

UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL SER HUMANO

ESCUELA DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TRABAJO DE TITULACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERÍA EN ADMINISTRACIÓN PARA DESASTRES Y GESTIÓN DEL RIESGO

TEMA:

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN DEL RÍO LIMÓN, EN EL RECINTO PURUHUAY, CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO OCTUBRE 2023 – FEBRERO 2024

AUTORES:

DEISY ARELYS GAVILÁNEZ RAMÍREZ

ELVIA NARCISA QUILLE MILAN

DIRECTOR DEL PROYECTO

ING. JOSE ABELARDO PAUCAR CAMACHO PH.D.

GUARANDA – ECUADOR

2023 - 2024

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

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

Guaranda, 16 de abril del 2024.

El suscrito Ingeniero Abelardo Paucar Camacho. PhD, tutor del Proyecto de Investigación Pre-Grado de la carrera Ingeniería de Administración para Desastres y Gestión del Riesgo de la Universidad Estatal de Bolívar, en calidad de Docente – Tutor.

CERTIFICA:

Que el proyecto de investigación titulado: "ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN DEL RIO LIMÓN, EN EL RECINTO PURUHUAY, CANTÓN ECHEANDIA, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO OCTUBRE 2023 – FEBRERO 2024"; realizado por las señoritas: Deisy Arelys Gavilánez Ramírez y Elvia Narcisa Quille Milan 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 verdad.

Ing. Abelardo Paucar Camacho. PHD.
DIRECTOR DE TRABAJO DE TITULACIÓN

UEB | UNIVERSIDAD ESTATAL DE BOLÍVAR

BIBLIOTECA GENERAL

DERECHOS DE AUTOR

Nosotros **Deisy Arelys Gavilánez Ramírez** y **Elvia Narcisa Quille Milan** portador/res de la Cédula de Identidad No **0250250750** y **1207034305** en calidad de autor/res y titular/es de los derechos morales y patrimoniales del Trabajo de Titulación:
Análisis de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación del río Limón, en el recinto Puruhuay, cantón Echeandía, provincia Bolívar, periodo octubre 2023 – febrero 2024, modalidad presencial, 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 nuestro favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

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

Los autores declaran 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.

Deisy Arelys Gavilánez Ramírez

Elvia Narcisa Quille Milan

DEDICATORIA

Este trabajo se lo dedico en primera instancia a Dios, por permitirme cumplir cada una de mis metas, a mi madre, a mi esposo y a mi hijo, quienes han estado en cada proceso de mi vida profesional apoyándome constantemente.

Arelys Gavilánez Ramírez

Primeramente, agradecido con mi padre celestial, por haberme permitido culminar con éxito este proceso. A la Universidad Estatal de Bolívar por dar la oportunidad de formar profesionales, a los docentes de la Escuela de Administración para Desastres y Gestión de Riesgo que, con sus enseñanzas, valores nos guiaron para salir adelante. Agradecemos infinitamente al Ing. Abelardo Paucar nuestro tutor que nos brindó su conocimiento que fue un apoyo fundamental para culminar con éxito nuestro trabajo de titulación.

Narcisa Quille Milán

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por regalarme la vida, salud, sabiduría, fortaleza y por guiarme por un buen camino y no soltarme a pesar de los problemas que se me presentaron en mi vida profesional.

Un agradecimiento infinito a mi esposo *EDISON SEGURA* a mi hijo *ANDERSON SEGURA* y a mi madre *NEYDA RAMÍREZ*, por ser el pilar fundamental y confiar en mí, siendo un apoyo incondicional, moral, económico y el apoyo constante que me brindaron durante toda la trayectoria universitaria y siempre estar presente en los momentos buenos y malos.

A mi compañera de tesis *NARCISA QUILLE* que siempre estábamos luchando por esta meta final, a mi tutor de tesis *ABELARDO PAUCAR* el que nos ayudó en esta trayectoria.

ARELYS GAVILÁNEZ RAMÍREZ

En primer lugar, dedico a Dios, por darme la vida y permitir cumplir cada una de mis aspiraciones a mis padres y hermanos que han estado en apoyo constante en mi proceso del estudio, a mi esposo que ha estado ahí apoyándome en cada paso que he dado, a mi hijo, Elian que ha sido el principal motor en esta etapa de culminación de este proyecto.

NARCISA QUILLE MILAN

TEMA

ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS EXPUESTOS ANTE LA AMENAZA DE INUNDACIÓN DEL RÍO LIMÓN, EN EL RECINTO PURUHUAY, CANTÓN ECHEANDÍA, PROVINCIA BOLÍVAR, PERIODO OCTUBRE 2023 – FEBRERO 2024.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR II

AUTORÍA III

DEDICATORIA IV

AGRADECIMIENTO V

TEMA VI

ÍNDICE GENERAL VII

ÍNDICE DE TABLAS IX

RESUMEN XI

INTRODUCCIÓN 14

1. CAPÍTULO I: PROBLEMA 16

1.1. Planteamiento del problema 16

1.1 Formulación del problema 17

1.2. Objetivos 18

1.3. Justificación 18

1.4. Limitaciones 19

2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO 21

2.1. Marco referencial 21

2.2. Antecedentes de la investigación 22

2.3. Bases teóricas 25

2.4. Marco Legal 48

2.5. Definición de términos 53

2.6. Sistemas de Variables 57

3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO 60

3.1. Nivel de Investigación 60

3.2. Diseño de la investigación 60

3.3. Población y Muestra 61

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos 61

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos 62

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS 67

4.1. Resultado del objetivo 1 67

4.2. Resultado del objetivo 2 83

4.3. Resultado del objetivo 3 96

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 100

4.4. Conclusiones 100

4.5. Recomendaciones 101

5. Bibliografía 102

6. Anexos 108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Factores climáticos del cantón Echeandía.....40

Tabla 2 Datos de precipitación del cantón Echeandía.....41

Tabla 3 Sistema de energía eléctrica del cantón Echeandía.....47

Tabla 4 Sistema vial……..…48

Tabla 5 Variable independiente : Amenaza de inundación.....58

Tabla 6 Variable dependiente: Elementos expuestos.....59

Tabla 7 Criterios para niveles de inundación ……64

Tabla 8 Características morfológicas de microcuenca.....67

Tabla 9 Cálculo de intensidades de precipitación……..69

Tabla 10 Variables para calcular el tiempo de concentración…….....70

Tabla 11 Cálculo de tiempo de concentración 70

Tabla 12 Cálculo de CN a partir de usos de suelo de la microcuenca del río Limón…...70

Tabla 13 Cálculo de precipitación total.....72

Tabla 14 Cálculo de escorrentía directa 72

Tabla 15 Cálculo del coeficiente de escorrentía acumulada 73

Tabla 16 Calculo de coeficiente de ajuste.....73

Tabla 17 Cálculo de caudales máximos del río Limón 74

Tabla 18 Nivel de amenaza 77

Tabla 19 Nivel de amenaza zonas de inundación recinto Puruhuay 80

Tabla 20 Exposición de familias ante la amenaza de inundación Tr 50 años 84

Tabla 21 Exposición de viviendas ante la amenaza de inundación Tr 50 años.....86

Tabla 22 Exposición elementos esenciales ante amenazade inundación Tr 50 años 88

Tabla 23 Exposición de familias ante la amenaza de inundación Tr 100 años 90

Tabla 24 Exposición de viviendas ante la amenaza de inundación Tr 100 años.....92

Tabla 25 Exposición elementos esenciales ante amenazade inundación Tr 100 años.....94

Tabla 26 Medidas de reduccion de las familias ante la amenaza de inundación 96

Tabla 27 Medidas estructurales para mitigar las consecuencias de las viviendas 97

Tabla 28 Presupuesto 111

ÍNDICE DE FIGURAS

Ilustración 1 Mapa de ubicación del Recinto Puruhuay 21

Ilustración 2 Ciclo hidrológico del agua**.**.....28

Ilustración 3 Inundación en Ecuador 31

Ilustración 4 Cartografía de peligrosidad de Inundación.....34

Ilustración 5 Mapa de precipitación del cantón Echeandía 42

Ilustración 6 Mapa de movimientos en masa del cantón Echeandía 44

Ilustración 7 Mapa de ubicación de la Microcuenca del río Limón 68

Ilustración 8 Modelamiento de Calados y Velocidades 75

Ilustración 9 Modelamiento de Calados Velocidades 76

Ilustración 10 Mapa de amenaza de inundaciones 79

Ilustración 11 Mapa de niveles de amenaza para tiempo de retorno de 100 año**s**.....82

Ilustración 12 Mapa de exposición de familias del recinto Puruhuay.....85

Ilustración 13 Mapa de exposicion de viviendas ante la amenaza de inundacion.....87

Ilustración 14 Mapa de elementos expuestos ante la amenaza de inundacion 89

Ilustración 15 Mapa de exposición de familias ante la amenaza de inundacion 91

Ilustración 16 Mapa exposicion de viviendas ante la amenaza de inundacion.....93

Ilustración 17 Mapa de exposición de los elementos esenciales 95

RESUMEN

El presente proyecto de investigación denominado “Análisis de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación del río Limón en el recinto Puruhuay, cantón Echeandía, provincia Bolívar, periodo octubre 2023 – febrero 2024”, tiene como finalidad identificar la zona de amenaza de inundación mediante el modelamiento hidráulico - hidrológico(método racional), (software IBER) y la representación cartográfica (software ArcGIS), analizar los elementos expuestos ante la amenaza del río Limón, por último, proponer medidas de reducción de riesgos, se aplicó una metodología mixta de enfoque (cualitativo y cuantitativo), descriptiva y de campo para recolección de datos y análisis de los diferentes objetivos. Para el cumplimiento del primer objetivo se calculó los caudales máximos para los periodos de retornos de 50 y 100 años de la microcuenca del río Limón, mediante un MDT y una imagen satelital bajada de ALOS PALSAR de la NASA, para el segundo objetivo se elabora una ficha para recolección de datos para poder estratificar los elementos expuestos a la amenaza de inundación.

Se obtuvo como resultado en el área de influencia del río Limón del recinto Puruhuay en su orden predomina las zonas de inundación con niveles de amenaza alta media y baja; con respecto a los elementos expuestos, aproximadamente el 19% de familias en las que se incluyen niños, mujeres embarazadas, personas con discapacidad y personas de la tercera edad están en una zona de amenaza alta, de igual manera se incluye elementos esenciales que están en la zona de inundación entre ella está el 19% edificaciones, cancha deportiva, iglesia y puestos de ventas de frutas; además, se incluye una propuesta con medidas estructurales y no estructurales para proteger a la población y a las infraestructuras expuestas a la zona de amenaza, lo cual debe ser liberado por el gobierno local, con apoyo de las instituciones y la comunidad.

Summary

The present research project entitled "Analysis of the elements exposed to the flood threat of the Limón river in the Puruhuay area, Echeandía canton, Bolívar province, period October 2023 - February 2024", the purpose of this study is to identify the flood hazard zone by means of hydraulic-hydrological modeling (rational method), (IBER software) and cartographic representation (ArcGIS software), and to analyze the elements exposed to the Limón river hazard, finally, to propose risk reduction measures, a mixed methodology (qualitative and quantitative), descriptive and field approach was applied for data collection and analysis of the different objectives. In order to meet the first objective, the maximum flows for the 50 and 100-year return periods of the Limón River microbasin were calculated using a DTM and a satellite image downloaded from NASA's ALOS PALSAR, for the second objective, a data collection sheet was prepared to stratify the elements exposed to flood hazards.

As a result, the area of influence of the Limón river in the Puruhuay area is dominated by flood zones with high, medium and low levels of threat, with respect to the exposed elements, in addition, approximately 19% of families, including children, pregnant women, people with disabilities and the elderly, are in a high threat zone, as well as essential elements that are in the flood zone, including 19% of buildings and sports fields, in addition, a proposal is included with structural and non-structural measures to protect the population and infrastructure exposed to the threat zone, which should be released by the local government, with the support of institutions and the community.

INTRODUCCIÓN

En el Ecuador, los fenómenos hidrometeorológicos, especialmente las inundaciones, han causado desastres significativos como: pérdidas humanas, daños a las infraestructuras y costos económicos. En particular las inundaciones relacionadas con ciclones tropicales se han convertido en uno de los eventos más devastadores en toda la región que requieren una comprensión profunda y estrategias efectivas para la mitigación y adaptación. Además, se prevé que estos desastres empeoren debido al cambio climático.

Este estudio se centra en el análisis de los elementos de la amenaza de inundación del río Limón, con el objetivo de comprender la interacción y el impacto de diversos elementos esenciales de la población. Se empleó el método hidráulico e hidrológico para obtener el área propensa a inundaciones y evaluar la exposición de elementos expuestos, tales como: familias, viviendas, vías, sistema eléctrico y grupos vulnerables. Este estudio permitió comprender con mayor detalle los riesgos asociados con las inundaciones y contribuye al establecimiento de estrategias efectivas de gestión de riesgos para proteger a la comunidad e infraestructura local.

La investigación se centra en el análisis del desbordamiento del río Limón que tiene influencia en el recinto Puruhuay del cantón Echeandía, que está expuesta a posibles crecidas que pueden provocar inundaciones con afectaciones a la población, infraestructura y medios de vida.

El documento está estructurado de la siguiente manera

Capítulo 1.- En esta parte se establece el problema, planteamiento del problema, objetivos, justificación, y las limitaciones de la investigación.

Capítul3o 2.- Marco teórico, se parte del marco referencial, antecedentes investigativos, base teórica de los fundamentos de la investigación, además se incluye el contexto territorial, base legal, glosario de términos y de la misma manera se planteó la operacionalización de las variables dependientes independientes.

Capítulo 3.- En esta parte se presenta el marco metodológico, diseño de la investigación, tipo de estudio, población y muestra y las técnicas e instrumentos de recolección de datos y por último las técnicas de procesamiento y recolección de datos.

Capítulo 4.- Resultados alcanzados según los objetivos planteados, se presenta resultados del objetivo 1: identificar el área susceptible a inundación en la zona de estudio mediante el método hidráulico – hidrológico; resultado del objetivo 2: determinar el nivel de exposición de las familias, edificaciones, sistema vial, sistema eléctrico, sistema de agua que se encuentra expuesta ante la amenaza de inundación en el área de estudio; resultado del objetivo 3: establecer medidas de reducción de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación.

Capítulo 5.- En este capítulo se presentan las conclusiones y las recomendaciones y finalmente se concluye con la bibliografía y anexos.

1. CAPÍTULO I: PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

El nivel de daño que puede suscitarse en el recinto Puruhuay, cantón Echeandía frente a una inundación con respecto a los factores físico estructural y socioeconómico, se ven reflejados en las pérdidas humanas o materiales definidas como desastres, ocasionando graves afectaciones naturales, sociales y económicas en las zonas más vulnerables y la alteración de la vida cotidiana de sus habitantes, siendo afectada en sus vías de comunicación, y en su producción económica.

En el Ecuador los desastres siguen ocasionando daños considerables, un claro ejemplo son las inundaciones que en el presente año han sucedido, desde el 29 de enero del 2024 varios eventos en 165 cantones y 462 parroquias, entre los eventos que más impacto han tenido son las inundaciones en las siguientes provincias como: El Oro, Manabí, Los Ríos, Cotopaxi, Santa Elena, Guayas y Bolívar (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2024).

La provincia Bolívar se ha evidenciado la afectación considerable de eventos por inundación, para hacer énfasis se tuvo que declarar en emergencia para los cantones de Chimbo, Caluma y Echeandía, el cual han tenido un saldo de 1696 personas afectadas, viviendas, vías, medios de vida entre otros (Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos, 2024).

Las fuertes temporadas invernales que se han evidenciado en la provincia en el último año ha sido catastrófico, por lo tanto el cantón Echeandía está exento de sufrir este tipo de amenaza hidrometeoro lógico, este fenómeno hace que la población esté expuestas a riesgos inminentes, como en el sector de Puruhuay que se encuentra ubicado a riberas del río Limón el cual presenta un caudal muy fuerte en la temporada invernal por el cual arrastra material pétreo en grandes cantidades y que ocasiona el desbordamiento del río.

La falta de ordenamiento territorial en el recinto Puruhuay ha provocado que sus pobladores están ubicados en áreas expuesta a este tipo de amenaza, poniendo en riesgo a los habitantes, ya que estos sectores son susceptibles a inundarse.

La deficiente aplicación de la normativa de construcción donde se determinan las zonas de alto riesgo con sus respectivos mapas, ha generado desorden urbano y mala organización habitacional. El riesgo en muchos casos se manifiesta con familias que se asientan en dichas planicies, de tal manera que se identifica viviendas que pueden ser afectadas cuando se produzca algún evento de gran magnitud, mientras que el factor socioeconómico de la población es considerado como una condición asociada a la pobreza, la falta de conocimiento, la desprotección laboral y de salud.

La actividad humana influye como otro factor en las inundaciones por la tala de bosques en las cuencas altas y las expansiones del sector agrícola para sus cultivos que desprenden al suelo de su cobertura vegetal facilitando la erosión, todo este material es arrastrado por las fuertes lluvias hacia los ríos, aumentando su caudal y de esta manera el recinto Puruhuay como otros están expuesto a los efectos que estos factores producen.

Por lo tanto, dentro de esta investigación se hace un análisis de las deficiencias de las viviendas que se ubican en el margen del río Limón en una zona de riesgo al desastre y al mismo tiempo proponer una medida para reducir las pérdidas económicas en el recinto y que puedan ser tomadas en cuenta para las construcciones futuras de las viviendas.

1.1 Formulación del problema

¿Cuáles son los elementos expuestos ante la amenaza de inundación en el recinto Puruhuay del cantón Echeandía?

1.2. Objetivos

Objetivo General

Analizar los elementos expuestos ante la amenaza de inundación del río Limón para el establecimiento de medidas de reducción en el recinto Puruhuay, cantón Echeandía, provincia Bolívar, periodo octubre 2023 – febrero 2024.

Objetivos Específico

- Identificar el área susceptible a inundación en la zona de estudio mediante el método hidrológico- hidráulico
- Determinar el nivel de exposición de las familias, edificaciones, sistema eléctrico, que se encuentran expuestos ante la amenaza de inundación en el área de estudio
- Establecer medidas de reducción de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación

1.3. Justificación

En los últimos cinco años la etapa lluviosa en todo el Ecuador ha ocasionado grandes impactos negativos en la economía presentando pérdidas de cosechas, infraestructura vial, puentes, viviendas, en el sector agropecuario, así como, la afectación en el aspecto social de la población, principalmente el aspecto de salud, y es necesario implementar un proceso para determinar el nivel de afectación en el campo económico y social (Organización Panamericana de Salud, 2019)**.**

El presente proyecto de investigación se involucra directamente con la problemática presente y se la vincula con la comunidad para dar un aporte teórico-práctico con herramientas para reducir las inundaciones y además que motiven a la toma de decisiones de las autoridades

pertinentes y precautelar, salvaguardar la integridad de los habitantes, bienes e infraestructura en el recinto Puruhuay.

El estudio a realizarse presenta una estimación del aspecto físico estructural y socioeconómico por los efectos de las inundaciones en este sector, en las áreas donde es factible la determinación de las diferentes afectaciones, así como la recolección de la información que se efectuará en campo de la presente investigación.

Este tipo de evaluación estructural servirá para el diagnóstico del funcionamiento de las viviendas, ante situaciones de emergencias porque se encuentran localizadas en zonas inundables, tanto estructurales como funcionales, el mejoramiento en el sistema constructivo utilizado y las futuras construcciones de las edificaciones permitirá ser detectadas para reducir el riesgo ante estas situaciones de emergencia.

Las razones antes expuestas permiten emprender y desarrollar este trabajo que es de gran importancia y de interés para la sociedad, también, es un aporte significativo para el recinto en donde se realiza esta investigación. Lo que permitirá reducir el riesgo y contribuir con la seguridad de la población, de esta manera, tener una población capaz de crear capacidades para hacer frente en caso de presentarse el evento de inundaciones y otros eventos adversos.

1.4. Limitaciones

En el lapso de la investigación las principales limitaciones de la microcuenca del río Limón recinto Puruhuay cantón Echeandía son:

- ✓ Escasa información en el GAD del cantón Echeandía sobre la microcuenca del río Limón.
- ✓ Poca bibliografía del área de estudio
- ✓ Falta de información cartográfica actualizada del sector de estudio

- ✓ La información del PDOT del cantón Echeandía está desactualizada, por tal motivo se acudió a revisiones bibliográficas de sitios web o estudios realizados de otros sectores del cantón.

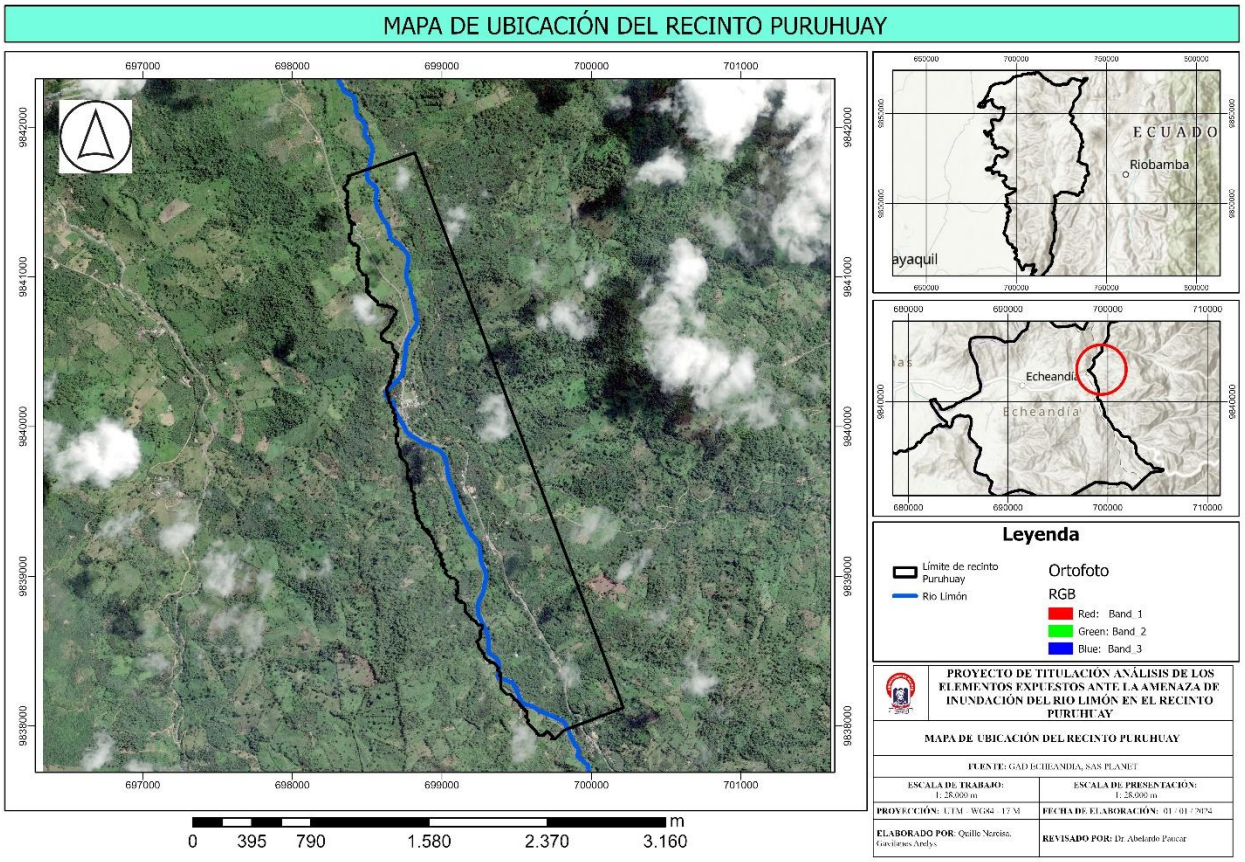
2. CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco referencial

El recinto Puruhuay se encuentra ubicado en el cantón Echeandía, provincia Bolívar, a una distancia de 5 km del centro poblado del cantón Echeandía con una extensión de 277 ha y una altitud de 860 m.s.n.m, presentando una temperatura 24° C, considerado como clima tropical húmedo (GAD Echeandìa, 2020).

Ilustración 1

Mapa de ubicación del Recinto Puruhuay



Nota. Se realizó el mapa de ubicación del recinto Puruhuay con los sistemas de información geográfica. Fuente: IGM-GAD Echeandía y SAS Planet 2024.

2.2. Antecedentes de la investigación

Los desbordamientos de ríos son ampliamente estudiados en la literatura científica y académica. Cuantiosas investigaciones se han realizado sobre esta amenaza en diferentes perspectivas, analizando impactos sociales, ambientales y económicos que puede producir cierta amenaza. Por ende, para el presente trabajo de investigación se acudió a revisar diferentes investigaciones realizadas sobre el tema de estudio ya sea internacional, nacional, provincial y cantonal.

2.2.1. Antecedentes Nacionales

Según la investigación realizada por la secretaría nacional de Gestión de Riesgos en el país se han registrado 4705 eventos de inundación desde 1970 causando grandes pérdidas y daños. Las provincias que han registrado mayores afectaciones son: Los Ríos, Bolívar, Esmeraldas, El Oro, Manabí, Pastaza, Cotopaxi y Guayas. A partir del 15 de febrero del 2023 las lluvias se han intensificado a nivel nacional registrándose 664 eventos peligrosos por lluvias en 148 cantones (SNGR, 2021).

En Ecuador experimenta inundaciones recurrentes y regulares, especialmente en las cuencas costeras bajas, las cuencas amazónicas y algunas cuencas de las cordilleras de los Andes

Estos datos muestran la importancia de la gestión de riesgos y la preparación para desastres en Ecuador y poder mitigar los efectos de las inundaciones.

Las principales inundaciones son las precipitaciones estacionales y el fenómeno ENOS (El Niño-Oscilación del Sur), la capacidad limitada de los sistemas de drenaje en las zonas urbanas, el represamiento de los ríos, la rotura o el desbordamiento de las presas y los embalses (Reliefweb, 2022).

2.2.2. Antecedente Provincial

En la provincia Bolívar se ha producido varios eventos de inundación como el 25 de mayo del 2023 debido a las intensas lluvias afectó varias viviendas y un puente de conexión dejando incomunicado, este evento se registró en cuatro cantones de la provincia: Guaranda, Caluma, Echeandía y las Naves (SNGR, 2021).

Es fundamental implementar soluciones a largo plazo para reducir los daños causados por las inundaciones, evitando asentamientos humanos en zonas inundables y preparar un plan integral de protección de las laderas de las montañas.

2.2.3. Antecedente Cantonal

En el cantón Echeandía, ubicado en la provincia Bolívar se encuentra en las estribaciones de la cordillera y su relieve montañoso y su sistema hidrológico que pueden contribuir a la ocurrencia de estos fenómenos, en este cantón se han suscitado eventos de inundación catalogados como leves. Es importante mencionar que estos sucesos están sujetos a las condiciones climáticas y geográficas de la región (SNGR, 2021).

Según (Robayo & Manobanda, 2017) en el estudio de “Evaluación de la resiliencia de los barrios Playita y Malecón, ante la amenaza de desbordamiento del río Soloma del cantón Echeandía, provincia Bolívar” aplicaron diferentes metodologías, entre ellas, la metodología de antecedentes para conocer las afectaciones anteriores y la metodología del PNUD 2021 y el manual de evaluación de resiliencia del 2011 mediante esta investigación se logró obtener resultados que permitieron conocer el nivel de resiliencia bajo de los barrios playita, malecón y las entidades de socorro.

El proyecto realizado por (Chavez, 2019) titulado “Evaluar la amenaza de inundación y su influencia en los centros poblados de (San José de Camarón) y de la microcuenca del río

Chazo Juan" donde se pudo conocer la amenaza de inundación y sus diferentes índices, niveles y zonas susceptibles en los centros poblados de San José de Camarón, se utilizó el método histórico, geomorfológico e hidrológicos, se obtuvo como resultados un nivel de amenaza de inundación alto para la población de San José de Camarón y un nivel medio a los cauces primordiales de la microcuenca, una vez reconocido los factores, índices, niveles, y las zonas de amenazas de inundación se planteó estrategias de reducción ante la amenaza latente, aplicando la matriz "FODA.

Por su parte, (Chimbo & Cáceres, 2017) en su trabajo de investigación "Evaluación de la vulnerabilidad físico estructural y socioeconómica de las áreas susceptibles a inundaciones del río Camarón, en el recinto San José de Camarón, cantón Echeandía", manifiestan que identificaron zonas afectadas por el evento, y al igual identificaron características físicas y tipologías de las formas del terreno con la metodología histórica, hidrológica e hidráulicos, geológicos y geomorfológicos con la herramientas HEC geoRAS 10.2.

Con el propósito de realizar la evaluación de los caudales formados por micro cuenca del río Chazo Juan como resultado se obtuvo el cálculo de los calados y velocidades asociados a un determinado periodo de retorno o la frecuencia de ocurrencia.

2.2.4. Antecedente del sector de estudio

Puruhuay, es un recinto perteneciente al cantón Echeandía con una población de 289 habitantes aproximadamente, limitada al norte cantón Las Naves, al sur cantón Caluma, al este cantón Guaranda provincia Bolívar y al oeste el cantón Ventanas provincia de los ríos.

La zona de estudio pertenece a la cuenca del río Tigriyacu, río Payacacao, el río Pitianbi y sus respectivos afluentes estos ríos son el río Limón que pasa por la orilla del recinto Puruhuay.

Por lo tanto, la intercepción de estos ríos llega a formar parte del sistema hidrológico del cantón Echeandía y forma la subcuenca del río Babahoyo y la cuenca del río Guayas.

Para conocer los antecedentes del recinto Puruhuay, se tomó en consideración la información extraída por medio de una entrevista a los moradores del recinto ya que no son registradas públicamente en redes sociales.

Según (Andrade, 2024)morador del recinto hace mención que el año 2010 el río Limón se desbordó debido al incremento del caudal afectando a unas 10 a 15 edificaciones y puestos de negocios de una manera moderada y de la misma manera perjudicando la red vial que conecta al cantón Guaranda con el cantón Echeandía.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Fundamentos de la amenaza de inundación

Amenaza de inundación. Es un fenómeno o actividad humana que puede ocasionar lesiones, muertes, daños a los bienes, daños ambientales, disrupciones sociales y económicas u otros efectos (CAPRADE, 2018).

2.3.2. Tipos de amenazas:

Amenazas naturales. asociadas predominantemente a procesos y fenómenos naturales (CAPRADE, 2018).

Amenazas antrópicas o de origen humano. Son provocadas de forma antrópica o predominante por las actividades humanas. Esta amenaza no involucra al riesgo de conflictos armados y otras situaciones de inseguridad o tensión social que están sujetas al derecho internacional humanitario y la legislación nacional (CAPRADE, 2018).

Amenazas socio – naturales. Se asocian a la combinación de factores antropógenos y naturales, con el cambio climático y la degradación ambiental (CAPRADE, 2018).

Cambio climático. Este fenómeno se debe a los procesos naturales internos o a cambios del forzamiento externo, o a los cambios persistentes antropogénicos en la composición de la atmósfera o en el uso de las tierras (CAPRADE, 2018).

2.3.3. Ciclo hidrológico

El ciclo hidrológico involucra un ciclo de transporte circulatorio e indefinido, este movimiento permanente del ciclo se debe a dos causas: la primera el sol que proporciona energía para elevar el agua (evaporación), la segunda la gravedad terrestre que hace que el agua condensada descienda (precipitación y escurrimiento). Se puede suponer que el ciclo hidrológico comienza con la evaporación del agua en los océanos. Bajo condiciones meteorológicas el vapor del agua se condensa para formar nubes, las cuales a su vez dan origen a la a las precipitaciones (Campos, 2017).

2.3.4. Los principales procesos implicados en el ciclo del agua

Evaporación. El agua se evapora desde la superficie del océano, hacia la superficie terrestre y sobre los organismos y sobre el fenómeno de transpiración de plantas y sudoración en animales.

Condensación. El agua se forma de vapor y se condensa formando las nubes, compuestas por pequeñas gotas de agua.

Precipitación. Cuando las gotas de agua forman las nubes y se enfrían precipitando a la condensación y uniéndose en gotas de aguas mayores que termina por precipitarse en la superficie terrestre debido a su peso, formándose en granizo y nieve. (OROMAPAS, 2021).

Infiltración. Esto sucede cuando el agua logra llegar al suelo, se incluye a través de los poros y pasa a ser parte de las aguas subterráneas. El agua que se infiltra circula por la superficie (escorrentía) dependiendo de la permeabilidad de la cobertura vegetal.

Escorrentía. Este término se refiere a los diversos medios por los que el agua líquida se desliza cuesta abajo por la superficie del terreno.

Circulación subterránea. Se produce a favor de la gravedad como la escorrentía superficial, de la que se puede considerar una versión.

Solidificación. Al disminuir la temperatura en el interior de una nube por debajo de o °C, el vapor de agua se congelan, arrojando nieve o granizo, la principal diferencia entre los dos significados en el caso de la nieve se trata de una consolidación del agua de la nube que se presenta por lo general a baja altura (OROMAPAS, 2021).

Los que envían agua a la atmósfera:

Evaporación (1)

Transpiración (5)

Evapotranspiración (3)

Los que tienen lugar en la atmósfera:

Condensación (2)

Precipitación (4)

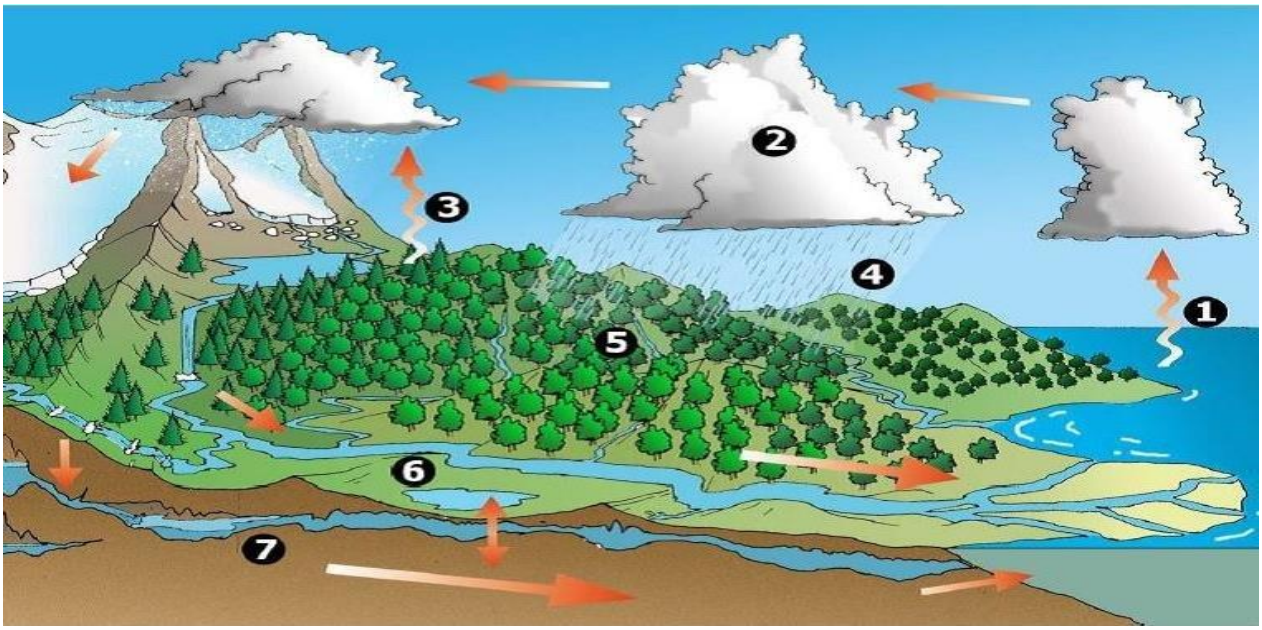
Los que tienen lugar en la superficie

Escorrentía (6)

Infiltración (7)

Ilustración 2

Ciclo hidrológico del agua.



Nota. Representación gráfica de los diferentes procesos del ciclo hidrológico del agua. Fuente: Augusto Exequiel Bellanich (2018).

2.3.5. Las inundaciones categorías, e impactos

Catástrofe. Es un evento cualitativo- cuantitativo que no es igual a los desastres. cuando existe una catástrofe en el área afectada geográficamente es de gran extensión, donde los organismos de la sociedad civil, organismos de respuestas y del gobierno son afectados y golpeadas *(CAPRADE, 2018).*

Desastre. Obstáculo en el funcionamiento de la comunidad o sociedad en diferentes escalas debido a la ocurrencia de los fenómenos que interaccionan con las condiciones de exposición, vulnerabilidad y capacidad, ocasionando impactos y pérdidas de vida, salud, materiales, económicos y ambientales *(CAPRADE, 2018).*

El Niño Oscilación del Sur. Es una compaginación compleja de Océano Pacífico y de la atmósfera global que da como resultado episodios cíclicos de los cambios en los patrones oceánicos y metrológicos en diferentes partes del mundo continuamente con los impactos

considerables durante varios meses, tales como alteraciones en el hábitat marino, precipitaciones, sequias, inundaciones y cambios de los patrones de las tormentas *(CAPRADE, 2018).*

Emergencia. Es un evento peligroso para las personas, para los servicios y bienes de la comunidad que requiere una respuesta inmediata y eficaz a través de las entidades locales *(SGR, 2018).*

Escenario. Es una perspectiva anticipada de lo que puede a ocurrir o hacerse real dicha amenaza en la comunidad que sea vulnerable, es espacio y tiempo donde se produce el riesgo sobre una comunidad o un sistema vulnerable, es el espacio y tiempo en donde los componentes del riesgo coinciden con la amenaza y la vulnerabilidad junto con la suposición de las posibles consecuencias de esta influencia (CAPRADE, 2018).

Estado de Alerta. Situación o etapa que es declarada por la SGR, con la finalidad de comunicar la probable ocurrencia de un desastre o emergencia, para los organismos operativos de emergencia que activen sus procedimientos de acción preestablecidos (SGR, 2018).

Evaluación de amenazas. Es el proceso que se puede determinar la posibilidad de un fenómeno físico se revele con un determinado grado físico se manifieste con un determinado grado de rigor, durante un tiempo definido en un área determinada. Representa la ubicación geográfica y la ocurrencia estimada de los probables eventos (SGR, 2018).

Evaluación del riesgo de desastres. Es el análisis de las posibles amenazas y la evaluación de las condiciones existentes de exposición y vulnerabilidad que podría causar daños a las personas, servicios, bienes y los medios de vida y el medio ambiente de la cual depende el enfoque cualitativo cuantitativo (SGR, 2018).

Evaluación de daños y análisis de necesidades. Es una metodología y herramienta para recolección de datos en el área de estudio para posteriores procesamientos de información

cualitativo cuantitativo, de la extensión, gravedad y localización de los efectos de un evento adverso. Propuesto para evaluar las necesidades que se valora en el proceso de toma de decisiones de todos los niveles de Gobiernos, por ende, se definirán las acciones a ejecutarse en los procesos de rehabilitación, propuestas, construcción (CAPRADE, 2018).

Factores subyacentes del riesgo de desastres: Proceso o condiciones, a menudo relacionados con el desarrollo, que influye en los riesgos de desastres al desarrollar los niveles de exposición de vulnerabilidad o disminuir la capacidad.

Gestión de riesgos de desastres: Es un proceso ordenado a utilizar en diferentes directrices administrativas, organizaciones, destrezas y aporte operativas a ejecutarse y poder fortalecer las capacidades de afrontamiento, con el fin de reducir el impacto adverso de las amenazas naturales (UNISDR, 2016).

Impacto del desastre: Es el resultado total de un acontecimiento peligroso o un desastre, junto con los efectos negativos y positivos, impactos económicos, ambientales y humanos; puede incluir muertes, lesiones, enfermedades y otros efectos negativos en el bienestar físico, social, y mental (SGR, 2018).

Infraestructuras vitales: conjuntos de estructuras físicas, redes, instalaciones y otros activos que nos proporcionan servicios precisos para el buen funcionamiento social y económico de una determinada comunidad o sociedad (CAPRADE, 2018).

Informes de Situación de eventos peligrosos (SIDREP): Documento oficial que se publica y actualiza periódicamente, el cual consolida información específica del evento peligroso, las necesidades generales y las acciones de respuesta ejecutadas.

Inundación. Según (Guajala, 2017), la inundación es un suceso causado por las precipitaciones, olas, mareas de tempestad o la falla de una estructura, impulsada por la presión, provocando una expansión en el nivel de la superficie libre del agua, de los cursos de agua o del propio océano, produciendo intrusión o entrada de agua en lugares donde normalmente no existe, causando daños a la población, la agroindustria, los animales y construcciones. Antes de la presencia del ser humano en el planeta, se mantenía un equilibrio en el medio físico.

Ilustración 1

Inundación en Ecuador



Nota. Evidencias fotográficas de las inundaciones ocurridas en Ecuador. Fuente: *(Anónimo, 2023)*

Mitigación. Disminución o reducción al mínimo de los efectos adversos de un suceso peligroso (SGR, 2018).

Monitoreo de amenazas y eventos peligrosos. Proceso sistemático que permite la observación, evaluación y retroalimentación de información de diversas situaciones relacionadas con el comportamiento de las amenazas o desencadenamiento de eventos peligrosos, obteniendo el resultado de datos de afectaciones y las afectaciones y las operaciones formadas por el Sistema Nacional Descentralizado de Gestión de Riesgos (SGR, 2018).

2.3.6. De acuerdo con el régimen de los cauces las inundaciones se dividen

Inundaciones de tipo aluvial (inundación lenta). Se origina cuando hay precipitaciones perseverantes dentro de una cuenca, por lo cual va generando un incremento paulatino de los caudales de los grandes ríos hasta superar la capacidad máxima de acumulación; en el cual se produce el desbordamiento y la inundación en las áreas planas del cauce principal. Las crecientes así producidas son inicialmente lentas y tienen una gran duración (Chimbo Angel, Caceres Cristhian, 2017).

Inundación torrencial. Se origina típicamente en ríos de montaña o cauces y es producido por lluvias intensas. El área de la cuenca que contribuye el cauce es pequeña y tiene fuertes pendientes. El crecimiento de los caudales se da cuando la cuenca recibe la acción de las tempestades durante determinadas épocas del año. Por lo que las crecientes suelen ser súbitas y de corta duración. Estas inundaciones causan muchos daños tanto a las construcciones como a la localidad por su carácter súbita (Chimbo Angel, Caceres Cristhian, 2017).

Inundación pluvial. Lluvias de alta intensidad pueden producir inundaciones en áreas urbanas y rurales. Este tipo de amenaza de inundación suelen ser peligrosas en aquellas situaciones que el sistema de drenaje de la ciudad este en mal estado *(Escudero Bueno, Morales Torres, Castillo Rodrigues, & Parales Momparler, 2010).*

Inundación fluvial. El caudal del río y cauces pueden desbordar los márgenes e inundar áreas urbanas. Sin embargo, las inundaciones de origen fluvial pueden estar asociadas a fenómenos de tormenta: conviene analizar diferentes fuentes de riesgos que las precipitaciones en cuencas situadas aguas arriba puedan ocasionar inundaciones, independientemente de la precipitación ocurrida en el área urbana. Además, otros procesos naturales como el deshielo

pueden derivar en importantes inundaciones fluviales (Escudero Bueno, Morales Torres, Castillo Rodrigues, & Parales Momparler, 2010).

2.3.7. Cuencas hidrográficas

Es una depresión en el terreno, rodeada por terrenos más altos, en lo cual converge el agua proveniente de precipitaciones o deshielos. Así el agua que alcanza las cuencas hidrográficas que desemboca al mar, río, laguna, océano u otros cuerpos de agua.

Según (Bordino, 2021) menciona que una cuenca hidrográfica se divide en tres partes:

Cuenca alta. Constituye la zona del nacimiento del río, el cual se desplaza por una gran pendiente.

Cuenca media. Corresponde a la zona de valle del río y ahí hay un equilibrio entre el material solido arrastrado por la corriente y el que se deposita.

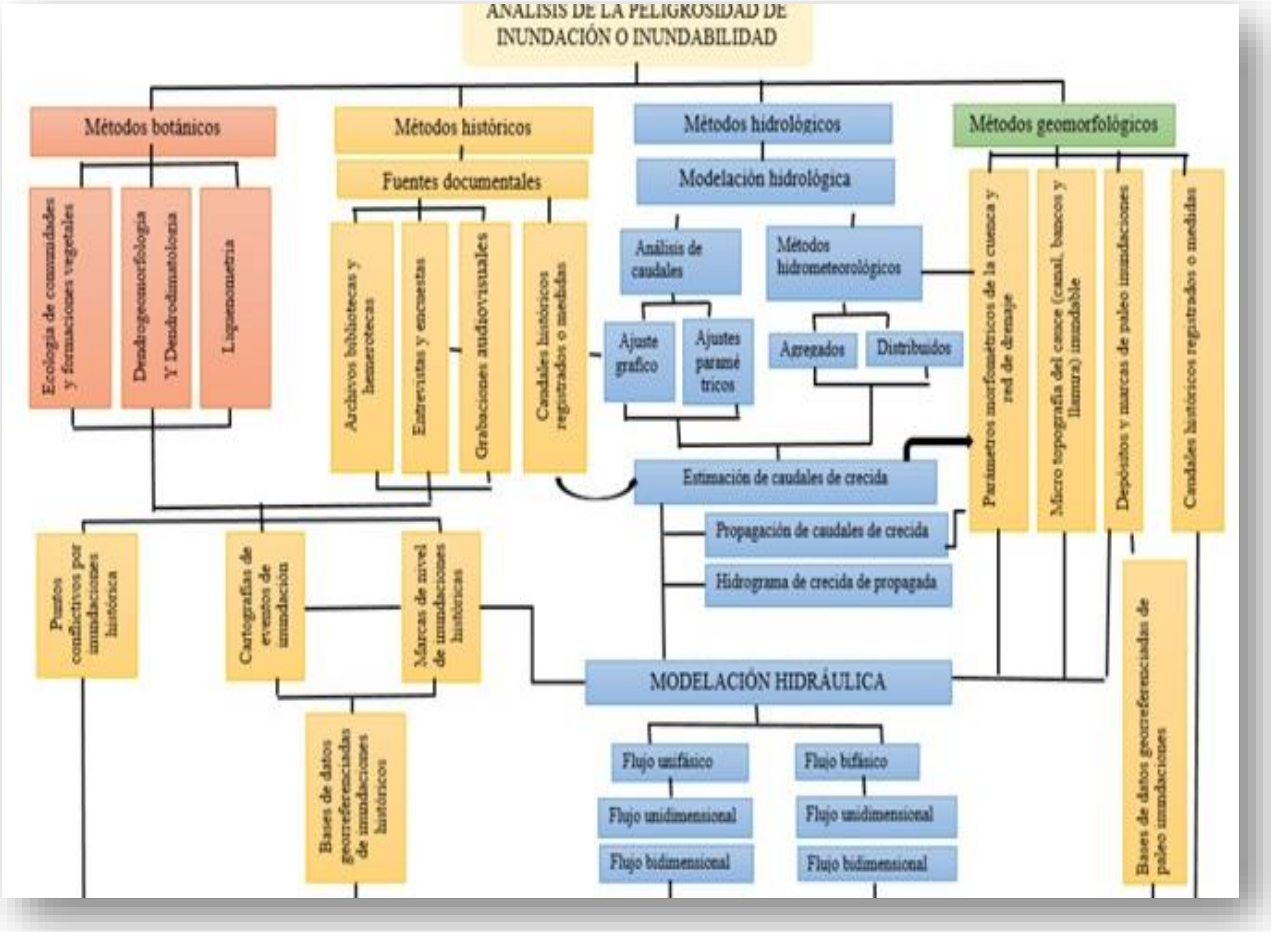
Cuenca baja. Es la zona baja del río la cual el material arrastrado a lo largo de la cuenca se deposita, producto de menor velocidad de la corriente. Por lo general en esta cuenca se presenta o se forman llanuras.

2.3.8. Métodos para evaluación de peligrosidad de amenaza de inundación

Para identificar las áreas de amenaza de inundación en el recinto Puruhuay se hace referencia a diversos métodos citar que puede agruparse en los siguientes; método histórico, hidrológicos - hidráulicos, geológicos y geomorfológicos y software del sistema de información geográfica (SIG).

Ilustración 2

Cartografía de peligrosidad de Inundación



Nota. Se observa un mapa geográfico del estudio y análisis de la inundación a partir de los diferentes métodos a utilizar. Fuente: Herrero, Huerta & Llorente. (2008).

Modelamiento hidrológico. El estudio hidrológico se encarga fundamentalmente determinar caudales característicos para los ríos. Existen diferentes alternativas para la estimación de los caudales característicos, desde los métodos estadísticos basados en ajustes sobre registros históricos de caudales, hasta modelos de lluvia-escorrentía de diferentes grados de complejidad. Es un proceso o fenómeno de origen atmosférico, que puede ocasionar la muerte u otros impactos a la salud al igual que daños a la propiedad *(Universidad Catòlica de Colombia, 2020).*

Modelamiento hidráulico. Este modelamiento ayuda a generar un pronóstico de niveles de agua en tiempo real. El modelo está realmente basado y distribuido en procesos de transformación lluvia-caudal y dispersión de escurrimiento superficial en forma cuasi-2D en ambientes rurales y urbanos.

La hidrología es la ciencia del agua, en el transcurso de su desarrollo la hidrología ha sido procesada de diferentes formas, una de ellas quizás más sencillas (Universidad Catòlica de Colombia, 2020).

2.3.9. Usos del Sistema de Información Geográfica en la Gestión de Riesgo

El uso del de este SIG cumple un papel importante en la actualidad como sistema de apoyo para los procesos de toma de decisiones y para planes de ordenamiento territorial ya sea en mitigación, prevención, y gestión de zonas vulnerables a desastres naturales.

SIG es una herramienta que se puede utilizar para identificar zonas vulnerables a través de mapas de riesgo; con esto se podría establecer o mejorar los procesos de tomas de decisiones. A través de estos mapas se podría establecer niveles aproximados de riesgos integrando factores de amenaza y vulnerabilidades que incluye aspectos sociales y económicos (Vallarino, 2014).

IBER. Software libre 2D. Es un modelo matemático bidimensional para la a simulación del flujo en ríos y estuarios desarrollados por la colaboración de diferentes centros de investigación, promovido por centro de estudios hidrográficos del CEDEX, este modelo se compone por diversos módulos los cuales son: módulo hidrodinámico, módulo hidrológico, módulo de turbulencia, módulo de transporte de sedimentos, módulo de calidad de agua (Daniela Romero, Daniel Gomez, 2021).

Podemos encontrar algunos campos de aplicación de IBER:

Simulación del flujo en la lámina libre en cauces naturales.

Evaluación de zonas inundables.

Cálculo de las zonas de flujo preferente

Cálculo hidráulico de encauzamientos.

Cálculo hidráulico de redes de canales en la lámina libre

Cálculo de corriente de maneras en estuarios.

Estabilidad de los sedimentos del lecho.

Procesos de erosión y sedimentación por transporte de material granular.

Para qué sirve el IBER. Se puede realizar gran cantidad de modelos numéricos con aplicación a la hidráulica y morfología fluvial. El cálculo del flujo en ríos, definición de zonas inundables, evaluación, de zonas de riesgo y delimitación de rutas de desagüe, donde el flujo es bidireccional, con sus respectivas aplicaciones fundamentales. Se incluye en sus posibilidades el transporte de sedimentos y transporte de fondos junto con el flujo de mareas en estuarios *(Urríes, 2013)***.**

¿Cómo se calcula en el software IBER?

El módulo hidrodinámico de Iber resuelve los equilibrios de agua en flujo libre para aguas poco profundas ``ecuaciones de St. Venant 2D``. Además, tanto en el modelo hidrodinámico, turbulencia y sedimentación, las ecuaciones se resuelven de forma integrada mediante el método de volúmenes finitos no estructurados con todas las ventajas que ellos conllevan (Urríes, 2013).

2.3.10. Medidas estructurales y no estructurales para la reducción de riesgo de inundación

Medidas estructurales. Cualquier cimentación física puede reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o las aplicaciones técnicas de ingeniería para adquirir la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas (UNISDR, 2016).

Medidas no estructurales. Cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación (UNISDR, 2016).

Código de construcción. Conjunto de reglamentos, ordenanzas y normas asociadas que tiene por objeto regular los aspectos del diseño, construcciones, modificaciones y ocupación de estructuras que son necesarios para velar la seguridad y el bienestar de los seres humanos, incluida la resistencia a los derrumbes y a los daños (CAPRADE, 2018).

2.3.11. Causas que genera una inundación

Actividades humanas. Las construcciones de los suburbios en diferentes sectores incitan que el suelo se cubra con una capa impermeable de concreto o asfalto, que no permite que las aguas lluvias penetran al suelo. Además, los escombros que se tiran en la vía o calles provocan el

taponamiento de las alcantarillas y ocasiona que su capacidad no sea insuficiente para conducir grandes volúmenes de agua *(Jerez, 2017)***.**

Cuando talamos árboles, arruinamos la cobertura vegetal del suelo. Al llover, el agua arrastra escombros hacia las partes bajas, tapando el drenaje y obstruyendo ríos y represas. Cuando se construyen viviendas cerca de los caudales y barrancas el caudal puede crecer y ante un desbordamiento puede destruirlas.

Exceso de precipitación.

Durante las épocas lluviosas (diciembre a marzo) puede presentarse fuertes precipitaciones, cuya principal fuente son masas de aire frio, conocidos como frentes fríos.

Fallas de obras hidráulicas.

Cuando colapsa una represa el agua almacenada sale rápidamente y suele ocasionar daños a la población ubicada en zonas bajas o aguas abajo.

2.3.12. Métodos para evaluar los elementos expuestos

Para el presente estudio de investigación se procede a implementar las siguientes metodologías entre ellas:

Metodología de Olga Lozano esta metodología permite analizar la vulnerabilidad y riesgo de las edificaciones en centros urbanos, se emplea después de contar con el diagnóstico físico y un estudio del centro urbano y la evaluación de la amenaza. Para el estudio de la vulnerabilidad ante inundaciones, se desarrolló dos metodologías:

Cualitativa. Caracterización de manzanas e indicadores críticos de las variables elegidas en el estudio, comparándolas con las zonas de amenazas a inundaciones, obteniendo niveles de vulnerabilidad y riesgo a la vez.

Heurística. Ponderación de cada variable seleccionada, según su categoría de inundaciones y asignación de un valor, a cada indicador de cada variable, según su nivel de criterios. Los niveles de vulnerabilidad de cada manzana quedan establecidos mediante rangos (Lozano, 2008).

Otra metodología que se pretende utilizar es sobre el Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador ya que ayuda al análisis de la vulnerabilidad global mediante componentes físicos, sociales, económicos y ecológicos mediante la observación directa de aspectos como ubicación, conservación y material de construcción de la viviendas; encuestas personales y descriptivas con el fin de recabar información acerca de la gestión de riesgos y pérdidas económicas y sistema de información geográfica (SIG), para el análisis cartográfico de los aspectos ecológicos del recinto (Bryan Burgos, Scarlet Cartaya, David Mero del Valle, 2019).

2.3.13. Aspectos físicos del sector

Relieve Montañoso

El relieve del Cantón Echeandía, se caracteriza por ser un relieve de montaña, lo que significa altas y escarpadas montañas. Y en menor porcentaje en especial el declive formado por el Río Sibimbe, el relieve presenta llanuras típicas de la Costa en una franja de no mayor a 50 metros de ancho *(GAD Echeandìa, 2020)***.**

Cordillera

Que constituye un sistema dual de alineaciones montañosas y colinosas, enlazadas entre sí (mayor a la serranía), zonas plegadas o en fase de plegamiento. En Echeandía, 6.534 Hectáreas, pertenecen al macro relieve de Cordillera, lo que representa el 28.16% del territorio (GAD Echeandìa, 2020).

Piedemonte

Son partes bajas de montañas y serranías hasta el punto de inflexión con el valle y la llanura. A este tipo de categoría pertenece la mayor parte del territorio, 12151.45 hectáreas, que representa el 52,36%, en la zona de transición entre la cordillera y la serranía, a los dos lados del Río Soloma, y río Limón del Carmen (GAD Echeandìa, 2020).

Serranía

Forman parte de un sistema montañoso, se compone de una alineación montañosa principal que sirve como eje de la misma y en algunos casos, de otras cordilleras montañosas de menor altitud. Echeandía, posee un relieve de estas características en una extensión de 4519,74 hectáreas que representa el 28,16%. Corresponde a la parte Norte del Cantón (GAD Echeandìa, 2020).

Pisos Latitudinales

Este rango altitudinal permite tener una ecología muy diversa en donde predomina el bosque muy húmedo pre montano que representa el 69,11% (GAD Echeandìa, 2020).

Tabla 1

Factores climáticos del cantón Echeandía

Bosque húmedo tropical
Bosque húmedo pre montano *Bosque muy húmedo pre montano*
Bosque muy húmedo montano bajo

Nota. Características de los diferentes factores climáticos que dispone el cantón Echeandía, van desde los tropical a muy húmedo. Fuente: *(GAD Echeandìa, 2020)*

Suelo. De acuerdo al (GAD Echeandìa, 2020) el Cantón Echeandía, presenta tres tipos de suelos: Inceptisol, Alfisol y Entisol, así como combinaciones entre sí.

En el Cantón Echeandía, la pendiente del suelo en su mayor porcentaje corresponde a pendientes fuerte colinas hasta abrupto montañoso, en un 80.5% y solo el 19,5% restante corresponde a pendiente plana y ligeramente ondulada. El suelo con una pendiente abrupta y montañosa, corresponde a 6,371.09 hectáreas, lo que equivale al 27,45% del territorio total (GAD Echeandìa, 2020) .

Clima. Mediante la información del (GAD Echeandìa, 2020), podemos manifestar que el clima que predomina el cantón Echeandía es tropical mega térmico húmedo, este tipo de clima se caracteriza por ser un cambio climático entre la sierra y las dos regiones que la limitan (Costa y Amazonía). Se presenta en altitudes de 500 y 1.500 metros sobre el nivel del mar, los niveles de lluvia anuales son de 2.000 a 4.000 mm y la lluvia es constante, creando una sola estación lluviosa. La temperatura varía según la altitud; la vegetación es casi selvática, bosques que lamentablemente están destruyéndose por la deforestación.

Tabla 2

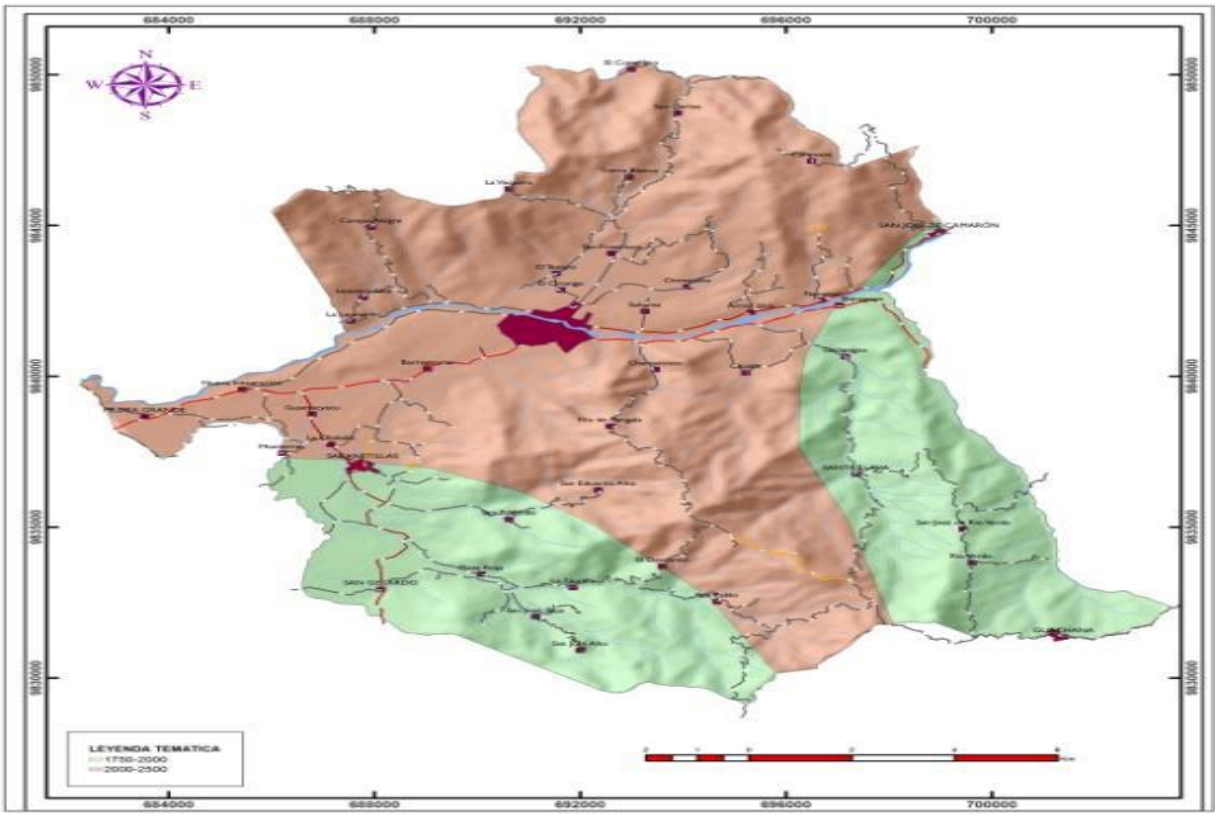
Datos de precipitación del cantón Echeandía

Descripción	***Rango***	***Hectáreas***	***Porcentaje***
Precipitación	1750 – 2000	4195.71	18.08
	1750 – 2000	3889.33	16.76
	2000 – 2500	15121.09	65.16

Nota. De acuerdo a los datos de rangos que van desde los 1750 a 2500 de precipitación del Cantón Echeandía. Fuente: *(GAD Echeandìa, 2020)*

Ilustración 3

Mapa de precipitación del cantón Echeandía



Nota. Mapa de precipitación donde indica el color naranja la mayor cantidad de precipitación de 2000 a 2500 mm anualmente, el color verde de 1500 a 2000. Fuente: Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial GADMCE.

2.3.14. Sistema Hídrico

Otro de los factores importantes del territorio, es el agua; su análisis es necesario para implementar políticas necesarias que permita el manejo, uso y la conservación de este recurso vital para el desarrollo humano productivo (GAD Echeandìa, 2020).

Echeandía al estar situado en una franja del subtrópico de la provincia Bolívar y en su mayor extensión su terreno es inclinado, las precipitaciones se escurren por quebradas que se convierten en riachuelos, esteros y ríos, y finalmente, al unirse entre ellos, forman ríos más grandes (GAD Echeandìa, 2020).

Entre los ríos más importantes está el río Oncebí que recoge aguas del río Runayacu y sus afluentes. En la parte central, el Sibimbe que acumula aguas de los ríos Chazo Juan, Limón, río Pitiambi, río Tesoro y sus respectivos afluentes. Y por el otro lado, el río las Piedras que recoge aguas de ríos, esteros y drenajes menores con sus respectivos afluentes. Estos ríos forman parte del río Daule que desemboca en el río Babahoyo y éste en el río Guayas. Por lo tanto, el sistema hidrológico del territorio de Echeandía, forma la subcuenca del río Babahoyo y la cuenca del río Guayas (GAD Echeandìa, 2020).

En los últimos años, se aprecia un descenso de la cantidad hídrica, causando la escasez de agua especialmente en periodos secos. Estos factores son:

Destrucción de Bosques Nativos (Deforestación), para destinarlos a la producción agropecuaria, la obtención de la leña y madera, esto provoca la muerte de las raíces que permiten la infiltración lenta y continua del agua lluvia que se almacena en los diferentes horizontes del suelo, para luego abastecer paulatinamente a las vertientes y riachuelos durante todo el tiempo (GAD Echeandìa, 2020).

Aumento de la frontera agrícola, a partir de la introducción de cultivos y pasto para ganado, esto requiere de mayor cantidad de agua para el ganado, y para el regadío de las plantas (GAD Echeandìa, 2020).

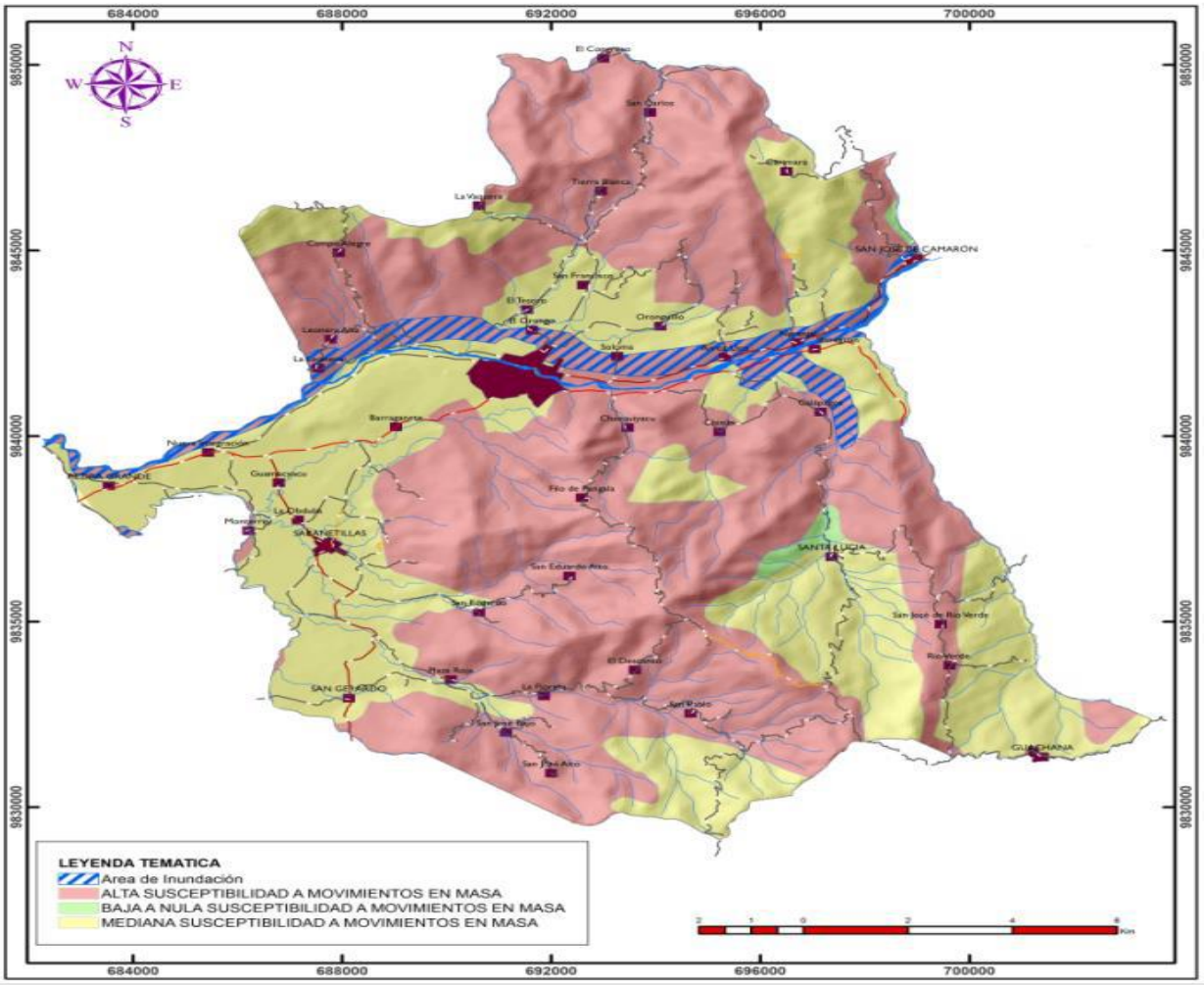
Amenazas más recurrentes

De acuerdo al (GAD Echeandìa, 2020) del Cantón Echeandía, el 60,5% del territorio tiene una alta susceptibilidad a movimientos en masa, es decir 14,039 hectáreas. Lo que determina un riesgo de deslaves y derrumbes. A esto se complementa con una mediana susceptibilidad de movimientos en masa que corresponden a 9,036 ha, que equivale a 38,94% del territorio. Y finalmente solo un 0,56% del territorio está libre de derrumbes y deslaves. En

cuanto a inundaciones, las orillas del río Sibimbe y las zonas de La Leonera, El Orongo, Arroz Uco, Camarón en una franja de aproximadamente 500 metros de ancho, son propensas inundaciones por desbordamiento de ríos y fuertes precipitaciones de lluvias, en una extensión de 1,026 hectáreas, lo que equivale al 4,42% del territorio cantonal (GAD Echeandìa, 2020).

Ilustración 4

Mapa de movimientos en masa del cantón Echeandía



Nota. Mapa de precipitación donde indica el color naranja la mayor cantidad de precipitación de 2000 a 2500 mm anualmente, el color verde de 1500 a 2000. Fuente: Dirección de Planificación y Ordenamiento Territorial. GADMCE

.

Componente Económico.

El sistema económico en el cantón Echeandía surge mediante las actividades de Agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, lo que significa que es un Cantón eminentemente agropecuario, la segunda rama de ocupación es el comercio al por mayor y por menor, en especial de bienes producidos en el cantón y por ende al transporte de las mismas. Otra de las ramas importantes es la administración pública y burocracia (GAD Echeandìa, 2020).

Actividades económicas / sectores productivos agrícolas. El Cantón Echeandía, es eminentemente agrícola, por lo que sus actividades en mayor proporción están dirigidas al sector agropecuario, al ser un cantón con un rango altitudinal amplio, es apto para una diversidad productiva, razón por la que tiene una idea más exacta en cuanto a la producción agropecuaria, se ha identificado en el cantón Echeandía tres zonas diferentes. La Zona Baja, Media y Alta. (GAD Echeandìa, 2020).

Zona Baja. Es una zona comprendida entre los 200 hasta los 500 m.s.n.m, con temperatura que varían entre los 23° y 25°. Sus principales productos son el cacao, maíz, guineo de seda, cítricos, plátano, maracuyá y en poca cantidad el arroz. Últimamente es importante la introducción de especies tropicales no tradicionales como la pitajaya. (GAD Echeandìa, 2020).

Zona Media. Su altura está entre los 500 m.s.n.m hasta los 1000 m.s.n.m, con una temperatura que varía entre 21° hasta 23°. El principal producto que se encuentra en esta zona es el Guineo de Seda, el pasto para ganado, cacao, café, plátano, cítricos y naranjilla. (GAD Echeandìa, 2020).

Zona Alta. Su altura va desde los 1000 m.s.n.m hasta los 1800 m.s.n.m. Su temperatura promedio va desde los 18° hasta los 21°. En esta zona se produce en su mayor cantidad el pasto para ganado, la caña de azúcar y en poca intensidad el orito. (GAD Echeandìa, 2020).

2.3.15. Cobertura de servicios básicos

El acceso de los habitantes a servicios básicos, tanto de agua potable, alcantarillado, red vial, tipo de vivienda, energía eléctrica constituye la combinación básica para erradicar la pobreza y mejorar la calidad de vida de los habitantes.

Tipo de edificaciones. En el sector rural, las edificaciones se encuentran en mal estado obteniendo el porcentaje de 35,93%, con una cifra muy alta debido a los materiales de construcción que se deterioran con facilidad a través del tiempo, como: la madera y el zinc. Las edificaciones que están en condiciones aceptables, que representan solo el 17% en el sector rural y en el urbano, el 41,26%, ya que los sistemas constructivos cambian y se utilizan materiales más resistentes como el concreto, bloque, ladrillo y dura techo (GAD Echeandìa, 2020).

Energía eléctrica. El cantón Echeandía, cuenta con distribución de energía eléctrica, cuya potencia instalada es de 5 Mega Voltios Amperios. Esta es alimentada a una línea de alta tensión cuya fuente es del cantón Guaranda; distribuye a diferentes sectores como: al mismo cantón Echeandía, Las Naves, Guaranda, Caluma. De esta subestación parte las diferentes líneas eléctricas como: las de baja tensión y las de alta tensión (GAD Echeandìa, 2020).

De esta Subestación parte las diferentes líneas eléctricas de distribución, tanto de baja tensión como de media tensión. En el cuadro siguiente se muestra el detalle de las líneas de distribución clasificadas según el voltaje.

En general el acceso a energía eléctrica dentro del sector rural disminuye el porcentaje, pero a nivel cantonal el porcentaje alcanza al 90%.

Tabla 3

Sistema de energía eléctrica del cantón Echeandía

Descripción	**Urbano**	**Rural**	**Total**	**%**
Viviendas con servicios de energía eléctrica	1656	1352	3008	89,60
Viviendas que no cuentan con servicios de energía eléctrica	126	223	349	10,40
Total	1782	1575	3357	100,00

Nota. Se puede observar el número de viviendas totales que componen del servicio eléctrico tanto urbano como rural de todo el cantón Echeandía. Fuente: CNEL. Bolívar

Red vial. El recinto Puruhuay perteneciente al cantón Echeandía cuenta con una red vial de primer orden que une el cantón Guaranda con el cantón Echeandía y se interceptan con diferentes vías de tercer orden que une a diferentes sectores aledaños al recinto.

La red vial del cantón Echeandía se clasifica en dos clases importantes: vías urbanas y vías rurales.

-Las vías urbanas sirven para la circulación y el acceso a las viviendas dentro del casco urbano clasificándose en locales, colectoras, arteriales y expresos.

-El sistema de red vial rural, está compuesta por un total de 243,56 km de vías como; vía con asfalto, lastre y tierra denominadas carretera de verano. En general las vías rurales se encuentran en mal estado y son estrechas, ya que la vegetación va cerrando la calzada (GAD Echeandìa, 2020).

Tabla 4

Sistema vial

Clasificación	Capa Rod	Longitud. M	Porcentaje
Carretera nacional	Asfalto	17,436,78	7,16
Carretera afirmada	Lastre	201.073,36	82,56
Carretera pavimentada	Asfalto	18.924,89	7,77
Carretera de verano	Tierra	6.125,53	2,51
	Total	**243.560,56**	**100,00**

Nota. En la presente tabla se puede observar la clasificación del sistema vial. Fuente: *(GAD Echeandìa, 2020)*

2.4. Marco Legal

El estado ecuatoriano mediante la Asamblea Nacional mediante sus leyes y reglamentos establece los derechos y garantías fundamentales para los ecuatorianos con respecto al Plan Nacional de Desarrollo y los derechos de la naturaleza.

A continuación, presentamos los artículos que se relacionan con nuestra investigación.

2.4.1. Constitución del Ecuador, Registro Oficial 449 de 20-oct-2008

Gestión de riesgos.

Art. 389. El Estado protegerá a las personas y a la naturaleza frente a los efectos negativos de los desastres de origen antrópico o natural mediante la prevención, la recuperación, la mitigación de desastres y mejoramiento de las condiciones económicas, ambientales y sociales con el objetivo de minimizar la condición de vulnerabilidad (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

Art. 390. Los riesgos se gestionan bajo el principio de descentralización subsidiaria, que implica la responsabilidad directa de las instituciones dentro de su ámbito geográfico. Cuando sus capacidades para la gestión del riesgo sean escasos, las peticiones de mayor ámbito territorial

y mayor capacidad técnica y financiera brindara el apoyo necesario con respecto a su autoridad en el territorio y sin relevarlos de su responsabilidad (Asamblea Nacional del Ecuador, 2008).

Manual del comité de operaciones de mergencia

Capítulo III: Construcción Social del Sistema de Gestión de Riesgos.

Art. 26. De la Capacitación. - La secretaría nacional de gestión de riesgos diseña y aplica programas de capacitación dirigidos a las autoridades, líderes comunitarios, población en general y medios de comunicación, para desarrollar en la sociedad civil destrezas en cuanto a la reducción, mitigación y prevención de los riesgos de origen natural y antrópico (Manuel de Comité de Operaciones de Emergencia, 2017).

Plan de creación de oportunidades

Los ejes, objetivos, políticas fueron tomados del Plan de Creación de Oportunidades.

Eje Social

Objetivo 5. Proteger a las familias, garantizar sus derechos y servicios, erradicar la pobreza y promover la inclusión social

Política 5.4. Promover el acceso al hábitat seguro, saludable y a una vivienda adecuada y digna.

A9. Fortalecer los sistemas de agua potable y saneamiento como elementos fundamentales para garantizar la salud de la población.

D2. Promover estándares de construcción seguros que implementen mejoras de eficiencia en el uso de la energía.

E3. Regular los asentamientos humanos en las zonas de planificación diferenciadas, considerando sus límites biofísicos y patrimonio natural.

G10. Desarrollar e implementar sistemas de alerta para gestionar los riesgos de desastre en todos los niveles territoriales.

G21. Incorpora en el ordenamiento territorial medidas para la implementación de programas de relocalización y reubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgos no mitigable.

Objetivo 7: Potenciar las capacidades de la ciudadanía y promover una educación innovadora, inclusiva y de calidad en todos los niveles

Política 7.4 Fortalecer el sistema de educación superior bajo los principios de libertad, autonomía responsable, igualdad de oportunidades, calidad y pertinencia, promoviendo la investigación de alto impacto.

G.20 Mejora e impulsa el conocimiento de riesgo de desastres en todo el territorio nacional, con la participación de la academia e instituciones técnico-científicas, como una herramienta para la toma de decisiones (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

Seguridad integral

Objetivo 9. Garantizar la seguridad ciudadana, orden público y gestión de riesgos Garantizar la seguridad ciudadana, orden público y gestión de riesgos

Política 9.3. Impulsar la reducción de riesgos de desastres y atención oportuna a emergencias ante amenazas naturales o antrópicas en todos los sectores y niveles territoriales.

B6. Garantizar que en el proceso de clasificación y subclasificación del suelo se incorpore de manera transversal la gestión de riesgo, así como variables de conservación ambientales.

B9. Reducir la vulnerabilidad ambiental de los asentamientos humanos en el Espacio Marino costero.

D3. Impulsar modelos productivos y urbanísticos que promuevan la adaptación al cambio climático y los eventos meteorológicos extremos.

E1. Mejorar e impulsar el conocimiento de riesgos de desastres en todo el territorio nacional, con la participación de la academia en instituciones técnico-científicas, para la toma de decisiones que promuevan un desarrollo sostenible.

F9. Fortalecer la resiliencia ante los efectos del cambio climático y los eventos adversos de la naturaleza.

G3. Incluir a la variable de gestión de riesgos de desastres en todos los niveles de acción en el territorio.

G6. Desarrollar planes de contingencia para enfrentar los efectos de las variaciones en el nivel del mar, ocasionadas por el cambio climático.

G10. Desarrollar e implementar sistemas de alerta para gestionar los riesgos de desastres en todos los niveles territoriales.

G11. Incorporar en el ordenamiento del territorio medidas para la implementación de programas de relocalización y reubicación de asentamientos humanos en zonas de riesgo no mitigable (Secretaría Nacional de Planificación, 2021).

Código Orgánico del Ambiente, Registro Oficial Suplemento 983 de 12-abr.-2017

Artículo. 257. Enfoques para la adaptación y mitigación. En las acciones de adaptación se crearán y fortalecerán las capacidades del país para afrontar los impactos del cambio climático, con énfasis en la reducción de la vulnerabilidad y de acuerdo a las prioridades establecidas por la Autoridad Ambiental Nacional.

En aquellas zonas vulnerables o de alto riesgo, el Estado priorizará la inversión para la adaptación al cambio climático con especial énfasis en la prevención de desastres.

El efecto invernadero, incrementar sumideros de carbono y crear condiciones favorables para la adopción de dichas acciones en los sectores priorizados e impulsar iniciativas que se realicen sobre este tema de conformidad con los acuerdos internacionales ratificados por el Estado (Código Orgánico del Ambiente, 2017).

Código Orgánico de Organización Territorial, Autonomía y Descentralización, Registro Oficial Suplemento 303 de 19-oct-2010

Art. 54.- Funciones. - Son funciones del gobierno autónomo descentralizado municipal las siguientes:

o) Regular y controlar las construcciones en la circunscripción cantonal, con especial atención a las normas de control y prevención de riesgos y desastres.

Art. 140.- Ejercicio de la competencia de gestión de riesgos. - La gestión de riesgos que incluye las acciones de prevención, reacción, mitigación, reconstrucción y transferencia, para enfrentar todas las amenazas de origen natural o antrópico que afecten al Cantón se gestionan de manera concurrente y de forma articulada con las políticas y los planes emitidos por el organismo nacional responsable, de acuerdo con la Constitución y la ley.

Los gobiernos autónomos descentralizados municipales adoptarán obligatoriamente normas técnicas para la prevención y gestión de riesgos sísmicos con el propósito de proteger las personas, colectividades y la naturaleza.

La gestión de los servicios de prevención, protección, socorro y extinción de incendios, que de acuerdo con la Constitución corresponde a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, se ejercerá con sujeción a la ley que regule la materia. Para tal efecto, los cuerpos de bomberos del país serán considerados como entidades adscritas a los gobiernos autónomos descentralizados municipales, quienes funcionarán con autonomía administrativa y financiera,

presupuestaria y operativa, observando la ley especial y normativas vigentes a las que estarán sujetos (COOTAD, 2010).

2.5. Definición de términos

Amenaza. De acuerdo (Secretaría Nacional de la Comunidad Andina, 2018) manifiesta que es un proceso, fenómenos o actividad humana que puede ocasionar lesiones, muertes u otros efectos en la salud, daños a los bienes, disrupciones sociales y económicas o daños ambientales.

Adaptación al cambio climático. Son acciones y estrategias implementadas para reducir la vulnerabilidad de las comunidades y sistemas naturales frente a los efectos del cambio climático, las inundaciones y para aprovechar las oportunidades que puedan suscitarse (Chileno Gilda, Jimmy Agualongo, 2023).

Afectados. Personas que resultan afectados, directa o indirectamente, por un acontecimiento peligroso, que como efecto han sufrido lesiones, enfermedades u otras consecuencias a la salud; los evacuados, desplazados, reubicados o han padecido daños directos en sus medios de vida o bienes financieros, físicos, sociales, culturales y/o ambientales (Secretaría Nacional de la Comunidad Andina, 2018).

Análisis de riesgo de desastres. Es un proceso científicamente establecido para calcular (estimar) el riesgo mediante el empleo de metodologías y técnicas apropiadas, basadas en análisis probabilísticos confiables, que garanticen un resultado efectivamente considerando una relación con la actividad socioeconómica que es objeto de análisis. Aunque constituyen un todo, incluye el análisis de peligro, análisis de vulnerabilidad y el análisis integrado de riesgo (UNISDR, 2016).

Área de inundaciones. De acuerdo a la (UNISDR, 2016) manifiesta que el área de inundación es a consecuencia de precipitaciones fuertes y/o prolongadas provocando

desbordamientos de ríos, presas e inundaciones en zonas bajas con poco escurrimiento. Las inundaciones pueden ocasionar rupturas en las cortinas de las presas.

Área de peligro. Según *(UNISDR, 2016)* detalla que el área de peligro es donde existe la probabilidad y/o ocurrencia de un evento de origen natural, tecnológico o sanitario potencialmente dañino, en un periodo determinado.

Ancho de la cuenca. Según la investigación realizada por (Alexandra Ramirez, Jose Gordon, 2022) manifiestan que es el cociente entre el área de la cuenca y la longitud de la cuenca en unidades de km. Existen diferentes letras en su representación, en este caso el autor lo identifica con la letra w. su fórmula es W=A/L.

Área de la cuenca. La investigación realizada por (Alexandra Ramirez, Jose Gordon, 2022) indica que el área de la cuenca y la proyección horizontal de la superficie de un drenaje de un sistema de escorrentía que está dirigido directa o indirectamente a un cauce natural.

Área de riesgo. Áreas en las cuales la flora, la fauna y su hábitat son originarios o esencialmente valiosos por su naturaleza, su papel en el ecosistema podría ser fácilmente alterado o degradado por actividades humanas. Son áreas que, por sus características geográficas, el grado de vulnerabilidad de todo tipo han sido conceptualizadas por los estudios de peligro vulnerabilidad y riesgo territorial (UNISDR, 2016).

Cambio climático. Según (Chileno Gilda, Jimmy Agualongo, 2023) manifiesta que son alteraciones en el entorno natural, incluyendo la calidad del agua, la deforestación y la degradación del suelo, que pueden agravar los efectos de las inundaciones y aumenta la vulnerabilidad de las poblaciones damnificadas.

Cauce. El cauce es un conducto abierto en el que el agua circula debido a la acción de la gravedad sin ninguna presión, pues la superficie libre del líquido está a contacto con la atmósfera.

Calado. Son periodos de retorno de 10, 100 y 500 años, obtenidos en el marco de la preparación de la cartografía de peligrosidad y riesgo. Representa la hondura del agua sobre el terreno para las inundaciones en diferentes periodos de retorno diferentes. (Ministerio de Transformación Digital, 2020).

Capacidad de afrontamiento. Según (UNISDR, 2016) informa que es la habilidad de la población, las organizaciones y los sistemas, mediante el uso de los recursos y las destrezas favorables de enfrentar y gestionar situaciones adversas o condiciones de desastres.

Clima. Son condiciones y características de la atmósfera (temperatura, presión, precipitación, humedad y vientos) de un lugar, deducida a partir de largos períodos de investigación (UNISDR, 2016).

Desastre. Conjunto de daños y perdidas, en la salud, fuente de apoyo, habitad físico, economía, medio ambiente, construcciones, que sucede a consecuencia del impacto de una amenaza o peligro la intensidad puede generar graves cambios en el trabajo de las unidades sociales, excediendo la capacidad de respuesta local para atender efectivamente sus resultados pudiendo ser originado o por la acción humana (CENEPRED, 2015).

Estación hidrométrica. Es una estación en la cual se obtienen datos sobre aguas de los ríos, lagos o embalses; referido a uno o más elementos como: el nivel del caudal, transporte y depósitos de los sedimentos temperatura y otras propiedades físicas del agua. Instalación hidráulica consiste en un conjunto de mecanismos y aparatos que registran y miden las características de una corriente (UNISDR, 2016).

Elemento de riesgo o expuesto. Según (CENEPRED, 2015) es el contexto social, material y ambiental presentado por individuos y por los recursos, servicios y ambientes que pueden ser perjudicados por un fenómeno físico.

Exposición. Se puede generar por una relación no adecuada al ambiente, a mayor exposición, mayor vulnerabilidad. Aquí se analiza las unidades sociales expuestas (como la población, la familia y la comunidad), unidades productoras (propiedades, zonas agrícolas, etc.), servicios públicos, construcciones u otros elementos, que están expuestas a los peligros reconocidos (CENEPRED, 2015).

Gestión de riesgos de desastres. Es un proceso social cuyo fin es la prevención, la reducción y el control permanente de los componentes de riesgos de desastres en la sociedad, como la apropiada preparación y respuestas ante situaciones de desastres, considerando las políticas nacionales con especiales énfasis a la materia económica, ambiental, seguridad, defensa nacional y territorial de manera sostenible (CENEPRED, 2015).

Hidrometeorológica. Es el estudio de las fases atmosféricas y terrestres del ciclo hidrológico, en específico de sus interrelaciones. Rama de la meteorología que trata del agua en la atmósfera, las precipitaciones y el ciclo hidrológico, en especial de sus interrelaciones, las precipitaciones y sus efectos posteriores, tales como inundación, avenidas, etc. (UNISDR, 2016).

Inundación. Es el efecto generado por el flujo de una corriente cuando excede las condiciones que le son uniformes y alcanza niveles sorprendentes que no pueden ser registrados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual derivan en daños que estas aguas desbordadas lleguen a zonas urbanas y rurales, tierras productivas y en general (UNISDR, 2016).

Prevención. De acuerdo a (CENEPRED, 2015) es un proceso de prevención del riesgo comprende las acciones que orienta a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible.

Resiliencia. Es la capacidad de las personas, familias y comunidades, entidades públicas y privadas, actividades económicas, las estructuras físicas, para asimilar, absorber, adaptarse, cambiar, resistir y recuperarse, del impacto de un peligro o amenaza, así como de aumentar su capacidad de aprendizaje y recuperación de los desastres pasados para protegerse mejor en el futuro (CENEPRED, 2015).

Riesgo de desastre. Posibilidad de que se ocasionen muertes, lesiones o pérdidas y daños en los bienes de un sistema, sociedad o comunidad en un periodo de tiempo determinado, son explícitos de forma probabilística en función de la amenaza, exposición, vulnerabilidad y capacidad (Secretaría Nacional de la Comunidad Andina, 2018).

Zona de inundación. Es la zona que puede ser inundado o se encuentra en un nivel inferior a la cortina de una presa (micropresas), como efecto de la ruptura o desborde de esta; o las tierras que bordean un río y están sujetas a inundaciones con una frecuencia parecida; o las zonas costeras con peligro de inundación o eventos meteorológicos; o también las zonas bajas de escasos escurrimientos, vulnerables ante intensas lluvias (UNISDR, 2016).

2.6. Sistemas de Variables

Variable independiente

Amenaza de inundación

Variable dependiente

Elementos expuestos (familias, edificaciones, red vial, sistema eléctrico)

Tabla 5

Variable independiente: Amenaza de inundación

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	INSTRUMENTO
Amenaza de inundación	Suceso causado por las precipitaciones, olas, mareas de tempestad o la falla de una estructura, impulsada por la presión, provocando una expansión en el nivel de la superficie libre del agua	Hidrológico	Precipitación Uso de suelo y cobertura vegetal Caudal	mm anual Ha m^3/s	Factor de amenaza Hidrológico Imagen satelital (lansat)
		Hidráulico	Área de inundación Calado Velocidad	m^2 m m/s	Programa IBER
		Nivel de amenaza	Alta Medio Bajo Sin susceptibilidad	≥ 1,0 m 0,51 o 0,99 m ≤ 0, 50 m	ArcGis 10.5

Nota. Tabla de la variable independiente con su respectiva dimensión, indicador y escala. Fuente: (Burgos, Cartaya, & Mero, 2019)**,** elaborado por**:** Quille y Gavilánez (2024).

Tabla 6

Variable dependiente: Elementos expuestos

VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	INSTRUMENTO
Elemento expuesto	Es el contexto social, material y ambiental representado por las personas y por los recursos, servicios y ecosistemas que pueden ser afectados por un fenómeno físico. (Yazuma & Piuri, 2021)	Social	Familias Grupos vulnerables: niños, mujeres embarazadas, adultos mayores y personas con discapacidad	Número	Ficha de campo
		Edificaciones	Residencia Comercial Edificio público Privada	Número	Fichas de campo Ortofotos ArcGis 10.5
		Instituciones esenciales	Red vial Red eléctrica Iglesia Puentes Canchas deportivas	Metro	Ficha de campo ArcGis 10.5

Nota. Variable dependiente de la presente investigación en este caso son los elementos expuestos. Fuente: *(Municipalidad Distrital de Orepesa, Quispicanchi, Cusco, 2023)***.** Elaborado por: Quille y Gavilánez (2024).

3. CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Nivel de Investigación

La siguiente investigación está enmarcada en un nivel de estudio de tipo descriptivo, de campo y bibliográfico, debido a que se realizó un análisis de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación del río Limón, en el recinto Puruhuay, cantón Echeandía, provincia de Bolívar, la misma que se detalla a continuación.

Descriptiva. En el presente proyecto se describe las características del análisis de los elementos que se encuentran expuestos ante el desbordamiento y comportamiento del río Limón, para poder identificar las máximas avenidas para los diferentes tiempos de retorno (Tr) de 50 y 100 años tomando en cuenta aspectos hidrológicos de la microcuenca como (longitud del cauce, área, perímetro, pendiente), además de los parámetros hidráulicos los cuales son las (velocidades y calados de inundación) describiendo cómo afectaría a la población del recinto Puruhuay.

De campo. Implicó realizar un proceso de levantamiento de datos de los elementos expuestos de forma directa en el sector de estudio que es el recinto Puruhuay, además de constatar la realidad del sector considerando condiciones geomorfológicas, geológicas, topográficas para la evaluación de la amenaza.

Bibliográfico. Implicó en obtener y compilar datos de fuentes como libros, artículos científicos, archivos, entre otros que permitieron que se desarrolle la presente investigación.

3.2. Diseño de la investigación

Cualitativa. Permitió describir las características o cualidades del escenario de inundación por el desbordamiento del río Limón, detallando el nivel de amenaza en alta, media y baja.

Cuantitativa. Se utilizó el modelamiento hidrológico para el cálculo de caudales e hidráulico para realizar un procesamiento numérico para obtener los valores de calados y velocidades.

A partir de los resultados anteriores se determinó los criterios para las zonas y niveles de amenaza de inundación y los elementos expuestos.

3.3. Población y Muestra

La población del recinto Puruhuay es de 74 familias con aproximadamente 289 personas que habitan en el sector, en esta investigación se aplicó los instrumentos de recolección de información a las 74 familias por lo cual no se requiere establecer una muestra.

Además, se considera como población de estudio el área de influencia a inundación del río Limón en el recinto Puruhuay que corresponde a 277 ha.

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Fuentes primarias

Fichas de campo

Las fichas de campo que se aplicó para poder obtener información actualizada de las condiciones de las familias, edificaciones, infraestructura vial, postes eléctricos, iglesias, canchas deportivas, unidad educativa del recinto Puruhuay, además, para realizar la georreferenciación de los mismos con GPS GARMIN.

Fuentes Secundarias

Información del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del cantón Echeandía.

Trabajo de titulación.

Imágenes satelitales de ALOS PALSAR DE LA NASA.

Modelo digital de elevación de la plataforma de ALOS PALSAR DE LA NASA.

3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis de Datos (Estadístico utilizado), para específicos

3.5.1. Objetivo 1.- Identificar el área susceptible a inundación en la zona de estudio mediante el método hidrológico- hidráulico

Modelamiento hidrológico. Para el modelamiento hidrológico tiene el objetivo de calcular los caudales máximos en m³/s, se trabajó con el método racional modificado por Lloid-George, requiere identificar datos hidrológicos de la microcuenca del río Limón, el coeficiente de escorrentía, intensidad (mm/h), área de la cuenca en (km2), el coeficiente de ajuste (k) y el cálculo de los diferentes periodos de retorno de 50 y 100 años. A continuación, se presenta la ecuación para el cálculo de caudales mediante el método racional modificado.

Ecuación 1.- Calculo de caudales máximos

$$Qmax = \frac{I * A * C * K}{3{,}60}$$

Donde:

Qmax= caudal máximo en m³/s

I= intensidad en mm/h

C= coeficiente de escorrentía

K= coeficiente de ajuste

A= área de la microcuenca en Km²

Los datos serán procesados en el ArcMap y Excel para el cálculo de los factores involucrados en el método racional modificado.

Por otro lado, se obtuvo datos de la estación hidrológica M 0386 más cercana al cantón Echeandía, donde registra información del río Limón, desde el año 1968 hasta el periodo 2015,

esto consta en los registros de los anuarios hidrológicos del INAMHI. Con estos datos y el cálculo de los caudales máximos se podrá realizar el modelamiento.

3.5.2. Modelamiento hidráulico

Para poder realizar el modelamiento numérico hidráulico en el software IBER, se aplica la ley de conservación de masa, que son empleados en la hidrodinámica fluvial donde se utilizan ecuaciones de St. Venant. Estas últimas son las que se emplean con más frecuencia en el ámbito del estudio del comportamiento de ríos. Las ecuaciones de aguas someras como de St. Venant asumen una componente vertical de la velocidad constante, es decir, componente normal de la aceleración despreciable. Las ecuaciones de Navier-Stokes se promedian en tiempo y se obtienen las ecuaciones de Reynolds, posteriormente, se promedian en profundidad para dar las ecuaciones de aguas someras en dos dimensiones se calcula de la siguiente manera.

Ecuación 14.- Cálculo de modelamiento hidráulico

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial hU}{\partial x} + \frac{\partial hU_y}{\partial y} = 0$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\,(hUx) + \frac{\partial}{\partial x}(hU_x^2) + \frac{\partial}{\partial y}(hU_xU_y) = -gh\,\frac{\partial Z_b}{\partial x} + \frac{T_{ax}}{p} - \frac{T_{bx}}{p} + \frac{\partial}{\partial x}(V_t h\frac{\partial U_x}{\partial x}) + \frac{\partial}{\partial y}(V_t h\frac{\partial U_x}{\partial y})$$

$$\frac{\partial}{\partial t}\,(hUy) + \frac{\partial}{\partial x}(hU_xU_y) + \frac{\partial}{\partial y}(hU_x^2 + g\frac{h^2}{2}) = -gh\,\frac{\partial Z_b}{\partial y} + \frac{T_{s*y}}{p} - \frac{T_{b*y}}{p} + \frac{\partial}{\partial x}(V_t h\frac{\partial U_y}{\partial x}) +$$

$$\frac{\partial}{\partial y}(V_t h\frac{\partial U_y}{\partial y})$$

Donde:

h: calado

$\mathbf{U_xU_y}$: velocidades horizontales promediadas en profundidad

g: aceleración de la gravedad

p: densidad del agua

$\mathbf{Z_b}$: cota del fondo

Ts: fricción en la superficie libre debida al rozamiento producido por el viento

Tb: fricción debido al rozamiento del fondo

Vt: viscosidad turbulenta

Para la aplicación del software IBER, se trabajó a partir de los resultados del cálculo de caudales máximos (modelamiento hidrológico) y del MDE (Modelo Digital de Elevaciones) del área de estudio, se obtiene como resultados los calados en m y velocidades en m/s para un cierto tiempo de retorno de 50 y 100 años.

3.5.3. Criterios para zonas y niveles de amenaza de inundación Tr 50 y 100 años

Zonificación y niveles de amenaza de inundación

A partir de los resultados del modelamiento hidráulico, las imágenes ráster de calados y velocidades fueron procesadas a vector a través del ArcGis (10.5), para definir las zonas y niveles de amenaza de inundación mediante los criterios que se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 7

Criterios para niveles de inundación

Nivel de amenaza	Descripción
Alta	Sector del territorio donde frecuentemente existe peligro para la integridad de las personas y graves daños a bienes, personas, edificaciones, cultivos, por la profundidad de la lámina de agua (calado ≥ 1m) y velocidades que alcanzan (V≥ 0,5 m/s²), considerando una susceptibilidad alta.
Media	Sector del territorio donde frecuentemente existe peligro para la integridad de las personas y graves daños a bienes, personas, edificaciones, cultivos, por la profundidad de la lámina de agua (calado < 1m) y velocidades que alcanzan (0,5 m/s² ≥ V < 1 m/s²), considerando una susceptibilidad media.

Baja	Sector del territorio que sólo se producirían inundaciones con carácter extraordinario, con bajas probabilidades y frecuencias por la profundidad de la lámina de agua calado y velocidades muy bajas que no producen daños.
Sin exposición	Sector del territorio que no se encuentra en las zonas de influencia de desbordamiento del río.

Nota. Valores para el cálculo de la susceptibilidad de inundación. Adaptada de Paucar, 2016.

3.5.4. Objetivo 2.- Determinar el nivel de exposición de las familias, edificaciones, sistema vial, sistema eléctrico, que se encuentra expuesto ante la amenaza de inundación en el área de estudio

Para poder identificar los elementos expuestos a la amenaza de inundación se trabajó a partir de mapa de amenaza de inundación y el mapa de elementos expuestos, mediante el software ArcGis 10.5, se realizó la intersección entre los mapas para poder determinar los niveles de exposición de las edificaciones, infraestructura de elemento esenciales (puentes, vías, iglesia, institución educativa sistema eléctrico), grupos vulnerables (niños menores de 5 años, mujeres embarazadas, adultos mayores y personas con discapacidad) que se encuentran en el recinto Puruhuay.

Para la recolección de información se realizó una ficha técnica de levantamiento de datos en campo, la misma que ayudó a determinar los elementos que están dentro de la zona de afectación directa por la inundación del río Limón **(Anexo 1 y 2).**

3.5.5. Objetivo 3.- Establecer medidas de reducción de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación

Para establecer medidas de mitigación de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación del río Limón del recinto Puruhuay se tiene que tomar en cuenta el ciclo de la gestión de riesgos de desastres para la inundación, para ellos se basó en la observación de campo, cabe recalcar las estrategias se elaboró en base a los resultados que se obtengan del objetivo 1 y 2, lo que contribuirá para la toma de daciones de los respectivos GADs cantonal, parroquial, SNGRE, para que se trabaje desde la gestión prospectiva del riesgo.

4. CAPÍTULO IV: RESULTADOS

4.1. Resultado del objetivo 1. Identificar el área susceptible a inundación en la zona de estudio mediante el método hidrológico- hidráulico

4.1.1. Cálculo de parámetros físico-morfológicos de la cuenca del río Limón

En el presente proyecto de investigación se ha delimitado y caracterizado la microcuenca del río Limón calculando los parámetros fisiográficos de la microcuenca, se puede decir que por la superficie de la misma correspondería a una microcuenca según la metodología de clasificación de cuencas hidrográficas, el cauce máximo del río principal es de 28km de longitud, según el valor del coeficiente de compacidad esta microcuenca es ovalada oblonga a rectangular oblonga, además que la forma de la cuenca según el valor que se calculó se aproxima a una microcuenca muy alargada, esto se lo puede verificar visualmente en la Ilustración 1.

Tabla 8

Características morfológicas de microcuenca

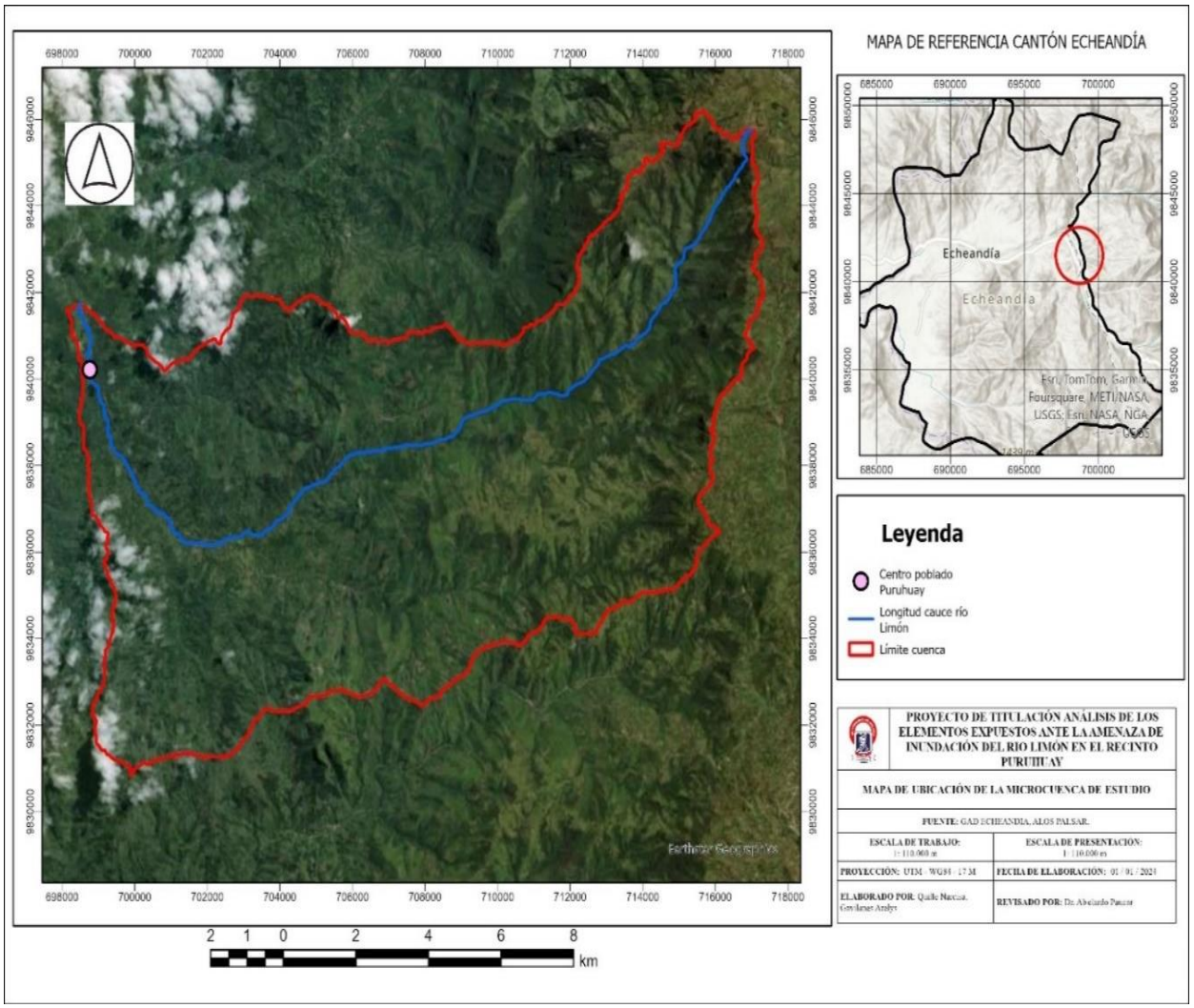
PARÁMETROS FISIOGRÁFICOS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA		
Parámetros de forma de la cuenca	**Unidad de medida**	**Cuenca Hidrográfica**
Área total de la cuenca	km²	158
Perímetro de la cuenca	Km	65,00
Longitud de río principal	Km	28,00
Ancho promedio de la cuenca	Km	4,75
Coeficiente de compacidad	-	1,59
Factor de forma	-	0,1696
Radio de Circularidad	Km	0,3956

Nota. En la presente tabla se puede observar características de una cuenca
Fuente: Gavilánez y Quille (2024).

Ilustración 7

Mapa de ubicación de la Microcuenca del río Limón

4.1.2. Cálculo de intensidad para los periodos de retorno de 50 y 100 años de la microcuenca del río Limón.



Nota. En la presente tabla se puede observar las características de una cuenca hidrográfica. Fuente: *(Ibáñez Asensio, Moreno Ramón, & Gisbert Blanquer, 2010)*

Para calcular la intensidad máxima de precipitación para los diferentes tiempos de retorno se hará uso de la fórmula propuesta por Chimborazo y Mora 2024, debido a que la Institución INAMHI no ha determinado las ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación.

Ecuación para el cálculo de intensidad de precipitación

$$I = \frac{6764 \times T^{0.0917}}{D^{0.750}}$$

Se realizó el cálculo de intensidades máximas para los tiempos de retorno de 50 y 100 años para la estación Echeandía, los cuales se los puedo observar a continuación.

Tabla 9

Cálculo de intensidades de precipitación

Estación	Periodo de retorno (años)	Cálculo de intensidad (mm/h)
Estación Echeandía M0383	Tr 50 años	I= 41,43 mm/h
	Tr 100 años	I= 44,15 mm/h

Nota. De acuerdo a la estación de Echeandía donde se puede observar el cálculo de intensidades. Fuente: (Chimborazo & Mercy 2023)

4.1.3. Cálculo del tiempo de concentración (Tc) de la microcuenca del río Limón

Para el cálculo del tiempo de concentración que es el tiempo en que el agua de la microcuenca va llegar desde la parte más alta hacia la parte más baja, se parte de algunos datos que fueron calculados anteriormente como el área de la microcuenca, la longitud del cauce, la cota mayor y la cota menor de la microcuenca y la pendiente.

Tabla 10

Variables para calcular el tiempo de concentración

Área	Longitud	Cota Mayor (m.s.n.m.)	Cota Menor (m.s.n.m.)	Pendiente media
(km^2)	(m)			(m)
158	28674	3853	512	0,11932143

Nota. Se puede observar las diferentes variables que se van utilizar en la presente investigación. Fuente: Gavilanes y Quille (2024)

Tabla 11

Cálculo de tiempo de concentración

TIEMPO CONCENTRACIÓN MICROCUENCA RÌO LIMÓN			
120,45	Min	2,0	Horas

Nota. Parámetros que se utilizan para calcular el tiempo de concentración. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).

4.1.4. Cálculo del coeficiente de escorrentía con el método Curva Número (CN II)

Se procedió a calcular el número curva CN (II) con el fin de poder utilizar ese dato para el cálculo del número curva CN (III), a continuación, se presenta el resultado del cálculo.

Tabla 12

Cálculo de CN a partir de usos de suelo de la microcuenca del río Limón

Uso de suelo	Valor de Grupo de suelo (1)	Área ha	% Uso de suelo (2)	% en fracción de uso suelo (3)	CN (II) (1*3)
Agrícola	93	556,00	3,524	0,035	3,277
Agropecuario mixto	92	1228,00	7,783	0,078	7,160
Agua	77	21,00	0,133	0,001	0,102
Antrópico	17	16,00	0,101	0,001	0,017

Conservación y producción	88	7,00	0,044	0,000	0,039
Conservación y protección	88	7371,00	46,717	0,467	41,111
Pecuario	91	6561,00	41,583	0,416	37,841
Protección o producción	87	17,00	0,108	0,001	0,094
Tierras improductivas	90	1,00	0,006	0,000	0,006
x̄	80	15778,00	**100,00**	**1,00**	**89,647**

Nota. Se puede observar en la tabla los usos de suelo de la Microcuenca del Río Limón. Fuente: adaptado de *Paucar 2016.* Por Gavilánez y Quille (2024).

Cálculo del número curva CN (III)

$$\mathbf{CN\ (III)} = \frac{23 * 89{,}65}{10 + 0{,}13 * 89{,}65}$$

$$\mathbf{CN\ (III)} = 95{,}219$$

4.1.5. Cálculo de retención potencial máxima

Para el cálculo de la retención potencial máxima se aplicó el método del SCS para determinar las condiciones de las pérdidas de humedad utilizando la siguiente ecuación.

$$\mathbf{S} = \frac{25400}{95{,}219} - 254$$

$$\mathbf{S} = 12{,}75\ mm$$

4.1.6. Cálculo de la precipitación total

Para poder realizar el cálculo de la precipitación total de la microcuenca se tiene que multiplicar los datos de intensidad de precipitación en 24 horas, el tiempo de concentración, con ello se obtendrá como resultado la precipitación total de la microcuenca.

Tabla 13

Cálculo de precipitación total

Tr	I_{Tr} (mm/h)	t_c (horas)	P (mm)
50 años	41,43	2h	85,49
100 años	44,15		91,10

Nota. En la presente tabla se observa el (Tr) tiempo de retorno, (I) intensidad, (t) tiempo de concentración y (P) precipitación. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).

4.1.7. Cálculo de la escorrentía directa acumulada (Pe) (T3)

Para poder realizar el cálculo de la escorrentía directa (Pe) de la microcuenca se tiene que multiplicar los datos de precipitación en 24 horas y la retención potencial máxima, con ello se obtendrá como resultado la escorrentía directa total de la microcuenca del río Limón.

Tabla 14

Cálculo de escorrentía directa

Tr	P	S	Pe
50 años	85,49	21,75	71,89
100 años	91,10		77,41

Nota. Parámetros que se utilizan para calcular la escorrentía directa, adaptada de Paucar 2016.

4.1.8. Cálculo del coeficiente de escorrentía acumulada (T3)

Para poder realizar el cálculo de la escorrentía acumulada (C) de la microcuenca se tiene que dividir los datos de precipitación en 24 horas y la escorrentía directa, con ello se obtendrá como resultado la escorrentía directa acumulada de la microcuenca del río Limón.

Tabla 15

Cálculo del coeficiente de escorrentía acumulada

Tr	P	Pe	C
50 años	85,49	71,89	0,84
100 años	91,10	77,41	0,85

Nota. En la presente tabla se puede observar la escorrentía acumulada con sus características de tiempo de retorno, precipitación. Fuente adaptada de Paucar 2016.

4.1.9. Cálculo de coeficiente de ajuste (K)

Para poder determinar el coeficiente de ajuste (K) que es una de las variables que se utiliza para el cálculo de los caudales del río Limón, se diseñó la tormenta de diseño que se tiene a partir de las curvas IDF, para ello es necesario multiplicar los valores del coeficiente de reducción real (K_A) y los valores del coeficiente de uniformidad temporal (K_u).

Tabla 16

Cálculo del coeficiente de ajuste

MICROCUENCA	K_A	K_u	K
Río Limón	0,85	1,15	**0,98**

Nota. Parámetros que se utilizan para calcular el coeficiente de ajuste. Fuente: adaptada de Paucar (2016).

4.1.10. Cálculo del caudal máximo por medio del método racional modificado

En base a los datos obtenidos de las variables de intensidad (I), coeficiente de escorrentía (C), coeficiente de ajuste (K) y el área de la microcuenca del río Limón, se pudo realizar los cálculos de los caudales máximos para los periodos de retorno de 50 y 100 años respectivamente.

Tabla 17

Cálculo de caudales máximos del río Limón

TR (años)	ITR (mm/h)	C	K	A (km^2)	Q máx (m^3)
<50	41,43	0,84	0,98	158	1499
100	44,15	0,85			1616

Nota. Parámetros que se utilizan para calcular los caudales máximos para los diferentes tiempos de retorno, adaptado de Paucar 2016.

4.1.11. Modelamiento hidráulico a partir del método de Iber del río Limón en el recinto Puruhuay.

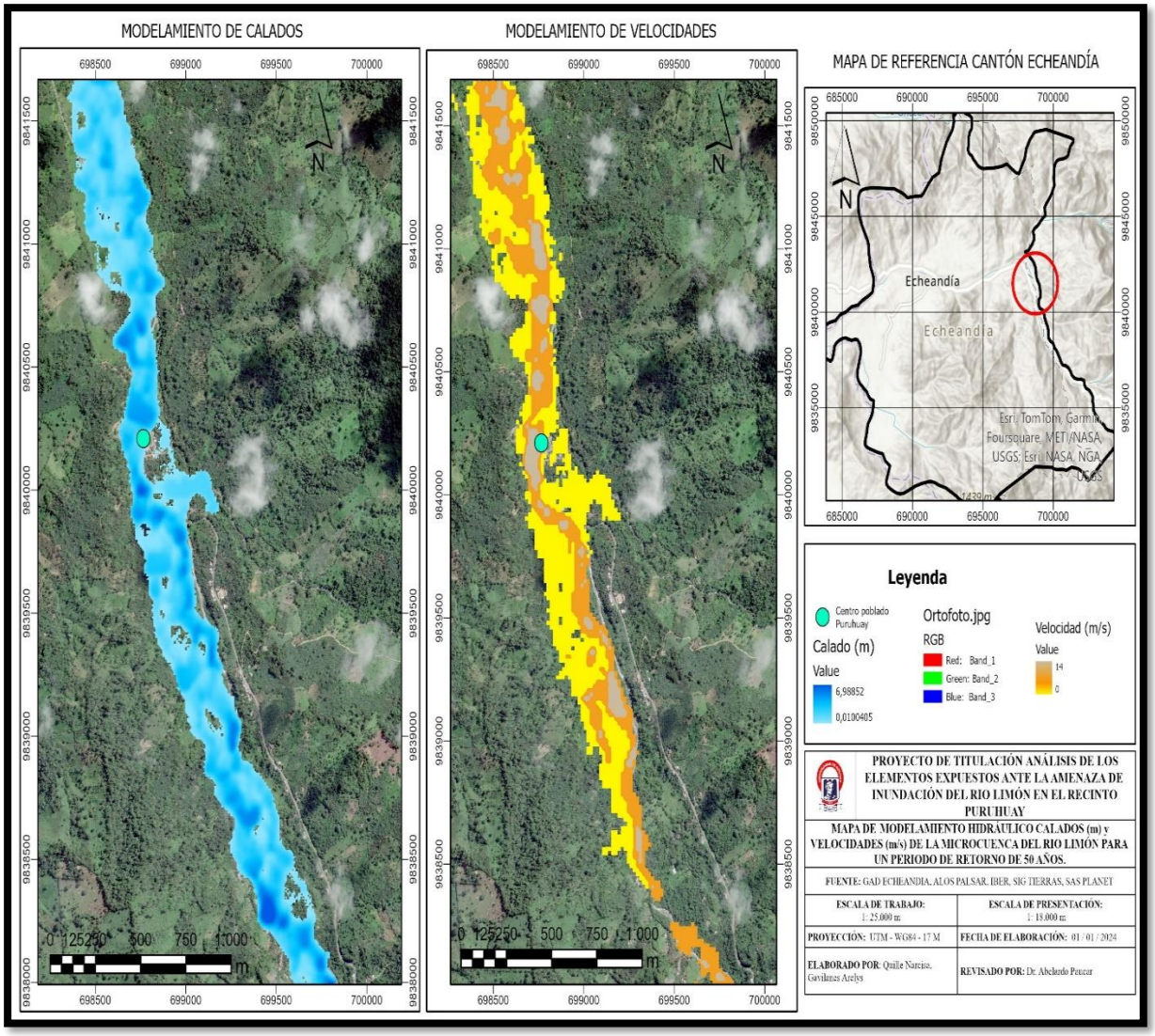
El modelamiento con el método Iber permite calcular las zonas de inundación en base a parámetros como su morfología, rugosidad de Manning, modelo digital de elevación, caudales máximos puestos, los mismos que se calcularon en el apartado anterior. La simulación se realizó en la zona baja de la microcuenca del río Limón que es donde se encuentra el recinto Puruhuay a uno 3km aproximadamente donde desemboca y se une con el río Soloma.

4.1.12. Modelamiento hidráulico de calados y velocidades para tiempo de retorno Tr 50 y 100 años

Para realizar el modelamiento con el Software Iber que permite observar cuales son las zonas de inundación para un tiempo de retorno de 50 años considerando algunas variables como la rugosidad de Manning, uso de suelo, caudal máximo obtenido del método racional, modelo digital de elevación (DEM) con resolución de 12m x 12m, realizando el respectivo modelamiento se observa las zonas de influencia del desbordamiento del río limón en el recinto Puruhuay, se obtuvieron valores de calados de hasta 6.90 m de profundidad y velocidades de hasta 14.25 m/s que son zonas las zonas coloreadas de color naranja como se ve en la **ilustración 8**

Ilustración 8.

Modelamiento de Calados y Velocidades



Nota. Mapa de modelamiento hidráulico con calados para tiempo de retorno de 50 años. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).

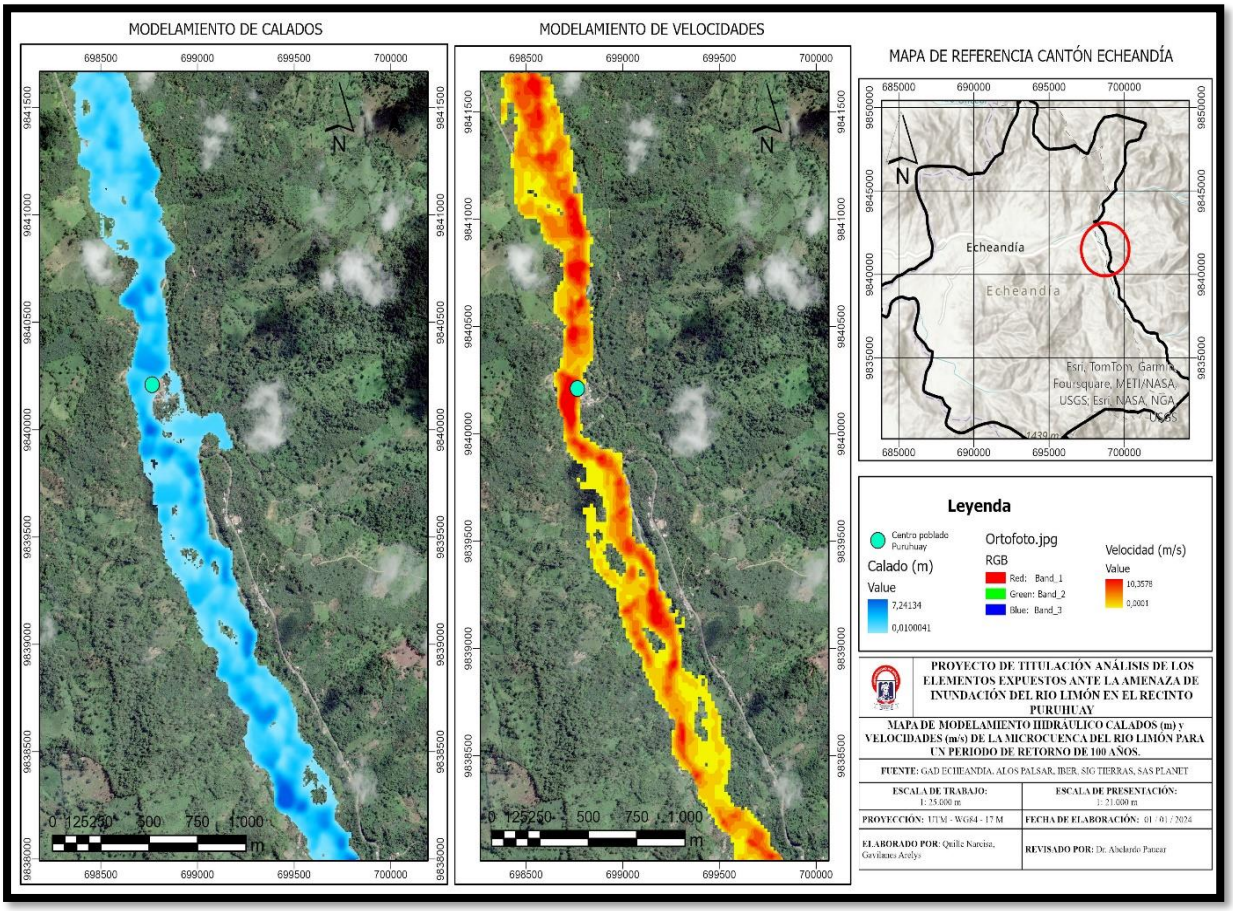
4.1.13. Modelamiento hidráulico de calados y velocidades para tiempo de retorno Tr 100 años

Se realizó el modelamiento hidráulico del río Limón para un tiempo de retorno de 100 años en el software IBER, tomando como variables la rugosidad de Manning, uso de suelo,

caudal máximo, modelo digital de elevación (DEM) con resolución de 12m x 12m, realizando el respectivo modelamiento se observa las zonas de influencia del desbordamiento del río limón en el recinto Puruhuay, se obtuvieron valores de calados de hasta 7.24 m de profundidad y velocidades de hasta 10.35 m/s que son zonas las zonas coloreadas de color naranja como se ve en la **ilustración 9.**

Ilustración 9

Modelamiento de Calados Velocidades



Nota. Mapa de modelamiento hidráulico con calados y velocidades para tiempo de retorno de 100 años. Fuente: Gavilánez y Quille (2024)

4.1.14. Mapa de amenaza de inundación en la microcuenca del río Limón

En base al modelamiento realizado en el IBER arrojó los resultados del modelamiento de los calados y velocidades para tiempo de retorno de 50 y 100 años, en base a estas dos variables se realizó el procesamiento para obtener los niveles del mapa de inundación que afectarían al recinto de Puruhuay.

4.1.15. Zona de inundación en el recinto Puruhuay para un Tr 50 años

Con el modelamiento realizado anterior de calados y velocidades se procesó y se sacó los niveles de amenaza obteniendo así las zonas de inundación, es decir que dentro del recinto se tiene un 20,62% de amenaza alta con un total de 32,75 ha afectadas, un 20,70% de amenaza media con un total de 32,89 ha afectadas, un 20,67% de amenaza baja con un total de 32,83 ha afectadas y sin susceptibilidad tiene un 38,01% como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 18

Nivel de amenaza

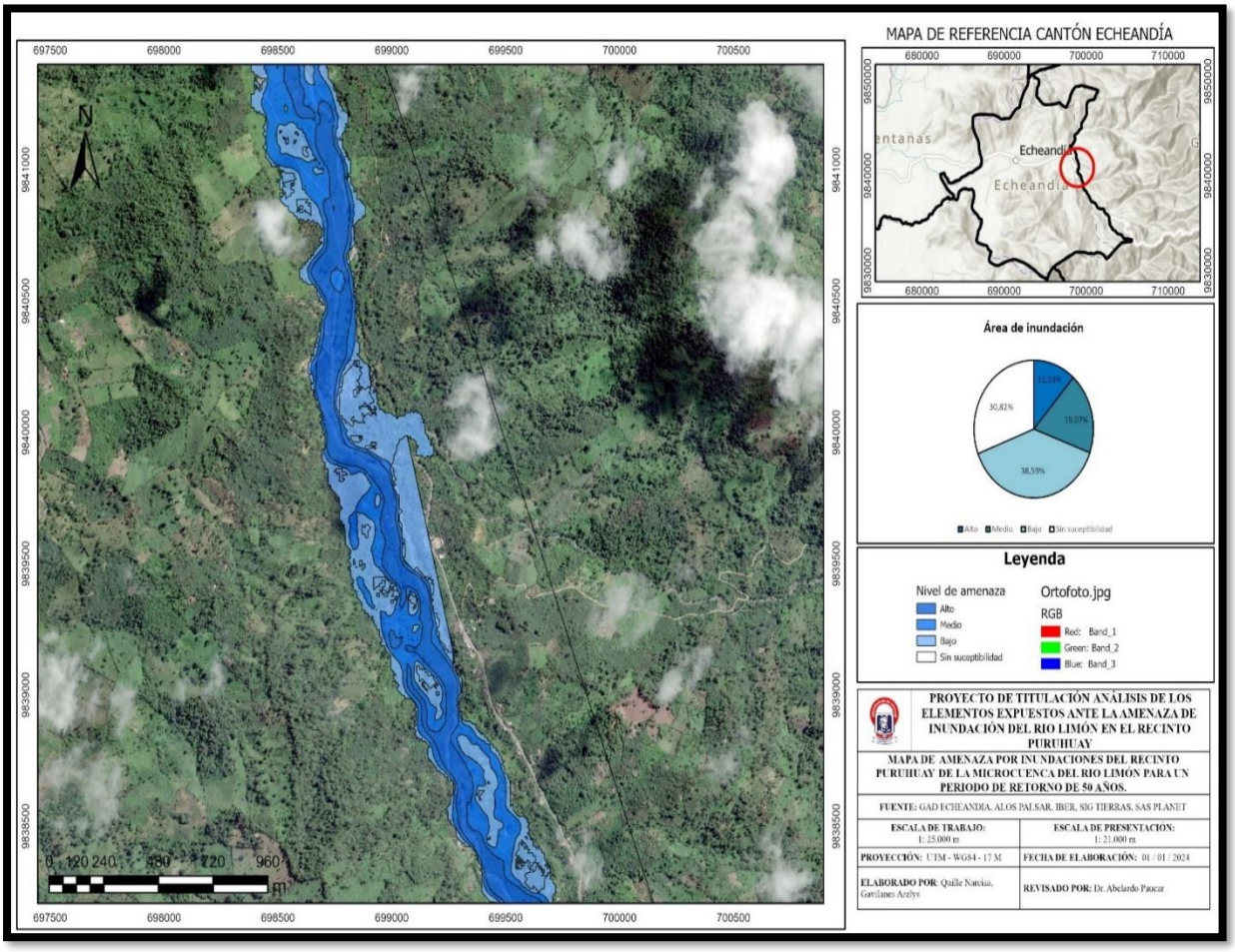
Nivel de amenaza	Descripción	Área en ha	Porcentaje
Alta	Sector del territorio donde frecuentemente existe peligro para la integridad de las personas y graves daños a bienes, personas, edificaciones, cultivos, por la profundidad de la lámina de agua (calado ≥ 1m) y velocidades que alcanzan (V≥ 0,5 m/s²)	32,75	20,62%
	Sector del territorio donde frecuentemente existe peligro para la integridad de las personas y		

Media	graves daños a bienes, personas, edificaciones, cultivos, por la profundidad de la lámina de agua (calado < 1m) y velocidades que alcanzan (0,5 $m/s^2 \geq V < 1$ m/s^2)	32,89	20,70%
Baja	Sector del territorio que sólo se producirían inundaciones con carácter extraordinario, con bajas probabilidades y frecuencias por la profundidad de la lámina de agua calado y velocidades muy bajas que no producen daños.	32,83	20,67%
Sin susceptibilidad	Sin afectación por la inundación	60,4	38,01%
	Total	161,70	100%

Nota. Niveles de amenaza de inundaciones para tiempo de retorno de 50 años. Fuente: Gavilánez y Quille

Ilustración 10

Mapa de amenaza de inundaciones



Nota. Mapa de amenaza de inundaciones con calados y velocidades para tiempo de retorno de 50 años. Fuente: Gavilánez y Quille (2024)

4.1.16. Zona de inundación en el recinto Puruhuay para un Tr 100 años

Con el modelamiento realizado anterior de calados y velocidades se procesó y se sacó los niveles de amenaza obteniendo así las zonas de inundación, es decir que dentro del recinto Puruhuay se tiene un 24,84% de amenaza alta con un total de 40,68 ha afectadas, un 21,48% de amenaza media con un total de 34,59 ha afectadas y un 28,47% de amenaza baja que representa 45,84 ha y un 25,21% que no está susceptible y que no se presentaría mayor afectación por la crecida del río Limón como se muestra en la siguiente tabla 19, ilustración 11.

Tabla 19

Nivel de amenaza zonas de inundación recinto Puruhuay

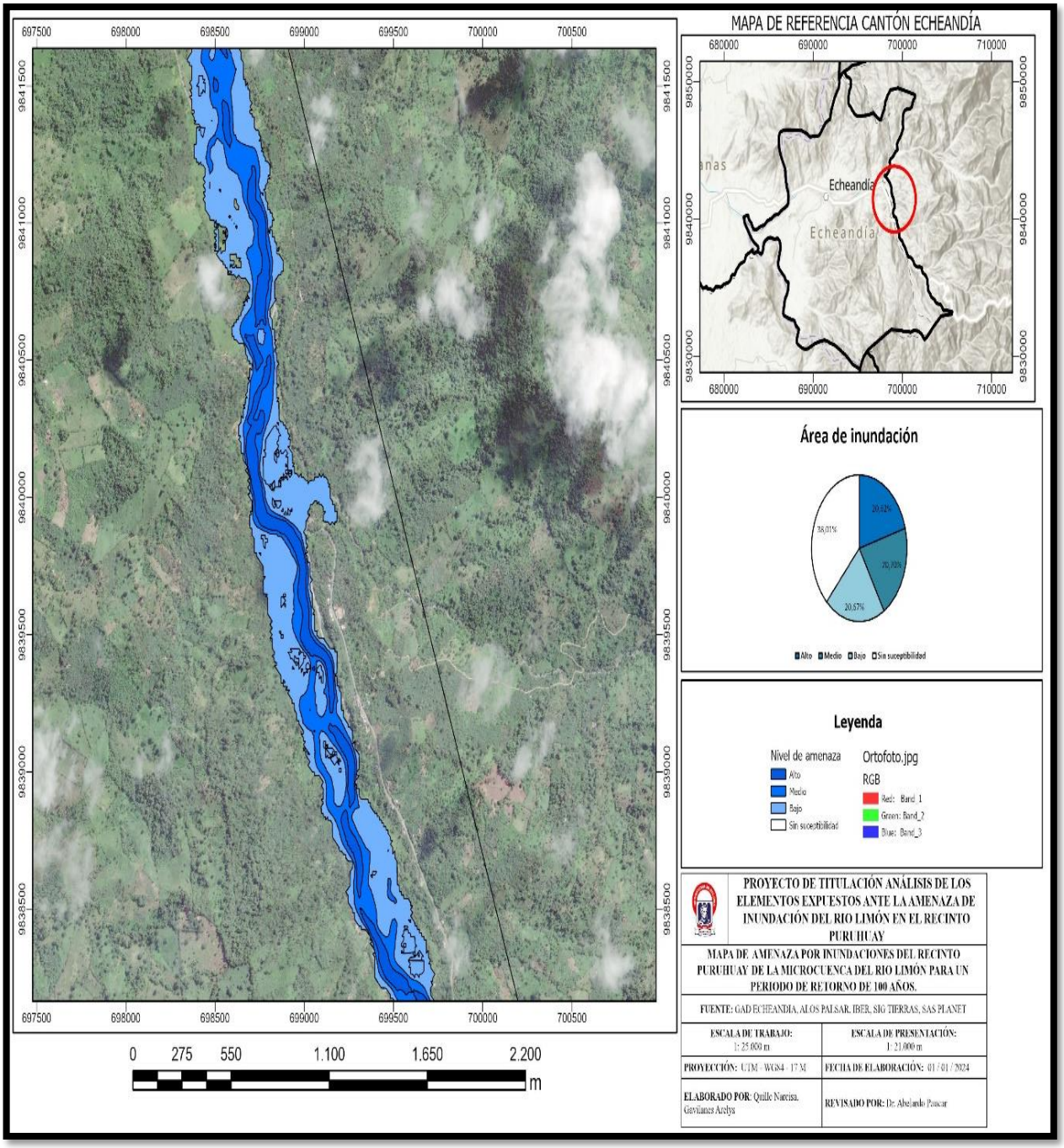
Nivel de amenaza	Descripción	Área en ha	Porcentaje
Alta	Secto1r del territorio donde frecuentemente existe peligro para la integridad de las personas y graves daños a bienes, personas, edificaciones, cultivos, por la profundidad de la lámina de agua (calado ≥ 1m) y velocidades que alcanzan (V≥ 0,5 m/s²)	40,68	24,84%
Media	Sector del territorio donde frecuentemente existe peligro para la integridad de las personas y graves daños a bienes, personas, edificaciones, cultivos, por la profundidad de la lámina de agua (calado < 1m) y velocidades que alcanzan (0,5 m/s² ≥ V < 1 m/s²)	34,59	21,48%
Baja	Sector del territorio que sólo se producirían inundaciones con carácter extraordinario, con bajas probabilidades y frecuencias por la	45,84	28,47%

	profundidad de la lámina de agua calado y velocidades muy bajas que no producen daños.		
Sin susceptibilidad	No presentan daños algunos	40,6	25,21%
	Total	161.71	100%

Nota. *N*iveles de amenaza de inundaciones para tiempo de retorno de 100 años. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).

Ilustración 11

Mapa niveles de amenaza de inundación para tiempo de retorno de 100 años



Nota. Mapa de modelamiento hidráulico con calados y velocidades para tiempo de retorno de 100 años. Fuente: Gavilánez y Quille (2024)

4.2. Resultado del objetivo 2: Nivel de exposición de las familias del recinto Puruhuay para un TR de 50 años

Para realizar el nivel de exposición de las familias se desarrolló de la siguiente manera, a partir de los resultados del mapa de inundaciones para un tiempo de retorno de 50 años y 100 años y la digitalización de las familias, edificaciones y elementos esenciales de la comunidad se realizó una intersección entre el mapa de amenaza con estas variables de estudio, cuya información se la recolectó en campo con la ayuda de fichas establecidas previamente, GPS STATUS para poder tomar las coordenadas y software para el procesamiento de los mismos, esa información se tabula para obtener de esta manera el nivel de exposición cuyo resultado se explica a continuación. Exposición de familias y grupos vulnerables ante la amenaza de inundación TR 50 años y TR 100 años.

a) Familias y grupos vulnerables expuestas ante la amenaza de inundación para TR 50 años

Análisis.- En el recinto Puruhuay se evidencia que el 19% de familias se encuentran expuestas ante un nivel de amenaza alta de inundación, dentro de lo cual se evidencia 47 personas expuestas de las cuales hay 2 personas con discapacidad, además de 1 mujer que se encuentra en estado de gestación, 2 niños y 5 personas de la tercera edad, el 11% de familias se encuentran dentro del nivel medio de amenaza de inundación en la cual hay 26 personas expuestas de las cuales hay 5 personas de tercera edad, el 35% de familias que se encuentran dentro de la influencia del nivel de amenaza baja de inundación con 99 personas de las cuales hay 2 personas con discapacidad, 1 mujer en estado de gestación, y 15 adultos mayores, y por último tenemos el 35% de familias que no se encuentran dentro de la influencia de inundación

del río Limón con un total de 117 personas de las cuales hay una persona con discapacidad, 1 mujer en estado de gestación, 18 niños y 20 personas de la tercera edad.

Tabla 20

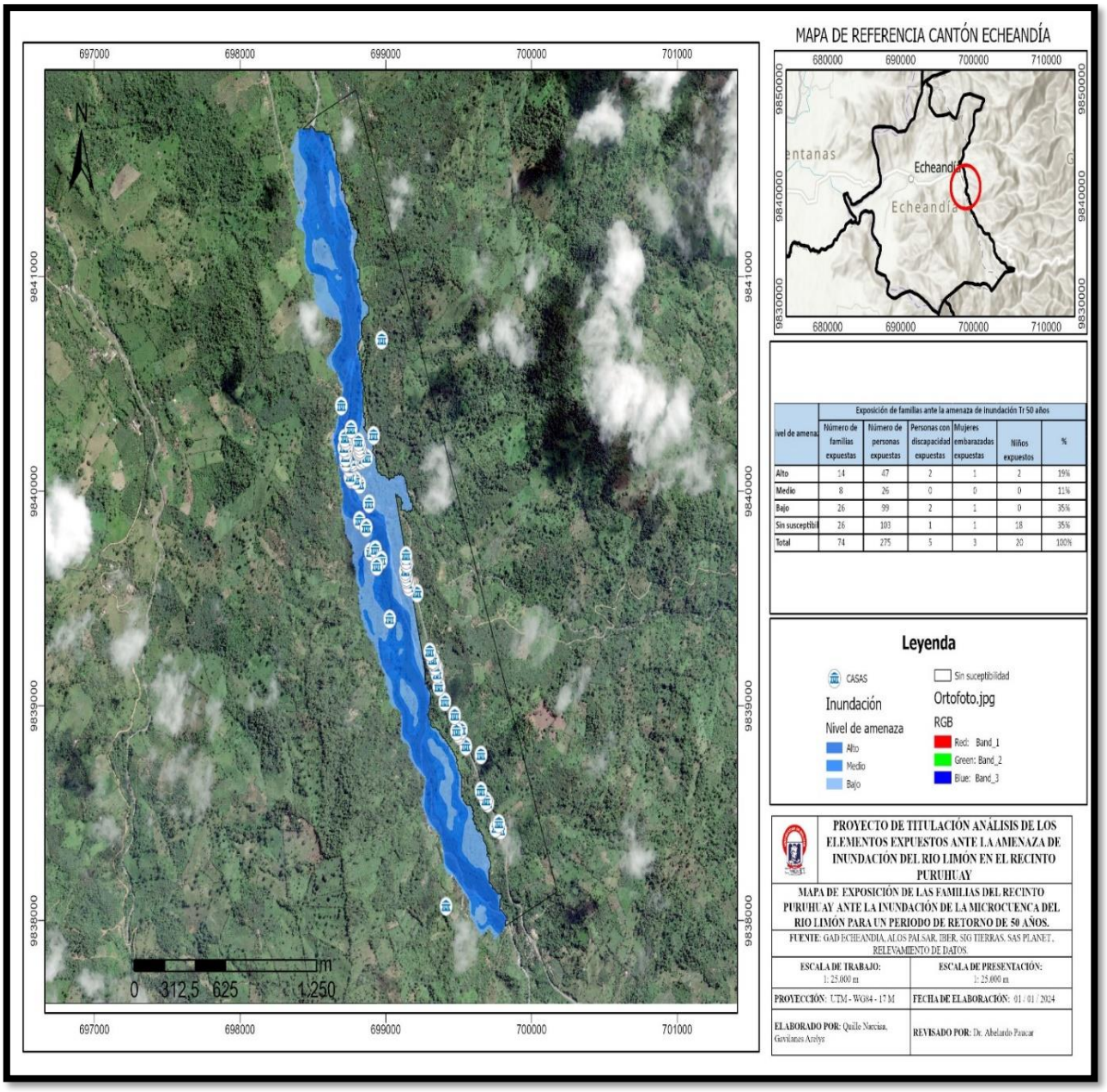
Exposición de familias ante la amenaza de inundación Tr 50 años

	Exposición de familias y grupos vulnerables ante la amenaza de inundación Tr 50 años					
Nivel de amenaza	**Número de familias expuestas**	**Número de personas expuestas**	**Personas con discapacidad expuestas**	**Mujeres embarazadas expuestas**	**Niño/as expuestos**	**Personas de la tercera edad**
Alto	14	47	2	1	2	5
Medio	8	26	0	0	0	5
Bajo	26	99	2	1	0	13
Sin susceptibilidad	26	117	1	1	18	20
Total	74	289	5	3	20	45

Nota. *En la siguiente tabla se puede apreciar los datos recolectados en campo desagregados por grupos vulnerables.* Fuente: Gavilánez y Quille (2024)

Ilustración 12

Mapa de exposición de familias ante la amenaza de inundación para un Tr 100 años



Nivel de amena	Exposición de familias ante la amenaza de inundación Tr 50 años					
	Número de familias expuestas	Número de personas expuestas	Personas con discapacidad expuestas	Mujeres embarazadas expuestas	Niños expuestos	%
Alto	14	47	2	1	2	19%
Medio	8	26	0	0	0	11%
Bajo	26	99	2	1	0	35%
Sin susceptibil	26	103	1	1	18	35%
Total	74	275	5	3	20	100%

Nota. Se puede apreciar el mapa de inundación para un tiempo de retorno de 50 años y las familias que se encuentran expuestas en los diferentes niveles**.** Fuente: Gavilánez y Quille (2024)

Exposición de viviendas Tr 50años

Análisis. – En el recinto Puruhuay hay un total de 74 edificaciones de las cuales el 32% son de hormigón armado, el 43% son de madera y el 24% son mixtas de hormigón y madera, de las cuales el 19% se encuentran expuestas ante un nivel de amenaza alta de inundación del río Limón, el 11% de viviendas se encuentran expuestas a un nivel medio de inundación, el 35% se encuentran expuestos a un nivel bajo de inundación y el 35% de viviendas no se encuentran expuestas.

Tabla 21

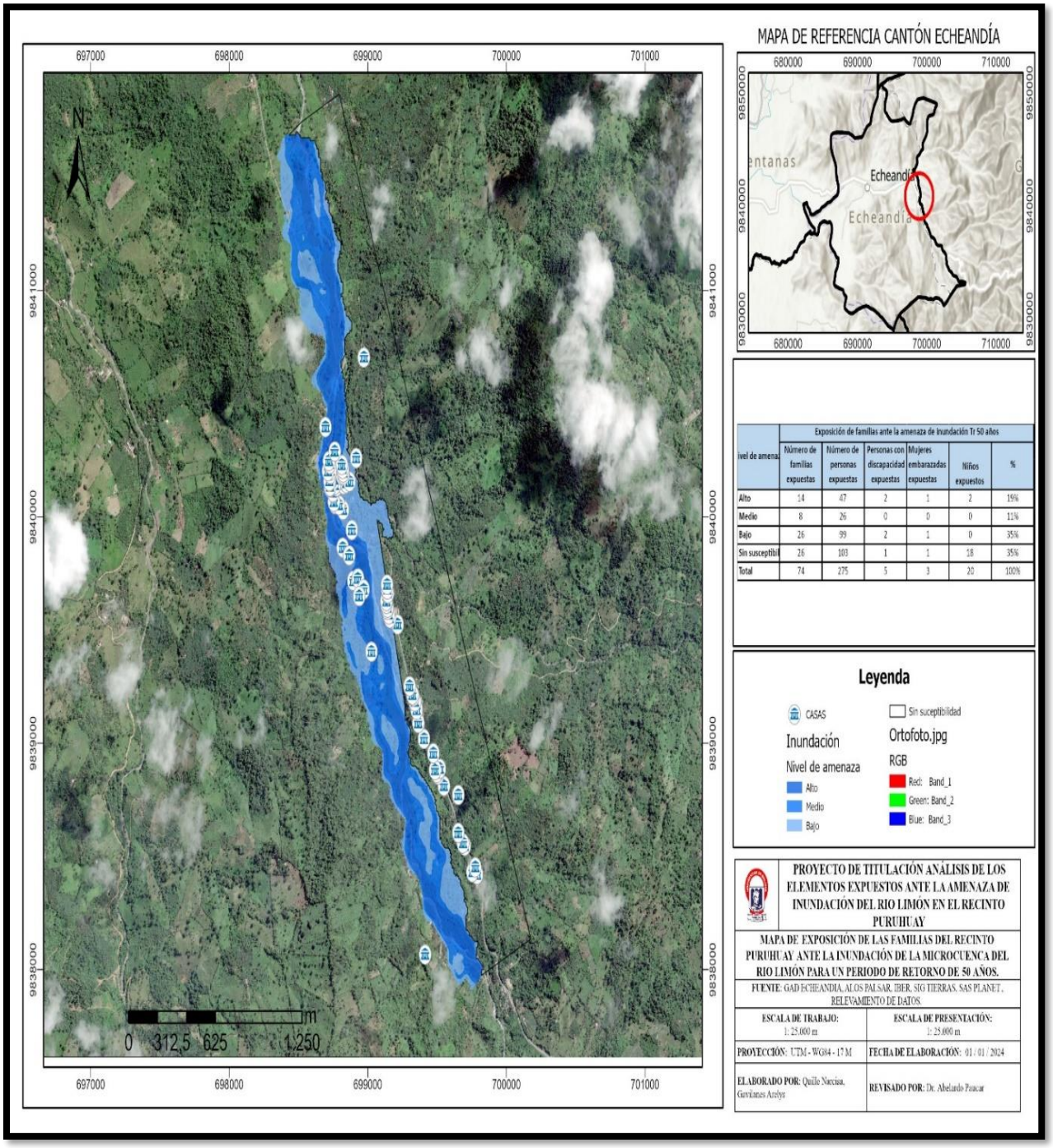
Exposición de viviendas ante la amenaza de inundación Tr 50 años

Nivel de exposición	Tipo de vivienda				
	Hormigón	**Madera**	**Mixta (Hormigón-madera)**	**Total**	**%**
Alto	**4**	**10**	**0**	14	19%
Medio	**3**	**5**	**0**	8	11%
Bajo	**14**	**4**	**8**	26	35%
Sin susceptibilidad	**3**	**13**	**10**	26	35%
Total	**24**	**32**	**18**	74	100%

Nota: En la presente tabla podemos observar el número de casas expuestas de acuerdo al nivel de amenaza. Fuente: Gavilánez y Quille (2024)

Ilustración 13

Mapa de exposición de viviendas ante la amenaza de inundación para un Tr 50 años



Nivel de amenaza	Número de familias expuestas	Número de personas expuestas	Personas con discapacidad expuestas	Mujeres embarazadas expuestas	Niños expuestos	%
Alto	14	47	2	1	2	19%
Medio	8	26	0	0	0	11%
Bajo	26	99	2	1	0	35%
Sin susceptibil	26	103	1	1	18	35%
Total	74	275	5	3	20	100%

Nota: *En el presente mapa podemos observar el nùmero de familias expuestas de acuerdo al nivel de amenaza. Fuente: Gavilanez y Quille (2024).*

b) Exposición de infraestructuras esenciales Tr 50años

Análisis. - En el recinto Puruhuay hay un total de 96 elementos esenciales, con la ayuda del mapa de amenaza por inundación del río Limón para un tiempo de retorno de 50 años se realizó una intersección y se pudo observar que dentro de un nivel alto de amenaza de inundación se encuentran expuestos 2 puentes uno de ellos es puente colgante, 10 postes eléctricos, 21 comercios de diferentes índoles como ventas de comida, tiendas, venta de frutas, etc. Dentro de la influencia de un nivel de amenaza media se encuentran expuestos 9 postes eléctricos, dentro del nivel de amenaza baja se encuentran expuestos 14 postes eléctricos, y por último tenemos dentro del área de sin susceptibilidad a 36 postes eléctricos y una Unidad educativa que se llama Eleazar Gavilanes.

Tabla 22

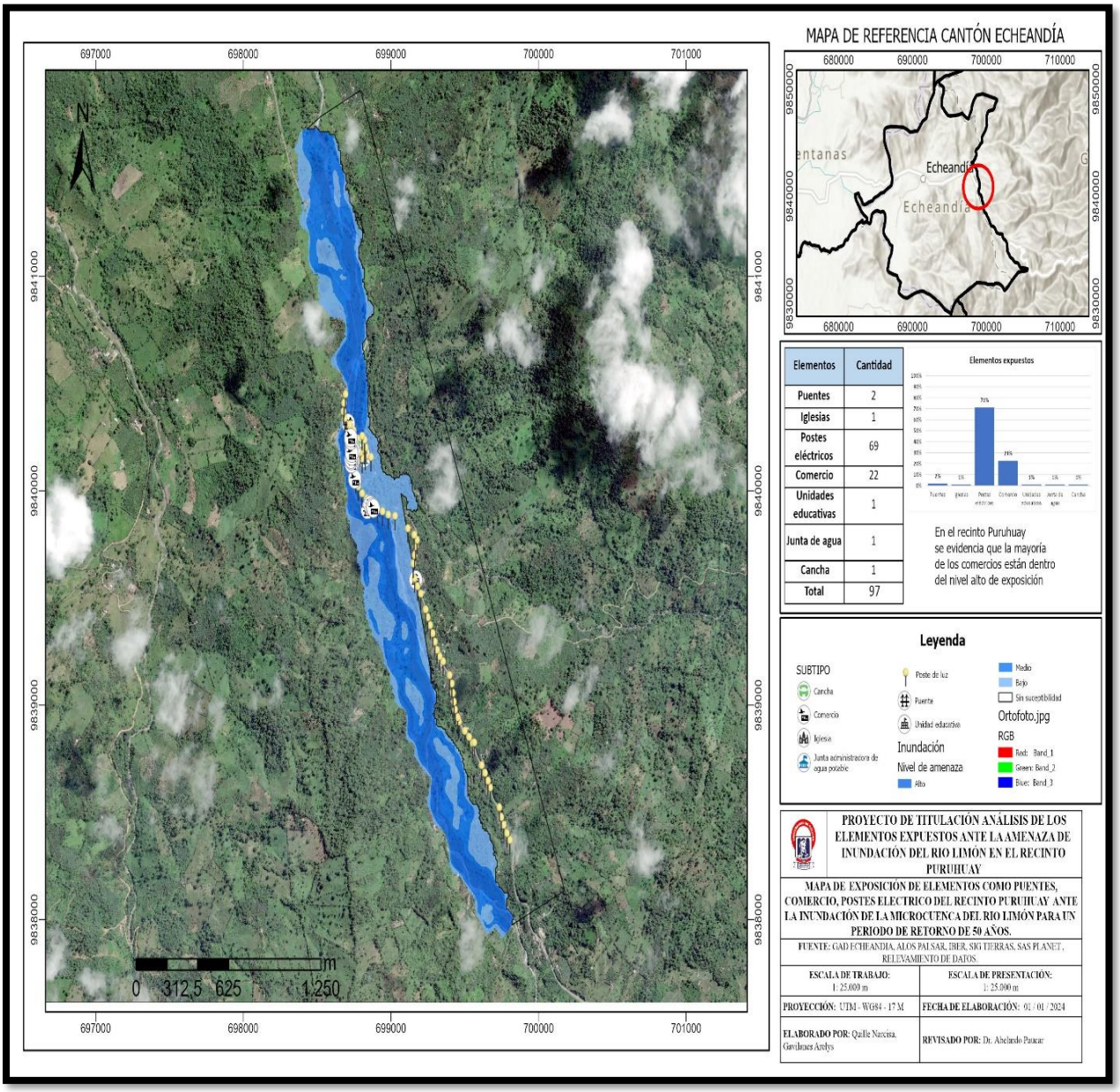
Exposición de elementos esenciales ante amenaza inundación con Tr 50 años

Nivel de amenaza	N° de Puentes	%	# de Iglesias	%	# de Postes eléctricos	%	# de Comercios	%	# de Unidades educativas	%	Cancha	%
Alto	2	100%	0	0%	10	14%	21	95%	0	0%	0	0%
Medio	0	0%	0	0%	9	13%	1	5%	0	0%	0	0%
Bajo	0	0%	1	100%	14	20%	0	0%	0	0%	1	100%
Sin Susceptibilidad	0	0%	0	0%	36	52%	0	0%	1	100%	0	0%
Total	2	0%	1	100%	69	100%	22	100%	1	100%	1	100%

Nota. *En la presente tabla podemos observar el número de elementos esenciales expuestos de acuerdo al nivel de amenaza. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).*

Ilustración 14

Mapa de elementos expuestos del recinto Puruhuay ante la amenaza de inundación para un Tr 50 años



Nota: En la presente ilustración se puede observar mapeados los elementos esenciales como son puentes, iglesias, postes eléctricos, comercio, unidades educativas las cuales se detallan su nivel de amenaza. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).

c) Exposición de familias ante la amenaza de inundación para TR 100 años

Análisis.- En el recinto Puruhuay se evidencia que el 13% de familias se encuentran expuestas ante un nivel de amenaza alta de inundación, en lo cual hay 50 personas expuestas de las cuales hay 2 personas con discapacidad, 1 mujer que se encuentra en estado de gestación, 5 niños y 5 personas de la tercera edad, el 9 % de familias se encuentran dentro del nivel medio de amenaza de inundación en la cual hay 31 personas expuestas de las cuales hay 15 personas de tercera edad, el 31% de familias que se encuentran dentro de la influencia del nivel de amenaza baja de inundación con 93 personas de las cuales hay 1 persona con discapacidad, 1 mujer en estado de gestación, 2 niños y 15 adultos mayores, y por último tenemos el 46 % de familias que no se encuentran dentro de la influencia de inundación del río Limón con un total de 115 personas de las cuales hay 3 personas con discapacidad, 1 mujer en estado de gestación, 10 niños y 10 personas de la tercera edad.

Tabla 23

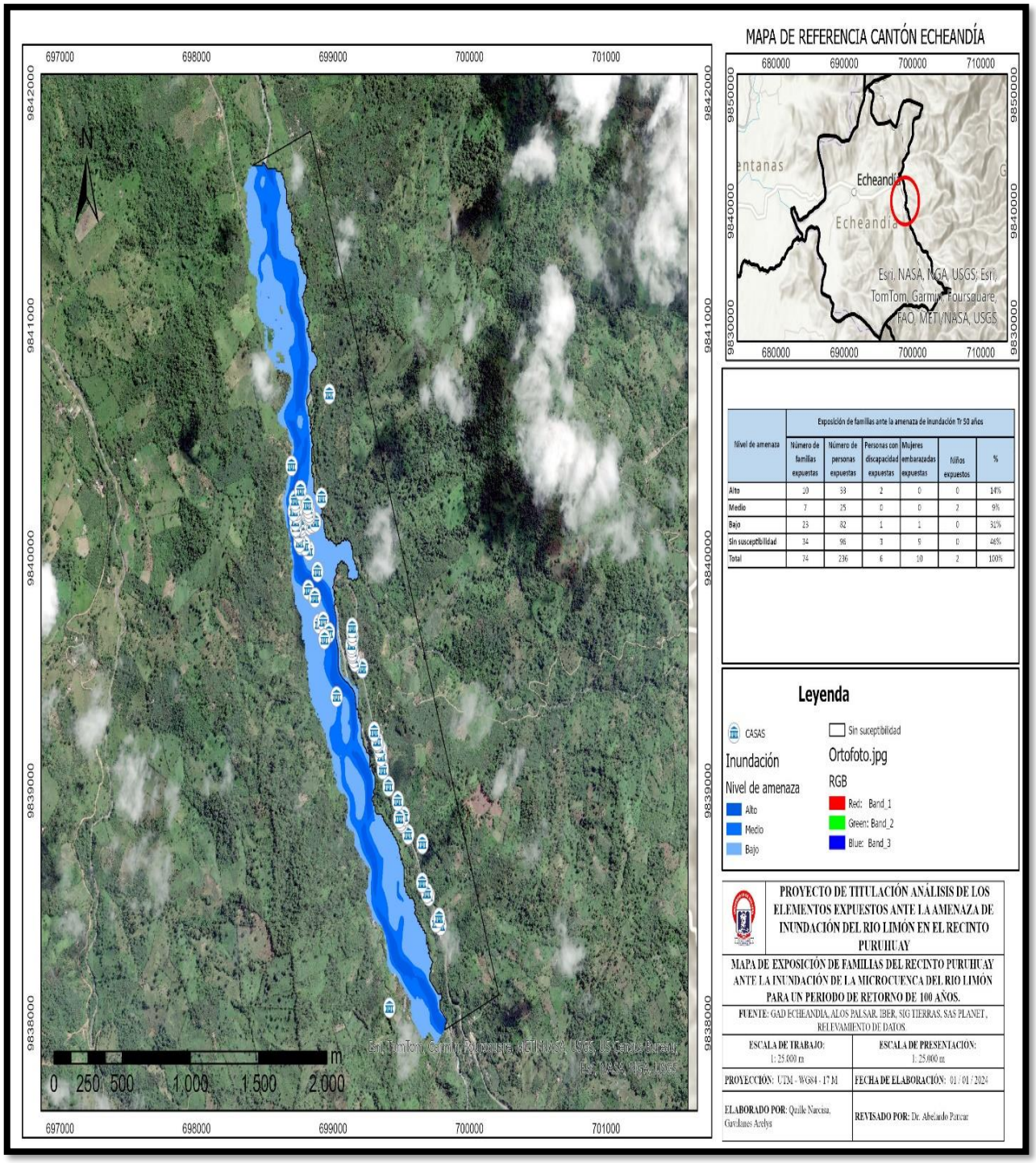
Exposición de familias y grupos vulnerables ante la amenaza de inundación con Tr 100 años

Nivel de amenaza	Exposición de familias y grupos vulnerables ante la amenaza de inundación Tr 100 años					
	Número de familias expuestas	Número de personas expuestas	Personas con discapacidad expuestas	Mujeres embarazadas expuestas	Niño/as expuestos	Personas de la tercera edad
Alto	10	50	2	1	5	5
Medio	7	31	0	0	3	15
Bajo	23	93	1	1	2	15
Sin susceptibilidad	34	115	3	1	10	10
Total	74	289	6	3	20	45

Nota. *En la presente tabla podemos observar el número de familias expuestas de acuerdo al nivel de amenaza. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).*

Ilustración 15

Mapa Exposición de familias ante la amenaza de inundación Tr100 años



Nota. En la presente ilustración se puede observar mapeados los elementos esenciales como son puentes, iglesias, postes eléctricos, comercio, unidades educativas las cuales se detallan su nivel de amenaza. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).

d) Exposición de viviendas para un Tr 100 años

Análisis. - En el recinto Puruhuay hay un total de 74 edificaciones de las cuales el 33% son de hormigón armado, el 35% son de madera y el 26% son mixtas de hormigón y madera, de las cuales el 14% de encuentran expuestas ante un nivel de amenaza alta de inundación del río Limón, el 9% de viviendas se encuentran expuestas a un nivel medio de inundación, el 31% se encuentran expuestos a un nivel bajo de inundación y el 46% de viviendas no se encuentran expuestas.

Tabla 24

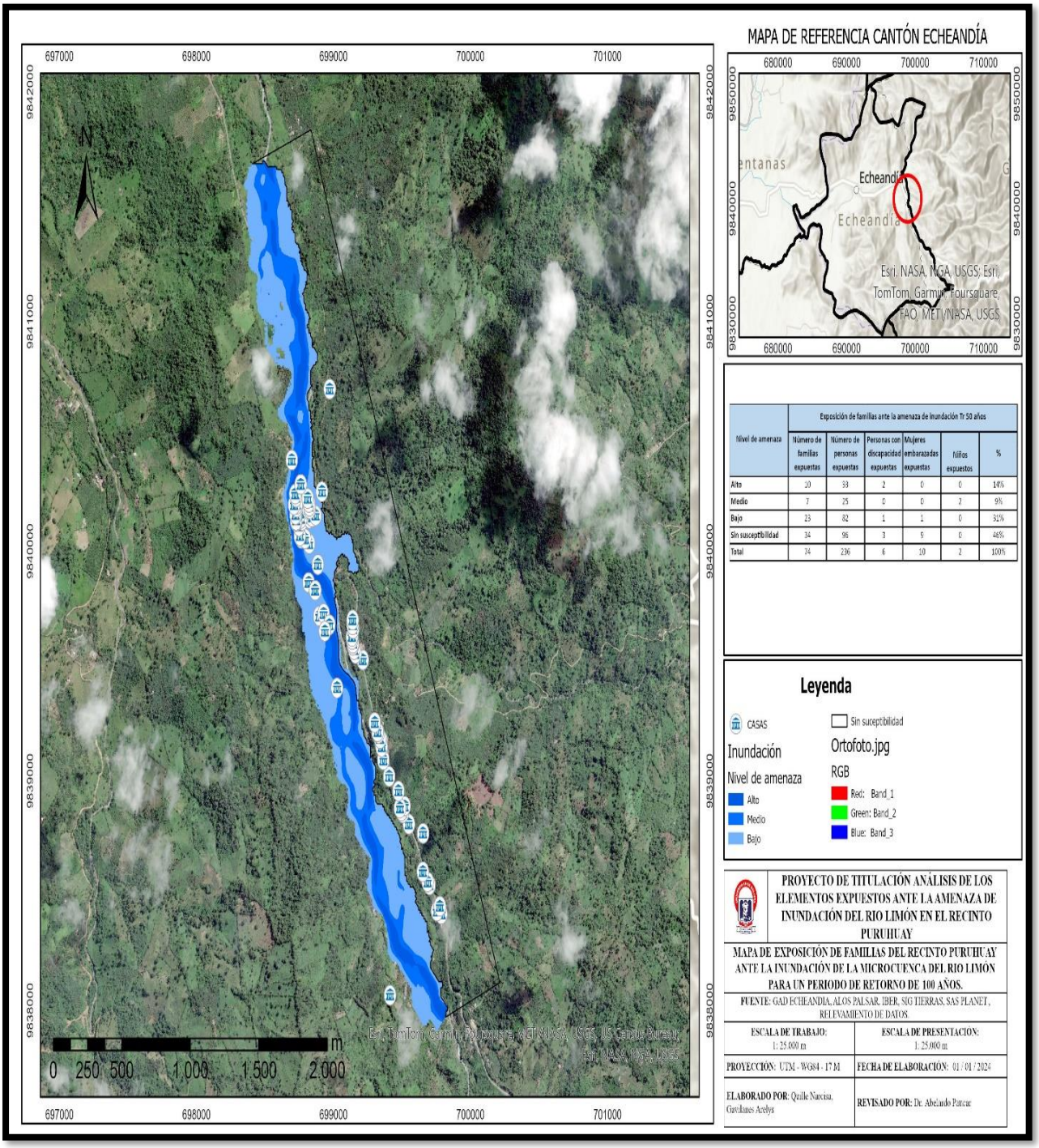
Exposición de viviendas ante amenaza de inundación para un Tr 100 años

Nivel de exposición	Tipo de vivienda				
	Hormigón	**Madera**	**Mixta (Hormigón-madera)**	**Total**	**%**
Alto	4	3	3	10	14%
Medio	0	5	2	7	9%
Bajo	18	4	1	23	31%
Sin susceptibilidad	3	14	13	34	46%
Total	25	26	19	74	100%

Nota. *En la presente tabla podemos observar el número viviendas expuestas de acuerdo al nivel de amenaza. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).*

Ilustración 16

Mapa de exposición de viviendas ante la amenaza de inundación con Tr 100 años



Nota. *En la presente ilustración se puede observar mapeados las viviendas ante la amenaza de inundación con Tr de 100 años. Fuente: Gavilánez y Quille (2024)*

e) Exposición de infraestructuras esenciales para un Tr 100 años

Análisis. - En el recinto Puruhuay hay un total de 96 elementos esenciales, con la ayuda del mapa de amenaza por inundación del río Limón para un tiempo de retorno de 100 años se realizó una intersección y se pudo observar que dentro de un nivel alto de amenaza de inundación se encuentran expuestos 2 puentes uno de ellos es puente colgante, 10 postes eléctricos, 21 comercios de diferentes índoles como ventas de comida, tiendas, venta de frutas, etc. Dentro de la influencia de un nivel de amenaza media se encuentran expuestos 9 postes eléctricos y un puesto de venta de frutas, dentro del nivel de amenaza baja se encuentran expuestos 14 postes eléctricos, 1 iglesia y por último tenemos dentro del área de sin susceptibilidad a 36 postes eléctricos y una Unidad educativa que se llama Eleazar Gavilanes.

Tabla 25

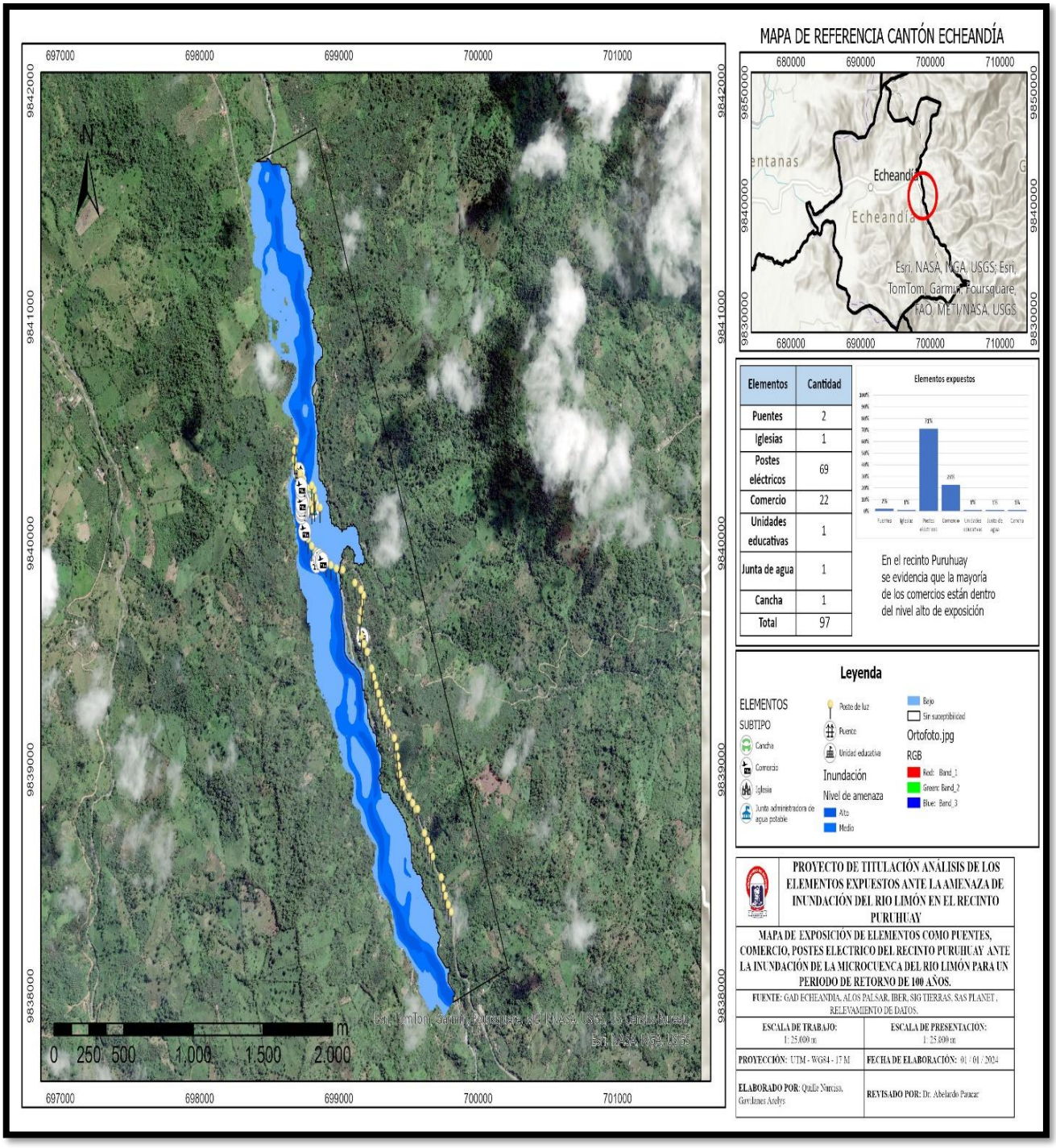
Exposición de elementos esenciales ante la amenaza de inundación con Tr 100 años

Nivel de amenaza	# de Puentes	%	# de Iglesias	%	# de Postes eléctricos	%	# de Comercios	%	# de Unidades educativas	%	Cancha	%
Alto	2	100%	0	0%	10	14%	21	95%	0	0%	0	0%
Medio	0	0%	0	0%	9	13%	1	5%	0	0%	0	0%
Bajo	0	0%	1	100%	14	20%	0	0%	0	0%	1	100%
Sin Susceptibilidad	0	0%	0	0%	36	52%	0	0%	1	100%	0	0%
Total	2	0%	1	100%	69	100%	22	100%	1	100%	1	100%

Nota. En la presente tabla podemos observar el número de elementos esenciales expuestos de acuerdo al nivel de amenaza. Fuente: Gavilánez y Quille (2024).

Ilustración 17

Mapa de exposición de los elementos esenciales



Elementos	Cantidad
Puentes	2
Iglesias	1
Postes eléctricos	69
Comercio	22
Unidades educativas	1
Junta de agua	1
Cancha	1
Total	97

Nota. En la presente ilustración se puede observar mapeados los elementos esenciales como son puentes, iglesias, postes eléctricos, comercio, unidades educativas, las cuales se detallan su nivel de amenaza para Tr 100 años. **Fuente:** Gavilánez y Quille (2024).

4.3. Resultado del objetivo 3: Establecer medidas de reducción de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación

En la tabla 26 se puede observar las medidas de reducción no estructurales con sus respectivos responsables para las familias y grupos vulnerables que se encuentran expuestas a las zonas de inundación para el Tr 50 y Tr 100 años que tiene por objeto proteger y salvaguardar la vida de las personas.

Tabla 26

Medidas de reducción de las familias y grupos vulnerables expuestos ante la amenaza de inundación

Medidas no estructurales para mitigar las consecuencias o daños por inundación de las familias y grupos vulnerables del recinto	Responsables
• Crear un comité comunitario de Gestión de Riesgos para que tengan una mayor organización en gestionar los riesgos de la comunidad.	• SNGRE • GAD Echeandía • Comunidad de Puruhuay
• Realizar capacitaciones para que la población se empodere de conocimiento en reducir el riesgo por inundación, en el recinto de Puruhuay	• SNGRE • GAD Echeandía • UGR GAD Echeandía
• Sembrar árboles nativos para evitar la erosión de las orillas del río por las velocidades.	• GAD Echeandía • Comunidad de Puruhuay

• Realizar limpiezas en las orillas del río Limón. • Generar estudios con información mucho más a detalle, realizando levantamientos topográficos con instrumentos de precisión (Drones, GPS, Estación total, etc).	• GAD Echeandía • Comunidad de Puruhuay • Ministerio del Ambiente • UGR GAD Echeandía

Fuente: *Gavilánez y Quille (2024)*

En la tabla 27 se puede observar las medidas de reducción estructurales ambientales y no estructurales con sus respectivos responsables que se encuentran expuestos a la zona de inundación para el Tr 50 y Tr 100 años teniendo como objeto proteger las viviendas y los elementos esenciales.

Tabla 27

Medidas estructurales/ ambientales para mitigar las consecuencias o daños por inundación a las viviendas y elementos esenciales	**Responsables**
• Realizar el dragado del río Limón para poder disminuir los calados de inundación y las velocidades del mismo.	• Departamento de obras públicas y departamento de planificación y catastro del GAD Echeandía
• Las viviendas que se encuentran en un nivel de amenaza alta y media tienen que realizar un reforzamiento	• Departamento de obras públicas y departamento de planificación y catastro del GAD Echeandía

• Realizar proyectos como muros de gaviones que permitan encauzar el caudal del río y que se mitigue las afectaciones por el desbordamiento especialmente en la zona más poblada del recinto	• Departamento de obras públicas y departamento de planificación y catastro del GAD Echeandía
• Realizar una urbanización para poder reasentar a las familias que se encuentran dentro del impacto directo.	• Departamento de obras públicas y departamento de planificación y catastro del GAD Echeandía
Medidas no estructurales/ ambientales para mitigar las consecuencias o daños por inundación a las viviendas y elementos *esenciales*	**Responsables y colaboradores**
• Realizar y aprobar una ordenanza municipal para protección del río y prohibición de construcciones en zonas de amenaza de inundación	• GAD Echeandía
• Planes de contingencia ante inundaciones para centros de concentración masiva: iglesias, canchas y sitios de comercios.	• Responsable UGR- GAD Echeandía con apoyo de la SNGRE y la UEB.
• Capacitación, señaléticas, identificación de sitios seguros y simulacros para lugares de concentración masiva.	• Responsable UGR- GAD Echeandía con apoyo de la SNGRE, UEB, Bomberos y Policía Nacional.

Fuente: *Gavilánez y Quille (2024*

Análisis de la viabilidad de la propuesta

Para el respectivo desarrollo de la presente propuesta se hace un breve análisis de la viabilidad en lo político, económico, técnico y social.

En la **viabilidad política**, se debe considerar que existiría el interés y compromiso de las autoridades del GAD del Cantonal de Echeandía y directivos de instituciones locales, ya que la propuesta está orientada a proteger a la población e infraestructura local.

En la **viabilidad económica,** se contaría con presupuesto del GAD cantón Echeandía asignado para el componente de riesgos, así como, se gestionaría financiamiento de instituciones nacionales y la cooperación internacional vinculadas con la reducción de riesgos de desastres.

En la **viabilidad técnico,** se debe considerar la disponibilidad de técnicos de la Unidad de Gestión de Riesgos y otras dependencias del GAD Echeandía, de igual forma, los técnicos de las instituciones locales como el Cuerpo de Bomberos, Policía, MAG, entre otros; asimismo, la Universidad Estatal de Bolívar a través de la carrera de Ingeniería en Riesgos de Desastres, puede apoyar con docentes y estudiantes.

En la **viabilidad social,** se debe mencionar el interés de los directivos del recinto Puruhuay y la población que está expuesta a la amenaza de inundación, quienes brindaran el apoyo y participación en el desarrollo de acciones de reducción de riesgos para proteger a sus familias, viviendas e infraestructura esencial del territorio.

Por consiguiente, la propuesta sería viable para el territorio de intervención.

CAPÌTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.4. Conclusiones

- Se identificó el área susceptible a inundación en la zona de estudio que es el recinto Puruhuay mediante el método hidrológico se calcularon los caudales máximos esperados mediante el método racional modificado para los tiempos de retorno (tr) de 50 y 100 años, además, se realizó el modelamiento hidráulico utilizando el software IBER determinar los calados (m) y velocidades (m/s) con la finalidad de mapear las zonas y niveles de amenaza de inundación en el área de influencia del río Limón, donde predomina en su orden los niveles alto, medio bajo.
- Se determinó el nivel de exposición para tr 50 y 100 años, se estableció que aproximadamente el 19% de las familias, en la que se encuentran mujeres embarazadas, niños, adultos mayores y personas con discapacidad, se localizan en la zona alta de amenaza de inundación, también, se evidencia que la mayoría de edificaciones en zonas de inundación, son las de tipología de madera, de igual forma, entre los elementos expuestos están puentes que conectan al recinto, iglesia, cancha deportiva y puestos de venta de frutas de su localidad.
- Se elaboró propuesta con las medidas de reducción no estructurales para la parte social, es decir las personas y familias que habitan en el recinto y están expuestas a inundaciones, para las viviendas y los elementos expuestos se establecieron medidas estructurales y no estructurales para proteger las infraestructuras, el ente responsable es GAD Cantonal de Echeandía con apoyo de las instituciones locales.

4.5. Recomendaciones

- Se recomienda que se realice un estudio con información de mayor precisión como levantamientos topográficos a detalle para obtener modelos digitales del terreno que al momento de modelar tengan el menor error posible, además, calcular los caudales con datos de caudales máximos anuales y así poder determinar con mayor precisión las proyecciones o estimaciones de la amenaza de inundación.
- Realizar un estudio de vulnerabilidad socioeconómica del recinto para que permita tomar decisiones de reubicación u otras medidas que ayuden a salvaguardar la integridad física de las personas que habitan en el recinto Puruhuay.
- Que se ejecute algunas de las acciones o medidas de reducción de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación que fueron propuestas en el presente trabajo, las mismas que deben ser lideradas por el GAD Echeandía, con apoyo de las instituciones locales y la comunidad.

5. Bibliografía

Alexandra Ramirez, Jose Gordon. (2022). *Modelamiento hidràulico del rìo Blanco y el rìo Cristal para el ànalisis de inundaciones en la cabecera cantonal del Valle Hermoso del cantòn Santo Domingo, 2022.* Guaranda: UEB.

Andrade, B. (04 de Enero de 2024). Antecedentes de inundación recinto Puruhuay. (A. Gavilanez, Entrevistador)

Anónimo. (03 de 12 de 2023). Obtenido de https://www.primicias.ec/noticias/entretenimiento/tecnologia/google-ecuador-mapa-inundaciones/

Asamblea Nacional del Ecuador. (20 de 10 de 2008). *Biblioteca digital.* Obtenido de http://biblioteca.defensoria.gob.ec/handle/37000/2726

Bordino, J. (2021). Cuencas hidrográficas: qué son, tipos e importancia. *Ecologìa Verde*.

Bryan Burgos, Scarlet Cartaya, David Mero del Valle. (2019). Análisis de la vulnerabilidad a inundaciones de la parroquia Santa Ana de Vuelta Larga, provincia de Manabí, Ecuador. *Instituto de Geografia (UNAM)*, 2.

Burgos, B., Cartaya, S., & Mero, D. (01 de 04 de 2019). *Investigaciones Geograficas.* doi:https://doi.org/10.14350/rig.59767

Campos, D. (2017). *Proceso del ciclo hidrològico.* Mèxico: Universidad Autònoma de San Luis de Potosi.

CAPRADE. (Junio de 2018). *Glosario de tèrminos y conceptos de la gestiòn del riesgo de desastres para los Países Miembros de la Comunidad Andina.* (S. G. Andina, Ed.) Obtenido de Secretaría Técnica del Comité Andino para la Prevención y Atención de

Desastres: https://www.comunidadandina.org/StaticFiles/2018619133838GlosarioGestionDeRiesgoSGCA.pdf

CENEPRED. (2015). *Glosario de tèrminos.* Perù: Ministerio de defensa.

Chavez, B. (2019). *Amenaza de inundación y su influencia en los centros poblados (San José de Camarón) en la micro-cuenca del río Chazo Juan.* Echeandía: UEB.

Chileno Gilda, Jimmy Agualongo. (2023). *"Análisis de las afectaciones por el desbordamiento del río Suquibí en la zona del Barrio La Primavera de San Luis de Pambil, Provincia Bolívar, periodo abril-septiembre 2023".* Guaranda: UEB.

Chimbo Angel, Caceres Cristhian. (2017). *Evaluaciòn de la vulnerabilidad fisico estructural y socioeconomica en àreas susceptibles a inundaciòn del rìo Camaròn, en el recinto San Jose de Camaron, canton Echeandia, durante el periodo mayo- agosto del 2027.* Guaranda: UEB.

Chimbo, A., & Cáceres, C. (2017). *Evaluación de la vulnerabilidad físico estructural y socioeconómica en áreas susceptibles a inundaciones del Río Camarón, en el recinto San José de Camarón, Cantón Echeandía, durante el período mayo – agosto del 2017.* Echeandía: UEB.

Código Orgánico del Ambiente. (12 de 04 de 2017). *Registro Oficial.* Obtenido de Órgano de la República del Ecuador: https://www.registroficial.gob.ec/index.php/registro-oficial-web/publicaciones/suplementos/item/9074-suplemento-al-registro-oficial-no-983

Colombia, U. C. (2020). *ESTUDIO DE AMENAZA DE INUNDACIÓN DEL RÍO CULAGÁ, SECTOR PUENTE PR2+500 EN LA VÍA TOLEDO – LABATECA, DEPARTAMENTO NORTE DE SANTANDER.* Colombia.

COOTAD. (19 de 10 de 2010). *Código Orgánico de Organización Territorial Autonomía y Descentralización.* Obtenido de https://www.oas.org/juridico/pdfs/mesicic4_ecu_org.pdf

Daniela Romero, Daniel Gomez. (2021). *Implementación del software IBER para realizar un modelo de calidad del agua y evaluar escenarios en el ríos Rancheria, Guajira.* Colombia: Universidad Católica de Colombia.

Escudero Bueno, Morales Torres, Castillo Rodrigues, & Parales Momparler. (2010). *Riesgo de inundaciòn.* Valencia-España: Riesgos de inundaciòn.

GAD Echeandìa. (21 de 11 de 2020). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del canton Echeandìa*. Obtenido de Sistema Nacional de Información (SNI): https://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/PDYOT%20FORMATO%20SENPLADES%20FINAL_14-11-2014.pdf

Guajala, G. V. (2017). *Riesgo Fisico frente a inundaciones fluviales y pluviales en la vabecera parroquial Rocafuerte del canton rioverde, provincia de Esmeraldas, Ecuador.* Obtenido de http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/14441/RIESGO%20F%C3%8DSICO%20FRENTE%20A%20INUNDACIONES%20FLUVIALES%20Y%20PLUVIALES%20EN%20LA%20CABECERA%20PARROQUIAL%20ROCAFUERTE%20DE.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Herrero, Huerta & Llorente. (2008). Mapas de peligrosidad por avenidas e inundaciones . En *PlanetaTierra* (pág. 31). España.

Ibáñez Asensio, S., Moreno Ramón, H., & Gisbert Blanquer, J. (2010). *Morfología de las cuencas hidrográficas.* Universidad Politècnica de Valencia. Obtenido de

https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10782/Morfolog%C3%ADa%20de%20una%20cuenca.pdf

IFRC. (2023). *Inundaciones* . Ecuador.

Jerez, M. (2017). *Valoración de la vulnerabilidad física estructural para viviendas ante inundaciones en la parte céntrica del canton San Pedro de Pelileo.* Ambato: UTA.

Lozano, O. (2008). *Metodologia para el anàlisis de vulnerabilidad y riesgos ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos.* Obtenido de https://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/olga-lozano.pdf

Manuel de Comité de Operaciones de Emergencia. (2017). *Secretaría de Gestión de Riesgos.* Obtenido de https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2017/09/Manual-del-COE.pdf

Martinez, C. (2017). *Investigacion descriptiva: tipos y caracteristicas*. Obtenido de file:///C:/Users/DELL/Downloads/Investigaci%C3%B3n%20Descriptiva.pdf

Ministerio de Transformación Digital. (2020). *Calado para el periodo de retorno*. Obtenido de https://datos.gob.es/es/catalogo/a16003011-calado-para-el-periodo-de-retorno-de-10-100-y-500-anos1

Municipalidad Distrital de Orepesa, Quispicanchi, Cusco. (2023). *SIGRID.* Obtenido de https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/16647

Organización Panamericana de Salud. (2019). *Informe situación de inundaciones en Ecuador.* Guayas.

OROMAPAS. (2021). *Reportes y sugerencias 073.* Bahìa de Banderas.

PDOT. (2021). *Plan de desarrollo y ordenamiento territorial Salinas.* Guaranda .

Reliefweb. (2022). *Informe anual, un año de extremos.* Ecuador.

Robayo, L., & Manobanda, O. (2017). *Evaluación de la Resiliencia de los barrios Playita y Malecón, ante la amenaza de.* Echeandía: UEB.

Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (2024). *Informe de Situación por emergencias y desastres en Ecuador.* Samborondón: Dirección de Monitoreo de Eventos Adversos de la Secretaría de Gestión de Riesgos. Obtenido de https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/2024/03/SITREP_Nro_49_Lluvias_29012024_al_26032024_10h00.pdf

Secretaría Nacional de la Comunidad Andina. (2018). *Glosarios de tèrminos y conceptos de la Gestiòn de Riesgos de Desatres para los paices miembros de la Comunidad Andina.* Lìma: Decicsion 825.

Secretaría Nacional de Planificación. (2021). *PLAN DE CREACIÓN DE OPORTUNIDADES 2021-2025.* Obtenido de https://www.planificacion.gob.ec/plan-de-creacion-de-oportunidades-2021-2025/

SGR. (2018). *Glosario de tèrminos de Gestiòn de Riesgos de Desastres.* Obtenido de https://www.gestionderiesgos.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2019/01/GLOSARIO-DE-T%C3%89RMINOS-DE-GESTI%C3%93N-DE-RIESGOS-DE-DESASTRES-GUIA-DE-CONSULTA.pdf

SNGR. (2021). *Informe de situación - Epoca lluviosa.* Guayas: Servicio Nacional de Gestión de Riesgo y Emergencia.

UNISDR. (2016). *Indicadores y terminología relacionados con la reducción del riesgo de desastres.* Obtenido de https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologySpanish.pdf

UNISDR. (2016). *Glosario de tèrminos.* Cuba: Financiado por la Uniòn Europea y Ayuda Humanitaria.

Universidad Catòlica de Colombia. (2020). *Estudio de amenaza de inundacion del rìo Culagà, sector puente pr2 + 500 en la via Toledo - Labateca, departamento norte de santander.* Colombia.

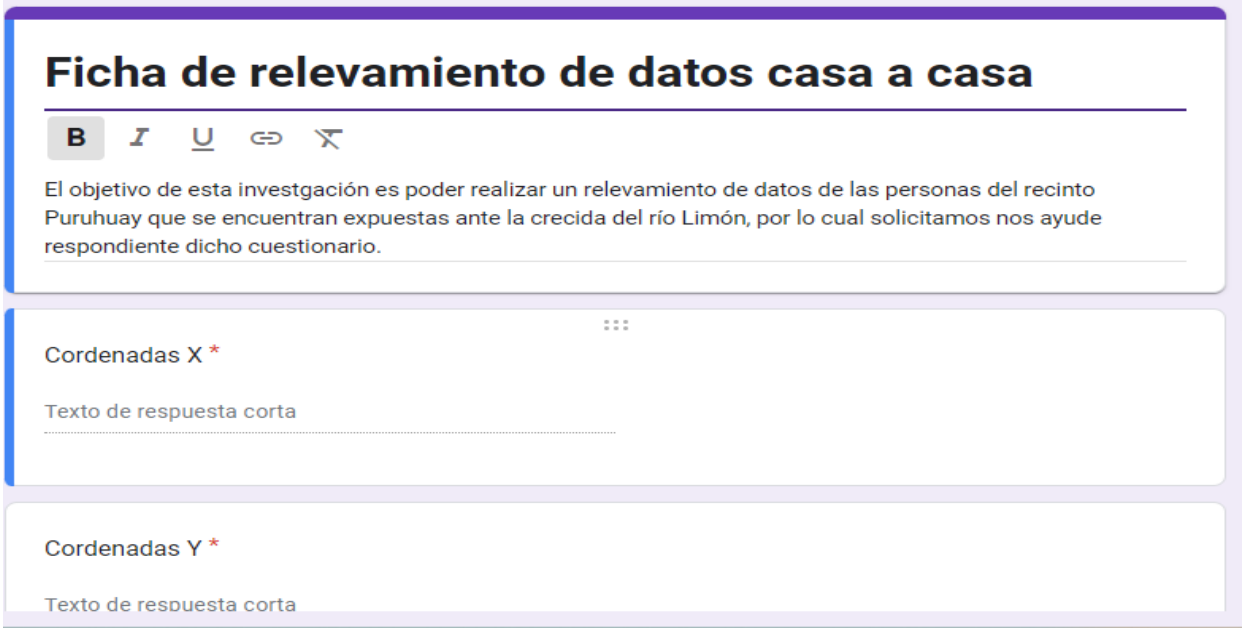
Urríes, B. J. (2013). ``IBER. potente software libre .agua en 2D``. ``*IBER. potente software libre .agua en 2D*``. Obtenido de https://blogdelagua.com/actualidad/internacional/iber-potente-software-libre-agua-en-2d-por-blanca-jordan-de-urries/

Vallarino, R. (2014). Patrimonio, Urbanismo y medio ambiente de la aula a la red. *Servicios de blogs UPM*. Obtenido de https://blogs.upm.es/puma/

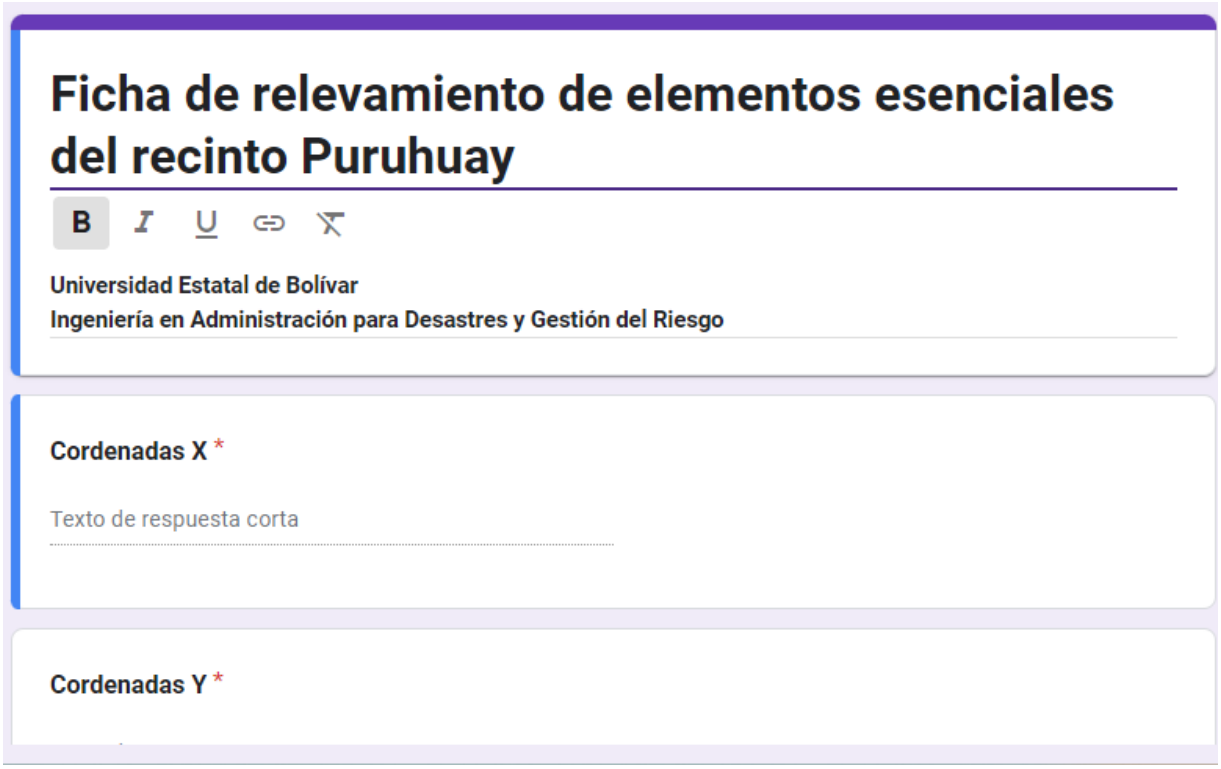
Yazuma, C., & Piuri, M. (2021). *Zonificación de áreas susceptibles a deslizamientos en la parroquia Simiatug , cantón, Guaranda, provincia Bolívar*. 2021: UEB.

6. Anexos

Anexo 1.- Ficha de relevamiento de datos casa a casa en el recinto Puruhuay



Anexo 2.- Ficha de relevamiento de elementos esenciales del recinto Puruhuay



Anexo 3.- Memorias fotográficas

Foto 1



Levamiento de datos de edificaciones (puestos de venta de comida y frutas) del recinto Puruhuay, febrero 2024.

Foto 2



Relevamiento de datos de las familias del recinto Puruhuay, febrero 2024

Foto 3



Identificación de nivel de caudal del rio Limón en el recinto Puruhuay, febrero 2024

Foto 4



Levantamiento de datos de elementos expuestos del recinto Puruhuay, febrero 2024.

Anexo 4.- Aspectos administrativos

Tabla 28

En la tabla 28 se detalla los recursos utilizados.

Presupuesto

Presupuesto			
Tema de titulación			
Análisis de los elementos expuestos ante la amenaza de inundación del rio Limón, del recinto Puruhuay, cantón Echeandía, provincia Bolívar, periodo octubre 2023 – febrero 2024			
Cantidad	**Recursos y materiales**	**Valor unitario $**	**Valor total $**
4	Salida de campo (transporte)	7	56
4	Alimentación	8	32
1	Resma de papel	5	5
2	Internet (megas)	10	20
3	Impresión de borradores	0,05	18
3	Impresión final del documento	0,05	18
3	Esferos	0,60	1,80
2	Libreta de apuntes	2	4
		Total	**154,80**

Autores: Gavilánez, Quille, 2024

Cronogramas de actividades

Actividades	Noviembre			Diciembre				Enero				Febrero				Marzo				Abril			
	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Aprobación del tema por consejo universitario																							
Revisión y corrección de temas de titulación																							
Remisión de guías para la elaboración del proyecto de investigación o estudio de caso																							
Reunión con el tutor asignado para descargar imagen satelital o para la toma de una nueva ortofoto del área de estudio que se requirió en esta investigación																							
Revisión del primer avance del capítulo 1																							
Elaboración del marco teórico, variables y metodologías																							
Revisión del avance																							
Salida de campo																							
Elaboración de los resultados y mapas de amenaza																							
Elaboración de medidas de reducción ante la amenaza de inundación																							
Revisión con el tutor																							

Elaboración de conclusiones y recomendaciones																							
Revisión del documento final con nuestro tutor																							

Autores: Gavilánez, Quille, 2024

Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO
Puruhuay_Antiplagio.pdf

AUTOR
Arelys Gavilanez & Narcisa Qui

RECUENTO DE PALABRAS
17698 Words

RECUENTO DE CARACTERES
93076 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS
90 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO
4.4MB

FECHA DE ENTREGA
Apr 24, 2024 12:27 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME
Apr 24, 2024 12:29 PM GMT-5

● **9% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 9% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Base de datos de Internet
- Base de datos de trabajos entregados

Dr. Abelardo Pavea
Profesor Tutor

Resumen

Escaneado con CamScanner

Reporte de similitud

Escaneado con CamScanner

● **9% de similitud general**

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 9% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de Crossref
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

Dr. Orlando Pavel
Profesor Tutor

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	#N/A. "PAMA de la Planta de Tratamiento de Aceites Usados de Orige... Publication	<1%
2	"Guía práctica para la formulación de planes de alerta y acción tempra... Crossref	<1%
3	Neuhaus Wilhelm, Sandra. "Identificacion de factores que limitan una i... Publication	<1%
4	SERGIO ANDRÉS SALAZAR GALAN. "Metodología para el análisis y la r... Crossref posted content	<1%
5	WSP PERU CONSULTORIA S.A.. "ITS para el Proyecto Modificación de ... Publication	<1%
6	Fuentealba Landeros, Maria Magdalena. "Influencia de los Cambios de ... Publication	<1%
7	Verónica Zenaida Montes de Oca Zavala, Ana Fidelia Aparicio Trejo, Pa... Crossref	<1%
8	"Estrategia y Plan de Acción Regional para la Preparación, Prevención, ... Crossref	<1%

Descripción general de fuentes