

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

## **ESCUELA DE POSGRADO**



### **UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

#### **PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

#### **TESIS:**

### **EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA QUEBRADA JOSÉ GÁLVEZ EN EL DISTRITO DE JOSÉ GÁLVEZ, CELENDÍN, CAJAMARCA 2023**

Para optar el Grado Académico de

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL**

Presentado por:

**JOSÉ ADRIANO CALLA NAVARRO**

Asesor:

**M.Sc. WALTER RICARDO RONCAL BRIONES**

Cajamarca, Perú


2024

## CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

1. Investigador: José Adriano Calla Navarro
2. DNI: 73014086  
Escuela Profesional/Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, Programa de maestría en ciencias, Mención: Gestión Ambiental.
3. Asesor: M.Sc. Walter Ricardo Roncal Briones
4. Grado académico o título profesional  
 Bachiller  Título profesional  Segunda especialidad  
 Maestro  Doctor
5. Tipo de Investigación:  
 Tesis  Trabajo de investigación  Trabajo de suficiencia profesional  
 Trabajo académico
6. Título de Trabajo de Investigación:  
EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA QUEBRADA JOSÉ GÁLVEZ EN EL DISTRITO DE JOSÉ GÁLVEZ, CELENDÍN, CAJAMARCA 2023
7. Fecha de evaluación: 28/08/2024
8. Software antiplagio:  TURNITIN  URKUND (OURIGINAL) (\*)
9. Porcentaje de Informe de Similitud: 17%
10. Código Documento: oid:3117:376488081
11. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
 APROBADO  PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 25/10/2024

*Firma y/o Sello  
Emisor Constancia*

  
\_\_\_\_\_  
**M.Sc. Walter Ricardo Roncal Briones**  
DNI: 26632728

\* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023

COPYRIGHT © 2024 by  
**JOSÉ ADRIANO CALLA NAVARRO**  
Todos los derechos reservados



**Universidad Nacional de Cajamarca**  
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDUC/D

**Escuela de Posgrado**

CAJAMARCA - PERU




**PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS**

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

Siendo las 17:05 horas, del día 17 de julio del dos mil veinticuatro, reunidos en el Auditorio de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. JUAN EDMUNDO CHÁVEZ RABANAL**, **Dr. JIMY FRANK OBLITAS CRUZ**, **M. Sc. JHON ANTHONY VERGARA COPACONDORI** y en calidad de Asesor el **M. Sc. WALTER RICARDO RONCAL BRIONES**, actuando de conformidad con el Reglamento Interno y el Reglamento de Tesis de Maestría de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada **EVALUACION DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA QUEBRADA JOSÉ GÁLVEZ EN EL DISTRITO DE JOSÉ GÁLVEZ, CELENDÍN, CAJAMARCA 2023** presentada por el **Bachiller en Ciencias Forestales JOSÉ ADRIANO CALLA NAVARRO**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó...aprobar...con la calificación de Diecisiete (17) la mencionada Tesis; en tal virtud, el **Bachiller en Ciencias Forestales JOSÉ ADRIANO CALLA NAVARRO**, está apto para recibir en ceremonia especial el Diploma que lo acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 18:10 horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

  
.....  
**M. Sc. Walter Ricardo Roncal Briones**  
Asesor

  
.....  
**Dr. Juan Edmundo Chávez Rabanal**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**Dr. Jimy Frank Oblitas Cruz**  
Jurado Evaluador

  
.....  
**M. Sc. Jhon Anthony Vergara Copacondori**  
Jurado Evaluador

## **DEDICATORIA**

A mis pilares fundamentales, mi familia, por su amor incondicional, apoyo constante y sacrificios silenciosos. Ustedes son mi fuente de fuerza y mi inspiración. Este logro lleva su marca indeleble, y les dedico con profundo agradecimiento cada página de este capítulo de mi vida

## **AGRADECIMIENTOS**

A mis padres, por ser faros de sabiduría y guía en mi camino educativo. Su inquebrantable apoyo ha sido mi mayor fortaleza.

A mis hermanos, por las risas compartidas y la complicidad en cada desafío.

A Ana Luisa Silva Vásquez, por su paciencia, amor y aliento constante; cada paso dado ha sido más significativo con ella a mi lado.

A Kevin Wilson Silva Vásquez, por su amistad leal y consejos sabios, aportando un toque especial a mi viaje.

A mi asesor ING. MSC. Walter Ricardo Roncal Briones por su apoyo, sus consejos y su amistad durante la elaboración de esta tesis.

## **EPÍGRAFE**

"En el tejido de la vida, la familia es el hilo que nos conecta, el amor es el patrón que nos guía. A aquellos que dan significado a mi existencia, mi gratitud eterna."

## CONTENIDO

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTOS	vi
EPÍGRAFE	vii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1    Antecedentes de la investigación	4
2.1.1    Antecedentes Internacionales.	4
2.1.2    Antecedentes Nacionales.	5
2.1.3    Antecedentes Locales.	11
2.2    Bases Teóricas	12
2.2.1    Inundaciones	12
2.2.1.1    Factores condicionantes y desencadenantes de las inundaciones	13
2.2.2    Peligro.	15
2.2.2.1    Evaluación del peligro.	15
2.2.3    Vulnerabilidad.	17
2.2.3.1    Factores de la vulnerabilidad.	19
2.2.3.2    Análisis de las dimensiones evaluadas.	20
2.2.3.3    Determinación de los niveles de vulnerabilidad.	21
2.2.4    Riesgo.	21
2.1.1.1    Estimación de riesgo	22
2.1.1.2    Identificación de áreas de riesgo potencial significativo.	23
2.2.5    Evaluación del riesgo.	23
2.2.5.1    Importancia de la evaluación de riesgos.	24

2.2.5.2	<i>Medidas frente al riesgo de inundación.</i>	25
2.2.6	<i>Análisis multicriterio</i>	25
CAPÍTULO III		29
MATERIALES Y MÉTODOS		29
3.1	Ubicación de la zona de estudio	29
3.2	Población, muestra y unidad de análisis	31
3.2.1	<i>Población.</i>	31
3.2.2	<i>Muestra.</i>	31
3.2.3	<i>Unidad de análisis.</i>	31
3.2.4	<i>Materiales y Equipos.</i>	32
3.3	Métodos de investigación	32
3.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	33
3.5	Metodología	34
3.5.1	<i>Variables.</i>	34
3.6.1.1.	<i>Peligro:</i>	34
3.6.1.2.	<i>Vulnerabilidad:</i>	35
3.6.1.3.	<i>Riesgo:</i>	35
3.5.2	<i>Método de investigación.</i>	35
3.5.2.1	<i>Fase de gabinete</i>	35
3.5.2.2	<i>Fase de campo</i>	36
3.5.2.3	<i>Fase de gabinete</i>	37
CAPÍTULO IV		44
RESULTADOS Y DISCUSIONES		44
4.1.	Identificación de puntos críticos en la quebrada José Gálvez	44
4.2.	Determinación del nivel de peligro y vulnerabilidad ante inundación de la quebrada José Gálvez	48
4.2.1.	Determinación de los factores condicionante y desencadenante	48
4.2.2.	Determinación del peligro	54
4.2.3.	Determinación de la vulnerabilidad	56
4.2.3.1.	<i>Determinación del ámbito social.</i>	56
4.2.3.2.	<i>Determinación del ámbito económico</i>	65

4.2.3.3. <i>Determinación del ámbito ambiental</i>	74
4.3. Determinación del nivel de riesgo ante inundación de la quebrada José Gálvez	82
4.4. Medidas de control ante el riesgo de inundación	85
4.4.1. Medidas no estructurales	85
4.4.2. Medidas estructurales	87
CAPÍTULO V	90
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	90
5.1. Conclusiones:	90
5.2. Recomendaciones:	91
CAPÍTULO VI	93
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93
CAPITULO VII	103
APÉNDICE	103

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de ubicación del Distrito de José Gálvez.....	29
Figura 2 Puntos críticos en la quebrada José Gálvez.....	46
Figura 3 Importancia por parámetros condicionantes.....	50
Figura 4 Precipitación promedio anual estación meteorológica automatizada Celendín.....	52
Figura 5 Exposición social.....	58
Figura 6 Fragilidad social.....	60
Figura 7 Resiliencia social.....	63
Figura 8 Exposición económica.....	67
Figura 9 Fragilidad económica.....	69
Figura 10 Resiliencia económica.....	72
Figura 11 Exposición ambiental.....	75
Figura 12 Fragilidad ambiental.....	77
Figura 13 Resiliencia ambiental.....	79
Figura 14 Presencia de Centro educativo cercano al curso de la quebrada.....	103
Figura 15 Presencia de Jardín de niños adyacente al curso de la quebrada.....	103
Figura 16 Bloqueos hechizos del caudal de la quebrada.....	104
Figura 17 Presencia de viviendas cercanas al curso de la quebrada.....	104
Figura 18 Viviendas cercanas al curso de la quebrada.....	105
Figura 19 Presencia de aparente encausamiento.....	105
Figura 20 Viviendas muy cercanas al curso de la quebrada.....	106
Figura 21 Presencia de corrales o criaderos de animales cercanos al curso de la quebrada.....	106
Figura 22 Cercanía de viviendas al curso de la quebrada.....	107

Figura 23 Material de construcción de viviendas cercanas a la quebrada .....	107
Figura 24 Cultivos familiares cercanos a la quebrada .....	108
Figura 25 Estado de conservación de algunas viviendas .....	108
Figura 26 Cultivos adyacentes al curso de la quebrada .....	109
Figura 27 Estado de un tramo de la quebrada .....	109

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Matriz de peligrosidad.....	17
Tabla 2 Matriz de vulnerabilidad.....	21
Tabla 3 Ponderación de los niveles de riesgo.....	23
Tabla 4 Escala de importância de Saaty.....	26
Tabla 5 Matriz para 3 criterios.....	27
Tabla 6 Matriz para 4 criterios.....	27
Tabla 7 Matriz para 5 criterios.....	28
Tabla 8 Matriz para 3 criterios.....	38
Tabla 9 Matriz para 4 criterios.....	39
Tabla 10 Matriz para 5 criterios.....	40
Tabla 11 Ponderación de niveles de peligro.....	41
Tabla 12 Ponderación de niveles de vulnerabilidad.....	42
Tabla 13 Ponderación de niveles de riesgo.....	42
Tabla 14 Tabla de parámetros condicionantes con sus descriptores.....	49
Tabla 15 Precipitación acumulada promedio.....	52
Tabla 16 Descriptor desencadenante.....	53
Tabla 17 Rangos de nivel de peligro.....	55
Tabla 18 Descriptores elegidos por consulta a población para exposición social.....	56
Tabla 19 Descriptores elegidos por consulta a población para fragilidad social.....	59
Tabla 20 Descriptores elegidos por consulta a población para resiliencia social.....	61
Tabla 21 Determinación del ámbito social.....	64
Tabla 22 Descriptores elegidos por consulta a población para exposición económica.....	65

Tabla 23	Descriptorios elegidos por consulta a población para fragilidad económica .....	67
Tabla 24	Descriptorios elegidos por consulta a población para resiliencia económica .....	70
Tabla 25	Determinación del ámbito económico .....	73
Tabla 26	Descriptorios elegidos por consulta a población para exposición ambiental .....	74
Tabla 27	Descriptorios elegidos por consulta a población para fragilidad ambiental .....	76
Tabla 28	Descriptorios elegidos por consulta a población para resiliencia ambiental.....	77
Tabla 29	Determinación del ámbito ambiental.....	79
Tabla 30	Rangos de nivel de vulnerabilidad .....	80
Tabla 31	Determinación del riesgo .....	83
Tabla 32	Rangos del nivel de riesgo .....	84

## **LISTA DE ABREVIACIONES**

**AMC:** análisis multi criterio.

**CENEPRED:** Centro Nacional De Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.

**INDECI:** Instituto Nacional de Defensa Civil.

**INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática.

**SENAMHI:** Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

**SIG:** Sistemas de información geográfica.

## RESUMEN

El estudio se enfocó en determinar el nivel de riesgo de inundación de la quebrada José Gálvez, ubicada en el distrito de José Gálvez, provincia de Celendín. Los objetivos principales fueron identificar puntos críticos, evaluar el peligro, la vulnerabilidad en sus ámbitos social, ambiental y económico, realizar una evaluación del riesgo y proponer medidas de prevención, mitigación y corrección. La metodología incluyó análisis cartográfico, uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG), encuestas situacionales y el uso del manual del CENEPRED para evaluar la vulnerabilidad. El Análisis Multicriterio (AMC) y la ponderación de Saaty se emplearon para asignar pesos a los factores de riesgo. Los resultados obtenidos identificaron áreas específicas con alto riesgo de inundación y diagnosticaron factores condicionantes y desencadenantes. También indicaron que la quebrada José Gálvez muestra un riesgo clasificado como "Riesgo Muy Alto" según la tabla de riesgos del CENEPRED, que integra peligro y vulnerabilidad, con un valor de 0.248753795. Además de la formulación de medidas de control, se incluyeron tanto medidas estructurales, como la construcción de diques y canales de drenaje, como no estructurales, tales como programas de educación y sistemas de alerta temprana. Este estudio pretende replicar estas metodologías en otras áreas vulnerables para obtener diagnósticos rápidos y específicos, facilitando la implementación de acciones de control y prevención.

**Palabras clave:** Riesgo de inundación, peligro, vulnerabilidad, análisis multicriterio.

## ABSTRACT

The study focused on determining the flood risk level of the José Gálvez stream, located in the district of José Gálvez, province of Celendín. The main objectives were to identify critical points, evaluate the hazard, vulnerability in its social, environmental and economic spheres, perform a risk assessment and propose prevention, mitigation and correction measures. The methodology included cartographic analysis, use of Geographic Information Systems (GIS), situational surveys and the use of the CENEPRED manual to assess vulnerability. Multicriteria Analysis (MCA) and Saaty weighting were used to assign weights to risk factors. The results obtained identified specific areas with high flood risk and diagnosed conditioning and triggering factors. They also indicated that the José Gálvez stream shows a risk classified as "Very High Risk" according to the CENEPRED risk table, which integrates hazard and vulnerability, with a value of 0.248753795. In addition to the formulation of control measures, both structural measures, such as the construction of dikes and drainage channels, and non-structural measures, such as education programs and early warning systems, were included. This study aims to replicate these methodologies in other vulnerable areas to obtain rapid and specific diagnoses, facilitating the implementation of control and prevention actions.

**Key words:** flood risk, hazard, vulnerability, multicriteria analysis.

## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

Uno de los fenómenos más recurrentes en nuestro país es el fenómeno del Niño Costero, el último se dio entre diciembre de 2016 y abril de 2017 en la costa de Perú, se caracterizó por el calentamiento anómalo de las aguas del Océano Pacífico y la generación de intensas lluvias en muchas regiones del país, lo que provocó que muchas quebradas y ríos, recibieran un alto volumen de agua proveniente de las lluvias, experimentando desbordes que causaron inundaciones en los poblados cercanos y miles de damnificados.

Otro fenómeno que azotó a nuestro país fue el ciclón Yaku, evento meteorológico que se produjo en marzo de 2020 en la costa norte de Perú, se trata de una tormenta tropical que provocó fuertes lluvias y que causaron aumento del caudal en quebradas y ríos, provocando nuevamente desbordes e inundaciones en los poblados a lo largo de su recorrido. Según el último reporte del Congreso de la República, los efectos del ciclón Yaku han dejado daños por 1,300 millones de soles, afectación de 659 kilómetros de carreteras (costo 332 millones de soles), afectó también 351 canales de riego (186 millones), 216 puentes (674 millones), y 82 kilómetros de redes de agua (14 millones). Asimismo, 56 instituciones educativas afectadas (13 millones de soles), cinco establecimientos de salud (30 millones), 1,666 viviendas destruidas (28 millones) y 2,510 viviendas inhabitables (42 millones) (MEF, 2023).

Pues bien, estos eventos climáticos extremos aumentaron de manera significativa en su intensidad y frecuencia, como resultado, el caudal en quebradas y ríos tributarios se incrementará rápidamente, superando su capacidad de descarga normal y causando desbordamientos y una serie de desastres como los ya mencionados, afectando

directamente a los poblados y ciudades a lo largo del cauce de los cuerpos de agua, causando daños a la infraestructura, viviendas y la pérdida de vidas humanas.

Como estos fenómenos son cada vez más frecuentes, la preocupación es permanente y se viene gestionando el riesgo de desastres a nivel del estado, las regiones, municipios y otras organizaciones responsables de velar por el bienestar de la ciudadanía, sin embargo, por muchos años la gestión de riesgo se orientaba a responder a los efectos de los desastres, pero en la actualidad esa visión viene cambiando y se enfoca a la prevención, pero aún falta desarrollar adecuadamente esa gestión preventiva.

El distrito de José Gálvez, según los estudios del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres - CENEPRED, se encuentra dentro de la clasificación de vulnerabilidad alta y muy alta para el riesgo hidrometeorológico de inundación. Precisamente, por el margen derecho del casco urbano de su capital distrital llamada Huacapampa, discurre la quebrada José Gálvez, la misma que no ha sido analizada y considerando el incremento tanto en frecuencia como intensidad de eventos de altas precipitaciones por acción del cambio climático, debería ser estudiada mediante la identificación de los niveles de riesgo por inundaciones, para finalmente poder proponer medidas para su manejo, sobre todo con el fin de evitar más asentamientos a lo largo de su cauce, al ser una quebrada que se ubica dentro del casco urbano y por el crecimiento poblacional sus franjas marginales pueden ser futuramente ocupadas.

En ese sentido, podemos mencionar que se busca resolver el problema de identificar cuál es el nivel de riesgo por inundación de la quebrada José Gálvez. La hipótesis planteada es que “la quebrada José Gálvez presenta un alto nivel de riesgo de inundación”. Para probar esta hipótesis, será necesario cumplir con los siguientes objetivos: identificar el

nivel de riesgo por inundación de la quebrada José Gálvez en el distrito de José Gálvez, provincia de Celendín; con los siguientes objetivos específicos: identificar puntos críticos, determinar el nivel de peligro, determinar el nivel de vulnerabilidad, definir el nivel de riesgo y proponer medidas de control y mitigación frente a este riesgo existente, respaldado por el estudio de vulnerabilidad del CENEPRED que manifiesta el alto riesgo que presenta el distrito ante este fenómeno.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 *Antecedentes Internacionales.*

Hernández et al. (2017) desarrollaron una metodología para el análisis de riesgo por inundación aplicable a cuencas urbanas, dirigida principalmente a los tomadores de decisiones para mitigar daños potenciales. Esta metodología fue implementada en la cuenca urbana del río Atemajac, en Jalisco, México, una región que enfrenta graves problemas de inundación anual debido al desbordamiento de su cauce principal, lo que genera severos daños. La metodología se divide en dos enfoques complementarios: uno determinista, que se basa en la modelación numérica y la determinación de daños, y otro paramétrico, que utiliza índices adimensionales para homologar los factores que intervienen en la vulnerabilidad social, económica, física y ambiental. Los resultados indicaron las zonas de riesgo y alta vulnerabilidad a lo largo del río, los cuales identifican áreas de riesgo moderado a alto.

Díaz et al. (2016) llevaron a cabo una investigación en la comunidad Pradera Alta, Maracaibo, Venezuela, con el propósito de identificar las áreas vulnerables al riesgo de inundación. La metodología incluyó exploraciones de campo para inventariar riesgos de origen natural y antrópico, análisis de muestras de suelo en laboratorio para evaluar sus características físico-mecánicas y sondeos geoelectrónicos para determinar la presencia de lentes acuíferas y la profundidad y espesor de los niveles de suelo. Se lograron establecer tres áreas con distintos niveles de riesgo (alto, medio y bajo), identificando que el sector más vulnerable se encuentra en el extremo noroeste de la comunidad, debido a

características del suelo, condiciones hidrológicas, pendiente del terreno y factores antropogénicos como la falta de ordenamiento territorial.

### ***2.1.2 Antecedentes Nacionales.***

Cruz (2020) investigó los peligros naturales y la gestión del riesgo de desastres en el distrito de Olleros, Huaraz, Ancash, con el objetivo de determinar si los peligros naturales y la vulnerabilidad de los centros poblados son consecuencia de procesos de erosión de suelos, uso intensivo y degradación del ecosistema andino, cambio climático y/o la falta de políticas de gestión del riesgo de desastres por parte del gobierno local y otras entidades. El estudio combinó un análisis compilatorio de información disponible, un trabajo cuantitativo de características de la población y la elaboración de mapas temáticos para detectar áreas críticas. Los resultados indican que las áreas de erosión afectaron directamente el casco urbano y la infraestructura, impidiendo el crecimiento continuo.

Iliquín (2019) utilizó tecnología de sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) para estimar los niveles de riesgo de remoción en masa en el tramo vial Pedro Ruiz - Cocahuayco, Amazonas. Se seleccionaron ocho variables de evaluación (geología, geomorfología, fisiografía, pendiente, cobertura vegetal, hidrología, sismicidad y precipitación) para determinar el peligro en el área de estudio. La vulnerabilidad se evaluó mediante la distancia a zonas artificializadas, establecimientos de salud e instituciones educativas. La zonificación del territorio permitió identificar áreas de muy alto riesgo que requieren intervención para mitigar el riesgo.

Maldonado (2021) desarrolló un estudio para identificar zonas de riesgo por deslizamientos de laderas en la microcuenca Mariño, Abancay, debido a la saturación del suelo por precipitaciones. Utilizando el programa SinMap, el estudio evaluó la estabilidad

de taludes mediante un enfoque integrador entre la saturación del suelo y los deslizamientos de tierra. Los datos geotécnicos y geohidráulicos recopilados se utilizaron para crear un mapa de susceptibilidad al peligro de deslizamientos, con una validación que mostró una alta precisión en la identificación de deslizamientos en áreas clasificadas como inestables.

Calderón (2017) empleó modelamiento geoespacial para identificar zonas críticas vulnerables a peligros múltiples en la cuenca hidrográfica Camana-Majes-Colca, Arequipa. Se construyó una base de datos geoespacial, se valoraron unidades de cada variable según el nivel de peligro y grado de vulnerabilidad, y se integraron mediante análisis matricial y ponderativo para generar el modelo final. Los resultados mostraron que el 18.8% de la cuenca presenta un nivel de peligro global muy alto, afectando a varios centros poblados que deben ser priorizados en la gestión de riesgo de desastres.

Carpio (2020) evaluó la estabilidad de laderas en suelos arcillosos en los poblados de Lutto, Kututo y Llusco, región Cusco. Se identificaron indicadores de posibles deslizamientos, como grietas tensionales y topografía ondulada, y se realizaron ensayos in situ y en laboratorio. Los resultados reflejaron problemas de inestabilidad debido a la sismicidad de la zona y el aumento del nivel freático, proponiéndose soluciones como la modificación geométrica de taludes, construcción de banquetas y muros de contención.

La investigación planteada por Alva (2020) centra sus aportes en el estudio de los niveles de peligro de origen natural como aluviones e inundaciones que amenazan a los elementos esenciales localizados en la ciudad de Huaraz (puentes y recintos como hospitales, colegios, bomberos) y áreas de expansión (puentes, carreteras y el aeropuerto de Anta). Esos elementos son considerados esenciales porque tienen que ver con el normal desarrollo del área urbana. El área de estudio no es ajena a esta situación, ya que

históricamente se ha visto afectada por el impacto de eventos geológico-geomorfológicos, tales como aluviones e inundaciones. Es decir, desastres constituidos por cuantiosos daños materiales y la pérdida de vidas humanas, que cambiaron la configuración territorial. La ciudad de Huaraz fue reconstruida en gran parte, sin embargo, en la actualidad viene creciendo en zonas de peligro muy alto a ser de impactada por fenómenos de origen natural. La investigación se enmarca en el contexto de la prevención, porque aporta en el análisis de la exposición de los elementos esenciales ante el impacto de los fenómenos de origen natural. Se ha determinado que los puentes y el aeropuerto son los elementos esenciales por ser medios de transporte y rutas de evacuación vitales ante la ocurrencia de desastres.

Taco (2021) realizó un estudio para estimar el grado de erosión hídrica en la cuenca de la quebrada Chamacha, la misma que pertenece a la cuenca del río Lurín, distritos de Antioquía y San Andrés de Tupicocha, provincia de Huarochirí, región Lima, utilizando el Sistema de Información Geográfica. Se aplicó un modelo geoespacial con el empleo de las herramientas SIG (Sistema de Información Geográfica), mediante el cual se identificó las zonas potenciales de erosión hídrica según la clasificación de la FAO, y que fue plasmada en un mapa temático, que muestra los diversos niveles de erosión hídrica, ubicadas principalmente en la parte alta de la cuenca (que es donde ocurren mayores precipitaciones), preferentemente en zonas de mayor pendiente y cobertura vegetal escasa. Finalmente, de acuerdo a cada zona de erosión hídrica potencial determinado se propuso medidas de control de la erosión.

En la investigación de Chávez (2020) se evaluó los riesgos que presenta la ciudad de Tingo María. Para ello se trabajó usando la metodología del Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) con una ligera

modificación en el cálculo del peligro; se analizaron los riesgos de origen natural (inundación y erosión) y los antrópicos (ruido y NO<sub>2</sub>), se trabajó con la modelación HEC–RAS para las inundaciones para TR = 100 años, con el modelo Universal Soil Loss Equation USLE para la erosión y la interpolación Kriging. Para el análisis de vulnerabilidad se levantó información socioeconómica de la población y de infraestructura, se realizó un muestro aleatorio para una población finita (380 encuestas). Los resultados obtenidos son los siguientes: Los peligros naturales afectan a 4662 lotes, los niveles de peligros alcanzados por inundación son: nivel medio (7.64% o 258 lotes), nivel alto (43.89% o 1482 lotes) y nivel alto (48.47% o 1637 lotes), los niveles de peligros alcanzados por erosión son: nivel bajo o moderado (39.5% o 507 lotes), nivel medio (37.7% o 484 lotes), nivel alto (17.6% o 226 lotes) y nivel muy alto (5.3% o 68 lotes), Los niveles de peligros antrópicos alcanzados son: nivel bajo o moderado (71.1% o 5031 lotes) y nivel medio (28.9% o 2045 lotes), solo por ruido. Los niveles de vulnerabilidad para los peligros naturales son: El 86.8% (6145) de los lotes poseen una vulnerabilidad alta y el 13.2% (934) de los lotes poseen una vulnerabilidad muy alta y los niveles de vulnerabilidad para los peligros antrópicos son: El 2.1% (146) de los lotes poseen vulnerabilidad media, el 89.5% (6339) vulnerabilidad alta y el 8.4% (594) vulnerabilidad muy alta. Finalmente, los niveles de riesgos naturales son: para inundación el nivel alto y muy alto están 1749 y 1628 respectivamente, el riesgo por erosión en los niveles, medio, alto y muy alto afectan a 433, 599 y 149 lotes respectivamente y el riesgo antrópico (ruido) en los niveles de bajo y medio afectan a 5124 y 1953 lotes respectivamente. Se concluye que la ciudad de Tingo María a largo plazo no es segura.

Portella et al. (2020) evaluaron el riesgo de inundación del río Cascajal en Sincape, Olmos planteando una metodología que permite cuantificar el nivel de riesgo por inundación existente en la zona de estudio, identificando las áreas vulnerables y planteando alternativas de solución. Para ello, se describen los procesos en tres fases: fase de obtención de datos de campo representativos que permitan evaluar el riesgo, fase de modulación de datos obtenidos (éste último hará uso de los programas HEC – RAS, ArcMap y HEC-GEORAS, para ello es imprescindible, contar con diferentes formatos, los mismos que fueron necesarios para la obtención de resultados) y fase de la realización de mapeos, evaluando la situación actual y las posibles soluciones. Como resultado, se obtuvo un riesgo de inundación alto, proponiendo (la mejor alternativa de solución) para mitigar el riesgo, en este caso un Enrocado fue la mejor solución diseñándolo y proponiendo un presupuesto y cronograma de ejecución para su construcción.

López (2021) evaluó el riesgo por inundaciones en el asentamiento humano Sagrado Corazón de Jesús, Castilla – Piura determinando que la mayoría de los lotes se encuentran en niveles de riesgo medio y alto, se pudo determinar la cantidad de 421 lotes que lo conforman, estos se encuentran en un 1.7 % (7 lotes) se encuentran en un Nivel Muy Alto, un 7.4 % (31 lotes) se encuentran en un Nivel Alto, un 89.8 % (383 lotes) en un Nivel Medio y ningún lote se encuentra en el Nivel Bajo. Determinando que el nivel de riesgo por inundación se encuentra en un Nivel Medio y Alto. De la evaluación del riesgo por inundación; teniendo en cuenta que el nivel de consecuencia, el nivel de probabilidad de frecuencia. Además de lo determinado en la matriz, se estableció que la evaluación del riesgo por inundación, se encuentra en un nivel inaceptable para lo cual se debe desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo del riesgo.

Loyola (2019) evaluó el nivel de riesgo por inundación, generado por la quebrada del cauce del Río Grande en el tramo (Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus) en la ciudad de Huamachuco, buscando calificar el nivel de peligro de la quebrada del Cauce del Río Grande, analizando la vulnerabilidad de las familias aledañas a la quebrada y proponiendo medidas estructurales y no estructurales que reduzcan el riesgo de inundación existente, haciendo uso del Manual Básico para la Estimación del Riesgos del Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) , recopilando información de tipo social, económica, geológica y ambiental. Se evaluó la peligrosidad de la quebrada del cauce del Río Grande en el tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus y se analizó la vulnerabilidad de una población de 31 familias aledañas que se encuentran dentro de la Faja Marginal delimitada por la Autoridad Nacional del Agua. Se ha realizado una investigación descriptiva, basado en la aplicación de las tablas provenientes de los manuales antes mencionados, de esa manera se ha analizado y evaluado los datos obtenidos. Utilizando las técnicas de observación, la obtención de datos meteorológicos, la utilización de mapas de INDECI, CEPPLAN y CEDEPAS, la selección de viviendas al azar, la entrevista y el cuestionario poblacional para la percepción del peligro. Al realizar el procesamiento de la información obtenida en campo y gabinete se ha determinado que el nivel de peligrosidad es alto y el nivel de vulnerabilidad científica y tecnológica y la vulnerabilidad educativa es muy alta, mientras que la vulnerabilidad física, económica, social, política e institucional, ideológica y cultural es alta, además que la vulnerabilidad institucional es media; por lo que se ha obtenido que el nivel de riesgo en la quebrada del cauce del Río Grande es Alto.

### **2.1.3 Antecedentes Locales.**

Herrera (2023) evaluó el nivel de riesgo por inundación de las viviendas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho – Cajamarca en el año 2019; realizando un diagnóstico situacional de las condiciones físicas, sociales, económicas y ambientales de la zona de estudio, cuya información fue usada para valorar las variables de peligro y vulnerabilidad y haciendo uso del proceso de Análisis Jerárquico (Saaty), el cual consiste en confrontar variables y asignarles una prioridad de importancia a cada una de ellas, cuyos valores fueron usados en el análisis de sistemas de información geográfica para la elaboración de mapas temáticos de peligro, vulnerabilidad y riesgo. Se obtuvo como resultado para el peligro de inundación una vivienda que está en la zona de peligro alto (3,33 %) y 29 viviendas en peligro muy alto (96,67%), contemplando un nivel de peligrosidad para las viviendas de peligro muy alto el 0,276 a 0,445 y para las viviendas de peligro alto un nivel de peligrosidad de 0,156 a 0,276; para la vulnerabilidad se obtuvo que el 36,67% (11 viviendas) presentan vulnerabilidad muy alta, encontrándose en un nivel de vulnerabilidad de 0,310 a 0,451 y el 63,33% (19 viviendas) presentan vulnerabilidad alta, el cual corresponde un nivel de vulnerabilidad de 0,144 a 0,310 y se concluyó que para el análisis el riesgo el 53,33% (16 viviendas) están en un riesgo muy alto, encontrándose en un nivel de riesgo de 0,085 a 0,201 y el otro 46,67% (14 viviendas) están en un nivel alto, contemplando un nivel de riesgo de 0,023 a 0,085. Se realizó un el análisis de varianza y Tukey con un nivel de significancia del 5 %. Obteniendo que el nivel de riesgo por inundación de las viviendas asentadas en el cauce del “río San Lucas”- sector Lucmacucho, para el año 2019 es muy alto.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Inundaciones**

La inundación es el fenómeno que se caracteriza por la acumulación temporal de agua fuera de los cauces de quebradas y áreas designadas para retención hídrica, ya sean naturales o construidas. Una inundación se origina cuando los cauces de drenaje superan la capacidad de infiltración del suelo y el transporte de los canales, provocando el desborde de agua. Este acontecimiento está naturalizado en la dinámica típica de las cuencas hidrográficas y puede manifestarse en distintas formas, tales como inundaciones lentas o aluviales, repentinas o torrenciales, generadas por oleajes o encharcamientos. (SNGRD, 2017).

En este contexto, diversos elementos contribuyen al agravamiento de las inundaciones, incluyendo el cambio climático, modificaciones en el uso de suelos como la urbanización y la deforestación, alteraciones en la topografía terrestre, el insuficiente mantenimiento de sistemas de drenaje y cauces, además de modificaciones humanas en los cursos de ríos y llanuras de inundación. Estos factores convergen para intensificar el impacto de las inundaciones (León et al., 2010).

Para la identificación de puntos de riesgo o críticos en un área con potencial de sufrir un evento hidrogeológico como la inundación puede ser evaluado a través de la combinación de las siguientes metodologías:

El análisis cartográfico es método consiste en la interpretación de mapas y datos geográficos para identificar áreas con características susceptibles a inundaciones, el análisis de vulnerabilidad por descriptores que es un método que permite evaluar la

capacidad de un área o elemento para resistir los efectos de una inundación. Y la observación directa que consiste en la inspección visual de un área o elemento para identificar características susceptibles a inundaciones. Siendo este último una herramienta complementaria a otros métodos de identificación.

Las características para la identificación de puntos críticos de riesgo ante inundaciones por quebradas se fundamentan en una metodología que evalúa varios criterios como la exposición que considera la ubicación de la quebrada respecto a las edificaciones, la topografía del terreno, la vegetación circundante; la cercanía se refiere a la distancia entre una zona y la quebrada, siendo mayor el riesgo de inundación en áreas próximas; la fragilidad evalúa la capacidad de una zona para soportar una inundación, tomando en cuenta el tipo de suelo, la construcción de viviendas y la infraestructura presente; el material de construcción de las viviendas es crucial, ya que aquellas construidas con materiales resistentes como el concreto tienen menos riesgo de daños en comparación con las hechas de materiales frágiles como el adobe. Además, la capacitación de la población en gestión de riesgos puede disminuir las pérdidas humanas y materiales durante una inundación y finalmente, la cobertura vegetal juega un papel importante al absorber el agua de lluvia y reducir la erosión, contribuyendo así a la mitigación del riesgo de inundaciones.

### ***2.2.1.1 Factores condicionantes y desencadenantes de las inundaciones***

#### **a. Factores condicionantes.**

Los factores condicionantes de las inundaciones son aquellos que hacen que un territorio sea más propenso a sufrir inundaciones. Estos factores pueden ser naturales o antropogénicos.

Factores naturales como el relieve, la presencia de valles, depresiones y ríos hace que un territorio sea más propenso a sufrir inundaciones; el clima, las precipitaciones intensas y prolongadas, así como los fenómenos meteorológicos extremos, como los ciclones tropicales, pueden provocar inundaciones y la geología, la presencia de suelos impermeables, como las arcillas, dificulta la infiltración del agua y aumenta el riesgo de inundaciones.

Factores antropogénicos, como las actividades de urbanización, la construcción de viviendas, carreteras y otras infraestructuras en zonas inundables aumenta el riesgo de inundaciones; la deforestación reduce la capacidad de infiltración del suelo y aumenta el riesgo de inundaciones; el cambio climático está provocando un aumento de las precipitaciones extremas, lo que aumenta el riesgo de inundaciones.

**b. Factores desencadenantes.**

Las precipitaciones intensas y prolongadas son el factor desencadenante más común de las inundaciones, fenómenos meteorológicos extremos Los fenómenos meteorológicos extremos, como los ciclones tropicales, pueden provocar inundaciones catastróficas. Actividades humanas Las actividades humanas, como la construcción en zonas inundables, pueden agravar el impacto de las inundaciones.

Ejemplos de cómo estas características se pueden utilizar para identificar puntos críticos: Una zona con una alta exposición a inundaciones, como un valle o una quebrada, se considera un punto crítico; Una zona que se encuentra a menos de 50 metros de una quebrada, es un punto crítico; Una zona con un suelo frágil, como uno arcilloso, es un punto crítico; Una zona con viviendas construidas con materiales frágiles como adobe es un punto crítico; Una zona con una población que no está

capacitada en temas de gestión de riesgos es un punto crítico; Una zona con una baja cobertura vegetal, como una zona que ha sido deforestada, es un punto crítico.

### ***2.2.2 Peligro.***

El peligro se refiere al porcentaje en el cual un fenómeno natural puede provocar desastres o daños perjudiciales en la población. Si el fenómeno se produce con una magnitud considerable, podría ocasionar daños graves. Estos fenómenos pueden manifestarse en zonas específicamente susceptibles a deslizamientos, inundaciones y erosión constante. Estas áreas a su vez afectan a una población con su infraestructura y entorno. Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Oficina de Ayuda Humanitaria y Protección Civil de la Comisión Europea (ECHO, 2011).

Según Milanés (2014), el peligro abarca todo tipo de evento originado por causas naturales o humanas que ocurre en cualquier parte del territorio, y que se convierte en amenaza cuando impacta en uno o varios elementos vulnerables, como personas, activos económicos o sociales, infraestructuras, entre otros. Este peligro se transforma en riesgo cuando estos elementos se combinan en un tiempo y lugar específico, superando ciertos valores que resultan en daños sociales, ambientales y económicos.

#### ***2.2.2.1 Evaluación del peligro.***

Para este análisis, se hará uso de diversos recursos informativos, como mapas, fotografías aéreas e informes, con el fin de llevar a cabo observaciones y visitas de campo. Estas acciones tienen como propósito identificar las posibles ubicaciones y el grado de riesgo por inundación, además de calcular el porcentaje de probabilidad de que ocurran en

una zona y período determinados, propensos a fenómenos o desastres. Esta evaluación persigue la identificación de amenazas probables en una región, siendo estos datos fundamentales para la planificación territorial y permitiendo a las autoridades reconocer tanto los riesgos actuales como los posibles futuros (INDECI, 2006).

**a. Peligro por inundación:**

Sucede en el momento que el sitio donde las descargas fluviales, excesiva erosión de suelos, entre otros factores permanecen más tiempo en el lugar y por consiguiente ocasiona el desborde de caudales de diferentes volúmenes, asimismo cubre terreno que estén cercanos a este desborde, o alojados a sus riberas, lo cual es comúnmente llamadas zonas inundables. Este tipo de peligro suele suceder en épocas de grandes descargas de agua (lluvias) (Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2015).

**b. Susceptibilidad:**

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico. De acuerdo a este esquema, aquellas franjas de terreno que quedan rápidamente bajo las aguas de inundación corresponderían a áreas de mayor susceptibilidad hídrica, en tanto que aquellas que no resulten invadidas representarían a áreas de menor susceptibilidad hídrica (CENEPRED, 2014).

**c. Nivel de peligrosidad:**

Para fines de la evaluación de riesgos, las zonas de peligro pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, medio, alto y muy alto, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación (CENEPRED, 2014).

**Tabla 1**

*Matriz de peligrosidad*

<b>Niveles de peligro</b>	<b>Rango</b>
<b>Peligro muy alto</b>	$0,260 \leq R < 0,503$
<b>Peligro alto</b>	$0,134 \leq R < 0,260$
<b>Peligro medio</b>	$0,068 \leq R < 0,134$
<b>Peligro bajo</b>	$0,035 \leq R < 0,068$

*Nota.* La tabla muestra las ponderaciones por cada nivel de peligrosidad. Fuente: Tomado de (CENEPRED, 2021)

### **2.2.3 Vulnerabilidad.**

El término vulnerabilidad se refiere a la posibilidad del daño y a la condición mortal del ser humano. Sin embargo, tiene diversas dimensiones. Al menos una dimensión antropológica, que afirma la condición de vulnerabilidad del ser humano y una dimensión social que subraya una mayor susceptibilidad generada por el medio o las condiciones de vida, dando lugar a espacios de vulnerabilidad y poblaciones vulnerables. La dimensión social nos conduce a hablar de las capacidades y el reconocimiento como elementos clave del vínculo entre los seres humanos que es fundamento de la obligación moral. Esta obligación es fundamentalmente de cuidado y solidaridad en el marco de la justicia (Feito, 2007).

La vulnerabilidad, como uno de los componentes del riesgo, es la incapacidad o inflexibilidad de una comunidad para absorber los efectos de un cambio en su medio; y esta incapacidad está conformada tanto por características individuales y sociales del

entorno en que habitan (Cardoso, 2017), así mismo indica que existen niveles de vulnerabilidad dependiendo estos, de que está expuesto y a qué, así es posible distinguir niveles de vulnerabilidad y este debería ser el diagnóstico del que debe partir toda gestión de riesgos. Bedoya (2014) menciona que la naturaleza de la vulnerabilidad, está en que, si existe amenaza (peligro), pero no vulnerabilidad el riesgo es cero y viceversa también el riesgo es cero.

El análisis de la vulnerabilidad ante el riesgo de inundación es un proceso complejo y requiere la recopilación y análisis de datos necesarios que incluyen información sobre la ubicación de los elementos expuestos, la calidad y cantidad de la infraestructura, la densidad de población, la accesibilidad, la topografía y el clima. La determinación de la vulnerabilidad se da a través de un proceso de evaluación de descriptores que dan forma a los componentes de exposición, fragilidad y resiliencia que a su vez conforman los ámbitos de la vulnerabilidad: ámbito social, económico y ambiental, que al combinarse determinan el valor de la vulnerabilidad.

La determinación de los niveles de vulnerabilidad ante el riesgo de inundación se realiza mediante el análisis de la exposición, la sensibilidad y la capacidad de recuperación de los elementos expuestos. El análisis de la exposición implica identificar los elementos expuestos a la inundación, como las personas, las infraestructuras y los bienes. La sensibilidad se analiza mediante la identificación de las características y las condiciones de los elementos expuestos que los hacen más propensos a sufrir daños. La capacidad de recuperación se analiza mediante la evaluación de la capacidad de los elementos expuestos para recuperarse después de una inundación.

Al igual que la determinación del peligro, se aplicó la ponderación de Saaty y su matriz para cada cantidad de descriptores, en el caso de este estudio serán 5 por cada parámetro a evaluar. La determinación de los niveles de vulnerabilidad ante el riesgo de inundación es crucial para diseñar estrategias de gestión de riesgos y planificar medidas de mitigación que reduzcan los impactos de las inundaciones.

### ***2.2.3.1 Factores de la vulnerabilidad.***

#### **a. Exposición**

La exposición se origina debido a una interacción inapropiada con el entorno, que puede derivar de procesos de crecimiento demográfico no planificados, migración caótica, urbanización sin una gestión territorial adecuada o políticas de desarrollo económico insostenibles. A medida que la exposición aumenta, también lo hace la vulnerabilidad (CENEPRED, 2014).

#### **b. Fragilidad**

Este componente señala las circunstancias de desventaja o fragilidad en las que se encuentra la población, considerando factores como la edad, discapacidad y nivel de educación, así como las características de las viviendas, como los materiales de construcción, el estado de mantenimiento y la antigüedad. Estas condiciones podrían tener un impacto en la magnitud de los daños o pérdidas que podría causar una amenaza o peligro. A medida que la fragilidad aumenta, también lo hace la vulnerabilidad (GTGRD, 2019).

#### **c. Resiliencia**

La resiliencia se refiere a la habilidad que las personas, un sistema, comunidad o sociedad expuestos a una amenaza para resistir, absorber, adaptarse y recuperarse de

sus efectos de manera oportuna y eficaz (UNISDR, 2009), logrando esto mediante el conocimiento que adquieren, la experiencia acumulada y la práctica a través de simulacros que les permite estar preparadas para enfrentar situaciones de desastre (GTGRD, 2019).

### ***2.2.3.2 Análisis de las dimensiones evaluadas.***

#### **a. Análisis de la dimensión social**

Se realiza la identificación de la población que se encuentra en la zona afectada por el fenómeno natural, diferenciando entre aquellos que son vulnerables y los que no lo son. Luego, se integra el estudio de la fragilidad social y la resiliencia social en la población que se considera vulnerable, esto tiene como propósito evaluar los grados de vulnerabilidad social existentes (CENEPRED, 2014).

#### **b. Análisis de la dimensión económica**

Se procede a identificar las actividades económicas y la infraestructura que se encuentran en la zona afectada por el fenómeno natural, distinguiendo entre elementos expuestos que son vulnerables y los que no lo son. Posteriormente, se integra el análisis de la fragilidad económica y la resiliencia económica en los elementos que se consideran vulnerables, esto tiene como objetivo evaluar los niveles de vulnerabilidad económica presentes (CENEPRED, 2014).

#### **c. Análisis de la dimensión ambiental**

Se realiza la identificación de los recursos naturales, tanto renovables como no renovables, que se encuentran en la zona afectada por el fenómeno natural. En este proceso se distingue entre los recursos naturales que son vulnerables y los que no lo son. Luego se integra el análisis de la fragilidad ambiental y la resiliencia ambiental en

relación con los recursos naturales considerados vulnerables, el propósito de esto es evaluar los niveles de vulnerabilidad ambiental presentes en la zona (CENEPRED, 2014).

### 2.2.3.3 Determinación de los niveles de vulnerabilidad.

En la evaluación de riesgos, las zonas de vulnerabilidad se clasifican en cuatro niveles: bajo, media, alta y muy alta, cuyas características y su valor correspondiente se detallan a continuación (CENEPRED, 2014).

**Tabla 2**

*Matriz de vulnerabilidad*

Niveles de Vulnerabilidad	Rango
<b>Vulnerabilidad muy alto</b>	$0,260 \leq R < 0,503$
<b>Vulnerabilidad alto</b>	$0,134 \leq R < 0,260$
<b>Vulnerabilidad medio</b>	$0,068 \leq R < 0,134$
<b>Vulnerabilidad bajo</b>	$0,035 \leq R < 0,068$

*Nota.* La tabla muestra las ponderaciones por cada nivel de vulnerabilidad. Fuente: Tomado de (CENEPRED, 2021).

### 2.2.4 Riesgo.

El riesgo es definido como “La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Tales como muertes, lesiones, propiedad, medios de vida, interrupción de actividad económica o deterioro ambiental, como resultado de interacciones entre las amenazas naturales o antropogénicas y las condiciones de

vulnerabilidad” (Bass, et al., 2009). En resumen, se evalúa en función de la relación entre el peligro y la vulnerabilidad.

Esto ocurre debido a su nivel de vulnerabilidad y la influencia del peligro presente. Estos dos aspectos del riesgo están interconectados, ya que no puede haber peligro sin una condición de vulnerabilidad y viceversa. En esencia, el riesgo siempre es una construcción social, emergiendo de procesos sociales específicos, en gran parte relacionados con los modelos de desarrollo, transformaciones económicas y sociales. Tanto la vulnerabilidad como los peligros antropogénicos son el resultado de las acciones de la sociedad. Los fenómenos naturales se convierten en peligros cuando la sociedad se expone a ellos, estableciendo así una relación directa (Bass, et al., 2009).

#### ***2.1.1.1 Estimación de riesgo***

La estimación de riesgo se define como el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información de los posibles riesgos identificándolos a los actuales y potenciales peligros, evaluando su impacto y la vulnerabilidad de la población y la infraestructura para determinar el nivel de riesgo y establecer medidas para su prevención o reducción (CENEPRED, 2021).

La estimación de riesgo, se define como el conjunto de acciones y procedimientos que se realizan en un determinado centro poblado o área geográfica, a fin de levantar información de los posibles riesgos identificándolos a los actuales y potenciales peligros naturales y/o tecnológicos y realizar el análisis de vulnerabilidad de los centros poblados e

infraestructura, para determinar o calcular el riesgo esperado como la probabilidad de daños: pérdida de vidas e infraestructura (CENEPRED, 2021).

### ***2.1.1.2 Identificación de áreas de riesgo potencial significativo.***

Las áreas con un riesgo potencial son aquellas en las que se ha determinado la existencia de un riesgo considerable o en las cuales la manifestación de tal riesgo parece ser altamente probable. La elección de estas áreas se basa en la evaluación de impactos significativos o consecuencias negativas de los fenómenos naturales. Estos fenómenos han sido identificados en las áreas geográficas expuestas. Las áreas seleccionadas servirán como base para la creación de mapas que ilustren la peligrosidad y el riesgo, así como para la formulación de planes de gestión del riesgo (CENEPRED, 2014).

**Tabla 3**

*Ponderación de los niveles de riesgo*

<b>Niveles de riesgo</b>	<b>Rango</b>
<b>Riesgo muy alto</b>	<b><math>0,68 \leq R &lt; 0,253</math></b>
<b>Riesgo alto</b>	<b><math>0,018 \leq R &lt; 0,068</math></b>
<b>Riesgo medio</b>	<b><math>0,005 \leq R &lt; 0,018</math></b>
<b>Riesgo bajo</b>	<b><math>0,001 \leq R &lt; 0,005</math></b>

Fuente: Tomado de (CENEPRED, 2021)

### ***2.2.5 Evaluación del riesgo.***

El proceso de evaluación de riesgo definido por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, implica determinar la naturaleza y el alcance de un riesgo a través del análisis de amenazas y la evaluación de las condiciones de vulnerabilidad existentes. Estas

condiciones podrían dar lugar a daños tanto en las personas expuestas como en los bienes, servicios, medios de vida y medio ambiente en los que dependen. Una evaluación completa de los riesgos no solo examina la magnitud y probabilidad de posibles pérdidas, sino que también desglosa las causas y el impacto de dichas pérdidas. Así, la evaluación de riesgos se convierte en un componente esencial de los procesos de toma de decisiones y formulación de políticas, requiriendo una colaboración cercana entre diversos sectores de la sociedad (PNUD, 2014).

#### ***2.2.5.1 Importancia de la evaluación de riesgos.***

Identificar actividades y acciones para prevenir la generación de nuevos riesgos o reducir los riesgos existentes, los cuales son incorporados en los Planes de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (PNUD, 2014).

Adoptar medidas estructurales y no estructurales de prevención y reducción del riesgo de desastres, las cuales sustentan la formulación de los proyectos de inversión pública a cargo de los Sectores, Gobiernos Regionales y Gobiernos Locales (Municipalidad Provincial y Distrital) (PNUD, 2014).

Incorporar la Gestión del Riesgo de Desastres en la inversión pública y privada en los tres niveles de gobierno, permitiendo de esta manera que los proyectos de inversión sean sostenibles en el tiempo (PNUD, 2014).

Coadyuvar a la toma de decisiones de las autoridades, para proporcionar condiciones de vida adecuadas a la población en riesgo (PNUD, 2014).

### ***2.2.5.2 Medidas frente al riesgo de inundación.***

Las medidas no estructurales incluyen políticas, educación, legislación y participación pública para reducir el riesgo (United Nations, 2009). Las medidas estructurales abarcan la recopilación de información y la implementación de estructuras y técnicas de ingeniería para minimizar los impactos de inundaciones.

### ***2.2.6 Análisis multicriterio***

El análisis multicriterio (AMC) es una herramienta para evaluar problemas con múltiples criterios, y la ponderación Saaty asigna pesos a estos criterios según su importancia relativa. Evaluar el riesgo de inundación es complejo y considera la probabilidad de ocurrencia, la gravedad de los daños y el costo de mitigación. El AMC y la ponderación Saaty pueden ayudar a evaluar este riesgo de manera integral.

En la evaluación de riesgo de inundación, el AMC se usa para identificar factores de riesgo, medir su importancia relativa y calcular el riesgo en un área específica. La ponderación Saaty asigna pesos a estos factores mediante comparaciones pares, calculando pesos basados en las respuestas de los usuarios.

La matriz de Saaty, una herramienta de AMC, compara alternativas basándose en varios criterios, construyéndose al comparar cada alternativa con las demás para cada criterio.

**Tabla 4**

*Escala de importância de Saaty*

<b>Intensidad de importancia</b>	
<b>Más importante</b>	
9	absolutamente importante
8	valor intermedio
7	demostrablemente más importante
6	valor intermedio
5	notablemente más importante
4	valor intermedio
3	ligeramente más importante
2	valor intermedio
1	<b>Igual importancia</b>
1/2	valor intermedio
1/3	ligeramente menos importante
1/4	valor intermedio
1/5	notablemente menos importante
1/6	valor intermedio
1/7	demostrablemente menos importante
1/8	valor intermedio
1/9	absolutamente menos importante
<b>Menos importante</b>	

Fuente: (Saaty, 1980)

El uso de la matriz de Saaty para 3, 4 y 5 criterios es similar. La diferencia principal es el tamaño de la matriz.

En el caso de 3 criterios, la matriz de Saaty se construye de la siguiente manera:

**Tabla 5**

*Matriz para 3 criterios*

	<b>Criterio 1</b>	<b>Criterio 2</b>	<b>Criterio 3</b>
<b>Alternativa 1</b>	a	b	c
<b>Alternativa 2</b>	b	a	c
<b>Alternativa 3</b>	c	b	a

Fuente: (Saaty, 1980)

En la matriz, los valores a, b y c representan la importancia relativa de una alternativa con respecto a otra para un criterio determinado. Por ejemplo, si  $a = 2$ , significa que la alternativa 1 es dos veces más importante que la alternativa 2 para el criterio 1.

En el caso de 4 criterios, la matriz de Saaty se construye de la siguiente manera:

**Tabla 6**

*Matriz para 4 criterios*

	<b>Criterio 1</b>	<b>Criterio 2</b>	<b>Criterio 3</b>	<b>Criterio 4</b>
<b>Alternativa 1</b>	a	b	c	d
<b>Alternativa 2</b>	b	a	c	d
<b>Alternativa 3</b>	c	b	a	d
<b>Alternativa 4</b>	d	c	b	a

Fuente: (Saaty, 1980)

En el caso de 5 criterios, la matriz de Saaty se construye de la siguiente manera:

**Tabla 7**

*Matriz para 5 criterios*

	<b>Criterio 1</b>	<b>Criterio 2</b>	<b>Criterio 3</b>	<b>Criterio 4</b>	<b>Criterio 5</b>
<b>Alternativa 1</b>	a	b	c	d	e
<b>Alternativa 2</b>	b	a	c	d	e
<b>Alternativa 3</b>	c	b	a	d	e
<b>Alternativa 4</b>	d	c	b	a	e
<b>Alternativa 5</b>	e	d	c	b	a

Fuente: (Saaty, 1980)

Una vez construida la matriz, se puede utilizar para calcular el peso de cada alternativa.

El peso de una alternativa es la suma de los valores de la fila correspondiente de la matriz.

Para calcular el peso de una alternativa, se puede utilizar la siguiente fórmula:

$$\text{Peso} = (a + b + c + d + e) / n$$

donde: a, b, c, d y e son los valores de la fila correspondiente de la matriz y “n” es el número de criterios

El peso de la alternativa con el valor más alto es la alternativa más preferida.

# CAPÍTULO III

## MATERIALES Y MÉTODOS

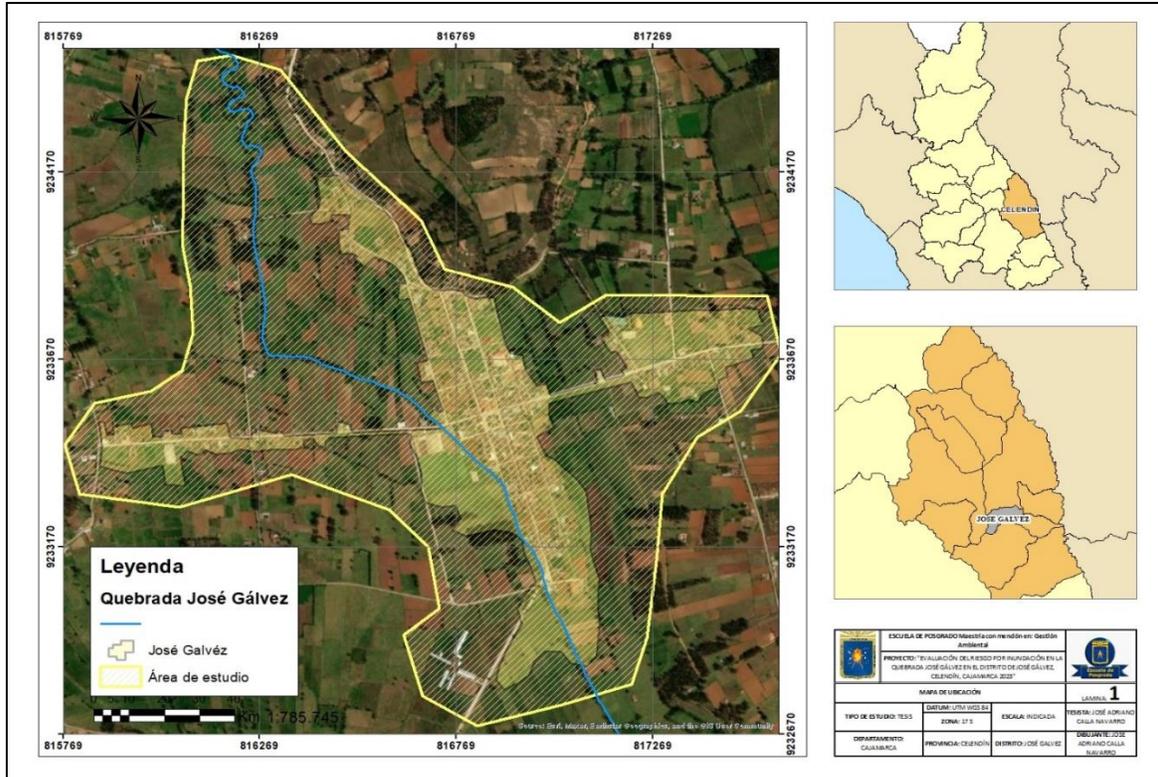
### 3.1 Ubicación de la zona de estudio

#### 3.1.1. Ubicación política y geográfica.

La presente investigación tiene como ubicación el distrito de José Gálvez en la provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, en la sierra norte del Perú, a una altitud de 2603 msnm. En las coordenadas de referencia E:816867.58 y N:9233528.40 del DATUM proyectado UTM WGS84 Zona 17S.

**Figura 1**

*Mapa de ubicación del Distrito de José Gálvez*



### ***3.1.2. Fisiografía de la zona de estudio.***

El distrito de José Gálvez se encuentra en la parte oriental de la Cordillera de los Andes, con altitudes que varían desde los 1,500 hasta los 4,800 metros sobre el nivel del mar. La topografía de la zona es muy accidentada y presenta valles estrechos y profundos, cañones, quebradas y laderas escarpadas (Alcántara, 2011).

### ***3.1.3. Geomorfología de la zona de estudio.***

La geomorfología del distrito de José Gálvez está dominada por la Cordillera de los Andes, que está compuesta principalmente por rocas sedimentarias, volcánicas e intrusivas. La región se encuentra en una zona de alto riesgo sísmico debido a la presencia de fallas activas y a la proximidad de la Placa de Nazca (Cruzado y Crisólogo, 2009).

### ***3.1.4. Geología de la zona de estudio.***

La geología del distrito de José Gálvez está marcada por la presencia de una gran variedad de rocas, incluyendo rocas sedimentarias, rocas ígneas y rocas metamórficas. La zona es rica en minerales, como oro, plata, cobre y zinc, y ha sido explotada desde la época prehispánica (Cruzado y Crisólogo, 2009).

### ***3.1.5. Clima de la zona de estudio.***

Según el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI, 2020) la cuenca alta y sección oriental de la sierra norte se presenta el clima B(o,I) B'3 H3. Este clima describe áreas áridas extremas con influencia oceánica en regiones de alta montaña. Las características específicas incluyen precipitaciones abundantes durante el verano y ausencia de lluvias en otras estaciones.

### **3.1.6. Zonas de vida de la zona de estudio.**

El distrito de José Gálvez se encuentra en la ecorregión de la Puna, que es una zona de alta montaña caracterizada por la presencia de pastizales y arbustos espinosos. La región se encuentra en la transición entre la Puna y la ecorregión del Páramo, y presenta una gran diversidad de especies de plantas y animales adaptados a las condiciones extremas de la alta montaña (Sánchez, 2011).

## **3.2 Población, muestra y unidad de análisis**

### **3.2.1 Población.**

La población será el centro poblado Huacapampa, distrito de José Gálvez, provincia de Celendín, departamento de Cajamarca, al año 2017 contaba con una población de 400 personas de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística e Informática – (INEI, 2018).

### **3.2.2 Muestra.**

La muestra a analizar es la población del centro poblado Huacapampa con un total de 19 habitantes, cantidad resultante de la aplicación de la fórmula para la determinación de la muestra tomando en cuenta la población, este centro poblado es la capital del distrito de José Gálvez, y dentro de su ámbito de influencia se encuentra la quebrada José Gálvez.

### **3.2.3 Unidad de análisis.**

La unidad de análisis será la quebrada José Gálvez y su nivel de riesgo, en primera instancia se plantea realizar un análisis de la situación actual, luego se realizará la identificación del nivel de peligro y vulnerabilidad en el ámbito, físico, ambiental,

económico y social, que permitirá conocer el nivel de riesgo en el área, para finalmente proponer medidas de prevención, mitigación y corrección.

#### **3.2.4 *Materiales y Equipos.***

- Computadora portátil Lenovo AMD Ryzen 5.
- Impresora HP.
- Shape límite distrital, límite provincial y departamental.
- Shape clima, fisiografía, cuencas, geología, suelos, zonas de vida, etc.
- DWG Casco urbano.
- Imágenes Satelitales.
- Software ArcMap 10.8, Google Earth 2022.
- Microsoft Office 2010 (Excel, Word, Power Point).

### **3.3 Métodos de investigación**

Esta investigación es de tipo aplicada, ya que su objetivo final es proponer alternativas para prevenir, mitigar y corregir la situación de la quebrada José Gálvez (Mallqui, 2021). El estudio se enfoca en valorar las variables de riesgo por inundación. Este diseño de investigación está orientado al análisis de una o más variables en un tiempo y época determinados. Según Loyola (2019), se trata de un estudio descriptivo, ya que, mediante técnicas e instrumentos de observación y descripción, se logra determinar características o propiedades específicas de un elemento o variable de estudio.

### **3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

#### ***3.5.1. La Cartografía.***

Nos permite la representación gráfica del territorio con todos sus elementos componentes y la interpretación en los mapas existentes, permitiéndonos diseñar mapas temáticos y mapas síntesis a través de la superposición de los mismos.

#### ***3.5.2. Los Sistemas de Información Geográfica.***

Es una tecnología que nos permite procesar automática y simultáneamente la información cartográfica y temática, con una base de datos alfanumérica. Esto nos permite obtener una información de mayor valor para efectos de la planificación y ordenamiento del espacio.

#### ***3.5.3. Encuesta situacional.***

La encuesta se realizará con el fin de caracterizar a la población, conocer su percepción sobre las inundaciones, pero además indagar sobre su fragilidad y resiliencia tanto social como económica y fue tomada del estudio realizado por Arenas (2019).

#### ***3.5.4. Manual de CENEPRED.***

Aplicación del Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales (CENEPRED, 2021).

#### ***3.5.5. Fichas.***

Fichas validadas por CENEPRED para medir la vulnerabilidad y peligro, se evaluará la vulnerabilidad física, económica, ambiental y social.

### **3.5.6. Observación.**

Permitirá observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis, se realizarán recorridos en la quebrada José Gálvez dentro del ámbito de influencia de Huacapampa principalmente para la identificación de los puntos críticos de peligro y vulnerabilidad en la quebrada.

### **3.5.7. Análisis multicriterio Saaty**

Con la consideración de descriptores para la determinación de valores de importancia para las variables en consideración para la determinación del riesgo, el peligro y vulnerabilidad, será necesario aplicar el análisis jerárquico de Saaty a través de una matriz que nos ayude a definir los pesos ponderados para 3, 4 y 5 criterios considerados para el nivel de descriptores, parámetros, ámbitos y factores.

### **3.5.8. Cuaderno de notas**

Permitirá registrar todo lo observado durante los recorridos realizados en campo, estas anotaciones nos sirvan para aclarar dudas o complementar ideas.

## **3.5 Metodología**

### **3.5.1 Variables.**

#### **3.5.1.1 Peligro:**

El peligro se identificará haciendo uso de las siguientes dimensiones: entorno haciendo referencia al tramo de la quebrada a ser evaluado y conocimiento del peligro que tiene la población del distrito ante el riesgo de inundación de la quebrada José Gálvez, mediante factores condicionantes y desencadenantes como: tipo de suelo, cobertura vegetal,

geología, geomorfología y pendiente; así como también el factor desencadenante como la precipitación.

### **3.5.1.2 Vulnerabilidad:**

La vulnerabilidad será determinada a través de la aplicación de la metodología del CENEPRED e información del INEI para la identificación de vulnerabilidad ante riesgo por inundaciones.

### **3.5.1.3 Riesgo:**

Para la evaluación del riesgo se determinó los indicadores como estimación de riesgo, elementos expuestos, aceptabilidad, medidas de prevención y reducción; obtenidas en primer lugar de la interacción del peligro con la vulnerabilidad.

## **3.5.2 Método de investigación.**

### **3.5.2.1 Fase de gabinete**

Se revisará la documentación relevante como (planes de emergencia, mapas de riesgo y bases de datos públicas) CENSOS 2017, INEI, SENAMHI, etc. Para extraer información importante, en la ciudad de Huacapampa, distrito de José Gálvez. También se recopilará información cartográfica del área en formato shape-file, proveniente de la Mapoteca del ZEE del Gobierno Regional de Cajamarca.

Se definirá el tamaño de muestra para la aplicación de la ficha de campo, a partir de la siguiente fórmula.

$$n = \frac{Z^2 \times p \times (1 - p) \times N}{e^2 \times (N - 1) + Z^2 \times p \times (1 - p)}$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra

Z=Nivel de confianza (90% o 95%)

N = Población o universo

p = proporción esperada (convencionalmente este valor se establece en 0.5)

e = Margen de error (entre 5% y 10%)

Se tiene por población o universo a 400 habitantes de la ciudad de Huacapampa, un nivel de confianza del 90%, y margen de error del 10%. Se tiene finalmente un tamaño de muestra de: 19 personas a ser encuestadas, la elección se basará en dos criterios: que hayan vivido allí hace más de 10 años y que vivan cerca del cauce de la quebrada.

### ***3.5.2.2 Fase de campo***

Mediante la observación directa y el uso de un GPS se identificarán los puntos críticos en la quebrada para posteriormente mediante el uso de sistemas de información geográfica (SIG), se hará un análisis de imágenes satelitales agregando los puntos o áreas para ubicarlos y definir su alcance de vulnerabilidad mediante el uso de descriptores según el “Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales” donde se pueda observar la dinámica de la quebrada.

Para la evaluación del nivel de peligro la técnica utilizada será la revisión de información digital de instituciones dedicadas a la gestión de riesgos de desastres y ordenamiento territorial, además de la observación y toma de datos con GPS en campo, para delimitar los factores involucrados. Entonces sobre esta área identificada en campo se procederá a analizar la información territorial de los factores condicionantes y desencadenante, para ello se utilizó la información georreferenciada de la Zonificación Ecológica y Económica de Cajamarca (ZEE-OT), correspondientes a los mapas de: tipo de

suelo, cobertura vegetal, geología, geomorfología, pendiente y precipitación según la estación meteorológica Celendín del SENAMHI.

En la determinación del nivel de vulnerabilidad los instrumentos de recolección de datos serán las fichas de campo aplicadas a los pobladores que viven en la ciudad de Huacapampa, esta metodología se tomó del manual de la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales publicado por Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres de CENEPRED (2014), también se tomará información del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI,2017), para determinar los ámbitos, se aplicarán las encuestas de acuerdo al “Manual para la evaluación de riesgos originados por inundaciones fluviales” del CENEPRED (2014) considerando la exposición, fragilidad y resiliencia para cada ámbito (social, económico y ambiental) que componen la vulnerabilidad, esta metodología se aplicará a los pobladores asentados sus dichas viviendas en el cauce de la quebrada José Gálvez.

Con los descriptores obtenidos y el nivel de importancia para cada uno definido se procederá a elaborar una matriz de importancia de Saaty para 3, 4 y 5 criterios, los que dictaran los valores para cada descriptor, factor, ámbito y finalmente poder determinar la vulnerabilidad.

### ***3.5.2.3 Fase de gabinete***

El procesamiento de información consistirá en una sistematización de los datos registrados en la investigación. Para determinar la frecuencia y porcentaje de la peligrosidad de las viviendas asentadas en el cauce de la quebrada José Gálvez, se registrarán los datos tomados en campo en una hoja Excel.

Para evaluar la ponderación del peligro, la vulnerabilidad y el riesgo se utilizará el método de análisis jerárquico propuesto por Thomas Saaty. Se trata de un procedimiento de comparación por pares de los criterios que parte de una matriz cuadrada en la cual el número de filas y columnas está definido por el número de criterios a ponderar. Así se establece una matriz de comparación entre pares de criterios, comparando la importancia de cada uno de ellos con los demás, posteriormente se instituye el vector de priorización, el cual establece los pesos ponderados que a su vez proporciona una medida cuantitativa de la consistencia de los juicios de valor entre pares de factores (Saaty, 1980). En este sentido, se realizaron matrices para la cantidad de criterios las cuales están desarrolladas a continuación para su consideración en la determinación de los resultados.

**Tabla 8**

*Matriz para 3 criterios*

DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY (EMC)						
	C1	C2	C3	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1,00	3	5	2,47	0,64	0,98
C2	1/3	1,00	3,00	1,00	0,26	1,12
C3	1/5	1/3	1,00	0,41	0,10	0,94
<b>Pi</b>	<b>1,53</b>	<b>4,33</b>	<b>9,00</b>	<b>3,87</b>		<b>3,04</b>
				<b>PESOS</b>		
C1	Criterio 1			0,64	<b>C1</b>	$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$
C2	Criterio 2			0,26	<b>C2</b>	
C3	Criterio 3			0,10	<b>C3</b>	$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$
				1,00		$CR = Ci/Rci$
Ci=	0,01925555					
Rci=	0,66					
CR=	0,0292	Consistente				

**Tabla 9**

Matriz para 4 criterios

DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY							
	C1	C2	C3	C4	Wi	Ci	LAMDA <sub>i</sub>
C1	1,00	3	5	7	3,20	0,56	0,95
C2	1/3	1,00	3	5	1,50	0,26	1,19
C3	1/5	1/3	1,00	3	0,67	0,12	1,10
C4	1/7	1/5	1/3	1,00	0,31	0,06	0,88
Pi	1,68	4,53	9,33	16,00	5,68		4,12

$\lambda_{max}$

		PESOS	
C1	Criterio 1	0,56	C1
C2	Criterio 2	0,26	C2
C3	Criterio 3	0,12	C3
C4	Criterio 4	0,06	C4
		1,00	

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$
  

Ci =	0,0395796	
Rci =	0,99	
CR =	0,0400	Consistente

$CR = Ci/Rci$

**Tabla 10**

*Matriz para 5 criterios*

DETERMINACIÓN DE PESOS POR EL MÉTODO DE SAATY								
	C1	C2	C3	C4	C5	Wi	Ci	LAMDAi
C1	1,00	3	5	7	9	3,94	0,50	0,89
C2	1/3	1,00	3	5	7	2,04	0,26	1,21
C3	1/5	1/3	1,00	5	7	1,18	0,15	1,40
C4	1/7	1/5	1/5	1,00	7	0,53	0,07	1,21
C5	1/9	1/7	1/7	1/7	1,00	0,20	0,03	0,03
Pi	1,79	4,68	9,34	18,14	31,00	7,88		4,74 $\lambda_{max}$
						<b>PESOS</b>		
C1			Criterio 1			0,499	<b>C1</b>	
C2			Criterio 2			0,258	<b>C2</b>	
C3			Criterio 3			0,150	<b>C3</b>	
C4			Criterio 4			0,067	<b>C4</b>	
C5			Criterio 5			0,026	<b>C5</b>	
						1,00		
Ci=	-0,0652848							
Rci=	1,188							
CR=	-0,0550	Consistente						

$$Ci = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

$$Rci = \frac{1,98 * (n - 2)}{n}$$

$$CR = Ci / Rci$$

Finalmente, con la ponderación se logrará obtener los valores necesarios a intervenir en los cálculos de peligro y vulnerabilidad, los cuales posteriormente serán comparados en las tablas estratificadas elaboradas por CENEPRED (2014), que se detallan a continuación. El uso de los valores definidos por cantidad de criterios será determinado según la cantidad de descriptores requeridos en el análisis del peligro, vulnerabilidad y riesgo.

**Tabla 11***Ponderación de niveles de peligro*

<b>Niveles de peligro</b>	<b>Rango</b>
<b>Peligro muy alto</b>	$0,260 \leq R < 0,503$
<b>Peligro alto</b>	$0,134 \leq R < 0,260$
<b>Peligro medio</b>	$0,068 \leq R < 0,134$
<b>Peligro bajo</b>	$0,035 \leq R < 0,068$

Fuente: (CENEPRED, 2021)

Según el método de análisis jerárquico propuesto por Thomas Saaty, consiste en determinar la importancia relativa de la variable de cada fila en relación a la variable de su columna correspondiente, así, es preciso primero, completar toda la matriz introduciendo en el triángulo superior-derecho el inverso del valor de la celdilla correspondiente del triángulo inferior-izquierdo. Luego es preciso sumar cada columna para obtener un marginal de columna, a continuación, generar una nueva matriz mediante la división de cada celdilla entre el marginal de su columna. Por último, calcular la media de los pesos de cada línea.

Para la obtención del valor del peligro, en base al parámetro de evaluación y a la susceptibilidad del territorio, se determinará con la siguiente fórmula:

$$VP = (PE * 0.5) + (((TS + CV + GEOL + GEOM + P) * 0.5) + (FD * 0.5))$$

$$TS = PO * \text{Descriptor}$$

**Tabla 12***Ponderación de niveles de vulnerabilidad*

Niveles de Vulnerabilidad	Rango
<b>Vulnerabilidad muy alto</b>	$0,260 \leq R < 0,503$
<b>Vulnerabilidad alto</b>	$0,134 \leq R < 0,260$
<b>Vulnerabilidad medio</b>	$0,068 \leq R < 0,134$
<b>Vulnerabilidad bajo</b>	$0,035 \leq R < 0,068$

Fuente: (CENEPRED, 2021)

Para la obtención del valor de la vulnerabilidad, en base a la combinación de los ámbitos social, económico y ambiental, se determinará con la siguiente fórmula:

$$VV = (DS \times 0,64) + (DE \times 0,26) + (DA \times 0,1)$$

Donde:

VV: Valor de la vulnerabilidad

DE: Dimensión económica

DS: Dimensión social

DA: Dimensión ambiental

**Tabla 13***Ponderación de niveles de riesgo*

Niveles de riesgo	Rango
<b>Riesgo muy alto</b>	$0,68 \leq R < 0,253$
<b>Riesgo alto</b>	$0,018 \leq R < 0,068$
<b>Riesgo medio</b>	$0,005 \leq R < 0,018$
<b>Riesgo bajo</b>	$0,001 \leq R < 0,005$

Fuente: (CENEPRED, 2021)

Una vez tabulados los resultados de peligro y vulnerabilidad, se aplicará el criterio analítico para el cálculo del riesgo:

$$\mathbf{R = P*0.5 x V*0.5}$$

Dónde:

R= Riesgo

P= Peligro

V= Vulnerabilidad

El resultado deberá ser interceptado en la Tabla 7 y permitirá estimar el valor de riesgo esperado.

Finalmente, en base a los resultados del análisis estadístico, geoespacial y económico, se elaboran conclusiones y recomendaciones específicas para cada punto crítico y se proponen medidas de control para el riesgo de inundación.

Definición de manejos o medidas de control de cada riesgo identificado ya sea en preventivo o correctivo según aplique a cada riesgo identificado.

Con la información obtenida de las entrevistas, la ponderación de los niveles de riesgo y la elaboración del comparativo espaciotemporal, estableceremos medidas de control para cada tipo de riesgo identificado.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Identificación de puntos críticos en la quebrada José Gálvez

La identificación de los puntos críticos en la quebrada José Gálvez se realizó mediante la combinación de técnicas de análisis cartográfico, análisis de características del entorno y la observación directa. Para el análisis de puntos críticos, Lozano (2008) mencionó que se involucraron ciertas metodologías como la identificación de variables tales como el material predominante de construcción, alturas de las edificaciones, estado de conservación de las edificaciones, emplazamiento del borde del río o cursos de agua y zonas bajas con respecto a la vía. Esta metodología cualitativa, adicionalmente utilizando la heurística que combina lo cualitativo con lo cuantitativo, eligió las variables más representativas a las que se asignaron valores de importancia. Sin embargo, en este estudio la identificación de los puntos críticos se realizó mediante la combinación del análisis cartográfico y las características de exposición, cercanía, fragilidad, material de construcción de viviendas, capacitación de población y cobertura vegetal. Principalmente, se consideraron las edificaciones cercanas a la quebrada, así como aquellas con áreas agrícolas en su extensión. Basándose en estas características, se identificaron 30 viviendas sobre las cuales se realizaron consultas para definir la tendencia en descriptores para el posterior cálculo del peligro.

Otros autores como Peña (2018) indicaron que el uso de información digital validada por instituciones encargadas de la gestión y prevención de riesgos, como el CENEPRED mediante su plataforma virtual SIGRID, permitió la identificación de puntos críticos.

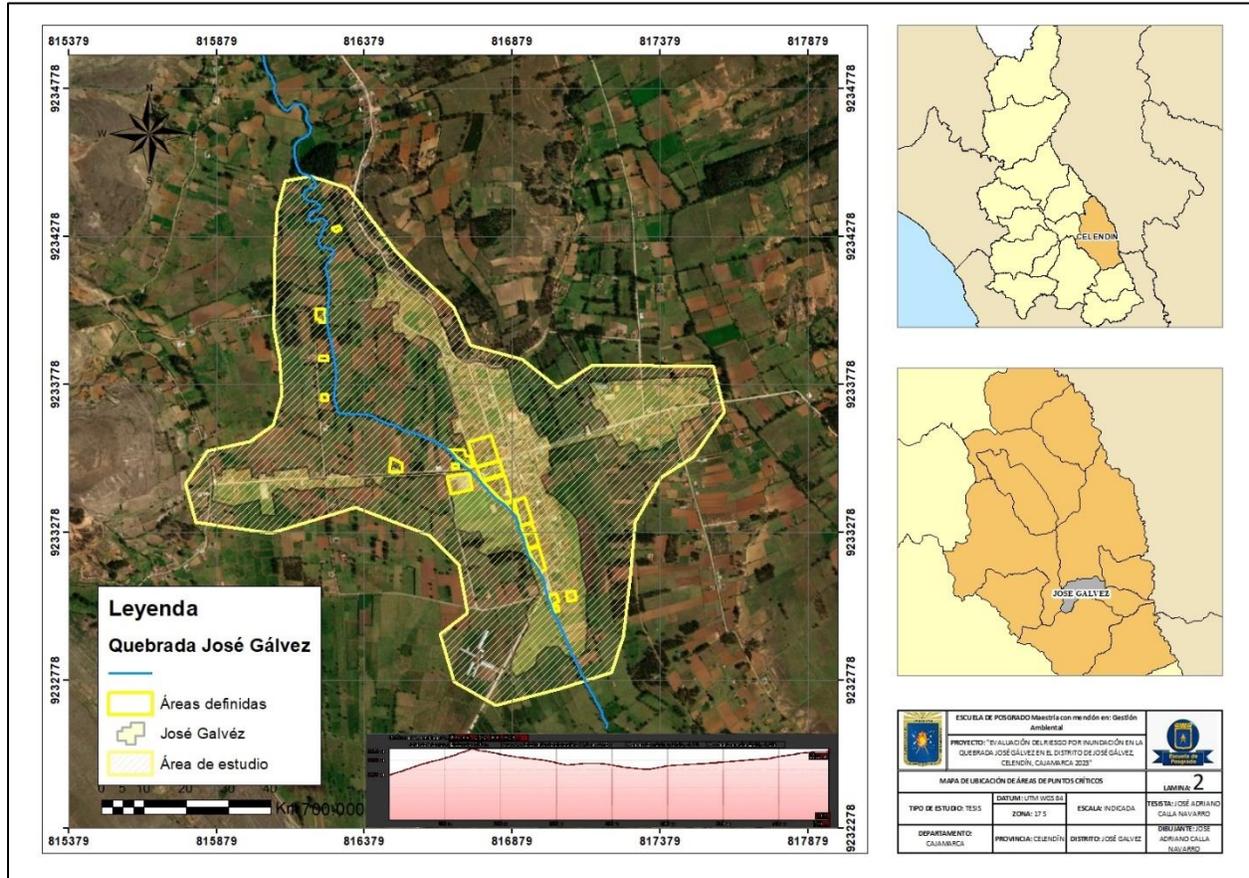
En el estudio realizado por el PNUD (2014) en Cuba se consideró la revisión de estudios anteriores, registros históricos, cartografía geomorfológica, imágenes satelitales, el empleo de sistemas de información geográficos y modelaciones numéricas y matemáticas para el trabajo de pronóstico es indispensable, para el caso de este estudio se realizó la revisión de análisis cartográfico, análisis de características del entorno y la observación directa.

En el estudio realizado en la quebrada José Gálvez, Ciudad Huacapampa, se consideraron metodologías de identificación de puntos críticos similares a las antes mencionadas en los estudios realizados por los autores e instituciones, considerando además la facilidad de ejecución y los criterios básicos para que la identificación de puntos críticos no sea compleja de realizar y pueda ser desarrollada en ámbitos no solo urbanos sino también rurales donde es más complicado realizar una prospección a detalle pero en términos generales se puede llegar a identificar estos espacios críticos ante el riesgo de desastres naturales como inundaciones.

De acuerdo con la Figura 2, se identificaron 19 áreas las mismas que están compuestas por 30 edificaciones que fueron consideradas para la evaluación de la investigación, donde se aplicarán posteriormente los descriptores para la evaluación y determinación del peligro y vulnerabilidad y consiguientemente el riesgo. La identificación de puntos críticos ante riesgo de inundación está orientada principalmente a las áreas urbanas y agrícolas por ende a la población que habita y trabaja estas áreas, entonces se puede decir que es correcta la prospección realizada para el ámbito del estudio.

**Figura 2**

*Puntos críticos en la quebrada José Gálvez*



Los puntos críticos identificados se encuentran en zonas con una alta probabilidad de ser afectadas por inundaciones, esto se debe a factores como la cercanía a la quebrada, la topografía del terreno y la vegetación, para el caso de este estudio los 30 puntos críticos tienen estas características.

La cobertura vegetal ayuda a absorber el agua de lluvia y a reducir la erosión, lo que puede ayudar a reducir el riesgo de inundaciones (ANA, 2022), para el caso de este estudio todos los puntos críticos tienen la característica de estar compuestos por área heterogénea entre casco urbano y áreas agrícolas familiares, con alguna vegetación nativa e introducida.

Además, menciona que las zonas que se encuentran cerca de la quebrada tienen un mayor riesgo de ser inundadas. Del mismo modo el Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED, 2019) menciona que la ubicación de la quebrada, la topografía del terreno y la vegetación son factores que influyen en la probabilidad de que una zona sea afectada por una inundación. Según el Ministerio de Ambiente de Colombia (2018), la cercanía a la quebrada es un factor que aumenta el riesgo de inundación (PNUD, 2021). Para el presente estudio se presentaron varias de estas características siendo las principales la baja pendiente y la cercanía a la quebrada.

La fragilidad es la capacidad de una zona para soportar una inundación. Este factor se puede evaluar considerando el tipo de suelo, la construcción de viviendas y la infraestructura (ANA, 2022). La fragilidad para el estudio estuvo representada principalmente por el tipo de material de construcción predominante que fue adobe, su estado de conservación y antigüedad.

Para el CENAPRED (2019), el tipo de suelo, la construcción de viviendas y la infraestructura son factores que influyen en la capacidad de una zona para soportar una inundación. De la misma forma que la cobertura vegetal el tipo de suelo para este caso casco urbano es de los descriptores con buen valor de importancia para la caracterización final del área de estudio.

La capacitación de población puede ayudar a reducir el riesgo de pérdidas humanas y materiales durante una inundación (ANA, 2022). Del mismo modo el CENAPRED (2019) menciona que la capacitación de la población en temas de gestión de riesgos puede ayudar a reducir el riesgo de pérdidas humanas durante una inundación. En temas de capacitación a la población y actuación de sus autoridades en temas de riesgos de desastres

principalmente inundaciones están bastante descuidados pues no se ha manifestado ningún tipo de trabajo al respecto.

El material de construcción de viviendas es un factor que influye en el riesgo de daños durante una inundación (ANA, 2022); Las viviendas construidas con materiales frágiles, como el adobe, son más propensas a sufrir daños durante una inundación. Ministerio de Ambiente de Colombia (2018), para el caso de este estudio las viviendas en su mayoría son de adobe.

La identificación de puntos críticos es una herramienta esencial para la planificación de medidas de prevención y mitigación del riesgo de inundaciones. Los puntos críticos identificados pueden ser priorizados para la implementación de medidas de reducción del riesgo, como la construcción de obras de protección, la mejora de la planificación urbana y la sensibilización de la población sobre el riesgo de inundaciones.

Para las instituciones dedicadas a temas de prevención de desastres, el uso de las características mencionadas para identificar el nivel de exposición y fragilidad de edificaciones y población ante el riesgo de inundación es de gran utilidad puesto que son fáciles de aplicar y replicar haciendo de esta metodología una gran aliada a la hora de realizar una prospección del área ante riesgos de inundación.

## **4.2. Determinación del nivel de peligro y vulnerabilidad ante inundación de la quebrada José Gálvez**

### **4.2.1. Determinación de los factores condicionante y desencadenante**

La determinación del peligro se basó en dos variables condicionante y desencadenante, las que combinadas logran establecer un valor para el peligro.

### Factor condicionante

Podemos observar los descriptores seleccionados por parámetro que han sido definidos a partir del análisis del área de estudio y la población, para la ponderación de los descriptores se aplicó una matriz de análisis multicriterio para 5 criterios, la cual nos dio como resultado los valores utilizados y el nivel de importancia para cada descriptor.

**Tabla 14**

*Tabla de parámetros condicionantes con sus descriptores*

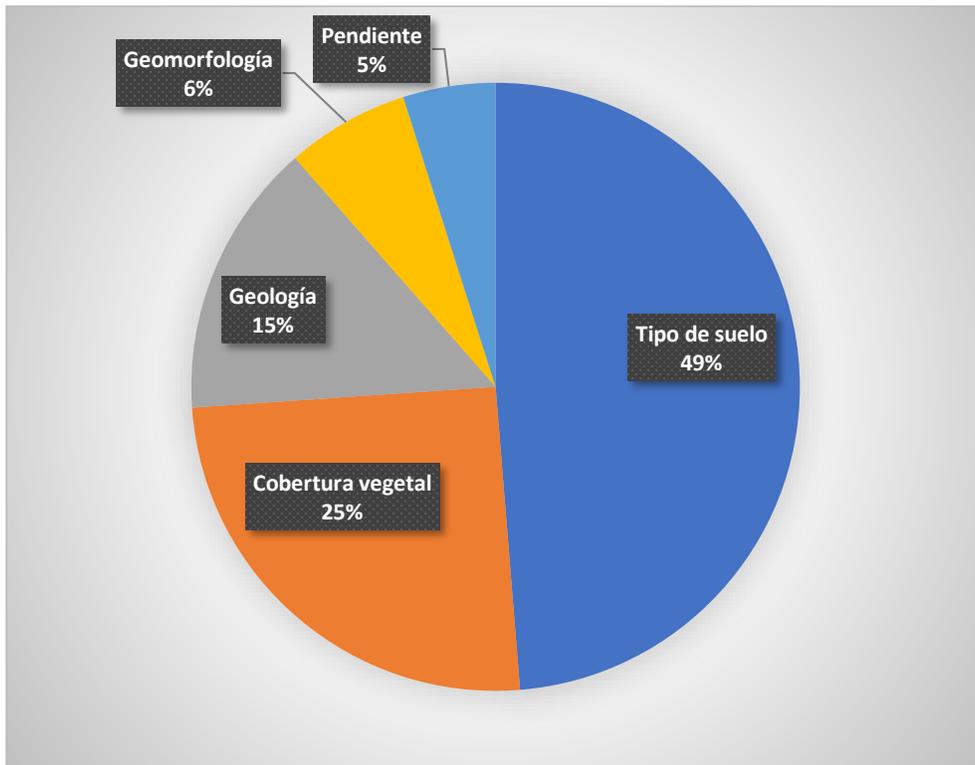
	<b>Parámetro</b>	<b>Peso</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Peso</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Peso</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Peso</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Peso</b>
	<b>Tipo de suelo</b>	<b>0,499</b>	<b>Cobertura vegetal</b>	<b>0,258</b>	<b>Geología</b>	<b>0,150</b>	<b>Geomorfología</b>	<b>0,067</b>	<b>Pendiente</b>	<b>0,026</b>
<b>Descriptor</b>	Phaeozem- Leptosol	0,499	Tejido urbano continuo	0,499	Volcánico Huambos	0,499	Montaña empinada en rocas del cretáceo inferior y superior	0,499	<b>Nula o casi a nivel (0 - 4)</b>	<b>0,499</b>
	<b>Casco urbano</b>	<b>0,258</b>	<b>Áreas agrícolas heterogéneas</b>	<b>0,258</b>	<b>Casco urbano</b>	<b>0,258</b>	<b>Casco urbano</b>	<b>0,258</b>	Ligeramente inclinada (4 - 8)	0,258
	Phaeozem- Vertisol	0,150	Vegetación arbustiva / herbácea	0,150	Formación Farrat	0,150	Complejo de terrazas inundable y no inundable	0,150	Ligeramente inclinada a moderadamente empinada (8 - 15)	0,150
	Vertisol	0,067	Pastos	0,067	Formación Pariatambo	0,067	Terraza no inundable	0,067	Moderadamente empinada (15 - 25)	0,067
	Andosol- Leptosol	0,026	Arbustal	0,026	Formación Chúlec	0,026	Ladera de montaña empinada en rocas del neógeno	0,026	Empinada (25 - 50)	0,026
<b>pesos</b>	<b>0,12874</b>	<b>0,066564</b>	<b>0,0387</b>	<b>0,017286</b>	<b>0,013</b>					

Fuente: (CENEPRED, 2021)

En la figura 3 podemos observar que los parámetros condicionantes para el estudio son: el tipo de suelo el de mayor importancia y el que aporta mayor condición de peligro, seguido de la cobertura vegetal, geología, geomorfología y pendiente

**Figura 3**

*Importancia por parámetros condicionantes*



Se aplicó la siguiente fórmula para la determinación del Valor del Factor condicionante utilizando los valores obtenidos de la tabla 14, dando como resultado:

$$FC = TS(0,499 \times 0,258) + CV(0,258 \times 0,258) + GE(0,150 \times 0,258) + GM(0,067 \times 0,258) + PD(0,026 \times 0,499) = 0,264266$$

$$FC = 0,264266$$

FC=factor condicionante, TS=tipo de suelo, CV=cobertura vegetal, GE=geología, GM=geomorfología, PD=pendiente.

La variable condicionante está dada por los siguientes descriptores los cuales fueron definidos en base a lo identificado para el área de estudio:

Los factores o parámetros condicionantes utilizados para la evaluación del riesgo fueron según su importancia: tipo de suelo, cobertura vegetal, geología, geomorfología y pendiente, de los que se obtuvieron valores que fueron reemplazados en la fórmula y sumados para definir el valor del factor condicionante. Al respecto, el estudio realizado por Diaz et al. (2016) en su investigación determinó que los factores condicionantes para el riesgo por inundación en el sector están relacionados con las características del suelo, las condiciones hidrológicas y la pendiente del terreno.

Asimismo, para el informe de evaluación de riesgo por inundación pluvial en el sector 1 del distrito de Ferreñafe en 2018 se establecieron como parámetros condicionantes la pendiente, geología y geomorfología donde tuvieron un valor de importancia correspondiente al orden en que se mencionaron, siendo la pendiente el de mayor importancia (CENEPRED, 2021).

También, la Municipalidad provincial del Cusco (MPC, 2021) en su estudio de recuperación y acondicionamiento de 41 áreas para habitabilidad presenta, como primera parte de la investigación, la identificación del peligro caracterizándolo y evaluándolo en base a parámetros generales y análisis físico de susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes), en el área de influencia del sector.

### **Factor desencadenante**

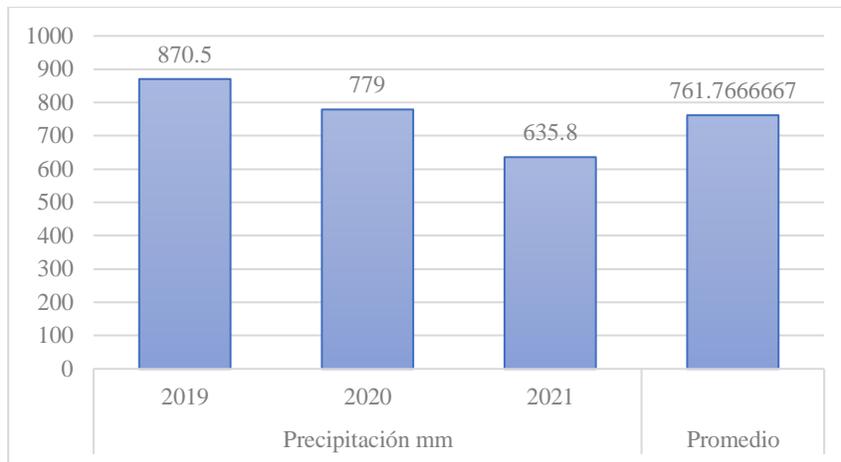
La variable desencadenante es la precipitación acumulada anual, ésta fue tomada de la estación meteorológica automática Celendín, la siguiente figura muestra las precipitaciones

acumuladas anuales para el periodo 2019 – 2021 así como, el promedio de precipitación de este periodo, el cual actúa como variable desencadenante para la identificación del peligro.

Como antecedente, se tiene que en los pasados fenómenos del niño costero y ciclón Yaku, se han presentado considerables aumentos en la precipitación, lo que ocasiona eventos que pueden producir desbordes de quebradas que al combinarse con las características del terreno logran causar daños en la población y las áreas que ésta ocupa (CENEPRED, 2021).

**Figura 4**

*Precipitación promedio anual estación meteorológica automatizada Celendín*



Los valores obtenidos del periodo 2019 – 2021 fueron los siguientes:

**Tabla 15**

*Precipitación acumulada promedio*

<b>Precipitación mm (PD)</b>			<b>Promedio</b>
2019	2020	2021	
870,5	779	635,8	761,766667

Fuente: Estación meteorológica automatizada Celendín 2023

El resultado promedio de precipitación acumulada anual fue de 761.77mm, dato que indicara el valor ponderado en la escala del descriptor para ser considerado como variable desencadenante.

En el informe de evaluación de riesgo por inundación pluvial en el sector 1 del distrito de Ferreñafe en 2018 se utilizó la precipitación como factor desencadenante (CENEPRED, 2021). Donde tuvo un valor de importancia de 1 al igual que el presente estudio.

Para el cálculo del nivel de riesgo ante inundaciones en la quebrada de Ullpuhuaycco en la provincia de Abancay se consideró como factor desencadenante a factores meteorológicos como las tormentas localizadas e intensas, las que son más efectivas en la generación de inundaciones en pequeñas cuencas de drenajes. Principalmente cuando la duración de la intensidad de la precipitación excede a la capacidad de infiltración del terreno (MPA, 2016).

**Tabla 16**

*Descriptor desencadenante*

<b>Precipitación</b>	<b>peso ponderado</b>
1000 – 1500	0,499
<b>700 – 1000</b>	<b>0,258</b>
500 – 700	0,15
200 – 500	0,067
> 200	0,026

Fuente: CENEPRED, 2021

El valor obtenido de la precipitación que actúa como variable desencadenante se encuentra en el rango de 700 – 1000 mm indicando un valor de importancia alto y un peso ponderado de 0,258.

Por lo tanto, el valor del factor desencadenante para la evaluación del peligro será 0,258, que es el peso ponderado del valor de precipitación obtenido de la estación Celendín multiplicado por 1 que es el peso que tiene la precipitación como descriptor, donde:

$$\mathbf{FD} = 0,258 \times 1 = 0,258$$

$$\mathbf{FD} = \mathbf{0,258}$$

FD=factor desencadenante

#### **4.2.2. Determinación del peligro**

Con los valores de ambos factores se procede a realizar el cálculo del peligro el cual está dado por el 70% de peso para el factor condicionante y 30% para el factor desencadenante.

$$VP = FC \times 0.7 + FD \times 0.3$$

Donde:

VP: Valor del peligro

FC: Factor condicionante

FD: Factor desencadenante

Reemplazando:

$$VP = (0,264266 \times 0,7) + (0,258 \times 0,3)$$

$$VP = (0,1849862 + 0,0774)$$

$$\mathbf{VP} = \mathbf{0,2623862}$$

Dando como resultado el valor del peligro 0,2623862 valor que será comparado en la siguiente tabla de rangos para la identificación del nivel de peligro según el CENEPRED.

**Tabla 17**

*Rangos de nivel de peligro*

Niveles de peligro	Rango	Valor obtenido
<b>Peligro muy alto</b>	$0,260 \leq R < 0,503$	<b>0,2623862</b>
<b>Peligro alto</b>	$0,134 \leq R < 0,260$	
<b>Peligro medio</b>	$0,068 \leq R < 0,134$	
<b>Peligro bajo</b>	$0,035 \leq R < 0,068$	

Fuente: CENEPRED, 2021

Basándonos en el resultado obtenido en el estudio de Gonzales (2022), quien utilizó factores condicionantes de pendiente, geología y geomorfología combinados con el factor desencadenante caudal, obteniendo un valor de peligrosidad de 0,234 correspondiente a "Peligro muy Alto", podemos mencionar que es posible la determinación de la peligrosidad mediante la intervención de factores condicionantes combinados con un factor desencadenante. Este enfoque ha sido validado por otros estudios. Por ejemplo, Smith y Petley (2009) han destacado la importancia de estos factores en la evaluación del riesgo de desastres naturales, mientras que Alexander (1993) ha analizado cómo la pendiente y la geología influyen en la vulnerabilidad y el riesgo. Además, el informe de la UNISDR (2009) respalda la combinación de factores físicos y desencadenantes para una evaluación integral del peligro. En nuestro estudio, hemos observado que los factores condicionantes específicos de nuestra área de estudio, como la topografía y la proximidad a la quebrada,

junto con la cobertura vegetal y la fragilidad de las construcciones, juegan un papel crucial en la determinación del peligro de inundación. Estos hallazgos subrayan la necesidad de considerar múltiples factores interrelacionados al evaluar y mitigar riesgos en áreas vulnerables.

#### 4.2.3. Determinación de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad se compone de los ámbitos social, económico y ambiental, los que a su vez están representados por los niveles de fragilidad, exposición y resiliencia.

##### 4.2.3.1. Determinación del ámbito social.

La siguiente tabla muestra los descriptores utilizados para determinar la exposición del ambiente social, con valores ponderados determinados en la matriz Saaty. Los resultados obtenidos reflejan la tendencia de exposición en diferentes dimensiones evaluadas mediante la consulta a la población.

**Tabla 18**

*Descriptores elegidos por consulta a población para exposición social*

<b>Dimensión</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Tendencia</b>
<b>Exposición social</b>	<b>Grupo etario</b>	Mayor a 1 y menor igual a 5 años	7
		Mayor a 5 y menor igual a 18 años	1
		Mayor a 18 y menor igual a 50 años	7
		Mayor a 50 y menor igual a 60 años	6
		Mayor a 60 años	19
	<b>Servicios educativos expuestos</b>	> 75% del servicio educativo expuesto	2
	<b>Servicios de salud terciarios</b>	≤ 25% y > 10% del servicio de salud expuesto	1

Fuente: CENEPRED, 2021

Para el grupo etario, se determinó que el descriptor más relevante es "Mayor a 60 años", con una tendencia de 19. Esto indica una alta vulnerabilidad debido a la considerable

presencia de población adulta mayor en la zona, que es más susceptible a los riesgos por su posible salud frágil y movilidad reducida. Según Alexander (1993), las personas mayores tienden a ser más vulnerables en situaciones de desastre debido a su menor capacidad de respuesta y recuperación.

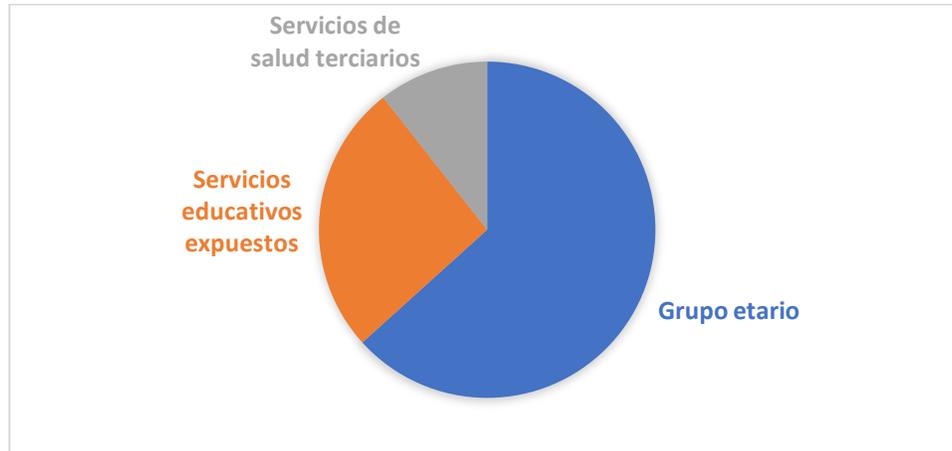
El descriptor seleccionado para los servicios educativos expuestos fue "> 75% del servicio educativo expuesto", con una tendencia de 2. Esto se debe a la ubicación de instituciones educativas importantes, como la I.E. N°008 Huacapampa y la I. E. José Gálvez, cerca de la quebrada José Gálvez. La exposición de los servicios educativos puede tener un impacto significativo en la continuidad educativa y en la seguridad de los estudiantes durante eventos de inundación. Smith y Petley (2009) resaltan la importancia de proteger infraestructuras críticas, como las instituciones educativas, para asegurar la resiliencia de la comunidad ante desastres.

Para los servicios de salud terciarios, el descriptor más relevante fue " $\leq 25\%$  y  $> 10\%$  del servicio de salud expuesto", con una tendencia de 1. Esto refleja que, aunque la exposición es mínima, la proximidad del centro de salud al curso de la quebrada José Gálvez es una preocupación. La disponibilidad y accesibilidad de servicios de salud son cruciales durante y después de un desastre. La UNISDR (2009) enfatiza la necesidad de proteger y asegurar la funcionalidad de los servicios de salud para una respuesta efectiva ante emergencias.

En base a lo determinado por los descriptores se evidencia la elevada exposición social presente en el estudio, con su servicio educativo y de salud expuestos en gran y media medida, así como la presencia de elevada población adulta mayor.

## Figura 5

### *Exposición social*



La figura 5 muestra los valores de importancia para la exposición social, destacando que el grupo etario tiene la mayor relevancia. Esto se debe principalmente a la elevada presencia de adultos mayores en la zona, quienes, como se mencionó anteriormente, tienen una movilidad reducida y una menor capacidad de respuesta ante desastres potenciales. Esta alta vulnerabilidad demográfica subraya la necesidad de estrategias específicas de mitigación y respuesta dirigidas a este grupo. Cutter et al. (2010) indican que la planificación y preparación específica para los adultos mayores puede mejorar significativamente la reacción ante desastres, a través de medidas como planes de evacuación personalizados y redes comunitarias de apoyo.

La Tabla 19 presenta los descriptores elegidos por consulta a la población para determinar la fragilidad social en la quebrada José Gálvez. Los valores de tendencia reflejan la distribución y características de las edificaciones, así como su impacto en la vulnerabilidad ante desastres.

**Tabla 19***Descriptorios elegidos por consulta a población para fragilidad social*

<b>Dimensión</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Tendencia</b>
<b>Fragilidad social</b>	<b>Material de construcción de las edificaciones</b>	Adobe o tapial	25
		Ladrillo o bloque de cemento	5
	<b>Estado de conservación de las edificaciones</b>	Malo	4
		Regular	21
		Bueno	5
	<b>Antigüedad de la construcción de las edificaciones</b>	De 40 a más	6
		De 20 a 30 años	14
		De 10 a 20 años	7
		De 5 a 10 años	3
	<b>Configuración de elevación de las edificaciones</b>	3 pisos	1
2 pisos		8	
1 piso		21	

Fuente: CENEPRED, 2021

El descriptor predominante para el material de construcción es "Adobe o tapial", con una tendencia de 25, seguido de "Ladrillo o bloque de cemento" con una tendencia de 5. Esta prevalencia de edificaciones de adobe se debe a la antigüedad del pueblo y la falta de recursos para utilizar materiales más duraderos y resistentes. Para Smith y Petley (2009), las construcciones de adobe son altamente vulnerables a los desastres naturales debido a su fragilidad estructural. La utilización de materiales tradicionales en áreas de riesgo subraya la necesidad de mejorar las prácticas de construcción y promover el uso de materiales más seguros.

El estado de conservación de las edificaciones se identifica mayoritariamente como "Regular" con una tendencia de 21, seguido de "Bueno" con 5. La mayoría de las edificaciones, siendo de adobe, se encuentran en estado de descuido, especialmente debido a que muchos de los habitantes son de edad avanzada. Alexander (1993) destaca que la

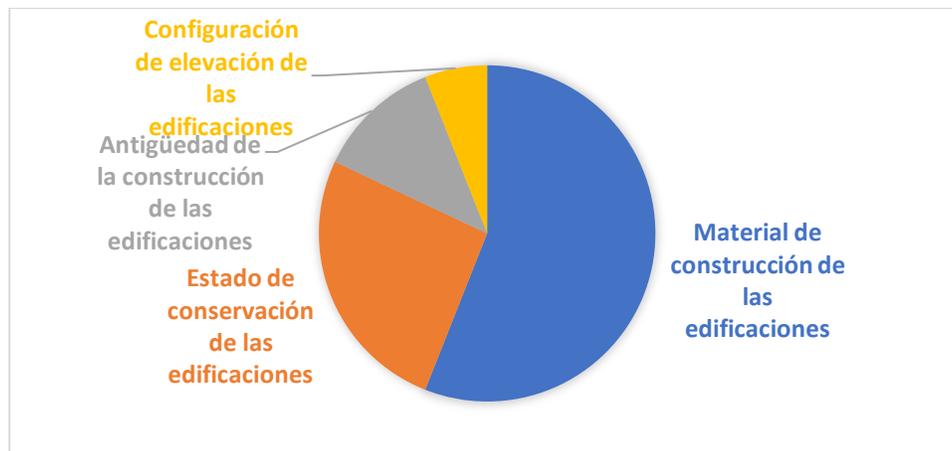
falta de mantenimiento regular incrementa significativamente la vulnerabilidad de las estructuras, haciendo que estas sean más susceptibles a los daños durante eventos adversos.

La antigüedad de las edificaciones se concentra en el rango de "20 a 30 años" con una tendencia de 14, aunque también hay edificaciones más nuevas y más antiguas. La antigüedad de las edificaciones puede influir en su fragilidad, ya que las construcciones más antiguas pueden no haber sido diseñadas con las normativas modernas de construcción sismorresistente (UNISDR, 2009). Este factor de antigüedad destaca la necesidad de evaluaciones y posibles renovaciones para asegurar la resistencia estructural.

La mayoría de las edificaciones son de "1 piso" con una tendencia de 21, lo que incrementa la fragilidad como elemento expuesto. Edificaciones de un solo piso pueden ser más vulnerables a ciertos tipos de desastres, como inundaciones, debido a su proximidad al nivel del suelo. Cutter et al. (2010) indican que la configuración de elevación de las edificaciones es un factor crucial en la evaluación de vulnerabilidad, y las estructuras de un solo piso requieren estrategias específicas de mitigación para reducir los riesgos.

**Figura 6**

*Fragilidad social*



En la figura 6 se aprecia sobre la fragilidad social y los diversos aspectos relacionados con la construcción de edificaciones, destaca que el material de construcción de las edificaciones es el factor más relevante, seguido por el estado de conservación y la antigüedad de las mismas, mientras que la configuración de elevación tiene la menor importancia. Esta distribución resalta la crucial influencia que el material de construcción tiene en la resistencia de edificaciones ante eventos catastróficos. Klinenberg (2015) indica que las edificaciones sólidamente construidas son vitales para mitigar el impacto de inundaciones. La calidad de los materiales de construcción no solo determina la durabilidad de las estructuras, sino también su capacidad para resistir y soportar los embates de la naturaleza, marcando su importancia en la reducción de la fragilidad social.

**Tabla 20**

Descriptorios elegidos por consulta a población para resiliencia social

<b>Dimensión</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Tendencia</b>
<b>Resiliencia social</b>	<b>Capacitación en temas de gestión de riesgo</b>	No cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo	30
	<b>Conocimiento local sobre ocurrencia pasada de desastres</b>	Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres	30
	<b>Existencia de normatividad política y local</b>	El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio genera efectos negativos a su desarrollo. No existen instrumentos legales locales que apoyen en la reducción del riesgo (ejemplo: ordenanzas municipales)	30
	<b>Actitud frente al riesgo</b>	Actitud escasamente previsoras de la mayoría de la población	30
	<b>Campaña de difusión</b>	No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local.	30

Fuente: CENEPRED, 2021

Para el indicador de Capacitación en temas de gestión y riesgo, se observa que "No cuentan ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a gestión de riesgo". Esto se atribuye principalmente al escaso compromiso de las autoridades ante los posibles daños que podría ocasionar un evento de inundación u otro desastre sobre la población asentada cerca del curso de la quebrada.

En cuanto al conocimiento local sobre ocurrencias pasadas de desastres, se identifica que "Existe un regular conocimiento de la población sobre las causas y consecuencias de los desastres". Aunque la población tiene cierto conocimiento sobre los daños que podrían sufrir en caso de un evento de desastre, específicamente inundaciones, no están completamente preparados para prevenirlo o enfrentarlo.

En relación con la existencia de normatividad política y local, se encontró que "El soporte legal que ayuda a la reducción del riesgo del territorio en el área de estudio genera efectos negativos en su desarrollo". Esto indica la falta de instrumentos legales locales que respalden la reducción del riesgo, como ordenanzas municipales.

La actitud frente al riesgo se caracteriza por ser "Escasamente previsor por parte de la mayoría de la población", principalmente porque confían en que las autoridades tomarán medidas para protegerlos o porque tienen la esperanza de que nunca ocurrirá un evento de desastre que los afecte significativamente, lo que denota una actitud de escasa previsión.

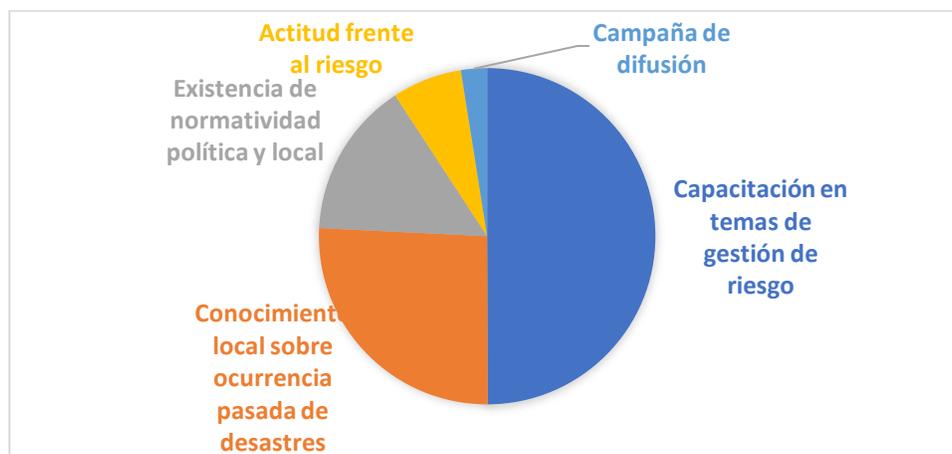
Finalmente, en cuanto a la campaña de difusión, se destaca que "No hay difusión en diversos medios de comunicación sobre temas de Gestión del Riesgo para la población local". Esta falta de difusión refleja una clara tendencia hacia la escasa gestión y concienciación en temas de riesgos de desastres por parte de las autoridades, mientras que la población presenta una actitud poco preparada y previsional.

La falta de programas de capacitación en gestión de riesgos y el conocimiento limitado de la población sobre eventos pasados de desastres indican un déficit significativo en la preparación comunitaria frente a desastres naturales. Este fenómeno es consistente con lo encontrado por Smith et al. (2019), quienes subrayan la importancia de la educación y la capacitación en la reducción de riesgos. La ausencia de normativas locales efectivas también es preocupante, ya que Cutter et al. (2016) destacan la necesidad de políticas gubernamentales robustas para mitigar los riesgos y fomentar la resiliencia.

La actitud escasamente previsor de la población puede atribuirse a una falsa confianza en las autoridades y una falta de conciencia sobre la gravedad de los riesgos, como menciona Paton et al. (2017). Además, la falta de difusión de información sobre gestión del riesgo, evidenciada en este estudio, coincide con las observaciones de Quinn et al. (2019) sobre la importancia crucial de la comunicación efectiva en la preparación y respuesta ante desastres.

**Figura 7**

*Resiliencia social*



La figura 7 muestra que la principal deficiencia para la resiliencia social es la escasa capacitación en temas de gestión de riesgo, el conocimiento sobre ocurrencias pasadas de desastres, la poca normativa política y local, actitud frente al riesgo potencial y finalmente la difusión de material correspondiente a prevención frente a riesgos de inundación.

Para la determinación del ámbito social cada peso de descriptor elegido se multiplico por el peso de cada parámetro obteniendo un resultado que será a su vez multiplicado por el peso de cada componente en este caso exposición, fragilidad y resiliencia las cuales serán sumadas para determinar el valor del ámbito social que es componente de la vulnerabilidad.

**Tabla 21**

*Determinación del ámbito social*

Vulnerabilidad social			Peso del parámetro (Pp)	Peso del descriptor (Pd)	Valor de parámetro (Pd*Pp)	Valor de los componentes (Es+FS+Rs) *Pc	Valor de la dimensión social = (Valor de los componentes) *DS
Peso dimensión social	Componentes	Peso (Pc)					
<b>DIMENSIÓN SOCIAL (DS)</b> <b>0,64</b>	<b>Exposición social (Es)</b>	<b>0,64</b>	<b>0,633</b>	<b>0,025</b>	0,015825	0,09802624	0,134163
			<b>0,261</b>	<b>0,499</b>	0,130239		
			<b>0,106</b>	<b>0,067</b>	0,007102		
	<b>Fragilidad social (Fs)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,56</b>	<b>0,067</b>	0,03752	0,009602	
			<b>0,26</b>	<b>0,15</b>	0,039		
			<b>0,12</b>	<b>0,15</b>	0,018		
	<b>Resiliencia social (Rs)</b>	<b>0,26</b>	<b>0,06</b>	<b>0,025</b>	0,0015	0,10200112	
			<b>0,499</b>	<b>0,499</b>	0,249001		
			<b>0,258</b>	<b>0,15</b>	0,0387		
				<b>0,15</b>	<b>0,499</b>	0,07485	
				<b>0,067</b>	<b>0,258</b>	0,017286	
				<b>0,025</b>	<b>0,499</b>	0,012475	

Fuente: CENEPRED, 2021

Los valores obtenidos para la Exposición fue 0,980262, para la fragilidad 0,09602 y para la resiliencia fue de 0,1020011, donde sumadas dan un total de 0,20962936 valor del

ámbito social, el que posteriormente será multiplicado por su peso respectivo como componente de la vulnerabilidad dando como resultado.

$$\text{Vulnerabilidad Social} = 0,20962936 \times 0,64 = 0,134163$$

#### 4.2.3.2. Determinación del ámbito económico

La tabla 22 muestra los descriptores elegidos por consulta referidos a la exposición económica.

**Tabla 22**

*Descriptores elegidos por consulta a población para exposición económica*

<b>Dimensión</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Tendencia</b>
<b>Exposición económica</b>	<b>Localización de la edificación</b>	Muy cercana 0 km - 0.2 km	30
	<b>Servicios básicos de agua potable y saneamiento</b>	≤ 10% y > 0% del servicio expuesto	30
	<b>Servicios de las empresas de transporte expuestas</b>	≤ 10% y > 0% del servicio expuesto	1
	<b>Área agrícola</b>	> 75% del área expuesta	4
		≤ 50% y > 25% del área expuesta	14
	≤ 10% y > 0% del área expuesta	12	

Fuente: CENEPRED, 2021

Se observó que las edificaciones están "muy cercanas" a la quebrada José Gálvez, en un rango de 50 a 200 metros. Esta proximidad aumenta significativamente el riesgo de daño en caso de inundación. La cercanía de las edificaciones a la quebrada José Gálvez incrementa notablemente la vulnerabilidad económica de la comunidad. La proximidad al cuerpo de agua es un factor crítico que debe ser gestionado para reducir riesgos. Según Smith et al. (2019), la localización es uno de los determinantes clave en la exposición a desastres, ya que influye directamente en el nivel de daño potencial.

La exposición de estos servicios es del " $\leq 10\%$  y  $> 0\%$ ". Esto sugiere que, aunque no todos los servicios están expuestos, una parte significativa aún podría verse afectada por un desastre, comprometiendo el acceso al agua potable y saneamiento. La exposición de los servicios básicos de agua potable y saneamiento, aunque relativamente baja, sigue siendo significativa. La falta de cobertura total en estos servicios puede agravar la situación en caso de desastre, alineándose con las observaciones de Cutter et al. (2016), quienes enfatizan la importancia de infraestructuras resilientes para la gestión efectiva de riesgos.

La exposición de estos servicios también es del " $\leq 10\%$  y  $> 0\%$ ", reflejando que las empresas de transporte están situadas cerca de las edificaciones, en un rango máximo de 150 a 200 metros de la quebrada, lo que puede impactar negativamente en la movilidad y la logística durante una inundación. La exposición de los servicios de transporte, aunque limitada, destaca la necesidad de planes de contingencia para mantener la movilidad y el acceso a recursos durante y después de un evento de desastre. Paton et al. (2017) subrayan la importancia de mantener operativas las vías de transporte para facilitar la respuesta y recuperación ante desastres.

Se identificaron varias categorías de exposición, siendo la más relevante " $\leq 50\%$  y  $> 25\%$  del área expuesta". Esto se debe a que muchas edificaciones tienen huertos y áreas agrícolas adyacentes, esenciales para la subsistencia de la población. La exposición de las áreas agrícolas es un factor crítico, dado que la agricultura es una fuente vital de subsistencia para la comunidad. La pérdida de estas áreas durante una inundación podría tener consecuencias devastadoras para la seguridad alimentaria y la economía local. Quinn et al. (2019) señalan que la protección de los recursos agrícolas es esencial para la resiliencia económica de las comunidades rurales.

**Figura 8**

*Exposición económica*



**Tabla 23**

*Descriptorios elegidos por consulta a población para fragilidad económica*

Dimensión	Parámetro	Descriptor	Tendencia
Fragilidad económica	Material de construcción de las edificaciones	Adobe o tapial	25
		Ladrillo o bloque de cemento	5
	Estado de conservación de las edificaciones	Malo: Las edificaciones no reciben mantenimiento regular, cuya estructura acusa deterioros que la comprometen, aunque sin peligro de desplome y los acabados e instalaciones tienen visibles desperfectos.	4
		Regular: Las edificaciones que reciben mantenimiento esporádico, cuyas estructuras no tienen deterioro y si lo tienen, no lo comprometen y es subsanable, o que los acabados e instalaciones tienen deterioros visibles debido al mal uso.	21
		Bueno: Las edificaciones reciben mantenimiento permanente y solo tienen ligeros deterioros en los acabados debido al uso normal.	5
	Antigüedad de la construcción de las edificaciones	De 40 a más	6
		De 20 a 30 años	14
		De 10 a 20 años	7
		De 5 a 10 años	3
	Topografía del terreno	$P \leq 10\%$	30
Configuración de elevación de las edificaciones	2 pisos	8	
	1 piso	21	

Fuente: CENEPRED, 2021

Se observó que el principal material de construcción es "adobe o tapial". Este material es altamente vulnerable al agua, ya que la exposición a inundaciones puede debilitar significativamente la estructura de las viviendas. Los resultados reflejan una alta fragilidad económica de la comunidad debido a varios factores críticos. El uso predominante de adobe como material de construcción es una preocupación importante. Según Smith et al. (2019), los materiales de construcción vulnerables son un factor determinante en la susceptibilidad de las edificaciones a desastres naturales. La vulnerabilidad del adobe a la humedad y su debilitamiento estructural durante inundaciones lo convierten en un riesgo significativo.

La mayoría de las edificaciones se encuentran en un estado de conservación "regular", lo que implica un mantenimiento esporádico y estructuras que, aunque no están en peligro inmediato de colapso, muestran deterioro visible. El estado de conservación de las edificaciones es otro factor que contribuye a la fragilidad económica. Las edificaciones en estado "regular" necesitan mejoras en el mantenimiento para reducir su vulnerabilidad. Cutter et al. (2016) destacan que la falta de mantenimiento adecuado puede exacerbar los daños durante desastres, aumentando la fragilidad de las estructuras.

La antigüedad de las viviendas es mayoritariamente de "20 a 30 años", con algunas edificaciones de más de 40 años, lo que las hace más susceptibles a los daños durante eventos de inundación. La antigüedad de las edificaciones, especialmente aquellas de más de 20 años, añade otra capa de riesgo. Paton et al. (2017) sugieren que las edificaciones más antiguas son generalmente más vulnerables a los desastres debido al desgaste y a los estándares de construcción obsoletos.

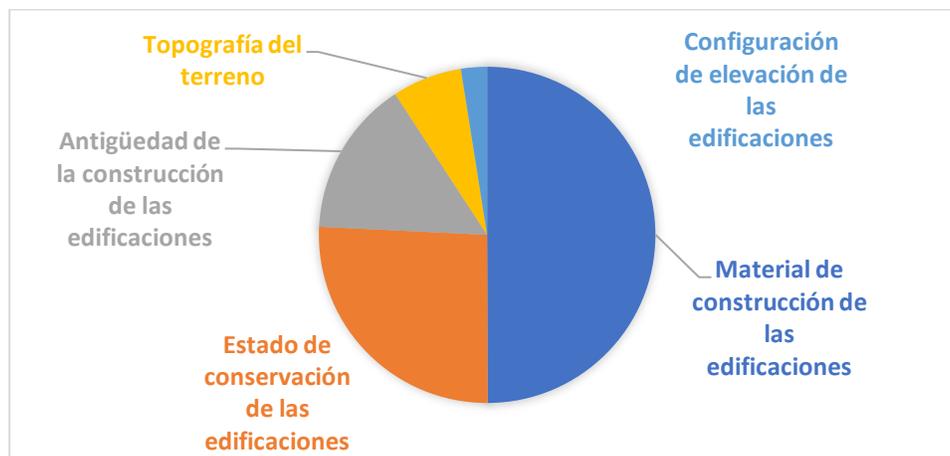
La pendiente del terreno es " $P \leq 10\%$ ", considerada casi nula. Esta característica aumenta la vulnerabilidad, ya que dificulta el drenaje rápido del agua durante una

inundación. La topografía del terreno con pendiente  $\leq 10\%$  implica una mayor susceptibilidad a la acumulación de agua durante una inundación, lo que dificulta el drenaje y agrava la situación. Esto coincide con las observaciones de Quinn et al. (2019), quienes señalan que las características topográficas influyen significativamente en la capacidad de una comunidad para gestionar el agua de inundación.

La mayoría de las viviendas son de "1 piso", lo que incrementa su fragilidad ante inundaciones, dado que no tienen niveles superiores a los que la gente pueda evacuar. La configuración de elevación de las edificaciones, con predominancia de viviendas de un solo piso, limita las opciones de evacuación y refugio durante inundaciones, aumentando la vulnerabilidad de los residentes. Smith et al. (2019) también enfatizan que las estructuras de un solo nivel son más propensas a sufrir daños extensivos en eventos de inundación.

## Figura 9

### *Fragilidad económica*



**Tabla 24**

*Descriptorios elegidos por consulta a población para resiliencia económica*

<b>Dimensión</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Tendencia</b>
<b>Resiliencia económica</b>	<b>Población económicamente activa desocupada</b>	Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo. Escasa demanda de mano de obra para las actividades económicas. Escaso nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con serias limitaciones socioeconómicas.	14
		Bajo acceso y poca permanencia aun puesta de trabajo. Poca demanda de mano de obra para las actividades económicas. Bajo nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con limitaciones socioeconómicas.	7
		Regular acceso y permanencia a un puesto de trabajo. Demanda de mano de obra para actividades económicas. Regular nivel de empleo de la población económicamente activa. Poblaciones con regulares posibilidades socioeconómicas.	9
	<b>Ingreso familiar promedio mensual</b>	> 3000	1
		> 1200 - ≤ 3000	17
		> 264 - ≤ 1200	11
		≤ 149	1
	<b>Organización y capacitación institucional</b>	Las organizaciones institucionales gubernamentales locales y regionales presentan poca efectividad en su gestión. Cuentan con un gran desprestigio y desaprobación popular (puede existir el caso en el que la gestión sea poco eficiente, pero con apoyo popular basado en el asistencialismo o populismo). Las instituciones gubernamentales de nivel sectorial muestran índices de gestión deficientes y trabajo poco coordinado. No existe madurez política. Las instituciones privadas generan conflictos, muestran poco interés con la realidad local, muchas de ellas coadyuvan con la informalidad, o, forman enclaves en el territorio en el que se encuentran. No existe apoyo e identificación institucional e interinstitucional.	30
	<b>Capacitación en temas de gestión del riesgo</b>	La totalidad de la población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en temas concernientes a Gestión de Riesgo.	30

Fuente: CENEPRED, 2021

La tendencia principal es "Escaso acceso y la no permanencia a un puesto de trabajo", lo que indica una baja demanda de mano de obra y un alto nivel de desempleo. Las poblaciones con serias limitaciones socioeconómicas están particularmente vulnerables.

Los resultados indican una resiliencia económica limitada debido a varios factores críticos. La alta tasa de desempleo y la baja demanda de mano de obra son preocupantes. Según Smith et al. (2019), el acceso y la estabilidad en el empleo son fundamentales para la capacidad de una comunidad de recuperarse de desastres. La falta de empleo estable agrava la situación de la población.

La mayoría de la población tiene un ingreso mensual promedio de "> 1200 - ≤ 3000". Este ingreso es frecuentemente fluctuante debido a la dependencia de actividades económicas informales como la venta de productos, carpintería o ganadería. El ingreso familiar promedio mensual, aunque relativamente bajo, refleja una dependencia significativa de la economía informal. Cutter et al. (2016) enfatizan que los ingresos fluctuantes y la dependencia de trabajos esporádicos aumentan la vulnerabilidad económica, ya que estas fuentes de ingresos son menos seguras y más susceptibles a interrupciones durante desastres.

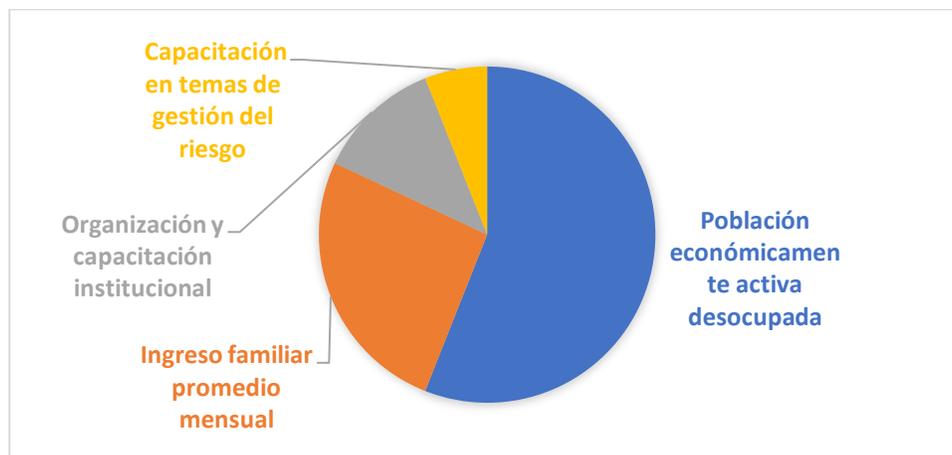
Las organizaciones gubernamentales y privadas presentan "poca efectividad en su gestión" y un gran desprestigio, con poca coordinación y apoyo. Esta ineficiencia y falta de madurez política contribuyen a la vulnerabilidad de la comunidad. La ineficacia de las organizaciones institucionales y la falta de coordinación y apoyo interinstitucional exacerbaban la situación. Paton et al. (2017) subrayan la importancia de la buena gobernanza y la coordinación institucional para la resiliencia comunitaria. La falta de una gestión eficiente y la desconfianza en las instituciones impiden una respuesta efectiva ante desastres.

No existen programas de capacitación en gestión de riesgos para la población, lo que deja a la comunidad desinformada y mal preparada para enfrentar desastres. La ausencia

de capacitación en gestión de riesgos es otro factor crítico. Quinn et al. (2019) señalan que la educación y la capacitación en gestión de riesgos son esenciales para preparar a la comunidad y reducir su vulnerabilidad. Sin estos programas, la población permanece desinformada y mal preparada para enfrentar situaciones de emergencia.

**Figura 10**

*Resiliencia económica*



Para la determinación del ámbito económico previamente se identificaron los descriptores que serán utilizados con su respectivo peso asignado por la matriz de Saaty para 5 descriptores, donde cada peso será multiplicado por el peso de cada parámetro obteniendo un resultado que será a su vez multiplicado por el peso de cada componente en este caso exposición, fragilidad y resiliencia las cuales serán sumadas para determinar el valor del ámbito económico que es componente de la vulnerabilidad.

**Tabla 25**

*Determinación del ámbito económico*

<b>Vulnerabilidad económica</b>							<b>Valor de la dimensión económica (Valor de los componentes) *DE</b>
<b>Peso dimensión económica</b>	<b>Componentes</b>	<b>Peso (Pc)</b>	<b>Peso del parámetro (Pp)</b>	<b>Peso del descriptor (Pd)</b>	<b>Valor de parámetro (Pd*Pp)</b>	<b>Valor de los componentes (Ee+Fe+Re) *Pc</b>	
<b>DIMENSIÓN ECONÓMICA (DE) 0,26</b>	<b>Exposición económica (Ee)</b>	<b>0,64</b>	<b>0,56</b>	<b>0,499</b>	0,27944	0,29794	0,081594
			<b>0,26</b>	<b>0,025</b>	0,0065		
			<b>0,12</b>	<b>0,025</b>	0,003		
			<b>0,06</b>	<b>0,15</b>	0,009		
	<b>Fragilidad económica (Fe)</b>	<b>0,1</b>	<b>0,499</b>	<b>0,067</b>	0,033433	0,09693	
			<b>0,258</b>	<b>0,15</b>	0,0387		
			<b>0,15</b>	<b>0,15</b>	0,0225		
			<b>0,067</b>	<b>0,025</b>	0,001675		
	<b>Resiliencia económica (Re)</b>	<b>0,26</b>	<b>0,56</b>	<b>0,499</b>	0,27944	0,43634	
			<b>0,26</b>	<b>0,258</b>	0,06708		
			<b>0,12</b>	<b>0,499</b>	0,05988		
			<b>0,06</b>	<b>0,499</b>	0,02994		

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos para la Exposición fue 0,1906816, para la fragilidad 0,0096933 y para la resiliencia fue de 0,1134484, donde sumadas dan un total de 0,3138233 valor del ámbito social, el que posteriormente será multiplicado por su peso respectivo como componente de la vulnerabilidad dando como resultado.

$$\text{Vulnerabilidad económica} = 0,3138233 \times 0,26 = 0,081594$$

#### 4.2.3.3. Determinación del ámbito ambiental

**Tabla 26**

*Descriptorios elegidos por consulta a población para exposición ambiental*

<b>Dimensión</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Tendencia</b>
<b>Exposición ambiental</b>	<b>Deforestación</b>	5 – 25 % del total del ámbito de estudio	4
		Menor a 5 % del total del ámbito de estudio	26
	<b>Pérdida de suelo</b>	Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos.	30
	<b>Pérdida de agua</b>	Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas.	30

Fuente: CENEPRED, 2021

La mayoría de la zona de estudio presenta una deforestación "menor al 5% del total del ámbito de estudio". Esto sugiere una baja exposición en términos de pérdida de cobertura vegetal, ya que existe una considerable cantidad de vegetación arbórea y cerco vivo que actúan como delimitadores de parcelas. Los resultados reflejan una exposición ambiental significativa debido a varios factores críticos. La baja deforestación indica una buena cobertura vegetal, lo cual es positivo. Sin embargo, según Turner et al. (2003), incluso áreas con baja deforestación pueden ser vulnerables si no se gestionan adecuadamente otros factores de exposición ambiental.

El parámetro principal es "Protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua en ámbitos geográficos extensos". Aunque en la parte céntrica del pueblo se han construido muros de concreto para el encausamiento del agua, la mayoría de los márgenes están cubiertos únicamente por pastos, lo que es insuficiente para prevenir la erosión. La pérdida de suelo debido a la protección inadecuada en los márgenes de corrientes de agua es una preocupación seria. La falta de infraestructura adecuada para proteger estos

márgenes puede llevar a una erosión significativa, aumentando la vulnerabilidad de la comunidad. Según Pimentel et al. (1995), la erosión del suelo es un problema grave que puede exacerbarse durante eventos de inundación, llevando a la pérdida de tierras agrícolas y afectando la estabilidad de las viviendas.

La principal preocupación es la "Agricultura, demanda agrícola y pérdida por contaminación de aguas superficiales y subterráneas". La práctica de la agricultura por inundación resulta en un desperdicio significativo de recursos hídricos, y la presencia de letrinas y residuos de agroquímicos contamina el agua superficial y subterránea. La pérdida de agua por prácticas agrícolas y contaminación es otro factor crítico. La agricultura por inundación, aunque común, es un método ineficiente que desperdicia grandes cantidades de agua. Además, la contaminación por agroquímicos y letrinas no solo afecta la calidad del agua, sino que también tiene implicaciones para la salud pública. Según Gleick (2000), la gestión inadecuada de recursos hídricos y la contaminación son desafíos clave en la resiliencia ambiental y deben ser abordados para reducir la vulnerabilidad.

## Figura 11

### *Exposición ambiental*



**Tabla 27***Descriptorios elegidos por consulta a población para fragilidad ambiental*

<b>Dimensión</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Tendencia</b>
<b>Fragilidad ambiental</b>	<b>Explotación de Recursos Naturales</b>	Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro continente de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.	30
	<b>Localización de Centros Poblados</b>	Muy cercana 0 km – 0.2 km	30

Fuente: CENEPRED, 2021

La tendencia principal para explotación de recursos naturales es "Prácticas de degradación del cauce y márgenes del río u otro cuerpo de agua (deterioro en el consumo/uso indiscriminado de los suelos, recursos forestales) sin asesoramiento técnico capacitado. Pero las actividades son de baja intensidad.". Los resultados reflejan una fragilidad ambiental significativa debido a varios factores críticos. La explotación de recursos naturales sin asesoramiento técnico capacitado, aunque de baja intensidad, contribuye a la degradación del cauce y márgenes del río. Esta práctica de uso indiscriminado de los suelos y recursos forestales incrementa la vulnerabilidad ambiental. Según Pimentel et al. (1995), la explotación no regulada de recursos naturales puede llevar a una degradación severa del ambiente, afectando tanto la calidad del suelo como la disponibilidad de recursos hídricos.

Para la localización de centros poblados, la tendencia es "Muy cercana 0 km – 0.2 km", lo que indica que los centros poblados de Huacapampa y José Gálvez se encuentran dentro del ámbito de la quebrada. La proximidad de los centros poblados a la quebrada es otro factor crítico. La localización muy cercana a un cuerpo de agua aumenta el riesgo de inundaciones y otros desastres naturales. Gleick (2000) menciona que la proximidad a

fuentes de agua, sin una infraestructura adecuada, puede exacerbar los impactos de los desastres naturales, comprometiendo la seguridad y sostenibilidad de las comunidades.

**Figura 12**

*Fragilidad ambiental*



**Tabla 28**

*Descriptorios elegidos por consulta a población para resiliencia ambiental*

Dimensión	Parámetro	Descriptor	Tendencia
Resiliencia ambiental	Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental	Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conversación ambiental. No cumpliéndolas.	27
		Las autoridades y población desconocen la existencia de normatividad en temas de conservación cumpliéndola parcialmente	3
	Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales	La población en su totalidad ha perdido los conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	7
		Algunos pobladores poseen y aplica sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.	23
	Capacitación en temas de conservación ambiental	La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.	30

Fuente: CENEPRED, 2021

Conocimiento y cumplimiento de normatividad ambiental, la tendencia es que "Sólo las autoridades conocen la existencia de normatividad en temas de conservación ambiental. No cumpliéndolas."; Conocimiento ancestral para la explotación sostenible de sus recursos naturales, la tendencia es que "Algunos pobladores poseen y aplican sus conocimientos ancestrales para explotar de manera sostenible sus recursos naturales.". Los resultados indican una baja resiliencia ambiental en la comunidad estudiada, principalmente debido a la falta de conocimiento y capacitación en temas de conservación ambiental, así como al incumplimiento de normativas por parte de las autoridades. La pérdida de conocimientos ancestrales para la explotación sostenible de recursos naturales también contribuye a esta situación (Berkes, 2007).

Capacitación en temas de conservación ambiental, la tendencia es que "La totalidad de la población no recibe y/o desarrolla capacitaciones en temas de conservación ambiental.". El desconocimiento y la falta de capacitación de la población en temas de conservación ambiental pueden aumentar la vulnerabilidad de la comunidad frente a desastres naturales y amenazas ambientales. Según Berkes (2007), el conocimiento tradicional y la participación comunitaria son fundamentales para la gestión sostenible de los recursos naturales y la adaptación al cambio ambiental.

**Figura 13**

*Resiliencia ambiental*



Para la determinación del ámbito ambiental se identificaron los descriptores que serán utilizados con su respectivo peso asignado que serán multiplicado por el peso de cada parámetro obteniendo un resultado que será a su vez multiplicado con el peso de los componentes en este caso exposición, fragilidad y resiliencia las cuales serán sumadas para determinar el valor del ámbito ambiental que es componente de la vulnerabilidad.

**Tabla 29**

*Determinación del ámbito ambiental*

Vulnerabilidad ambiental			Peso del parámetro (Pp)	Peso del descriptor (Pd)	Valor de parámetro (Pd*Pp)	Valor de los componentes (Ea+Fa+Ra) *Pc	Valor de la dimensión ambiental (Valor de los componentes) *DA
Peso dimensión ambiental	Componentes	Peso (Pc)					
<b>DIMENSIÓN AMBIENTAL (DA) 0,26</b>	<b>Exposición ambiental (Ea)</b>		<b>0,633</b>	<b>0,025</b>	0,015825	0,107869	0,01936454
			<b>0,261</b>	<b>0,15</b>	0,03915		
			<b>0,106</b>	<b>0,499</b>	0,052894		
	<b>Fragilidad ambiental (Fa)</b>		<b>0,25</b>	<b>0,15</b>	0,0375	0,41175	
			<b>0,75</b>	<b>0,499</b>	0,37425		
			<b>0,633</b>	<b>0,258</b>	0,163314		
<b>Resiliencia ambiental (Ra)</b>		<b>0,261</b>	<b>0,258</b>	0,027348	0,320901		
		<b>0,106</b>	<b>0,499</b>	0,130239			

Fuente: Elaboración propia

Los valores obtenidos para la Exposición fue 0,06903616, para la fragilidad 0,41175 y para la resiliencia fue de 0,08343426, donde sumadas dan un total de 0,19364542 valor del ámbito social, el que posteriormente será multiplicado por su peso respectivo como componente de la vulnerabilidad dando como resultado.

$$\text{Vulnerabilidad ambiental} = 0,19364542 \times 0,1 = 0,019364542$$

Una vez obtenidos los resultados para cada dimensión se procede a multiplicar su valor por su peso ponderado para la identificación de la vulnerabilidad siendo:

$$VV = (DS \times 0,64) + (DE \times 0,26) + (DA \times 0,1)$$

Donde:

VV: Valor de la vulnerabilidad

DS: Dimensión social

DE: Dimensión económica

DA: Dimensión ambiental

Reemplazando

$$VV = (0,2096 \times 0,64) + (0,3138 \times 0,26) + (0,1936 \times 0,10)$$

$$VV = 0,2351$$

**Tabla 30**

*Rangos de nivel de vulnerabilidad*

Niveles de Vulnerabilidad	Rango	Valor obtenido
<b>Vulnerabilidad muy alto</b>	$0,260 \leq R < 0,503$	<b>0,2351</b>
<b>Vulnerabilidad alto</b>	$0,134 \leq R < 0,260$	
<b>Vulnerabilidad medio</b>	$0,068 \leq R < 0,134$	
<b>Vulnerabilidad bajo</b>	$0,035 \leq R < 0,068$	

Fuente: CENEPRED 2021

Según la tabla de clasificación que utiliza el CENEPRED la vulnerabilidad obtenida en esta investigación, con un valor de 0,2351 corresponde a “Vulnerabilidad Alta”.

El resultado de Vulnerabilidad estuvo dado principalmente por las condiciones presentadas anteriormente en los descriptores, los cuales principalmente fueron, el desconocimiento de la gente en temas de riesgos de desastres, la poca concientización y actuar de sus autoridades, el material de vivienda, su antigüedad, conservación; la cercanía de las viviendas a la quebrada, institución educativa, algunos de sus servicios y sus áreas agrícolas; la baja capacidad adquisitiva, la edad de la población (principalmente mayor a los 60 años) y su actitud frente a un potencial evento de desastre.

En este sentido, se han desarrollado otras investigaciones empleando en general las mismas variables, así como, la investigación de Criado et al., 2019, se evaluó la peligrosidad, exposición y vulnerabilidad de la población respecto a la inundación del río Tormes en Salamanca, haciendo uso del software ArcGIS; evaluando también las características de los edificios e infraestructuras en función a la vulnerabilidad principalmente de las viviendas cercanas al cauce de la quebrada, donde analizaron las características de construcción, antigüedad, y su estado de conservaciones.

Del mismo modo, en la investigación de Herrera (2023) considero, aspectos parecidos evaluando el nivel de riesgo por inundación de las viviendas instaladas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho – Cajamarca, mediante una apreciación general del área y específica de las viviendas identificadas para el estudio logró determinar que la composición de la vulnerabilidad muy alta se dio en 11 viviendas y alta en 19 viviendas de un total de 30, generaliza que la zona de estudio corresponde a una vulnerabilidad alta a muy alta.

Asimismo, Gonzales (2022) en su investigación busco determinar el nivel de vulnerabilidad de la población aledaña al cauce de la quebrada San Idelfonso, en base al manual del CENEPRED, obteniendo un valor de 0.222, encontrándose en el intervalo de la matriz de vulnerabilidad Alto.

Estos estudios presentan una metodología bastante similar a la considerada para la presente investigación, lo cual refuerza la validez de la misma y se observa también similitudes en sus resultados, pues el nivel de vulnerabilidad encontrado fue de alto a muy alto teniendo en consideración principal la población, las características del área de estudio y las viviendas.

#### **4.3. Determinación del nivel de riesgo ante inundación de la quebrada José Gálvez**

La determinación del riesgo se da por la combinación de los factores peligro y vulnerabilidad, que representan el 50% de éste y le dan un valor numérico medible a través de la tabla establecida por el CENEPRED, con la que se hará la comparación para determinar el riesgo existente para el área de estudio.

Al respecto, la investigación de Gonzales (2022), manifestó una metodología basada en el manual de riesgos del CENEPRED el mismo que considera el riesgo como, peligro más vulnerabilidad.

Del mismo modo, Peck et al. (2007) analizó el riesgo de inundación considerando tres elementos: amenaza, exposición y vulnerabilidad. Con el fin de crear conocimiento sobre el riesgo de inundación en localidades específicas.

Como factores involucrados para la determinación del riesgo en general ante un peligro de desastre como la inundación, es necesario la evaluación del peligro y la vulnerabilidad ya que son conceptos que al combinarse definen el riesgo de un área o componente social,

por lo que, para el cumplimiento del siguiente objetivo de este estudio, es necesario evaluar ambos y determinarlos cuantitativamente para ser comparados en una escala establecida por especialistas y definir el riesgo.

Para la determinación de estos factores involucrados, se aplicó el método del análisis multicriterio o ponderación de Saaty para poder asignar pesos ponderados a los criterios que fueron encontrados, previa evaluación del área y realidad social en la misma. Combinándolos es posible obtener un valor numérico para cada factor involucrado.

**Tabla 31**

*Determinación del riesgo*

<b>PELIGRO</b>		<b>VULNERABILIDAD</b>		
<b>Condicionantes</b>	<b>Desencadenantes</b>	<b>Social</b>	<b>Económico</b>	<b>Ambiental</b>
0,1849862	0,0774	0,13416279	0,08159406	0,01936454
	0,2623862		0,23512139	
	50%		50%	
	0,1311931		0,117560695	
		0,248753795		
		<b>RIESGO</b>		

Fuente: Elaboración propia

El nivel de riesgo esta dado por los dos componentes peligro y vulnerabilidad, una vez calculados ambos se consideran un 50% para cada uno, como se puede apreciar en la tabla 27, el valor final del riesgo por inundación en la quebrada José Gálvez fue de 0,248753795 que fue resultado de:

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} (0,1311931) + \text{Vulnerabilidad} (0,117560695) = 0,248753795$$

Este valor se compara con la correspondiente tabla del CENEPRED, con la finalidad de determinar el riesgo.

**Tabla 32***Rangos del nivel de riesgo*

<b>Niveles de riesgo</b>	<b>Rango</b>	<b>Valor obtenido</b>
<b>Riesgo muy alto</b>	<b><math>0,68 \leq R &lt; 0,253</math></b>	<b>0,248753795</b>
<b>Riesgo alto</b>	<b><math>0,018 \leq R &lt; 0,068</math></b>	
<b>Riesgo medio</b>	<b><math>0,005 \leq R &lt; 0,018</math></b>	
<b>Riesgo bajo</b>	<b><math>0,001 \leq R &lt; 0,005</math></b>	

Fuente: CENEPRED 2021

Según la tabla de riesgo podemos determinar que el nivel de riesgo para inundación de la quebrada José Gálvez corresponde a “Riesgo Muy Alto”.

González (2007) analiza este aspecto y menciona que el cambio climático y el incremento en los fenómenos hidrometeorológicos golpean con severidad a los países en desarrollo, pero sobre todo a las comunidades asentadas en zonas de riesgo. Frente al cambio climático que se ha ido presentando con anomalías a la tendencia de precipitación que tiene la zona sierra del Perú, se valora lo dicho por el autor, de que los efectos del cambio climático pueden desencadenar escenarios potencialmente perjudiciales para las poblaciones asentadas en las cercanías a las quebradas.

En el mismo sentido, las investigaciones de Gonzales (2022) y Herrera (2023), manifestaron valores de peligro y vulnerabilidad altas, valores que se reflejan en sus resultados para el riesgo ante inundaciones, dando un valor del riesgo alto en general para sus áreas de estudio conformadas principalmente por el valor que se le da a cada descriptor, aspecto y característica evaluada.

#### **4.4. Medidas de control ante el riesgo de inundación**

Las medidas de control ante el riesgo de inundación, considerando el resultado obtenido para el riesgo de inundación, “Muy Alto” se propondrán medidas no estructurales y estructurales, siendo esta última donde se requiere mayor trabajo dadas las condiciones evaluadas donde se evidencia la poca o nula actuación de las autoridades frente a este riesgo potencial y el trabajo que deberían realizar con la población para que ésta esté preparada ante cualquier circunstancia adversa que se le presente a futuro en temas de riesgo de desastres.

##### **4.4.1. Medidas no estructurales**

Como medidas no estructurales se consideraron principalmente la capacitación y concientización en temas de riesgos de desastres específicamente inundaciones para que la población esté preparada ante eventos perjudiciales, además de mantener políticas que contribuyan a evitar incrementar la exposición y reducir la resiliencia de la comunidad.

Asimismo, se pueden organizar talleres y sesiones de capacitación para informar a la población sobre los riesgos de inundaciones, cómo reconocer las señales de advertencia y cómo responder adecuadamente en caso de una inundación. La distribución de folletos informativos, pancartas y letreros en áreas propensas a inundaciones puede ayudar a difundir consejos de seguridad, como rutas de evacuación y medidas de precaución. Ejemplos de material informativo incluyen pancartas que indiquen los pasos a seguir durante una inundación, folletos con información sobre cómo preparar un kit de emergencia y letreros que marquen las zonas seguras de evacuación. Además, la promoción de la educación sobre inundaciones en las escuelas locales es fundamental, ya que los niños pueden llevar ese conocimiento a sus hogares y comunidades, fomentando una cultura de

prevención y preparación ante desastres, esto puede ser evaluable mediante la asistencia de la población a los talleres, la receptividad con el material informativo.

Alcántara et al. (2019), menciona que la educación y la concientización sobre los riesgos de inundaciones es fundamental para la prevención. Las personas que están informadas sobre los riesgos de inundaciones son más propensas a tomar medidas para protegerse, como tener un kit de emergencia y un plan de evacuación.

Para mantener a la comunidad informada y segura, la municipalidad del distrito puede implementar un sistema de alerta temprana que incluya alarmas, mensajes de texto y aplicaciones móviles para notificar a los residentes sobre inundaciones inminentes. Según Wisner et al. (2004), estos sistemas de alerta temprana son fundamentales para ayudar a las personas a evacuar de manera segura antes de que se produzca una inundación. Además, es esencial realizar simulacros regulares de evacuación para que la comunidad practique cómo responder a las alertas y conozca las rutas de escape seguras.

La creación de planes de evacuación detallados es crucial para la seguridad de la comunidad. Propongo desarrollar estos planes de manera colaborativa con la participación de líderes comunitarios y expertos en gestión de emergencias. Estos planes deben estar disponibles en formatos accesibles, tanto impresos como en línea, y diseñados para ser comprensibles por todos los miembros de la comunidad, incluyendo versiones en lenguajes sencillos y traducciones para hablantes no nativos.

Para garantizar su efectividad, se pueden distribuir folletos en centros comunitarios, escuelas y edificios públicos, además de publicar los planes en el sitio web de la municipalidad y en redes sociales. También se pueden organizar talleres educativos y sesiones informativas para explicar los procedimientos de evacuación y responder a las

preguntas de los residentes. Esta estrategia garantizará que todos puedan entender y seguir los procedimientos adecuados en caso de una evacuación, aumentando así la seguridad y la resiliencia de la comunidad.

La reforestación y la conservación de cuencas pueden ayudar a prevenir inundaciones. Los árboles ayudan a estabilizar el suelo y reducir la erosión, lo que puede ayudar a reducir la cantidad de agua que entra en los ríos y arroyos (WWF, 2022). Por lo que se propone actividades de reforestación en áreas cercanas a ríos y arroyos puede ayudar a estabilizar el suelo y reducir la erosión, contribuyendo a la prevención de inundaciones. Además, promover prácticas de conservación de cuencas, como evitar la deforestación y la construcción en áreas cercanas a cuerpos de agua, puede ayudar a proteger la comunidad.

La participación comunitaria es importante para la prevención de inundaciones. Los comités de gestión de desastres locales pueden ayudar a identificar riesgos, desarrollar planes de respuesta y tomar decisiones informadas (UNISDR, 2022). Fomentar la creación de comités de gestión de desastres locales para permitir a los pobladores colaborar con las autoridades para identificar riesgos, desarrollar planes de respuesta y tomar decisiones informadas. La realización de ejercicios de simulacro de inundación en la comunidad ayuda a practicar la coordinación y la respuesta de emergencia, preparando a todos para situaciones de inundación.

#### **4.4.2. Medidas estructurales**

Para las medidas estructurales se consideran las más convencionales y funcionales las mismas que cumplen con su función y mantienen en cierta medida la seguridad ante la elevada exposición y resiliencia del área de estudio.

La construcción de diques y muros de contención a lo largo de las orillas de ríos o arroyos pueden ayudar a desviar el agua de ríos y arroyos y evitar que inunde áreas pobladas. Sin embargo, estas estructuras deben ser diseñadas y mantenidas adecuadamente para ser efectivas (ESCAP, 2022).

Mejorar los sistemas de drenaje existentes, como zanjas, canales y tuberías de alcantarillado, es esencial para redirigir el agua de lluvia lejos de las áreas pobladas. Estos sistemas deben ser limpiados y mantenidos regularmente para asegurar su capacidad de manejar precipitaciones extremas. Además, es importante realizar inspecciones periódicas para garantizar que no estén obstruidos y que funcionen de manera óptima durante eventos climáticos severos.

Asegurarse de que los puentes y pasarelas en el pueblo sean resistentes y dimensionados para soportar caudales y presiones de agua considerables durante inundaciones.

Promover la conservación de las riberas de ríos y arroyos, incluyendo la reforestación, puede reducir la erosión y aumentar la capacidad de absorción del agua.

Las medidas no estructurales y estructurales son complementarias y pueden ser utilizadas en conjunto para una mayor eficacia en la prevención de inundaciones. Las medidas no estructurales son importantes para educar a la población y prepararla para una inundación. Las medidas estructurales pueden ayudar a proteger a las personas y las propiedades de los daños causados por las inundaciones.

La investigación de la Organización Meteorológica Mundial - OMM, (2022) ha demostrado que las medidas no estructurales y estructurales son efectivas en la prevención de inundaciones. Por ejemplo, encontró que las medidas no estructurales, como la

educación y la concientización, pueden reducir el número de muertes por inundaciones. Del mismo modo las medidas estructurales tradicionales son una buena opción para la prevención.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones:

La identificación de puntos críticos en la quebrada José Gálvez revela una convergencia de factores geomorfológicos, hidrológicos y de uso del suelo que generan condiciones propicias para inundaciones. Este análisis estratégico destaca la necesidad de intervenciones específicas en estas zonas vulnerables para mitigar el riesgo de desastres.

La evaluación detallada del peligro muestra un escenario de "Peligro Muy Alto", sustentado en variables clave como tipo de suelo, geología y condiciones climáticas. La integración de factores geográficos y meteorológicos proporciona un panorama completo del potencial riesgo hidro-geomorfológico en el área de estudio, subrayando la urgencia de tomar medidas preventivas.

La alta vulnerabilidad, cuantificada en 0.2351, no es simplemente una amalgama de condiciones físicas, sino el resultado de complejas interacciones socioeconómicas y demográficas. Factores como la falta de conciencia, la baja capacidad adquisitiva y la edad avanzada de la población emergen como determinantes críticos. Esto revela la necesidad de intervenciones integrales que aborden tanto los aspectos físicos como socioeconómicos de la vulnerabilidad.

La determinación del riesgo, amalgamando peligro y vulnerabilidad en un modelo integrado, revela un riesgo ponderado de 0.248753795. Esta cifra, corroborada por la tabla de riesgos del CENEPRED, posiciona a la quebrada José Gálvez en la categoría de "Riesgo Muy Alto" frente a inundaciones.

La mención del cambio climático enfatiza la necesidad de anticipar escenarios potencialmente adversos. La variabilidad climática, evidenciada por anomalías en la tendencia de precipitación en la región, subraya la importancia de desarrollar e implementar estrategias de adaptación a largo plazo. Estas estrategias deben incluir tanto medidas estructurales como no estructurales para controlar el riesgo existente. Estas estrategias son esenciales para enfrentar los desafíos que el cambio climático impone a la gestión de riesgos de inundaciones en la quebrada José Gálvez. a mejorar la resiliencia de la comunidad y reducir la vulnerabilidad frente a futuros eventos extremos.

## **5.2. Recomendaciones:**

Es crucial replicar investigaciones de este tipo utilizando metodologías fáciles de aplicar que permitan un diagnóstico rápido y preciso. Este enfoque ayuda a identificar de manera más específica y detallada el riesgo existente, facilitando la implementación de medidas preventivas y de control en otras comunidades con riesgos similares. La adopción de estas metodologías estandarizadas no solo fortalecerá la capacidad de respuesta y resiliencia a nivel regional y nacional, sino que también permitirá definir acciones concretas y efectivas para la gestión del riesgo de inundaciones en un contexto micro.

Se sugiere la implementación de infraestructuras diseñadas para resistir y mitigar el impacto de inundaciones. Esto incluye estructuras de contención y reforestación estratégica.

Se recomienda programas de sensibilización para mejorar la resiliencia comunitaria, abordando la falta de conciencia y la respuesta coordinada ante eventos extremos.

Considerando la influencia significativa de la antigüedad, conservación y ubicación de las viviendas en la vulnerabilidad, se propone programas de mejora habitacional. Estos

podrían incluir subsidios para la renovación de viviendas y medidas de reubicación estratégica.

Establecer un sistema de monitoreo continuo que integre datos meteorológicos e hidrológicos de la quebrada, esto permitirá una respuesta ágil ante cambios en las condiciones climáticas y el nivel de riesgo.

La gestión del riesgo debe ser un esfuerzo colaborativo. Se recomienda la formación de un comité multidisciplinario que involucre a organismos gubernamentales, ONG y la comunidad local para una implementación efectiva de medidas preventivas.

## CAPÍTULO VI

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abancay, M. P. (2016). “cálculo del nivel de riesgo ante inundaciones en la quebrada de ullpuhuaycco; urbanizaciones pueblo joven centenario, san José etapa i y ii, villa Ampay, la granja - Américas, magisterial, Micaela Bastidas II etapa, villa Concepción. Abancay.
- Alcántara Ayala, I., & García Sánchez, R. (2019). Educación y concientización sobre los riesgos de inundaciones: una revisión de la literatura. *Revista Internacional de Métodos Numéricos para la Ingeniería*, 45(1), 1-20.
- Alcántara, G. (2011). Fisiografía del Departamento De Cajamarca. Gobierno Regional de Cajamarca, 1-28. Obtenido de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/fisiografia.pdf>
- Alva Huayaney, M. E. (2020). Peligros de origen natural y los elementos esenciales en la ciudad de Huaraz y áreas en expansión en siete distritos aledaños al río Santa, provincias Carhuaz y Huaraz, departamento Áncash – aplicación de la geomática. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Dirección General de Estudios de Posgrado, Lima. Recuperado el 25 de 10 de 2022
- Arenas, J. (2019). Plan de gestión para mitigación de riesgo por inundación en el sector torrentera de Chullo (urb. mirasol de Cayma - puente concordia) distrito de Cayma 2006-2017. Arequipa: universidad nacional de san Agustín de Arequipa.
- Autoridad Nacional del Agua (ANA). (2022). Identificación de puntos críticos de peligros ante inundación, flujo de detritos o huaico y erosión. *Boletín de Investigación*, 1(1), 1-20.

- Baas, S; Ramasamy, S; Dey De Pryck, J; Battista, F (2009) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación División de Medio Ambiente, Cambio climático y Bioenergía: Análisis de Sistemas de Gestión del Riesgo de Desastres, una Guía. Roma: ONU.
- Bedoya, M. (2014). Evaluación de las Condiciones de Vulnerabilidad de la población del barrio El Progreso en situación del post desastre, desde la perspectiva de la Gestión del Riesgo. Universidad de Pereira, Pereira, Colombia.
- Berkes, F. (2007). Community-based conservation in a globalized world. Proceedings of the National Academy of Sciences, 104(39), 15188-15193.
- Calderon Mendoza, J. (2017). Modelamiento geoespacial para la identificación de zonas críticas vulnerables a peligros múltiples, cuenca hidrográfica Camana-Majes-Colca, Arequipa. Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de ingeniería Agrícola, Lima. Recuperado el 25 de 10 de 2020
- Cardoso, María Mercedes (2017). Estudio de la vulnerabilidad socio-ambiental a través de un índice sintético. Caso de distritos bajo riesgo de inundación: Santa Fe, Recreo y Monte Vera, Provincia de Santa Fe, Argentina. Caderno de Geografia, vol. 27, núm. 48, enero-marzo, 2017, pp. 156-183 Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais Belo Horizonte, Brasil
- Carpio Rottiers, G. G. (2020). Analizar la estabilidad de laderas de los deslizamientos en suelos arcillosos” caso de los poblados de Lutto, Kututo y Llusco, región Cusco. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y

- Geográfica - Escuela Profesional de Ingeniería Geológica, Lima. Recuperado el 25 de 10 de 2020
- CENEPRED. (2021). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Versión 02. Lima.
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). (2019). Manual para la identificación de zonas inundables. México: CENAPRED.
- Chávez Asencio, R. M. (2020). Evaluación de riesgos en la zona urbana de Tingo María. Universidad Nacional Agraria de la Selva, Facultad de recursos naturales renovables, Tingo María. Recuperado el 25 de 10 de 2022
- Criado, M. & Martínez Graña, A. & Santos Francés, F. (2019). Determinación del riesgo de inundación en la ciudad de Salamanca (España) mediante análisis de peligrosidad, exposición y vulnerabilidad. En revista de la Sociedad Española de Geomorfología (SEG) y Asociación Española para el Estudio del Cuaternario (AEQUA) 33(1-2).
- Cruz Reyes, F. M. (2020). Los peligros naturales y la gestión del riesgo de desastres en el distrito de olleros, Huaraz – Ancash. Universidad Nacional Federico Villareal. Lima - Perú: Escuela Universitaria de Posgrado. Recuperado el 25 de 10 de 2020
- Cruzado, G., y Crisólogo, M. (2009). Estudio Geológico. Gobierno Regional de Cajamarca. Gerencia Regional de Planeamiento, Presupuesto y Acondicionamiento Territorial, 1-90. Obtenido de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/geologia.pdf>
- Cusco, M. P. (2021). Mejoramiento y recuperación de las condiciones de habitabilidad urbana en 41 zonas de reglamentación especial de la provincia del Cusco. Cusco. Recuperado el 10

de octubre de 2023, de

[https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//11950\\_informe-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastres-por-inundacion-en-la-zona-de-reglamentacion-especial-zress12-sector-denominado-quispiguilla-apv-tipo-hue.pdf](https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//11950_informe-de-evaluacion-del-riesgo-de-desastres-por-inundacion-en-la-zona-de-reglamentacion-especial-zress12-sector-denominado-quispiguilla-apv-tipo-hue.pdf)

Cutter, S. L., Burton, C. G., & Emrich, C. T. (2010). Disaster resilience indicators for benchmarking baseline conditions. *Journal of Homeland Security and Emergency Management*, 7(1).

Díaz, L. & Rodríguez, A. (2016). Evaluación del riesgo por inundación en la comunidad Pradera Alta, municipio Maracaibo, Venezuela. En red de revistas científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal 32 (3) pp. 1-15.

Feito, L. (2007). Vulnerabilidad. Universidad Rey Juan Carlos Madrid, Madrid. Obtenido de [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272007000600002](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272007000600002)

Gleick, P. H. (2000). *The World's Water 2000-2001: The Biennial Report on Freshwater Resources*. Island Press.

Gonzales Alfaro, J. E. (2022). Evaluación de riesgo por inundación de la quebrada San Idelfonso, en el Distrito de El Porvenir. Trujillo.

González-Gaudiano, Edgar (2007), “Educación y cambio climático: un desafío inexorable”, *Trayectorias*, 9 (25), Nuevo León, Universidad Autónoma de Nuevo León, pp. 33-44.

Hernández Uribe, R. E., Barrios Piña, H., & Ramírez, A. I. (2017). Análisis de riesgo por inundación: metodología y aplicación a la cuenca Atemajac. Instituto Tecnológico y de

Estudios Superiores de Monterrey, México. Monterrey - México: Creative Commons.  
Obtenido de [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-24222017000300005](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222017000300005)

Herrera Vásquez, Y. (2023) Evaluación de riesgos por inundación de viviendas en el cauce del río San Lucas, sector Lucmacucho – Cajamarca en el año 2019. Cajamarca

Iliquín Trigoso, D. (2019). Estimación de niveles de riesgo por remoción en masa utilizando herramientas de SIG y teledetección en el tramo vial Pedro Ruiz - Cocahuayco, Amazonas. Chachapoyas. Recuperado el 25 de 10 de 2022

Indeci, I. N. (2006). Programa de prevención y medidas de mitigación ante desastres de la ciudad de Cajamarca. Cajamarca.

INEI. (2017). Censos Nacionales 2017: XII de Población y VII de Vivienda. Perú: Crecimiento y distribución de la población, 2017 Lima, junio 2018 Primeros Resultados. Lima.

INEI. (2018). Perfil Sociodemográfico. Informe Nacional. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas. Lima.

Klinenberg, E. (2015). Calor mortal: La ciudad y el riesgo de desastre en Estados Unidos. Debate.

Liu, J., Ouyang, Z., Tan, Y., Yang, J., & Zhang, H. (2016). Changes in China's nature reserves: evaluation of management effectiveness and implications for conservation. *Ecosphere*, 7(6), e01343.

Lopez Ordinola, L. C. (2021). Evaluación del Riesgo por Inundaciones en las Viviendas del Asentamiento Humano Sagrado Corazón de Jesús, Distrito de Castilla - Piura. Universidad Cesar Vallejo, Facultad de ingeniería y arquitectura, Piura - Perú. Obtenido de

[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87190/Lopez\\_OLC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87190/Lopez_OLC-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Loyola Morales, J. F. (2019). Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada del cauce del Río Grande, tramo desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus de la ciudad de Huamachuco, Provincia de Sánchez Carrión – La Libertad. Universidad Cesar Vallejo, Escuela de posgrado UCV, Trujillo - Perú. Obtenido de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31347/loyola\\_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/31347/loyola_mj.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lozano Cortijo, O. (2008). Metodología para el análisis de vulnerabilidad y riesgo ante inundaciones y sismos, de las edificaciones en centros urbanos. Lima: PREDES Centro de estudios y prevención de desastres. Recuperado el 11 de octubre de 2023, de <https://www.eird.org/plataforma-tematica-riesgo-urbano/recopilacion-de-articulos/olga-lozano.pdf>

Maldonado Mendivil, A. (2021). Identificación de zonas de riesgo por deslizamientos de laderas debido a la saturación de suelos en la microcuenca Mariño, Abancay. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de posgrado, Lima. Recuperado el 25 de 10 de 2022

Mallqui, J. (2021). Nivel de riesgo por inundación en la cuenca del río Huallaga sector San Rafael – Huanuco 2019.

Ministerio de Ambiente de Colombia (2018). Guía para la identificación de zonas inundables. Bogotá: Ministerio de Ambiente de Colombia.

Ministerio de economía y finanzas MEF. MEF: Daños ocasionados por ciclón yaku podría alcanzar los S/ 2,600 millones. 2023.

National Disaster Preparedness Training Center. (2022). Guía para la creación de planes de evacuación. Washington, DC, EE. UU.: NDPTC.

Naciones Unidas (2018), La Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe (LC/G.2681-P/Rev.3), Santiago.

Organización Meteorológica Mundial. (2022). Sistemas de alerta temprana para inundaciones: una guía para la planificación y el desarrollo. Ginebra, Suiza: OMM.

Paton, D., Johnston, D., & Mamula-Seadon, L. (2017). Community resilience to volcanic hazard consequences. *Natural Hazards*, 86(2), 563-586.

Peck, Angela; Karmakar, Subhankar y Simonovic, Slobodan (2007), Physical, economical, infrastructural and social flood risk - vulnerability analyses in GIS, Ontario, Canadá, The University of Western Ontario.

Peña Cabrera, S. S. (2018). Uso del SIGRID para la identificación de puntos críticos y su importancia en la prevención del riesgo por inundación en la provincia de Ica, 2018. Ica. Recuperado el 11 de octubre de 2023, de [https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/7810/Tesis\\_Uso\\_Sigrid\\_Identificacion\\_Puntos\\_Criticos\\_Importancia\\_Riesgo\\_Inundacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/7810/Tesis_Uso_Sigrid_Identificacion_Puntos_Criticos_Importancia_Riesgo_Inundacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Pimentel, D., Harvey, C., Resosudarmo, P., Sinclair, K., Kurz, D., McNair, M., ... & Blair, R. (1995). Environmental and economic costs of soil erosion and conservation benefits. *Science*, 267(5201), 1117-1123.

Portella Delgado, C. J., & Villafuerte Mayanga, C. E. (2020). Evaluación del riesgo de inundación del río Cascajal en el entorno del caserío de Sincape (distrito de Olmos) y análisis de alternativas de solución. Universidad Señor de Sipán, Facultad de ingeniería arquitectura y urbanismo, Pimentel - Perú. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6954/Portella%20Delgado%20Cristian%20%26%20Villafuerte%20Mayanga%20Crosby.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2021). Informe sobre el desarrollo humano 2021: Vivir bien dentro de los límites del planeta. Nueva York, Estados Unidos: PNUD.

Quinn, G., Degueldre, C., & Wilkinson, S. (2019). Social Media for Emergency Communication during Disaster Events: Practitioner and Citizen Perspectives. *International Journal of Information Management*, 49, 28-38.

Saaty, T. L. (1980). *The Analytic Hierarchy Process*. McGraw-Hill.

Sánchez, S. (2011). Zonas de vida de Cajamarca. Gobierno Regional de Cajamarca, 1-37. Obtenido de <https://zeeot.regioncajamarca.gob.pe/sites/default/files/ZonasVidasZEESEgunMapaNacional.pdf>

Smith, K., & Petley, D. N. (2009). *Environmental hazards: Assessing risk and reducing disaster* (5th ed.). Routledge.

- Taco Agramonte, M. F. (2021). Uso del sistema de información geográfica para la cuantificación de la erosión hídrica potencial en la cuenca Chamacha – Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Posgrado, Lima. Recuperado el 25 de 10 de 2022
- Turner, B. L., Lambin, E. F., & Reenberg, A. (2007). The emergence of land change science for global environmental change and sustainability. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(52), 20666-20671.
- UNDRR. (2019). Global assessment report on disaster risk reduction 2019. United Nations Office.
- UNISDR - La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (2009). Terminology on disaster risk reduction. Recuperado de <http://www.unisdr.org/eng/terminology/UNISDRterminology-2009-eng.pdf>
- UNISDR - La Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres (2009). Terminology on disaster risk reduction. Recuperado de <http://www.unisdr.org/eng/terminology/UNISDRterminology-2009-eng.pdf>
- United Nations Economic and Social Commission for Asia and the Pacific. (2022). Guidelines for the design and construction of embankments and levees. Bangkok, Tailandia: ESCAP.
- United Nations International Strategy for Disaster Reduction (UNISDR). (2009). Global assessment report on disaster risk reduction. United Nations.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction. (2022). Community-based disaster risk management: a guide for practitioners. Ginebra, Suiza: UNISDR.
- United States Army Corps of Engineers. (2022). Design and construction of levees. Washington, DC, EE. UU.: USACE.

Wisner, B., Blaikie, P., Cannon, T., & Davis, I. (2004). At risk: natural hazards, people's vulnerability and disasters. Londres, Reino Unido: Routledge.

World Wildlife Fund. (2022). Forests and floods: the role of forests in reducing flood risk. Gland, Suiza: WWF.

## CAPITULO VII

### APÉNDICE

#### APÉNDICE 1 *Panel fotográfico*

#### **Figura 14**

*Presencia de Centro educativo cercano al curso de la quebrada José Gálvez*



#### **Figura 15**

*Presencia de Jardín de niños adyacente al curso de la quebrada José Gálvez*



**Figura 16**

*Bloqueos hechizos del caudal de la quebrada José Gálvez*



**Figura 17**

*Presencia de viviendas cercanas al curso de la quebrada José Gálvez*



**Figura 18.**

*Viviendas cercanas al curso de la quebrada José Gálvez*



**Figura 19.**

*Presencia de aparente encausamiento en la quebrada José Gálvez*



**Figura 20**

*Viviendas muy cercanas al curso de la quebrada José Gálvez*



**Figura 21**

*Presencia de corrales o criaderos de animales cercanos al curso de la quebrada José Gálvez*



**Figura 22**

*Cercanía de viviendas al curso de la quebrada José Gálvez*



**Figura 23**

*Material de construcción de viviendas cercanas a la quebrada José Gálvez*



**Figura 24**

*Cultivos familiares cercanos a la quebrada José Gálvez*



**Figura 25**

*Estado de conservación de algunas viviendas en el distrito de José Gálvez*



**Figura 26**

*Cultivos adyacentes al curso de la quebrada José Gálvez*



**Figura 27**

*Estado de un tramo de la quebrada José Gálvez*



## Apéndice 2 Matriz de recolección de datos

Dimensión		Parámetro	Población/vivienda evaluada																													
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Dimensión social	Exposición social	Grupo etario	Mayor a 1 y menor igual a 5 años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	1	1	0
		Mayor a 5 y menor igual a 18 años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
		Mayor a 18 y menor igual a 50 años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	
		Mayor a 50 y menor igual a 60 años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0
		Mayor a 60 años	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	1
	Servicios educativos expuestos	> 75% del servicio educativo expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		≤ 75% y > 50% del servicio educativo expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		≤ 50% y > 25% del servicio educativo expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		≤ 25% y > 10% del servicio educativo expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		≤ 10% y > 0% del servicio educativo expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Servicios de salud terciarios	> 75% del servicio de salud expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			≤ 75% y > 50% del servicio de salud expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			≤ 50% y > 25% del servicio de salud expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			≤ 25% y > 10% del servicio de salud expuesto	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
≤ 10% y > 0% del servicio de salud expuesto	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Fragilidad	Material de construcción de las edificaciones	Estera / cartón	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Madera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Quincha	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

	Adobe o tapial	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	
	Ladrillo o bloque de cemento	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
<b>Estado de conservación de las edificaciones</b>	Muy malo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Malo	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Regular	0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1
	Bueno	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0
	Muy bueno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		De 40 a más	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1
<b>Antigüedad de la construcción de las edificaciones</b>	De 30 a 40 años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	De 20 a 30 años	0	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	De 10 a 20 años	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	
	De 5 a 10 años	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	
<b>Configuración de elevación de las edificaciones</b>	5 pisos a más	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	4 pisos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	3 pisos	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	2 pisos	0	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	1 piso	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
<b>Resiliencia social</b>	No cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa de capacitación en tema concernientes a gestión de riesgo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
	Está escasamente capacitada en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura escasa	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Se capacita con regular frecuencia en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura mayoritaria.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Se capacita constantemente en temas concernientes a Gestión de Riesgos, siendo su difusión y cobertura total.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0



El soporte legal del territorio que ayuda a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple ocasionalmente. Existe un interés tenue en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra el área en estudio. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo, pero nunca se implementarán.

0 0

El soporte legal del territorio que ayude a la reducción del riesgo del territorio (local, regional o nacional) en el que se encuentra el área en estudio se cumple regularmente. Existe un interés en el desarrollo planificado del territorio. El desorden en la configuración territorial del área en estudio se presenta en una importante parte de todo el territorio donde se encuentra puntualmente. Algunas acciones de prevención y/o mitigación de desastres han sido o están considerados dentro de los planes estratégicos de desarrollo, pero nunca se implementarán.

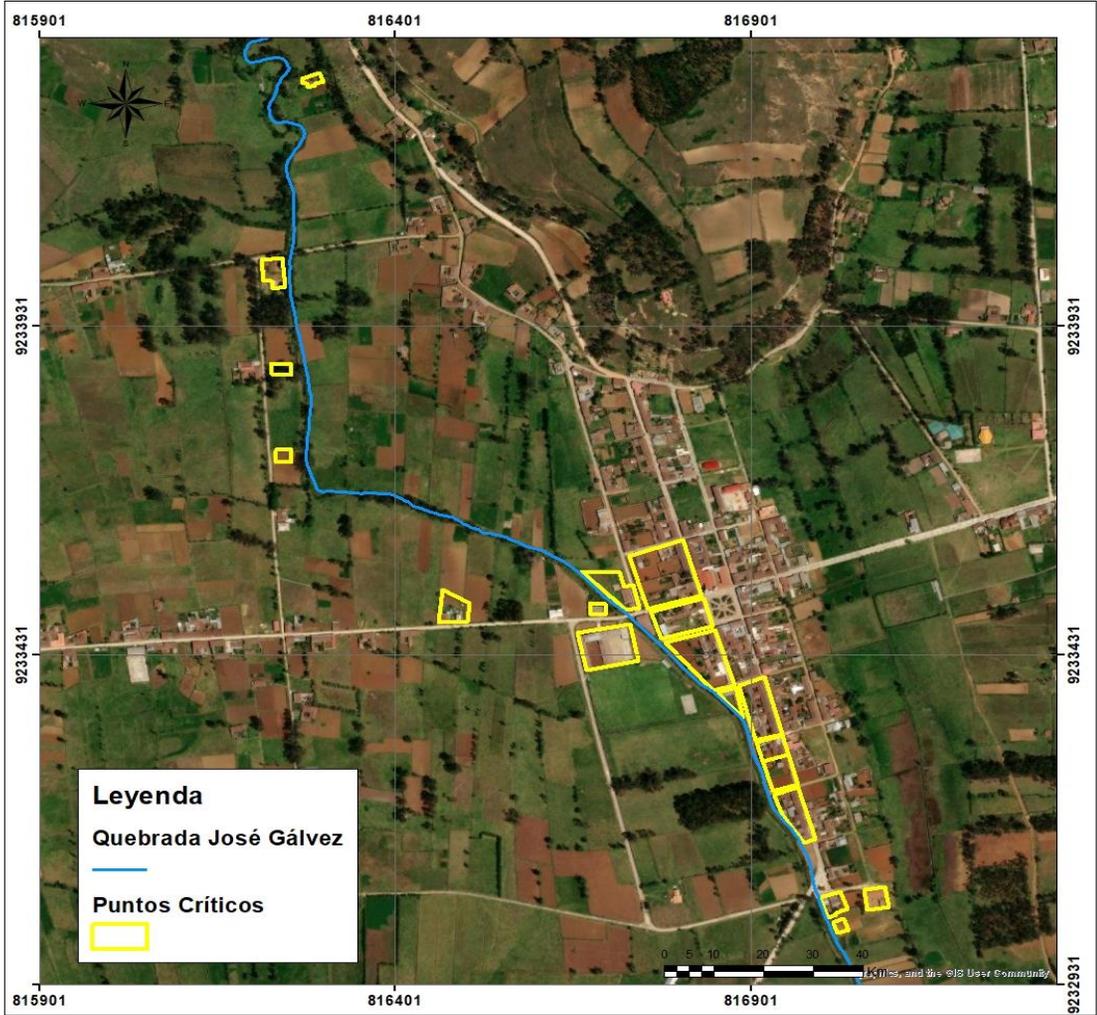
0 0

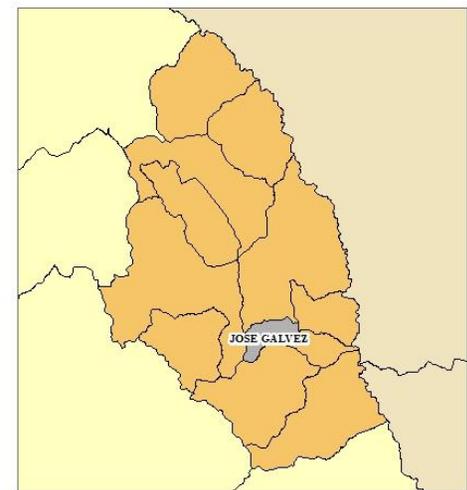
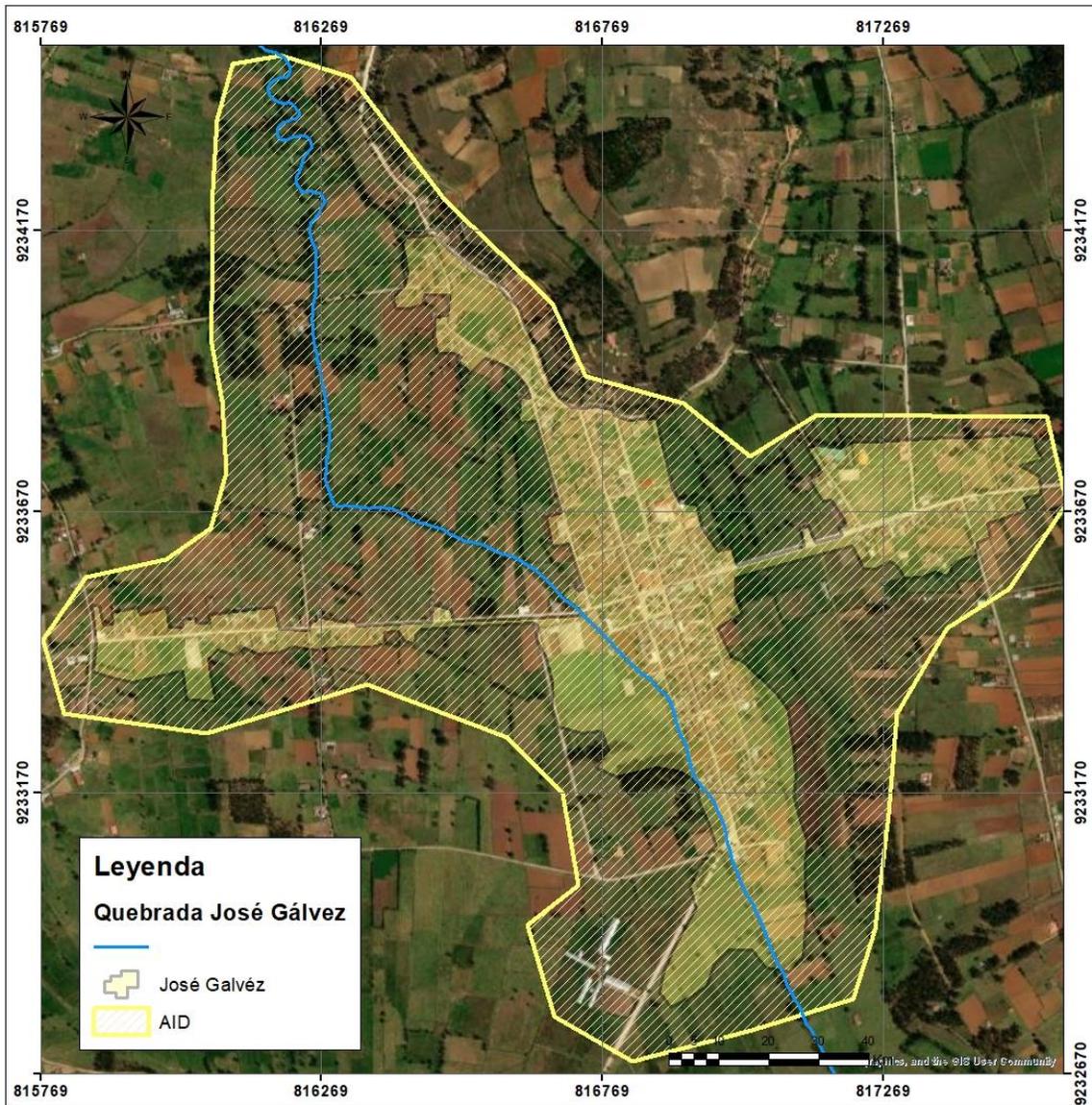
---

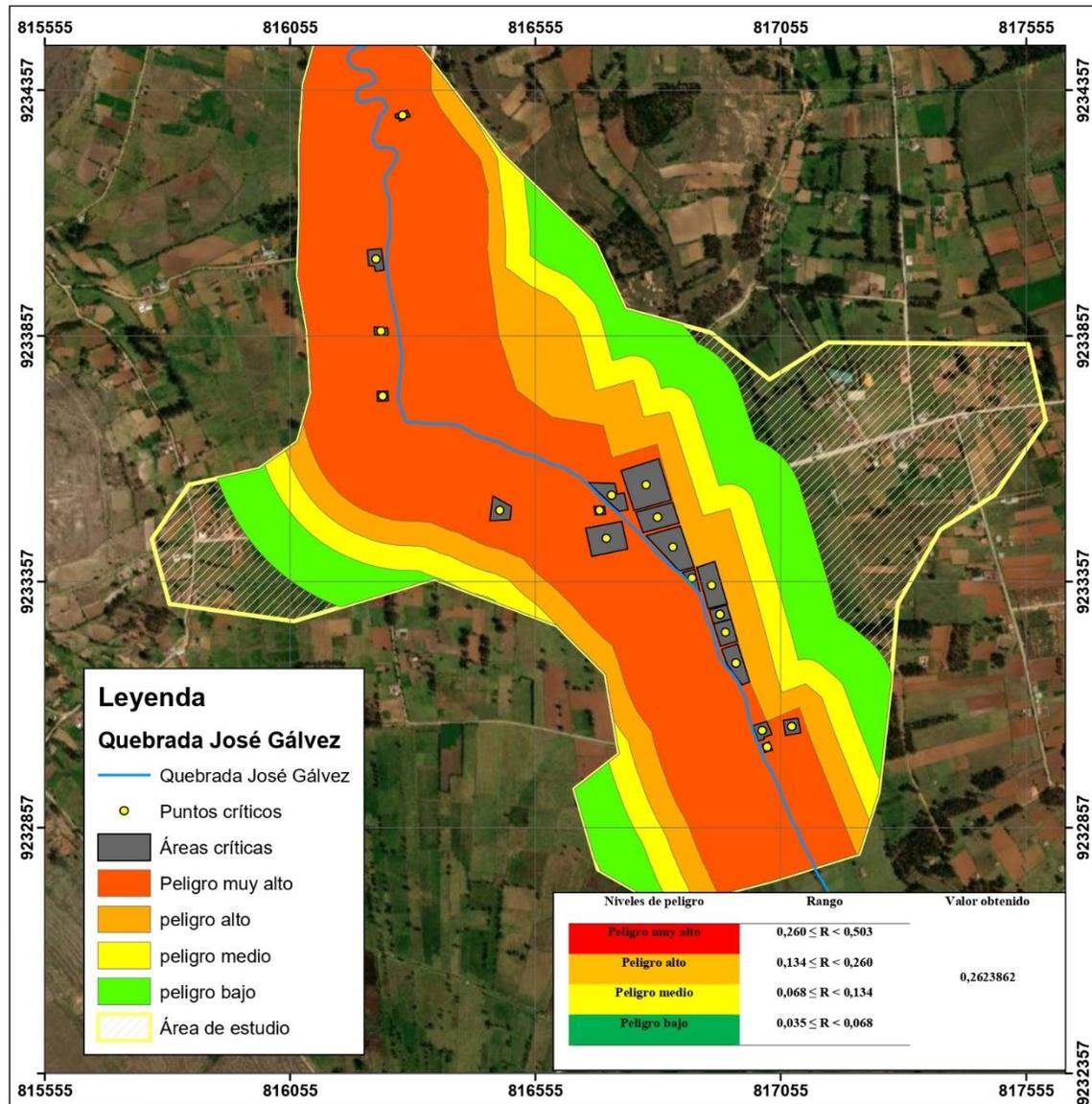




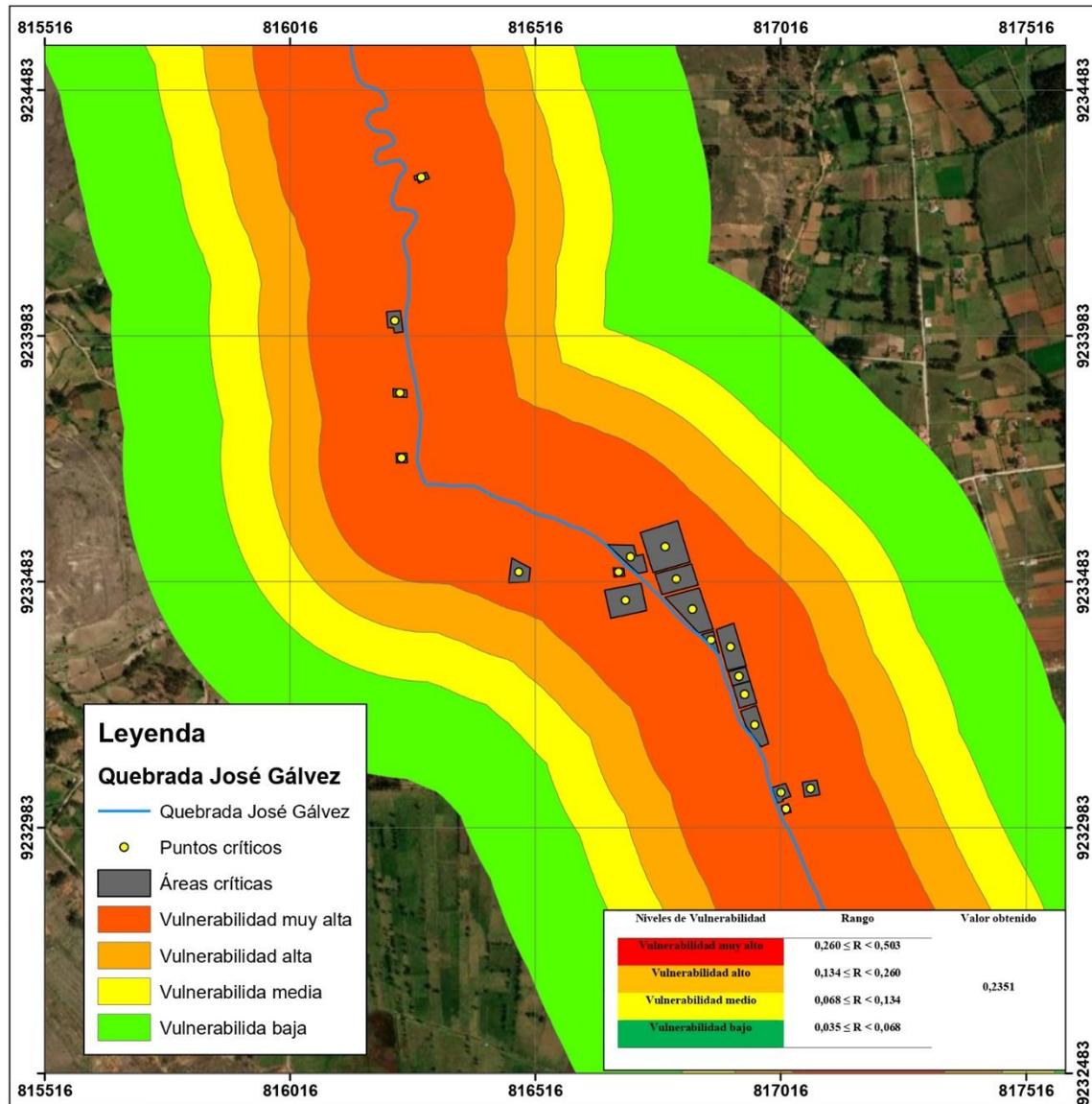
APENDICE 3 Mapas elaborados







	ESCUELA DE POSGRADO Maestría con mención en: Gestión Ambiental		
	PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA QUEBRADA JOSÉ GÁLVEZ EN EL DISTRITO DE JOSÉ GÁLVEZ, CELENDÍN, CAJAMARCA 2023"		
MAPA DE PELIGRO			LAMINA: <b>4</b>
TIPO DE ESTUDIO: TESIS	DATUM: UTM WGS 84	ESCALA: INDICADA	TENISTA: JOSÉ ADRIANO CALLA NAVARRO
	ZONA: 17S		DIBUJANTE: JOSÉ ADRIANO CALLA NAVARRO
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: CELENDÍN	DISTRITO: JOSÉ GÁLVEZ	



	ESCUELA DE POSGRADO Maestría con mención en: Gestión Ambiental		
	PROYECTO: "EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN EN LA QUEBRADA JOSÉ GÁLVEZ EN EL DISTRITO DE JOSÉ GÁLVEZ, CELENDÍN, CAJAMARCA 2023"		
MAPA DE VULNERABILIDAD			LAMINA: <b>5</b>
TIPO DE ESTUDIO: TESIS	DATUM: UTM WGS 84	ESCALA: INDICADA	TENISTA: JOSÉ ADRIANO CALLA NAVARRO
	ZONA: 17S		DIBUJANTE: JOSÉ ADRIANO CALLA NAVARRO
DEPARTAMENTO: CAJAMARCA	PROVINCIA: CELENDÍN	DISTRITO: JOSÉ GÁLVEZ	

#### **APENDICE 4** Correspondencia y Cumplimiento con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

La gestión de riesgos por inundación de una quebrada está alineada y contribuye al cumplimiento de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas. Algunos de los ODS más relevantes (ONU, 2018):

**ODS 1: Fin de la Pobreza:** Reducción de la exposición y vulnerabilidad de las personas pobres y en situaciones vulnerables a fenómenos extremos relacionados con el clima y otros desastres económicos, sociales y ambientales.

**ODS 3: Salud y Bienestar:** Reducción del número de muertes y enfermedades causadas por productos químicos peligrosos, la contaminación del aire, agua y suelo.

**ODS 6: Agua Limpia y Saneamiento:** Protección y restauración de los ecosistemas relacionados con el agua, incluidos bosques, montañas, humedales, ríos, acuíferos y lagos.

**ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura:** Desarrollo de infraestructuras fiables, sostenibles, resilientes y de calidad.

**ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles:** Reducción del número de muertes y personas afectadas, y disminución sustancial de las pérdidas económicas directas relativas al producto interno bruto mundial causadas por desastres.

Aumentar el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para la inclusión, la eficiencia de los recursos, la mitigación y adaptación al cambio climático, la resiliencia a los desastres, y desarrollar y poner en marcha, de acuerdo con el Marco de Sendai, una gestión integral de riesgos de desastres.

**ODS 13: Acción por el Clima:** Fortalecer la resiliencia y la capacidad de adaptación a los riesgos relacionados con el clima y los desastres naturales en todos los países.

Integrar medidas relativas al cambio climático en las políticas, estrategias y planes nacionales.

**Contribuciones Específicas:**

Mitigación de riesgos: Al implementar medidas de gestión de riesgos por inundación, se reducen las pérdidas humanas y materiales, lo que contribuye a erradicar la pobreza y mejorar la salud y el bienestar.

Protección de ecosistemas: Las acciones que protegen y restauran los ecosistemas acuáticos contribuyen al acceso a agua limpia y saneamiento.

Infraestructura resiliente: La construcción y mejora de infraestructuras resilientes apoyan el desarrollo industrial sostenible.

Resiliencia urbana: Las estrategias para hacer frente a las inundaciones mejoran la resiliencia de las ciudades y comunidades.

Acción climática: La planificación y acción frente a desastres naturales como las inundaciones son esenciales para la adaptación al cambio climático y la reducción de su impacto.

Alinear una investigación sobre gestión de riesgo por inundación con estos ODS ayuda a asegurar un enfoque holístico y sostenible en el manejo de desastres y la planificación urbana.