

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



Tesis

**Evaluación del riesgo y vulnerabilidad en los asentamientos humanos y
obras públicas ubicadas en la sub cuenca ñacchero en la ciudad de
Abancay, 2022**

Asesor:

Ing Hugo Virgilio Acosta Valer

Autores:

Paz Benites, Liber Alcides

Zamora Ríos, Jaime

Para optar el Título Profesional:

Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac – Perú

2024



Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

ACTA DE EXAMEN DE TITULACIÓN N°021-2024-EPIC-FI- UTEA- SA

Reunidos el Jurado Evaluador constituido por los señores Docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería de la Universidad Tecnológica de los Andes:

- | | |
|--------------------------------------|--------------|
| ➤ MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL | PRESIDENTE |
| ➤ Mag. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA | DICTAMINANTE |
| ➤ Ing. Holguer CAYO BACA | REPLICANTE |

y el (la) postulante al TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO (a) CIVIL,
Bachiller: ZAMORA RIOS, Jaime con código de matrícula
N°032388-E, PAZ BENITES, Liber Alcides con código de
matrícula N°021416-B.

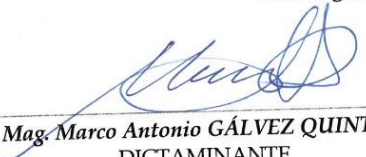
Ha cumplido con las exigencias del Reglamento General de Grados Académicos y Títulos de la Universidad Tecnológica de los Andes, aprobado mediante resolución de consejo Universitario N°1870-2023-UTEA-CU, de fecha 03 de julio del 2023, respecto a la sustentación de tesis, para optar al título profesional de Ingeniero Civil.

SUSTENTACIÓN DE TESIS titulado: "Evaluación del riesgo y vulnerabilidad en asentamientos humanos y obras públicas ubicadas en la Sub Cuenca Ñacchero en la Ciudad de Abancay, 2022", habiendo aprobado con la nota de trece (13).

Se expide, la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 273.

Abancay, 28 de mayo 2024.


MSc. Ing. Angel MALDONADO MENDÍVIL
PRESIDENTE


Mag. Marco Antonio GÁLVEZ QUINTANA
DICTAMINANTE


Ing. Holguer CAYO BACA
REPLICANTE

Evaluación del riesgo y vulnerabilidad en asentamientos humanos y obras públicas ubicadas en la subcuenca Ñacchero en la ciudad de Abancay, 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	6%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	5%
3	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.urp.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	apirepositorio.unh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	<1%
7	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.unc.edu.pe Fuente de Internet	<1%

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del Autor	
Apellidos y nombres	: Paz Benites Liber Alcides
Tipo de Documento de Identidad	: D.N.I.
Número de Documento de Identidad	: 31013685
URL ORCID (opcional)	: NO APLICA
Datos del Asesor	
Apellidos y nombres	: Acosta Valer Hugo Virgilio
Tipo de Documento de Identidad	: D.N.I.
Número de Documento de Identidad	: 31036555
URL ORCID	: https://orcid.org/0000-0003-1492-0441
Datos de la investigación	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería Civil
Línea de Investigación	: Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	: 1 año
Fuente de financiamiento	: Auto Financiado
Porcentaje de originalidad	: 22%
URL de OCDE	: https://purl.org/pe-repo/ocde/Ford#2.01.01

METADATOS COMPLEMENTARIOS

Datos del Autor		
Apellidos y nombres	:	Zamora Ríos Jaime
Tipo de Documento de Identidad	:	D.N.I.
Número de Documento de Identidad	:	31037435
URL ORCID (opcional)	:	NO APLICA
Datos del Asesor		
Apellidos y nombres	:	Acosta Valer Hugo Virgilio
Tipo de Documento de Identidad	:	D.N.I.
Número de Documento de Identidad	:	31036555
URL ORCID	:	https://orcid.org/0000-0003-1492-0441
Datos de la investigación		
Facultad	:	Ingeniería
Escuela Profesional	:	Ingeniería Civil
Línea de Investigación	:	Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	:	01 año
Fuente de financiamiento	:	Auto Financiado
Porcentaje de originalidad	:	22%
URL de OCDE	:	https://purl.org/pe-repo/ocde/Ford#2.01.01

DEDICATORIA

A mis padres por darme la vida, amarme, creer en mí y por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida profesional, todo esto no hubiera sido posible sin el apoyo de ustedes, los amo.

A mí esposa e hijos por alegrar mis días y estar conmigo siempre, los quiero mucho.

Liber Alcides Paz Benites

A Dios que me concedió la vida y me permite escalar un peldaño más para llegar a este momento tan especial y anhelado.

A mi esposa, mis hijos, mis padres y a mis hermanos que con su calidez, fe y amor me inculcaron hacia adelante, otorgándome la representación digna de superación y entrega.

Jaime Zamora Ríos

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a nuestra “Alma Mater” la UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES, centro superior de estudios que nos brindó la oportunidad de formarnos y forjarnos en nuestro camino profesional.

A nuestro asesor de tesis Ing. Hugo Virgilio Acosta Valer por su apoyo incondicional, por compartir sus conocimientos y experiencias, por su paciencia y su aliento que lograron que podamos concluir con éxito, este trabajo de investigación.

A nuestros docentes que a lo largo de nuestra formación profesional han aportado con su rectitud y visión crítica en nuestra formación profesional, mil gracias por sus consejos y sus enseñanzas.

ÍNDICE GENERAL

PORTADA	i
ACTA DE SUSTENTACIÓN	ii
REPORTE DE SIMILITUD	iii
METADATOS	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
INDICE GENERAL	ix
INDICE DE TABLA	xiv
INDICE DE FIGURAS	xviii
ACRÓNIMOS	xix
RESUMEN	xx
ABSTRAC	xxi
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	1
1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.3. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS.....	3
1.3.1. Problema General.....	3
1.3.2. Problemas específicos.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.5.1. Objetivo General.....	4
1.5.2. Objetivos Específicos.....	5
1.6. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	5

1.6.1. Espacial.....	5
1.6.2. Temporal.....	5
1.6.3. Social.....	5
1.6.4. Conceptual.....	6
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	6
1.8. LIMITACIONES.....	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	7
2.1.1. A nivel internacional.....	7
2.1.2. A nivel nacional.....	9
2.1.3. A nivel regional y local.....	12
2.2. BASES TEÓRICAS.....	12
2.2.1. Desastres.....	12
2.2.2. Amenaza o Peligro.....	13
2.2.3. Análisis y evaluación de peligrosidad.....	14
2.2.3.1. Recopilación de la Información.....	15
2.2.3.1.1. Información geográfica.....	15
2.2.3.1.2. Información urbanística.....	16
2.2.3.1.3. Identificación de la probable área del evento en estudio.....	17
2.2.3.1.4. Peligros generados por fenómenos de origen natural.....	18
2.2.3.1.5. Peligros generados por fenómenos de origen hidrometeorológico.....	19
2.2.4. Vulnerabilidad.....	22
2.2.4.1. Factores de vulnerabilidad.....	23
2.2.4.2. Determinación de niveles de vulnerabilidad.....	24

2.2.4.2.1. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad	24
2.2.5. Riesgo.....	25
2.2.5.1. Identificación de zonas de riesgo potencial significativo.....	25
2.2.5.1.1. Matriz de riesgo.....	25
2.2.5.1.2. Mapa de niveles de riesgo.....	26
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	27
CAPÍTULO III	31
METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN	31
3.1. HIPÓTESIS.....	31
3.1.1. Hipótesis general.....	31
3.2. MÉTODO.....	31
3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN	31
3.4. NIVEL O ALCANCE DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	32
3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	32
3.6.1. Variable independiente.....	32
3.6.2. Variable dependiente.....	32
3.7. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO.....	34
3.7.1. Población.....	34
3.7.2. Muestra.....	36
3.7.3. Muestreo.....	37
3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	37
3.8.1. Técnicas.....	37
3.8.2. Instrumentos.....	37
3.8.3. Procedimiento.....	37

3.8.4. Métodos de Análisis de Datos.....	38
3.8.4.1. Método de Saaty.....	38
3.9. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	40
3.10. PROCESAMIENTOS ESTADÍSTICOS.....	40
CAPÍTULO IV.....	41
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	40
4.1. RESULTADOS.....	41
4.1.1. Determinación del nivel de peligro por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero.....	41
4.1.1.1. determinación de los niveles de peligro.....	42
4.1.1.2. Parámetros o criterios considerados en el análisis.....	42
4.1.1.3. Susceptibilidad del terreno de estudio.....	46
4.1.1.3.1. Factores desencadenantes en el área de estudio	47
4.1.1.3.2. Factores condicionantes en el área de estudio.....	48
4.1.1.4. Jerarquización de los elementos expuestos.....	51
4.1.1.4.1. Dimensión Social: Análisis jerárquico de los elementos expuestos.....	51
4.1.1.4.2. Dimensión económica: Análisis de elementos expuestos.....	52
4.1.1.4.3. Dimensión ambiental: Análisis de elementos expuestos.....	54
4.1.1.5. Descripción del escenario.....	55
4.1.1.5.1. Estimación de los niveles del Peligro en la zona de estudio.....	55
4.1.1.6. Estratificación de los Niveles de Peligro.....	58
4.1.2. Análisis de la Vulnerabilidad por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero.....	60
4.1.2.1. Análisis de la vulnerabilidad.....	60
4.1.2.2. Análisis de los factores de vulnerabilidad.....	61

4.1.2.2.1. Por Exposición.....	61
4.1.2.2.2.Fragilidad.....	61
4.1.2.2.3. Resiliencia.....	61
4.1.2.3. Elementos expuestos según la condición social, económico y ambiental.....	61
4.1.2.3.1. Dimensión social: Análisis de exposición de elementos.....	62
4.1.2.3.2. Dimensión económica: Análisis de exposición de elementos.....	65
4.1.2.3.3. Dimensión ambiental: Análisis de exposición de elementos.....	71
4.1.2.4. Niveles de vulnerabilidad.....	72
4.1.2.5. Estratificación de la vulnerabilidad por niveles.....	76
4.1.3. Determinación del riesgo por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero.....	78
4.1.3.1. Metodología para la obtención del riesgo.....	78
4.1.3.2. Nivel de riesgo.....	79
4.1.3.3. Matriz de riesgo generado.....	80
4.1.3.4. Niveles de Riesgo estratificado en las márgenes de la quebrada Ñacchero.....	81
4.1.4. Propuestas de alternativas de solución estructural y no estructural para la reducción del riesgo por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero.....	83
4.1.4.1. Medidas estructurales a tomar en cuenta.....	83
4.1.4.2. Medidas no estructurales.....	84
4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	84
CONCLUSIONES.....	88
RECOMENDACIONES.....	89
BIBLIOGRAFÍA.....	91
ANEXOS.....	93
Instrumento de Recolección de Datos: Encuesta.....	93

Matriz de Consistencia.....	99
Mapas.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla	Pág.
tabla 1 <i>Escala de los niveles de peligro</i>	22
tabla 2 <i>Niveles de vulnerabilidad</i>	24
Tabla 3 <i>Matriz para la determinación del riesgo</i>	26
Tabla 4 <i>Rango para la determinación del nivel de riesgo</i>	26
Tabla 5 <i>Operacionalización de variables matriz para determinar nivel de riesgo</i>	27
Tabla 6 <i>Matriz de la operacionalización de las variables</i>	33
Tabla 7 <i>Población por centros poblados de la cuenca ñacchero</i>	36
Tabla 8 <i>Población total de la cuenca de la quebrada ñacchero</i>	36
Tabla 9 <i>Criterios de valoración de la escala de la matriz saaty</i>	39
Tabla 10 <i>Rangos de la precipitación pluvial</i>	46
Tabla 11 <i>Cuadro de resultados</i>	46
Tabla 12 <i>Elementos característicos condicionantes para la susceptibilidad</i>	47
Tabla 13 <i>Rangos de la precipitación pluvial</i>	47
Tabla 14 <i>Cuadro de resultados</i>	48
Tabla 15 <i>Evaluación de los rangos de las características geomorfológicas</i>	48
Tabla 16 <i>Cuadro de resultados</i>	49
Tabla 17 <i>Evaluación de los rangos de las características de la pendiente</i>	49
Tabla 18 <i>Cuadro de resultados</i>	49
Tabla 19 <i>Evaluación de los rangos de las características de la geología</i>	50
tabla 20 <i>Cuadro de resultados</i>	50
Tabla 21 <i>Evaluación de los rangos de los parámetros de factores condicionantes</i>	50
Tabla 22 <i>Cuadro de resultados</i>	51
Tabla 23 <i>poblaciones susceptibles a inundación fluvial según censo 2017</i>	51

Tabla 24 <i>Total de centro poblados no susceptible a inundaciones</i>	52
Tabla 25 <i>Servicios básicos susceptibles a inundaciones fluviales</i>	52
Tabla 26 <i>Vías terrestres susceptibles a inundaciones fluviales</i>	53
Tabla 27 <i>Infraestructura de servicios susceptibles a inundaciones fluviales</i>	53
Tabla 28 <i>Viviendas no susceptibles a inundaciones fluviales</i>	53
Tabla 29 <i>Recursos naturales susceptibles a inundaciones fluviales</i>	54
Tabla 30 <i>Recursos naturales no susceptibles a inundaciones</i>	54
Tabla 31 <i>Evaluación de los rangos generados para el parámetro de evaluación o escenario</i>	55
Tabla 32 <i>Evaluación de los rangos generados del parámetro del factor desencadenante</i>	56
tabla 33 <i>Evaluación de los rangos generados del parámetro del factor condicionante</i>	56
Tabla 34 <i>Evaluación de los rangos generados para el factor susceptibles calculado</i>	57
Tabla 35 <i>Evaluación de los rangos generados para el factor del nivel de peligrosidad (p)</i>	57
Tabla 36 <i>Evaluación de los rangos generados para los niveles del peligro</i>	57
Tabla 37 <i>Parámetros considerados en la dimensión social</i>	63
Tabla 38 <i>Evaluación de los parámetros considerados en la dimensión social</i>	63
Tabla 39 <i>Cuadro de resultados</i>	63
Tabla 40 <i>Evaluación de los rangos del parámetro de la concentración de personas por viviendas</i>	64
Tabla 41 <i>Cuadro de resultados</i>	64
Tabla 42 <i>Evaluación de los rangos de los parámetros considerados del grupo de edades</i>	64
Tabla 43 <i>Cuadro de resultados</i>	65
Tabla 44 <i>Evaluación de los rangos de los parámetros de nivel de organización de las personas con la dimensión social</i>	65
Tabla 45 <i>Cuadro de resultados</i>	65
Tabla 46 <i>Evaluación de los rangos del parámetro del nivel de capacitación en organización</i>	66

Tabla 47 Cuadro de resultados	66
Tabla 48 Parámetros considerados en la dimensión económica	67
Tabla 49 Evaluación de los parámetros considerados para el análisis de la dimensión económica.....	68
Tabla 50 Cuadro de resultados	68
Tabla 51 Evaluación del parámetro de la localización de viviendas con respecto a la quebrada en la dimensión económica.....	68
Tabla 52 Cuadro de resultados	69
Tabla 53 Evaluación del parámetro material de construcción de la vivienda en la dimensión económica	69
Tabla 54 Cuadro de resultados	69
Tabla 55 Evaluación del parámetro de la antigüedad de la vivienda existente en la dimensión existente.....	70
Tabla 56 Cuadro de resultados	70
Tabla 57 Evaluación del parámetro de promedio del ingreso familiar.....	70
Tabla 58 Cuadro de resultados	71
Tabla 59 Rangos calculados de los parámetros de elementos con exposición social.....	72
Tabla 60 Rangos calculados del parámetro de la fragilidad social.....	72
Tabla 61 Rangos calculados del parámetro de la resiliencia social.....	73
Tabla 62 Valores de rangos calculados del parámetro de la vulnerabilidad social.....	73
Tabla 63 Valores de rangos calculados del parámetro exposición económica.....	73
Tabla 64 Valores de rangos calculados del parámetro fragilidad económica.....	74
Tabla 65 Valores de rangos calculados del factor de la resiliencia económica.....	74
Tabla 66 Valores de rangos calculados del factor de la vulnerabilidad económica.....	74
Tabla 67 Niveles calculados de la vulnerabilidad en la zona de estudio	75

Tabla 68 <i>Valores de los niveles de la vulnerabilidad obtenidos mediante el procedimiento del análisis jerárquico</i>	75
Tabla 69 <i>Cálculo de los niveles de riesgo</i>	79
Tabla 70 <i>Niveles y rangos de riesgo calculado</i>	80
tabla 71 <i>Resultados de la matriz de riesgo generada</i>	80

ÍNDICE DE FIGURAS

figura	pág.
Figura 1 <i>Esquema del tipo de peligros originados de forma natural</i>	14
Figura 2 <i>Información geográfica e hidrográfica proporcionada por el sigrid</i>	16
Figura 3 <i>Información cartográfica proporcionada por la base datos sigrid</i>	17
Figura 4 <i>Identificación y caracterización de peligros generados</i>	18
Figura 5 <i>Corte transversal típica básica de un río</i>	20
Figura 6 <i>Parámetros generales de evaluación</i>	21
Figura 7 <i>Dimensión de exposición social</i>	24
Figura 8 <i>Mapa de ubicación del área y población de estudio</i>	35
Figura 9 <i>Metodología para la determinación los niveles de peligrosidad</i>	42
Figura 10 <i>Cuadro esquemático para los parámetros o criterios</i>	43
Figura 11 <i>Modelación hidráulica de la quebrada ñacchero</i>	44
Figura 12 <i>Representación vectorial de los niveles de inundación</i>	45
Figura 13 <i>Estratificación de los niveles de peligro</i>	58
Figura 14 <i>Mapa de peligros en la zona de estudio</i>	59
Figura 15 <i>Metodología para el análisis de la vulnerabilidad</i>	60
Figura 16 <i>Esquema para análisis de la exposición social</i>	62
Figura 17 <i>Esquema de análisis de los elementos con exposición económica</i>	67
Figura 18 <i>Esquema de análisis de la exposición ambiental</i>	71
Figura 19 <i>Estratificación de los niveles de vulnerabilidad</i>	76
Figura 20 <i>Mapa de vulnerabilidad en la zona de estudio</i>	77
Figura 21 <i>Metodología del flujograma para la estimación del nivel de riesgo</i>	78
Figura 22 <i>Niveles de estratificación de riesgo</i>	81
Figura 23 <i>Mapa de riesgo en la zona de estudio</i>	82

ACRÓNIMOS

AAA	Autoridad Administrativa del Agua
ALA	Autoridad Local del Agua
ANA	Autoridad Nacional del Agua
BID	Banco Interamericano de Desarrollo
CATIE	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
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
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction
INGEMMET	Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico
MINAM	Ministerio del Ambiente
UTM	Universal Transverse Mercator
SENAMHI	Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SINAGERD	Sistema Nacional de Gestión de Riesgo de Desastre

RESUMEN

La finalidad primordial de la investigación es evaluar los riesgos y la vulnerabilidad en los asentamientos humanos y las obras públicas ubicadas en la sub cuenca Ñacchero tributaria de la cuenca del río Mariño en la ciudad de Abancay, provincia de Abancay de la región Apurímac el 2022; llevando a cabo la concreción de los niveles de peligrosidad y vulnerabilidad por inundación fluvial, utilizando como metodología general el método jerárquico basado en las matrices de Saaty, con el fin de establecer la comparación de factores para determinación de valores y pesos promediados que permitieron analizar y estimar los niveles mencionados, para cuyo efecto como medio se emplearon cuestionarios, entrevistas y/o encuestas de caracterización del nivel de peligro y vulnerabilidad, los que fueron constatados observando los distintos aspectos necesarios, según los ítems para cada una de las familias estudiadas. Los resultados obtenidos fueron en niveles de riesgo muy alto ($0.065 \leq R \leq 0.222$) y alto ($0.023 \leq R < 0.065$), ante la ocurrencia de una inundación fluvial, proponiendo alternativas de solución estructurales y no estructurales, las cuales conllevarían a la reducción del riesgo por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero; con la finalidad de mejorar la calidad de vida y reducir los daños ocasionados por la ocurrencia del mencionado fenómeno natural.

Palabras clave: Riesgo, peligro, vulnerabilidad e inundación fluvial.

ABSTRACT

The primary purpose of the research is to assess the risks and vulnerability in human settlements and public works located in the Ñacchero tributary sub-basin of the Mariño river basin in the city of Abancay, Abancay province of the Apurímac region in 2022; carrying out the concretion of the levels of danger and vulnerability due to fluvial flooding, using as a general methodology the hierarchical method based on the Saaty matrices, in order to establish the comparison of factors for determining values and averaged weights that allowed analyzing and to estimate the aforementioned levels, for which purpose questionnaires, interviews and/or surveys to characterize the level of danger and vulnerability were used, which were verified by observing the different necessary aspects, according to the items for each of the families studied. The results obtained were at very high ($0.065 \leq R \leq 0.222$) and high ($0.023 \leq R < 0.065$) risk levels, in the event of a fluvial flood, proposing structural and non-structural solution alternatives, which would lead to the reduction the risk of fluvial flooding on the banks of the Ñacchero stream; in order to improve the quality of life and reduce the damage caused by the occurrence of the aforementioned natural phenomenon.

Keywords: Risk, danger, vulnerability and river flooding.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA

En el Perú es un problema recurrente año tras año desde el mes de noviembre hasta abril, se presentan inundaciones por la estacionalidad de las precipitaciones de la serranía peruana. Esto genera que los cuerpos de agua como son ríos, lagos, lagunas incrementen su caudal habitual y se desborden, inundando todo a su paso, generando daños en carreteras, áreas de cultivo en las planicies de inundación etc. Las aguas de inundación destruyen con gran fragilidad de las viviendas de adobe frecuentes en la región andina, hacen colapsar los sistemas de alcantarillado y agua potable, pozos y fuentes de recursos hídricos. Además, el estancamiento de las aguas facilita la propagación de insectos que vectorizan enfermedades como la malaria, el dengue, el paludismo y otros males tropicales (BID, 2015, p. 5).

Esto sumado a la modificación y apropiación de las riberas de los ríos y afluentes, por parte de los pobladores, y la deficiente gestión por parte de las autoridades locales.

En ese sentido, el estudio de la presente investigación es la cuenca de la quebrada Ñacchero, que en los últimos años viene siendo ocupada por pobladores, con construcciones muy incipientes y sin ningún tipo de criterio técnico ni ningún conocimiento ante el inminente peligro por inundación.

Debido a este problema la municipalidad provincial de Abancay solicitó a la AAA Pampas Apurímac, la delimitación de las fajas marginal en las principales quebradas de la población de Abancay en el 2017, que actualmente se cuenta con una resolución directoral, identificándose que se tiene más de 100 viviendas dentro de esta delimitación.

La quebrada Ñacchero es de tipo perenne y intervenida por la población, pero esta característica ha ido evolucionando a través del tiempo debido a la inadecuada ocupación de las márgenes de la quebrada, por la edificación de viviendas en su mayoría de materiales precarios, los cuales disponen sus aguas servidas a la misma quebrada sin ningún tratamiento.

La ocupación de márgenes de la quebrada Ñacchero está generando diferentes impactos negativos tales son el crecimiento urbano por crecimiento poblacional y crecimiento socio económico, degradación de las defensas de cauces, mala disposición de los residuos sólidos y vertidos de aguas residuales, ejecución inadecuada de obras hidráulicas como carreteras, puentes, etc. Y finalmente inadecuadas prácticas agrícolas.

Por otra parte, la ausencia de educación y recursos económicos lleva a que algunos habitantes ubiquen sus residencias y/o negocios en proximidades de ríos y laderas, sin tener en cuenta los peligros asociados a inundaciones, lo que podría ocasionarles daños notables en términos humanos, materiales y económicos. Por lo tanto, resulta relevante analizar el riesgo físico existente en la cuenca Ñacchero con el propósito de identificar áreas seguras para la población.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Por consiguiente y todo lo manifestado anteriormente, la población se encuentra muy expuesta a riesgo frente a inundaciones generada por el desborde de la quebrada Ñacchero, son las propiedades que

no han cumplido con las distancias de las fajas marginales que debe ser como mínimo de 5 metros hasta el ancho necesario para realizar actividades de conservación y preservación de las fuentes naturales de los cauces y permitir como uso de carácter primario, y libre transitabilidad, la plena definición de los caminos de servicio y vigilancia u otros servicios. Así mismo, estas dimensiones pueden variar en función a las costumbres y usos pre establecidos como uso agrícola, invasión de terrenos etc., siempre que no se produzca una exposición al riesgo de la salud y la vida.

1.3. FORMULACIÓN DE PROBLEMAS

1.3.1. Problema General

¿Cuál es el nivel de riesgo por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero en la ciudad de Abancay, 2022?

1.3.2. Problemas específicos

Problema Especifico 1:

¿Cuál es el nivel de peligrosidad por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero en la ciudad de Abancay, 2022?

Problema Especifico 2:

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero en la ciudad de Abancay, 2022?

Problema Especifico 3:

¿Qué tipo de medidas se pueden aplicar para reducir el riesgo por inundación fluvial en la quebrada Ñacchero en la ciudad de Abancay, 2022?

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La ocupación de áreas cercanas al cauce de cuerpos de agua genera un riesgo para los residentes, ya que, durante episodios de lluvias intensas, puede producirse un desbordamiento más allá de los límites

habituales del curso de agua. En el caso de áreas urbanizadas con superficies pavimentadas y sistemas de drenaje deficientes, es frecuente la aparición de inundaciones. Dado el crecimiento poblacional y el aumento en la frecuencia de eventos como las inundaciones, es necesario llevar a cabo un estudio de riesgo de desastres por inundaciones en la ciudad de Abancay, considerando la vulnerabilidad de la población y su territorio.

En el 2017, la Administración Local de Agua Medio Apurímac - Pachachaca llevó a cabo la demarcación de la franja ribereña de la quebrada Ñacchero. Sin embargo, esta delimitación no tiene la capacidad de desalojar a quienes ya se encuentran dentro de esta área, y se observan problemas sociales y económicos en relación con la ocupación indebida de estas zonas ribereñas. Esto incluye la construcción de viviendas sólidas y precarias en las márgenes, lo cual podría generar una zona de alto riesgo y vulnerabilidad ante desastres naturales. Además, esta situación podría conducir a la degradación acelerada de las riberas de los ríos y a la contaminación de sus aguas.

En la última década, se ha observado un aumento en el crecimiento de los centros poblados a ambos lados de los ríos que cruzan la ciudad de Abancay. Este crecimiento, sin planes de desarrollo, ha dado lugar a problemas sociales, se están viendo afectados directamente y de manera rápida la degradación del río en su totalidad debido a varios factores, como la contaminación ambiental, la disminución de la calidad del agua, la ocupación informal de zonas adyacentes a los ríos y la invasión de la franja ribereña.

Por ende, este trabajo empleó información espacial a través de plataformas de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y llevó a cabo la evaluación de riesgos utilizando el método propuesto por el CENEPRED para para la evaluación y gestión de riesgos.

1.5. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo General

Estimar el nivel de riesgo por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero en la ciudad de Abancay, 2022.

1.5.2. Objetivos Específicos

Problema Especifico 1:

Determinar el nivel de peligro por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero en la ciudad de Abancay, 2022.

Problema Especifico 2:

Determinar el nivel de vulnerabilidad que presenta la población ubicada en las márgenes de la quebrada Ñacchero en la ciudad de Abancay, 2022.

Problema Especifico 3:

Proponer alternativas de carácter estructural y no estructural para reducir el riesgo de inundación en el sector Ñacchero en la ciudad de Abancay, 2022.

1.6. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. Espacial

El presente trabajo de investigación ha sido elaborado en el sector de Ñacchero, en la ciudad de Abancay, 2022.

1.6.2. Temporal

La información recopilados para el estudio se analizaron para el año 2022.

1.6.3. Social

La población en general tendrá acceso a la presente investigación y que este documento servirá directamente a los habitantes del sector de Ñacchero, quienes realizaron gestiones para futuras

zonificaciones, mediante este estudio tomar medidas para la prevención de desastres por riesgo por inundación.

1.6.4. Conceptual

Se ha realizado la identificación y evaluación de zonas susceptibles a inundaciones, con el propósito de informar a los responsables de tomar decisiones en la región para que tomen las medidas necesarias y elaboren proyectos destinados a prevenir y mitigar estos eventos naturales. El objetivo es anticiparse a posibles desastres en estas áreas, sensibilizar a la población sobre los peligros que enfrentan y alertarles para que busquen el apoyo necesario de las autoridades locales.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es factible porque la metodología a utilizar esta validado por CENEPRED, y es la más utilizada en el Perú.

Desde una perspectiva económica, esta opción es factible, ya que existe información histórica sobre eventos previos en años anteriores, todo lo cual se ajusta al presupuesto disponible para los investigadores que llevan a cabo este estudio.

Desde una perspectiva logística, la investigación también resulta viable, dado que se ha establecido la ubicación para la aplicación de encuestas y la recopilación de datos, facilitando la disponibilidad de manera accesible, incluso con el apoyo vehicular.

1.8. LIMITACIONES

Durante el desarrollo de la tesis no se pudo encontrar bases cartográficas actualizada a la fecha y tampoco se tuvo una participación poblacional y que su aporte fue mínimo considerando que la municipalidad provincial de Abancay aún no ha priorizado para realizar obras de defensas ribereñas.

Esta investigación requiere mucha información de las instituciones públicas y privadas las mismas no atienden de manera permanente por el bajo presupuesto institucional con la que disponen.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1. A nivel internacional

Sevillano (2020) en su trabajo "Amenaza, vulnerabilidad y gestión de riesgo por inundación desde el ordenamiento territorial. La realidad urbana de Santiago de Cali, Colombia", El estudio se centró en identificar las condiciones de amenaza, que abarcaban la vulnerabilidad y el riesgo asociados principalmente a las inundaciones en la ciudad de Santiago de Cali, Colombia, y analizar la gestión de desastres dentro de los instrumentos de ordenamiento territorial que conducen el desarrollo urbano de las ciudades. Para llevar a cabo este estudio, empleó el método de revisión documental y la comparación de escenarios mediante plataformas de análisis geoespacial (SIG). Los resultados de la revisión documental revelaron la ocurrencia de 766 inundaciones relacionados con inundaciones que afectaron a 186 comunas en un período de 32 años.

Adicionalmente, el procesamiento imágenes satelitales identificó 2,082.25 hectáreas con inundabilidad con una confiabilidad global de hasta 89.00% y un índice Kappa del 0.760%. Es relevante destacar que la gran parte de estas áreas inundables se encontraron en zonas cercanas a los ríos Cauca y Cali, así como a los canales Interceptor Sur y Oriental. Se observó que para un periodo de retorno de las lluvias asociadas a este tipo de inundación es de 1.1 años (anual). Así mismo llego a la conclusión, se señala que el nivel de riesgo en Cali es un trabajo social que se origina de las amenazas y las vulnerabilidades que coexisten en el tiempo y en el espacio. De esta manera, las comunas más vulnerables tienden a asentarse en áreas muy propensas a los peligros debido al valor reducido del suelo urbano o a al acceso de terrenos que facilitan la creación de asentamientos humanos informales, exponiéndolas de manera constante a inundaciones.

Vargas (2017), en un estudio titulado "Riesgo físico frente a inundaciones fluviales y pluviales en la cabecera Parroquial Rocafuerte del cantón Rioverde, provincia de Esmeraldas, Ecuador," tiene como objeto establecer el riesgo físico en Rocafuerte, la zona parroquial de la localidad, frente a posibles inundaciones fluviales mediante un análisis espacial con imágenes satelitales, definiendo zonas seguras para la población. La investigación sigue un enfoque cualitativo y utiliza un método deductivo.

El análisis concluye que, según los registros de los años 2012 a 2017, las inundaciones fluviales y pluviales se han presentado de manera recurrente entre los meses de enero a mayo. Durante estos meses, las precipitaciones esperadas eran de 629,2 mm. Sin embargo, se observó que las mayores precipitaciones se registraron en el año 2016 con un valor de 986,5 mm, y en 2014 se alcanzaron los 882,1 mm. Es importante señalar que en 2012 se esperaban registros de precipitaciones de 599,5 mm, pero se obtuvieron 838,1 mm, demostrando un incremento respecto a las expectativas históricas, lo cual se atribuye al cambio climático provocado por factores antrópicos.

Adicionalmente, la base de datos reveló una variación mensual significativa entre las expectativas y los resultados obtenidos, evidenciando la exposición de la población al riesgo de inundaciones. La percepción de los habitantes, expresada en encuestas, confirmó esta afirmación al reportar pérdidas

económicas, daños materiales, interrupción del comercio, enfermedades, desbordamiento de ríos, caída de árboles, colapso del puente de Rioverde y deslizamientos de tierra.

La prensa escrita también respalda la peligrosidad de estos eventos, como se evidencia en eventos desfavorables para la población ocurridos el 10 de enero de 2017 y el 13 de mayo de 2012.

Olin (2017), en su estudio titulado "Vulnerabilidad social por inundaciones", tuvo como objetivo establecer la relación entre el índice de marginación por sección electoral del Estado de México en 2010 y las áreas propensas a inundaciones para determinar los niveles de vulnerabilidad social ante las inundaciones. La metodología utilizada abarcó una primera fase de recopilación de información documental y bibliográfica sobre conceptos clave como vulnerabilidad, riesgos, inundaciones y desastres. Esta fase permitió una comprensión más profunda de los temas esenciales para el desarrollo de la investigación.

La segunda fase consistió en recopilar datos estadísticos de las secciones electorales, utilizando el Índice de Marginación 2010 desarrollado por Mancino (2015). El resultado fue la delimitación de áreas con vulnerabilidad a inundaciones, utilizando las divisiones por municipios establecidas por CONAPO en 2015. Esta elección facilitó el cálculo y determinación del índice de vulnerabilidad al abarcar una mayor extensión territorial y señalar las zonas muy propensas a las inundaciones. La conclusión de la investigación reveló que, durante el periodo analizado, más del 50% de los municipios en el Estado de México experimentaron algún evento de inundación.

2.1.2. A nivel nacional

Mallqui (2021), en su tesis con el título "Nivel de riesgo por inundación en la cuenca del río Huallaga sector San Rafael – Huánuco 2019", planteó como objetivo determinar los niveles de riesgo asociados a las inundaciones por crecidas de la cuenca del río Huallaga, específicamente de la región San Rafael. El enfoque metodológico se basó en la recopilación, análisis e interpretación de datos meteorológicos y satelitales, incluyendo la identificación de parámetros que facilitaran el análisis de

peligros y vulnerabilidades en el lugar de estudio. Se empleó el "Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales" del INDECI y se llevó a cabo una simulación hidráulica, empleando instrumentos tecnológicos como Hec-Ras 5.0.6. Los resultados obtenidos permitieron modelar y analizar hidráulicamente los caudales máximos en distintos periodos de retorno, Como resultado, se estima que el riesgo de inundación en la cuenca del río Huallaga, especialmente en la zona de San Rafael, se considera de nivel medio.

Aroní & Pareja (2020), en su estudio titulado "Gestión de datos con tecnología geomática para la mitigación del riesgo de desastres por fenómenos naturales", El objetivo principal planteado fue introducir un enfoque de control destinado a reducir el riesgo de eventos relacionados con inundaciones mediante la utilización de datos geoespaciales y la aplicación de tecnología geomática en una zona particular del distrito de Chaclacayo, llevado a cabo en el año 2020. La investigación también implementó la metodología desarrollada por el CENEPRED. Los resultados obtenidos indicaron que el distrito de Chaclacayo enfrenta anualmente el riesgo de inundaciones por huaycos durante los meses de verano (diciembre a marzo), con impactos significativos en las viviendas situadas en las riberas de las cuencas que se activan geodinámica mente con frecuencia, como Cusipata, Huascarán y Los Cóndores. Esta última cuenca, debido a la gran cantidad de flujo de escombros y lodos (flujo hiperconcentrado), ocasiona mayores desastres en las viviendas precarias. En última instancia, se concluyó que el uso de herramientas informáticas, que incluyen planos catastrales, mapas geológicos y geomorfológicos, información sobre el uso potencial del suelo, ubicación de cuencas y quebradas, así como mapas de precipitación e inundaciones, facilitó la identificación de los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo en zonas que impactan a las residencias.

Panduro & Romero (2019), en su estudio denominado "Gestión del riesgo de inundaciones en Villa Punchana", Su objetivo principal fue proporcionar orientación para el desarrollo de actividades profesionales que faciliten la implementación de medidas estructurales, obras y acciones preventivas contra los riesgos de inundaciones. Esto se llevó a cabo a través de decisiones regulares por parte de

aquellos encargados de tomar decisiones para la Gestión del riesgo de prevención de desastres. Utilizando la metodología recomendada por CENEPRED en la evaluación de los niveles de riesgo, los resultados indicaron que más de 4,700 casas, que se encuentran en áreas catalogadas como muy expuestas o de riesgo alto a muy alto. Este riesgo se atribuye al nivel alcanzado por las aguas, superando los 2.0 metros de altura sobre el suelo natural. Además, se observó que los servicios de energía provenientes de la red pública, en muchos casos, presentan instalaciones precarias que se deterioran con cada inundación anual. La conclusión principal del estudio fue que el riesgo por inundación en Villa Punchana se sitúa en un nivel medio.

Loyola (2019), en el trabajo titulado “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”, La intención del estudio fue evaluar los niveles de riesgo asociados a las inundaciones provocadas por la quebrada del valle del Río Grande, desde el tramo que va desde el Puente Candopata hasta el Puente Cumbicus en Huamachuco. Esta investigación, de naturaleza descriptiva y enfoque cualitativo, aplicó el Manual Básico para la Estimación del Riesgo del Instituto Nacional de Defensa Civil. Los resultados del análisis de la información recopilada tanto en el terreno como en análisis de escritorio indican que los niveles de peligro son muy altos y que los niveles de vulnerabilidad científica, tecnológica y educativa también son muy elevados. Además, se encontró que los niveles de vulnerabilidad física, social, política, económica, institucional, ideológica y cultural son altos, mientras que la vulnerabilidad institucional es de nivel medio. En conclusión, se considera que el riesgo en la quebrada del Río Grande es considerado Alto.

Cabrera (2017) Realizó una investigación titulada "Evaluación de riesgos por inundaciones en el barrio bajo del distrito de Yuracyacu, provincia de La Rioja, región San Martín", con el fin de evaluar el riesgo de inundaciones en ese barrio mediante el uso del modelo de matrices de SAATY y análisis multicriterio. El objetivo principal era determinar la magnitud del riesgo por inundaciones y las áreas vulnerables para reducir este peligro natural. La metodología consistió en recopilar información para hacer

un diagnóstico físico, biológico y social del área de estudio. Se analizaron las causas y susceptibilidad del fenómeno para evaluar el peligro. A partir de las características identificadas, se determinarán los parámetros de evaluación, enfocándose en las precipitaciones y la cercanía a fuentes de agua. Los resultados mostraron niveles de peligro en el área de estudio, categorizando las zonas según su riesgo. La evaluación de la vulnerabilidad se centró en las viviendas y áreas de infraestructura urbana, analizando aspectos sociales, económicos y ambientales, como exposición, fragilidad y resiliencia, generando mapas correspondientes. Se concluye la importancia de identificar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo en el Barrio Bajo del Distrito de Yuracyacu para implementar medidas preventivas, de reducción y control del riesgo.

En su investigación titulada "Evaluación del riesgo por inundación en la quebrada Romero, del distrito de Cajamarca, periodo 2011-2016", Mendoza (2017) tiene como objetivo evaluar el nivel de riesgo por inundación generado por la quebrada Romero en dicho distrito durante el período mencionado. El enfoque de la investigación es cualitativo y se utiliza una metodología descriptiva. Para la recopilación de datos, se adaptaron las preguntas de las entrevistas del manual de evaluación de riesgos del CENEPRED. La información ambiental se obtiene principalmente a través de los registros del pluviómetro de la estación meteorológica, así como del uso de imágenes satelitales, registros fotográficos y GPS para la geolocalización. Como resultado, se concluye que tanto el nivel de peligrosidad como el nivel de vulnerabilidad son altos, lo que resulta en un nivel de riesgo elevado en la quebrada Romero.

2.1.3. A nivel regional y local

No se hallaron estudios previos a nivel regional y local que abordaran las variables consideradas en esta investigación.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Desastres

Cuando se habla de desastres, comúnmente se piensa en eventos naturales como terremotos, huracanes, inundaciones y sequías. Sin embargo, estos eventos son en realidad agentes naturales que, al interactuar con condiciones humanas vulnerables, pueden desencadenar un desastre. Los peligros en sí mismos no constituyen desastres, sino que son un factor que puede contribuir a su ocurrencia. Dos elementos adicionales son cruciales: el impacto del evento en las personas y su entorno, así como las actividades humanas que pueden aumentar dicho impacto (Cuny, 1983, p. 21).

Se trata de una manifestación que la madre naturaleza presenta como el resultado de una función interna, ya sea de manera regular o de forma extraordinaria, súbita y sorprendente (Maskrey, 1993, p. 7).

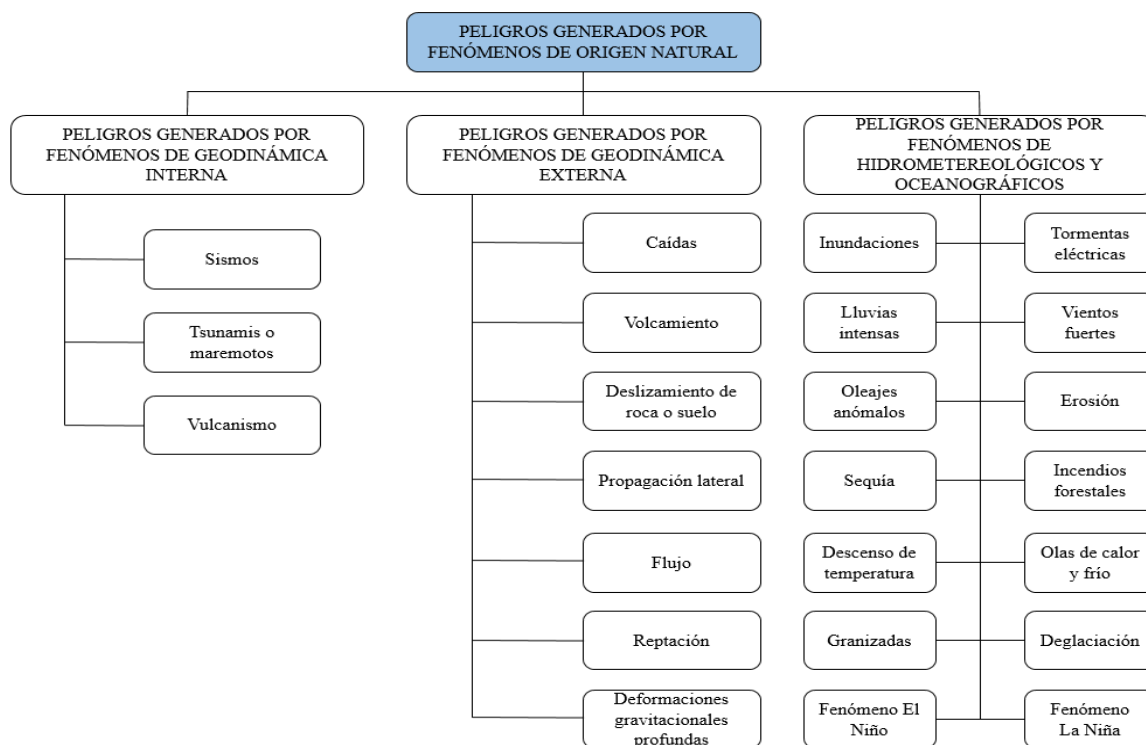
Entre los eventos regulares se incluyen las lluvias veraniegas en la sierra y la llovizna invernal en la costa. Por otro lado, en el ámbito de los eventos extraordinarios se pueden mencionar ejemplos como un terremoto, un "tsunami" o maremoto, así como una lluvia torrencial en la costa (Espinoza, 1985, p. 21).

2.2.2. Amenaza o Peligro

La probabilidad de que ocurra un evento natural o tecnológico que pueda causar daño en una determinada localidad o área dentro de un período específico se define como la probabilidad de que se presente una amenaza, según el Ministerio de Vivienda en su documento "Incorporación de la gestión de riesgos de desastres en los instrumentos de planificación urbana" (2017). Esta amenaza puede derivar de fuentes naturales, socio-naturales, tecnológicas o antrópicas, y se caracteriza por su naturaleza, ubicación, frecuencia, probabilidad de ocurrencia, magnitud e intensidad (capacidad destructiva). Desde una perspectiva matemática, Según Cardona (2019), se representa como la probabilidad de que se supere un cierto nivel de ocurrencia de un evento con una intensidad determinada en un lugar concreto y durante un período de tiempo de establecido.

Figura 1

Esquema del tipo de peligros originados de forma natural



Nota: (CENEPRED, 2014).

2.2.3. Análisis y evaluación de peligrosidad

La complejidad asociada a la planificación, ejecución y evaluación de acciones que involucran inversión financiera para comprender, mitigar y afrontar el riesgo nos conduce a plantearnos la pregunta sobre las posibles consecuencias, Si un evento de gran envergadura afectara a un área, tanto urbana como rural, que posee particularidades de fragilidad y capacidad de recuperación, la respuesta adecuada para abordar este desafío sería emplear los datos técnicos y/o científicos a disposición y tener el apoyo de equipos de diferentes disciplinas científicas y ambientales para desarrollar un escenario probable de riesgo.

El proceso de conceptualización de un escenario de riesgo comienza mediante la construcción de una base sólida respaldado por información y/o datos históricos relacionados con el fenómeno bajo estudio, incluyendo su magnitud, intensidad, recurrencia, entre otros aspectos (caracterización del peligro). Además, implica la integración de toda la información a través de la estadística sobre las pérdidas y/o daños, como poblaciones damnificadas, número de fallecidos e infraestructura afectada, entre otros elementos expuestos (vulnerabilidad). Este enfoque contribuirá a la elaboración de un escenario probable y a la identificación de sus posibles consecuencias.

Es importante destacar que un escenario no constituye una predicción específica por sí mismo, sino más bien una descripción plausible de lo que podría suceder. Estos escenarios detallan eventos, tendencias y su evolución, proporcionando así orientación para la implementación de medidas preventivas y/o de reducción de riesgos, ya sean estructurales o no estructurales.

La valoración del riesgo consiste en estimar o evaluar la probabilidad de que ocurra un fenómeno a través del análisis de su proceso de generación, la vigilancia del sistema perturbador y/o el registro de eventos en términos de sus características y dimensiones en un momento y lugar específicos (CENEPRED, 2014, p. 27).

2.2.3.1. Recopilación de la Información

2.2.3.1.1. Información geográfica

Incluye todo el material bibliográfico, datos recolectados en el terreno y archivos digitales, como información satelital y cartográfica vectorial, en formato ráster y/o satelital, que esté accesible y sea suministrado por las autoridades regionales, municipales y entidades técnico-científicas. El propósito de estos datos es presentar es la caracterización de aspectos hidrológicos, meteorológicos, geográficos y geofísicos en el área que está siendo estudiada (CENEPRED, 2014, p. 29).

CENEPRED cuenta con la plataforma SIG para el manejo y Gestión de Riesgos por Desastres (SIGRID), y que este nos ofrece un vasto conjunto de datos de libre disponibilidad.

Figura 2

Información geográfica e hidrográfica proporcionada por el SIGRID



Nota: (CENEPRED, 2014).

2.2.3.1.2. Información urbanística

Hace referencia a todos los datos de índole urbana que pueden ser suministrados por las autoridades locales por medio de su departamento de desarrollo urbano y ordenamiento territorial, con la colaboración del COFOPRI y SUNARP.

La plataforma SIGRID conserva en una base de información geográfica aspectos de imágenes cartográficas que se mantiene de manera permanente actualizada (CENEPRED, 2014, p. 31).

Figura 3

Información cartográfica proporcionada por la base datos SIGRID



Nota: (CENEPRED, 2014).

2.2.3.1.3. Identificación de la probable área del evento en estudio

En la fase inicial del estudio, se procede con la identificación de las áreas susceptibles a ser impactadas por fenómenos naturales, basándose en el conocimiento previo de los efectos ocurridos en las zonas geográficas expuestas a dichos fenómenos. Este procedimiento involucra la recopilación detallada y sistemática de toda la información disponible, que abarca aspectos geográficos, urbanísticos, así como infraestructuras básicas y servicios esenciales. Seguidamente, en colaboración con organismos técnico-científicos, se realiza una evaluación de prioridades para determinar las áreas con mayor riesgo de ser afectadas, a nivel nacional, regional y local. En esta evaluación, la información pasada sobre la frecuencia de los eventos y las cualidades propias de los fenómenos naturales son de vital importancia (CENEPRED, 2014, p. 32).

Para lograr una identificación precisa en las zonas susceptibles a ser afectados por fenómenos naturales específicos, es crucial realizar una caracterización detallada de los peligros asociados con estos eventos, un proceso que se abordará a continuación.

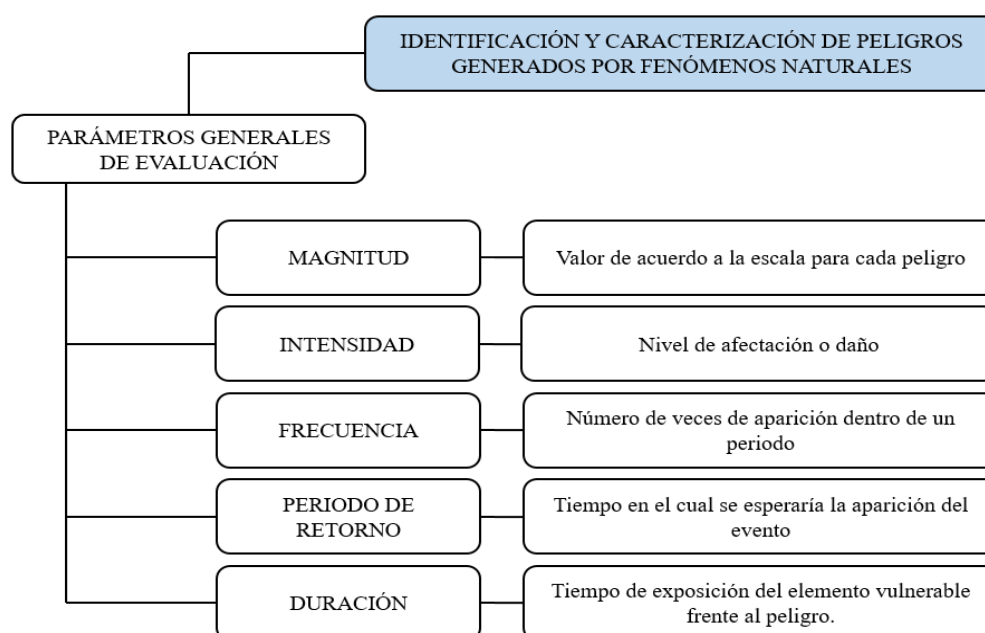
2.2.3.1.4. peligros generados por fenómenos de origen natural

Después de haber delimitado la zona de impacto de los riesgos originados por fenómenos naturales, se requiere examinar los factores que participan en la génesis de estos eventos, es decir, su mecanismo generador.

La evaluación de estos parámetros es esencial y se simplifica al seguir la clasificación de peligros que se presenta en la Figura 4 para definir los criterios de evaluación.

Figura 4

Identificación y caracterización de peligros generados.



Nota: (CENEPRED, 2014).

Los riesgos derivados de eventos naturales pueden ser categorizados en tres grupos principales: aquellos asociados a la actividad geodinámica interna, como terremotos, tsunamis o erupciones

volcánicas; los ocasionados por la actividad geodinámica externa, como deslizamientos de rocas, colapsos, deslizamientos de tierra, flujos, desplazamientos laterales, riesgos asociados con el flujo de detritos y movimientos de tierra, así como aquellos vinculados a eventos hidrometeorológicos y oceanográficos, tales como inundaciones, lluvias intensas, mareas extremas, sequías, cambios abruptos de temperatura, granizadas, fenómeno de El Niño, tormentas eléctricas, vientos fuertes, erosión, incendios forestales, olas de calor y frío, retroceso glaciario, y fenómeno de La Niña (CENEPRED, 2014, p. 33).

2.2.3.1.5. Peligros generados por fenómenos de origen hidrometeorológico

Inundación

La inundación se describe como la invasión de áreas que normalmente no se encuentran bajo agua, ya sea por el desbordamiento de ríos, la crecida del nivel del mar por encima de su altura habitual o avalanchas generadas por tsunamis (Comisión Nacional del Agua, 2011, p. 3). En un sentido amplio, se refiere al exceso de agua que se sale de los límites regulares de un río o cuerpo de agua, así como a la abundancia de agua proveniente de sistemas de drenaje en áreas no acostumbradas a la inundación (IDEAM, 2017, p. 14).

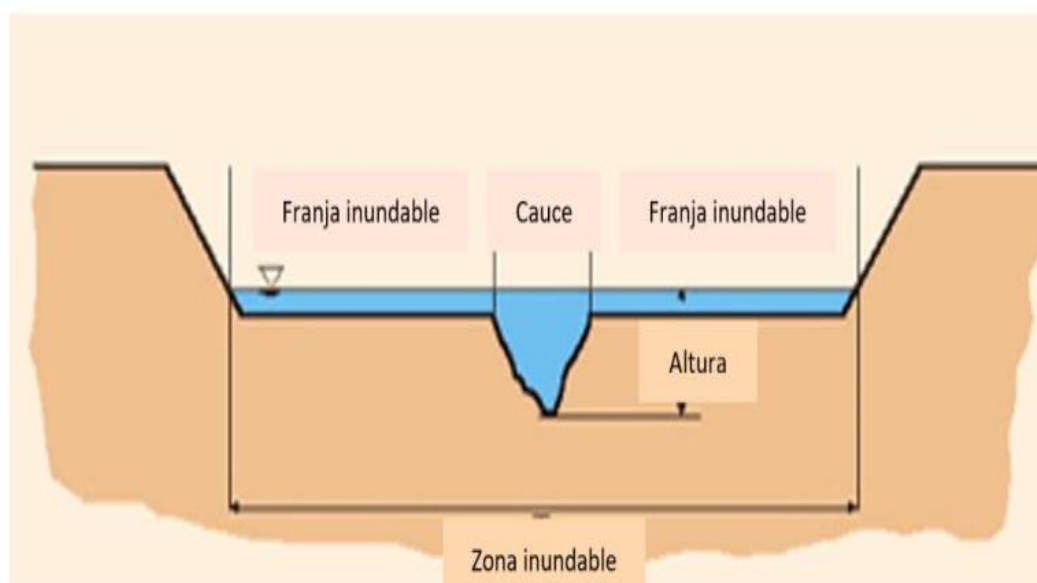
El concepto de inundación implica un incremento en el nivel de agua por encima de la altura normal del lecho, donde "nivel normal" se refiere a la elevación del agua que no produce daños. En este contexto, la inundación ocurre cuando la altura del agua sobrepasa lo habitual en el cauce, lo que resultará en daños (OMM, 1994, p. 27).

Las inundaciones suceden por lluvias abundantes o prolongadas, exceden la capacidad de absorción del suelo, provocando que el volumen del río exceda su disposición máxima de traslado y se desborde, afectando áreas circundantes. Las llanuras de inundación, también conocidas como áreas de inundación, son extensiones colindantes a los ríos o arroyos propensas a sufrir inundaciones de manera recurrente. Dada su naturaleza cambiante, es necesario realizar estudios detallados de estas llanuras y otras

zonas propensas a inundaciones para evaluar su impacto en el desarrollo o su susceptibilidad a ser afectadas por eventos de este tipo (CENEPRED, 2014, p. 19).

Figura 5

Corte transversal típica básica de un río



Nota: (CENEPRED, 2014).

Tipos de inundación:

Por su duración:

Inundaciones dinámicas o de rápido desarrollo:

Las inundaciones repentinas, que ocurren en ríos con fuertes pendientes en sus cuencas debido a lluvias intensas, se caracterizan por crecidas bruscas y de corta duración, lo que provoca daños considerables en la población y la infraestructura debido a la rápida respuesta de los cuerpos de agua. Ejemplos de este tipo de inundaciones se observan en los ríos de la cuenca del Océano Pacífico, como La Leche y Tumbes (CENEPRED, 2014, p. 74).

Por otro lado, las inundaciones estáticas o de desarrollo lento suelen ocurrir cuando las lluvias son persistentes y prolongadas, lo que produce un incremento gradual en el volumen del río hasta que supera

su capacidad de carga máxima. Esto conduce al desbordamiento del río y a la inundación de áreas llanas adyacentes, conocidas como llanuras de inundación (CENEPRED, 2014, p. 75).

Por su origen:

Inundaciones pluviales:

Son producidos por la acumulación de la precipitación en un área o cuenca determinada sin que sea necesario que un curso de agua se desborde. Estas inundaciones suelen surgir a raíz de lluvias intensas y continuas, es decir, cuando se registra una gran cantidad de precipitación en un breve periodo de duración o cuando hay una lluvia medida y constante sobre un suelo con escasa capacidad de absorción (CENEPRED, 2014, p. 75).

Inundaciones fluviales:

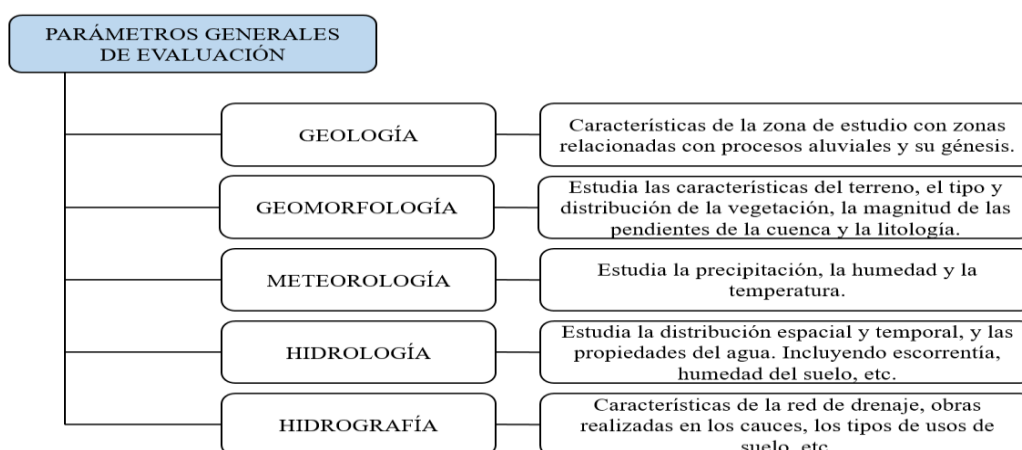
Son consecuencia del aumento considerable de ríos y arroyos, causado por un repentino incremento del caudal de agua más allá de lo que el lecho o cauce puede trasladar sin desbordarse. Este fenómeno, conocido como crecida, resulta del exceso de lluvias (CENEPRED, 2014, p. 75).

Parámetros de evaluación:

Los criterios generales necesarios que ayuden a determinar el evento de procedencia natural; la cantidad y la dificultad de los factores analizado en el área geográfica concreta, dependiendo de la profundidad de análisis (tamaño) del trabajo de investigación por lo que esta relación puede cambiar.

Figura 6

Parámetros generales de evaluación



Nota: (CENEPRED, 2014).

Clasificación de los niveles de peligrosidad

Se establecerán niveles de riesgo que abarcan desde bajo hasta muy alto, con sus respectivas características y valores asignados como se detalla en el Anexo N° 05, para definir los criterios de peligrosidad en el área de investigación.

Tabla 1

Escala de los niveles de peligro

Nivel de peligro	Rango
Muy alto	$0.260 \leq R \leq 0.503$
Alto	$0.134 \leq R \leq 0.260$
Medio	$0.068 \leq R \leq 0.134$
Bajo	$0.035 \leq R \leq 0.068$

Nota: (CENEPRED, 2014).

2.2.4. Vulnerabilidad

En líneas generales, la vulnerabilidad se relaciona con la posibilidad de que una comunidad sufra daños humanos y materiales cuando se enfrenta a diversas amenazas, ya sean naturales, tecnológicas o de origen humano en un sentido más amplio. Este riesgo está estrechamente vinculado con el nivel de fragilidad de los elementos que constituyen la comunidad, como su infraestructura, viviendas, actividades

económicas, nivel de estructura, mecanismos de advertencia y avance en la institucionalización y el panorama político., entre otros factores. La magnitud de los daños dependerá del grado de vulnerabilidad existente. En este contexto, la vulnerabilidad se entiende como el valor o magnitud en el cual un elemento o sujeto exhibido puede sufrir impactos cuando se encuentra frente a un peligro. El individuo amenazado comprende los componentes sociales o materiales del entorno de una comunidad, tales como sus residentes, propiedades, actividades económicas o servicios públicos (Cardona, 2019, p. 58).

2.2.4.1. Factores de vulnerabilidad

Factores de exposición

Se hace referencia a las opciones y acciones que sitúan a los individuos y sus modos de vida en áreas expuestas a peligros. La exposición surge de una interacción inadecuada con el entorno, producto de procesos de crecimiento poblacional sin planificación, migraciones desorganizadas, una urbanización carente de una planificación territorial adecuada o políticas de desarrollo económico poco sustentables. A medida que la exposición aumenta, también lo hace la vulnerabilidad.

Factores de fragilidad

Se relaciona con las condiciones desfavorables o la fragilidad relativa de las personas y sus estilos de vida frente a una amenaza. Normalmente, se centra en los aspectos físicos de una comunidad o sociedad y surge de factores internos, como los métodos de construcción y los materiales utilizados, entre otros elementos. A medida que aumenta la fragilidad, también lo hace la vulnerabilidad.

Análisis de exposición de elementos

Exposición Social y Económica: La exposición aborda las alternativas y acciones que colocan a los individuos y sus formas de subsistencia en áreas afectadas por un riesgo. Esta exposición surge de

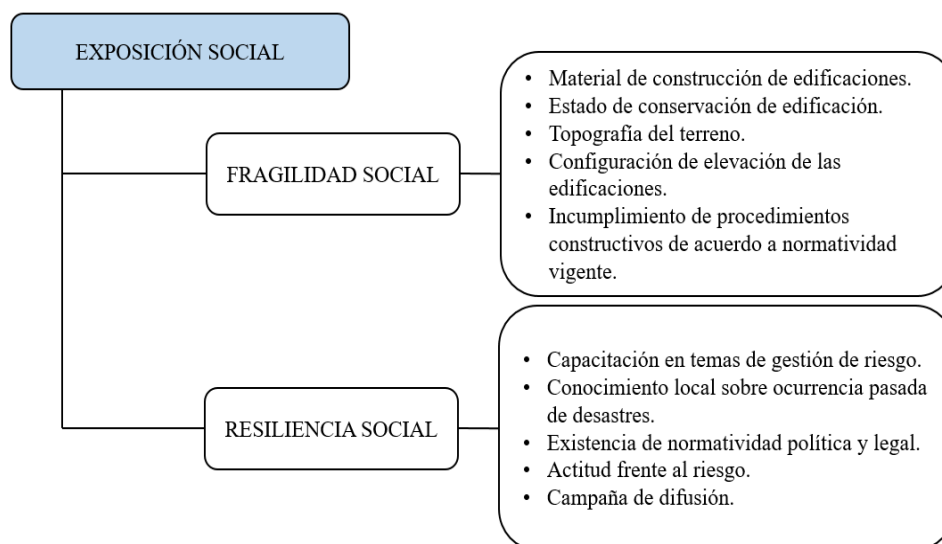
una relación inadecuada con el entorno, ya sea debido a procesos de crecimiento demográfico no planificados, migraciones desordenadas, Expansión urbana sin una supervisión territorial efectiva o políticas económicas que no garantizan un desarrollo sostenible. A medida que aumenta la exposición, también lo hace la vulnerabilidad.

Análisis en la dimensión social

Se procede a identificar la población que se encuentra comprometido en el área afectada por un evento natural, distinguiendo entre aquellos que son vulnerables y los que no lo son. Luego, se lleva a cabo un estudio sobre la fragilidad social y la capacidad de adaptación y fortaleza social dentro de la comunidad considerada vulnerable, lo que permite determinar los diferentes niveles de vulnerabilidad social.

Figura 7

Dimensión de exposición social



Nota: (CENEPRED, 2014).

2.2.4.2. Determinación de niveles de vulnerabilidad

2.2.4.2.1. Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

Para establecer los niveles de riesgos, es posible clasificar las áreas de vulnerabilidad en varios niveles de distinto grado: bajo, medio, alto y muy alto. En el Anexo N°06, se proporcionan detalles sobre las características específicas y los valores correspondientes a cada uno de estos niveles, sin embargo, de manera resumida se muestran los grados de fragilidad o riesgo considerados con el propósito de estimación.

Tabla 2

Niveles de vulnerabilidad

Nivel de vulnerabilidad	Rango
Muy alto	0.260 <= R <= 0.503
Alto	0.134 <= R <= 0.260
Medio	0.068 <= R <= 0.134
Bajo	0.035 <= R <= 0.068

Fuente: (CENEPRED, 2014).

2.2.5. Riesgo

El riesgo se refiere a la acumulación de potenciales pérdidas que podría generar evento catastrófico u otra circunstancia negativa que afecte la vida, la salud y los medios de subsistencia, recursos y prestaciones en una población determinada durante un tiempo futuro específico. Este riesgo se manifiesta cuando se enfrenta una causa de amenaza en conjunto con una condición particular que aumenta la probabilidad de sufrir daños. Para el cálculo de riesgo, se emplea la siguiente ecuación:

$$\text{Riesgo} = \text{Vulnerabilidad} \times \text{Peligro}$$

2.2.5.1. Identificación de zonas de riesgo potencial significativo

La extensión con una capacidad significativa de riesgo se define como aquellas zonas donde se ha establecido una probabilidad considerable de riesgo o donde se considera altamente probable la ocurrencia de dicho riesgo. Estas zonas se identifican a través del análisis de los efectos importantes o relevantes, o los posibles efectos adversos de los eventos naturales previamente identificados en las

regiones geográficamente expuestas. Las zonas escogidas estarán con el propósito de elaboración de mapas que representan los peligros y riesgos, así como de la formulación de estrategias para manejar los riesgos.

2.2.5.1.1. Matriz de riesgo

La matriz bidimensional nos permite establecer los diferentes grados de riesgo, así como determinar también los diferentes grados de peligrosidad y de vulnerabilidad. Ver Tabla 3 y Anexos

Tabla 3

Matriz para la determinación del riesgo

Peligro Muy Alto	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
Peligro Alto	0.260	0.018	0.035	0.068	0.131
Peligro muy bajo	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
Peligro Bajo	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.26	0.503
		Vulnerabilidad Baja	Vulnerabilidad Alta	Vulnerabilidad Media	Vulnerabilidad muy Alta

Nota: (CENEPRED, 2014).

Tabla 4.

Rango para la determinación del nivel de riesgo

Riesgo muy alto	$0.068 \leq R \leq 0.253$
Riesgo alto	$0.018 \leq R \leq 0.068$
Riesgo medio	$0.005 \leq R \leq 0.018$
Riesgo bajo	$0.001 \leq R \leq 0.005$

Nota: (CENEPRED, 2014).

2.2.5.1.2. mapa de niveles de riesgo

La comprensión de las áreas con diversos niveles para el riesgo, considerando tanto el grado de peligro, así como los niveles vulnerabilidad, se emplea en las actividades de reordenamiento, planeamiento y gestión territorial. Dichos niveles reflejan el uso previsto para las áreas y los posibles daños a los que estarían expuestos. La creación del plano de los grados de riesgo es derivada de los análisis de los mapas de peligro y nivel de vulnerabilidad.

Los criterios para establecer la matriz para determina los niveles de riesgo se explica en Anexos de este estudio por lo que de manera resumida presentamos la siguiente matriz que estable los rangos de clasificación de los niveles de riesgo establecidos.

Tabla 5

Operacionalización de variables matriz para determinar nivel de riesgo

Niveles de riesgo	Rango
Muy alto	$0.068 \leq R \leq 0.253$
Alto	$0.018 \leq R \leq 0.068$
Medio	$0.005 \leq R \leq 0.018$
Bajo	$0.001 \leq R \leq 0.005$

Nota: (CENEPRED, 2014).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

a. Advertencia temprana: La entrega de la información debe ser rápida y muy eficientemente, por medio de las entidades correspondientes, que permita a los individuos que están

expuestas a un inminente peligro se pueda tomar medidas para reducir o evitar su exposición al riesgo y estar prepararse para una respuesta efectiva ante un evento natural (ISDR, 2004, p. 16).

b. Amenazas de carácter hidrometeorológicas: Son los eventos de los fenómenos naturales que se generan en la naturaleza atmosférica, hidrológica u oceanográfica, que originan la pérdida de vidas humanas o lesiones, pérdidas y estragos a la propiedad privada, ocasionando trastornos sociales y económicos perjudicando al medio ambiente (ISDR, 2004, p. 16).

c. Análisis de riesgo: Identificación, estudios y seguimiento de cualquier peligro para determinar su potencial, origen, características y comportamiento (ISDR, 2004, p. 16).

d. Conciencia pública: Los procedimientos para informar a la ciudadanía en términos generales, aumentando el conocimiento acerca de los riesgos y las formas en que las personas pueden tomar medidas para disminuir su vulnerabilidad frente a los peligros. Esto adquiere una relevancia especial para los empleados del sector público al cumplir con sus deberes de proteger tanto vidas como bienes privados y públicos en situaciones de desastre (ISDR, 2004, p. 16).

e. Degradación ambiental: La reducción de la producción natural del ambiente para proveer los objetivos, servicios y necesidades básicas de la sociedad y ecología (ISDR, 2004, p. 16).

f. Desastre: Una interrupción severa del funcionamiento normal en la población, comunidad o sociedad que resulta en pérdidas significativas de vidas humanas, recursos materiales, bienestar económico o daños ambientales extensos, excediendo la capacidad de la comunidad o sociedad afectada para enfrentar la situación utilizando sus propios medios (ISDR, 2004, p. 16).

g. Evaluación/análisis de riesgos: desarrollo e implementación de un método para identificar la naturaleza y la magnitud del riesgo a través de la evaluación de posibles peligros y el análisis de las condiciones actuales de vulnerabilidad que puedan constituir una amenaza o causar daños a las personas, la propiedad, los medios de vida y el entorno ambiental en los que dependen (ISDR, 2004, p. 16).

h. Fenómenos o eventos naturales: Son cambios que se producen en la madre naturaleza, generando los perjuicios que ocurren como resultado de una ocupación inapropiada del territorio, los cuales en ocasiones pueden tener impacto en la vida humana. (Maskrey, 1993, p. 7).

i. Inundaciones o aniegos: Se originan a partir de las precipitaciones muy intensas o continuas exceden la capacidad infiltración del suelo, y que el volumen máximo de conducción del caudal de un río es excedido y el curso principal el caudal se sale para cubrir los terrenos circundantes (CENEPRED, 2014, p. 74).

j. Administración y gestión de emergencias: La administración y gestión de eventos catastróficos, se plantea como responsabilidades a las institucionales para hacer frente en todos los aspectos generados por emergencias, particularmente la preparación, la intervención a una respuesta, rehabilitación y la resiliencia (ISDR, 2004, p. 17).

k. Administración y Gestión del riesgo de desastres: Es un proceso organizado para tomar las decisiones administrativas, estructura organizativa, competencias y habilidades operativas necesarias para llevar a cabo la implementación de políticas, planes y habilidades de afrontamiento de la sociedad y las comunidades es esencial para mitigar los efectos de los riesgos naturales y los desastres ambientales y tecnológicos asociados. Esto implica todas las formas de actividades, incluidas las medidas estructurales y no estructurales para prevenir o reducir (mitigación y preparación) los impactos negativos de los riesgos (ISDR, 2004, p. 17).

l. Medidas estructurales / no estructurales: Estas medidas abarcan cualquier tipo de construcción física diseñada para disminuir o prevenir los efectos potenciales de los peligros. Esto comprende iniciativas de ingeniería y la edificación de estructuras e infraestructuras que sean protectoras y capaces de resistir los riesgos identificados. (ISDR, 2004, p. 17).

m. Mitigación: Son las Actividades a través de medidas estructurales y no estructurales emprendidas para restringir los impactos adversos de los peligros naturales o antrópicos, mitigando el deterioro del medio ambiente y los riesgos asociados generados por la tecnología (ISDR, 2004, p. 17).

n. Peligro: Un suceso físico, fenómeno o acción humana que tiene el potencial de ocasionar pérdida de vidas o lesiones, daños materiales, disturbios sociales y económicos, o deterioro del medio ambiente. (ISDR, 2004, p. 17).

ñ. Peligros Naturales: Son también las medidas estructurales y no estructurales emprendidas para mitigar las consecuencias negativas de los riesgos naturales o antrópicos, el deterioro del entorno natural y los riesgos derivados de la tecnología. (ISDR, 2004, p. 17).

o. Prevención: Actividades para evitar por completo los impactos adversos de los peligros y medios de mitigación para reducir los desastres ambientales, tecnológicos, biológicos relacionados con el ambiente (ISDR, 2004, p. 17).

p. Análisis de pronósticos: Declaración definitiva o estimación estadística de la ocurrencia de un evento futuro (ISDR, 2004, p. 18).

q. Recuperación: Actividades de decisiones y medidas implementadas tras un evento catastrófico con el objetivo de restablecer o mejorar las condiciones de vida anteriores al desastre en la comunidad afectada, al mismo tiempo que se promueven y facilitan los cambios necesarios para reducir el riesgo de futuros desastres (ISDR, 2004, p. 18).

r. Reducción del riesgo de desastres: Estos son los componentes del enfoque teórico que se tienen en cuenta para reducir las vulnerabilidades y los riesgos de desastres en una sociedad en su totalidad, con el fin de prevenir o reducir los impactos negativos de las amenazas, todo ello dentro del contexto más amplio del desarrollo sostenible. (ISDR, 2004, p. 18).

s. Riesgo: Probabilidad de sufrir efectos negativos o pérdidas anticipadas, como muertes, lesiones, daños a la propiedad, medios de subsistencia, interrupción de la actividad económica o impacto ambiental, como resultado de la interacción entre riesgos naturales o provocados por el ser humano y condiciones vulnerables (ISDR, 2004, p. 18).

t. **Riesgo aceptable:** Los niveles de pérdida que una sociedad o población considera como tolerables en función de las condiciones culturales, sociales, políticas, económicas, técnicas y ambientales vigentes. (ISDR, 2004, p. 18).

v. **Resiliencia ante eventos:** La habilidad de un sistema, población o sociedad expuesta a amenazas para ajustarse, resistir o transformarse con el fin de lograr y mantener un nivel aceptable de funcionamiento y estructura. Esto depende de cuán bien el sistema social pueda organizarse para aprender de desastres anteriores, aumentando así su capacidad de protección futura y mejorando las estrategias de reducción de riesgos. (ISDR, 2004, p. 18).

w. **Sistemas de información geográfica (SIG):** Análisis que integran bases de datos interrelacionadas con interpretación espacial y resultados a menudo representados en mapas. Una descripción más detallada abarca los programas informáticos diseñados para recopilar, almacenar, verificar, integrar, datos sobre la tierra que están espacialmente referenciados (ISDR, 2004, p. 18).

x. **Vulnerabilidad ante eventos catastróficos:** Son condiciones establecidas debido a factores o hechos físicos, comportamientos sociales, situaciones económicas y medio ambientales que aumentan la vulnerabilidad la sensibilidad de la comuna frente a la manifestación de amenazas (ISDR, 2004, p. 18)

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

3.1. HIPÓTESIS

3.1.1. Hipótesis general

El nivel de riesgo por inundación en las márgenes de la quebrada Ñacchero en la ciudad de Abancay, provincia de Abancay – Apurímac 2022, es alto.

3.2. MÉTODO

En la presente investigación se hizo uso del estudio en campo y/o observación. El cual fue fundamental y básico para cumplir con los objetivos de la investigación (Sampieri, 2018, p. 4).

Con lo expuesto anteriormente, como método de recopilar información se fijo en la etapa de campo, y se hizo uso de la técnica de la observación, así como fichas de encuestas.

3.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se planteo de tipo descriptivo y explicativo, según Valderrama (2017). Ya que intenta analizar la problemática que se presenta debido al crecimiento poblacional en las márgenes de la quebrada Ñacchero y que al finalizado el mismo, se han propuesto alternativas para una prevención del riesgo por desbordamiento, con la finalidad de fomentar una administración adecuada de los riegos ante desastres.

3.4. NIVEL O ALCANCE DE INVESTIGACIÓN

Se tiene como ámbito, un nivel descriptivo, ya que debido a la naturaleza del estudio este se describe a partir de las condiciones de los factores geológicos, climáticos, poblacionales y urbanísticas que existe en el área de la cuenca Ñacchero.

3.5. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

Corresponde a un estudio no experimental – diseño transversal, ya que se consideró como base, la información geológica, geomorfológica, data de precipitaciones y datos poblacionales. Es de tipo

retrospectivo, por la data de años anteriores. Y es de carácter transversal, ya que se realizará solo una vez las mediciones y estimaciones de los niveles del tirante de las máximas avenidas, con sus respectivos parámetros hidráulicos y topográficos.

Enfoque

El método utilizado en esta investigación es de naturaleza cuantitativa. El enfoque cuantitativo realiza medición numérica de las variables; para luego probar hipótesis (Hernández et al., 2014, p.4).

3.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.6.1. Variable independiente

Inundación fluvial

3.6.2. Variable dependiente

Riesgo por inundación fluvial.

Tabla 6*Matriz de la operacionalización de las variables*

Variables	Def. conceptual	Def. operacional	Indicador	Escala de medición
Variables Independientes: Inundación Fluvial	Generadas por el desborde del río. Se le atribuye al incremento brusco del caudal sobreponiéndose sobre cauce natural que tiene la capacidad de conducir sin desborde, como son las máximas avenidas o crecidas. (INDECI, 2011).	Se estudiará a partir de las estaciones meteorológicas y características geomorfológicas y tipos de suelo para identificar las propiedades y causas probables de una inundación.	Precipitación	bajas intermedias altas Muy altas intensas
			Pendiente	0°-1° 1°-5° 5°-25° 25°-45°
			Intensidad media (mm/h)	De razón
Variables Dependientes: Riesgo por inundación	Las consecuencias probables de Daños anticipados, que pueden incluir	Se determinarán La magnitud del riesgo y la	Niveles de Peligro	Bajo Medio Alto Muy Alto

Variables	Def. conceptual	Def. operacional	Indicador	Escala de medición
	pérdida de vidas, lesiones, daños a la propiedad, medios de vida afectados, interrupción de la actividad económica o impacto ambiental, debido a la interacción de riesgos ISDR, 2004, p. 1).	susceptibilidad asociados a los crecidas en la quebrada Ñacchero, para su propuesta de acciones preventivas destinadas a disminuir los daños y peligros.	Niveles de Vulnerabilidad	Bajo moderado Alto Muy Alto
			Alternativas Estructurales y no estructurales	De razón

Nota: tesis.

Las variables independientes y dependientes son variables cuantitativas continuas.

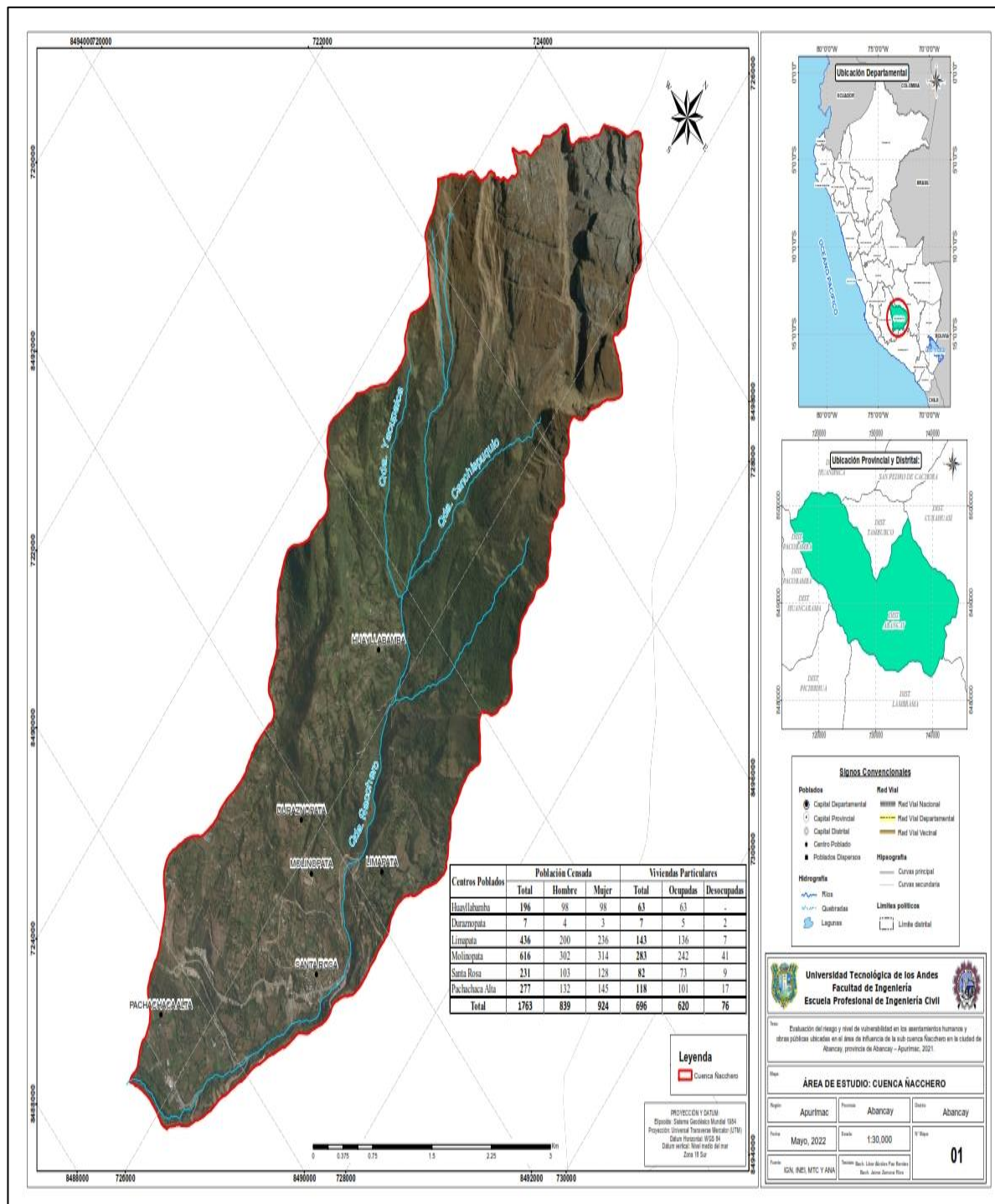
3.7. POBLACIÓN, MUESTRA Y MUESTREO

3.7.1. Población

El estudio está comprendido por los lotes y parcelas habitadas que se encuentran dentro de la cuenca de la quebrada Ñacchero. De acuerdo con el registro de población y vivienda del año 2017 (INEI), se encontró seis centros poblados ubicados en el área de influencia de la quebrada Ñacchero como lo mostramos en la Figura 8, con una población de 1763 habitantes y 696 viviendas.

Figura 8

Mapa de Ubicación *del área y población de estudio*



Nota: Elaboración propia en base a la información del INEI 2017.

Tabla 7*Población por centros poblados de la cuenca Ñacchero*

Centros Poblados	Según Censo			Viviendas Privadas		
	Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas	Desocupadas
Limapata	436	200	236	143	136	7
Molinopata	616	302	314	283	242	41
Santa Rosa	231	103	128	82	73	9
Pachachaca Alta	277	132	145	118	101	17
Total	1560	737	823	626	552	74

Nota: INEI, 2017.

Tabla 8*Población total de la cuenca de la quebrada Ñacchero*

Ubigeo	Departamento	Provincia	Distrito	Total	Cuenca	Total
3010	Apurímac	Abancay	Abancay	69 028	Ñacchero	1560

Nota: INEI, 2017.

3.7.2. Muestra

Las muestras se obtuvieron a partir de los criterios de inclusión y exclusión: Donde la población fue las viviendas, los cuales se tomaron como muestra para el estudio y están son las viviendas y construcciones más próximas a las riberas y márgenes de la quebrada Ñacchero, que están muy próximos al cauce de la quebrada, y los que están en la parte alta de la cuenca, que mayormente son centros poblados.

Criterio de exclusión: para este caso no se han considerado para el análisis las viviendas y elementos estructurales y las poblaciones que se encuentran a distancias muy lejanas al cauce principal de la quebrada Ñacchero y no estén dentro de la cuenca Ñacchero.

Por lo que, se indica que las muestras del estudio son todos los datos recopilados que cumplen con este criterio.

3.7.3. Muestreo

Los instrumentos realizados para la recolección de datos fueron la información relacionados a la población que se encuentra ocupando áreas próximas a las márgenes o cauce de la quebrada Ñacchero.

Por lo tanto, de acuerdo al trabajo de campo realizado se encontró 165 viviendas ubicadas en las márgenes de la quebrada Ñacchero.

3.8. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

3.8.1. Técnicas

El procedimiento aplicado fue, utilizando la propuesta metodológica de su segunda versión del (CENEPRED, 2014). Este libro se basa en los datos producidos por entidades (técnico-científicas), lo que facilita la definición de los factores, las variables y los parámetros para la determinación de los grados de peligrosidad. Así mismo, se utilizaron programas y softwares especializados para procesar y presentar la información a través de imágenes, cuadros, tablas, planos, , registros, figuras y otros formatos.

3.8.2. Instrumentos

Se emplearon herramientas de naturaleza mixta, combinando enfoques cuantitativos, mediante la utilización de instrumentos validados y con alta confiabilidad basados en estudios realizados previamente respaldados por la literatura científica, los cuales fueron adaptados y ajustados para abordar la problemática específica. Asimismo, se aplicó un enfoque cualitativo, respaldado por diversas técnicas desarrolladas durante el estudio. Entre las herramientas utilizadas se encuentran las fichas de observaciones, formatos de observación, registros manuscritos, cámara fotográfica.

3.8.3. Procedimiento

Reconocimiento de las diversas categorías de amenazas en el perímetro de investigación, como desbordamiento y deslizamientos originados por las lluvias intensas.

Examinar las peculiaridades del relieve y la geografía, así como los registros meteorológicos, la composición del suelo y la existencia de inclinaciones en el área.

Recolección de información social, económica y de salud de los habitantes mediante el método de Saaty, a través de conversaciones realizadas a las familias previamente seleccionadas de la población de interés de estudio.

Procesado de los datos para la evaluación de la información recolectada tanto en el terreno como en gabinete para determinar los niveles de amenaza, la vulnerabilidad y el riesgo en las zonas de afectación.

Desarrollo de todas posibles y múltiples soluciones, tanto estructurales como no estructurales, que mitiguen el riesgo de inundaciones en las orillas de la quebrada Ñacchero, ubicada en la ciudad de Abancay, Apurímac.

3.8.4. Métodos de Análisis de Datos

En el procesamiento y análisis de datos se incluyó la aplicación de estadística básica descriptiva, desarrollándose así el método jerárquico de evaluación de matrices (SAATY), y el empleo de herramientas informáticas para cálculos y representación gráfica, tales como Excel. Además, se recurrió a imágenes satelitales proporcionadas por Sasplanet, así como a las plataformas geoespaciales ArcGis y SIGRID.

3.8.4.1. Método de Saaty

Se aplicó la técnica del análisis jerárquico que se basa en la generación de matrices, que implica asignar puntuaciones a los parámetros y descripciones vinculados a una decisión. De esta manera, se evaluaron las distintas opciones de acuerdo con los criterios especificados en la Tabla 9.

Tabla 9*Criterios de valoración de la escala de la matriz saaty*

Criterios de valoración	Valores Numéricos
Igual importancia al comparar dos variables	1
Moderada importancia de una variable sobre otra	3
Fuerte importancia de una variable sobre otra	5
Muy fuerte importancia de una variable sobre otra	7
Extrema importancia de una variable sobre otra	9
Valores de comparación intermedios	2, 4, 6, 8

Nota: CENEPRED (2014, pág. 12)

Los criterios para el proceso de asignación de pesos se basan en los elementos que mencionamos a continuación:

Parámetros básicos de análisis: Se utilizan para el reconocimiento de los aspectos y factores que permitan evaluar un evento bajo análisis. Las cantidades de las filas y las columnas en una matriz de puntuación se obtendrá según el número de parámetros considerados, generando así una matriz simétrica.

La matriz de comparación de pares: implica la comparación relativa de los elementos, utilizando la escala proporcionada por la metodología Saaty, para determinar su importancia relativa

La suma inversa: Con el fin de simplificar el cálculo de la ponderación, es necesario contar con una matriz que contenga valores en formato decimal. La suma de las inversas de las sumas totales se evalúa mediante la suma de cada columna.

Matriz de normalización: Se determina al multiplicar lo opuesto de todas las sumas totales por cada factor en su columna correspondiente.

El vector de priorización: se calcula sumando el promedio de cada fila. Según el método, la suma de cada columna debe ser igual a uno.

Cálculo de λ : Se divide los elementos del vector de suma ponderada entre el valor correspondiente de prioridad en cada factor.

Cálculo de λ_{\max} : se suman todos los valores de λ .

Cálculo del índice de consistencia:

$$IC = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad \text{Ecuación 1}$$

Por lo que “n” representa el número de parámetros seleccionados.

Cálculo de la relación de consistencia:

$$RC = \frac{IC}{IA} \quad \text{Ecuación 2}$$

El parámetro IA corresponde a un índice de carácter aleatorio de la matriz donde se realiza las comparaciones apareadas y reproducidas aleatoriamente. Para las matrices de tres parámetros, el valor de la relación de consistencia no debería superar el valor nominal de 0.040, no obstante que, para las matrices de parámetros con cuatro criterios, esta relación de consistencia debe corresponder a valores inferiores a 0.080 y en el caso de matrices superiores a cuatro los valores deben ser inferiores a 0.100.

3.9. CONSIDERACIONES ÉTICAS

Un aspecto fundamental en este sentido es la diligencia, ya que se espera que la investigación se lleve a cabo según lo establecido en el cronograma. En lo que respecta a la Exactitud de los datos, se siguen meticulosamente las normativas, fuentes y herramientas utilizados en los ensayos, con el fin de lograr resultados de alta calificación. Por otra parte, la integridad es crucial y se ha tenido en cuenta en cada instante durante la elaboración de este estudio, manteniendo una perspectiva social coherente con las

dificultades del área. Se han empleado equipos específicos de dicha región, lo que hace que la labor sea completamente auténtico y singular.

3.10. PROCESAMIENTOS ESTADÍSTICOS

La información generada para este estudio se realizó con programas computacionales para procesar textos y hojas de cálculo, con los cuales también se procesaron los resultados que se obtuvieron a través de los instrumentos previamente aplicados.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Determinación del nivel de peligro por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero.

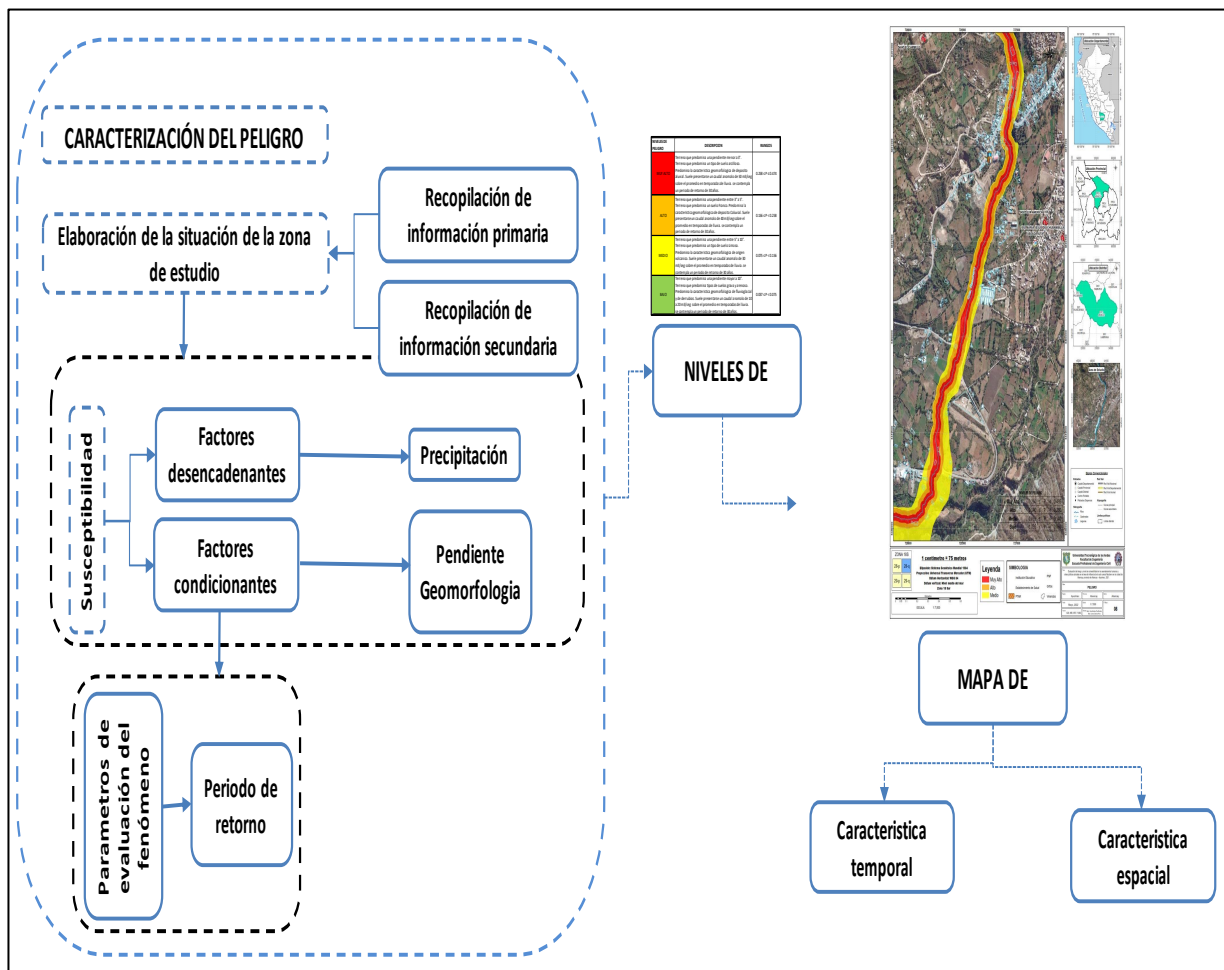
Para establecer los niveles de peligros de origen hidrometeorológico, específicamente de inundación, se enfocará exclusivamente en este peligro, a pesar de la existencia de otros riesgos en la zona, como aquellos relacionados con geodinámica interna, externa, hidrometeorología, biológicos y de origen humano. Para obtener dichos niveles de peligro por inundación en la quebrada Ñacchero, ubicada en el distrito y provincia de Abancay, se examinaron los factores vinculados a la susceptibilidad del terreno. Esto implicó el análisis de los factores que condicionan y desencadenan dicho peligro, como se detalla a continuación:

4.1.1.1. Determinación de los niveles de peligro

Los niveles de peligrosidad para un evento de inundación, se estableció la siguiente metodología Ver (Figura 9) lo que describimos a continuación:

Figura 9

Metodología para la determinación los niveles de peligrosidad



Nota: CENEPRED.

4.1.1.2. Parámetros o criterios considerados en el análisis

Es fundamental resaltar que los criterios de evaluación deben ser considerados como unidades cartográficas reconocidas dentro del alcance del proyecto de inversión. Estos criterios ayudan a describir la magnitud con la que un riesgo impacta en una zona geográfica específica, y están asociados con evidencias del riesgo, como indicadores de alturas, velocidades, volúmenes o áreas afectadas.

Figura 10

Cuadro esquemático para los parámetros o criterios

TIPO DE PELIGRO	PARÁMETRO DE EVALUACIÓN	SUSCEPTIBILIDAD	
	Intensidad	FACTORES CONDICIONANTES	FACTOR DESENCADENANTE
Sismos	Escala de Mercalli Modificada, propagación de onda sísmica (nivel de sacudimiento del suelo).	Unidades geológicas, unidades geomorfológicas y tipos de suelos (Sistema Unificado de Clasificación de Suelos - SUSC).	Magnitud del sismo.
Tsunamis	Altura y velocidad de agua en zona inundable. Altura de ola.	Unidades geomorfológicas, pendiente y altitud.	Magnitud del sismo.
Licuación de suelos	Velocidad de sacudimiento.	Nivel de cohesión y tipo de suelo SUCS. Profundidad de la napa freática.	Magnitud del sismo.
Movimientos en masa (deslizamientos, caída de rocas, reptación)	Área y/o volumen de materiales inestables, altura de materiales removidos y velocidad de desplazamiento de materiales.	Unidades geológicas, unidades geomorfológicas, pendiente, tipos de suelos (SUCS) y cobertura vegetal.	Precipitaciones pluviales, magnitud del evento.
Flujo de detritos	Altura y/o velocidad de flujos en zona afectada.	Unidades geológicas, unidades geomorfológicas y pendiente.	Precipitaciones pluviales.
Inundación (Pluvial, fluvial)	Altura de agua en zona inundable, factor de sumergencia y tirante de flujo.	Unidades geológicas, pendiente y unidades geomorfológicas.	Precipitaciones pluviales.
Erosión Fluvial	Área erosionada, velocidad de erosión.	Tipos de suelos, unidades geomorfológicas, pendiente y grado de curvatura (coef. de meandricidad)	Precipitaciones pluviales.

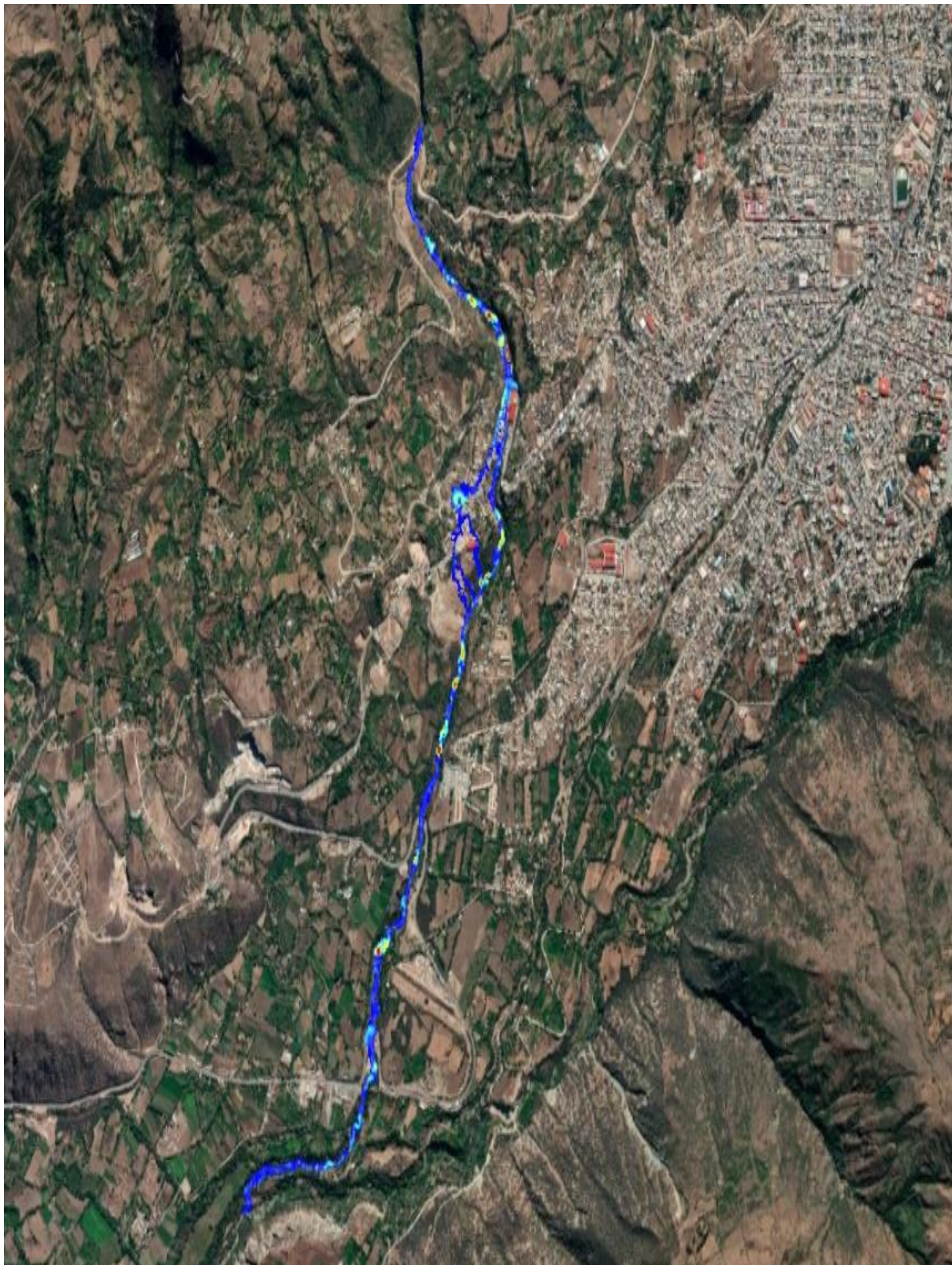
Nota: R.J. N° 058-2020-CENEPRED.

Como el trabajo trata de una inundación o desborde, para ello se utilizaron como parámetros de evaluación de riegos: el tirante del caudal máximo para un periodo de recurrencia de cien años, como se establece en la norma (ANA).

El parámetro de evaluación principal o evento a analizar se obtuvo a partir de la simulación de inundaciones en la quebrada Ñacchero, simulación que se obtuvo a partir de los datos topográficos realizados con un equipo de Dron en toda la quebrada el cual fue procesada en un sistema gis, para luego determinar los niveles de inundación a través del programa IBER donde se realizó la simulación hidráulica con los parámetros hidrológicos para un lapso de 100 años de tiempo de recurrencia.

Figura 11

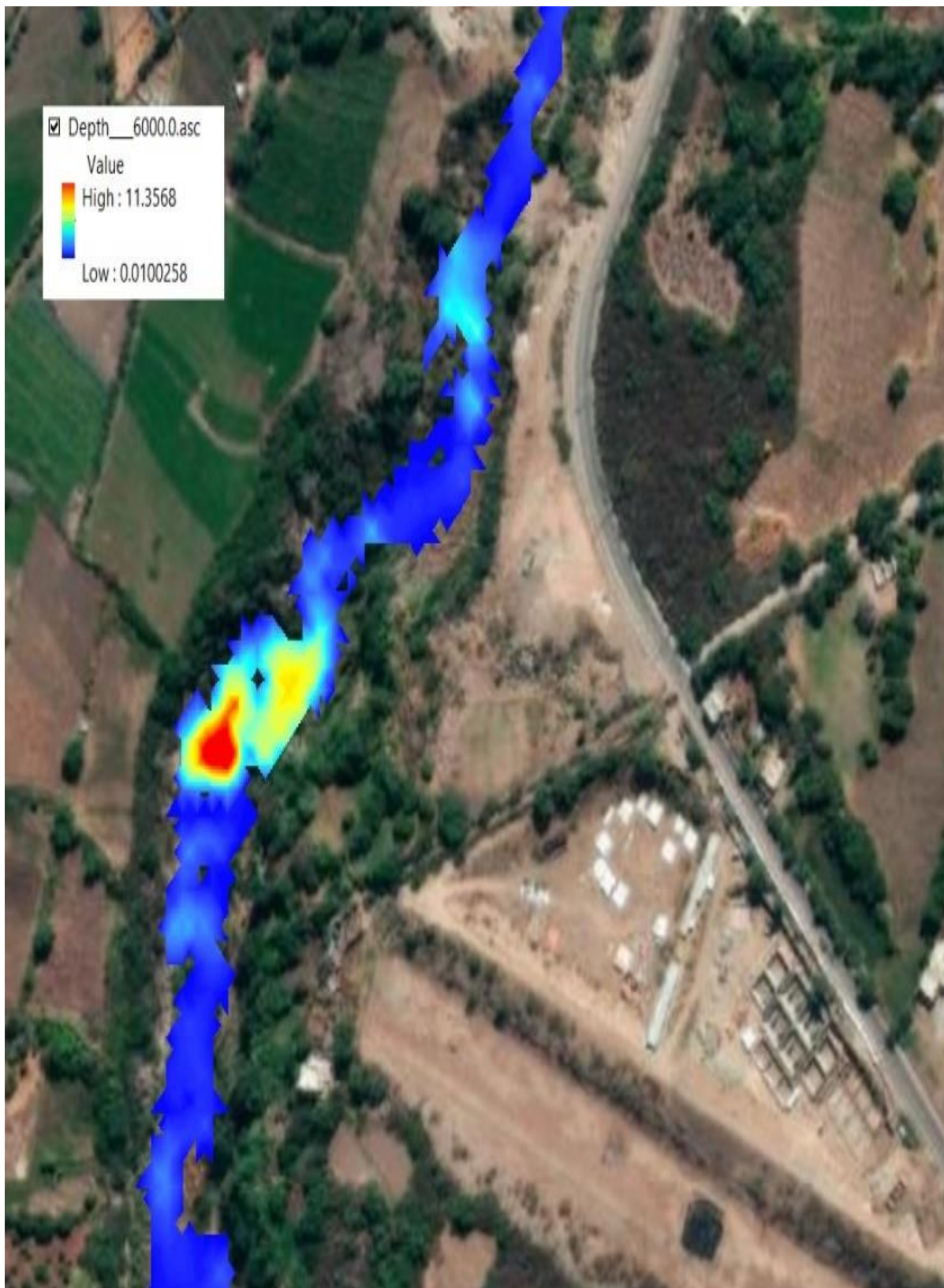
Modelación hidráulica de la quebrada Ñacchero



Nota: Tesistas.

Figura 12

Representación vectorial de los niveles de inundación



Nota: Tesistas.

Evaluación para el parámetro tirante de flujo

Para la evaluación del parámetro altura o tirante de flujo se utilizó las matrices de comparación de pares y normalización de pares con las siguientes escalas (Ver ANEXOS)

Tabla 10

Rangos de la precipitación pluvial

Niveles del parámetro	Tirante (m)	Niveles de peligrosidad
1	Mayores a 1.00	1
2	0.60 - 1.00	3
3	0.20 - 0.60	5
4	0.0 - 0.20	7
5	Menores a 0.10	9

Nota: Tesistas.

Del análisis matricial para este parámetro cuyos resultados mostramos a continuación del índice de consistencia IC y relación de consistencia RC para este parámetro obtenido.

Tabla 11

Cuadro de resultados

IC	RC
0.0609	0.0538

Fuente: Tesistas.

4.1.1.3. Susceptibilidad del terreno de estudio

La propensión del área circundante a inundaciones fluviales en la quebrada Ñacchero (márgenes), se evaluó considerándose los siguientes variables o elementos característicos:

Tabla 12*Elementos característicos condicionantes para la susceptibilidad*

Factor Desencadenante	Elementos Condicionantes		
Precipitaciones pluviales	Pendiente de la cuenca	Geomorfología	Geología

Nota: Tesistas.

El método empleado para la evaluación de la peligrosidad, así como la vulnerabilidad se fue por Análisis Jerárquico recomendado en la guía metodológica de Evaluación de Riesgos en la 2da versión (CENEPRED, 2014).

4.1.1.3.1. Factores desencadenantes en el área de estudio

Para establecer la ponderación según sus pesos característicos de los factores desencadenantes, se realizó utilizando el procedimiento del análisis jerárquico cuyos resultados mostramos a continuación:

Precipitación pluvial

Las lluvias constituyen un factor que determina la generación de las inundaciones fluviales cuyo procedimiento de determinación no permite obtener un mapa temático de las lluvias características de la zona de análisis

Tabla 13*Rangos de la precipitación pluvial*

Niveles del parámetro	Intervalos de Pmax 24 horas (mm)	Niveles de peligrosidad	Priorización ponderada (vectores)
1	P24 > 99p	1	0.503
2	95p < P24 ≤ 99p	3	0.26
3	90p < P24 ≤ 95p	5	0.134
4	75p < P24 ≤ 90p	7	0.068
5	P24 < 75p	9	0.035

Nota: Tesistas.

Con la tabla anterior se procesó los cálculos para que se genere la matriz normalizada de los pares mostrándose también los vectores de priorización (peso ponderado para este parámetro) que indica sobre la importancia de cada uno de los parámetros en el respectivo análisis del evento natural o fenómeno materia de análisis sobre el riesgo. (ver Tabla 13 y Anexos).

Análisis y determinación del IC y RC

La relación de consistencia (RC) es un factor que debe ser inferior al 10% ($RC < 0.1$), donde se indica que los estándares asumidos en la comparación entre dos elementos corresponden a la opción más idónea.

Tabla 14

Cuadro de resultados

IC	RC
0.0609	0.0538

Nota: Tesistas.

4.1.1.3.2. Factores condicionantes en el área de estudio

El análisis de la ponderación de los pesos de estos parámetros condicionantes, se empleó también el procedimiento de análisis en niveles de jerarquía cuyos análisis se muestran seguidamente:

Parámetro de la Geomorfología

Tabla 15

Evaluación de los rangos de las características geomorfológicas

Niveles del parámetro	Característica geomorfológica	Niveles de peligrosidad	Priorización ponderada (vectores)
1	Lecho o Cauce Fluvial	1	0.474
2	Terrazas Fluvio Aluviales	2	0.256
3	Vertiente o piedemonte Aluvial	4	0.158

4	Montaña en roca Sedimentaria	7	0.074
5	Laderas de Montaña Alta	9	0.038

Nota: Tesistas.

Tabla 16

Cuadro de resultados

IC	RC
0.031	0.028

Nota: Tesistas.

Parámetro de la Pendiente

Tabla 17

Evaluación de los rangos de las características de la pendiente

Niveles del parámetro	Intervalos de la característica de la pendiente	Niveles de peligrosidad	Priorización ponderada (vectores)
1	Menores a 10°	1	0.474
2	10° a 18°	2	0.256
3	18° a 26°	4	0.158
4	26° a 36°	6	0.074
5	Mayores a 36°	8	0.038

Nota: Tesistas.

Tabla 18

Cuadro de resultados

IC	RC
0.04	0.036

Nota: Tesistas.

Parámetro de la Geología

Tabla 19

Evaluación de los rangos de las características de la geología

Niveles del parámetro	Características geológicas	Niveles de peligrosidad	Priorización ponderada (vectores)
1	Depósitos Fluviales	1	0.468
2	Depósitos Fluvio-Aluviales	2	0.261
3	Ortogneis Abancay	4	0.153
4	Depósitos Coluviales	6	0.078
5	Formación Socosani	9	0.039

Nota: Tesistas.

Tabla 20

Cuadro de resultados

IC	RC
0.029	0.026

Nota: Tesistas.

Consolidado de los resultados de factores condicionantes

Tabla 21

Evaluación de los rangos de los parámetros de factores condicionantes

Niveles del parámetro	Parámetros Condicionante	Niveles de peligrosidad	Priorización ponderada (vectores)
1	Pendiente	1	0.539
2	Geomorfología	2	0.297

3 Geología 3 0.164

Nota: Tesistas.

Tabla 22

Cuadro de resultados

IC	RC
0.005	0.009

Nota: Tesistas.

4.1.1.4. Jerarquización de los elementos expuestos

Considerando a lo largo de las márgenes de la quebrada Ñacchero incluyen aquellos elementos susceptibles (población, viviendas, senderos rurales, servicios públicos básicos y otros) que se encuentran en el área con mucha fuerza de impacto de la amenaza de inundaciones. Estos elementos pueden verse afectados por las implicaciones derivadas del incidente o eventos de riesgo.

4.1.1.4.1. Dimensión Social: Análisis jerárquico de los elementos expuestos.

Por elementos susceptibles ante una inundación pluvia

El resultado del análisis de los elementos expuestos susceptibles a posibles inundaciones mostramos a continuación.

Tabla 23

Poblaciones susceptibles a inundación fluvial según censo 2017

Centros Poblados	Censo poblacional			Viviendas privadas		
	Total	Hombre	Mujer	Total	Ocupadas	Desocupadas
Limapata	436	200	236	143	136	7
Molinopata	616	302	314	283	242	41
Santa Rosa	231	103	128	82	73	9

Pachachaca Alta	277	132	145	118	101	17
Total	1560	737	823	626	552	74

Nota: INEI - 2017.

Elementos desestimados ante una inundación.

Mostramos los resultados de los elementos expuestos desestimados a inundación según la siguiente Tabla:

Tabla 24

Total, de centro poblados no susceptible a inundaciones

Poblados	Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta					
N° Familias	1485					
Grupo etario	< 14	15 – 29	30 - 44	45 - 64	> 65	Total
Total	432	372	411	241	104	1560

Nota: INEI, 2017.

4.1.1.4.2. Dimensión económica: Análisis de elementos expuestos.

Por exposición susceptible a una inundación

La exposición de los elementos por dimensión económica susceptibles a una inundación se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 25

Servicios básicos susceptibles a inundaciones fluviales

Distrito	Centro Poblado	Servicio Susceptible	Longitud (m)	Tipo de Material
Abancay	Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta	Redes de agua Potable	800	Tub. PVC

Abancay	Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta	Redes de Desagüe	850	Tub. SAL
Abancay	Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta	Redes de Electricidad	850	Tub. SEL

Nota: SIGRID, 2022.

Tabla 26

Vías terrestres susceptibles a inundaciones fluviales

Distrito	Centro Poblado	Vías de Comunicación	Longitud (m)	Tipo de Material
Abancay	Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta	Red Vía Nacional	281	Asfaltado Económico

Nota: SIGRID, 2022.

Tabla 27

Infraestructura de servicios susceptibles a inundaciones fluviales

Distritos	Población	Tipo de Infraestructura	Área (m ²)	Tipo de Material
Abancay	Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta	Grifo	200	Concreto
Abancay	Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta	PTAR	1500	Concreto/ tierra

Nota: SIGRID, 2022.

Exposición desestimada a un evento de Inundación

Los elementos expuestos desestimados por dimensión económica susceptibles a una inundación fluvial se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 28

Viviendas no susceptibles a inundaciones fluviales

Distritos	población	Nro. de viviendas	Nro. de familias
Abancay	Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta	240	208

Nota: Trabajo de campo.

4.1.1.4.3. Dimensión ambiental: Análisis de elementos expuestos

Por exposición de elementos susceptibles a inundaciones

La cantidad de elementos que están expuestos y que son susceptibles a inundación fluvial están presentados en el cuadro que sigue:

Tabla 29

Recursos naturales susceptibles a inundaciones fluviales

Elementos Expuesto	Descripción	Cantidad (has)	Estado o condición actual
Suelo deteriorado	deterioro del suelo debido al desgaste causado por la corriente fluvial, en las riberas de la quebrada Ñacchero.	1.15	Relleno, sin protección de las caudales máximos del río.

Nota: Tesistas.

Por elementos expuestos no considerados a una Inundación

Los elementos expuestos desestimados por dimensión ambiental susceptibles a una inundación fluvial se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 30

Recursos naturales no susceptibles a inundaciones

Elementos Expuesto	Descripción	Cantidad (Ha)	Estado o condición actual
Área Urbana	La zona urbana de Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta, La mayoría de la zona urbana se encuentra ubicada en la margen derecha de la quebrada Ñacchero, y también hay zona urbana en el lado izquierdo de la quebrada Ñacchero.	88.85 Has Aprox.	La condición de la zona urbana varía demasiado ya que presenta diferente infraestructura de vivienda y área pavimentada.

Nota: Tesistas.

4.1.1.5. Descripción del escenario

El escenario más alto considerado para el estudio es el siguiente:

Para el estudio se describe de la siguiente manera: se caracteriza por una precipitación de lluvias máxima en 24 horas (P_{24}) por encima de los 45.25 mm para 100 años de tiempo de retorno, clasificándose como extremadamente lluvioso ($P_{24} > 45.25$ mm); presenta predominantemente pendientes menores a 9° , una geomorfología de lecho fluvial, y una característica geológica de depósito fluvial. En el caso de una precipitación con una recurrencia de 100 años, se generaría una avenida máxima produciendo Una crecida del río en la quebrada de Ñacchero, generando a su vez perjuicios en los objetos expuestos considerados En el ámbito social, económico y ambiental.

4.1.1.5.1. Estimación de los niveles del Peligro en la zona de estudio

Una vez realizado el análisis jerárquico de los datos, los niveles de peligro con sus respectivos rangos se muestran a continuación.

Tabla 31

Evaluación de los rangos generados para el parámetro de evaluación o escenario

Parámetro o escenario de evaluación	Valor ponderado
Tirante o nivel	del Parámetro de evaluación.

Parámetros	Descriptores	
1	0.503	0.503
1	0.26	0.26
1	0.134	0.134
1	0.068	0.068
1	0.035	0.035

Nota: Tesistas.

Tabla 32

Evaluación de los rangos generados del parámetro del factor desencadenante

Factores desencadenantes		Valor ponderado del parámetro desencadenante.
Prec. Máx. 24 hrs. (mm)		
Parámetros	Descriptores	
1	0.503	0.503
1	0.26	0.26
1	0.134	0.134
1	0.068	0.068
1	0.035	0.035

Nota: Tesistas.

Tabla 33

Evaluación de los rangos generados del parámetro del factor condicionante

Rangos de factores condicionantes			Valor ponderado del parámetro condicionante
Pendiente	Geomorfología	Geología	

Parámetros	Descriptor	Parámetros	Descriptor	Parámetros	Descriptor	
0.539	0.457	0.297	0.474	0.164	0.468	0.464
0.539	0.259	0.297	0.256	0.164	0.261	0.259
0.539	0.169	0.297	0.158	0.164	0.153	0.163
0.539	0.077	0.297	0.074	0.164	0.078	0.076
0.539	0.038	0.297	0.038	0.164	0.039	0.038

Nota: Tesistas.

Tabla 34

Evaluación de los rangos generados para el factor susceptibles calculado

Susceptibilidad				Valor ponderado de susceptibilidad
Factores condicionantes		Factores desencadenantes		
Valore	Pesos	Valores	Pesos	
0.464	0.5	0.503	0.5	0.483
0.259	0.5	0.26	0.5	0.259
0.163	0.5	0.134	0.5	0.149
0.076	0.5	0.068	0.5	0.072
0.038	0.5	0.035	0.5	0.037

Nota: Tesistas.

Tabla 35

Evaluación de los rangos generados para el factor del nivel de peligrosidad (p)

Nivel de peligrosidad				Valor ponderado de peligro
Parámetros de evaluación		Susceptibilidad		
Valores	Peso ponderación	Valores	Peso ponderación	
0.503	0.6	0.483	0.4	0.495
0.26	0.6	0.259	0.4	0.26

0.134	0.6	0.149	0.4	0.14
0.068	0.6	0.072	0.4	0.069
0.035	0.6	0.037	0.4	0.035

Nota: Tesistas.

Tabla 36

Evaluación de los rangos generados para los niveles del peligro

Nivel de peligro	Rango	Rango mínimo	Rango máximo
Muy Alto	$0.260 \leq P \leq 0.495$	0.26	0.495
Alto	$0.140 \leq P < 0.260$	0.14	0.26
Medio	$0.069 \leq P < 0.140$	0.069	0.14
Bajo	$0.035 \leq P < 0.069$	0.035	0.069

Nota: Tesistas.

Posterior a la estimación del peligro y muy de acuerdo de las situaciones de la investigación se realizó la categorización de los niveles de peligrosidad.

4.1.1.6. Estratificación de los Niveles de Peligro

En el siguiente Tabla se presenta la matriz de peligros obtenida:

Figura 13*Estratificación de los niveles de peligro*

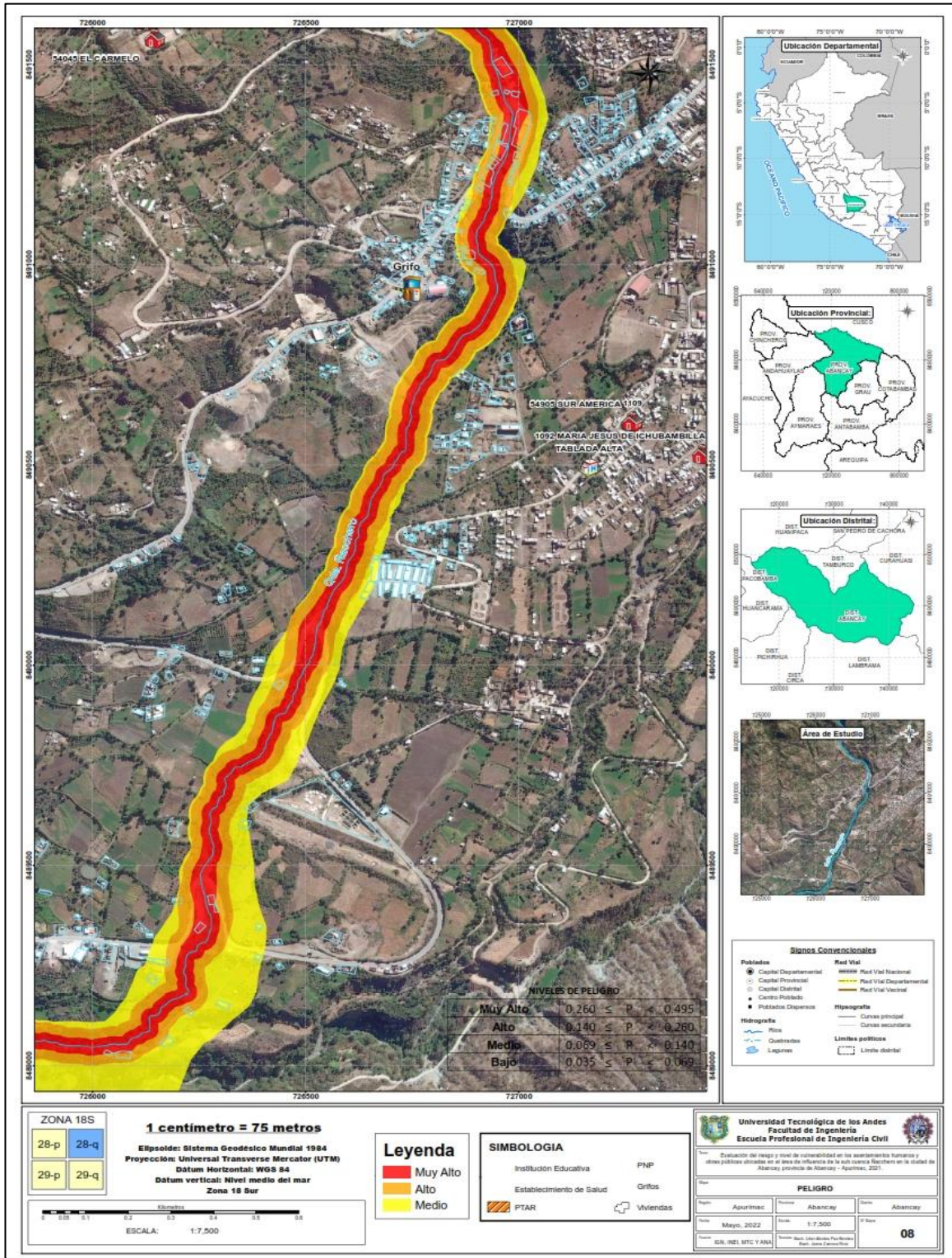
Niveles de peligro	Descripción	Rangos
Muy alto	Área con una inclinación principal inferior a 9°. Área caracterizada por la presencia predominante de la geomorfología del lecho fluvial. Área caracterizada por la predominancia de depósitos fluviales en términos geológicos. La precipitación máxima en 24 horas (P24) es superior a 45.25 mm, lo que indica un patrón extremadamente lluvioso. Se considera un periodo de retorno de 100 años para caudales máximos con una altura de agua que excede 1.0 m.	$0.260 \leq P \leq 0.495$
Alto	Área con una pendiente predominante en el rango de 10° a 18°. Área caracterizada por la predominancia de la geomorfología de terrazas fluvioaluviales. Área caracterizada por la predominancia de depósitos fluvioaluviales en términos geológicos. La precipitación máxima en 24 horas (P24) es superior a 45.25 mm, indicando un patrón extremadamente lluvioso. Se considera un periodo de retorno de 100 años para caudales máximos con una altura de agua que oscila entre 0.6 m y 1.0 m.	$0.140 \leq P < 0.260$
Medio	Área con una inclinación predominante en el rango de 18° a 26°. Área caracterizada por la predominancia de la geomorfología de vertiente o piedemonte aluvial. Área caracterizada por la predominancia de la característica geológica de la orogénesis Abancay. La precipitación máxima en 24 horas (P24) es superior a 45.25 mm, indicando un patrón extremadamente lluvioso. Se considera un periodo de retorno de 100 años para caudales máximos con una altura de agua que oscila entre 0.2 m y 0.6 m.	$0.069 \leq P < 0.140$
Bajo	Área con una inclinación predominante mayor a 26°. Área caracterizada por la predominancia de la geomorfología de montaña en roca sedimentaria. Área caracterizada por la predominancia de la característica geológica de depósitos coluviales. La precipitación máxima en 24 horas (P24) es superior a 45.25 mm, indicando un patrón extremadamente lluvioso. Se considera un periodo de retorno de 100 años para caudales máximos con una altura de agua inferior a 0.1 m.	$0.035 \leq P < 0.069$

Nota: Tesistas.

Así mismo también se elaboró el mapa de peligro, donde se muestra la zonificación del peligro, como se exhiben en la Figura 13, en anexos del presente documento.

Figura 14

Mapa de peligros en la zona de estudio



Nota: Tesistas

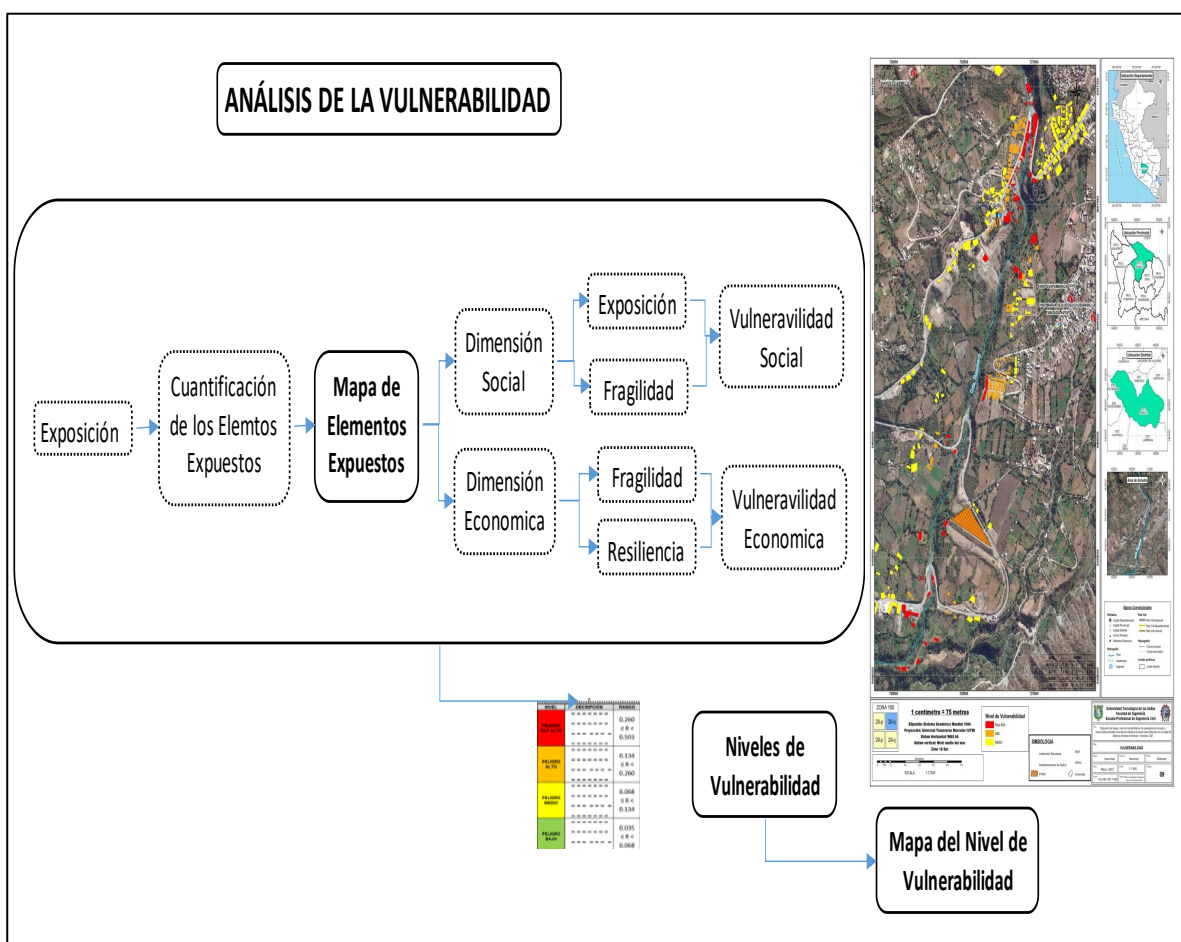
4.1.2. Análisis de la Vulnerabilidad por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero.

4.1.2.1. Análisis de la vulnerabilidad

Para el análisis de la vulnerabilidad, se utilizó la secuencia metodológica cuyos resultados se muestran a continuación:

Figura 15

Metodología para el análisis de la vulnerabilidad



Nota: Tesistas.

Con el propósito de evaluar los rangos de vulnerabilidad en las zonas de las márgenes de la quebrada Ñacchero, se ha decidido llevar a cabo un análisis de los factores que influyen en la

vulnerabilidad en las dimensiones social y económica. Este análisis se llevará a cabo utilizando los parámetros específicos para cada caso, como se describe a continuación.

4.1.2.2. Análisis de los factores de la vulnerabilidad

4.1.2.2.1. Por exposición

Se trata de las decisiones y acciones que sitúan a las personas y sus modos de vida en áreas afectadas por riesgos. La exposición surge de una relación inadecuada con el entorno, que puede ser el resultado de un crecimiento demográfico no planificado, migración desorganizada, urbanización sin una planificación territorial adecuada y/o políticas de desarrollo económico insostenible. A medida que aumenta la exposición, también lo hace la vulnerabilidad.

Este aspecto analiza las entidades sociales expuestas, como la población, las unidades de producción, las infraestructuras vitales y otros factores involucrados, frente a los riesgos identificados.

4.1.2.2.2. Por fragilidad

Se relaciona con las condiciones ventajosas o debilidades relativas de los seres humanos y sus formas de supervivencia ante una amenaza. En términos generales, se enfoca en las circunstancias de dominio físico de una población o sociedad y tiene una causa interna, como, por ejemplo, las prácticas de construcción, el incumplimiento de las regulaciones actuales sobre construcción y/o materiales, entre otros elementos. A medida que aumenta la fragilidad, también se incrementa la vulnerabilidad.

4.1.2.2.3. Por resiliencia

La resiliencia se vincula con la capacidad de una persona y sus formas de vida ante la presencia de un evento peligroso, y que está relacionada con las condiciones socioculturales y la organización poblacional. En términos generales, a medida que la resiliencia aumenta, la vulnerabilidad disminuye.

4.1.2.3. Elementos expuestos según la condición social, económico y ambiental

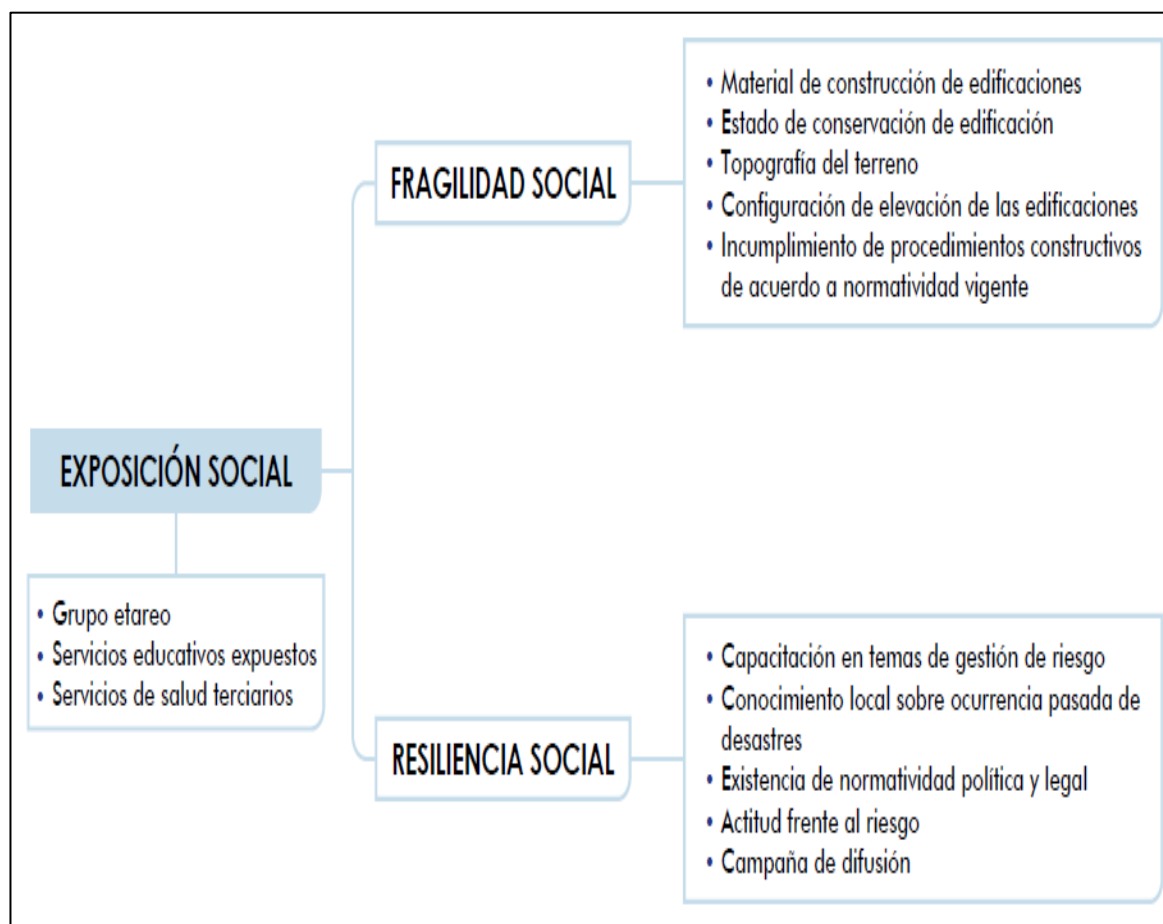
Los elementos expuestos se relacionan con las decisiones y conductas que posicionan a los individuos y sus formas de subsistencia cotidiana en la región afectada por un peligro. Esta exposición surge de una conexión inadecuada con el entorno, que principalmente se debe a los procesos de crecimiento poblacional no planificados, migración desorganizada, urbanización sin un adecuado plan de desarrollo territorial y/o políticas y planes de desarrollo económico que a la larga no son sostenibles. La vulnerabilidad aumenta proporcionalmente a la mayor exposición.

4.1.2.3.1. Dimensión social: Análisis de exposición de elementos

Se identifica a la población descubierta en la zona afectada por el fenómeno natural, distinguiendo entre la población muy vulnerable y los que no lo son, para luego examinar el análisis de exposición social, fragilidad social y resiliencia social en la demografía en situación de vulnerabilidad. Este enfoque facilita a establecer los grados de la vulnerabilidad social.

Figura 16

Esquema para análisis de la exposición social



Nota: CENEPRED, 2014.

En la evaluación de los criterios de los parámetros considerados en el ámbito social para la vulnerabilidad se muestran a continuación:

Tabla 37

Parámetros considerados en la dimensión social

Dimensión Social	Definición
Exposición	Concentración de la población por personas y por viviendas.
Fragilidad	Grupos etareos de personas
Resiliencia	Nivel de organización de las comunidades

Fortalecimiento de capacidades en gestión y prevención de Riesgos.

 Nota: Tesistas.
Tabla 38*Evaluación de los parámetros considerados en la dimensión social*

Niveles de los parámetros	Dimensión social	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
1	Resiliencia social	1	0.539
2	Exposición social	2	0.297
3	Fragilidad social	3	0.164

 Nota: Tesistas.
Tabla 39*Cuadro de resultados*

IC	RC
0.005	0.009

 Nota: Tesistas.
Dimensión social: Análisis de parámetros de la exposición.**Por concentración de personas (población)****Tabla 40***Evaluación de los rangos del parámetro de la concentración de personas por viviendas*

Niveles de los parámetros	Número de personas por viviendas	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
---------------------------	----------------------------------	----------------------	-----------------------------------

1	Mayor a 10 personas	1	0.433
2	8 a 10 personas	2	0.262
3	6 a 8 personas	3	0.153
4	4 a 6 personas	5	0.1
5	Menor a 4 personas	6	0.052

Nota: Tesistas.

Tabla 41

Cuadro de resultados

IC	RC
0.024	0.022

Nota: Tesistas.

Análisis de los parámetros de la fragilidad en la dimensión social

Por grupo de edades

Tabla 42

Evaluación de los rangos de los parámetros considerados del grupo de edades

Niveles de los parámetros	Grupo de edades	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
1	Menor a 14 años	1	0.424
2	Mayor a 65 años	2	0.272
3	15 - 29	3	0.166
4	30 - 44	5	0.095
5	45 - 64	6	0.043

Nota: Tesistas.

Tabla 43

Cuadro de resultados

IC	RC
0.029	0.026

Nota: Tesistas.

Dimensión social: Análisis de los parámetros de la resiliencia

El procedimiento del análisis jerárquico nos permitió obtener los pesos ponderados para los indicadores de fragilidad en el ámbito social, cuyos resultados mostramos a continuación:

Parámetro de los Niveles de Organización de las personas

Tabla 44

Evaluación de los rangos de los parámetros de nivel de organización de las personas con la dimensión social

Niveles de los parámetros	Nivel de organización de las personas	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
1	Muy Deficiente	1	0.379
2	Deficiente	2	0.265
3	Regular	2	0.216
4	Bueno	4	0.105
5	Muy Bueno	7	0.035

Nota: Tesistas.

Tabla 45

Cuadro de resultados

IC	RC
0.058	0.052

Nota: Tesistas.

Parámetro de Capacitación en los temas de Gestión y Manejo de Riesgos

Tabla 46

Evaluación de los rangos del parámetro del nivel de capacitación en organización

Niveles de los parámetros	Formación en asuntos relacionados con la gestión de riesgos	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
1	La población no dispone ni participa en ningún tipo de programa	1	0.474
2	La población tiene una capacitación limitada	2	0.282
3	La población recibe capacitación de manera periódica	5	0.129
4	La población recibe capacitación de manera más frecuente	6	0.08
5	La población es capacitada constantemente	9	0.036

Nota: Tesistas.

Tabla 47

Cuadro de resultados

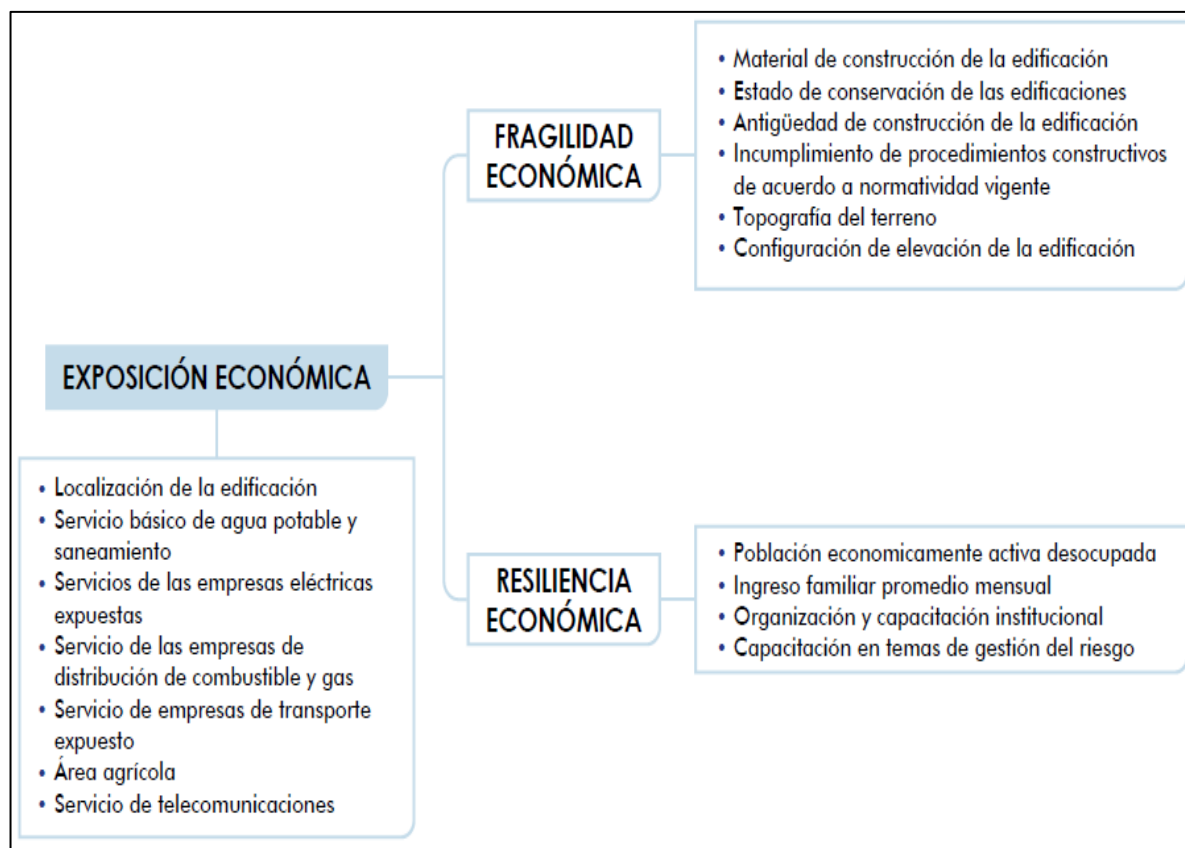
IC	RC
0.033	0.029

Nota: Tesistas.

4.1.2.3.2. Dimensión económica: Análisis de exposición de elementos

Se analizan las diferentes actividades relacionadas con la economía y elementos de infraestructura expuestas en la zona afectada por el evento natural, distinguiendo entre los elementos susceptibles y los que no lo son, con el fin de que posteriormente se pueda incluir la evaluación de la vulnerabilidad económica, así como la capacidad de recuperación económica. Este procedimiento ayuda a establecer los grados de vulnerabilidad económica.

Figura 17

Esquema de análisis de los elementos con exposición económica

Nota: CENEPRED, 2014.

Tabla 48*Parámetros considerados en la dimensión económica*

Dimensión Económica	Definición
Exposición	Localización de las viviendas con respecto al curso del agua.
Fragilidad	Materiales de las viviendas.
	Tiempo de uso de la vivienda
Resiliencia	Promedio Ingreso Familiar.

Nota: Tesistas.

Tabla 49

Evaluación de los parámetros considerados para el análisis de la dimensión económica

Niveles de los parámetros	Dimensión social	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
1	Resiliencia social	1	0.539
2	Exposición social	2	0.297
3	Fragilidad social	3	0.164

Nota: Tesistas.

Tabla 50

Cuadro de resultados

IC	RC
0.005	0.009

Nota: Tesistas.

Dimensión económica: Análisis de los parámetros de la exposición

El procedimiento del análisis de jerarquía nos permitió obtener los pesos ponderados para los indicadores del nivel de exposición con dimensión económica, cuyos resultados mostramos a continuación:

Por localización de viviendas con respecto al cauce

Tabla 51

Evaluación del parámetro de la localización de viviendas con respecto a la quebrada en la dimensión económica.

Niveles de los parámetros	Ubicación de las casas en relación con la quebrada	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
1	Muy Cerca < 50 metros	1	0.462
2	Cerca 50 - 100 metros	4	0.228
3	Poco alejado 100 -300 metros	3	0.16
4	Alejada 300 - 500 metros	4	0.102
5	muy alejada > 500 metros	6	0.048

Nota: Tesistas.

Tabla 52*Cuadro de resultados*

IC	RC
0.057	0.051

Nota: Tesistas.

Análisis del factor de fragilidad en la dimensión económica

El procedimiento del análisis jerárquico nos permitió obtener los pesos ponderados para los Indicadores de fragilidad en el entorno con dimensión económica, cuyos resultados mostramos a continuación:

Parámetro del Material de construcción de la vivienda**Tabla 53***Evaluación del parámetro material de construcción de la vivienda en la dimensión económica*

Niveles de los parámetros	Tipo de material de construcción de la vivienda	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
1	Triplay	1	0.468
2	Madera	2	0.273
3	Adobe	5	0.133
4	Albañilería Confinada	5	0.089
5	Concreto Armado	9	0.037

Nota Tesistas.

Tabla 54*Cuadro de resultados*

IC	RC
0.033	0.03

Nota: Tesistas.

Parámetro de la Antigüedad de las viviendas existentes

Tabla 55

Evaluación del parámetro de la antigüedad de la vivienda existente en la dimensión existente

Niveles de los parámetros	Años de la antigüedad de las viviendas existentes	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
1	Más de 25 años	1	0.391
2	De 20 a 25 años	2	0.258
3	De 15 a 20 años	2	0.21
4	De 10 a 15 años	4	0.096
5	Menor 10 años	7	0.044

Nota: Tesistas.

Tabla 56

Cuadro de resultados

IC	RC
0.036	0.032

Nota: Tesistas.

Análisis de la resiliencia en la dimensión económica

El procedimiento del análisis jerárquico nos permitió obtener los pesos ponderados para las medidas de la capacidad de recuperación. con dimensión económica, cuyos resultados mostramos a continuación:

Parámetro de Promedio del Ingreso Familiar

Tabla 57

Evaluación del parámetro de promedio del ingreso familiar

Niveles de los parámetros	Promedio mensual Ingreso familiar	Escala de evaluación	Priorización ponderada (vectores)
1	< 500	1	0.508
2	500 - 2000	4	0.216
3	2000 - 3500	4	0.146

4	3500 - 5000	6	0.08
5	> 5000	6	0.05

Nota: Tesistas.

Tabla 58

Cuadro de resultados

IC	RC
0.044	0.039

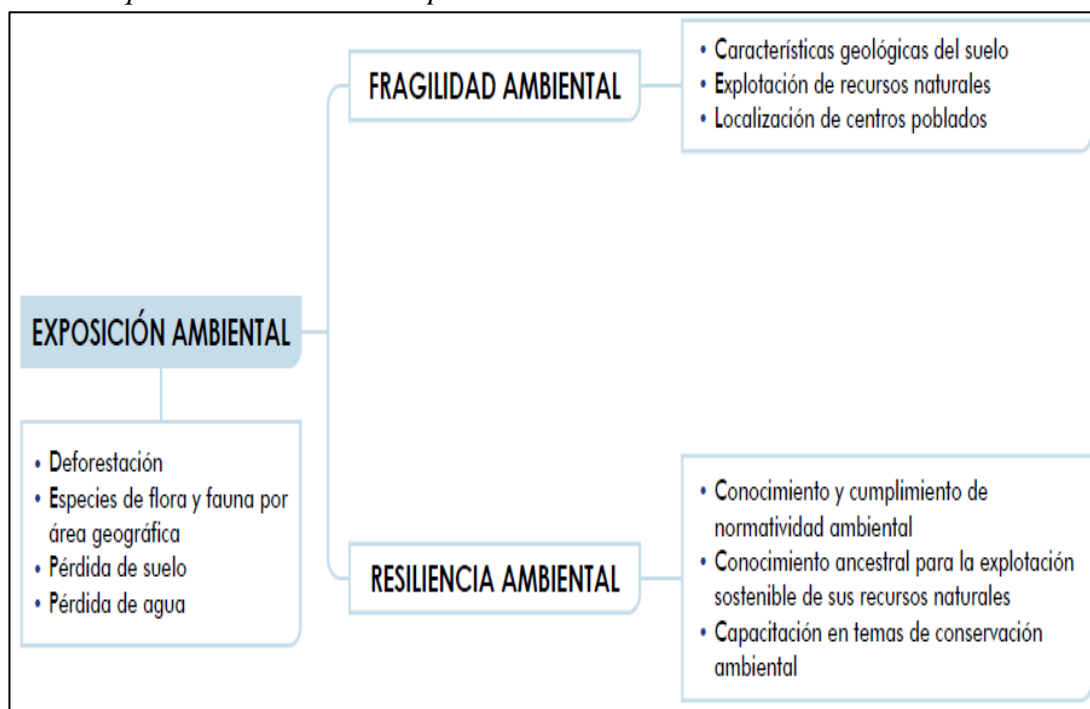
Nota: Tesistas.

4.1.2.3.3. Dimensión ambiental: Análisis de exposición de elementos

Se analizan los recursos tanto renovables como no renovables en la zona afectada por el fenómeno natural, distinguiendo aquellos vulnerables y no vulnerables, con el propósito de incorporar posteriormente la evaluación de la fragilidad y capacidad de recuperación del medio ambiente. Este proceso ayuda a establecer los grados de vulnerabilidad del medio ambiente.

Figura 18

Esquema de análisis de la Exposición Ambiental



Nota: CENEPRED, 2014

En la investigación realizada no se han considerado los factores ambientales, debido a que, en casi su totalidad, el área evaluada está cambiando el uso del suelo con infraestructura urbana y también son terrenos dedicados a zonas agrícolas.

4.1.2.4. Niveles de vulnerabilidad

De acuerdo al procedimiento del análisis jerárquico se obtuvieron los rangos para establecer el grado de vulnerabilidad, aquellos que se presentan a continuación

Tabla 59

Rangos calculados de los parámetros de elementos con exposición social

Elementos con exposición social		
Agrupación de personas por número de viviendas		Valor
Parámetros	Descriptorios de los parámetros	Ponderado
1.00	0.433	0.433
1.00	0.262	0.262
1.00	0.153	0.153
1.00	0.100	0.100
1.00	0.052	0.052

Nota: Tesistas.

Tabla 60

Rangos calculados del parámetro de la fragilidad social

Elementos con exposición a la fragilidad social		
Grupos etarios de las edades		Valor
Parámetros	Descriptorios de los parámetros	Ponderado
1.00	0.424	0.424
1.00	0.272	0.272
1.00	0.166	0.166
1.00	0.095	0.095

1.00

0.043

0.043

Nota: Tesistas.

Tabla 61*Rangos calculados del parámetro de la resiliencia social*

Elementos con exposición a la resiliencia social				
Nivel de organización de las personas		Capacitación en temas de gestión y manejo de riesgos		Valor Ponderado
Parámetros	Descriptorios	Parámetros	Descriptorios	
0.500	0.379	0.500	0.474	0.426
0.500	0.265	0.500	0.282	0.273
0.500	0.216	0.500	0.129	0.172
0.500	0.105	0.500	0.08	0.092
0.500	0.035	0.500	0.036	0.036

Nota: Tesistas

Tabla 62*Valores de rangos calculados del parámetro de la vulnerabilidad social*

Vulnerabilidad						
Exposición	Peso 1	Fragilidad	Peso 2	Resiliencia	Peso 3	Valor Ponderado
0.433	0.297	0.424	0.164	0.426	0.539	0.428
0.262	0.297	0.272	0.164	0.273	0.539	0.27
0.153	0.297	0.166	0.164	0.172	0.539	0.165
0.1	0.297	0.095	0.164	0.092	0.539	0.095
0.052	0.297	0.043	0.164	0.036	0.539	0.042

Nota: Tesistas.

Tabla 63*Valores de rangos calculados del parámetro exposición económica*

Exposición
Localización de viviendas respecto a la quebrada

Parámetros	Descriptores	Valor Ponderado
1.00	0.462	0.462
1.00	0.228	0.228
1.00	0.16	0.16
1.00	0.102	0.102
1.00	0.048	0.048

Nota: Tesistas.

Tabla 64

Valores de rangos calculados del parámetro fragilidad económica

Fragilidad				
Tipo de materiales de las viviendas		Años de existencia de las viviendas existentes		Valor Ponderado
Parámetro	Descriptor	Parámetro	Descriptor	
0.50	0.468	0.50	0.391	0.429
0.50	0.273	0.50	0.258	0.266
0.50	0.133	0.50	0.210	0.172
0.50	0.089	0.50	0.096	0.093
0.50	0.037	0.50	0.044	0.041

Nota: Tesistas.

Tabla 65

Valores de rangos calculados del factor de la resiliencia económica

Resiliencia económica		
Ingreso familiar promedio mensual		Valor
Parámetro	Descriptor	
1.00	0.508	0.508
1.00	0.216	0.216
1.00	0.146	0.146
1.00	0.080	0.080
1.00	0.050	0.050

Nota: Tesistas.

Tabla 66

Valores de rangos calculados del factor de la vulnerabilidad económica

Vulnerabilidad económica						
Exposición	Peso 1	Fragilidad	Peso 2	Resiliencia	Peso 3	Valor Ponderado
0.462	0.539	0.429	164	0.508	0.297	0.47
0.228	0.539	0.266	164	0.216	0.297	0.231
0.16	0.539	0.172	164	0.146	0.297	0.158
0.102	0.539	0.093	164	0.08	0.297	0.094
0.048	0.539	0.041	164	0.05	0.297	0.047

Nota: Tesistas.

Tabla 67

Niveles calculados de la vulnerabilidad en la zona de estudio

Valores de la vulnerabilidad				
social		económica		Valor ponderado
Social	Peso 1	Económica	Peso 2	de vulnerabilidad
0.428	0.5	0.47	0.5	0.449
0.27	0.5	0.231	0.5	0.25
0.165	0.5	0.158	0.5	0.162
0.095	0.5	0.094	0.5	0.095
0.042	0.5	0.047	0.5	0.045

Nota: Tesistas.

Tabla 68

Valores de los niveles de la vulnerabilidad obtenidos mediante el procedimiento del análisis jerárquico

Niveles	Rangos calculados				
Muy alto	0.250	V	≤	0.449	
Alto	0.162	V	<	0.250	
Medio	0.095	V	<	0.162	
Bajo	0.045	V	<	0.095	

Nota: Tesistas.

De la tabla anterior podemos generar y mostrar la estratificación del grado de la vulnerabilidad con sus intervalos correspondientes generados a partir del procedimiento del Análisis Jerárquico.

4.1.2.5. Estratificación de la vulnerabilidad por niveles

Figura 19

Estratificación de los niveles de vulnerabilidad

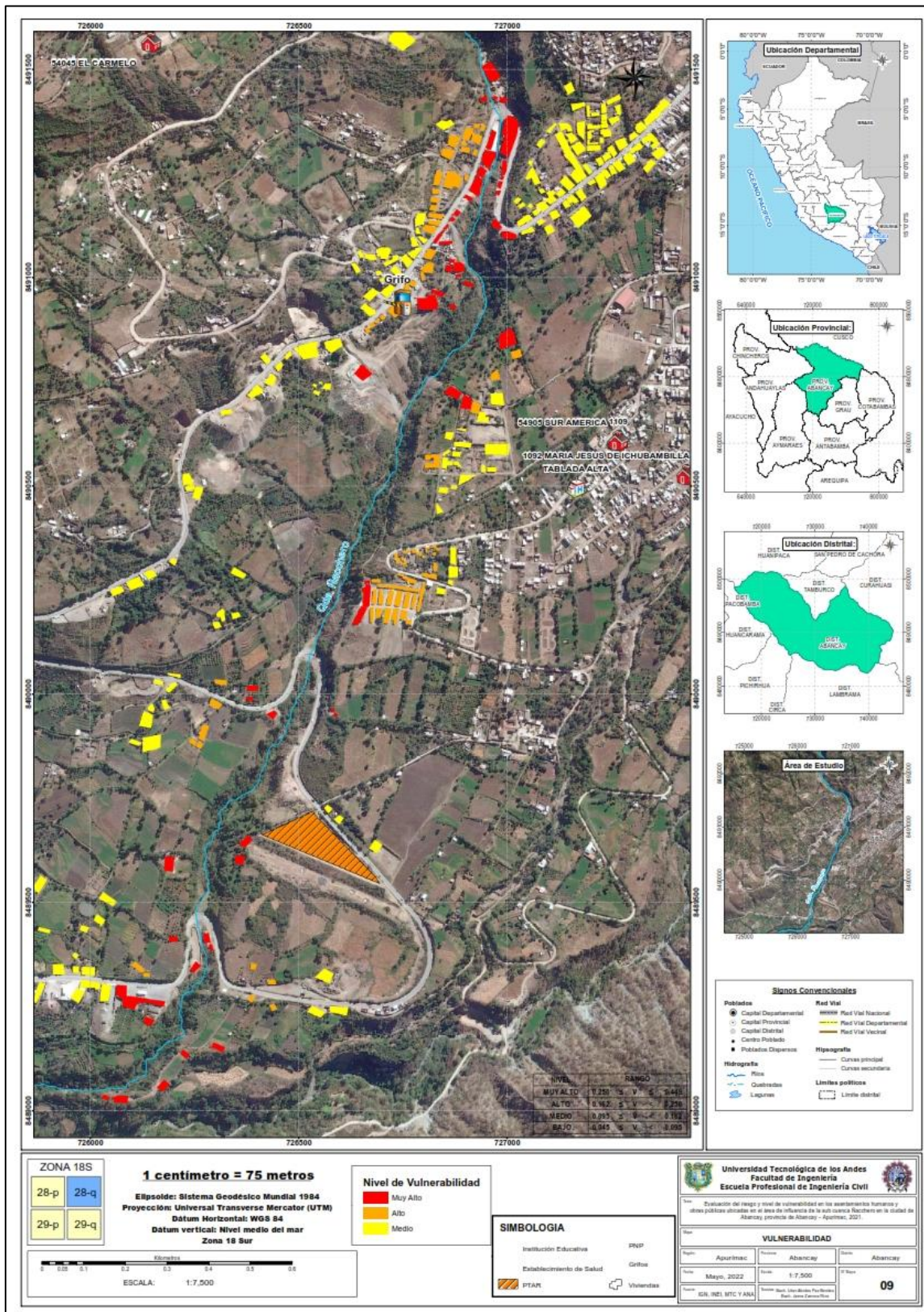
Nivel de vulnerabilidad	Descripción	Rangos
Vulnerabilidad Muy Alta	Agrupación de más de 10 personas por vivienda; predominio de personas menores de 14 años en el grupo de edades; organización de la comunidad catalogada como muy deficiente; ausencia de programas relacionados con la gestión de riesgos por parte de la población. Las viviendas se encuentran ubicadas a una distancia muy cercana al río, inferior a 50 metros; el material de construcción principal es Adobe; la antigüedad de las viviendas supera los 25 años; y el ingreso familiar promedio mensual es inferior a 500.	$0.250 \leq V \leq 0.449$
Vulnerabilidad Alta	Aglomeración de más de 8-10 personas por vivienda; predominio de personas mayores de 65 años en el grupo de edades; organización de la comunidad considerada como deficiente; la población cuenta con una capacitación limitada en temas de gestión de riesgos. Las viviendas están situadas a una distancia cercana de 50-100 metros del río; el material de construcción principal es Adobe; la antigüedad de las viviendas oscila entre 20-25 años; y el ingreso familiar promedio mensual se encuentra en el rango de 500 a 2000.	$0.162 \leq V < 0.250$
Vulnerabilidad Media	Agrupación de personas en viviendas que varía entre 4 y 8 personas; predominio de individuos de 15 a 44 años en el grupo de edades; nivel de organización de la comunidad catalogado como regular y bueno; la población se capacita con una frecuencia moderada en asuntos relacionados con la gestión de riesgos. Las viviendas están situadas a distancias poco alejadas y alejadas, aproximadamente entre 100 y 500 metros del río; el material de construcción principal es albañilería confinada; la antigüedad de las viviendas oscila entre 10 y 20 años; y el ingreso familiar promedio mensual se encuentra en el rango de 2000 a 5000.	$0.095 \leq V < 0.162$
Vulnerabilidad Baja	Agrupación de individuos en viviendas con menos de 4 personas; predominio de personas en el rango de edades de 45 a 64 años; nivel de organización de la comunidad considerado como muy bueno; la población recibe capacitación con una frecuencia significativa en temas relacionados con la gestión de riesgos. Las viviendas se encuentran ubicadas a distancias muy alejadas, superiores a 500 metros del río; el material principal de construcción es el concreto armado; la antigüedad de las viviendas es inferior a 10 años; y el ingreso familiar promedio mensual es	$0.045 \leq V < 0.095$

Nota: Tesistas.

Asimismo, se ha creado un mapa que muestra la zonificación de la vulnerabilidad, reflejando la estratificación correspondiente de los rangos obtenidos. (Ver Figura 20, en anexos).

Figura 20

Mapa de vulnerabilidad en la zona de estudio



Nota: Tesistas.

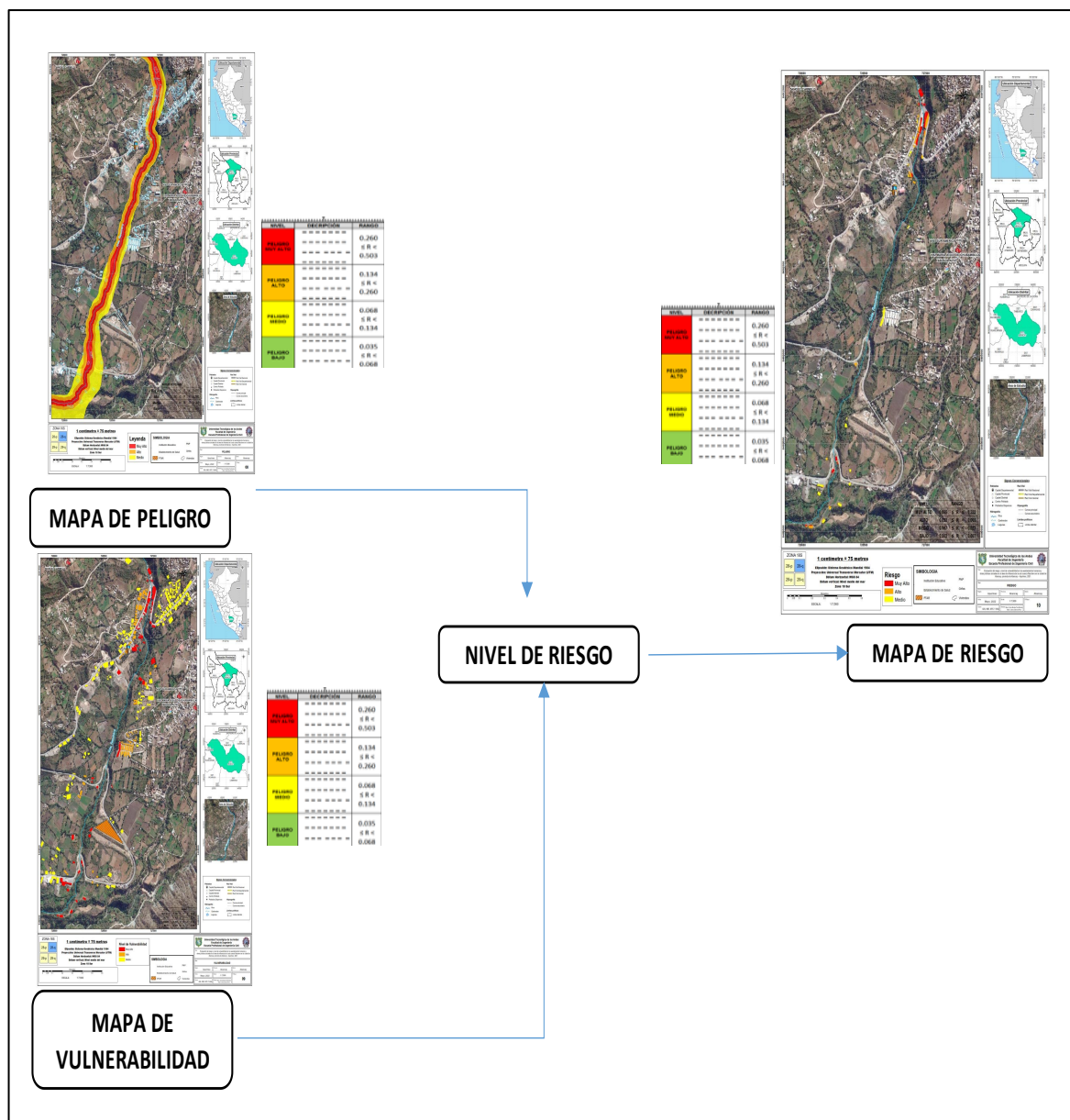
4.1.3. Determinación del riesgo por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero.

4.1.3.1. Metodología para la obtención del riesgo

Para la obtención del riesgo en la zona de estudio, se utilizó la siguiente metodología.

Figura 21

Metodología del flujograma para la estimación del nivel de riesgo



Nota: Tesistas.

Después de identificar y examinar los riesgos que afectan el área geográfica bajo análisis mediante el análisis de la recurrencia a lo largo de los años, así como determinar los grados de vulnerabilidad frente a las inundaciones, y tras realizar el correspondiente estudio de los factores que influyen en la susceptibilidad, como la situación de estar expuesto, la fragilidad y la capacidad de recuperación, y también identificar los componentes que podrían ser susceptibles, junto con la evaluación del tipo y la

magnitud de los posibles daños que podrían surgir, se procede a integrar esta información para determinar el grado de riesgo en el área estudiada (Carreño et al., 2005).

El riesgo se define como el resultado de la combinación del peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de comprender las posibles implicaciones y efectos sociales, económicos y ambientales relacionados con las inundaciones fluviales. Cualquier cambio en uno o más de estos elementos afectará al riesgo en su totalidad, es decir, la suma de las pérdidas previstas y sus impactos en un área determinada (Carreño et al., 2005).

Para evaluar el riesgo, se utilizará una matriz bidimensional que considerará tanto el nivel de peligro como el grado de vulnerabilidad. Este procedimiento implica haber definido previamente los niveles de un peligro específico y haber completado el análisis correspondiente de vulnerabilidad.

4.1.3.2. Nivel de riesgo

A continuación, se describen en detalle los niveles de riesgo relacionados con las inundaciones:

Tabla 69

Cálculo de los niveles de riesgo

Valores de evaluación		
Peligro (*)	Vulnerabilidad (**)	Riesgo (***)
0.495	0.449	0.222
0.26	0.25	0.065
0.14	0.162	0.023
0.069	0.095	0.007
0.035	0.045	0.002

(*) P= peligro (**) V = Vulnerabilidad (***) Riesgo = Peligro x Vulnerabilidad

Nota: Tesistas.

Tabla 70*Niveles y rangos de riesgo calculado*

Niveles		Rango			
Riesgo Muy alto	0.065	≤	R	≤	0.222
Riesgo Alto	0.023	≤	R	<	0.065
Riesgo Medio	0.007	≤	R	<	0.023
Riesgo Bajo	0.002	≤	R	<	0.007

Nota: Tesistas.

4.1.3.3. Matriz de riesgo generado

Los valores generados para un escenario de un evento de inundación en la zona de influencia se muestran a continuación:

Tabla 71*Resultados de la matriz de riesgo generada*

PMA	0.495	0.047	0.08	0.124	0.222
PA	0.26	0.025	0.042	0.065	0.117
PM	0.14	0.013	0.023	0.035	0.063
PB	0.069	0.007	0.011	0.017	0.031
		0.095	0.162	0.25	0.449
		VB	VM	VA	VMA

Nota: Tesistas.

4.1.3.4. Niveles de Riesgo estratificado en las márgenes de la quebrada Nacchero

Figura 22

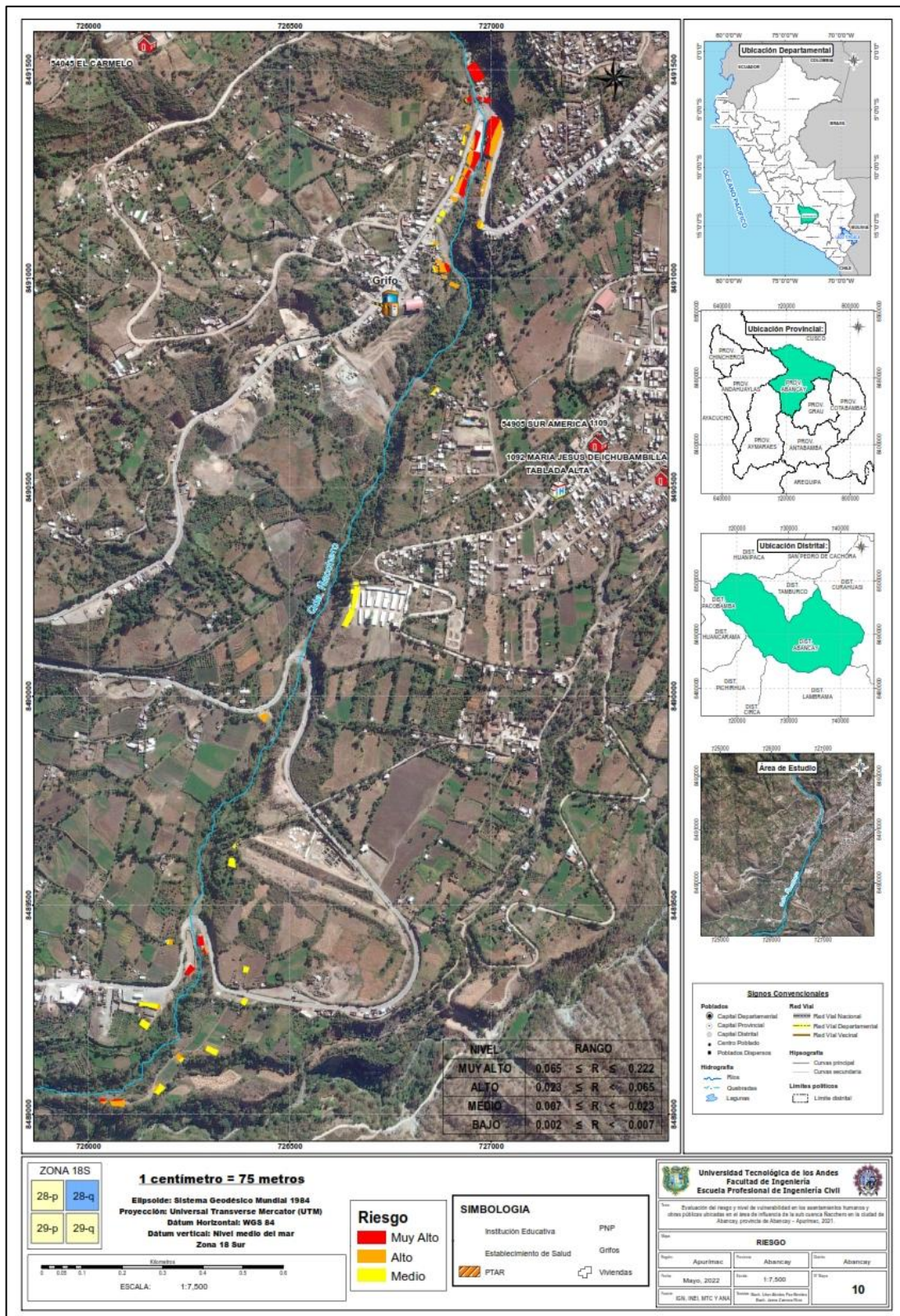
Niveles de Estratificación de Riesgo

Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Riesgo Muy Alto	<p>Área con una inclinación inferior a 9°, caracterizada por la presencia predominante de lecho fluvial en su morfología y depósitos fluviales en su composición geológica. La precipitación máxima en 24 horas (P24) supera los 45.25 mm, indicando un patrón extremadamente lluvioso. Se considera un periodo de retorno de 100 años para caudales máximos, con una altura de agua que excede 1.0 m.</p> <p>En términos demográficos y habitacionales, se observa una concentración de más de 10 personas por vivienda, con un grupo de edad mayoritariamente inferior a 14 años. La organización de la población muestra deficiencias significativas, careciendo de programas relacionados con la gestión de riesgos. La proximidad de las viviendas al río es notable, con distancias menores a 50 metros. Las construcciones están mayormente compuestas de adobe, con una antigüedad de más de 25 años, y los ingresos familiares promedio mensuales no superan los 500.</p>	$0.065 \leq R \leq 0.220$
Riesgo Alto	<p>Área con pendientes que oscilan entre 10° y 18°, caracterizada por la presencia predominante de terrazas fluvioaluviales en su morfología y depósitos fluvioaluviales en su composición geológica. La precipitación máxima en 24 horas (P24) supera los 45.25 mm, exhibiendo un patrón extremadamente lluvioso. Se considera un periodo de retorno de 100 años para caudales máximos, con una altura de agua que varía entre 0.6 m y 1.0 m.</p> <p>Desde una perspectiva demográfica y habitacional, se observa una concentración de más de 8-10 personas por vivienda, con un grupo de edad mayoritariamente superior a 65 años. La organización de la población muestra deficiencias, y existe una escasa capacitación en temas de gestión de riesgos. La ubicación de las viviendas con respecto al río se encuentra en distancias cercanas de 50-100 metros. Las construcciones mayoritariamente están compuestas de adobe, con una antigüedad que oscila entre 20 y 25 años, y los ingresos familiares promedio mensuales se sitúan entre 500 y 2000.</p>	$0.023 \leq R < 0.065$
Riesgo Medio	<p>Zona caracterizada por pendientes que oscilan entre 18° y 28°, con predominancia de la morfología de vertiente o piedemonte aluvial y depósitos coluviales en su composición geológica. La precipitación máxima en 24 horas (P24) supera los 45.25 mm, presentando un perfil extremadamente lluvioso. Se considera un periodo de retorno de 100 años para caudales máximos, con una altura de agua que varía entre 0.2 m y 0.6 m.</p> <p>Desde una perspectiva demográfica y habitacional, se observa una concentración de 4-8 personas por vivienda, con un grupo de edades predominantemente entre 15 y 44 años. La organización de la población muestra niveles regulares y buenos, y la población se capacita con regular frecuencia en temas de gestión de riesgos. La ubicación de las viviendas con respecto al río se encuentra a distancias poco alejadas y alejadas de 100 a 500 metros. Las construcciones mayoritariamente están compuestas de albañilería confinada, con una antigüedad que oscila entre 10 y 20 años, y los ingresos familiares promedio mensuales se sitúan entre 2000 y 5000.</p>	$0.007 \leq R < 0.023$
Riesgo Bajo	<p>Áreas con pendientes superiores a 26°, caracterizadas por morfología montañosa en roca sedimentaria y con formación geológica específica denominada Socosani. La precipitación máxima en 24 horas (P24) excede los 45.25 mm, mostrando una naturaleza extremadamente lluviosa. Se considera un periodo de retorno de 100 años para caudales máximos, con una altura de agua inferior a 0.1 m.</p> <p>Desde el punto de vista demográfico y habitacional, se evidencia una baja concentración de personas, menos de 4 por vivienda, con un grupo de edades mayoritariamente entre 45 y 64 años. La organización de la población muestra niveles muy buenos, y la población recibe capacitación con mayor frecuencia en temas de gestión de riesgos. La ubicación de las viviendas con respecto al río se encuentra a distancias muy alejadas, superiores a 500 metros. Las construcciones mayoritariamente están compuestas de concreto armado, con una antigüedad inferior a 10 años, y los ingresos familiares promedio mensuales superan los 5000.</p>	$0.002 \leq R < 0.007$

Nota: Tesistas.

Figura 23

Mapa de riesgo en la zona de estudio



Nota: Tesistas.

Así mismo se generó un mapa de zonificación del riesgo, el mismo que se puede visualizar en la presente investigación (Ver Figura 23 y anexos).

4.1.4. Propuestas de alternativas de solución estructural y no estructural para la reducción del riesgo por inundación fluvial en las márgenes de la quebrada Ñacchero

Se sugiere que las autoridades locales, a través del estudio, divulguen la información sobre los grados de peligro, vulnerabilidad y riesgo a los que está en exposición la localidad de Ñacchero, especialmente ante los riesgos de inundación fluvial originados por la quebrada Ñacchero. Esto permitirá que los tomadores de decisión y la población se empoderen y adopten las medidas de prevención correspondiente.

En el proceso de construcción de viviendas, la población cercana a las riberas del río deben de asegurarse de cumplir con la normativa (RNE), abordando aspectos como el diseño sísmo resistente, suelos y cimentaciones, concreto armado y albañilería, según los estudios básicos que realicen.

Se recomienda evaluar diversas medidas, tanto estructurales como no estructurales, entre otras, y tomar decisiones en consecuencia, siendo responsabilidad de la autoridad correspondiente llevar a cabo estas acciones.

4.1.4.1. Medidas estructurales a tomar en cuenta

La edificación de estructuras para prevenir inundaciones y/o defensas ribereñas.

Establecer límites para las zonas cercanas al río (delimitación de fajas)

Al llevar a cabo la construcción de defensas ribereñas, es esencial cumplir con los estándares de la normativa nacional - RNE (E-0.30 Diseño Sísmo resistente, E-0.50 Suelos y Cimentaciones, E-0.60 Concreto Armado), de acuerdo a los estudios básicos presentados.

La infraestructura que sea edificada deberá utilizar materiales que aseguren la seguridad poblacional en las áreas de alto riesgo.

4.1.4.2. Medidas no estructurales

Estas medidas son de carácter de complementación obligatoria y se recomienda efectivizar lo más pronto posible.

Entrenar a los pobladores en el estricto cumplimiento riguroso de las regulaciones de construcción como implementación de las medidas de seguridad.

Elaborar planes de gestión del riesgo de desastres.

Proponer estrategias financieras para implementar acciones para disminuir el riesgo y gestión de desastres.

Implementar procesos de formación continua para reforzar las habilidades de las organizaciones comunitarias.

Reforzar las habilidades de la comunidad en relación con las inundaciones, considerando aspectos vinculados con los sistemas de alertas tempranas, señalización de los caminos de escape rápida en dirección a las áreas que ofrezcan mayor protección frente a inundaciones pluviales.

4.2. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos posibilitaron la identificación del nivel de riesgo derivado de inundaciones fluviales en las áreas adyacentes a la quebrada Ñacchero, ubicada en la ciudad de Abancay. Esto facilita la realización de comparaciones con otros estudios que puedan servir como fundamentos concluyentes, además de permitir contrastes con teorías provenientes de investigaciones similares realizadas por otros expertos en el desarrollo de esta evaluación.

En este contexto, se procede a discutir los resultados con la investigación de Mallqui (2021), cuyo objetivo fue determinar los niveles de peligro de inundación fluvial en la cuenca del río Huallaga, específicamente en el sector San Rafael. En dicha investigación, se aplicó una metodología que incluyó la recolección, análisis e interpretación de los datos adquiridos, destacando el reconocimiento de los indicadores y los datos para analizar los niveles de peligro y de la vulnerabilidad de la zona estudiada. La

determinación de los niveles de riesgo se llevó a cabo utilizando el "Manual de estimación del riesgo ante inundaciones fluviales" del INDECI (Instituto Nacional de Defensa Civil), complementado con una simulación hidráulica utilizando programas de cálculo hidráulico como el Hec-Ras 5.0.0. Los resultados incluyeron el modelado y el análisis del comportamiento hidráulico, Examinando los caudales máximos de crecidas a lo largo de distintos períodos de recurrencia. Se determinó que el riesgo de inundación en la región de San Rafael, a lo largo del río Huallaga, es de magnitud moderada.

Comparando con los resultados de la investigación que compartió el mismo objetivo, se observó que el nivel de riesgo para la población situada en las márgenes de la quebrada Ñacchero fue clasificado como muy alto y alto.

Además, se establece una comparación con el estudio de Aroní & Pareja (2020), cuyo propósito fue el planteamiento de una propuesta de fiscalización para reducir el peligro de eventos desastrosos causados por eventos naturales por medio del manejo y la administración de los documentos generados utilizando conocimiento de análisis espacial georreferenciada en Chaclacayo en el año 2020. En este caso, la metodología del CENEPRED fue empleada, arrojando resultados que indican que el distrito de Chaclacayo enfrenta anualmente el riesgo de avalanchas e inundaciones generados por huaycos y crecidas del río Rímac, con mayores afectaciones a inmuebles ubicados en dichas cuencas que se producen con mayor frecuencia, como son cuenca Huascarán, cuenca Cusipata y cuenca Los Cóndores. La última, en particular, generó un mayor desastre debido a la cantidad significativa de escombros arrastrados cuesta abajo, ocasionando daños considerables en viviendas de construcción precaria. El estudio concluyó que la aplicación de herramientas geomáticas, que incluyen planos catastrales, geológicos, geomorfológicos, uso de suelos, ubicación de cauces y quebradas, entre otros, facilita la identificación del nivel de vulnerabilidad, nivel de amenaza y por consiguiente riesgos en las viviendas.

En contraste, con motivo de la reciente investigación tuvieron el objeto de realizar la propuesta de elementos estructurales y elementos no estructurales para que los poblados ubicados en las márgenes de la quebrada Ñacchero pudiera reducir los posibles daños que pudiera causar los riesgos asociados con

las inundaciones. Se realizó la aplicación del estudio a una muestra de núcleos familiares situadas en los márgenes de la quebrada, concluyendo que el grado de la vulnerabilidad y el rango de peligro es muy elevado. Ambos estudios compartieron objetivos muy similares al determinar y analizar los grados de riesgo y de la amenaza para obtener el grado de riesgo asociado a inundaciones fluviales en los poblados cercanos a la quebrada Ñacchero, además de las recomendaciones de acciones con elementos estructurales y no estructurales para reducir y mitigar los riesgos previstos. Ambos estudios utilizaron manuales e informes generados por organismos gubernamentales pertinentes, como el CENEPRED (2014), y obtuvieron resultados de peligro muy elevado ($0.065 \leq R \leq 0.222$) y mayor ($0.023 \leq R < 0.065$) frente a la inundación por caudales máximos.

Por otro lado, se contrastó con el estudio realizado por Panduro & Romero (2019), cuyo propósito fue guiar el desarrollo de actividades profesionales destinadas a establecer acciones estructurales, medidas u obras de prevención de riesgos de inundaciones. Esto se lograría a través de una toma de decisiones precisa por parte de las entidades gubernamentales locales y regionales en relación con la administración y Manejo de Riesgos y Desastres. Como resultado de su evaluación del riesgo, empleando la metodología de CENEPRED, encontraron que más de 4,700 viviendas se encuentran en zonas catalogadas como Críticas o de Riesgo Alto y Muy Alto. Esto se debe al nivel al que las aguas alcanzan, llegando incluso a sobrepasar los 2.0 metros por encima del suelo natural. Además, se identificó la presencia de Servicios Básicos de Energía Eléctrica provenientes de la Red Pública, y en muchos casos con instalaciones precarias que se deterioran con cada inundación anual. Como conclusión, se concluyó que el peligro de inundación en Villa Punchana se sitúa en un nivel Medio.

En este contexto, se realiza una comparativa con el presente estudio, el cual se centró en el análisis del grado de peligro en tres aspectos: colectivo económica y hábitat. Para evaluar el grado de peligro, se llevó a cabo un estudio de la geología, las características del suelo, la pendiente y las precipitaciones, que fueron evaluadas y contrastadas utilizando el procedimiento de SAATY. Los productos revelaron un grado de vulnerabilidad elevado y un riesgo muy considerable, lo que motivó la propuesta de medidas

tanto estructurales como no estructurales destinadas a mitigar los efectos generados por la mencionada inundación fluvial en los habitantes.

Además, se lleva a cabo una comparación con la investigación realizada por Cabrera (2017), cuyo propósito fue analizar el peligro de las inundaciones en la zona Baja del Distrito de Yuracyacu. Para ello, se aplicó el modelo de matrices de SAATY y el análisis multicriterio, con el fin de determinar la dimensión del riesgo de inundaciones e identificar las zonas inseguras con el objetivo de mitigar este peligro natural. La metodología empleada incluyó la obtención de datos para realizar un análisis físico, aspectos biológicos y sociales de la región en investigación. En cuanto a la evaluación del riesgo se examinaron las razones del evento y su propensión, teniendo en cuenta factores como las precipitaciones y la proximidad a fuentes de agua. Los resultados se tradujeron en determinación de áreas con un nivel extremadamente alto, alto, medio y menor riesgo para el peligro, así como en la evaluación de los grados de peligrosidad social, económica y ambiental en el área urbana, explorando aspectos relacionados con la exposición, la fragilidad y la resiliencia. Como conclusión principal del estudio, se identificaron medidas preventivas, de reducción y control del peligro en la zona baja del Distrito de Yuracyacu, a partir de la evaluación de los grados de riesgo, peligrosidad y vulnerabilidad.

Al cotejar la investigación de Cabrera (2017) con el presente estudio, se realizó la identificación y el análisis de los rangos de vulnerabilidad y del peligro, con el objeto de evaluar los riesgos asociados a inundaciones por caudales máximos en las márgenes de la quebrada Ñacchero. Se aplicó el procedimiento de SAATY, que se basa en la evaluación de matrices de información relacionados con aspectos económicos, sociales y ambientales. Estos datos fueron recabados mediante encuestas realizadas a la población. Asimismo, se llevaron a cabo distintos análisis de pendientes y precipitaciones para obtener información sobre las características de la geología y geomorfología son necesarias para la comparación. Los resultados obtenidos indicaron rangos de riesgo con un nivel muy alto a partir de los valores ($0.065 \leq R \leq 0.222$) y niveles alto a partir de los valores ($0.023 \leq R < 0.065$) frente a la amenaza de inundación fluvial.

CONCLUSIONES

La estratificación de la zona en la cuenca Ñacchero, basada en la evaluación de los parámetros de geológica, geomorfología, pendiente y de las precipitaciones pluviales, revela rangos de peligro clasificados como muy alto ($0.260 \leq P \leq 0.495$) y alto ($0.140 \leq P < 0.260$) en respuesta a la amenaza de inundación fluvial en la quebrada Ñacchero.

El análisis basado a partir de parámetros como la exposición de elementos, la vulnerabilidad y capacidad de recuperación basadas en los aspectos sociales correspondientes, económica y ambiental de los sectores Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta, se estratifican las áreas en base a los rangos los grados de pelifrosidad como demasiado altos ($0.250 \leq V \leq 0.449$) y alto como el rango de ($0.162 \leq V < 0.250$), ante la inundación pluvial en la cuenca Ñacchero.

El producto de ambos parámetros calculados como el peligro y vulnerabilidad dio como resultado los niveles de riesgo, obteniéndose como resultados dichos de riesgo como muy altos ($0.0650 \leq R \leq 0.222$) y alto ($0.023 \leq R < 0.065$), ante la inundación fluvial.

La autoridad local como el municipio de Abancay conjuntamente con los sectores Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta, deberán tomar acciones de prevención como el cambio de conducta y capacitaciones en prevención del riesgo, llamadas también medidas no estructurales, así como, medidas estructurales, como el encauzamiento de las márgenes de la quebrada Ñacchero para reducir el riesgo.

RECOMENDACIONES

Las autoridades locales y residentes de Limapata, Molinopata, Santa Rosa y Pachachaca Alta deben tomar medidas preventivas para reducir los factores que originen el peligro ante de inundaciones fluviales.

Se sugiere la ejecución de un proyecto de protección utilizando gaviones con materiales locales en tramos críticos de la margen derecha de la quebrada Ñacchero como medida correctiva.

La municipalidad provincial de Abancay deberá implementar un plan de capacitación como medida preventiva para reducir la vulnerabilidad y incrementar la capacitación resiliente de una población muy expuesta

Recomendamos la implementación de proyectos de descolmatación y construcción de elementos estructurales a lo largo de ambas márgenes de la quebrada Ñacchero para reducir los niveles de vulnerabilidad.

Aconsejar a la población que, al construir viviendas, cumplir con la normativa vigente – RNE para reducir la exposición de los elementos antrópicos según los estudios básicos de construcciones.

Es necesario llevar a cabo el refuerzo de las estructuras en las edificaciones dañadas por los impactos del evento, incluyendo las viviendas de material con adobes, tapialeras, madera y otros.

Recuperar por parte de las zonas intangibles (fajas marginales) ocupadas de manera informal en ambas márgenes de la quebrada Ñacchero, según lo indicado en los mapas temáticos generados que se adjuntan al trabajo de investigación.

Recomendamos construir revestimientos en las márgenes de la quebrada Ñacchero como medidas correctivas, con la implementación de muros de contención con gaviones y de concreto ciclópeo y otras técnicas para salvaguardar vidas humanas y propiedades.

Realizar la descolmatación de manera permanente del cauce una vez al año, durante la época de estiaje.

El municipio de Abancay debe realizar las inspecciones de las viviendas para verificar los criterios que proporcionen orientación técnica durante las construcciones y remodelaciones.

Promover un proyecto para la mitigación de la vulnerabilidad por inundación fluvial en Ñacchero, con énfasis en las áreas de elevado peligro, considerando la información desarrollada de la presente investigación.

Planificar y regular el incremento demográfico poblacional en las zonas seguras ubicadas fuera de zonas de peligro.

Coordinar con las instituciones de carácter técnicas y científicas para realizar los estudios hidráulicos en la cuenca de la quebrada Ñacchero, observando el comportamiento de la quebrada y su impacto de las áreas de elevado peligro que no pueden ser mitigables.

BIBLIOGRAFÍA

BID. (2015). Perfil de Riesgo por Inundaciones en Perú: Informe Nacional. Biblioteca Felipe Herrera del Banco Interamericano de Desarrollo.

Cardona, O. (2019). Hazard, Vulnerability and Risk Assessment. (I. o. IZIIS, Ed.) Skopje, Yugoslavia: unedited working paper.

Carreño M.L., C. o. (2005). Sistema de indicadores para la evaluación de riesgos. Colección de Monografías. España: Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería – CIMNE.

CENEPRED. (2014). Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales (2da. ed.). NEVA STUDIO SAC.

Comision Nacional del Agua. (2011). Manual para el control de Inundaciones. Coyoacán, México, D.F: SEMARNAT. Obtenido de <http://cenca.imta.mx/pdf/manual-para-el-control-de-inundaciones.pdf>

Cuny, F. (1983). Disasters and Development. New York: Oxford University. Obtenido de https://yonsejournal.files.wordpress.com/2012/08/disasters_and_development.

Espinoza, G. (1985). Los desastres y su relación con el manejo de recursos. Santiago de Chile: Universidad Católica de Chile. Obtenido de <http://cidbimena.desastres.hn/docum/crid/Abril2006/CD1/pdf/spa/doc8016/doc8016-contenido.pdf>

Hernandez Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. México: McGraw-Hill Education.

IDEAM. (2017). Guía Metodológica para la elaboración de Mapas de Inundación. Bogotá: Centro Nacional de MODELACIÓN.

INDECI. (2011). Manual de Estimación de Riesgo ante Inundaciones Fluviales. Lima, Perú.

ISDR. (2004). Living with risk. A global review of disaster reduction initiatives (Vol. I). New York and Geneva: UN Publications. Obtenido de <https://www.undrr.org/publication/living-risk-global-review-disaster-reduction-initiatives>

ISDR. (2004). Priority Areas to Implement Disaster Risk Reduction. Obtenido de Terminology: Basic terms of disaster risk reduction: <https://www.unisdr.org/2004/wcdr-dialogue/terminology.htm>

Maskrey, A. (1993). Los desastres no son naturales. La Red.

OMM. (1994). Guía de Prácticas Hidrológicas. Adquisición y Proceso de Datos, Análisis, Predicción y otras Aplicaciones. Organización Meteorológica Mundial.

UNESCO. (2014). Gestión del Riesgo de Desastres para el Patrimonio Mundial. París, Francia: Organización de las Naciones Unidas para la Educación.

Valderrama, S. (2017). Pasos Para Elaborar Proyectos de Investigación Científica cuantitativa, cualitativa y mixta (Segunda ed.). San Marcos.