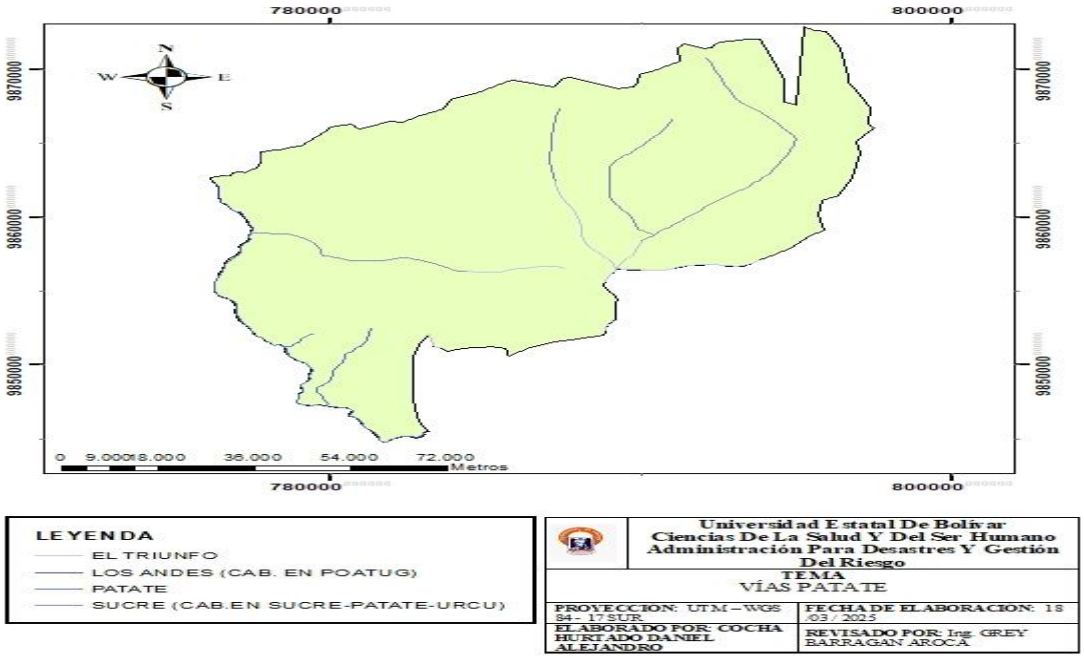
Capa	Longitud
Caminos de verano y sendero	87,117 km

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

En Patate predominan los caminos de verano y caminos rurales o senderos. Estas infraestructuras generan alteraciones locales del terreno, incrementando la susceptibilidad en sectores específicos, especialmente donde coinciden con pendientes elevadas.

Ríos

Figura 42
Rios de Patate



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 36
Ríos de Patate

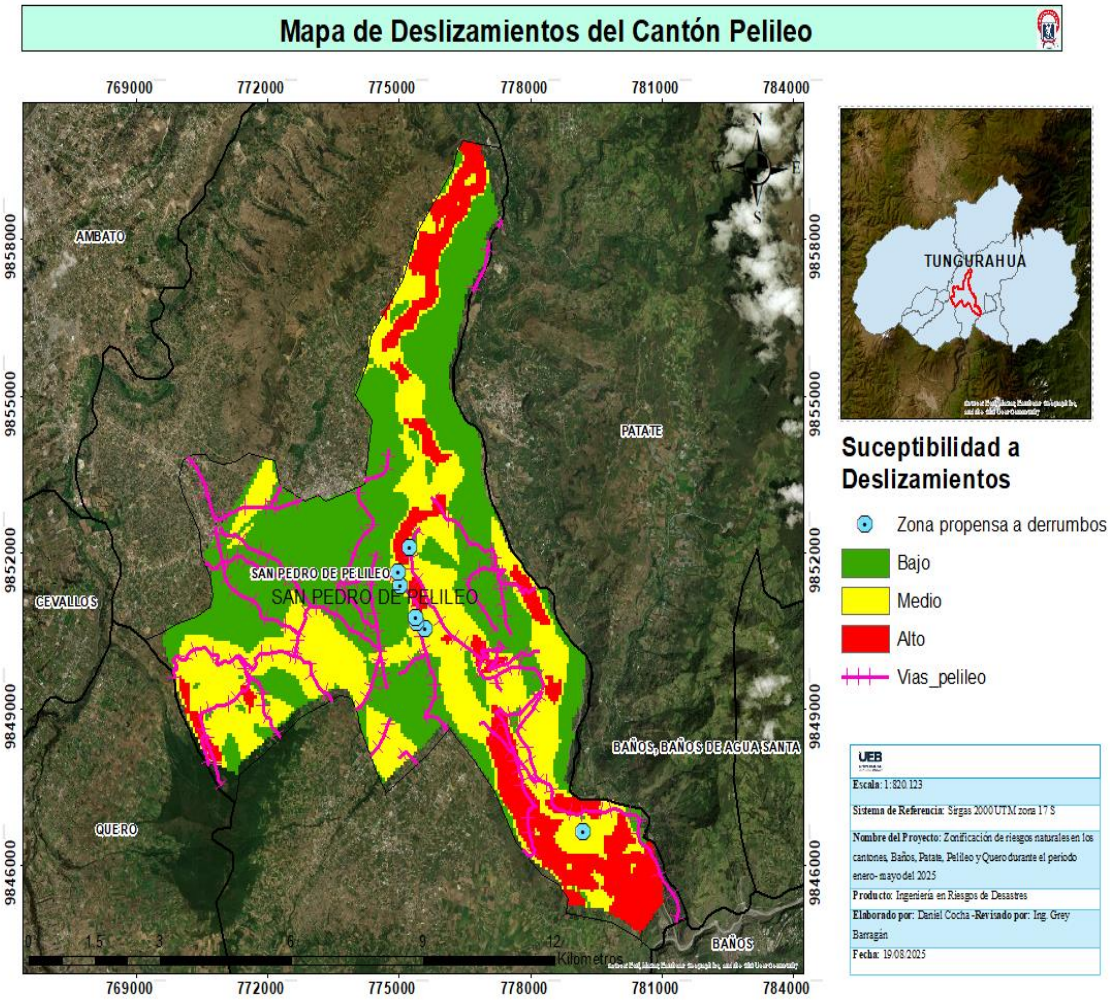
Nombre	Tipología	Longitud
El triunfo	Ríos	19,811 km
Los Andes	Ríos	4.280 km
Patate	Ríos	25,920 km
Sucre	Ríos	37, 103 km

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

En Patate, el río Patate y sus afluentes constituyen un factor relevante de inestabilidad. Las zonas cercanas a estos cursos de agua presentan mayor susceptibilidad debido a procesos erosivos y acumulación de humedad, lo cual fue reflejado mediante valores Fuzzy elevados.

Mapa de Deslizamientos del Cantón Pelileo

Figura 43
Mapa de Deslizamientos del Cantón Pelileo

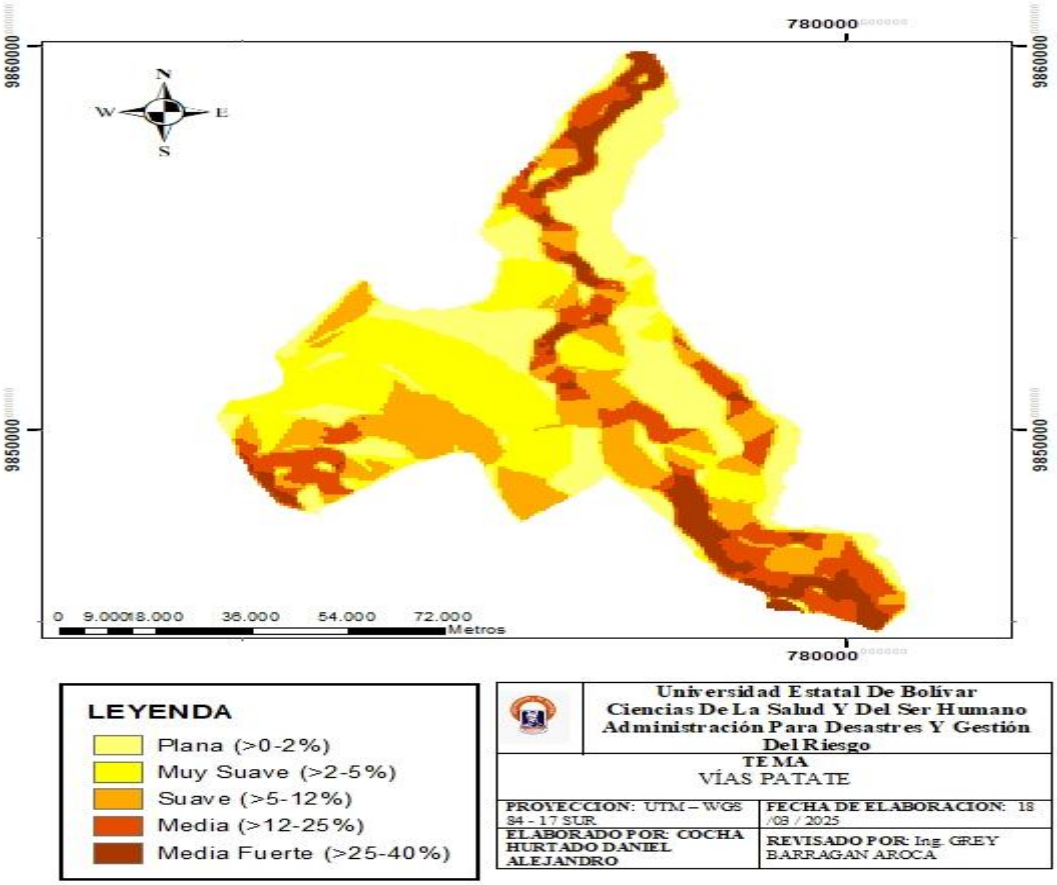


Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El mapa de susceptibilidad a deslizamientos del Cantón Pelileo muestra un patrón de riesgo geológico directamente asociado a la topografía montañosa y a la actividad antrópica característica de esta zona andina. La distribución espacial de la susceptibilidad evidencia que las áreas de alto riesgo (representadas en tonos rojos) se concentran predominantemente en laderas con pendientes pronunciadas, especialmente aquellas interceptadas por la red vial principal ("Vías_ Pelileo") y en sectores con intervención humana significativa.

Pendiente

Figura 44
Pendiente de Pelileo



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 37
Variable de Pendiente

Variable Porcentaje	Variable Porcentaje
Escarpada	(> 100 - 150%)
Muy Fuerte	(>70 – 100%)
Fuerte	(>40 – 70%)
Media fuerte	(>25– 40%)
Media	(>12 – 25%)
Suave	(>5 – 12%)
Muy suave	(>2 – 5%)
Plana	(>0 – 2%)

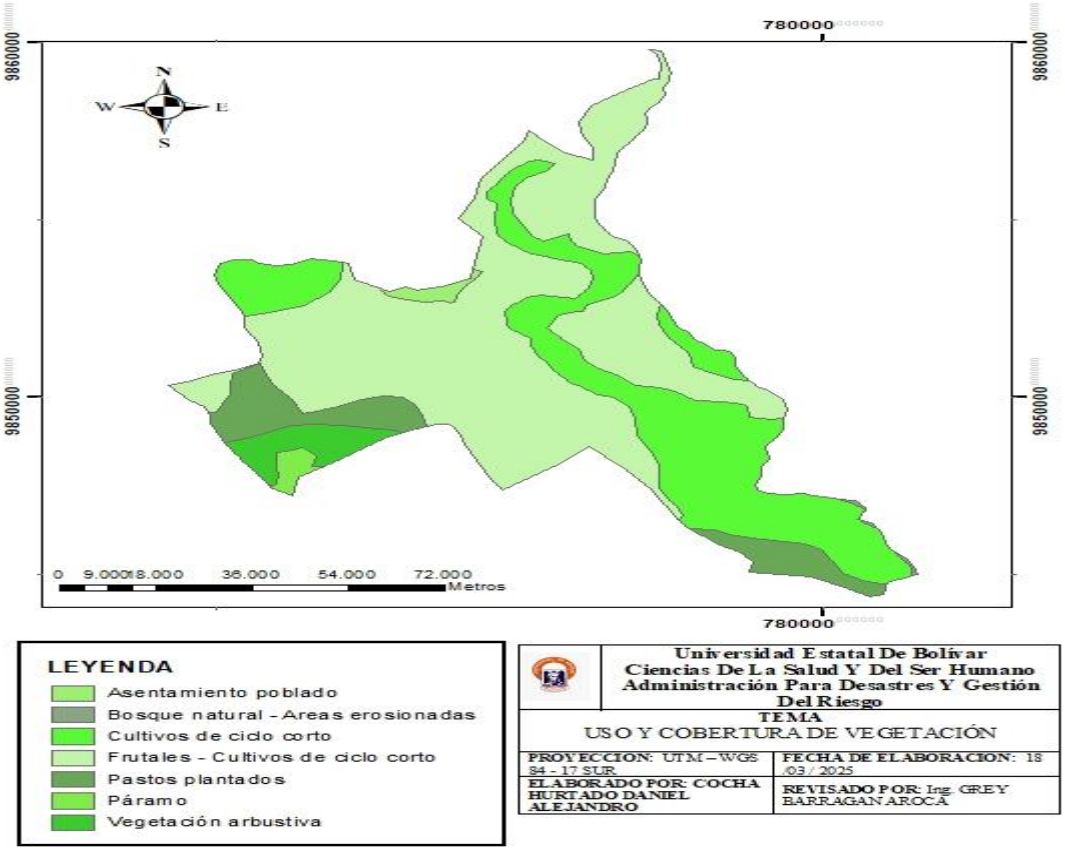
Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El análisis de pendientes en Pelileo evidencia una distribución heterogénea. Las zonas urbanas y agrícolas presentan pendientes suaves a medias, mientras que las áreas periféricas muestran pendientes medias a fuertes. Esta variabilidad condiciona diferentes

niveles de susceptibilidad, siendo las laderas con mayor inclinación las más propensas a deslizamientos, situación que fue integrada mediante funciones Fuzzy.

USO Y COBERTURA DE VEGETACIÓN

Figura 45
Uso y cobertura de vegetación del cantón de Pelileo



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 38
Clase, Peso, Ponderación y Área del Uso y cobertura de vegetación del cantón de Pelileo

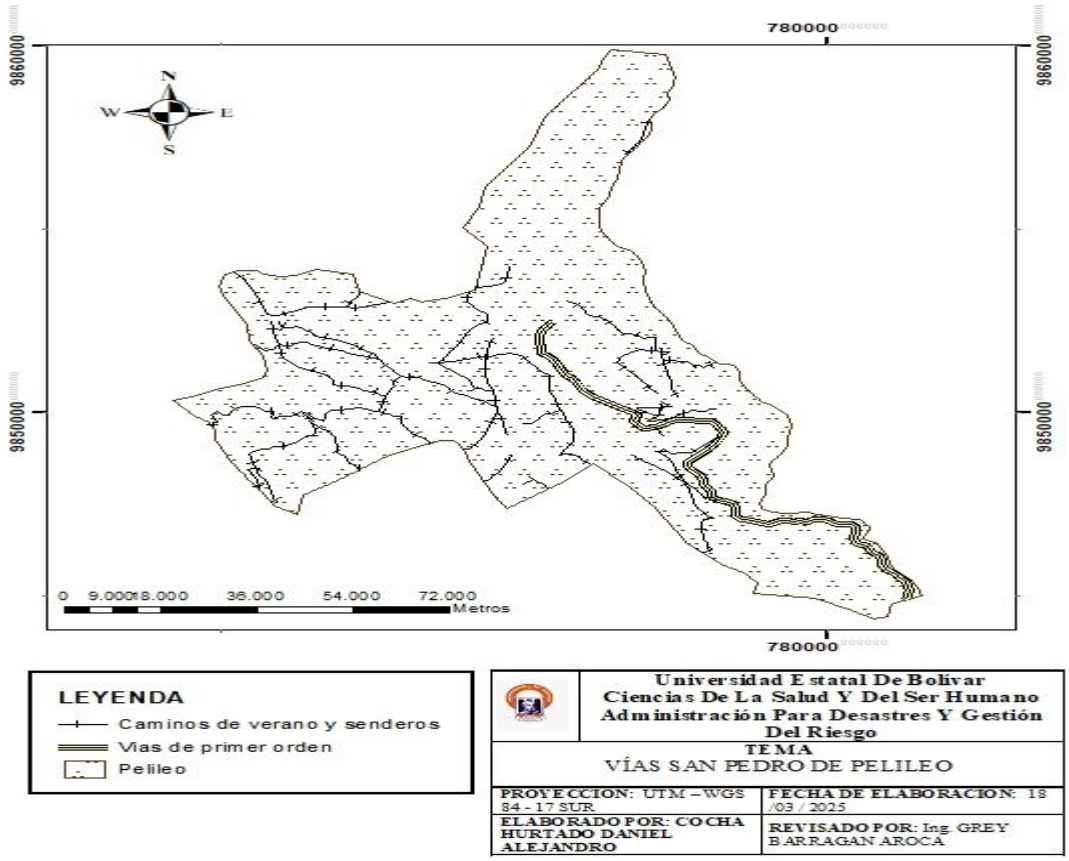
Clase	Peso	Ponderación	Área
Bosque Natural	2	Bajo	0,086645 km
Asentamiento Poblado	2	Bajo	0,486724 km
Cultivos de ciclo corto	4	Alto	21,264 km
Paramo	3	Medio	0,596005 km
Pastos plantados	3	Medio	5,269 km
Vegetación arbustiva	3	Medio	2,138
Frutales	3	Medio	34,853

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

En Pelileo predominan los cultivos de ciclo corto y frutales, los cuales fueron clasificados con susceptibilidad media a alta. La limitada presencia de cobertura natural reduce la capacidad de protección del suelo, incrementando la probabilidad de deslizamientos en combinación con otros factores físicos.

Vías

Figura 46
Vías del cantón de Pelileo



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 39
Vías del cantón de Pelileo

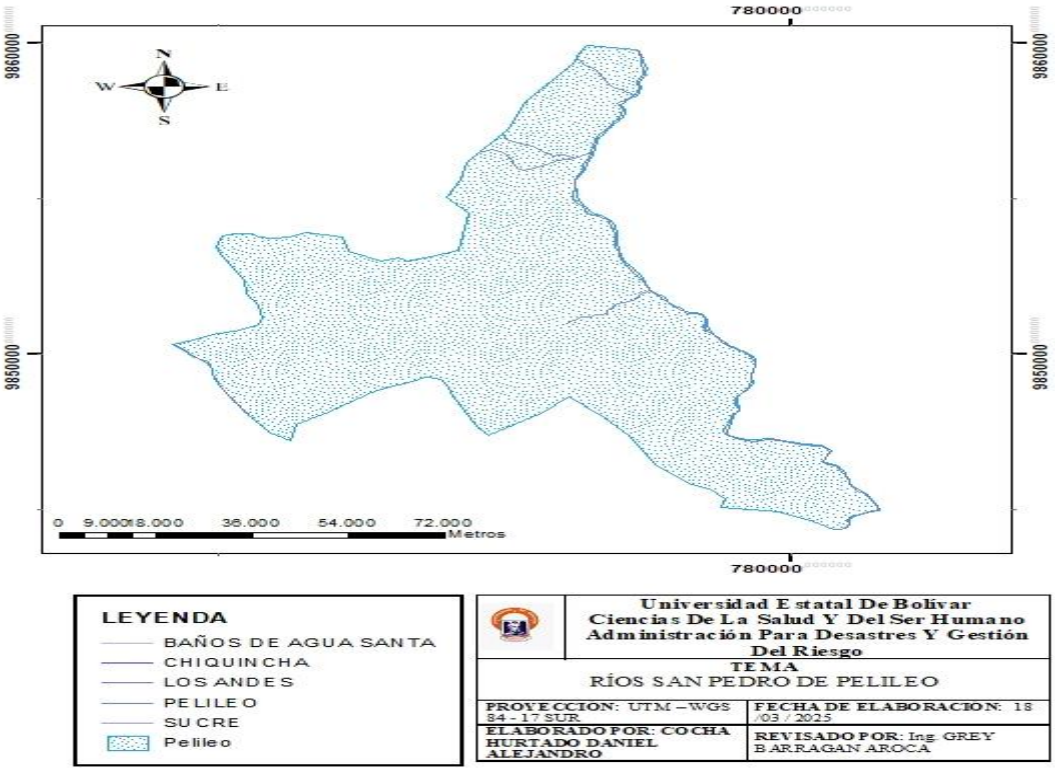
Capa	Longitud
Vías de primer orden	12,576 km
Caminos de verano y sendero	60,182 km

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

La red vial de Pelileo es extensa y se encuentra asociada a áreas agrícolas y urbanas. La cercanía a vías incrementa la susceptibilidad debido a modificaciones del relieve y drenaje superficial deficiente.

Ríos

Figura 47
Ríos del cantón de Pelileo



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 40
Ríos de Pelileo

Nombre	Tipología	Longitud
Baños de Agua santa	Ríos	0,026701 km
Chiquincha	Ríos	0,000848 km
Los Andes	Ríos	0,188723 km
Pelileo	Ríos	31,541 km
Sucre	Ríos	0,045394 km

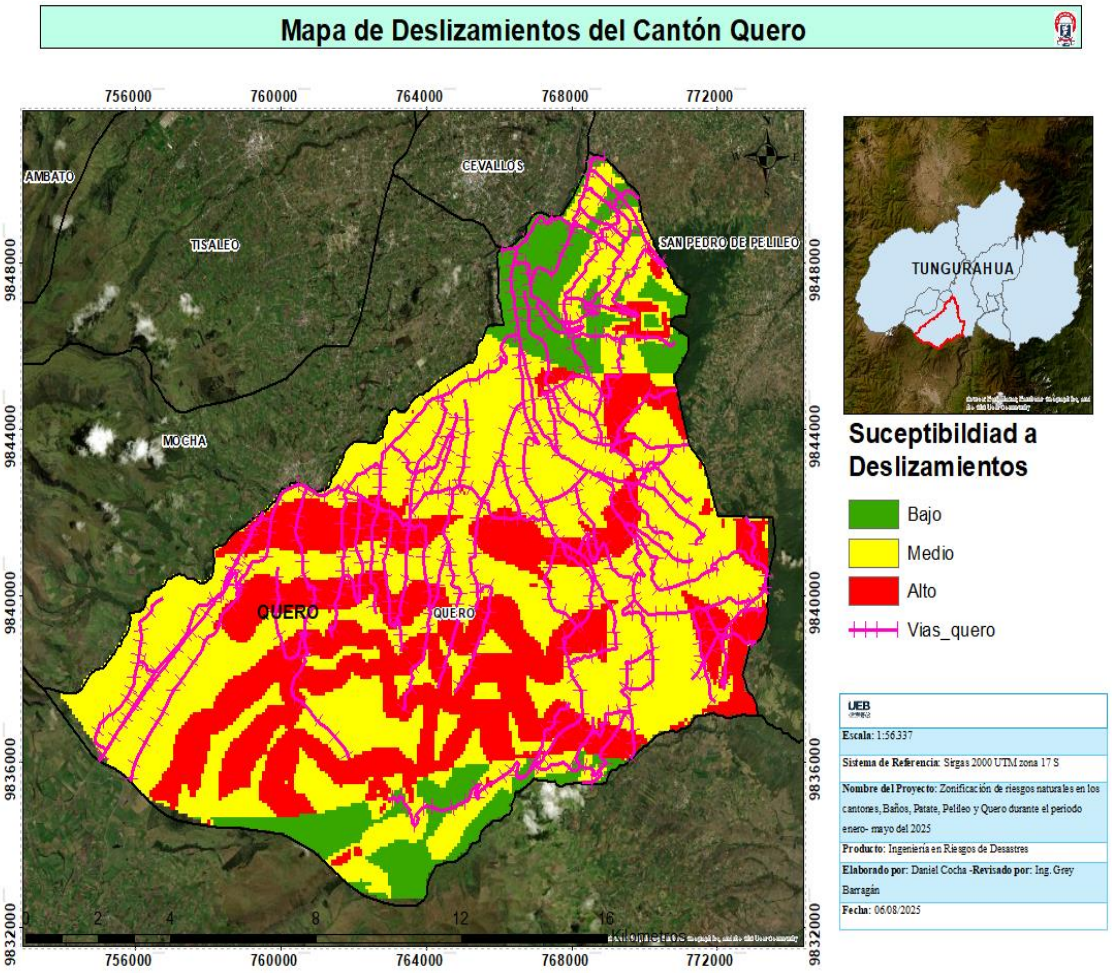
Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

La red hidrográfica de Pelileo, aunque menos densa, genera áreas localizadas de alta susceptibilidad en zonas cercanas a quebradas y ríos secundarios. Estas áreas fueron clasificadas con valores altos dentro del modelo multicriterio.

Mapa de Deslizamientos del Cantón Quero

Figura 48

Mapa de Deslizamientos del Cantón Quero



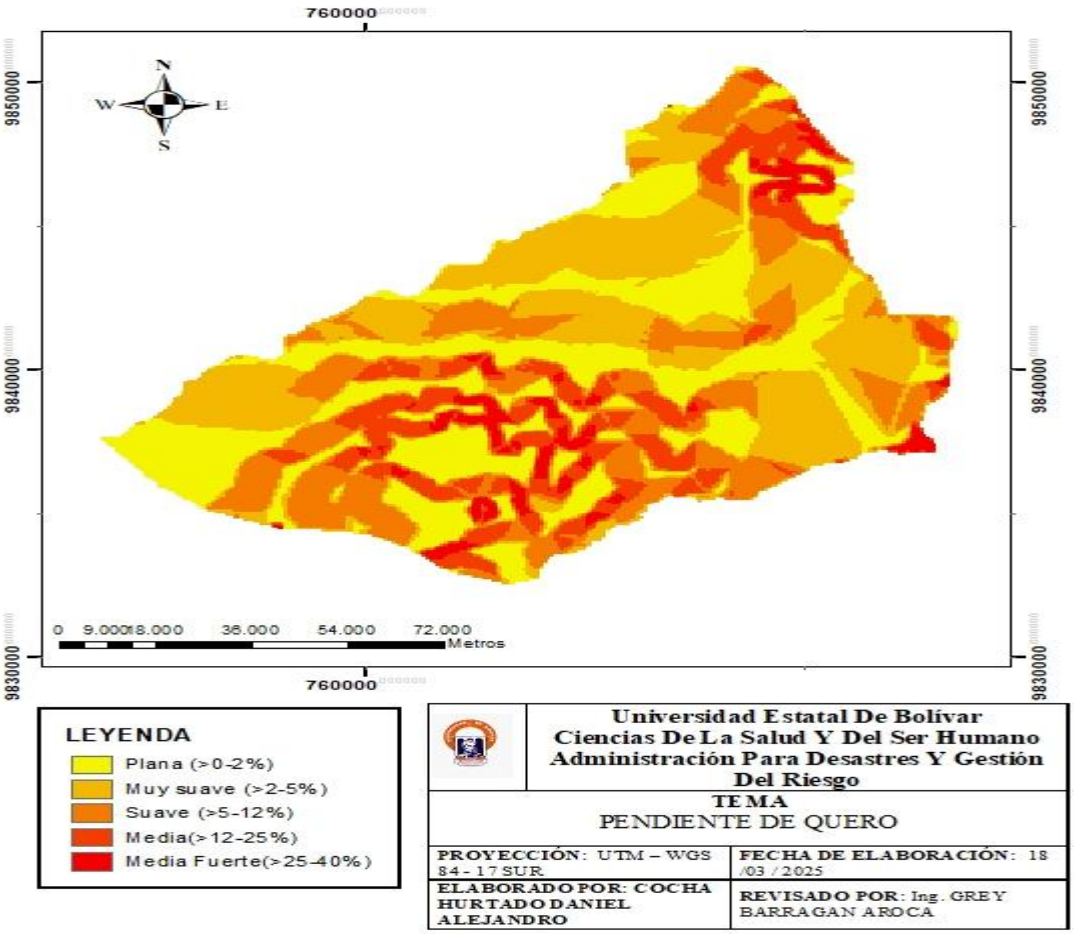
Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El mapa de susceptibilidad a deslizamientos del Cantón Quero presenta un patrón de riesgo geológico asociado a las características propias de la zona andina de Tungurahua. La distribución de la susceptibilidad muestra que las áreas de alto riesgo (representadas en la categoría "Alto") se concentran principalmente en laderas con pendientes pronunciadas, especialmente aquellas cercanas a la red vial ("Vías_ Quero") y en sectores con intervención antrópica significativa.

Estos sectores presentan condiciones favorables para la ocurrencia de movimientos en masa, particularmente durante periodos de lluvias intensas que saturan los suelos.

Pendiente

Figura 49
Pendiente de Quero



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 41
Porcentaje de variable

Variable Porcentaje	Variable Porcentaje
Escarpada	(> 100 - 150%)
Muy Fuerte	(>70 – 100%)
Fuerte	(>40 – 70%)
Media a fuerte	(>25– 40%)
Media	(>12 – 25%)
Suave	(>5 – 12%)
Muy suave	(>2 – 5%)
Plana	(>0 – 2%)

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

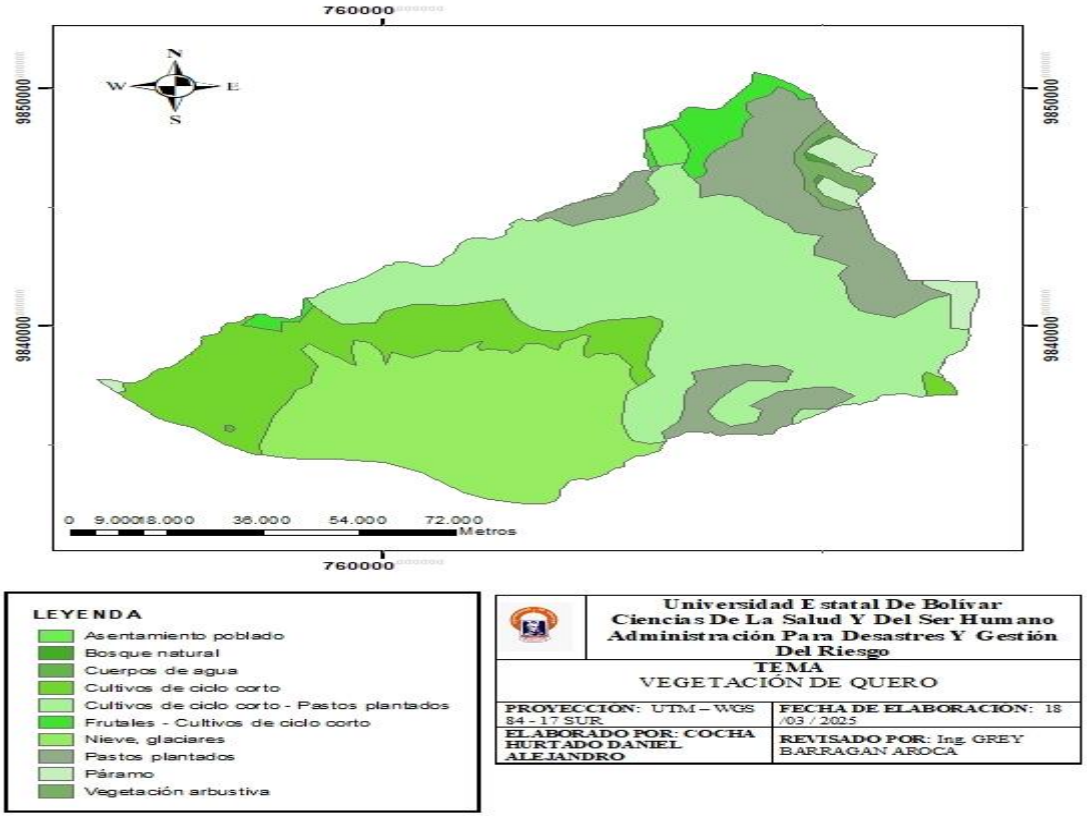
En el cantón Quero predominan pendientes medias y medias a fuertes, propias de un relieve ondulado. Las pendientes suaves se concentran en zonas agrícolas, mientras que las pendientes fuertes aparecen de forma localizada, incrementando la susceptibilidad

en estos sectores. Esta variable fue incorporada progresivamente en el análisis multicriterio, reflejando su influencia relativa.

Uso y cobertura de vegetación

Figura 50

Uso y cobertura de vegetación



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 42

Clase, Peso, Ponderación y Área del Uso y cobertura de vegetación

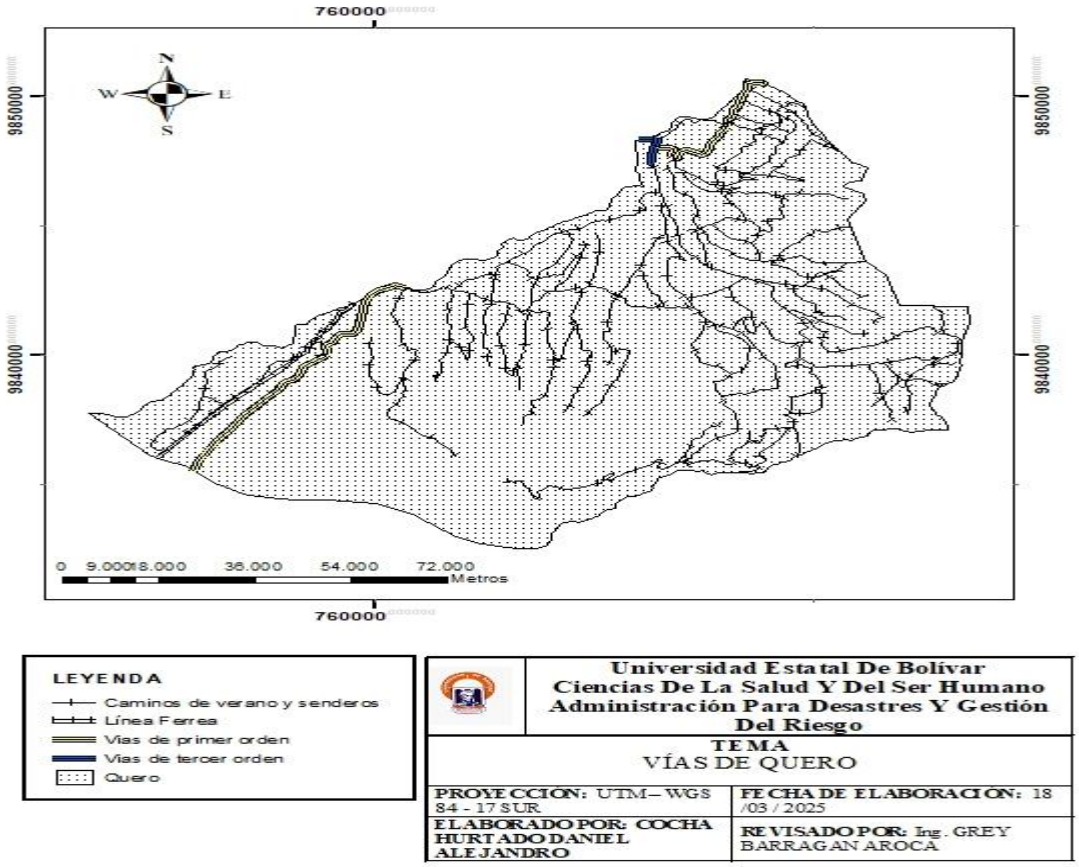
Clase	Peso	Ponderación	Área
Bosque Natural	2	Bajo	1 km
Asentamiento Poblado	2	Bajo	5 km
Cultivos de ciclo corto	4	Alto	117 km
Paramo	3	Medio	17 km
Pastos plantados	3	Medio	55 km
Vegetación arbustiva	3	Medio	14 km
Frutales	3	Medio	23 km
Cuerpos de agua	3	Medio	1 km
Nieve-Glaciares	5	Muy Alto	33 km

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

En el cantón Quero, los ríos y quebradas influyen directamente en la estabilidad de las laderas adyacentes. La proximidad a estos cuerpos de agua incrementa la susceptibilidad por saturación del suelo, situación considerada mediante buffers y estandarización Fuzzy.

Vías

Figura 51
Vías de Quero



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 43
Vías de Quero

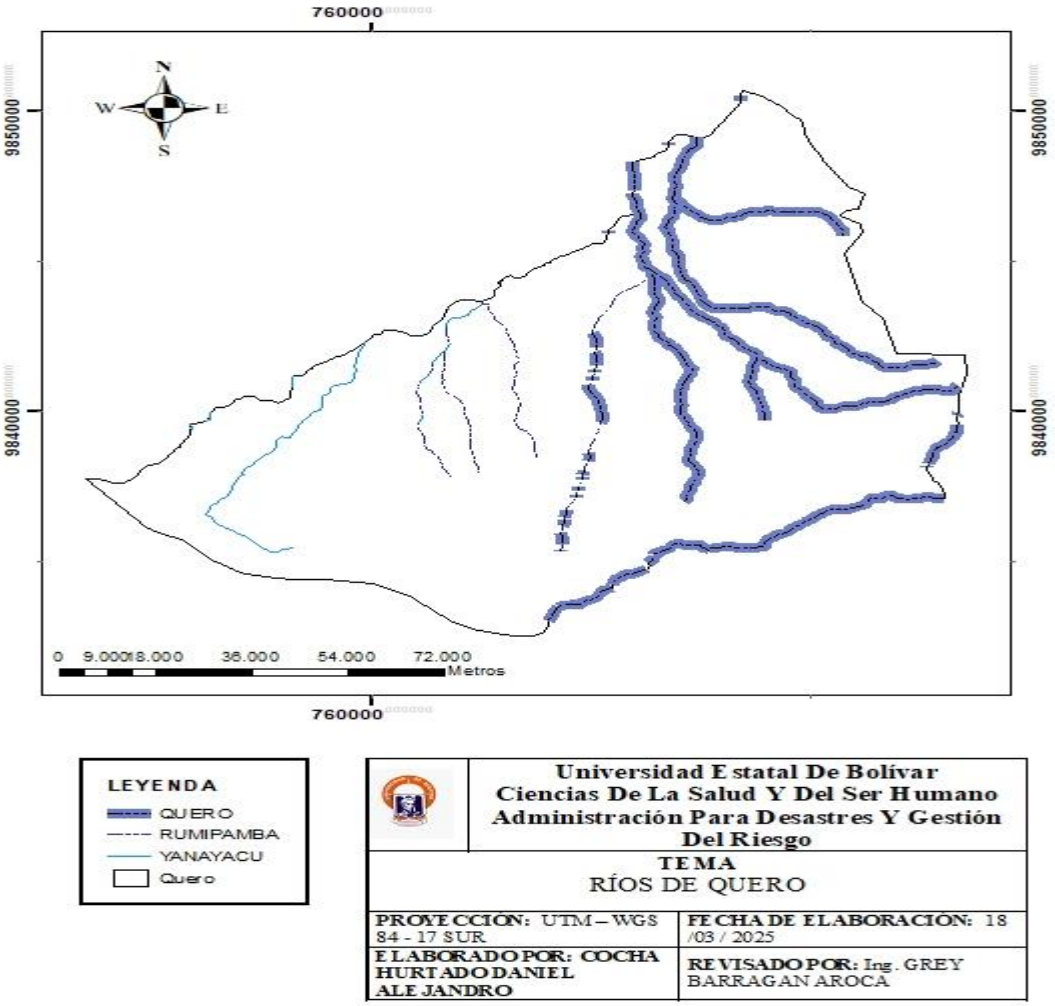
Capa	Longitud
Vías de primer orden	14,389 km
Vías de Tercer orden	1,493 km
Caminos de verano y sendero	234,680 km
Línea Férrea	7,576 km

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

En Quero, la red vial es principalmente rural. Aunque su densidad es menor, las vías generan impactos locales en la estabilidad del terreno, especialmente en laderas con pendiente media. Con la cual contamos la longitud de cada una de ellas.

Ríos

Figura 52
Ríos de Quero



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 44
Ríos de Quero

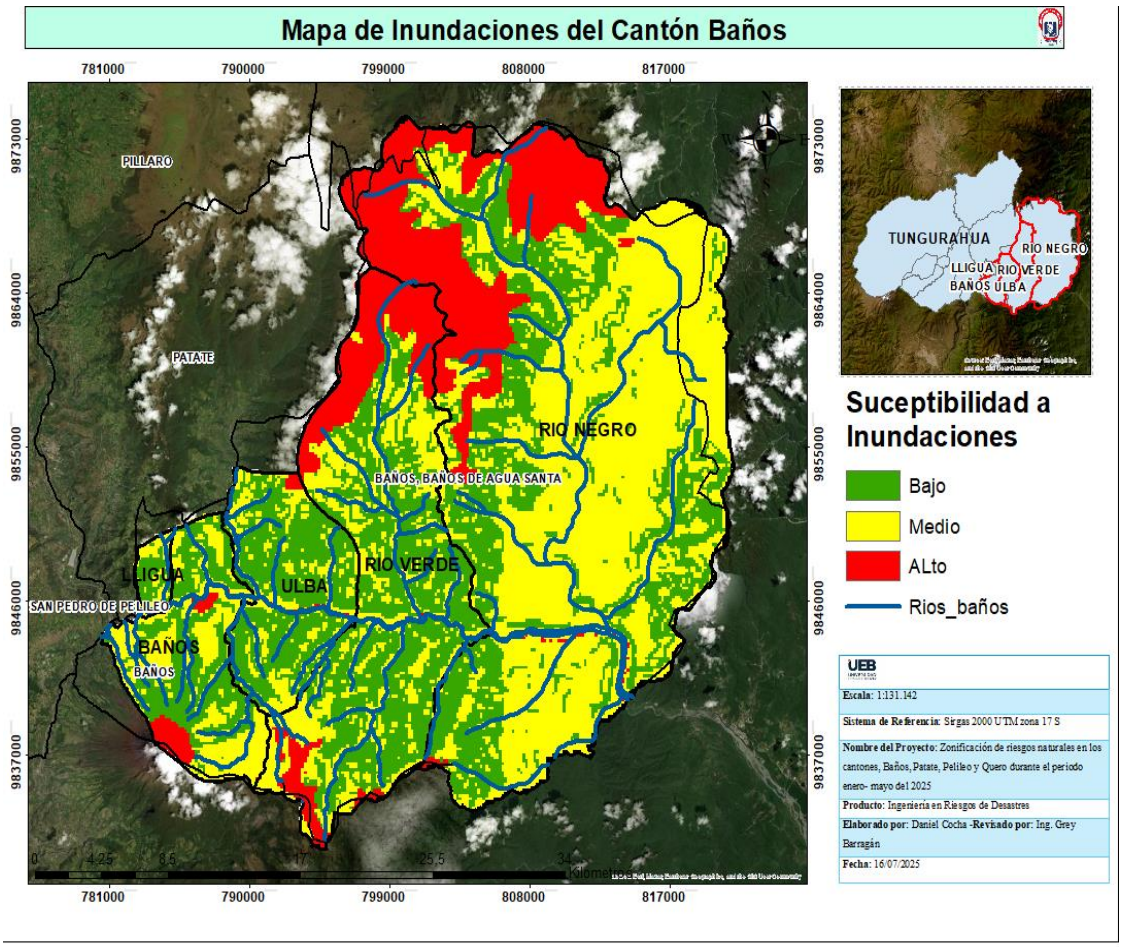
Nombre	Tipología	Longitud
Quero	Ríos	54 km
Rumipamba	Ríos	16 km
Yanayaku	Ríos	12 km

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

En el cantón Quero, los ríos y quebradas influyen directamente en la estabilidad de las laderas adyacentes. La proximidad a estos cuerpos de agua incrementa la susceptibilidad por saturación del suelo, situación considerada mediante buffers y estandarización Fuzzy.

MAPAS DE INUNDACIONES DE LOS CANTONES BAÑOS PATATE, PELILEO Y QUERO

Figura 53
Mapa de Inundaciones Baños



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

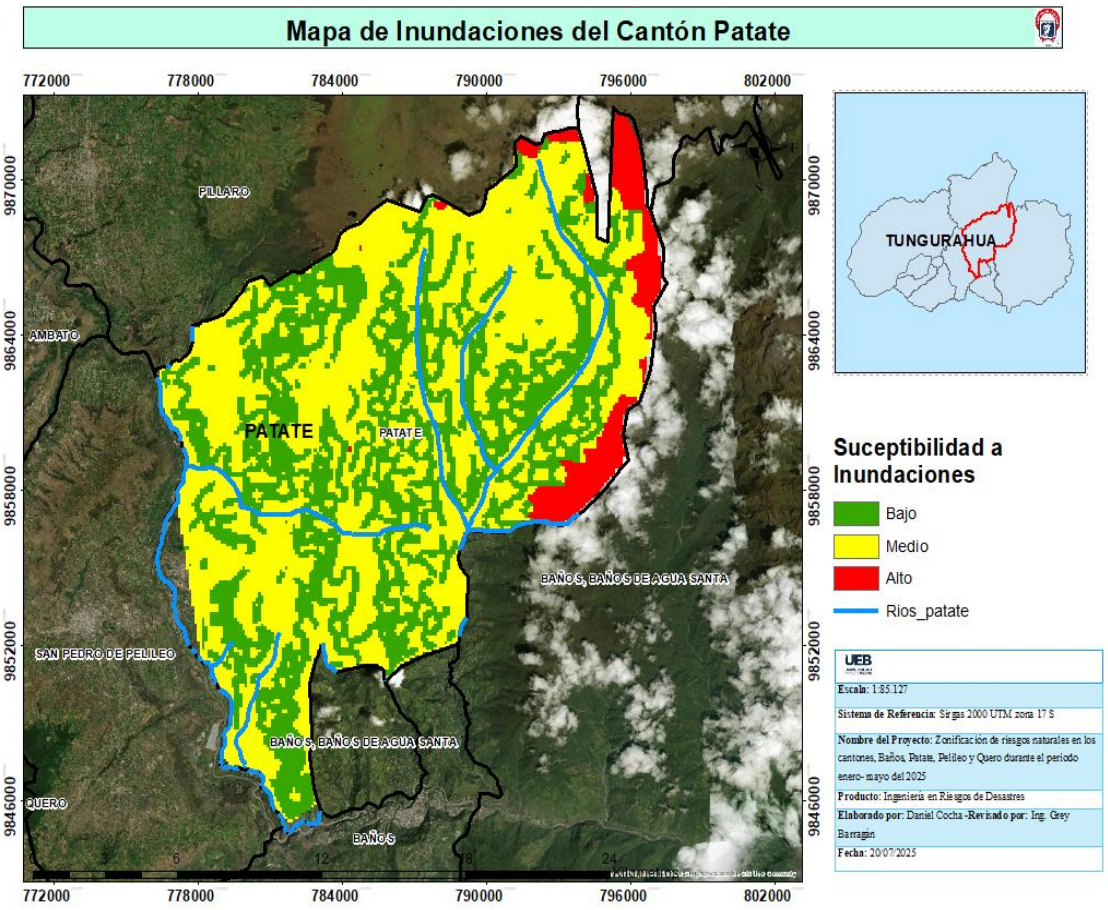
El mapa evidencia que la susceptibilidad a inundaciones en el cantón Baños está intrínsecamente ligada a su geografía de valle interandino. El riesgo alto se concentra de forma crítica a lo largo de las riberas del río que atraviesa la ciudad y de las quebradas que descienden de las laderas circundantes hacia el núcleo urbano. Estas son las zonas de mayor peligro, donde un evento de crecida tendría el impacto más inmediato y severo.

El riesgo medio se ubica en las áreas colindantes a estas riberas, las primeras calles y edificaciones en las laderas bajas que pueden verse afectadas por desbordes o por la saturación de los sistemas de drenaje. Finalmente, la susceptibilidad baja corresponde a las laderas altas y estables alejadas de los cauces de agua, donde el riesgo de inundación es mínimo. Este patrón subraya la vulnerabilidad del centro poblado y la necesidad de una gestión del riesgo centrada en proteger las riberas y gestionar adecuadamente el agua de escorrentía que baja de las montañas.

Al integrar este mapa con valores en el modelo, el resultado fue mucho más preciso. El modelo ahora puede identificar no solo las zonas bajas cerca de los ríos (que siempre serán de riesgo), sino también aquellas áreas en las laderas donde la urbanización (valor 4) está creando "puntos calientes" de escorrentía que alimentan el peligro en la parte baja de la ciudad. Esto ayuda a explicar por qué algunas zonas fuera de la planicie de inundación directa también pueden experimentar problemas.

Mapa de inundaciones del cantón Patate

Figura 54
Mapa de inundaciones del cantón Patate



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El mapa presenta un patrón de susceptibilidad a inundaciones que refleja de manera clara y técnica la interacción entre la geomorfología del valle de Patate y la red hidrográfica que lo recorre. Las zonas de mayor susceptibilidad, representadas en tonos rojos, se concentran de forma predecible a lo largo de los cauces principales de los ríos y quebradas que drenan el cantón, destacando el curso del río Patate como el eje principal de riesgo. Estas áreas corresponden a las llanuras de inundación natural, donde el terreno plano y la proximidad inmediata al agua las hacen más vulnerables a desbordamientos durante eventos de lluvia intensa.

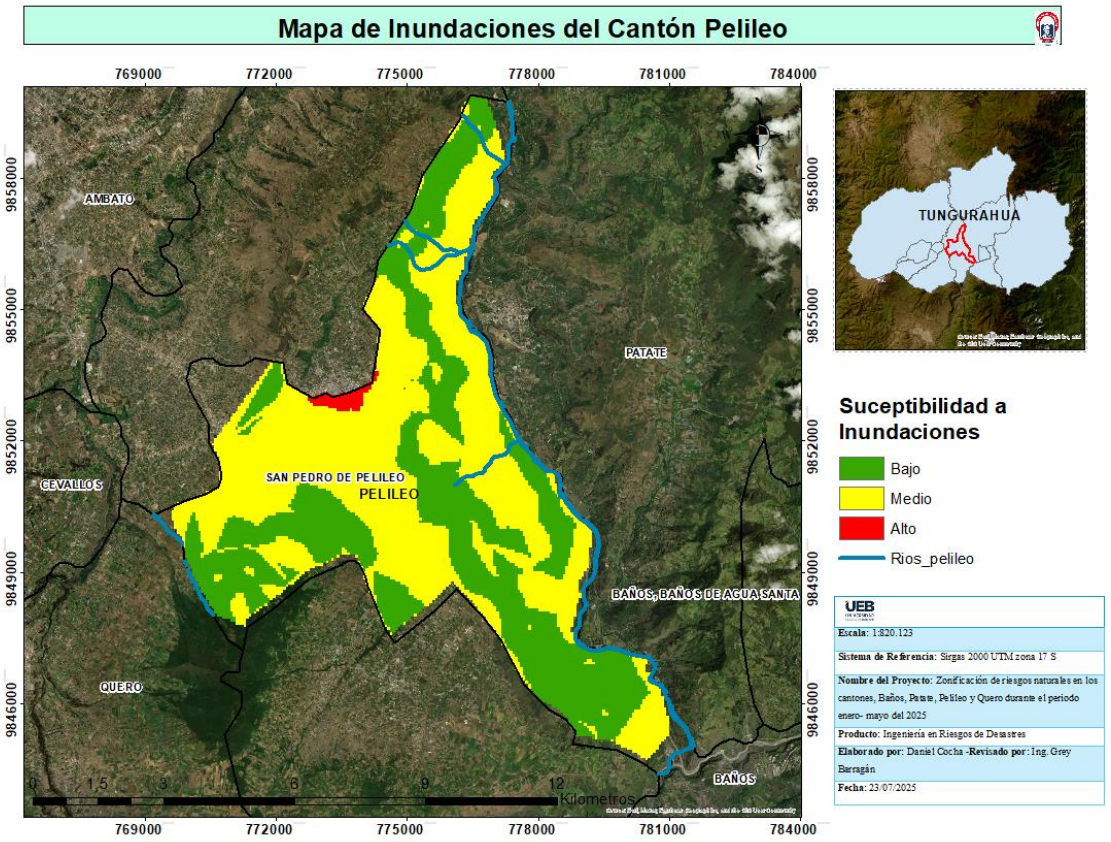
Las áreas de susceptibilidad media, en amarillo, se disponen en forma de abanico o franjas adyacentes a las zonas de alto riesgo, actuando como áreas de transición. Estas

pueden incluir terrazas aluviales ligeramente más elevadas, bases de laderas donde se acumulan sedimentos o áreas con drenaje imperfecto que pueden verse afectadas en eventos extremos.

Finalmente, la susceptibilidad baja, en verde, domina las laderas medias y altas de las montañas que enmarcan el valle. Estas zonas, con pendientes pronunciadas, no acumulan agua, sino que la drenan rápidamente hacia las quebradas y, eventualmente, hacia las zonas bajas, por lo que su riesgo directo de inundación es mínimo.

Mapa de Inundaciones del Cantón Pelileo

Figura 55
Mapa de Inundaciones del Cantón Pelileo



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El mapa de susceptibilidad a inundaciones del Cantón Pelileo evidencia una distribución espacial del riesgo directamente condicionada por su compleja topografía andina. La zona presenta un patrón donde las áreas de susceptibilidad alta se concentran

de forma lineal a lo largo de los principales cauces fluviales que atraviesan el cantón, siguiendo el curso de ríos como el Patate y sus afluentes. Estas franjas rojas representan las llanuras de inundación naturales, que son los territorios más expuestos a desbordamientos durante eventos de precipitación intensa.

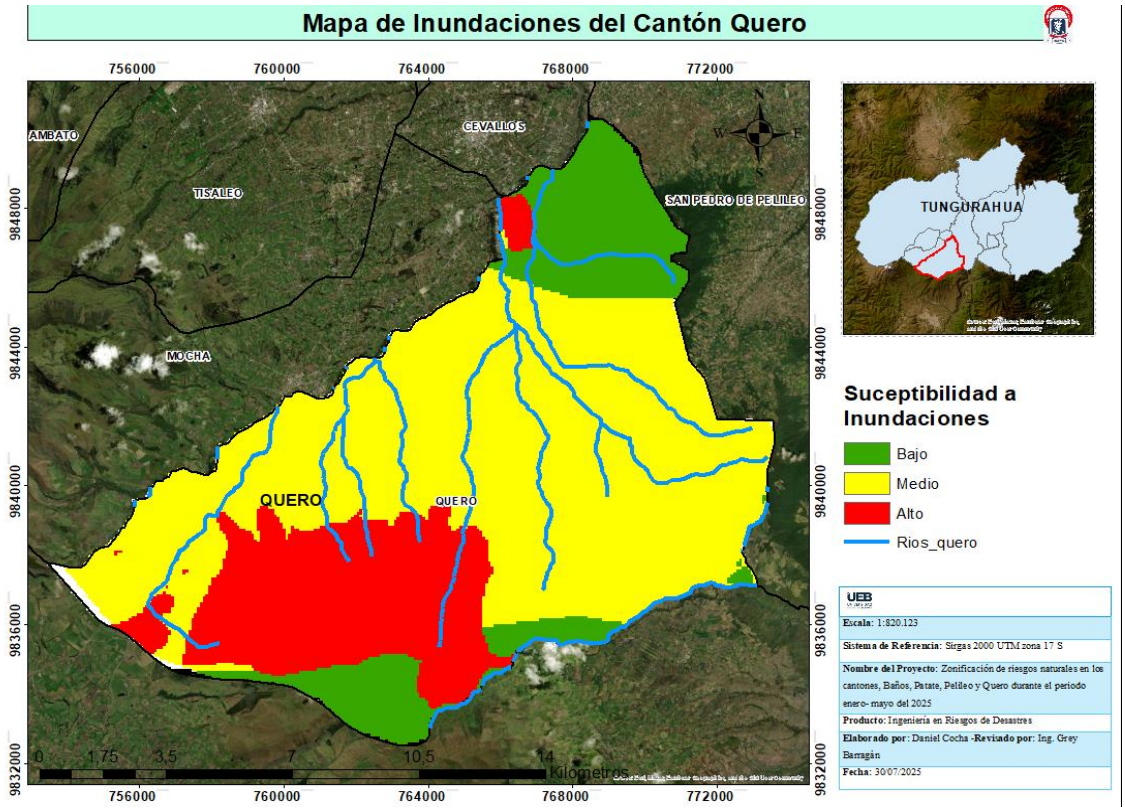
Las áreas de susceptibilidad media se ubican en forma de anillos o franjas contiguas a las zonas de alto riesgo, correspondiendo típicamente a terrazas aluviales, conos de deyección y las bases de las laderas. Estas son zonas de transición que pueden verse afectadas por inundaciones en casos de eventos extremos o por la saturación de los sistemas de drenaje natural.

Finalmente, la susceptibilidad baja domina la mayor parte del territorio, abarcando las laderas montañosas con pendientes pronunciadas y las áreas topográficamente más elevadas. En estas zonas, la escorrentía superficial drena con rapidez hacia las quebradas y valles, minimizando el riesgo de acumulación de agua e inundación.

Mapa de inundaciones del Cantón Quero

Figura 56

Mapa de inundaciones del Cantón Quero



Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

El mapa de susceptibilidad a inundaciones del Cantón Quero presenta un patrón de riesgo claramente definido por su ubicación en la provincia de Tungurahua, caracterizada por un relieve montañoso y valles interandinos.

Las zonas de susceptibilidad alta se concentran predominantemente a lo largo de los cauces de los ríos principales referenciados como ("Ríos_ Quero"), que actúan como colectores naturales de las aguas de escorrentía provenientes de las laderas circundantes. Estas áreas, representadas en tonos rojos, corresponden a las llanuras aluviales y son las más expuestas a desbordamientos durante eventos de precipitación intensa o deshielos.

Las áreas de susceptibilidad media se extienden como franjas adyacentes a las zonas de alto riesgo, abarcando terrazas fluviales, abanicos aluviales y bases de laderas con pendientes moderadas. Estas zonas pueden verse afectadas por inundaciones en casos de eventos extremos o por la acumulación de agua debido a la saturación de los suelos.

La susceptibilidad baja cubre la mayor extensión del cantón, predominando en las laderas montañosas con pendientes pronunciadas y en las áreas topográficamente elevadas. En estas zonas, el drenaje natural es eficiente, lo que minimiza el riesgo de acumulación de agua e inundación.

4.3 Resultado según objetivo 3: Proponer estrategias de mitigación ante los riesgos naturales en los cantones, Baños, Patate, Pelileo y Quero.

La base de datos que se logró realizar al igual que los mapas de riesgos ayuda a que se pueda proponer un mejoramiento de los sistemas de drenaje de aguas pluviales para evitar la acumulación de agua que pueda desencadenar deslizamientos, evacuar a la población que está expuesta a eventos de riesgos y poder reubicarlas en un lugar seguro, garantizar que las carreteras que atraviesan áreas de riesgo se encuentran en buen estado y fortificadas con muros de contención o refuerzos para prevenir bloqueos o deslizamientos.

Las inundaciones son un problema para los cuatro cantones, afectando a la agricultura y economía de los diferentes sectores, se debe implementar un adecuado sistema de drenaje para controlar el flujo de agua durante las fuertes lluvias, contar con una adecuada comunicación de rutas de evacuación, así como habilitar refugios temporales en zonas seguras.

Implementar un sistema de información para almacenar, actualizar y compartir los mapas de riesgos y datos relevantes con el propósito de garantizar que las autoridades locales puedan tomar decisiones futuras ante los eventos naturales, los planes de desarrollo urbano y rural estén basados en la zonificación de riesgo y evitar la construcción en zonas de alto peligro.

BAÑOS: Este cantón se encuentra expuesto a caída de ceniza, inundaciones y deslizamientos, por lo que es esencial mantener actualizada la información en los mapas

de riesgos. Además, es necesario capacitar a la población para que sepa cómo responder ante estos eventos y fortalecer así la resiliencia del territorio. Según el PDOT, se requiere implementar un sistema de seguimiento y evaluación que permita monitorear el avance de los proyectos, medir su impacto de forma continua e involucrar a la ciudadanía en los procesos de planificación y control, garantizando que las acciones ejecutadas respondan a las necesidades reales de la comunidad.

Algunas estrategias para lograrlo son:

1. Ordenamiento y señalización de rutas turísticas seguras

- Identificar y cartografiar rutas turísticas con condiciones de seguridad aceptables.
- Implementar señalética de evacuación en cascadas, miradores y senderos; incluir mapas de orientación y tiempos estimados de salida.
- Establecer y señalizar puntos de encuentro seguros estratégicamente distribuidos.

2. Protección de cuencas y control de procesos erosivos

- Ejecutar programas de reforestación en microcuencas que alimentan los principales ríos de uso turístico.
- Implementar obras de estabilización de taludes en las vías de acceso hacia el volcán y zonas de páramo, priorizando áreas con evidencias de inestabilidad o deslizamientos recurrentes.
- Desarrollar monitoreos periódicos de sedimentos para prevenir taponamientos y crecidas súbitas.

3. Plan de contingencia para períodos de alta afluencia turística

- Diseñar y operacionalizar protocolos de evacuación masiva diferenciados por tipo de establecimiento (hoteles, restaurantes, centros deportivos y atractivos turísticos).
- Fortalecer la coordinación interinstitucional mediante simulacros y mesas técnicas con actores del sector turístico.
- Incorporar mecanismos de alerta temprana específicos para temporadas de mayor demanda.

4. Zonificación y regulación en áreas de ladera

- Aplicar una zonificación estricta que clasifique las laderas turísticas según niveles de amenaza y vulnerabilidad.
- Restringir y prohibir nuevas edificaciones en zonas de alto riesgo, conforme a los estudios técnicos y ordenanzas municipales vigentes.
- Promover planes de uso y ocupación del suelo que prioricen actividades compatibles con la dinámica del terreno.

5. Fortalecimiento de capacidades económicas y operativas del sector turístico

- Promover la adopción de seguros turísticos locales orientados a la protección de actividades económicas frente a eventos peligrosos.
- Capacitar a comerciantes y prestadores de servicios sobre la formulación y aplicación de planes de continuidad operativa y contingencia.
- Fomentar alianzas público–privadas para mejorar la resiliencia del sector.

PATATE: El cantón está expuesto a erupciones volcánicas, caída de ceniza e inundaciones, lo que afecta directamente la agricultura y la economía local. Por esta razón, las instituciones deben capacitar a la población para actuar de forma adecuada ante estos eventos y fortalecer su capacidad de respuesta. Con base en ello, se plantean estrategias orientadas a mejorar la preparación y reducir los impactos de estos riesgos:

1. Infraestructura de protección y manejo de laderas agrícolas

- Implementar bordes de protección en parcelas mediante franjas cortafuego, terrazas y técnicas de bioingeniería orientadas a la estabilización de laderas.
- Priorizar intervenciones en áreas con antecedentes de deslizamientos o procesos erosivos activos.
- Incorporar monitoreo comunitario para evaluar la efectividad de las obras.

2. Gestión hidrológica y control de escorrentía en cuencas rurales

- Diseñar e implementar sistemas de drenaje rural adaptados a las características geomorfológicas del territorio.
- Construir embalses de regulación o reservorios multipropósito que permitan amortiguar picos de escorrentía y reducir el riesgo de inundaciones en las zonas río abajo.

- Realizar mantenimiento periódico de canales, cunetas y estructuras hidráulicas críticas.

3. Fortalecimiento de capacidades productivas y adaptación agrícola

- Capacitar a agricultores en prácticas adaptativas como siembra en contorno, rotación de cultivos, sistemas de cobertura vegetal y manejo sostenible del suelo.
- Promover la adopción de seguros agrícolas de escala micro como mecanismo de protección económica ante pérdidas por eventos climáticos extremos.
- Fomentar el uso de tecnologías locales para la gestión del agua y la conservación de suelos.

4. Preparación comunitaria y rutas de evacuación rural

- Identificar, habilitar y señalizar rutas de evacuación en comunidades rurales expuestas a deslizamientos, inundaciones o erupciones.
- Fortalecer las capacidades organizativas de juntas de agua, comités comunitarios y líderes locales mediante simulacros y capacitación en gestión de emergencias.
- Establecer puntos de encuentro y sistemas de comunicación comunitaria para emergencias.

5. Actualización continua de la información de riesgo

- Realizar actualizaciones periódicas de los mapas de riesgo asociados a amenazas naturales presentes en el territorio (deslizamientos, inundaciones, actividad volcánica, etc.).
- integrar información geoespacial reciente, reportes comunitarios y datos de instituciones técnicas para mejorar la precisión de los análisis.
- Socializar los mapas actualizados con la comunidad y autoridades locales para fortalecer la planificación territorial y la toma de decisiones.

PELILEO: El cantón Pelileo es muy conocido por el sector textil, lo cual las entidades deben tener un enfoque en las construcciones de las empresas, que estén construidas con las normas NEC, para evitar colapsos estructurales, pérdidas humanas y económicas, de igual manera es propensa a caídas de ceniza lo que en el sector agrícola se deberá tomar en cuenta planes de contingencia para evitar pérdidas de cultivos las estrategias que se propone son las siguientes.

1. Monitoreo y vigilancia de laderas inestables

- Implementar sistemas de monitoreo en laderas periurbanas mediante sensores de bajo costo (inclinómetros simples, pluviómetros, marcas de desplazamiento) y observación comunitaria.
- Establecer patrullajes preventivos durante la temporada de lluvias para identificar señales tempranas de inestabilidad, como grietas, deformaciones en el terreno o cambios en el drenaje superficial.
- Integrar la información recolectada en un registro municipal de alertas para apoyar la toma de decisiones y activar protocolos de emergencia.

2. Construcción segura y reforzamiento de infraestructuras críticas

- Desarrollar un programa de construcción segura que incorpore normas técnicas actualizadas para edificaciones ubicadas en zonas de amenaza.
- Implementar procesos de reforzamiento estructural (retrofit) en infraestructuras críticas como centros de salud, escuelas y edificios de atención comunitaria, priorizando aquellas vulnerables a sismos, deslizamientos o inundaciones.
- Realizar evaluaciones periódicas de vulnerabilidad estructural para asegurar el mantenimiento preventivo.

3. Fortalecimiento de la cultura de prevención y preparación ante emergencias

- Ejecutar campañas de capacitación dirigidas a la población, enfocadas en rutas y procedimientos de evacuación, uso de sistemas de alerta y preparación de planes familiares de emergencia.
- Promover ejercicios y simulacros de evacuación para mejorar la respuesta colectiva y reducir tiempos de reacción ante eventos peligrosos.
- Involucrar a instituciones educativas, barrios y organizaciones comunitarias para mantener un proceso formativo continuo.

Quero: Mantiene una economía basada principalmente en la agricultura y la ganadería, con comunidades rurales dispersas que dependen directamente de sus recursos productivos. Su ubicación y condiciones de infraestructura limitan la capacidad de respuesta frente a amenazas como sismos, deslizamientos o erupciones volcánicas.

1. Reforzamiento de la infraestructura vial y caminos de acceso

- Realizar intervenciones de estabilización y mejora estructural en vías y caminos rurales estratégicos, con prioridad en aquellos que funcionan como rutas de evacuación o corredores logísticos.
- Implementar obras de drenaje, cunetas y tratamientos de superficie para disminuir la vulnerabilidad de la infraestructura frente a la caída de ceniza, deslizamientos o flujos de lodo.
- Establecer planes de mantenimiento preventivo para asegurar la transitabilidad durante emergencias volcánicas.

2. Implementación de sistemas comunitarios de alerta temprana

- Diseñar e instalar sistemas de alerta temprana basados en sensores locales, radios comunitarias, sirenas y protocolos de comunicación validados por las instituciones técnicas.
- Capacitar a líderes comunitarios en la operación, mantenimiento y verificación del sistema de alerta.
- Integrar los sistemas comunitarios con los mecanismos oficiales de monitoreo volcánico para garantizar mensajes coherentes y oportunos.

3. Capacitación agrícola para la gestión ante caída de ceniza

- Capacitar a agricultores en técnicas de manejo de suelos, pastizales y cultivos frente a deposición de ceniza volcánica (limpieza de hojas, prácticas de riego, manejo de forrajes, protección del ganado).
- Promover prácticas de conservación de suelos que reduzcan la compactación y mejoren la recuperación pos-erupción.
- Difundir protocolos de protección para maquinaria agrícola y sistemas de riego durante eventos de ceniza.

4. Creación de centros de acopio estratégicos para la protección de la producción

- Establecer centros de acopio en zonas seguras para almacenar temporalmente productos agrícolas y ganaderos susceptibles a afectaciones por ceniza o interrupciones viales.
- Equipar estos centros con cobertizos, sistemas de ventilación y espacios para el resguardo de insumos y forrajes.

- Coordinar su gestión con asociaciones de productores, gobiernos locales y entidades de respuesta para garantizar su operatividad en emergencias.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Comprobación de la Hipótesis

Tal como menciona (Soporte de Minitab, 2025)es una prueba de hipótesis examina dos hipótesis opuestas sobre una población: la hipótesis nula y la hipótesis alternativa. La hipótesis nula es el enunciado que se probará. Por lo general, la hipótesis nula es un enunciado de que "no hay efecto" o "no hay diferencia".

La hipótesis alternativa es el enunciado que se desea poder concluir que es verdadero de acuerdo con la evidencia proporcionada por los datos de la muestra.

$$\chi 2=(O-E)2/E$$

$\chi 2$: Chi-Cuadrado, El valor que se obtiene del calculo

O: Frecuencia Observada, o datos reales obtenidas en las encuestas

E: Frecuencia Esperada

Formula del cálculo de la frecuencia:

$$E = \frac{Ffila\ x\ Fcolumna}{F\ total}$$

F fila: total de la fila (por ejemplo, total de personas que respondieron “sí”)

F columna: total de la columna (por ejemplo, total del grupo de un cantón).

F total: total general de todos los datos de la tabla.

Grados de Libertad:

$$gl=(r-1)\times(c-1)$$

gl (grados de libertad): número de valores que pueden variar libremente.

r: número de filas de la tabla de contingencia.

c: número de columnas de la tabla.

Pregunta 8. ¿Cuenta su barrio o comunidad con un sistema de alcantarillado o drenaje adecuado

Tabla 45
Sistema de alcantarillado por cantón

Cantón	Total, de personas	Sistema de alcantarillado			
		Si	%	N°	%
Baños	71	68	19%	3	25%
Patate	43	40	11%	3	25%
Pelileo	203	199	55%	4	33%
Quero	59	57	16%	2	17%
TOTAL	**376**	**364**	**100%**	**12**	**100%**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 46
Totales por fila del sistema de alcantarillado

Cantón	Sí	No	Total, de fila
Baños	68	3	71
Patate	40	3	43
Pelileo	199	4	203
Quero	57	2	59
total	364	12	376

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 47
Valores esperados del sistema de alcantarillado según la prueba Chi-cuadrado.

Cantón	Celda	O	E	(O−E) ^2 / E
Baños	Sí	68	68.73	0.007839
Baños	No	3	2.27	0.237788
Patate	Sí	40	41.63	0.063642
Patate	No	3	1.37	1.930480
Pelileo	Sí	199	196.52	0.031264
Pelileo	No	4	6.48	0.948346
Quero	Sí	57	57.12	0.000240
Quero	No	2	1.88	0.007273
TOTAL				**3.22687**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 48
Cálculo del estadístico Chi-cuadrado (O-E) ²/E

Cantón	Ei, si= ti x 364 / 376	Ei, no = ti x 12 / 376
Baños	68.73	2.27
Patate	41.63	1.37
Pelileo	196.52	6.48
Quero	57.12	1.88

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Pregunta 13. ¿Está su vivienda o comunidad cerca (menos de 500m) de un río, lago o cuerpo de agua?

Tabla 49
Distribución de viviendas cercanas a cuerpos de agua por cantón

Cantón	Total, de Personas	500m.			
		Más		Menos	
		Si	%	No	%
Baños	71	13	22%	58	18%
Patate	43	11	19%	32	10%
Pelileo	203	29	50%	174	55%
Quero	59	5	9%	54	17%
TOTAL	**376**	**58**	**100%**	**318**	**100%**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 50
Totales por fila y columna del sistema de proximidad a cuerpos de agua

Cantón	Sí	No	Total, de fila
Baños	13	58	71
Patate	11	32	43
Pelileo	29	174	203
Quero	5	54	59
TOTAL	**58**	**318**	**376**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 51
Cálculo del estadístico Chi-cuadrado (O−E) ² / E

Cantón	Celda	O	E	(O−E) ^2 / E
Baños	Sí	13	10.95	0.382919
Baños	No	58	60.05	0.069841
Patate	Sí	11	6.63	2.875160
Patate	No	32	36.37	0.524400
Pelileo	Sí	29	31.31	0.170973
Pelileo	No	174	171.69	0.031184
Quero	Sí	5	9.10	1.847995
Quero	No	54	49.90	0.337056
TOTAL				**6.23953**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 52
Valores esperados del sistema de proximidad a cuerpos de agua.

Ei, si= ti x 58 / 376	Ei, no = ti x 318 / 376
71.15425532	60.04787234
6.632978723	36.36702128
31.31382979	171.6861702
9.10106383	49.89893617

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Pregunta 15: ¿Está familiarizado con el nivel de alerta volcánica actual en su región?

Tabla 53
Nivel de familiaridad con la alerta volcánica actual por cantón

Cantón	Total, de Personas	Nivel de conocimiento del volcán			
		Si	%	No	%
Baños	71	48	17%	23	25%
Patate	43	40	14%	3	3%
Pelileo	203	150	53%	53	57%
Quero	59	45	16%	14	15%
TOTAL	**376**	**283**	**100%**	**93**	**100%**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 54
Totales por fila y columna del nivel de familiaridad con la alerta volcánica actual

Cantón	Sí	No	Total, de fila
Baños	48	23	71
Patate	40	3	43
Pelileo	150	53	203
Quero	45	14	59
TOTAL	**283**	**93**	**376**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 55
Cálculo del estadístico Chi-cuadrado (O−E) ² / E.

Cantón	Celda	O	E	(O−E) ^2 / E
Baños	Sí	48	53.44	0.553546
Baños	No	23	17.56	1.684448
Patate	Sí	40	32.36	1.801456
Patate	No	3	10.64	5.481850
Pelileo	Sí	150	152.79	0.050943
Pelileo	No	53	50.21	0.155019
Quero	Sí	45	44.41	0.007921
Quero	No	14	14.59	0.024104
TOTAL				**9.7593**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 56
Valores esperados del nivel de familiaridad con la alerta volcánica.

Ei, si= ti x 283 / 376	Ei, no = ti x 93 / 376
53.43882979	17.56117021
32.3643617	10.6356383
152.7898936	50.21010638
44.40691489	14.59308511

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Pregunta 16: ¿Su comunidad se encuentra en una zona identificada como vulnerable a caída de ceniza?

Tabla 57

Zonas vulnerables a la caída de ceniza por cantón

Cantón	Total, de Personas	Zona vulnerable			
		Si	%	No	%
Baños	71	45	13%	26	63%
Patate	43	36	11%	7	17%
Pelileo	203	199	59%	4	10%
Quero	59	55	16%	4	10%
TOTAL	**376**	**335**	**100%**	**41**	**100%**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 58

Totales por fila y columna de zonas vulnerables a la caída de ceniza

Cantón	Sí	No	Total, de fila
Baños	45	26	71
Patate	36	7	43
Pelileo	199	4	203
Quero	55	4	59
TOTAL	**335**	**41**	**376**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 59

Cálculo del estadístico Chi-cuadrado $(O-E)^2 / E$

Cantón	Celda	O	E	(O−E) ^2 / E
Baños	Sí	45	63.26	5.269751
Baños	No	26	7.74	43.057720
Patate	Sí	36	38.31	0.139424
Patate	No	7	4.69	1.139198
Pelileo	Sí	199	180.86	1.818497
Pelileo	No	4	22.14	14.858455
Quero	Sí	55	52.57	0.112657
Quero	No	4	6.43	0.920489
TOTAL				**67.3162**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 60

Valores esperados de la variable vulnerabilidad a la caída de ceniza

Ei, si= ti x 335 / 376	Ei, no = ti x 41 / 376
63.25797872	7.742021277
38.31117021	4.688829787
180.8643617	22.1356383
52.56648936	6.433510638

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Pregunta 17: ¿Ha experimentado su comunidad sismos en los últimos 10 años?

Tabla 61

Comunidades que han experimentado sismos en los últimos 10 años por cantón

Cantón	Total, de Persona	Sismos hace 10 años			
		Si	%	No	%
Baños	71	57	17%	14	45%
Patate	43	40	12%	3	10%
Pelileo	203	201	58%	2	6%
Quero	59	47	14%	12	39%
TOTAL	**376**	**345**	**100%**	**31**	**100%**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 62

Totales que han experimentado sismos en los últimos 10 años

Cantones	Sí	No	Total, de fila
Baños	57	14	71
Patate	40	3	43
Pelileo	201	2	203
Quero	47	12	59
TOTAL	**345**	**31**	**376**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 63

Cálculo del estadístico Chi-cuadrado (O−E) ² / E

Cantón	Celda	O	E	(O−E) ^2 / E
Baños	Sí	57	65.15	1.018659
Baños	No	14	5.85	11.336686
Patate	Sí	40	39.45	0.007534
Patate	No	3	3.55	0.083847
Pelileo	Sí	201	186.26	1.165932
Pelileo	No	2	16.74	12.975698
Quero	Sí	47	54.14	0.940551
Quero	No	12	4.86	10.467423
TOTAL				**37.9963**

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Tabla 64

Valores esperados de comunidades

Ei, si= ti x 345 / 376	Ei, no = ti x 31 / 376
65.1462766	5.853723404
39.45478723	3.545212766
186.2632979	16.73670213
54.1356383	4.864361702

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Resultado del chi-cuadrado

Tabla 65
Resultados del Chi-cuadrado

Pregunta	χ^2 (≈)	df	Valor de la tabla	Decisión (α=0.05)
16	3,22687	3	2.353	Aceptado
17	6,23953	3	2.353	Aceptado
19	9,7593	3	2.353	Aceptado
20	67,3162	3	2.353	Aceptado
21	37,9963	3	2.353	Aceptado

Fuente; Elaboración Propia
Autor: Daniel Cocha

Según los resultados de χ^2 (≈) es mayor que el valor de la tabla permitiéndonos indicar que nuestra hipótesis de trabajo se acepta mientras que la hipótesis nula se rechaza. A través del resultado obtenido en el Chi cuadrado en el trabajo de investigación son aceptadas porque la población y las entidades públicas si tienen conocimiento de la zonificación de riesgos naturales y la percepción del nivel de preparación ante desastres de origen naturales.

5.2 CONCLUSIONES

- La recopilación y sistematización de la información primaria mediante las encuestas aplicadas en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero, permitió obtener información confiable acerca del nivel de conocimiento, percepción y experiencias de la población frente a los riesgos naturales presentes en cada territorio. La zonificación de riesgos refleja la realidad social y territorial en torno a amenazas como deslizamientos, inundaciones y erupciones volcánicas. Además, la información recopilada facilitará la toma de decisiones en la planificación de medidas de prevención, mitigación y gestión del riesgo, garantizando que los mapas de zonificación respondan a las necesidades y condiciones particulares de cada cantón.
- Los mapas de amenazas permitieron identificar con claridad las zonas más propensas a deslizamientos, inundaciones y erupciones volcánicas en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero. Estos productos cartográficos constituyen una herramienta esencial para la gestión de riesgos y desastres, que integran información técnica y territorial que facilita la priorización de áreas críticas, la planificación del uso del suelo y la adopción de medidas de prevención y mitigación ante desastres naturales de origen natural.
- La propuesta de estrategias de mitigación frente a los riesgos naturales en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero constituye un aporte fundamental para fortalecer la resiliencia de las comunidades ante deslizamientos, inundaciones y erupciones volcánicas. Estas estrategias, basadas en la realidad territorial y social de cada cantón, permiten orientar acciones preventivas y de preparación, reduciendo la vulnerabilidad de la población y facilitando una respuesta más eficiente ante posibles desastres.

5.3 RECOMENDACIONES

- Actualizar periódicamente la base de datos obtenida mediante las encuestas, con el fin de mantener vigente la información sobre la percepción y el conocimiento de la población frente a los riesgos naturales en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero. De igual manera. Se sugiere complementar los resultados con talleres comunitarios y la integración de datos técnicos (geológicos, hidrológicos y climáticos), para enriquecer la zonificación de riesgos y fortalecer la planificación territorial y las estrategias de prevención y mitigación.
- Es fundamental que los mapas de riesgos generados sean incorporados en los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial de los cantones estudiados, y que se socialicen con las comunidades y autoridades locales. De igual forma, es necesario actualizar los mapas periódicamente con base en nuevos estudios y evidencias, de manera que mantengan su vigencia y utilidad en la reducción del riesgo y en la toma de decisiones estratégicas
- Se sugiere que las estrategias de mitigación propuestas sean implementadas de manera coordinada entre los gobiernos locales, instituciones de gestión de riesgos y la comunidad, garantizando su aplicación práctica y sostenible en el tiempo. Asimismo, es importante reforzar la capacitación y la participación ciudadana, de manera que las acciones de prevención y mitigación se integren en la vida cotidiana de la población, asegurando así un proceso continuo de reducción del riesgo en los cantones estudiados.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Subsecretaria de Gestión de la Información y Análisis de Riesgos . (2019). PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE AMENAZAS POR INUNDACIÓN . En S. d. Riesgos, *PROPUESTA METODOLÓGICA PARA LA ELABORACIÓN DE CARTOGRAFÍA DE AMENAZAS POR INUNDACIÓN* .

Ambato Lite. (16 de Julio de 2024). *Así amaneció Baños tras la gran lluvia ocurrida durante toda la madrugada de hoy domingo 16 de junio*. Obtenido de https://www.facebook.com/AmbatoLite.ec: https://www.facebook.com/AmbatoLite.ec/posts/as%C3%AD-amaneci%C3%B3-ba%C3%B1os-tras-la-gran-lluvia-ocurrida-durante-toda-la-madrugada-de-hoy/437019872507946/

Asociación Española de Análisis de Valor (Aesval). (8 de Agosto de 2024). *¿Qué es la zonificación?* Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://aesval.es/: https://aesval.es/que-es-la-zonificacion/#:~:text=Definici%C3%B3n%20de%20zonificaci%C3%B3n%20y%20su,%C3%A1rea%20seg%C3%BAn%20las%20normativas%20vigentes.

Ayala, I. A. (2022). Landslides: ¿deslizamientos o movimientos del terreno? Definición, clasificaciones y terminología. Recuperado el 17 de octubre de 2025, de https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-46112000000100002

Baca, G. (2013). *Evaluación de Proyecto* (Sétima Edición ed.). México. Recuperado el 21 de Junio de 2025, de https://www.uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/LIBRO-Evaluaci%C2%A2n-de-proyectos-7ma-Edici%C2%A2n-Gabriel-Baca-Urbina-FREELIBROS.ORG_.pdf

BARROS SULCA , D. C., & SALTOS ABRIL , E. (2010). *ESTUDIO Y PROPUESTA DE GESTIÓN DE RIESGOS NATURALES EN EL CANTÓN MEJÍA.* QUITO. Recuperado el 29 de Mayo de 2025, de https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/da282079-be4d-4d9d-a545-f9a63e09260f/content

Beltrán, F. (s.f.). *¿Qué es una exposición?* Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://www.utadeo.edu.co/: https://www.utadeo.edu.co/es/link/leer-y-escribir-mejor/2791/exposicion#:~:text=Una%20exposici%C3%B3n%20consiste%20en%20la,o%20de%20la%20lectura%20expuesta.

Bolt, B. A. (27 de Noviembre de 2025). *Intensidad y magnitud de los terremotos*. Obtenido de https://www.britannica.com/: https://www.britannica.com/science/earthquake-geology/Intensity-and-magnitude-of-earthquakes#ref105421

Bravo Nieto, B. R. (2011). *Aplicacion de la gestion de riesgos naturales como instrumento para el establecimiento de políticas de desarrollo sostenible en el cantón cevallos provincia de tungurahua.* Quito, Ecuador. Recuperado el 30 de Mayo de 2025, de https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2683/1/CD-3367.pdf

BRITO PUNI , A. V. (2015). *"FACTORES DETERMINANTES PARA LA ZONIFICACIÓN Y CLASIFICACIÓN DEL RIESGO GEOLÓGICO EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL A NIVEL CANTONAL".* CUENCA, ECUADOR. Recuperado el 29 de MAYO de 2025, de chrome-

extension:https://dspace-test.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23233/1/tesis.pdf

censoecuador.gob.ec. (15 de 2022). *Censo CPV*. Recuperado el 20 de Junio de 2025, de censoecuador.gob.ec: https://www.censoecuador.gob.ec/wp-content/uploads/2024/05/15_2022_CPV_IdGenero_OSexual.xlsx

Charles F. Richter. (s.f.). Desarrolló la escala sísmica para medir la intensidad de los terremotos que lleva su nombre. En C. F. Richter, *Fuerza y movimiento* (pág. 3). Recuperado el 16 de Junio de 2025, de https://elbibliote.com/libro-pedia/manual_csnaturales/5grado/capitulo4/pdf/5.4.6.pdf

Comino, A., & Brzezinski, T. (8 de Noviembre de 2016). *Concepto de pendiente*. Recuperado el 19 de Septiembre de 2025, de https://www.geogebra.org: https://www.geogebra.org/m/wmGn9JAW

Edier Aristizaba, & Michel Hermelin. (2011). Propuesta de zonificación del suelo. En E. Aristizabal, & M. Hermelin, *Propuesta de zonificación del suelo* (pág. 10). Medellín. Recuperado el 18 de Septiembre de 2025, de https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/fedcbbda-90bb-4fb7-8bed-fa06c3a4e0f9/content

Edwin, Douglas, & Daniel. (8 de Mayo de 2024). *Escalas de Magnitud*. Obtenido de http://www.snet.gob.sv: https://www.snet.gob.sv/Geologia/Sismologia/1magnitud.htm

Escudero, C., & Cortez, L. (2018). *Técnicas y métodos cualitativos para la investigación científica* (Primera ed.). Ecuador: Redes 2017. Obtenido de https://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12501/1/Tecnicas-y-MetodoscualitativosParaInvestigacionCientifica.pdf

Estévez, A. (Junio de 2019). *DESASTRES Y AMENAZAS NATURALES.* Recuperado el 24 de Junio de 2025, de unicef.org/lac: https://www.unicef.org/nicaragua/media/4141/file/DESASTRES%20Y%20AMENAZAS%20NATURALES.pdf

FARO. (2020). *Comité de Operaciones de Emergencia*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de grupofaro.org: https://grupofaro.org/analisis/comite-operaciones-emergencia/#:~:text=El%20Comit%C3%A9%20de%20Operaciones%20de,situaciones%20de%20emergencia%20y%20desastre.

Francisco J., & Ferrando A. (01 de Diciembre de 2015). *Sobre inundaciones y anegamientos.* Recuperado el 16 de Junio de 2025, de researchgate.net: https://www.researchgate.net/profile/Francisco-Ferrando/publication/26453877_Sobre_inundaciones_y_anegamientos/links/565d979e08ae4988a7bc842b/Sobre-inundaciones-y-anegamientos.pdf

GAD MUNICIPAL DEL CANTÓN. (6 de Noviembre de 2023). *Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Cantón San Pedro de Pelileo.* Recuperado el 16 de Junio de 2025, de pelileo.gob.ec: https://pelileo.gob.ec/portal/documentos/PDOT2024.pdf

Geologia. (s.f.). *Deslizamientos de Tierra*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de www.snet.gob.sv: https://www.snet.gob.sv/Geologia/Deslizamientos/Info-basica/3-generalidades.htm#:~:text=Es%20la%20deformaci%C3%B3n%20que%20sufre,y%20la%20aparici%C3%B3n%20de%20grietas.

Gomez, M. (2025). *¿Qué es la vulnerabilidad?* Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://concepto.de: https://concepto.de/vulnerabilidad/

Gustavo, S. (5 de Agosto de 2025). *Fenómenos naturales*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://concepto.de/: https://concepto.de/fenomenos-

naturales/#:~:text=Un%20fen%C3%B3meno%20natural%20es%20un,tambi%C3%A9n%20el%20t%C3%A9rmino%20desastre%20natural.

Gutierrez, A. (17 de Abril de 2017). *Amenazas Geodinámicas*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de prezi.com: https://prezi.com/l-amdsqveq31/amenazas-geodinamicas/#:~:text=Las%20amenazas%20geodin%C3%A1micas%20como%20los,ex%C3%B3genos%20de%20la%20superficie%20terrestre).

Instituto Geofísico. (24 de Febrero de 2023). *Las obras de mitigación frente a lahares primarios del volcán Cotopaxi, antecedentes y perspectivas.* Recuperado el 2024 de Junio de 2025, de https://www.igepn.edu.ec: https://www.igepn.edu.ec/interactuamos-con-usted/2017-las-obras-de-mitigacion-frente-a-lahares-primarios-del-cotopaxi-antecedentes-y-perspectivas

Larrea, J. (12 de Enero de 2025). *¿Qué es peligro?* Recuperado el 12 de Junio de 2025, de https://opra.info: https://opra.info/que-es-peligro/

Lima, A. B. (Noviembre de 2022). *Nomenclatura de partes de un gradual.* Recuperado el 20 de Junio de 2025, de researchgate.net/figure: https://www.researchgate.net/figure/Figura-29-Nomenclatura-de-partes-de-un-deslizamiento_fig5_368840354

Llumipanta, N. A. (2018). MODELAMIENTODESLIZAMIENTOS_SIG_SAATY_FUZZY. En N. A. Llumipanta.

López, N. L. (2018). *Técnicas de la Metodología Cualitativa*. Obtenido de https://repositorio-uapa.cuaed.unam.mx/: https://repositorio-uapa.cuaed.unam.mx/repositorio/moodle/pluginfile.php/2558/mod_resource/content/1/UAPA-Tecnicas-Metodologia-Cualitativa/index.html#:~:text=La%20metodolog%C3%ADa%20cualitativa%20es%20un,la%20informaci%C3%B3n%20de%20diferentes%20maneras.

Manyari, A., & Ramírez, C. (2020). La implementación del sistema de alertas tempranas para el cambio de paradigma hacia la gestión eficiente y colaborativa del proyecto. 17. Recuperado el 28 de septiembre de 2025, de file:///C:/Users/USER/Downloads/Dialnet-LaImplementacionDelSistemaDeAlertasTempranasParaEl-8024599.pdf

Martins, J. (16 de Agosto de 2022). *Plan de contingencia*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://asana.com/: https://asana.com/es/resources/contingency-plan

Martins, J. (20 de Febrero de 2025). *Qué es la gestión de riesgos y cómo aplicarla a tu proyecto en solo 6 pasos*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://asana.com/: https://asana.com/es/resources/project-risk-management-process

Medina Medina, Y. M. (2022). *Estudio de percepción sobre indicadores de riesgos.* Loja, Ecuador. Recuperado el 29 de Mayo de 2025, de https://dspace.utpl.edu.ec/visorHub/?handle=123456789_30465

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s.f.). *Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo*. Recuperado el 20 de Junio de 2025, de minambiente.gov.co: https://www.minambiente.gov.co/cambio-climatico-y-gestion-del-riesgo/amenaza-vulnerabilidad-y-riesgo/#:~:text=Corresponde%20a%20la%20predisposici%C3%B3n%20a,(Ley%201523%20de%202012).

Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (02 de Mayo de 2023). *Plan de Ordenamiento Territorial*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://minvivienda.gov.co/: https://minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda-espacio-urbano-y-territorial-plan-ordenamiento-territorial-

pot#:~:text=Un%20POT%20es%20en%20esencia,territorial%20tienen%20los%20mismos%20contenidos.

miro. (2025). *¿Qué es una evaluación de riesgos?* . Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://miro.com: https://miro.com/es/planificacion-estrategica/que-es-evaluacion-riesgos/

Murillo Jumbo, M. E., & Tierra Vargas, N. D. (Diciembre de 2024). *Análisis de la capacidad de respuesta ante sismos y conatos de incendios en el Centro.* Recuperado el 16 de Junio de 2025, de dspace.ueb.edu.ec: https://dspace.ueb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/b3b74180-6193-4419-9b7c-df455c4266b8/content

Organización de las Naciones Unidas. (2022). *Peligros hidrometeorológicos*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://wrd.unwomen.org/: https://wrd.unwomen.org/explore/hazards#:~:text=Hydrometeorological%20hazards%20are%20of%20atmospheric,spells%3B%20and%20coastal%20storm%20surges.

Orozco Restrepo, G., & Guevara Arévalo, O. (2011). *Gestión Intrefrada del Riesgo de Desastres.* Medellin, Colombia. Obtenido de https://www.flacsoandes.edu.ec/sites/default/files/%25f/agora/files/gestion_integrada_del_riesgo_de_desastres_gabriel_orozco_oscar_guevara_usbctg_2011.pdf

Parejo, D. (2022). *Densidad Poblacional.* Obtenido de es.scribd.com: https://es.scribd.com/document/449230816/DENSIDAD-POBLACIONAL

Pérez, C. R., & García, A. M. (2022). *Zonificación de los Riesgos*. Obtenido de https://terraegeoconsulting.es/: https://terraegeoconsulting.es/mapas-de-riesgos-y-zonificacion-de-los-riesgos/#:~:text=La%20zonificaci%C3%B3n%20de%20riesgos%20es,urbana%20y%20el%20desarrollo%20sostenible.

Quiroz, F. (04 de Junio de 2025). *Áreas Naturales Protegidas*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de www.gob.mx: https://www.gob.mx/conanp/documentos/areas-naturales-protegidas-278226#:~:text=Son%20%C3%A1reas%20destinadas%20a%20la,naturales%20localizados%20en%20terrenos%20forestales.

Reyes, P. S. (2018). *Deslizamientos. Análisis geotécnico, volumen I.* Recuperado el 16 de Junio de 2025, de efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/file: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/file:///C:/Users/USER/Downloads/57-Texto%20del%20art%C3%ADculo-291-1-10-20200908.pdf

Rioja, U. I. (18 de Abril de 2024). *https://www.unir.net/revista/ingenieria/riesgos-ambientales*. Obtenido de www.unir.net: https://www.unir.net/revista/ingenieria/riesgos-ambientales/#:~:text=Riesgos%20ambientales%20naturales.,de%20r%C3%ADos%20o%20las%20avalanchas.

Rioja, U. I. (18 de Abril de 2024). *Riesgos ambientales: qué son, tipos y evaluación*. Recuperado el 20 de Junio de 2025, de unir.net: https://www.unir.net/revista/ingenieria/riesgos-ambientales/#:~:text=Riesgos%20ambientales%20naturales.,de%20r%C3%ADos%20o%20las%20avalanchas.

Rodriguez, G. (7 de Agosto de 2025). *Tipos de Deslizamientos de Tierra según el USGS*. Obtenido de https://www.centrogeotecnico.com: https://www.centrogeotecnico.com/blog-geotecnia-geomecanica/tipos-de-deslizamientos-de-tierra-segun-el-usgs.html

Ruiz, J. A. (3 de agosto de 2025). *Shindo: una escala especial para Japón*. Obtenido de https://japon-secreto.com: https://japon-secreto.com/intensidad-terremotos-forma-de-medirla/

Sepa. Asturias. (2024). *Riesgos Naturales*. Obtenido de https://www.112asturias.es: https://www.112asturias.es/v_portal/apartados/apartado.asp?te=77

Servicio Nacional de Gestión de Riesgos y Emergencias. (Enero de 2022). *Lineamientos para la gobernanza de la gestión del riesgo de desastres en los Gobiernos Autónomos Descentralizados Municipales y Metropolitanos.* Recuperado el 16 de Junio de 2025, de gestionderiesgos.gob.ec: https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2022/02/LineamientosGobernanzaGAD_24012022.pdf

Sieron, K. (2025). *VULCANISMO*. México. Recuperado el 16 de Junio de 2025, de https://www.uv.mx/apps/vulcanismo/

Soporte de Minitab. (2025). *¿Qué es una prueba de hipótesis?* Obtenido de https://support.minitab.com: https://support.minitab.com/es-mx/minitab/help-and-how-to/statistics/basic-statistics/supporting-topics/basics/what-is-a-hypothesis-test/

Sposob, G. (1 de Febrero de 2025). *Densidad de población*. Recuperado el 20 de Agosto de 2025, de concepto.de: https://concepto.de/densidad-de-poblacion/

Suárez, E. (25 de Septiembre de 2024). *Método inductivo y deductivo*. Obtenido de https://expertouniversitario.es: https://expertouniversitario.es/blog/metodo-inductivo-y-deductivo/#toc_Metodo_deductivo

Superintendencia de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo. (7 de septiembre de 2021). *El PDOT: qué es, cómo y cuándo formularlo*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://www.sot.gob.ec: https://www.sot.gob.ec/2021/09/07/el-pdot-que-es-como-y-cuando-formularlo/

Sybing, R. (2025). *Análisis Cualitativo | Definición, Pasos y Ejemplos*. Obtenido de https://atlasti.com: https://atlasti.com/es/research-hub/analisis-cualitativo#:~:text=El%20an%C3%A1lisis%20cualitativo%20consiste%20en,experiencias%20e%20interacciones%20humanas%20complejas.

Universidad de Granada. (2025). *Microzonificación Sísmica y Efectos de Sitio*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://masteres.ugr.es/: https://masteres.ugr.es/geomet/informacion/documentos/historico-guias-docentes/microzonificacion#:~:text=Este%20proceso%20consiste%20en%20subdividir,%2C%20asentamientos%2C%20etc.).

Universidad Internacional de La Rioja. (18 de Abril de 2024). *Riesgos ambientales: qué son, tipos y evaluación*. Obtenido de www.unir.net: https://www.unir.net/revista/ingenieria/riesgos-ambientales/#:~:text=Riesgos%20ambientales%20naturales.,de%20r%C3%ADos%20o%20las%20avalanchas.

Universidad Nacional Autónoma de México. (2015). *¿Qué es la vulnerabilidad?* Recuperado el 20 de Junio de 2025, de https://archivos.juridicas.unam.mx: https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/10/4872/5.pdf

Universidad Nacional Autónoma de México. (06 de Noviembre de 2017). *¿Qué es la ceniza volcánica?* Recuperado el 24 de Junio de 2025, de gob.mx: https://www.gob.mx/cenapred/articulos/que-es-la-ceniza-volcanica

Veloz, D., Ojeda, M., Moreno, D., & Del Pozo, J. (18 de Octubre de 2024). *Susceptibilidad a deslizamientos traslacionales en Ecuador causados por cambios en la permitividad eléctrica de suelos Andepts utilizando un radar*

definido por software para su detección. Recuperado el 16 de Junio de 2025, de mdpi.com: https://www.mdpi.com/2673-4834/5/4/35

Vemus, D. (09 de Enero de 2017). *Partes de Unn Deslizamiento.* Obtenido de es.scribd.com: https://es.scribd.com/document/336042038/partes-de-unn-deslizamiento-docx

Villacís, E. V. (Junio de 2023). *Plan de Ordenamiento Territorial Del Cantón Pelileo.* Recuperado el 16 de Junio de 2025, de es.scribd.com: https://es.scribd.com/document/780500818/Plan-Ordenamiento-Territorial-pelileo?utm_source=chatgpt.com

Vladimir Tarakanov. (23 de Abril de 2024). *¿Qué es la erosión del suelo? ¿Cómo se puede estudiar y mitigar con técnicas nucleares?* Recuperado el 24 de Junio de 2025, de www.iaea.org: https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo#:~:text=La%20erosi%C3%B3n%20es%20un%20proceso,para%20el%20cultivo%20de%20alimentos.

Zero Risk. (9 de Julio de 2021). *Clasificación de los riesgos*. Recuperado el 24 de Junio de 2025, de https://zerorisk2030.com: https://zerorisk2030.com/riesgos/

ANEXOS

Anexo 1

Hoja de *ruta aplicada en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero*

Hoja de ruta								
Provincia Tungurahua		Gobierno Autónomo Descentralizado del cantón						
Identificación de amenazas de origen natural		ASPECTOS FISICOS		topografía	Montañas,Colinas,Llanuras			
				Clima				
				Hidrografía				
		Cantón: Baños, Patate, Pelileo, Quero			N° de parroquias: _____			
		Frecuencia		Parroquias Afectadas	Intensidad	Tipos de Afectaciones		Magnitud
Amenazas Geológicas	Terremotos	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
	Actividad Volcánica – Caída de Ceniza	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
	Deslizamientos de tierra	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
Amenazas Hidrológicas	Desbordamiento de los ríos	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
	Granizo	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
	Inundación – Lluvias Fuertes	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
Amenazas Climáticas	Sequias	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
	Olas de Calor	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
	Olas de frio	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta
Amenazas Biológicas	Plagas	Anual	trianual	Urbano	Baja	Humanas	Ambientales	Baja
		Decenal	Centenal	Rural	Moderada	Físicas	Sociales y culturales	Moderada
		Bianual	Eventual		Alta	Económicas	Tecnológicas	Alta

Anexo 2

Encuestas aplicadas a la población de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

Objetivo: Identificar zonas de riesgo natural en los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero, con el objetivo de fortalecer la planificación territorial y la gestión del riesgo.

Dirigido: A las familias de los cantones Baños, Patate, Pelileo y Quero

Instrucciones: Les solicitamos respondan de forma honesta y basada en su experiencia familiar, considerando sus necesidades y realidades específicas.

1. **¿Cuántas personas viven habitualmente en su vivienda, incluyendo niños y adultos, su edad y sexo?**

PERSONAS	EDAD	SEXO
Vive solo/a (1 persona)		
2 personas		
3 personas	41 - 37 - 8	H - 2 M
4 personas		
5 personas		
6 o más personas		

2. **¿Cuál es el nivel más alto de instrucción que ha alcanzado?**
   a) Primario
   b) Secundario
   c) Superior
   d) Posgrado
   e) Doctorado
   f) Ninguno
3. **¿Su empleo es en el sector público o privado?**
   a) Publico
   b) Privado
4. **¿Cuánto es su ingreso mensual aproximado?**
   a) $100 - $500
   b) $500 - $1000
   c) $1000 - 2000
   d) $2000- $ 5000
   e) Más de $ 5000
5. **¿Realiza alguna actividad económica sin contrato formal?**
   a) Si
   b) No

6. **De las siguientes actividades mencionadas a continuación señale con una X a la que realiza actualmente.**

   a) Agricultura
   b) Ganadería
   c) Textil y confección
   d) Comercio
   e) Turismo

7. **¿Qué tipo de agua recibe su vivienda?**

   a) Potable
   b) Clorada
   c) Entubada
   d) De pozo
   e) Ninguna

8. **¿Cuenta su barrio o comunidad con un sistema de alcantarillado o drenaje adecuado?**

   a) Si
   b) No

9. **¿En caso negativo, ¿cómo maneja las aguas residuales?**

   a) Pozo séptico
   b) Canal abierto
   c) Otro

10. **¿Cuál es la forma actual de disposición final de los residuos?**

    a) Entierran
    b) Queman
    c) Carro Recolector
    d) Otro

11. **¿Qué tipo de pendiente caracteriza el terreno de su comunidad o vivienda?**

    a) Pendiente pronunciada
    b) Pendiente moderada
    c) Pendiente leve
    d) Terreno plano o casi plano

12. **¿Con qué regularidad ocurren lluvias intensas que causan deslizamientos?**

    a) Frecuente
    b) Ocasional
    c) Rara vez
    d) Nunca

13. **¿Está su vivienda o comunidad cerca o más de 500 metros de un río, lago o cuerpo de agua?**

    a) Sí
    b) No

14. ¿Señale con una (X) la distancia aproximada entre su vivienda y el volcán Tungurahua?

a) Menos de 10 km
b) 10-30 km
c) Más de 30 km

15. ¿Está familiarizado con el nivel de alerta volcánica actual en su región?

a) Si
b) No

16. ¿Su comunidad se encuentra en una zona identificada como vulnerable a caída de ceniza?

a) Sí
b) No

17. ¿Ha experimentado su comunidad sismos significativos en los últimos 10 años?

a) Sí
b) No

18. ¿Las casas y edificios cercanos cumplen con normas sismo resistentes?

a) Sí
b) No
c) No sabe

Gracias por su colaboración

Anexo 3
Encuesta aplicada en el Cantón Baños
Fecha; 18/06/2025









Encuestas aplicadas en el cantón Baños, para poder obtener la información necesaria para el análisis de resultados y la base de datos, para poder obtener el objetivo 1 y los mapas de riesgos.

Anexo 4
Encuesta aplicada en el Cantón Patate
Fecha; 23/06/2025









Encuestas aplicadas en la segunda salida para la obtención de información, para la realización de la base de datos y mapas de riesgos en el cantón Patate.

Anexo 5
Encuesta aplicada en el Cantón Pelileo
Fecha: 28/06/2025









Encuestas aplicadas en el cantón Pelileo para poder obtener la información necesaria para el análisis de resultados y la base de datos, para poder obtener el objetivo 1 y los mapas de riesgos.

Anexo 6
Encuesta aplicada en el Cantón Quero
Fecha: 01/07/2025









Encuestas aplicadas en la segunda salida para la obtención de información, para la realización de la base de datos y mapas de riesgos en el cantón Quero.