



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO DE PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA



EVALUACIÓN DE RIESGO POR INUNDACIÓN PLUVIAL EN LA ZONA URBANA DEL DISTRITO DE OCUVIRI, PROVINCIA DE

LAMPA

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. BEATRIZ TOLEDO ANDIA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2022



DEDICATORIA

Dedicado este trabajo a mi familia y a Dios.

A Dios puesto que ha ido colmando de luz mi camino, cuidándome y brindándome fuerzas esenciales para continuar mis estudios.

A mis padres Ceferina Andia Quispe y Jorge Vásquez Choque, que siempre me proporcionaron su apoyo y amor ilimitado en todos los aspectos para poder llegar a ser un profesional.

A mi hermano Henry Condori Andia, por estar siempre conmigo día a día a lo largo de mi formación personal y profesional, por darme su apoyo, los aprecio mucho.

BEATRIZ TOLEDO ANDIA



AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional del Altiplano de Puno, alma mater del desarrollo intelectual y profesional, esperanza de la nación. A la Facultad de Ingeniería Agrícola, Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola por permitirme ser profesional.

A todos los docentes de la Facultad de Ingeniería Agrícola quienes impartieron sus conocimientos durante toda mi formación profesional.

A los miembros del jurado calificador: M.Sc. Oscar Raúl Mamani Luque, M.Sc. Wilber Fermín Laqui Vilca y al M.Sc. Héctor Alfredo Huamán Gutiérrez.

Al M.Sc. Audberto Millones Chafloque, por su apoyo como director, de la presente investigación.

Gracias también a mis queridos amigos y compañeros de estudios con quienes compartimos cinco años de estudios y que de alguna manera contribuyeron a la culminación de mis estudios.

BEATRIZ TOLEDO ANDÍA



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

RESUMEN 17

ABSTRACT..... 18

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 20

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 23

1.2.1. Problema general..... 23

1.2.2. Problema específico 24

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 25

1.3.1. Hipótesis general 25

1.3.2. Hipótesis específicas 25

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO..... 26

1.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN 27

1.5.1. Objetivo general 27

1.5.2. Objetivos específicos 27



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES	28
2.1.1. Nivel internacional	28
2.1.2. Nivel nacional	29
2.1.3. Nivel local	32
2.2. MARCO TEORICO	33
2.2.1. Riesgo de desastre	33
2.2.2. Factores que componen el riesgo de desastre	34
2.2.3. Inundaciones	35
2.2.4. Riesgo por inundación.....	36
2.2.5. Gestión de riesgo de inundación	37
2.2.6. Factores para el modelado de los riesgos de inundaciones	38
2.2.7. Efectos de inundación	39
2.2.8. Sistemas de información geográfica en la gestión de riesgos	40
2.2.9. Metodología para la evaluación de riesgo.....	40
2.2.9.5. Riesgo	44
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	45
2.3.1. Precipitación.....	45
2.3.2. Precipitación intensa	45
2.3.3. Inundación pluvial.....	45



2.3.4. Áreas probables de inundación pluvial	46
2.3.5. Factor desencadenante en inundación pluvial.....	46
2.3.6. Factor condicionante en inundación pluvial	46
2.3.7. Resiliencia	46
2.3.8. Exposición.....	47
2.3.9. Fragilidad	47

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN.....	48
3.2. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN	49
3.2.1. Tipo de investigación	49
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS.....	50
3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	51
3.4.1. Población.....	51
3.4.2. Muestra.....	51
3.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO	51
3.5.1. Información base	51
3.5.2. Características generales	52
3.5.3. Determinación del peligro.....	66
3.5.4. Análisis de los elementos expuestos en áreas susceptibles	72
3.5.5. Determinación de la vulnerabilidad	76



3.5.6. Determinación del rango de aceptabilidad del riesgo por inundación pluvial.....	91
---	----

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS.....	92
4.1.1. Evaluación del peligro por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuwiri para un periodo de retorno de 50 años	92
4.1.2. Determinación de la vulnerabilidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuwiri, para un periodo de retorno de 50 años	99
4.1.3. Determinación del rango de aceptabilidad del riesgo por inundación pluvial en la localidad de Ocuwiri	108
4.2. DISCUSIÓN	114
V. CONCLUSIONES	116
VI. RECOMENDACIONES.....	118
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	119
ANEXOS.....	127
Anexo 1: Panel fotográfico	127

Área : Ingeniería y tecnología

Línea : Recursos hídricos

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 11 de febrero 2022



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Intensidades de precipitaciones, para diferentes duraciones y periodos de retorno	53
Tabla 2: Descripción del parámetro pendiente	57
Tabla 3: Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación – periodo de retorno (2 años).....	69
Tabla 4: Matriz de normalización de pares del parámetro Precipitación - periodo de retorno (2 años).....	69
Tabla 5: Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación - periodo de retorno (50 años).....	69
Tabla 6: Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación - periodo de retorno (50 años).....	70
Tabla 7: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente	70
Tabla 8: Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente	71
Tabla 9: Matriz de comparación de pares del parámetro geología.....	71
Tabla 10: Matriz de normalización de pares del parámetro geología.....	71
Tabla 11: Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología	72
Tabla 12: Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología	72



Tabla 13: Población del área urbana del distrito de Ocuvi	73
Tabla 14: Criterio del parámetro grupo etario	78
Tabla 15: Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario	78
Tabla 16: Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etario	79
Tabla 17: Criterio del parámetro discapacidad	79
Tabla 18: Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad	79
Tabla 19: Matriz de normalización de pares del parámetro discapacidad	79
Tabla 20: Criterio del parámetro nivel educativo	80
Tabla 21: Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo	81
Tabla 22: Matriz de normalización de pares del parámetro nivel educativo	81
Tabla 23: Criterio del parámetro programas sociales	81
Tabla 24: Matriz de comparación de pares del parámetro programas sociales	81
Tabla 25: Matriz de normalización de pares del parámetro programas sociales	82
Tabla 26: Criterio del parámetro material predominante de paredes	83
Tabla 27: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de Paredes	83



Tabla 28: Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de Paredes	84
Tabla 29: Criterio del parámetro material predominante de techos	84
Tabla 30: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos	84
Tabla 31: Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de techos	85
Tabla 32: Criterio del parámetro tipo de vivienda.....	85
Tabla 33: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de vivienda.....	86
Tabla 34: Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de vivienda.....	86
Tabla 35: Criterio del parámetro características geológicas.....	87
Tabla 36: Matriz de comparación de pares del parámetro características geológicas...	87
Tabla 37: Matriz de normalización de pares del parámetro características geológicas.	88
Tabla 38: Criterio del parámetro conocimiento y cumplimiento ambiental.....	88
Tabla 39. Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento y cumplimiento ambiental.....	89
Tabla 40: Matriz de normalización de pares del parámetro conocimiento y cumplimiento ambiental.....	89



Tabla 41: Valor del factor desencadenante – periodo de retorno (2 años)	92
Tabla 42: Valor del factor desencadenante – periodo de retorno (50 años)	93
Tabla 43: Valor del factor condicionante – periodo de retorno (2 años).....	93
Tabla 44: Valor del factor condicionante – periodo de retorno (50 años).....	93
Tabla 45: Nivel de peligro por inundación Pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi – periodo de retorno (2 años)	94
Tabla 46: Nivel de peligro por inundación Pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi – periodo de retorno (50 años)	94
Tabla 47: Estratificación del nivel de peligro – periodo de retorno (2 años)	94
Tabla 48: Estratificación del nivel de peligro – periodo de retorno (50 años)	95
Tabla 49: Valor de la vulnerabilidad social – periodo de retorno (2 años)	99
Tabla 50: Valor de la vulnerabilidad social – periodo de retorno (50 años)	100
Tabla 51: Valor de la vulnerabilidad económica – periodo de retorno (2 años)	100
Tabla 52: Valor de la vulnerabilidad económica – periodo de retorno (50 años)	100
Tabla 53: Valor de la vulnerabilidad ambiental - periodo de retorno (2 años).....	101
Tabla 54: Valor de la vulnerabilidad ambiental – periodo de retorno (50 años).....	101



Tabla 55: Nivel de vulnerabilidad por inundación pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi - periodo de retorno (2 años).....	101
Tabla 56: Nivel de vulnerabilidad por inundación pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi - periodo de retorno (50 años).....	102
Tabla 57: Estratificación del nivel de la vulnerabilidad – periodo de retorno (2 años)	102
Tabla 58: Estratificación del nivel de la vulnerabilidad - periodo de retorno (50 años)	103
Tabla 59: Nivel de riesgo por inundación pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi - periodo de retorno (2 años).....	108
Tabla 60: Nivel de riesgo por inundación pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi - periodo de retorno (50 años)	108
Tabla 61: Estratificación del nivel del riesgo – periodo de retorno (2 años).....	109
Tabla 62: Estratificación del nivel del riesgo – periodo de retorno (50 años).....	110
Tabla 63: Rango de aceptabilidad del riesgo	114

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Metodología general para determinar el nivel de peligro	41
Figura 2: Flujograma de identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos naturales.....	42
Figura 3: Mapa de ubicación de la zona de estudio.....	48
Figura 4: Curvas de duración y frecuencia a diferentes periodos de retorno	53
Figura 5: Mapa de precipitación – periodo de retorno de 2 años	55
Figura 6: Mapa de precipitación – periodo de retorno de 50 años	56
Figura 7: Mapa de pendiente	58
Figura 8: Mapa de geología.....	62
Figura 9: Mapa de geomorfología	65
Figura 10. Metodología para la determinación de peligro.....	67
Figura 11: Flujograma general del proceso de análisis de información	68
Figura 12: Mapa de elementos expuestos.....	75
Figura 13: Metodología del análisis de vulnerabilidad	76
Figura 14: Parámetros para el análisis de vulnerabilidad.....	77
Figura 15: Mapa de peligro – periodo de retorno (2 años).....	96



Figura 16: Mapa de peligro – periodo de retorno (50 años).....	97
Figura 17: Mapa de vulnerabilidad – periodo de retorno (2 años)	104
Figura 18: Mapa de vulnerabilidad – periodo de retorno (50 años)	105
Figura 19: Mapa de riesgo – periodo de retorno (2 años)	111
Figura 20: Mapa de riesgo – periodo de retorno (50 años)	113
Figura 21: Vista técnica de los acontecimientos del río Ocuviiri.....	127
Figura 22: Vista del desbordel del río Minas	127
Figura 23: Vista de la vivienda colapsada por fuertes vientos	128
Figura 24: Vista de viviendas afectadas por fuertes sismos en el distrito de Ocuviiri .	128
Figura 25: Vista de la verificación de la vivienda colapsada por fuertes vientos	129
Figura 26: Coordinación con los dirigentes sobre temas de preparación	129
Figura 27: Vista de un aula de la IEI afectado por fuertes sismos en el distrito de Ocuviiri	130
Figura 28: Vista de limpieza de escombros de la IEP 70402 de Ocuviiri	130
Figura 29: Vista de trabajo de gabinete en temas de peligro.....	131
Figura 30: Vista de entrega de ayuda humanitaria en víveres a la población afectada	131
Figura 31: Vista de entrega de ayuda humanitaria en abrigo a la población afectada	132



Figura 32: Fortalecimiento de capacidades en gestión de riesgos a la población afectada

..... 132





ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AGRORURAL	: Programa de Desarrollo Productivo Agrario Rural
CENEPRED	: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres
COEN	: Centro de Operaciones de Emergencia Nacional
ECA	: Estándares de Calidad Ambiental
EIA	: Evaluación de Impacto Ambiental
GIRH	: Gestión Integrada del Recurso Hídrico
GPS	: Sistema de Posicionamiento Global
INDECI	: Instituto Nacional de Defensa Civil
INEI	: Instituto Nacional de Estadística e Informática
MINAM	: Ministerio del Ambiente
ONG	: Organismos no Gubernamentales
PR	: Período de retorno
SENAMHI	: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología
SIG	: Sistema de Información Geográfica
SIGRID	: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastre
SIREDECI	: Sistema Regional de Defensa Civil
UNAP	: Universidad Nacional del Altiplano Puno

RESUMEN

El presente estudio fue realizado por la ocurrencia de intensas lluvias en el distrito de Ocuvi, Así también la población urbana no presenta el conocimiento suficiente y conciencia sobre este riesgo; con el objetivo de evaluar el peligro por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años; la metodología usada fue acorde al manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales del CENEPRED, identificando el peligro mediante los factores (desencadenante y condicionantes) en el escenario actual (periodo de retorno-PR de 2 años) y futuro (PR de 50 años); Asimismo, determinando la vulnerabilidad en base a los factores en la dimensión social, económica y ambiental, y mediante la multiplicación de ambos criterios se obtuvo el nivel de riesgo; clasificados cada uno, en niveles (muy alto, alto, medio y bajo), en un PR de 2 años y 50 años. Cuyos resultados muestran un nivel de peligro-PR 2 años (muy alto 62.66%; y alto 37.34%) y PR-50años (muy alto 95.72%; y alto 4.28%); también los grados de vulnerabilidad PR 2 años (alto 73.51%; medio 8.79% y bajo 8.33%), y PR 50 años (muy alto 76.85% y alto 23.15 %); y con respecto a los niveles del riesgo se encontró valores de (alto 88.50% y muy alto-5.17%) y PR 50 años un riesgo muy alto en toda el área urbana del distrito de Ocuvi. Concluyendo que el riesgo por inundación pluvial a un PR de 50 años, tiende a incrementarse con respecto al riesgo de inundación pluvial de PR de 2 años.

Palabras clave: Aceptabilidad del riesgo, inundación pluvial, peligro, riesgo y vulnerabilidad.

ABSTRACT

The present study was carried out due to the occurrence of heavy rains in the district of Ocuvi, and also the urban population does not have sufficient knowledge and awareness of this risk; with the objective of evaluating the danger of pluvial flooding in the urban area of the district of Ocuvi, for a return period of 50 years; The methodology used was in accordance with the CENEPRED manual for the evaluation of risks caused by natural phenomena, identifying the hazard through the factors (triggering and conditioning factors) in the current scenario (2-year return period-PR of 2 years) and future scenario (PR of 50 years); also, determining the vulnerability based on the factors in the social, economic and environmental dimension, and by multiplying both criteria, the risk level was obtained; each one classified in levels (very high, high, medium and low), in a PR of 2 years and 50 years. Whose results show a level of danger-PR 2 years (very high 62.66%; and high 37.34%) and PR-50years (very high 95.72%; and high 4.28%); also the degrees of vulnerability PR 2 years (high 73.51%; medium 8.79% and low 8.33%), and PR 50 years (very high 76.85% and high 23.15%); and with respect to risk levels, values of (high 88.50% and very high-5.17%) and PR 50 years a very high risk were found in the entire urban area of the district of Ocuvi. The conclusion is that the risk of pluvial flooding at a PR of 50 years tends to increase with respect to the risk of pluvial flooding at a PR of 2 years.

Keywords: risk acceptability, pluvial flooding, hazard, risk and vulnerability.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

Entre las numerosas amenazas naturales que con periodicidad se desatan en nuestras localidades, resaltan las de origen hidrometeorológico (pluvial), originando inundaciones, favoreciendo al riesgo de desastres. Las inundaciones imprevistas son las más devastadores que ocasionan perturbaciones en el medio biótico y abiótico (Ribeiro et al., 2022). Asimismo, se originan especialmente por intensas lluvias, y debido a su rápido inicio, tomar acciones para una intervención efectiva es un reto (Porta, 2020; Yan et al., 2021). El progreso para la resistencia a las inundaciones súbitas demanda el entendimiento de las tipologías socioeconómicas de las comunidades y la vulnerabilidad a dichos sucesos extremos (CENEPRED, 2012; Escobar et al., 2010; PNUD, 2004).

En tal sentido, la frecuencia de los desastres fruto de las anomalías naturales, es sin lugar a duda uno de los constituyentes que mayor destrucción causa debido al no contar con medidas y/o acciones que pudieran garantizar la fijación física en su hábitat (Tiepolo et al., 2021; Torres, 2021). En los países del primer mundo han alcanzado adelantos significativos en la disminución de la afección de este fenómeno natural, lo que no acontece en el Perú debido a que no se está tomando la enseñanza, iniciativas o acciones para la precaución de este riesgo, complementando a ello la falta de atención de las mismas personas (CENEPRED, 2014).

Así también el departamento de Puno, es demasiado susceptible a estos riesgos de inundación por las precipitaciones esto debido a que Puno cuenta con épocas de estiaje y avenida de manera anual, los cuales son los más intensos, siendo debido a ello que se

suscitan los llamados deslizamientos e inundaciones en distintas localidades, siendo el caso del distrito de Ocuvi que se halla propenso a algún desastre (Gobierno Regional de Puno, 2016; OPS et al., 2006; PNUD, 2004).

Por ello en esta investigación se planteó como objetivo primordial, el evaluar el nivel de riesgo originado por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un PR de 50 años. Para ello, se recopiló información de las entidades, artículos, libros, páginas web, entre otros para el desarrollo de este estudio. De igual forma el nivel de riesgo logrado para la peligrosidad y la vulnerabilidad; consentirá detectar la zona que se halla en riesgo para un periodo de retorno al año 50, lo cual, se empleará como cimiento para la zonificación territorial, de la localidad de Ocuvi.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hasta la fecha a nivel del globo existen una variedad de amenazas por fenómenos naturales que ocasionan un impacto significativo en los recursos tanto económicos, ambientales y humanos, que afectan con mayor frecuencia a poblaciones de las urbes; destacando así las amenazas de origen hidrometeorológico o riesgos climáticos, puesto que, las precipitaciones a un nivel extremo, están directamente relacionados a un probable riesgo por inundación pluvial (Xia et al., 2019; Yan et al., 2021).

Por otro lado en el Perú, las inundaciones pluviales son una aquejancia que sucede, cada año, provocando diversas pérdidas tanto; humanas, económicas y ambientales, siendo una realidad que, este riesgo, se pueda considerar el principal motivo para realizar un estudio para un escenario de riesgo futuro u periodo de retorno, con la intención de fomentar la prevención de eventualidades (Calvès et al., 2019; Nebel, 2001). Se puede identificar que nuestro país se encuentra más propenso a las inundaciones por factores

hidrometeorológicos (pluviales), situación que se respalda en la ocurrencia de inundaciones en diferentes departamentos, durante todos los años y épocas. Ante ello, la insuficiente información a los pobladores y la carencia de planes de contingencia desencadenan en daños de carácter humano, material y económico (Wongchuig et al., 2017).

Los estudios realizados por el SENAMHI (2009), sobre periodos de retorno futuros para el Perú, muestran tendencias positivas de crecimiento de la precipitación relacionada a las condiciones climáticas actuales de contaminación, mayormente para la costa, y con respecto a la sierra exhibiría disminuciones e incrementos no muy considerables en el rango de +10% a -10% en relación a la precipitación actual; por lo tanto esta situación ahondaría el problema por inundaciones pluviales si no se adoptan las respectivas acciones de prevención.

Es importante considerar, que en muchas ocasiones en nuestro país el potencial hidráulico de la red de drenaje pluvial no es suficiente, ocasionando problemas de inundaciones cada año, así como también causando inconvenientes en el desarrollo de las actividades, generando pérdidas económicas, provocando daños de infraestructuras, afectación de bienes y en casos graves la muerte de personas (Rodriguez, 2012). También, Bell (2021); Ponce (2020) menciona que las inundaciones pluviales para ante un PR 10 años generarían una pérdida del 6% con respecto al PBI, mientras que para un PR de 50 años; dichas pérdidas lograrían superar al 20%; Sin embargo, las pérdidas se pueden minimizar en caso se incorporen políticas que calmen las variables de precipitación a un escenario futuro.

Actualmente el departamento de Puno el Gobierno Regional de Puno, (2015), menciona que el promedio para todas las precipitaciones pluviales para la región Puno, en un PR de 50 años, manifiesta que experimentará incrementos por debajo de 9% de lluvias, con ligera disminución; esto se debe principalmente al calentamiento global sobre la región, intensificando las lluvias.

De igual manera el distrito de Ocuvi, no es ajena a este contexto; debido a que está siendo perjudicada en los últimos años a causa de inundaciones pluviales principalmente esto por las precipitaciones y la baja pendiente del área, acarreado como resultado, pérdidas en áreas de cultivo, ganadería, viviendas, entre otros (Gob, 2016). También el Gobierno Regional de Puno (2015, 2016); PNUD (2004); durante la temporada de lluvias el 14 de febrero del 2015 a las 20.00horas; reporto fuertes precipitaciones; ocasionando inundaciones pluviales; afectando a 50 viviendas y/u 50 familias; todas ellas ubicadas en las riberas del río Ocuvi.

se evidencia que en cada temporada de avenidas surge inundaciones en ciertas partes de la ciudad de Ocuvi provocadas por las precipitaciones; pero sin embargo dichos datos de afectación no fueron reportadas por las entidades competentes al tema; siendo esta situación alarmante debido a que los reportes realizado por el SENAMHI (2022); estima que las precipitaciones para la ciudad de Ocuvi en distintos PR; tendrán una razón de crecimiento de las precipitaciones; indicando que estos datos pueden ser factores para que se susciten más inundaciones pluviales.

Ahondando este hecho, la insuficiente información de los pobladores y su escasa preparación frente a este fenómeno; también la falta de planes de contingencia que presenta el distrito de Ocuvi; hacen prever el completo desinterés de las autoridades en

generar actividades, en son de tener la mejor preparación frente a este fenómeno natural, e implementar estructuras de drenaje pluvial para poder prevenir y minimizar los riesgos por inundación pluvial; lo cual conllevaría a desencadenar daños de carácter material, económico y en el peor de los casos de carácter humano; por consiguiente, se es necesario estimar el riesgo por inundación pluvial tanto para un periodo de retorno que se asemeje a la actualidad y a un periodo de retorno futuro; tal como una operación de seguridad y/u prevención en el cual se focaliza el peligro y se examinan la vulnerabilidad para lograr estimar el riesgo del área a investigar. Por ende, se conseguirán efectuar medidas para lograr reducir y prevenir las causas de este fenómeno natural.

Debido a esta situación problemática es que surgió el presente estudio titulado “Evaluación de riesgo por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, provincia de Lampa”, proyectado a un PR de 50 años, con el cual se pretende aportar a la sociedad y autoridades una cimienta de información con los resultados emanados, que pueden ser utilizados como herramienta técnica informativa sobre los puntos, lugares, zonas, que son susceptibles al riesgo por inundación pluvial, para la toma de acciones, y prevenir daños de carácter humano, material y económica.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el nivel de riesgo originado por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años?

1.2.2. Problema específico

¿Cuál es el nivel de peligrosidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años?

¿Cuál es el grado de vulnerabilidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años?

¿Cuál es el rango de aceptabilidad del riesgo por inundación en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para tener un mayor control sobre este fenómeno?

El contenido de los capítulos es el siguiente:

- Capítulo I Introducción: contempla la parte introductoria a la evaluación de riesgo por inundación pluvial, y la problemática, también se halla la hipótesis y los objetivos de la presente investigación.
- Capítulo II: Exploración de literatura: se narra los antecedentes afines al tema de gestión de riesgos y evaluación por inundación pluvial, mencionándose los antecedentes internacionales, nacionales y regionales en temas de evaluación de daños ocasionados por fenómenos naturales; se describe la revisión bibliográfica del estudio.
- Capítulo III: Materiales y métodos: en este capítulo se narra la zona de estudio en donde se ha realizado el tema de gestión de riesgos, el tipo y diseño de investigación, la población y muestra; donde se narra la metodología efectuada para la culminación de los resultados de cada uno de los objetivos de inundación pluvial.

- Capítulo IV Resultados y discusión: se describe los resultados alcanzados de la evaluación de daños realizado en el distrito de Ocuvi.
- Capítulo V Conclusiones: se narra las conclusiones respectivas a la investigación desarrollada.
- Capítulo VI Recomendaciones: se narra las recomendaciones para posteriores estudios.
- Capítulo VII Referencias: se puntualiza la bibliografía aplicada durante la realización de la investigación.
- Anexos: en este apartado se anexa el panel fotográfico del estudio.

1.3. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Hipótesis general

A un periodo de retorno de 50 años el nivel de riesgo originado por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi alcanza niveles principalmente entre alto y muy alto.

1.3.2. Hipótesis específicas

A un periodo de retorno de 50 años el nivel de peligrosidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, se incrementa de un nivel alto a muy alto.

A un periodo de retorno de 50 años el grado de vulnerabilidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, se incrementa de un nivel alto a muy alto.

El rango de aceptabilidad del riesgo por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para tener un mayor control sobre este fenómeno, es de nivel bajo y medio.

1.4. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Teniendo en cuenta que, durante las épocas de lluvias el distrito de Ocuvi enfrenta fenómenos naturales de lluvias intensas que desencadenan en inundaciones, generando daños tanto económicos, humanos y materiales. Además, de ello se prevé según los reportes de precipitación del SENAMHI (2022), con el pasar de los años existirá una tendencia de aumento de la precipitación; y en base a ello se incrementara las afecciones ocasionadas por las inundaciones pluviales, por ello se ha propiciado el desarrollo del presente estudio a fin de promover la prevención frente al fenómeno de inundación pluvial, a un PR de 50 años; lo cual permitirá conocer el grado de incremento del riesgo causado por las inundaciones pluviales en el distrito con respecto a la actualidad.

Siendo la razón para la realización de este estudio de evaluación del riesgo originado por las inundaciones, contemplado para un PR de 50 años; cuyos resultados compondrán una referencia, para el desarrollo de futuras investigación de caracteres similares, que también será beneficioso para la población e instituciones tomadoras de decisiones en la promoción de procedimientos de minimización del riesgo suscitados por precipitaciones intensas, que apoyará en la adopción de decisiones en el manejo del riesgo.



1.5. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.5.1. Objetivo general

Evaluar el nivel de riesgo originado por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años.

1.5.2. Objetivos específicos

Evaluar el peligro por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años.

Determinar la vulnerabilidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años.

Determinar en rango de aceptabilidad del riesgo por inundación en la localidad de Ocuvi, para tener un mayor control sobre este fenómeno.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

1.6. ANTECEDENTES

En este apartado se narra los antecedentes en temas de gestión de riesgos producidos por fenómenos naturales que son a nivel internacional, nacional y regional, concernientes al estudio

1.6.1. Nivel internacional

Según Lucas (2018), a través de su investigación denominada “Análisis del riesgo por inundación en la localidad de Roblecito, Cantón Urdaneta: propuesta de medidas de mitigación” propone como propósito estudiar el riesgo ocasionado por la inundación pluvial, y plantear operaciones de corrección con el fin de acortar los perjuicios que se originarían; por ello la fase primera fue la estimación del grado de vulnerabilidad experimentando con 7 vulnerabilidades: física, ambiental, social, económica, cultural, educativa, y científica. También en la fase segunda se efectuó por medio mapas de pendiente, curvatura, SPI, TWI, distancia al río y número de curva, para estimar el grado de peligro, consecutivamente con el empleo de los SIG se crearon la cartografía de la vulnerabilidad y peligro y finalmente estimar el riesgo. Cuyos resultados expusieron niveles altos de la vulnerabilidad en extenso porcentaje de la zona en estudio, Así mismo el peligro fue categorizado como muy alta, determinándose que gran parte del poblado es susceptible a un riesgo de grado alto y también grado muy alto a las inundaciones.

Según Pastén (2016), mediante el estudio “Planificación y resiliencia en zonas de riesgo: estudio de caso comuna de constitución urbana, VII región del Maule”, con el

objetivo de relatar cómo la catástrofe natural del 27 de febrero dio un vuelco al modo de vivir de la comuna en la Región del Maule y modo que la planificación, la resiliencia, debiendo ser parte de la formulación de tácticas de urbes. El objetivo es lograr una comprensión de la planificación realizada en la zona, ante el fenómeno de riesgo donde el peligro es cada vez más recurrente debido al cambio climático, además de su posición geográfica. La comprensión: antes, durante y después de la eventualidad del 27F admitirá una sucesión de consumaciones que promuevan ciertas recomendaciones para enfrentar nuevas catástrofes. Por tal razón se despliega un estudio de comparación del riesgo, también la resiliencia y la planificación para un espacio de once años “antes, durante y después de la catástrofe”; en base a ello se puede instituir concienciación de los ciudadanos respecto al riesgo, lográndose como las lecciones aprendidas de esta perturbación que podrán responder adecuadamente a posibles catástrofes.

1.6.2. Nivel nacional

Según Chanca and Inga (2018), desarrollaron una investigación denominada “Influencia de la inundación en el distrito de Moya de la provincia y región de Huancavelica 2017”; con el propósito de estimar la repercusión de las inundaciones en el riesgo del distrito de Moya, identificaron el grado de peligrosidad y vulnerabilidad asociado a las inundaciones en la zona, utilizando la metodología científica como procedimiento general y la metodología inductiva-deductiva y la metodología analítica-síntesis como procedimientos específicos para resolver el problema. Siendo la muestra 11 C.P. de la comarca de Moya, el instrumento manipulado para evaluar la peligrosidad y vulnerabilidad fue una encuesta para detectar el nivel de peligro por inundación y también un encuesta para detectar la vulnerabilidad por inundación; ambos lograron complementarse mediante la observación de los diferentes aspectos por cada ítem para

cada C.P., con la ayuda del software Excel para su paráfrasis de los datos logrados mediante las encuestas, Según los resultados, el 62% del distrito de Moya se encuentra en peligro alto de inundación debido a su vulnerabilidad por inundación, y el 83% de las comunidades son vulnerables. La hipótesis fue aceptada mediante la prueba $G^*_{poder} = 0,05$, concluyendo que las inundaciones influyen en el riesgo.

Según Porta (2020), en el desarrollo de la investigación denominada “Análisis de riesgo de inundación en la disminución de desbordes del río Pocoto en el distrito de San Vicente de Cañete – 2018”; Utilizando la tecnología, se realizó un análisis de riesgo de inundación con el objetivo de evitar el desbordamiento del río Pocoto; evaluando la precipitación para 24 horas, obteniendo una P de 0,021, en un PR de 50 (T) con $Ge. Max = 10,9398$, utilizando la metodología SCS, se utilizó el software HEC-RAS, permitiendo investigaciones con flujo permanente unidimensional para el plan mixto. El riesgo se calculó en base a la peligrosidad y vulnerabilidad de la zona, teniendo la peligrosidad Alta una cifra de 0,146 y una vulnerabilidad Muy Alta a una cifra de 0,285, resultando un grado de riesgo 0,141, equivalente al grado de riesgo Muy Alto.

Según de la Quintana et al. (2018), mediante su estudio, determinaron la peligrosidad, vulnerabilidad y el riesgo, a fin de determinar la posibilidad de desencadenarse el fenómeno de inundación por intensas lluvias sobre la micro cuenca de la laguna de Huacarpa y el río Lucre y. aplicando el método del CENEPRED, 2da Versión, que permitió: examinar los parámetros de estimación y susceptibilidades (factor desencadenante y condicionante) del peligro. Para ello se recurrió a las entidades como al INGEMMET, INEI, ANA, Municipalidad Distrital de Lucre, CENEPRED, y la compilación de antecedentes por el grupo que desarrollo el estudio de EVAR.



Concluyendo que las zonas del C.P. de Huacarpay, se topan en áreas de RIESGO ALTO para inundación pluvial y también a sus efectos posibles afectadas por inundaciones debido a lluvias intensas.

Según Tacsá (2020), mediante su estudio denominado “Inundación fluvial y pluvial en el área urbana del distrito de José Crespo y castillo, con objeto de plantear acciones estructurales y no estructurales” sugerir medidas estructurales y no estructurales en la mitigación, minimización y alerta oportuna de inundaciones fluviales y pluviales. Para ello, se combinaron los datos históricos del SENAMHI y del COEN con propósito de congregar el mayor conjunto de datos históricos posibles para su procesamiento y validación, así como para identificar los productos máximos deseables, el impacto máximo deseable con la frecuencia de los eventos en la zona. Así mismo se estimó la cifra máxima de inundación del caudal del río, lo que ayudó a proponer acciones de mitigación o reducción del riesgo, siendo ineludible examinar los eventos originales en la zona; estimando que estos eventos son resultado de las intensidades de las lluvias y del calentamiento global en el ámbito; de igual manera por la operación antropogénica, al variar el entorno, sin un desarrollo sostenible, lo que deja una enorme huella en el ambiente de la zona. El aumento de los cultivos y de las instalaciones humanas en las riberas de los causes, la deforestación y la degradación de la flora del área, la escasa planificación territorial y la mínima vigilancia y rastreo de las zonas resguardables para la conservación de los ecosistemas son factores que contribuyen a la eventualidad del riesgo medio-alto, lo que se traduce en el aumento de la erosión del suelo y las invariables inundaciones.

1.6.3. Nivel local

Según Gonzalo and Paucar (2020), en la investigación “análisis y estimación de un modelo probabilista de riesgo por inundación, en la microcuenca Llavini, distrito, provincia y departamento de Puno - Perú”, recomendó el uso de un patrón probabilístico de inundación pluvial para detectar las zonas de riesgo, identificar el peligro y analizar la susceptibilidad mediante índices adimensionales normalizados por factores de carácter social y económica, evaluando los elementos de exposición fragilidad y la resiliencia en el medio urbano. Para el estudio se siguió el procedimiento del CENEPRED (versión 02 - 2014), que incluyó la recopilación de geomorfología, geología, meteorología, estadísticas de población y estructura física de los lotes, así como la identificación de la peligrosidad y vulnerabilidad por manzanas, con niveles de “muy alto, alto, medio y bajo”. cuyos resultados exhiben que el 4 por ciento de las zonas de peligro son muy altas, el 23 por ciento son altas, el 65 por ciento son medias y el 8 por ciento son bajas; en el caso de la vulnerabilidad, el 16 por ciento son muy altas, el 80 por ciento son altas y el 4 por ciento son bajas; y en el caso del riesgo, el 86 por ciento son altas, el 12 por ciento son medias y el 2 por ciento son bajas. Por último, se pueden ofrecer métodos preventivos estructurales y también no estructurales en la minimización de las áreas del riesgo a razón de la estimación del mismo.

Según Mamani and Llanchipa (2020), mediante su estudio de “Definición de zonas de inundación mediante el Hec-Ras en la cuenca baja del río Coata – Puno”; determinó las áreas de afecciones por las inundaciones en caso de eventualidades de crecidas máximas, utilizando el ArcGis y la rama HEC-RAS para visualizar el caudal del río, las riberas y las trayectorias de los flujos del cuerpo de agua, de acuerdo con el DEM, y presentando los resultados a través de un mapa de inundaciones en relación con los

resultados del software HEC-RAS. Los resultados se presentan a través de un mapa de inundaciones en relación con los resultados del programa HEC-RAS, identificando los sitios de inundación del río Coata para un RP-5 años con caudal de 438,06m³/s. La superficie total inundada es de 144Ha, siendo las tierras de cultivo (120Ha) las que más agua experimentan, seguidas de la población circundante (71Ha). Por último, determinar que las autoridades pueden controlar bien las inundaciones en la zona.

1.7. MARCO TEORICO

2.2.1. Riesgo de desastre

Es el evento que una explícita urbe y las actividades del que dependa y se provea, sufran perjuicios y pérdidas por la amenaza, caracterizándose por ser dinámico y cambiante por que va encaminado con variabilidades que logran sufrir sus dos constituyentes (Peligro y vulnerabilidad) en el área, el ambiente, el tiempo, y en la población (CENEPRED, 2014; Lucas, 2018; PNUD, 2004).

Los valores del riesgo se pueden minimizar; solo si la población colabora en el descenso de dichos elementos, sin generar otras amenazas y acortar sus vulnerabilidades (Lucas, 2018).

Si las situaciones del riesgo, no se reforman pueden ocasionar efectos económicos sociales, y también ambientales en un escenario futuro, recalcando que el riesgo se da debido a que existe una población o estructura propensa a la incidencia (Narváez et al., 2009).

El riesgo no se puede eliminar, sin embargo, solo se lograra reducirlo con el conjunto de perjuicios ocasionados por medio del empleo de acciones de prevención, también reducción y la erradicación que impliquen a los organismos y sociedad (DELNET, 2006; François et al., 2007).

2.2.2. Factores que componen el riesgo de desastre

Se presenta como; “peligro y vulnerabilidad”, que son provocados por la problemática social y el desarrollo que envuelven la inadecuada planificación del territorio, dependiendo estos factores uno con el otro o sea que no logre existir amenaza sin presencia de la vulnerabilidad y la vulnerabilidad si no se presenta la amenaza (Castro et al., 2015).

2.2.2.1. Peligro

El peligro es una sucesión de sucesos que son perjudicialmente nocivos para una población, logrando ser de distintas formas y se clasifican en lo siguiente: (Narváez et al., 2009).

Naturales: Está vinculado a la naturaleza de alguna manera, ya sea meteorológica, geotectónica o biológicamente.

Socio-naturales: Esta forma de peligro surge cuando una población interviene en el entorno biótico, dando lugar a condiciones desfavorables.

Antrópico tecnológicos y contaminantes: Las labores antrópicas que envuelven la creación, manipulación y el desplazamiento de contenidos y sustancias peligrosas se denominan sustancias peligrosas

2.2.2.2. Vulnerabilidad

Es el valor de susceptibilidad a los perjuicios que sufren las sociedades, las infraestructuras y los recursos bióticos y abióticos de los que depende la población para el sustento como consecuencia de la repercusión de una amenaza. Está rectamente vinculado con los horizontes como: los económicos, la educación, los niveles de asociación social, las cualidades culturales, la ubicación en la zona, la gestión ambiental, la tolerancia de reacción y las amenazas que presenta el entorno (Castro et al., 2015).

2.2.3. Inundaciones

a) Inundaciones pluviales

Las inundaciones de carácter pluvial se forjan por el incremento de precipitaciones, en el momento en que la superficie y/o el terreno están completamente saturados del recurso hídrico y por lo demás la precipitación empieza a acumularse y a formar considerables lagunas llenas de agua por la lluvia, y tiende a permanecer durante mucho tiempo, hasta su evaporación y la superficie recupera su potencialidad de infiltración de agua. La inundación pluvial es, sin duda, la acumulación de lagunas debido a las fuertes lluvias, en un terreno no apto para grandes vertidos, provocando que este incremento invada terrenos circundantes (CENEPRED, 2014).

b) Inundaciones fluviales

Las inundaciones fluviales se producen cuando un cauce se llena de fluido debido a las extremas lluvias que producen en esa área, por lo tanto, al estar cargado rebosa, llegando a los terrenos cercanos, donde provocan desprendimientos en zonas con fuertes pendientes, pudiendo afectar también a las viviendas cercanas y vulnerables, provocando

numerosas pérdidas, pero si se controla adecuadamente, este fenómeno podría cambiar y sólo sería un fenómeno normal (CENEPRED, 2014).

2.2.4. Riesgo por inundación

Dicha expresión se utiliza generalmente para relacionar los probables efectos, positivas y/u negativas, asociadas a un específico evento, acto u peligro. En lo que respecta a las inundaciones, el riesgo se sigue considerando como una fatalidad, donde las "víctimas" dependen únicamente del impacto natural que inducen la eventualidad de la inundación. Igualmente, el riesgo de la inundación se emplea para definir el suceso de que se origine una inundación. En contra de este empleo, el lenguaje científico ha coincidido en enorme parte en que las inundaciones no presentan una amenaza: la definición de riesgo implica mínimamente dos cuestiones, los sistemas vulnerables expuestos a él y un fenómeno peligroso (CENEPRED, 2014).

La estimación de este riesgo en el contexto económico implica la asociación de la información hidrológica de la ocurrencia de eventualidades de inundación a distintas intensidades, y la determinación de los daños involucrados en estas distintas ocurrencias de incidencia de la inundación (orientación probabilística del riesgo). Como resultado, las curvas de probabilidad de daños definen el riesgo (CENEPRED, 2014).

2.2.4.1. Tipos de perjuicios por inundación

Según Zeng et al. (2021), señalan que, la frase difiere esporádicamente; los perjuicios por la inundación se catalogan en perjuicios directos e indirectos también en daños de carácter tangible e intangible.

a) Daños directos/indirectos

Las personas, los bienes y los daños biológicos se ven afectados por las inundaciones directas. Los daños a los edificios, los bienes económicos, la pérdida de ganado y cultivos, sobre todo en la agricultura, los efectos sobre la salud, la pérdida de bienes ecológicos y la pérdida de vidas humanas son ejemplos de ello (PNUD, 2004; Ponce, 2020). Las dificultades financieras individuales y la menor actividad económica son dos ejemplos, así como las consecuencias negativas para la prosperidad social. Los daños de carácter indirecto contienen, entre otras cosas, el quebranto de tiempo comercial y de demanda de patrimonios y servicios en el mercado (Zeng et al., 2021).

b) Daños tangibles/intangibles

Se trata de daños representados en cláusulas monetarias, como el daño a los activos, el quebranto de producción, entre otros. se nombran perjuicios físicos. Los siniestros, las consecuencias sobre los daños a los bienes y servicios y la salud o no se negocian o no pueden valorarse fácilmente en cláusulas monetarias (CENEPRED, 2014; Narváez et al., 2009).

2.2.5. Gestión de riesgo de inundación

Es recomendable poner en práctica 2 opciones como son: (1) la edificación de infraestructuras hidráulicas para someter los riesgos, por ejemplo, los diques del Rin, las presas holandesas, y (2) la adaptación de los bienes para soportar las inundaciones, por ejemplo, los ribereños del Amazonas construyen sus casas levantando pilares, para vivir en las zonas que bordean los ríos, evitando las inundaciones. Aunque ahora se opta por acciones para minimizar la vulnerabilidad, la gestión de riesgos seguirá siendo la acción

más común empleada en los planes de mitigación del riesgo de la inundación (CENEPRED, 2014).

2.2.6. Factores para el modelado de los riesgos de inundaciones

Si la intensidad de las precipitaciones supera la potencialidad de la infiltración del terreno y la tasa de evaporación, se producirá escorrentía superficial lo cual provoca inundaciones imprevistas y repentinas. También se produce si la lluvia precipita sobre terrenos impermeables, siendo zonas pavimentadas, vías y otras superficies impermeables (Ruíz & Salazar, 2017).

Escurrimiento: A medida que cae la lluvia en un punto determinado, aumenta la ocurrencia de que se suscite una inundación.

Influencias del suelo: La textura y el tipo de suelo son constituyentes extremadamente trascendentales para estimar las tipologías de infiltración y conservación del agua de una zona, que afectan a la sensibilidad a las inundaciones.

Pendiente superficial: La inundación se debe a una variedad de factores, uno de los cuales es la pendiente. A medida que la pendiente superficial aumenta, el riesgo de inundaciones esporádicas también aumenta.

Rugosidad de la superficie: Para la simulación de inundaciones esporádicas, la rugosidad de la superficie es un punto crítico.

Densidad de drenaje: Es la adición de las longitudes de la totalidad de conductos presentes en la cuenca divididas por su superficie.

Distancia al canal principal: Es probable que la inundación se produzca en zonas cercanas al principal canal y a la vía de acumulación del flujo.

Cubierta del suelo: La cantidad y la clase de flora, que es una refleja de su empleo, labranza, fenómenos estacionales y entorno, se clasifican generalmente (Ruíz & Salazar, 2017).

2.2.7. Efectos de inundación

Sus efectos son "sentidos" por las personas, otros no. También otros efectos se "sienten" y otros no. De igual forma la significancia de la palabra "percibir", y "sentir", , expresan la oposición básica entre "efecto", "impacto" y "daño" (Enríquez et al., 2018).

Las inundaciones tienen efectos positivos, como la fertilización de valles y llanuras en zona rural, el sustento de la biota en las áreas, el fortalecimiento de lazos sociales de parte de la población afectada en las áreas urbanas y también rurales, y finalmente la creación de un nuevo tejido social (Enríquez et al., 2018).

La incorporación de valores a los efectos de las inundaciones contiene mucha subjetividad, entre las secuelas ya sea positivas y negativas. Pueden plantearse tanto negativas como positivas según la perspectiva de cada uno. No obstante, la organización de ingeniería que se encargará del resarcimiento de la casa percibirá el efecto o la consecuencia de la inundación como beneficiosa una vez que posiblemente se beneficie de ella. Por lo tanto, al utilizar el vocablo daños por inundación, es esencial enumerar quién tolera los daños y quién los paga.

2.2.8. Sistemas de información geográfica en la gestión de riesgos

En la actualidad, los SIG sirven de apoyo en diferentes ámbitos, especialmente en la gestión de la información sobre la riqueza natural, infraestructuras, poblaciones y riesgos. Puede contribuir a precisar las zonas poco o nada expuestas a los riesgos y las más idóneas para el desarrollo y las actividades productivas (Abdul & Pilouk, 2008; Bateman et al., 2003; Peterson, 2009).

Con respecto al manejo de inundaciones, la principal instrumento que contribuyen los SIG; se llaman mapas de los riesgos de inundación, que facilitan a las decisiones e identifican zonas que demandan su pronta atención, áreas que merecen el empleo de tácticas y planes de manejo de riesgo en terrenos que se debe priorizar los estudios de riesgo de inundación; los SIG consienten a los tonificadores territoriales identificar las estructuras ubicadas en áreas propensas a inundaciones y que requieren la constitución de planes de respuesta para estos eventos (Peterson, 2009; Samper et al., 2005).

2.2.9. Metodología para la evaluación de riesgo

Es una serie de procedimientos que se efectúan "in situ" para compilar datos en la precisión de peligros, el estudio de la vulnerabilidad y la realización del riesgo (CENEPRED, 2012, 2014)

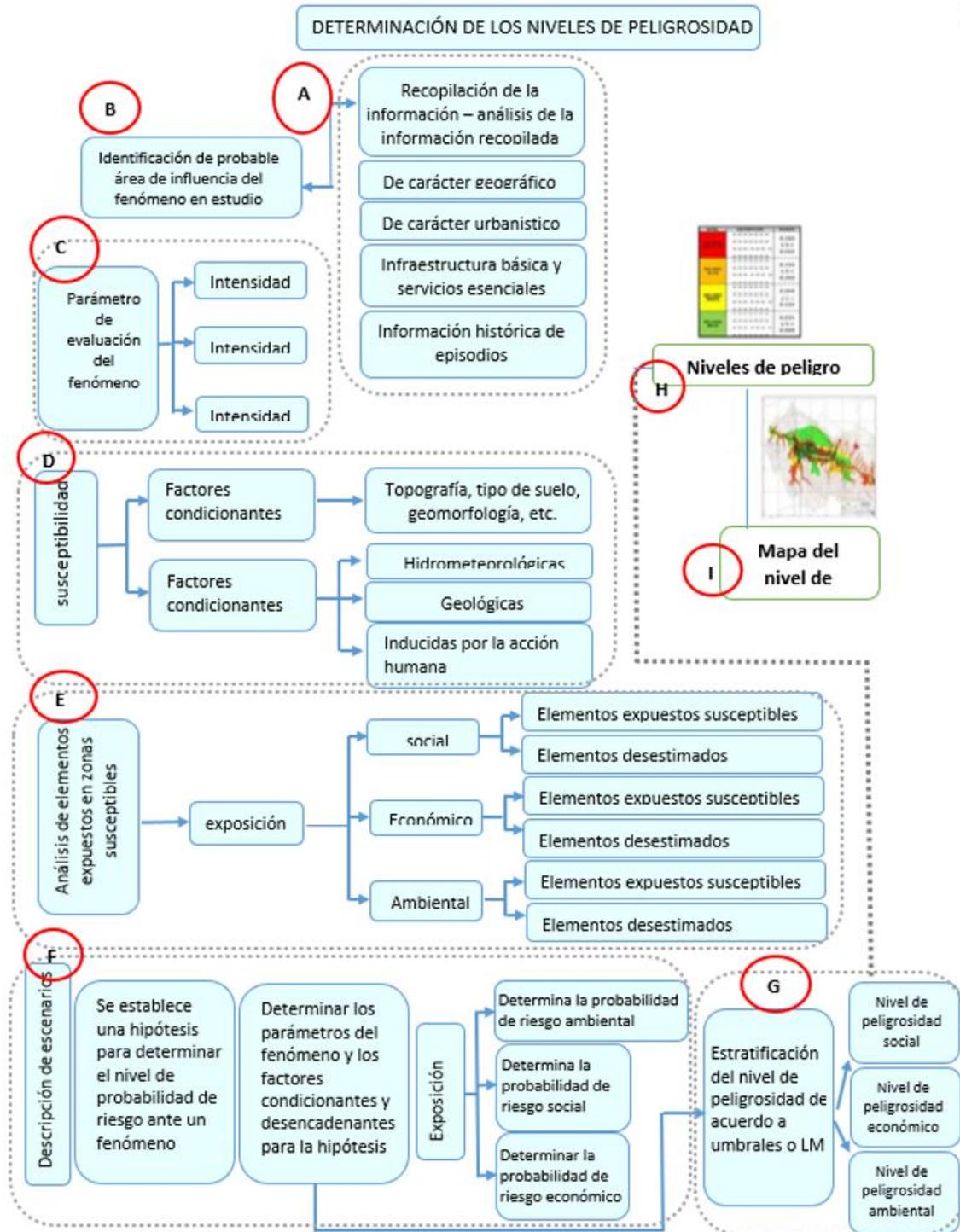


Figura 1: Metodología general para determinar el nivel de peligro

Fuente: Adaptado del CENEPRED (2014)

2.2.9.1. Identificación del peligro

Es la incidencia de que se produzca un desastre natural u antrópico intrínsecamente nocivo, de capacidad conocida, durante un escenario de tiempo específico y para un área conocida (CENEPRED, 2014).

La gradación que se instituye para el peligro, consiente cuantificar en cláusulas de tamaño del evento, o en procesos de la causa que el evento poseerá en un área geográfica específica también en un tiempo específico (CENEPRED, 2014).

a) Parámetros generales para la evaluación

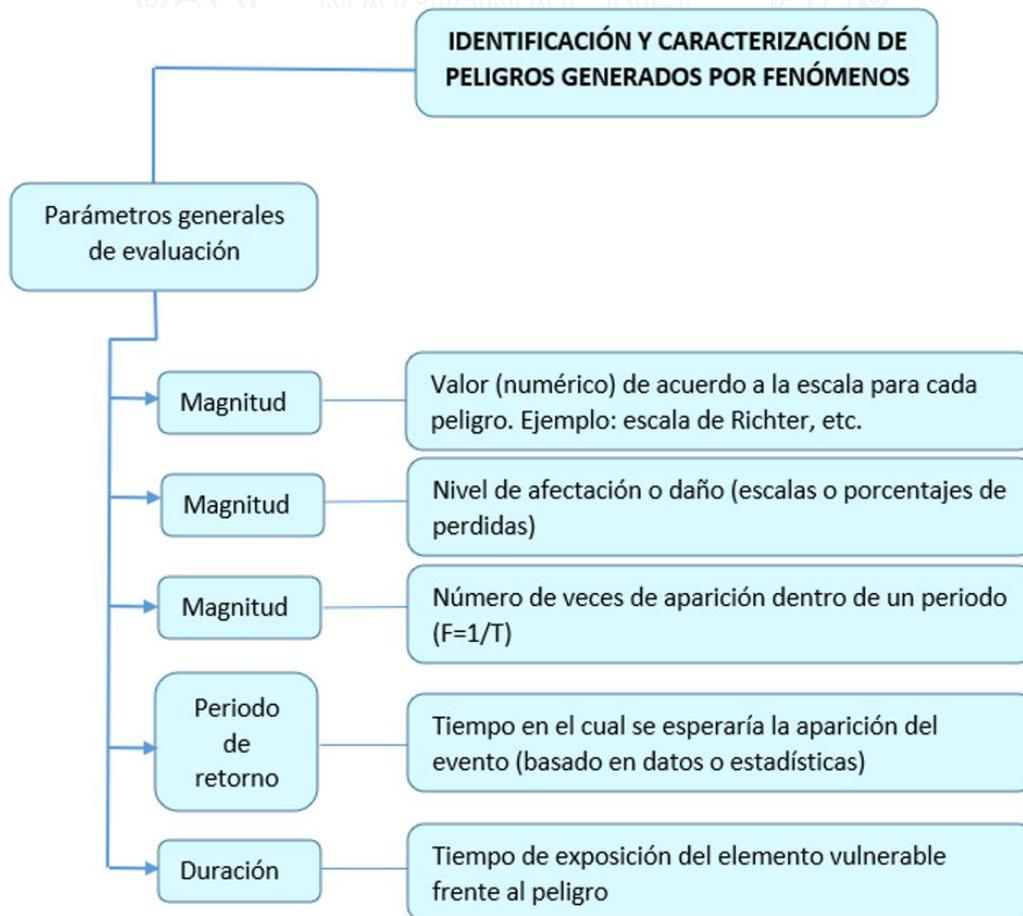


Figura 2: Flujograma de identificación y caracterización de peligros generados por fenómenos naturales

Fuente: CENEPRED (2014)

b) Susceptibilidad

La susceptibilidad se alude a la ocurrencia de que una persona experimente o presencie un acontecimiento específico en un lugar concreto (en función de los factores que condicionan y desencadenan el fenómeno y de su concerniente zona). Las franjas de superficie que son velozmente inundadas por las aguas corresponden a zonas de enorme susceptibilidad al agua, mientras que las que no son ocupadas representan a zonas de mínima susceptibilidad al agua, es decir, lugares más sensibles a las inundaciones, según esta teoría (CENEPRED, 2014).

Factor desencadenante. Son parámetros que logran desencadenar sucesos vinculados que logran generar peligros en una zona geográfica específica (CENEPRED, 2014).

Factor condicionante. Son parámetros establecidos de la zona en estudio, que contribuyen favorable o desfavorablemente al progreso del desastre natural (CENEPRED, 2014).

Niveles de peligrosidad. las áreas del peligro se estratifican en niveles de “bajo, medio, alto y muy alto” (CENEPRED, 2014).

2.2.9.2. Análisis de la vulnerabilidad

La vulnerabilidad se asocia directa e indirectamente a la ocurrencia de la inundación, procede a igualar, tasar y examinar los diferentes hitos que reflejan el grado de susceptibilidad, fragilidad y también los aforos que definen una fija situación espacio-temporal ante la vulnerabilidad de una zona (CENEPRED, 2014).

a) Análisis de la dimensión social

Se estima la urbe susceptible adentro del ámbito a estudiar precisando la urbe amenazada y la no, incorporando tanto la fragilidad social con su respectiva resiliencia en la población que se encuentra vulnerable. Todo ello ayuda a determinar el grado de vulnerabilidad de carácter social (CENEPRED, 2014).

b) Análisis de la dimensión económica

Se establecen las labores de carácter económico e infraestructuras expuestas adentro del ámbito a estudiar a la inundación, identificando los anónimos susceptibles vulnerables y también no vulnerables, incorporando el estudio de fragilidad y la resiliencia (CENEPRED, 2014).

2.2.9.3. Nivel de vulnerabilidad

A efectos de la evaluación las áreas de vulnerabilidad se estratifican en “bajo, medio, alto y muy alto” CENEPRED (2014).

2.2.9.4. Estimación del riesgo

La estimación se precisa a efectos potenciales de una catástrofe a partir de la estimación del peligro y la vulnerabilidad CENEPRED (2012, 2014).

2.2.9.5. Riesgo

El riesgo representa la mezcla de información teórica y empírica; con respecto a la ocurrencia de la amenaza ya identificada, ósea, la interrelación de los contextos espacio temporales del ámbito de influencia representadas en dimensiones de la vulnerabilidad del territorio.

El criterio a tener en cuenta se basa en el empleo de la siguiente ecuación.

$$R = f(P, V) \quad (1)$$

Donde: P = Peligro y V = Vulnerabilidad

1.8. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

2.3.1. Precipitación

Dato meteórico recogida en la superficie de la tierra, que incluye la lluvia, el granizo y la nieve, entre otras cosas. (También existen el rocío y la escarcha, que se consideran un elemento menor pero importante de la precipitación total en algunas zonas) (Singh, 2017; Singh, 2018).

2.3.2. Precipitación intensa

Los sucesos hidrometeorológicos intensos con baja frecuencia de tiempo y una aparente difusión espacial desigual crean riesgos geomorfológicos naturales como la erosión superficial, las movilidades en masa, las inundaciones fluviales, las afluencias y los desprendimientos de suelo, y las inundaciones de ríos y arroyos (Yupanqui & SENAMHI, 2015).

2.3.3. Inundación pluvial

Se origina cuando la lluvia se acumula en una zona geográfica concreta, saturando la capacidad del suelo, y conservándola durante horas o días sin coincidir necesariamente con un desbordamiento de la ribera (de la Quintana et al., 2018; Torres, 2021).

2.3.4. Áreas probables de inundación pluvial

Se trata de regiones en las que podría producirse una inundación pluvial, determinada por estudios antepuestos de peligrosidad y vulnerabilidad, con el objeto de identificar las zonas de alto riesgo por la inundación por causas hidrometeorológicas, así como sus características generales (Chanca & Inga, 2018; Wongchuig et al., 2017).

2.3.5. Factor desencadenante en inundación pluvial

La precipitación, que es la lluvia que cae en una región determinada y en un volumen específico, y cuya intensidad puede causar inundaciones, es un ejemplo de un factor que libera eventos de riesgo en un área geográfica o lugar (CENEPRED, 2012, 2014).

2.3.6. Factor condicionante en inundación pluvial

Al igual que en el caso de las inundaciones pluviales, los condicionantes son específicos del área geográfica de estudio, e incluyen factores topográficos, geológicos y geomorfológicos, los más importantes de los cuales contribuyen o no de manera provechosa al progreso del evento de carácter natural en términos de magnitud, intensidad y frecuencia (CENEPRED, 2012, 2014).

2.3.7. Resiliencia

Es el nivel de absorción o resistencia de los humanos con sus maneras de vivencia ante el surgimiento de una eventualidad se denomina resiliencia. Está vinculada al

contexto social y organizativa. Cuanto más resiliente sea, menos vulnerable será (CENEPRED, 2014).

2.3.8. Exposición

Son las decisiones y acciones que sitúan a los individuos y sus maneras de vida en el camino de una amenaza se denominan exposición. Siendo la interacción inadecuada con el ecosistema provoca la exposición, que es capaz de ser causada por un aumento incontrolado de la población, un proceso migratorio desordenado o procesos de urbanización que carecen de una gestión y/o políticas eficaces del suelo (CENEPRED, 2014).

2.3.9. Fragilidad

Se describe a las desventajas de los seres humanos y su modo de vida contra el peligro; centrándose con las circunstancias de una sociedad o civilización y está causada por factores internos, como los métodos de construcción, el incumplimiento de los requisitos actuales de construcción y/o materiales, etc. Cuanto más frágil es algo, más vulnerable (CENEPRED, 2014).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL ÁREA DE INVESTIGACIÓN

El distrito de Ocuvi, conforma la provincia de Lampa; de la región de Puno, Perú; ubicándose en las coordenadas geográficas, Latitud: $15^{\circ}6'49.89''S$ Longitud: $70^{\circ}54'30.86''O$, a una altura de 4218 m.s.n.m.

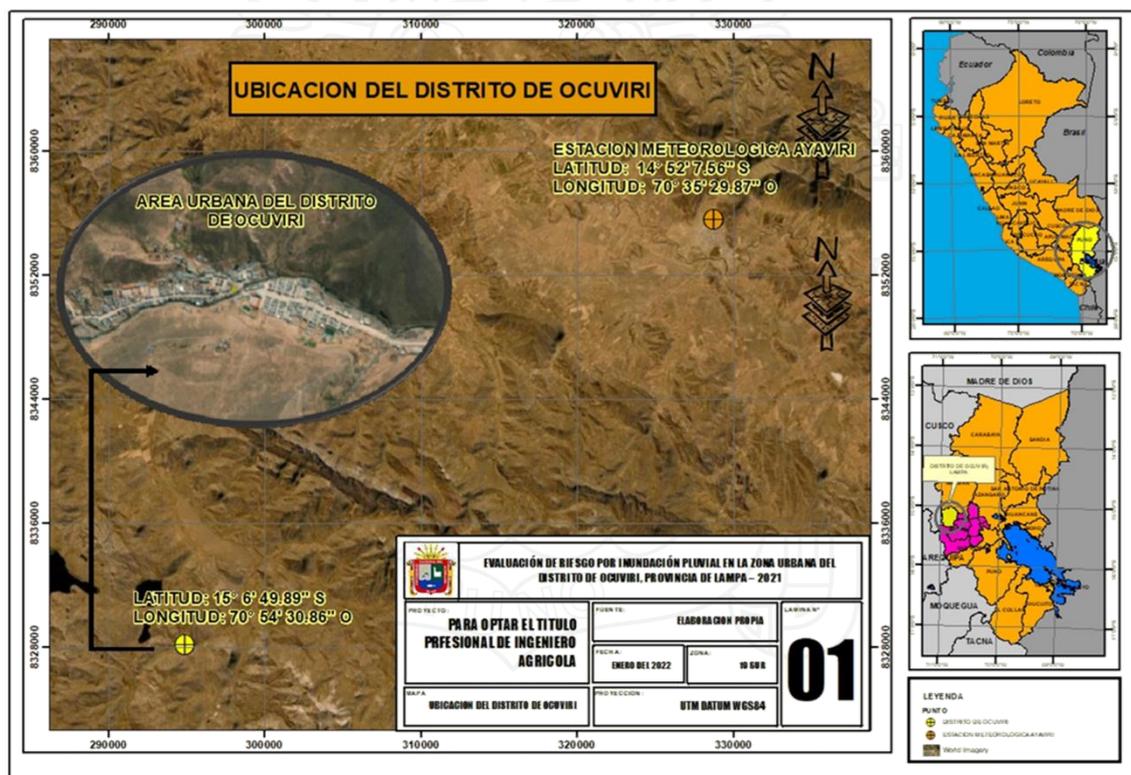


Figura 3: Mapa de ubicación de la zona de estudio

Fuente: Elaboración propia

El distrito en mención es colindante con los siguientes lugares como es el distrito de Condorama en la provincia de Espinar. Además, colinda con las comunidades de Caycho, Jatun Ayllu, Chapioco, Tupac Amaru, Parina, y Vilcamarca.

Según el censo peruano realizado en el año 2017, se estima una población de 2655 personas residiendo en el distrito de Ocuvi (INEI, 2021).

3.1.1. Vías de comunicación y accesibilidad

Desde la ciudad de Juliaca que es el principal eje comercial del departamento de Puno hasta el distrito de Ocuvi- Lampa, las una dos vías.

La primera vía desde la ciudad de Juliaca, pasando por la carretera Asfaltada para el departamento de Arequipa, pasa por el distrito de Cabanillas, Santa Lucía, hasta llegar a un desvío por el kilómetro 210, posteriormente pasando por una carretera - trocha por las localidades de Phinaya, Orduña, Parina y Saguani hasta llegar al distrito de Ocuvi.

La segunda vía desde la ciudad de Juliaca, pasando por la ciudad de Lampa, el distrito de Palca, Vilavila hasta llegar al distrito de Ocuvi.

La accesibilidad al distrito de Ocuvi es mediante vías de asfalto y de tierra – trocha, por las dos vías de comunicación ya mencionadas.

3.2. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Tipo de investigación

Según la clasificación el tipo de estudio empleado en la realización del presente trabajo es descriptivo (Hernández et al., 2014; Mías, 2018), porque se pretende evaluar las acciones, contextos y eventualidades que establezcan enseres de análisis.

En la presente investigación, busca evaluar las variables de riesgo (peligro y vulnerabilidad) por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, por ende, el diseño de investigación seleccionado será no experimental.

Dado las variables del cuerpo de investigación corresponde a un estudio descriptivo que tiene por objeto (Fuentes et al., 2020), como son: cuantificación de los niveles de peligrosidad, vulnerabilidad, el riesgo y la formación de mapas.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Las principales técnicas para compilar datos, empleadas en la presente investigación es la observación, ya que se efectuará el recorrido de la zona urbana del distrito de Ocuvi. Otra técnica es la producción de datos mediante la revisión documentario y geo portales. La información ambiental para la precipitación se obtendrá principalmente del sitio web del SENAMHI, así mismo por medio de grafía satelital del area, documentos fotográficos y el empleo del GPS.

Instrumentos

- Software ArcGis
- Software Microsoft Office
- Software Microsoft Excel
- Software Google Earth
- Datos del INEI y SENAMHI
- Ecuación para el cálculo del nivel de riesgo

$$R = P \times V \tag{2}$$

Donde: R: Riesgo, P: Peligro y V: Vulnerabilidad

3.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.4.1. Población

La población está representada por la zona urbana del distrito de Ocuvi, donde se realizó la investigación.

3.4.2. Muestra

Teniendo en cuenta que el estudio remitirá información relevante sobre este fenómeno natural, cuyos resultados compondrán un pertinente teórico, para posteriores estudios semejantes, y de alguna forma para que las instituciones competentes tomen medidas de prevención referente a este trabajo de investigación, se ha considerara que el cuerpo de la muestra sea la misma especificada en la población, siendo la zona urbana del distrito de Ocuvi.

3.5. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

El procedimiento metodológico en el sentido de consumir los objetivos especificados en el presente estudio: se recabo todos los datos requeridos, de tesis, libros, artículos científicos, páginas web, entre otros. Asimismo, adquiriendo información de entidades como INDECI, SIGRID, CENEPRED, INEI y SENAMHI, donde se recabaron información para el cumplimiento de los objetivos.

3.5.1. Información base

Para la realización de este estudio se realizó el procedimiento de la técnica revisión documental, descarga de información de geo portales, además se utilizó la metodología propuesta en base a CENEPRED (2014), (segunda versión) para determinar el peligro, y

vulnerabilidad de la zona urbana del distrito de Ocuvi, se consideró efectuar el análisis de los elementos de la vulnerabilidad tanto en la dimensión social, económica y ambiental manipulando los parámetros propuestos por el CENEPRED para el cálculo de la vulnerabilidad, siendo un trámite esencial que permitió asemejar y apreciar el riesgo a un periodo de retorno futuro.

Asimismo, el presente estudio se fraccionó en cuatro etapas de desarrollo: determinación del peligro, vulnerabilidad, y el rango de aceptabilidad del riesgo por inundación pluvial, todo ello a un PR de 50 años, para la zona urbana del distrito de Ocuvi.

3.5.2. Características generales

3.5.2.1. Precipitación

La zona urbana del distrito de Ocuvi, se caracteriza por tener temporadas de Avenida y Estiaje, sucediendo esto desde los meses de septiembre a marzo, las temporadas de Avenida y los meses restantes siendo la temporada de Estiaje (seco) (SENAMHI, 2009).

En la tabla 1. se aprecia las intensidades de precipitaciones, para distintas duraciones y periodos de retorno, todo ello registrado por el portal web del SENAMHI (2022); en el periodo de 1981 al 2005; en el periodo de 1981 al 2005; siendo datos proyectados a un periodo de retorno de 50 años; indicando que existe una tendencia de aumento de la precipitación con diferentes periodos de retorno.

Tabla 1: Intensidades de precipitaciones, para diferentes duraciones y periodos de retorno

Duración	TR2	TR5	TR10	TR30	TR50
1-hr	18.1 (16.8-19.5)	20.8 (19.3-22.5)	23.0 (21.4-25.1)	27.1 (25.1-29.8)	29.3 (27.1-32.3)
2-hr	11.6 (10.8-12.5)	13.3 (12.4-14.4)	14.8 (13.7-16.1)	17.4 (16.1-19.1)	18.8 (17.4-20.7)
3-hr	8.9 (8.3-9.6)	10.2 (9.5-11.1)	11.4 (10.5-12.4)	13.4 (12.4-14.7)	14.5 (13.4-15.9)
4-hr	7.4 (6.9-8.0)	8.5 (7.9-9.2)	9.4 (8.8-10.3)	11.1 (10.3-12.2)	12.0 (11.1-13.2)
5-hr	6.4 (6.0-6.9)	7.4 (6.9-8.0)	8.2 (7.6-8.9)	9.6 (8.9-10.6)	10.4 (9.6-11.5)
6-hr	5.7 (5.3-6.2)	6.6 (6.1-7.1)	7.3 (6.8-7.9)	8.6 (7.9-9.4)	9.3 (8.6-10.2)
7-hr	5.2 (4.8-5.6)	5.9 (5.5-6.4)	6.6 (6.1-7.2)	7.8 (7.2-8.5)	8.4 (7.8-9.2)
8-hr	4.8 (4.4-5.1)	5.5 (5.1-5.9)	6.1 (5.6-6.6)	7.1 (6.6-7.8)	7.7 (7.1-8.5)
9-hr	4.4 (4.1-4.8)	5.1 (4.7-5.5)	5.6 (5.2-6.1)	6.6 (6.1-7.3)	7.1 (6.6-7.9)
10-hr	4.1 (3.8-4.4)	4.7 (4.4-5.1)	5.2 (4.9-5.7)	6.2 (5.7-6.8)	6.7 (6.2-7.4)
11-hr	3.9 (3.6-4.2)	4.4 (4.1-4.8)	4.9 (4.6-5.4)	5.8 (5.4-6.4)	6.3 (5.8-6.9)
12-hr	3.7 (3.4-3.9)	4.2 (3.9-4.6)	4.7 (4.3-5.1)	5.5 (5.1-6.0)	5.9 (5.5-6.5)
13-hr	3.5 (3.2-3.8)	4.0 (3.7-4.3)	4.4 (4.1-4.8)	5.2 (4.8-5.7)	5.6 (5.2-6.2)
14-hr	3.3 (3.1-3.6)	3.8 (3.5-4.1)	4.2 (3.9-4.6)	5.0 (4.6-5.5)	5.4 (5.0-5.9)
15-hr	3.2 (3.0-3.4)	3.6 (3.4-3.9)	4.0 (3.7-4.4)	4.8 (4.4-5.2)	5.1 (4.8-5.7)
16-hr	3.0 (2.8-3.3)	3.5 (3.2-3.8)	3.9 (3.6-4.2)	4.6 (4.2-5.0)	4.9 (4.6-5.4)
17-hr	2.9 (2.7-3.2)	3.4 (3.1-3.6)	3.7 (3.5-4.1)	4.4 (4.1-4.8)	4.7 (4.4-5.2)
18-hr	2.8 (2.6-3.0)	3.2 (3.0-3.5)	3.6 (3.3-3.9)	4.2 (3.9-4.7)	4.6 (4.2-5.0)
19-hr	2.7 (2.5-2.9)	3.1 (2.9-3.4)	3.5 (3.2-3.8)	4.1 (3.8-4.5)	4.4 (4.1-4.9)
20-hr	2.6 (2.5-2.8)	3.0 (2.8-3.3)	3.4 (3.1-3.7)	4.0 (3.7-4.3)	4.3 (4.0-4.7)
21-hr	2.6 (2.4-2.8)	2.9 (2.7-3.2)	3.3 (3.0-3.5)	3.8 (3.6-4.2)	4.1 (3.8-4.6)
22-hr	2.5 (2.3-2.7)	2.8 (2.6-3.1)	3.2 (2.9-3.4)	3.7 (3.4-4.1)	4.0 (3.7-4.4)
23-hr	2.4 (2.2-2.6)	2.8 (2.6-3.0)	3.1 (2.8-3.3)	3.6 (3.4-4.0)	3.9 (3.6-4.3)
24-hr	2.3 (2.2-2.5)	2.7 (2.5-2.9)	3.0 (2.8-3.3)	3.5 (3.3-3.9)	3.8 (3.5-4.2)

* (TR) Tiempo de retorno; (hr) Horas; Mediana de precipitación (min-max)”

Fuente: SENAMHI (2022)

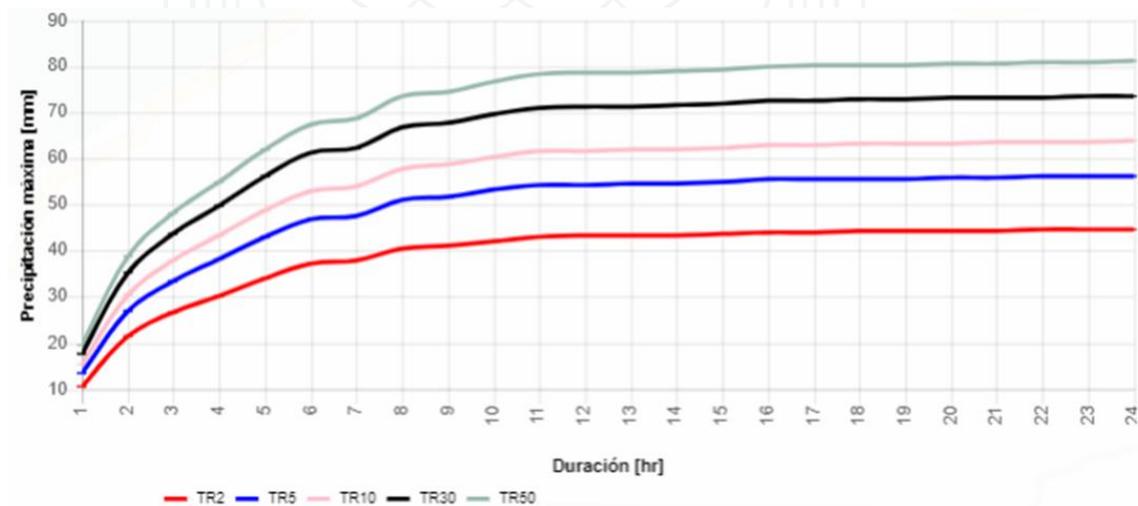


Figura 4: Curvas de duración y frecuencia a diferentes periodos de retorno

Fuente: SENAMHI (2022)

En la figura 4, se aprecia la curva de duración y frecuencia a periodos de retorno-PR de 2, 5, 10, 30 y 50 años respectivamente; a razón del presente estudio se estableció el PR de 50 años.

En la figura 5, se aprecia el mapa de precipitación para un periodo de retorno-PR de 2 años; indicando que la zona en estudio exhibe una precipitación promedio de 18.1mm en un PR de 2 años.

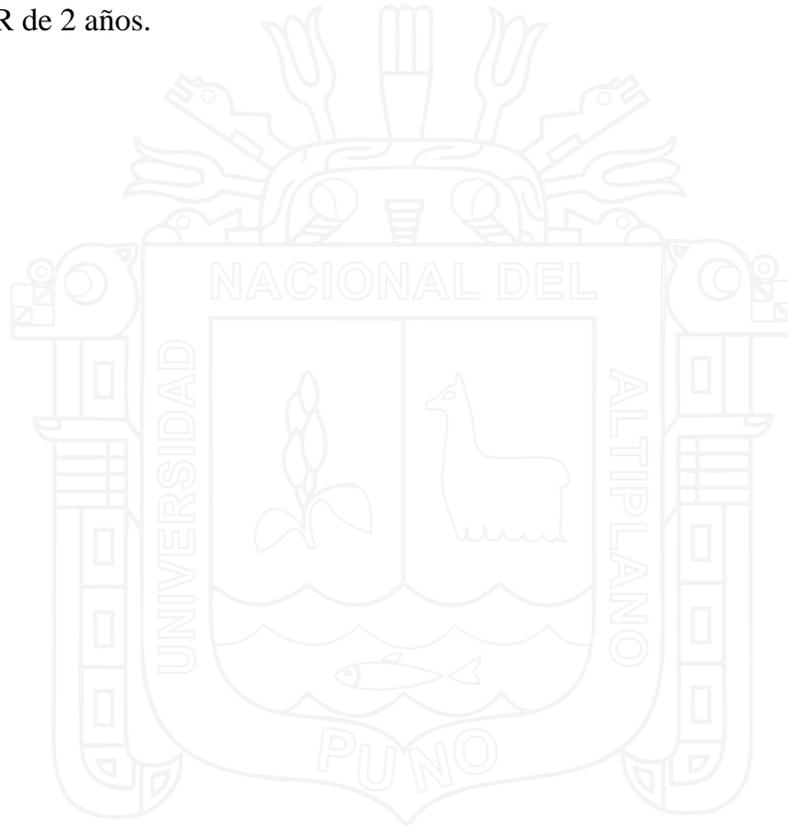




Figura 5: Mapa de precipitación – periodo de retorno de 2 años

Fuente: Elaboración propia



Figura 6: Mapa de precipitación – periodo de retorno de 50 años

Fuente: Elaboración propia

En la figura 6, se aprecia el mapa de precipitación a un periodo de retorno-PR de 50 años; especificando que dichos datos fueron tomados del portal web del SENAMHI (2022); indicando que en el área en estudio presentara una precipitación promedio de 29.3mm. Comparando las precipitaciones a un PR de dos años con los datos de precipitación a un PR de 50 años; se evidencia que la precipitación tiene una tasa de crecimiento.

3.5.2.2. Pendiente

La Pendiente constituye un elemento fundamental del factor topográfico para la probabilidad de ocurrencia de inundaciones pluviales; en donde las precipitaciones discurren por la superficie de la tierra influido por la pendiente, lo cual genera la escorrentía pluvial; por ello mientras más fuerte sea la pendiente mayor será el deslizamiento de la escorrentía pluvial hacia terrenos con pendientes suaves; siendo determinante para la generación de inundaciones pluviales hacia las zonas de menor pendiente. La pendiente, es el valor de inclinación que exhibe un terreno en relación a su horizontal. Para los fines de estudio se ha establecido 04 clasificaciones de pendiente, expresada en grados.

Tabla 2: Descripción del parámetro pendiente

Pendiente	Clasificación de pendiente	Descripción de pendiente	Probabilidad de inundación pluvial por escorrentía pluvial
0° - 5°	1	Terrenos llanos, o con pendiente suave	Muy alta probabilidad de inundación pluvial
5° - 12°	2	Pendiente moderada	Alta probabilidad de inundación pluvial
12° - 20°	3	Pendiente fuerte	Media probabilidad de inundación pluvial
20° - 35°	4	Pendiente muy fuerte	Baja probabilidad de inundación pluvial

Fuente: Elaboración propia

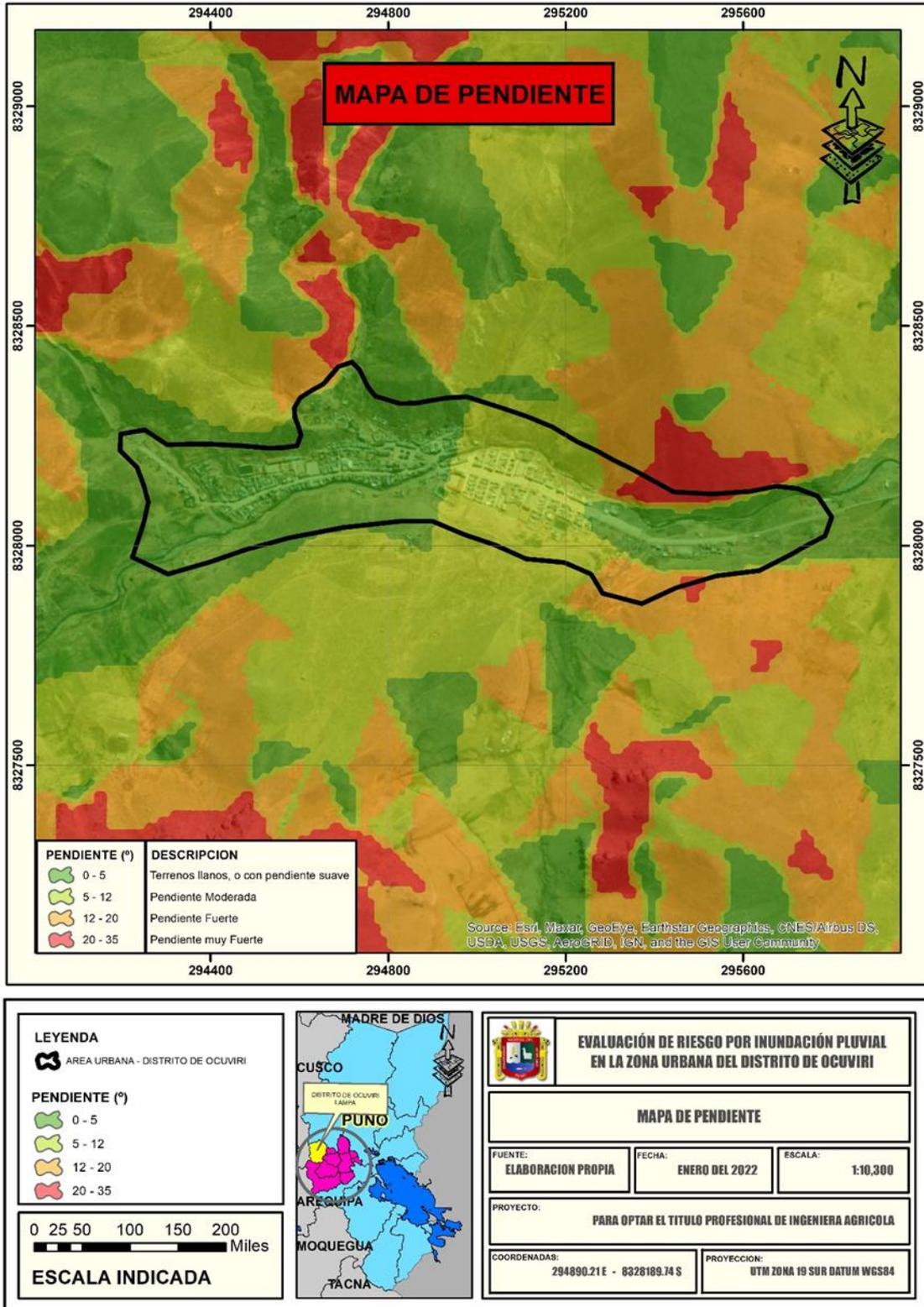


Figura 7: Mapa de pendiente

Fuente: Elaboración propia

En la figura 7, se aprecia el mapa de pendiente para el área urbana del distrito de Ocuvi, en donde presenta pendientes de 0 a 5°, en mayor proporción, cuya probabilidad de inundación pluvial es muy alta, asimismo de 5 a 12° cuya probabilidad de inundación pluvial es alta, también de 12 -20° cuya probabilidad de inundación pluvial es media, y una pequeña proporción con pendiente de 20° – 35° caracterizada como baja probabilidad de inundación pluvial.

3.5.2.3. Geología

La geología compone un rasgo del medio físico más relevante, para que se pueden presentar acumulaciones o inundaciones de carácter pluvial; cuyos sustratos, ya sea rocoso o depósitos no consolidados entre otros, imponen una fuerte condicionante para que se generen inundaciones de origen pluvial.

La geología particularmente para el distrito de Ocuvi, están dominados por areniscas feldespáticas de color púrpura o gris púrpura en unidades de 1 m, sedimentos, algunos de los cuales están comúnmente clasificados, con conglomerados muy gruesos escasamente ordenados siendo granos angulares a subangulares, las gravas volcánicas representan el 10% del contenido También se observan conglomerados que contienen clastos de andesita subredondeados en una matriz de fragmentos de roca, cuarzo y arena feldespática (Gobierno Regional de Puno, 2016; Gonzales & Lopez, 2015).

Así mismo se han identificado cuatro unidades geológicas, (Qh – al, P – pu, Nm – pa/tbka y área urbana), en el área en estudio de acuerdo a la base de datos recabada del geo portal – GEO GPS PERU.

Depósitos aluviales (Qh – al)

Los depósitos aluviales que están presentes a lo largo de la desembocadura del río Ocuvirí, donde constituyen abanicos de enorme grosor, compuestos particularmente por areniscas, lutitas, conglomerados, y limolitas todo ello en estratos lenticulares, cuya capacidad de campo es mínima, lo cual provoca que la infiltración suceda lentamente provocando la acumulación de agua en la superficie ocasionado por las precipitaciones (Gonzales & Lopez, 2015).

Grupo Puno (P – pu)

El grupo Puno, con su composición litológica de areniscas con conglomerados de limolitas subordinadas, calizas, comunes, y capas tobáceas, se encuentra principalmente en zonas de pendiente moderada. Las areniscas feldespáticas presentan coloración rosada a café rojizo bien ordenadas, estratificadas de envergadura variada, con granulometría de cuarzo monocristalino angulares a subredondeados, cuyas características geológicas son beneficiosas para la infiltración de agua de condiciones pluviales, por lo que rara vez se genera escorrentía pluvial, lo que favorece la recarga de la capa freática (Gonzales & Lopez, 2015).

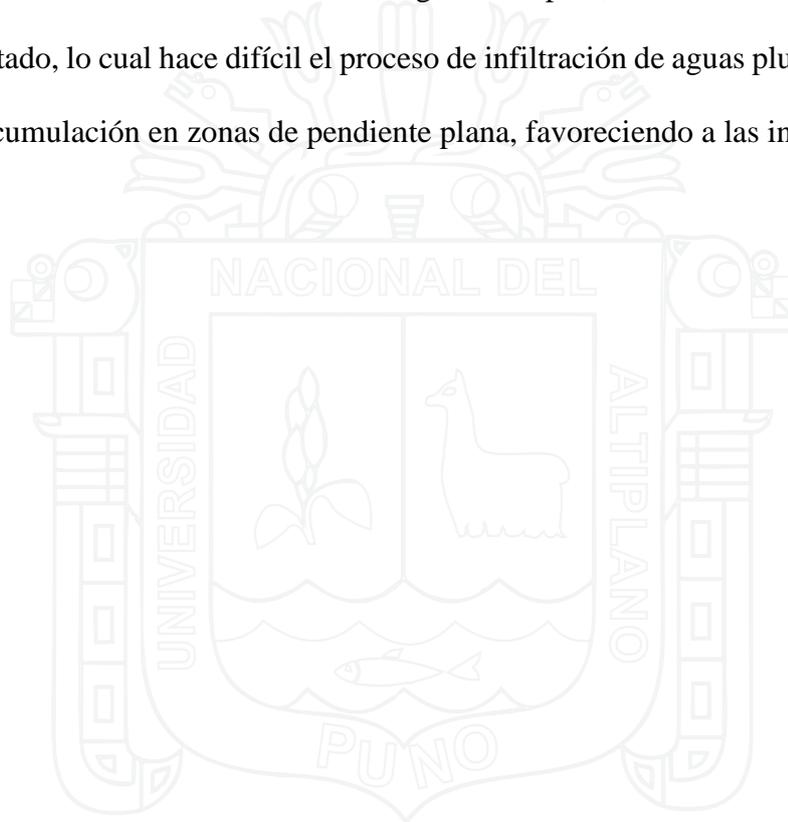
Grupo Palca 3 (Nm – pa/tbka)

El grupo Palca se encuentra en una pequeña zona del área de estudio, donde presenta una litología de capas de coloración rosa grisáceo a amarillento pudiendo ser consolidadas. En los afloramientos, se categorizan por una estratigrafía de hasta 30 cm de espesor, erosionándose a menudo en grietas que superan los 15cm, y el agua de lluvia se

infiltra directamente al subsuelo, evitando las inundaciones por las precipitaciones (Gonzales & Lopez, 2015).

Área urbana

El área urbana presenta condiciones geológicas no naturales, cuyas características son de construcciones actuales de origen antrópico, donde viene a ser suelo muy compactado, lo cual hace difícil el proceso de infiltración de aguas pluviales, provocando así su acumulación en zonas de pendiente plana, favoreciendo a las inundaciones.



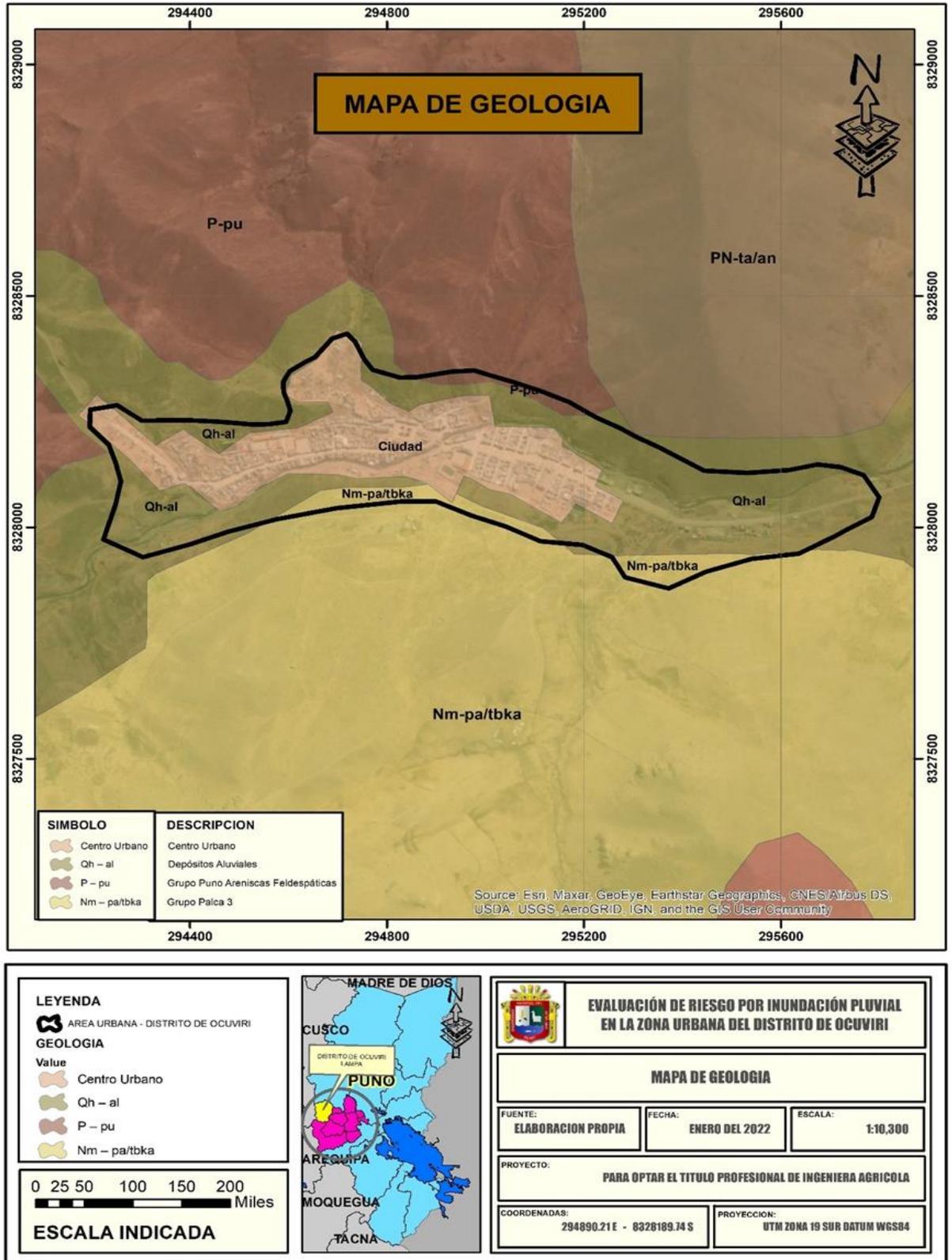


Figura 8: Mapa de geología

Fuente: Elaboración propia

En la Figura 8. aprecia la geología que abarca el área urbana del distrito de Ocuvi, en donde se evidencia mayoritariamente que las condiciones geológicas no naturales de origen antrópico, presentan características que hacen difícil la infiltración del agua, lo cual conllevaría a la generación de inundaciones por lluvias intensas en el área en estudio.

3.5.2.4. Geomorfología

La geomorfología se basa en la forma de la superficie o relieve terrestre, con el conjunto de deformaciones, desniveles e irregularidades de la superficie del terreno, lo cual evidentemente influye en la escorrentía del agua transportando el fluido hacia formas más favorables para la acumulación del agua, generando probables escenarios de inundación pluvial.

Para la zona en estudio se han identificado cuatro unidades geomorfológicas, (V-al, RMC-rv, RC-rs y VII-gl) de acuerdo a la base de datos recabada del geo portal – GEO GPS PERU.

Vertiente o piedemonte aluvial (V-al)

Esta geoforma se formó por la sedimentación de las corrientes de agua estacionales provocadas por las fuertes lluvias, y consiste en sucesiones de abanicos aluviales y aluviales-diluviales en las laderas ocupadas por el río Ocuvi, correspondientes a una llanura inclinada con relieve de glacis que se dilata hasta la naciente de los sistemas de montaña, y escarpes de altiplanos (Gonzales & Lopez, 2015).

Montañas y colinas en roca volcánica (RMC-rv)

Las superficies onduladas y planas que constituyen grandes mesetas volcánicas con crestas entre empinados y escabrosos son la morfología más distintiva. Los desprendimientos, los corrimientos de tierra, los desprendimientos de rocas y la erosión de las laderas son procesos masivos relacionados (Gonzales & Lopez, 2015).

Colina en roca sedimentaria (RC-rs)

Las rocas sedimentarias han disminuido por operaciones de denudación, dando lugar a alturas alargadas con pendientes de bajas a moderadas (Gonzales & Lopez, 2015).

Valle glaciar (VII-gl)

Esta morfología se observa aguas arriba en el distrito de Ocuvi, caracterizado por incisiones de ladera rectas con una sección transversal distintiva en grafía de U y circos glaciares hacia sus cabeceras. Muchos de estos valles también incluyen lagos glaciares con presas naturales y morrenas laterales y frontales prominentes (Gonzales & Lopez, 2015).

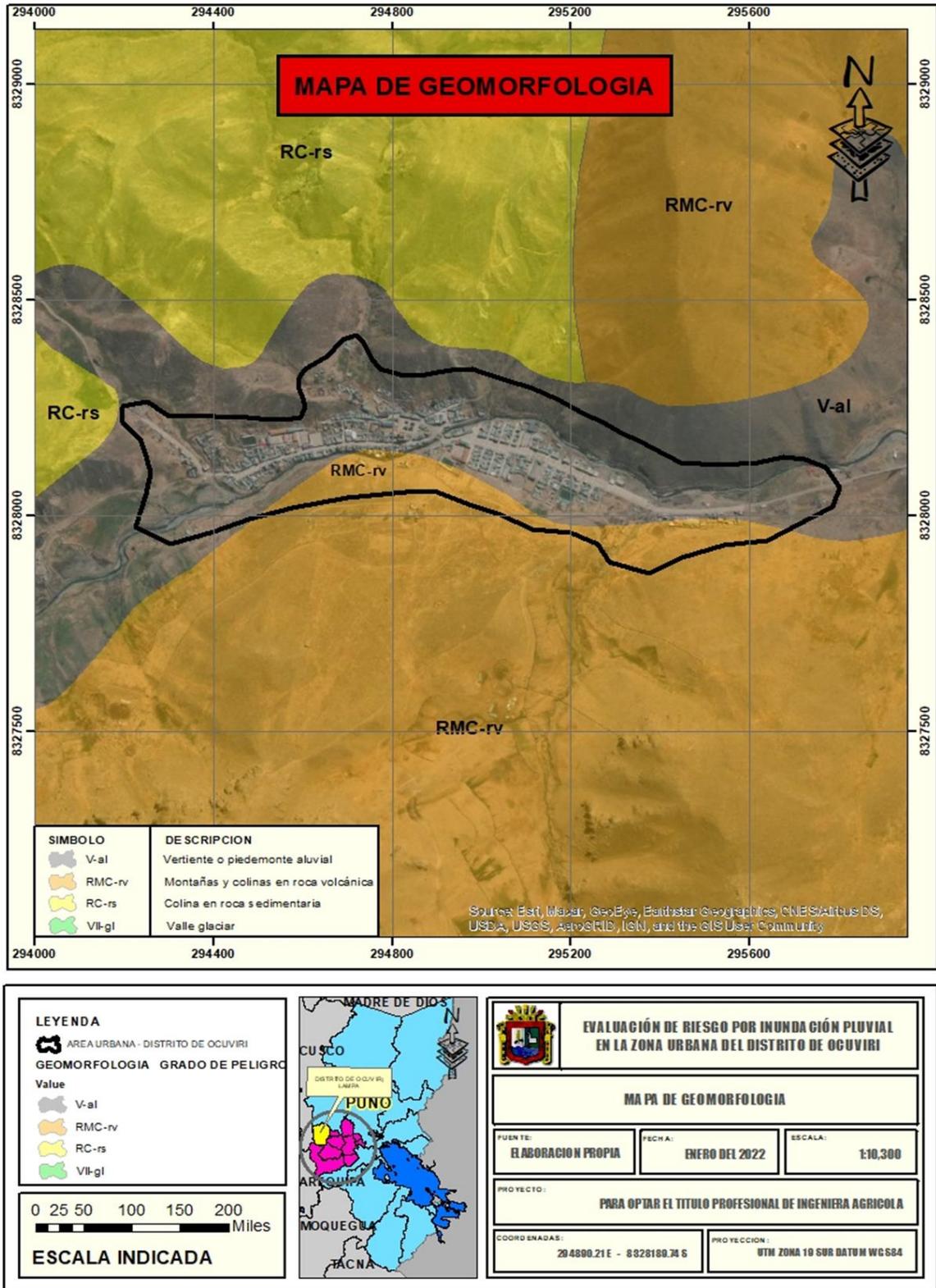


Figura 9: Mapa de geomorfología

Fuente: Elaboración propia

En la figura 9, se aprecia las unidades geomorfológicas que abarca el área urbana del distrito de Ocuvi, presentándose principalmente por vertiente o piedemonte Aluvial (V-al), presentándose al pie de sistemas montañosos, y Montañas y colinas en roca volcánica (RMC-rv), caracterizada por superficies planas y onduladas que posibilitan la acumulación de precipitaciones.

3.5.3. Determinación del peligro

El fenómeno natural de las inundaciones pluviales se identifica por el depósito y permanencia de las lluvias en las depresiones de una determinada zona durante un periodo de tiempo, acumulándose durante horas o días y desbordando la capacidad de drenaje del suelo.

A partir de la detección de los parámetros para la evaluación y de la susceptibilidad del terreno, el número de elementos a estudiar se relaciona con el tipo de estudio y de los datos disponible (factores desencadenantes y condicionantes) (CENEPRED, 2014).

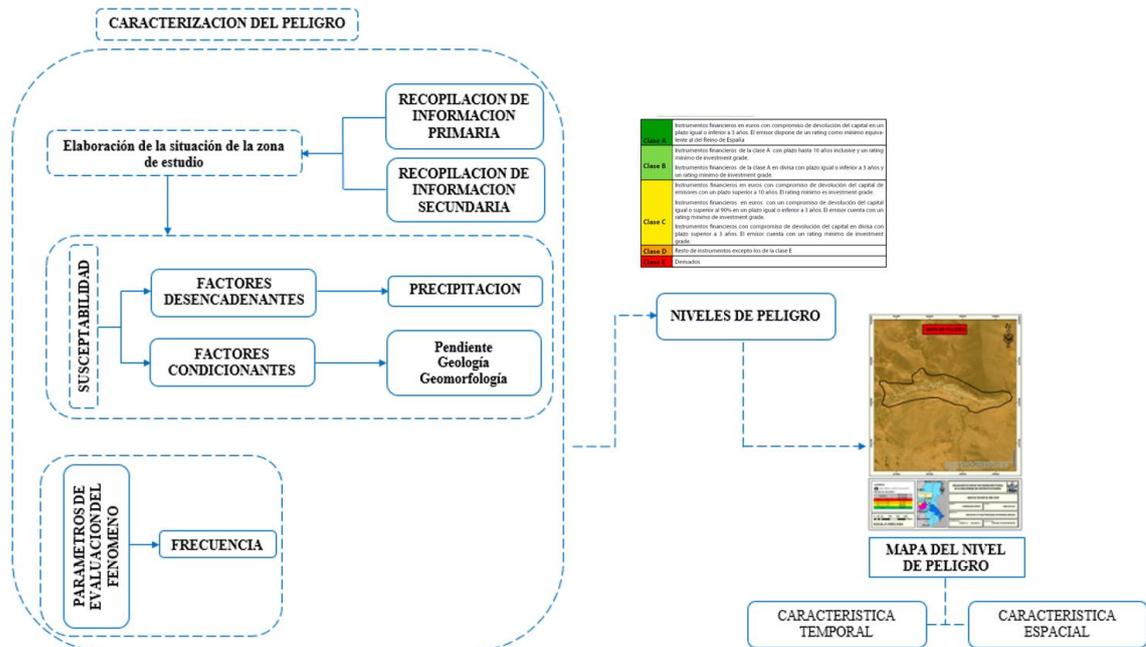


Figura 10. Metodología para la determinación de peligro

Fuente: CENEPRED (2014).

Factores desencadenantes: Hidrometeorológicos (precipitación para un escenario actual “periodo de retorno de 2 años” y para un escenario futuro “periodo de retorno de 50años”).

Factores condicionantes: Pendiente, Geología, Geomorfología, información de los factores condicionantes fue recopilado del actual año, asumiendo un patrón no cambiante a un periodo de retorno de 50 años.

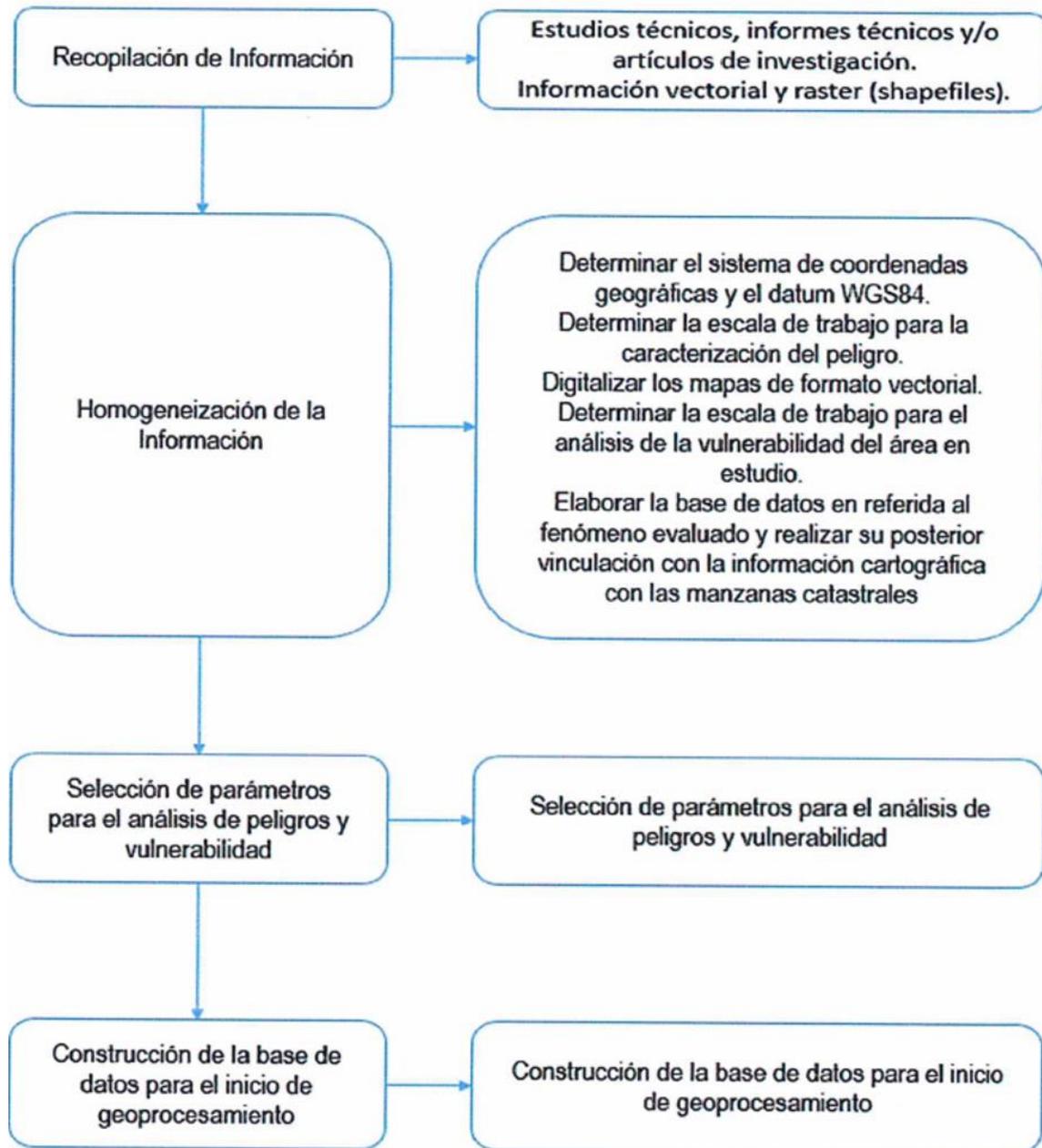


Figura 11: Flujograma general del proceso de análisis de información

Fuente: CENEPRED (2014).

El número de variables a examinar viene determinado por los siguientes factores. El proceso empleado para desarrollar el nivel de peligro es la metodología de análisis jerárquico aludido en el manual de evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales, 2ª versión, con el cálculo de la matriz Satty para cada parámetro y su descriptor (CENEPRED, 2014).

3.5.3.1. Análisis del factor desencadenante

Los resultados obtenidos para el análisis del factor desencadenante es el siguiente:

a) Precipitación.

Tabla 3: Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación – periodo de retorno (2 años).

Precipitación	12.84 - 18.1 mm	7.57 - 12.84 mm	2.30 - 7.57 mm	≤ 2.30 mm
12.84 - 18.1 mm	1.00	3.00	5.00	7.00
7.57 - 12.84 mm	0.33	1.00	3.00	5.00
2.30 - 7.57 mm	0.20	0.33	1.00	3.00
≤ 2.30 mm	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.68	4.53	9.33	16.00
1/Suma	0.597	0.221	0.107	0.063

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4: Matriz de normalización de pares del parámetro Precipitación - periodo de retorno (2 años)

Precipitación	12.84 - 18.1mm	7.57 - 12.84mm	2.30 - 7.57 mm	≤2.30mm	Vector de priorización
12.84 - 18.1mm	0.597	0.662	0.536	0.438	0.558
7.57 - 12.84mm	0.199	0.221	0.321	0.313	0.263
2.30 - 7.57 mm	0.119	0.074	0.107	0.188	0.122
≤2.30mm	0.085	0.044	0.036	0.063	0.057
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.039) y relación de consistencia (RC=0.045) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro precipitación - periodo de retorno (2 años)

Tabla 5: Matriz de comparación de pares del parámetro precipitación - periodo de retorno (50 años)

Precipitación	20.8 - 29.3 mm	12.30 - 20.80 mm	3.80 - 12.30 mm	≤ 3.80 mm
20.8 - 29.3 mm	1.00	5.00	7.00	9.00
12.30 - 20.80 mm	0.20	1.00	5.00	7.00
3.80 - 12.30 mm	0.14	0.20	1.00	5.00
≤ 3.80 mm	0.11	0.14	0.20	1.00
SUMA	1.45	6.34	13.20	22.00
1/SUMA	0.688	0.158	0.076	0.045

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Matriz de normalización de pares del parámetro precipitación - periodo de retorno (50 años)

Precipitación	20.8 - 29.3 mm	12.30 - 20.80 mm	3.80 - 12.30 mm	≤ 3.80 mm	Vector de priorización
20.8 - 29.3 mm	0.688	0.788	0.530	0.409	0.604
12.30 - 20.80 mm	0.138	0.158	0.379	0.318	0.248
3.80 - 12.30 mm	0.098	0.032	0.076	0.227	0.108
≤ 3.80 mm	0.076	0.023	0.015	0.045	0.040
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.058) y relación de consistencia (RC=0.066) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro precipitación - periodo de retorno (50 años)

3.5.3.2. Análisis de los factores condicionantes

Los resultados obtenidos para el análisis del factor condicionante es el siguiente:

a) Parámetro pendiente

Tabla 7: Matriz de comparación de pares del parámetro pendiente

Pendiente	0° - 5°	5° - 12°	12° - 20°	20° - 35°
0° - 5°	1.00	3.00	5.00	7.00
5° - 12°	0.33	1.00	2.00	3.00
12° - 20°	0.20	0.50	1.00	2.00
20° - 35°	0.14	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.68	4.83	8.50	13.00
1/SUMA	0.597	0.207	0.118	0.077

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8: Matriz de normalización de pares del parámetro pendiente

Pendiente	0° - 5°	5° - 12°	12° - 20°	20° - 35°	Vector de priorización
0° - 5°	0.597	0.621	0.588	0.538	0.586
5° - 12°	0.199	0.207	0.235	0.231	0.218
12° - 20°	0.119	0.103	0.118	0.154	0.124
20° - 35°	0.085	0.069	0.059	0.077	0.072
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.006) y relación de consistencia (RC=0.007) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro pendiente.

b) Parámetro Geología

Tabla 9: Matriz de comparación de pares del parámetro geología

Geología	Centro urbano	Depositos aluviales	Grupo Puno - areniscas feldespatitas	Grupo Palca 3
Centro urbano	1.00	2.00	3.00	5.00
Depositos aluviales	0.50	1.00	2.00	3.00
Grupo Puno - areniscas feldespatitas	0.33	0.50	1.00	2.00
Grupo Palca 3	0.20	0.33	0.50	1.00
Suma	2.03	3.83	6.50	11.00
1/Suma	0.492	0.261	0.154	0.091

Fuente: Elaboración propia

Tabla 10: Matriz de normalización de pares del parámetro geología

Geología	Centro urbano	Depositos aluviales	Grupo Puno - areniscas feldespatitas	Grupo Palca 3	Vector de priorización
Centro urbano	0.492	0.522	0.462	0.455	0.482
Depositos aluviales	0.246	0.261	0.308	0.273	0.272
Grupo Puno - areniscas feldespatitas	0.164	0.130	0.154	0.182	0.158
Grupo Palca 3	0.098	0.087	0.077	0.091	0.088
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.005) y relación de consistencia (RC=0.005) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro geología.

c) Parámetro geomorfología

Tabla 11: Matriz de comparación de pares del parámetro geomorfología

Geomorfología	Vertiente o piedemonte aluvial	Montañas y colinas en roca volcánica	Colina en roca sedimentaria	Valle glacial
Vertiente o piedemonte aluvial	1.00	2.00	5.00	9.00
Montañas y colinas en roca volcánica	0.50	1.00	2.00	3.00
Colina en roca sedimentaria	0.20	0.50	1.00	2.00
Valle glacial	0.11	0.33	0.50	1.00
Suma	1.81	3.83	8.50	15.00
1/Suma	0.552	0.261	0.118	0.067

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Matriz de normalización de pares del parámetro geomorfología

Geomorfología	Vertiente o piedemonte aluvial	Montañas y colinas en roca volcánica	Colina en roca sedimentaria	Valle glacial	Vector de priorización
Vertiente o piedemonte aluvial	0.552	0.522	0.588	0.600	0.566
Montañas y colinas en roca volcánica	0.276	0.261	0.235	0.200	0.243
Colina en roca sedimentaria	0.110	0.130	0.118	0.133	0.123
Valle glacial	0.061	0.087	0.059	0.067	0.068
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.006) y relación de consistencia (RC=0.007) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro geomorfología.

3.5.4. Análisis de los elementos expuestos en áreas susceptibles

Los elementos expuestos vulnerables del área urbana del distrito de Ocuwiri incorporan la susceptibilidad de (personas, viviendas, centros de salud, instituciones educativas, servicios básicos y caminos rurales, entre otros) presentes en el área de impacto probable del peligro de precipitación intensa con capacidad de ser afectados por la muestra del peligro.

3.5.4.1. Elementos expuestos susceptibles a nivel social

Seguidamente, se presentan los componentes clave expuestos en el área urbana del distrito de Ocuvi que son vulnerables a nivel social.

a) Población

Actualmente la población total del distrito de Ocuvi es de 2,422 hab. Según INEI (2021), correspondiendo el 67.6% al área rural y el 32.4% corresponde al área Urbana, cabe precisar que el área Urbana del distrito de Ocuvi alberga un total de 788 habitantes, Asimismo se menciona que la Población Urbana del distrito de Ocuvi en el 2007 fue de 607 habitantes, tales datos fueron esenciales para determinar la población venidera en un escenario futuro.

- **Estimación de poblaciones futuras con el método aritmético**

$$Pob_{PR.50} = Pob_{año1} + r(Año_{PR.50} - Año_1) \quad (3)$$

$$r = \frac{Pob_{actual} - Pob_{anterior}}{Año_{actual} - Año_{anterior}} \quad (4)$$

Donde: **r**: Razón de crecimiento

Tabla 13: Población del área urbana del distrito de Ocuvi

Población	Población (2007)	Población (2017)	Población (PR-50)
Total	607	788	807

Fuente: Adaptado de INEI (2021).

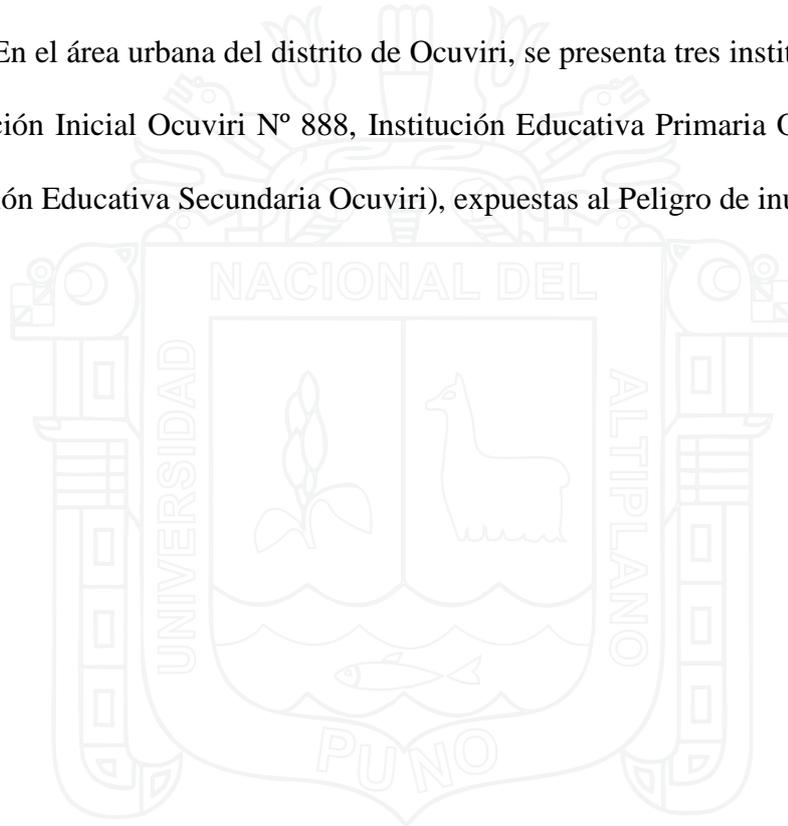
La población expuesta al peligro de inundación pluvial del área Urbana del distrito de Ocuvi, se estima en 807 habitantes aproximadamente a un PR de 50 años.

b) Vivienda

El área urbana del distrito de Ocuvi, según el INEI (2018), cuenta con 432 viviendas, predominando el material adobe en las paredes y techos de calamina de la mayoría de viviendas.

c) Educación

En el área urbana del distrito de Ocuvi, se presenta tres instituciones educativas (Institución Inicial Ocuvi N° 888, Institución Educativa Primaria Ocuvi N° 70402 e Institución Educativa Secundaria Ocuvi), expuestas al Peligro de inundación pluvial.



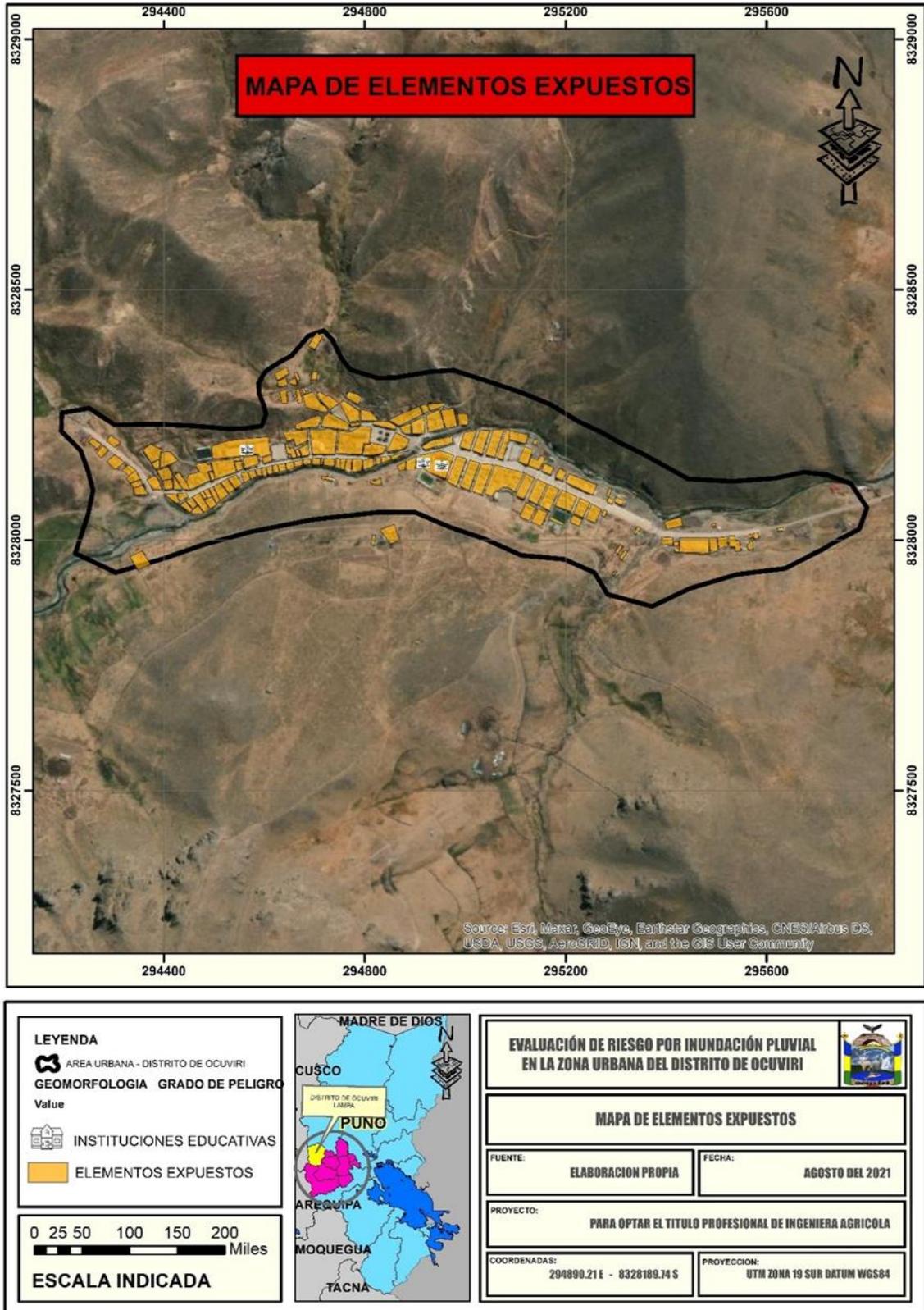


Figura 12: Mapa de elementos expuestos

Fuente: Elaboración propia

3.5.4.2. Determinación del valor de peligro

Para la determinación del valor de peligro se efectuó por medio de la siguiente ecuación dada por el CENEPRED (2014).

$$\sum_{k=1}^n Factor_{desenc} * Descriptor_{desenc} * Peso_{desenc} = Valor_{desenc} \quad (5)$$

$$\sum_{k=1}^n Factor_{condi} * Descriptor_{condi} * Peso_{condi} = Valor_{condi} \quad (6)$$

$$Valor_{condi} * Valor_{desenc} = Valor_{peligrosidad} \quad (7)$$

3.5.5. Determinación de la vulnerabilidad

Para hallar la vulnerabilidad del área urbana del distrito de Ocuvi, se ha empleado la metodología del CENEPRED (2014) utilizando datos compilados de la Municipalidad Distrital de Ocuvi, la secuencia del análisis de vulnerabilidad se ha realizado según el siguiente diagrama:

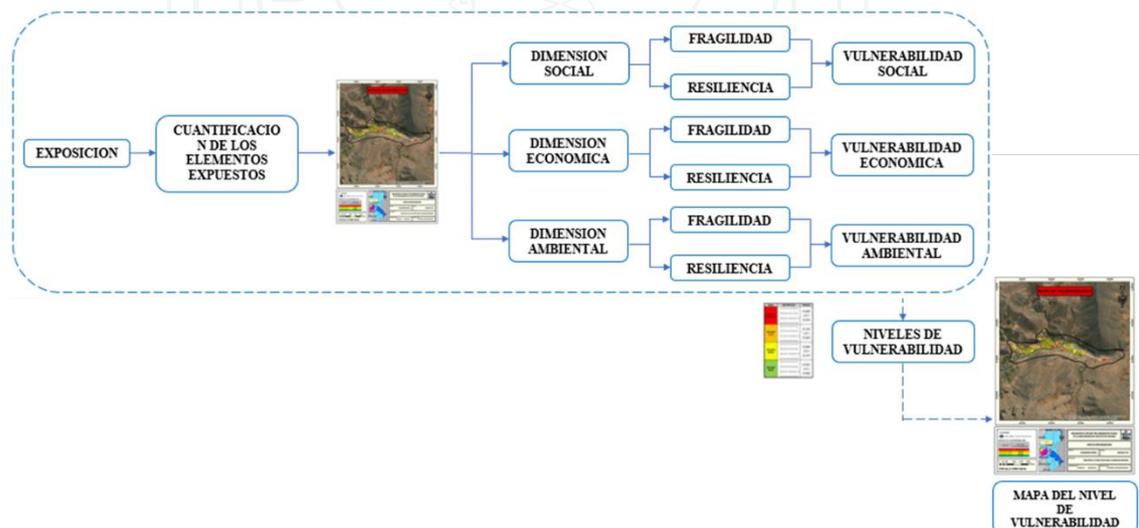


Figura 13: Metodología del análisis de vulnerabilidad

Fuente: CENEPRED (2014).

Se ha considerado un examen de los elementos de susceptibilidad en las dimensiones social, económica y ambiental para evaluar los niveles de la vulnerabilidad del área urbana del distrito de Ocuvi, empleando los parámetros de evaluación, detallándose en la figura 14:

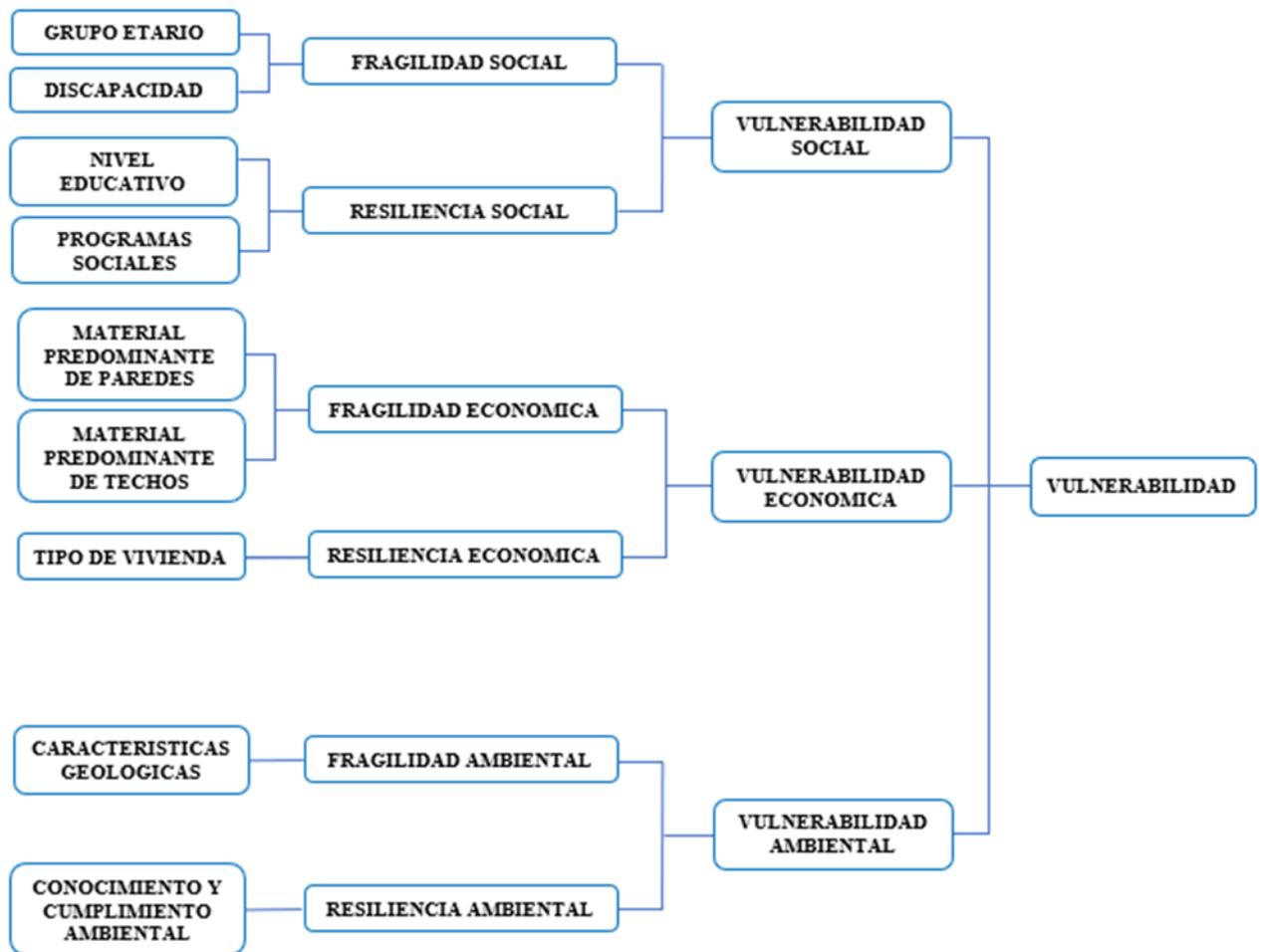


Figura 14: Parámetros para el análisis de vulnerabilidad

Fuente: Elaboración propia

3.5.5.1. Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social

La localidad del distrito de Ocuvi, es considerada una zona pobre según INEI (2021), los que tienen un alto grado de vulnerabilidad social, todo por su bajo nivel de

resiliencia y restauración ante los peligros naturales, siendo los niños, mujeres, ancianos y los discapacitados los más vulnerables.

Se analizó variables acordes a los especificado en el CENEPRED (2014), realizando el análisis jerárquico de cada parámetro, con respecto a la vulnerabilidad, especificándola para un periodo de retorno de 2años las cuales fueron fundamentales para realizarla a un periodo de retorno de 50años respectivamente.

a) Fragilidad social

Se realizo un análisis de los parámetros y sus descriptores, siendo considerado dos parámetros en esta dimensión con 5 descriptores, quedando de la siguiente manera.

- **Parámetro grupo etario**

Tabla 14: Criterio del parámetro grupo etario

Parámetro	Grupo etario	Peso ponderado 0.667
Descriptores	FS1 De 0 a 5 años y mayor a 65 años	PFS1 0.506
	FS2 De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	PFS2 0.267
	FS3 De 12 a 15 años y de 50 a 60 año	PFS3 0.130
	FS4 De 15 a 30 años	PFS4 0.065
	FS5 De 30 a 50 años	PFS5 0.033

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15: Matriz de comparación de pares del parámetro grupo etario

Grupo etario	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	1.00	4.00	5.00	7.00	9.00
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
De 15 a 30 años	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
De 30 a 50 años	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.95	5.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.512	0.176	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Matriz de normalización de pares del parámetro grupo etario

Grupo etario	De 0 a 5 años y mayor a 65 años	De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	De 15 a 30 años	De 30 a 50 años	Vector de priorización
De 0 a 5 años y mayor a 65 años	0.512	0.705	0.524	0.429	0.360	0.506
De 5 a 12 años y de 60 a 65 años	0.256	0.176	0.315	0.306	0.280	0.267
De 12 a 15 años y de 50 a 60 años	0.102	0.059	0.105	0.184	0.200	0.130
De 15 a 30 años	0.073	0.035	0.035	0.061	0.120	0.065
De 30 a 50 años	0.057	0.025	0.021	0.020	0.040	0.033
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.061) y relación de consistencia (RC=0.054) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro grupo etario.

- **Parámetro discapacidad**

Tabla 17: Criterio del parámetro discapacidad

Parámetro	Discapacidad	Peso ponderado
		0.740
Descriptores	FS6 Mental o intelectual	PFS6 0.411
	FS7 Visual	PFS7 0.311
	FS8 Para usar brazos y piernas	PFS8 0.161
	FS9 Para oír, hablar	PFS9 0.078
	FS10 No tiene	PFS10 0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Matriz de comparación de pares del parámetro discapacidad

Discapacidad	Mental o intelectual	Visual	Para usar brazos y piernas	Para oír, hablar	No tiene
Mental o intelectual	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Visual	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Para usar brazos y piernas	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Para oír, hablar	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
No tiene	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	2.18	3.68	7.53	14.33	23.00
1/Suma	0.460	0.272	0.133	0.070	0.043

Fuente: Elaboración propia

Tabla 19: Matriz de normalización de pares del parámetro discapacidad

Discapacidad	Mental o intelectual	Visual	Para usar brazos y piernas	Para oír, hablar	No tiene	Vector de priorización
Mental o intelectual	0.460	0.544	0.398	0.349	0.304	0.411
Visual	0.230	0.272	0.398	0.349	0.304	0.311
Para usar brazos y piernas	0.153	0.091	0.133	0.209	0.217	0.161
Para oír, hablar	0.092	0.054	0.044	0.070	0.130	0.078
No tiene	0.066	0.039	0.027	0.023	0.043	0.040
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.049) y relación de consistencia (RC=0.044) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro discapacidad.

b) Resiliencia social

Se realizó un análisis de los parámetros y sus descriptores, siendo considerado dos parámetros en esta dimensión con 5 descriptores, quedando de la siguiente manera.

- **Parámetro nivel educativo**

Tabla 20: Criterio del parámetro nivel educativo

Parámetro	Nivel educativo	Peso ponderado 0.667
Descriptores	RS1 Ninguno y/o inicial	PRS1 0.411
	RS2 Primaria	PRS2 0.311
	RS3 Secundaria	PRS3 0.161
	RS4 Superior no universitaria	PRS4 0.078
	RS5 Superior universitario y/o postgrado u otro similar	PRS5 0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21: Matriz de comparación de pares del parámetro nivel educativo

Nivel educativo	Ninguno y/o inicial	Primaria	Secundaria	Superior no universitaria	Superior universitario y/o postgrado u otro similar
Ninguno y/o inicial	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Primaria	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Secundaria	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Superior no universitaria	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
Superior universitario y/o postgrado u otro similar	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	2.18	3.68	7.53	14.33	23.00
1/Suma	0.460	0.272	0.133	0.070	0.043

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22: Matriz de normalización de pares del parámetro nivel educativo

Nivel educativo	Ninguno y/o inicial	Primaria	Secundaria	Superior no universitaria	Superior universitario y/o postgrado u otro similar	Vector de priorización
Ninguno y/o inicial	0.460	0.544	0.398	0.349	0.304	0.411
Primaria	0.230	0.272	0.398	0.349	0.304	0.311
Secundaria	0.153	0.091	0.133	0.209	0.217	0.161
Superior no universitaria	0.092	0.054	0.044	0.070	0.130	0.078
Superior universitario y/o postgrado u otro similar	0.066	0.039	0.027	0.023	0.043	0.040
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.049) y relación de consistencia (RC=0.044) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro nivel educativo.

- **Parámetro programas sociales**

Tabla 23: Criterio del parámetro programas sociales

Parámetro	Programas sociales	Peso ponderado 0.333
Descriptores	RS6 Ninguno	PRS6 0.423
	RS7 Juntos y/o pension 65 y/u otros	PRS7 0.329
	RS8 Papilla y/o cuna mas	PRS8 0.147
	RS9 Vaso de leche y/o comedor popular y/o canasta alimentaria	PRS9 0.067
	RS10 Teccho propio y/o vivienda	PRS10 0.034

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Matriz de comparación de pares del parámetro programas sociales

Programas sociales	Ninguno	Juntos y/o pension 65 y/u otros	Papilla y/o cuna mas	Vaso de leche y/o comedor popular y/o canasta alimentaria	Teccho propio y/o vivienda
Ninguno	1.00	2.00	3.00	7.00	9.00
Juntos y/o pension 65 y/u otros	1.00	1.00	3.00	5.00	7.00
Papilla y/o cuna mas	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Vaso de leche y/o comedor popular y/o canasta alimentaria	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Teccho propio y/o vivienda	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	2.59	3.68	7.53	16.33	25.00
1/Suma	0.387	0.272	0.133	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: Matriz de normalización de pares del parámetro programas sociales

Programas sociales	Ninguno	Juntos y/o pension 65 y/u otros	Papilla y/o cuna mas	Vaso de leche y/o comedor popular y/o canasta alimentaria	Teccho propio y/o vivienda	Vector de priorización
Ninguno	0.387	0.544	0.398	0.429	0.360	0.423
Juntos y/o pension 65 y/u otros	0.387	0.272	0.398	0.306	0.280	0.329
Papilla y/o cuna mas	0.129	0.091	0.133	0.184	0.200	0.147
Vaso de leche y/o comedor popular y/o canasta alimentaria	0.055	0.054	0.044	0.061	0.120	0.067
Teccho propio y/o vivienda	0.043	0.039	0.027	0.020	0.040	0.034
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.073) y relación de consistencia (RC=0.065) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro programas sociales.

3.5.5.2. Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión económica

El análisis de la vulnerabilidad económica revelará el grado de preparación de la población para hacer frente a las repercusiones negativas de las inundaciones pluviales. Se abordan las características de las viviendas de la zona urbana del distrito de Ocuvi, así como su contribución al análisis de la vulnerabilidad. Los datos fueron estudiados dentro del escenario actual, con factores de evaluación clasificados en componentes de

fragilidad y resiliencia, asumiendo un patrón donde la ciudad de Ocuvi no tiende a crecer en mayor medida en un tiempo de retorno de 50 años.

Fragilidad económica

Se realizó un análisis de los parámetros y sus descriptores, siendo considerado dos parámetros en esta dimensión con 5 descriptores, quedando de la siguiente manera.

Material predominante de paredes

Tabla 26: Criterio del parámetro material predominante de paredes

Parámetro	Material predominante de paredes	Peso ponderado 0.500
Descriptores	FE1 Estera u otro material	PFE1 0.503
	FE2 Adove o tapial	PFE2 0.260
	FE3 Piedra con barro	PFE3 0.134
	FE4 Bloque de cemento	PFE4 0.068
	FE5 Ladrillo	PFE5 0.035

Fuente: Elaboración propia

Tabla 27: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de Paredes

Material predominante de paredes	Estera u otro material	A dove o tapial	Piedra con barro	Bloque de cemento	Ladrillo
Estera u otro material	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
A dove o tapial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Piedra con barro	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Bloque de cemento	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ladrillo	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 28: Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de Paredes

Material predominante de paredes	Estera u otro material	Adove o tapial	Piedra con barro	Bloque de cemento	Ladrillo	Vector de priorización
Estera u otro material	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Adove o tapial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Piedra con barro	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Bloque de cemento	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Ladrillo	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.061) y relación de consistencia (RC=0.054) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro material predominante de paredes.

- **Material predominante de techos**

Tabla 29: Criterio del parámetro material predominante de techos

Parámetro	Material predominante de techos	Peso ponderado
		0.500
Descriptores	FE6 Otro material	PFE6 0.457
	FE7 Estera	PFE7 0.278
	FE8 Plancha de calamina	PFE8 0.149
	FE9 Teja de calamina	PFE9 0.077
	FE10 Concreto armado	PFE10 0.039

Fuente: Elaboración propia

Tabla 30: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de techos

Material predominante de techos	Otro material	Estera	Plancha de calamina	Teja de calamina	Concreto armado
Otro material	1.00	3.00	4.00	5.00	7.00
Estera	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Plancha de calamina	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Teja de calamina	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
Concreto armado	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.93	4.68	8.53	14.33	23.00
1/Suma	0.519	0.214	0.117	0.070	0.043

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31: Matriz de normalización de pares del parámetro material predominante de techos

Material predominante de techos	Otro material	Estera	Plancha de calamina	Teja de calamina	Concreto armado	Vector de priorización
Otro material	0.519	0.642	0.469	0.349	0.304	0.457
Estera	0.173	0.214	0.352	0.349	0.304	0.278
Plancha de calamina	0.130	0.071	0.117	0.209	0.217	0.149
Teja de calamina	0.104	0.043	0.039	0.070	0.130	0.077
Concreto armado	0.074	0.031	0.023	0.023	0.043	0.039
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.076) y relación de consistencia (RC=0.069) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro material predominante de techos.

a) Resiliencia económica

Se realizó un análisis de los parámetros y sus descriptores, siendo considerado un solo parámetro en esta dimensión con 5 descriptores, quedando de la siguiente manera.

- **Tipo de vivienda**

Tabla 32: Criterio del parámetro tipo de vivienda

Parámetro	Tipo de vivienda	Peso ponderado
		1.000
Descriptores	RE1 No destinado para habitación, otro tipo	PRE1 0.411
	RE2 Chozas o cabañas y/o vivienda improvisada u otro	PRE2 0.311
	RE3 Vivienda en casa vecindad	PRE3 0.161
	RE4 Vivienda en edificio	PRE4 0.078
	RE5 Casa independiente	PRE5 0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 33: Matriz de comparación de pares del parámetro tipo de vivienda

Tipo de vivienda	No destinado para habitacion, otro tipo	Choza o cabaña y/o vivienda improvisada u otro	Vivienda en casa vecindad	Vivienda en edificio	Casa independiente
No destinado para habitacion, otro tipo	1.00	2.00	3.00	5.00	7.00
Choza o cabaña y/o vivienda improvisada u otro	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Vivienda en casa vecindad	0.33	0.33	1.00	3.00	5.00
Vivienda en edificio	0.20	0.20	0.33	1.00	3.00
Casa independiente	0.14	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	2.18	3.68	7.53	14.33	23.00
1/Suma	0.460	0.272	0.133	0.070	0.043

Fuente: Elaboración propia

Tabla 34: Matriz de normalización de pares del parámetro tipo de vivienda

Tipo de vivienda	No destinado para habitacion, otro tipo	Choza o cabaña y/o vivienda improvisada u otro	Vivienda en casa vecindad	Vivienda en edificio	Casa independiente	Vector de priorización
No destinado para habitacion, otro tipo	0.460	0.544	0.398	0.349	0.304	0.411
Choza o cabaña y/o vivienda improvisada u otro	0.230	0.272	0.398	0.349	0.304	0.311
Vivienda en casa vecindad	0.153	0.091	0.133	0.209	0.217	0.161
Vivienda en edificio	0.092	0.054	0.044	0.070	0.130	0.078
Casa independiente	0.066	0.039	0.027	0.023	0.043	0.040
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.049) y relación de consistencia (RC=0.044) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro tipo de vivienda.

3.5.5.3. Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión ambiental

Este tipo de vulnerabilidad está relacionada con el estado del entorno natural, incluyendo la calidad del agua, aire, y los suelos, la deforestación, la exposición a sustancias peligrosas, etc., así como el nivel de conocimiento y preparación de una comunidad, todo lo cual contribuye a una mayor susceptibilidad. La ponderación

asignada a los datos de fragilidad y resiliencia para las variables seleccionadas es la siguiente.

a) Fragilidad ambiental

Se realizó un análisis de los parámetros y sus descriptores, siendo considerado un solo parámetro en esta dimensión con 5 descriptores, quedando de esta manera.

- **Características geológicas**

Tabla 35: Criterio del parámetro características geológicas

Parámetro	Características geológicas	Peso ponderado
		1.000
Descriptores	FA1 Suelos colapsables (rellenos, mapa freático alta)	PFA1 0.503
	FA2 Suelos con baja capacidad portante	PFA2 0.260
	FA3 Suelos de mediana capacidad portante	PFA3 0.134
	FA4 Suelos de alta capacidad portante	PFA4 0.068
	FA5 Suelos con buenas características geotécnicas	PFA5 0.035

Fuente: Elaboración propia

Tabla 36: Matriz de comparación de pares del parámetro características geológicas

Características geológicas	Suelos colapsables (rellenos, mapa freático alta)	Suelos con baja capacidad portante	Suelos de mediana capacidad portante	Suelos de alta capacidad portante	Suelos con buenas características geotécnicas
Suelos colapsables (rellenos, mapa freático alta)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Suelos con baja capacidad portante	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Suelos de mediana capacidad portante	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Suelos de alta capacidad portante	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Suelos con buenas características geotécnicas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 37: Matriz de normalización de pares del parámetro características geológicas

Características geológicas	Suelos colapsables (rellenos, mapa freático alta)	Suelos con baja capacidad portante	Suelos de mediana capacidad portante	Suelos de alta capacidad portante	Suelos con buenas características geotécnicas	Vector de priorización
Suelos colapsables (rellenos, mapa freático alta)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Suelos con baja capacidad portante	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Suelos de mediana capacidad portante	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Suelos de alta capacidad portante	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Suelos con buenas características geotécnicas	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.061) y relación de consistencia (RC=0.054) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro características geológicas.

b) Resiliencia ambiental

Se realizó un análisis de los parámetros y sus descriptores, siendo considerado un solo parámetro en esta dimensión con 4 descriptores, quedando de esta manera.

- **Conocimiento y cumplimiento ambiental**

Tabla 38: Criterio del parámetro conocimiento y cumplimiento ambiental

Parámetro	Conocimiento y cumplimiento ambiental en el distrito	Peso ponderado 1.000
Descriptores	RA1 Autoridad y población desconocen existencia de normatividad ambiental	PRA1 0.468
	RA2 Sólo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	PRA2 0.289
	RA3 Autoridades y población desconocen existencia de normatividad ambiental, cumpliendo parcialmente	PRA3 0.141
	RA4 Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental, respetando mayoritariamente	PRA4 0.067
	RA5 Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental respetando totalmente	PRA5 0.035

Fuente: Elaboración propia

Tabla 39. Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento y cumplimiento ambiental

Conocimiento y cumplimiento ambiental en el distrito	Autoridad y población desconocen existencia de normatividad ambiental	Sólo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	Autoridades y población desconocen existencia de normatividad ambiental, cumpliendo parcialmente	Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental, respetando mayoritariamente	Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental respetando totalmente
Autoridad y población desconocen existencia de normatividad ambiental	1.00	2.00	4.00	8.00	9.00
Sólo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Autoridades y población desconocen existencia de normatividad ambiental, cumpliendo parcialmente	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental, respetando mayoritariamente	0.13	0.20	0.33	1.00	3.00
Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental respetando totalmente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.99	3.68	8.53	17.33	25.00
1/Suma	0.503	0.272	0.117	0.058	0.040

Fuente: Elaboración propia

Tabla 40: Matriz de normalización de pares del parámetro conocimiento y cumplimiento ambiental

Conocimiento y cumplimiento ambiental	Autoridad y población desconocen existencia de normatividad ambiental	Sólo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	Autoridades y población desconocen existencia de normatividad ambiental, cumpliendo parcialmente	Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental, respetando mayoritariamente	Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental respetando totalmente	Vector de priorización
Autoridad y población desconocen existencia de normatividad ambiental	0.503	0.544	0.469	0.462	0.360	0.468
Sólo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir	0.252	0.272	0.352	0.288	0.280	0.289
Autoridades y población desconocen existencia de normatividad ambiental, cumpliendo parcialmente	0.126	0.091	0.117	0.173	0.200	0.141
Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental, respetando mayoritariamente	0.063	0.054	0.039	0.058	0.120	0.067
Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental respetando totalmente	0.056	0.039	0.023	0.019	0.040	0.035
Suma	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

El índice (IC=0.042) y relación de consistencia (RC=0.037) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro conocimiento y cumplimiento ambiental.

3.5.5.4. Determinación del valor de vulnerabilidad

Para determinar el nivel de vulnerabilidad se realizará por medio de la siguiente ecuación dada por el CENEPRED (2014).

$$\sum_{k=1}^n \text{Fragilidad}_{\text{social}} * \text{Descriptor}_{\text{social}} * \text{Peso}_{\text{social}} = \text{Valor}_{\text{social1}} \quad (8)$$

$$\sum_{k=1}^n \text{Resiliencia}_{\text{social}} * \text{Descriptor}_{\text{social}} * \text{Peso}_{\text{social}} = \text{Valor}_{\text{social2}} \quad (9)$$

$$\text{Valor}_{\text{social1}} * \text{Valor}_{\text{social2}} = \text{Valor}_{\text{vulnerabilidad}} \quad (10)$$

$$\sum_{k=1}^n \text{Fragilidad}_{\text{econo}} * \text{Descriptor}_{\text{econo}} * \text{Peso}_{\text{econo}} = \text{Valor}_{\text{económica1}} \quad (11)$$

$$\sum_{k=1}^n \text{Resiliencia}_{\text{econo}} * \text{Descriptor}_{\text{econo}} * \text{Peso}_{\text{econo}} = \text{Valor}_{\text{económica2}} \quad (12)$$

$$\text{Valor}_{\text{económica1}} * \text{Valor}_{\text{económica2}} = \text{Valor}_{\text{vulnerabilidad económica}} \quad (13)$$

$$\sum_{k=1}^n \text{Fragilidad}_{\text{amb}} * \text{Descriptor}_{\text{amb}} * \text{Peso}_{\text{amb}} = \text{Valor}_{\text{ambiental1}} \quad (14)$$

$$\sum_{k=1}^n \text{Resiliencia}_{\text{amb}} * \text{Descriptor}_{\text{amb}} * \text{Peso}_{\text{amb}} = \text{Valor}_{\text{ambiental2}} \quad (15)$$

$$\text{Valor}_{\text{ambiental1}} * \text{Valor}_{\text{ambiental2}} = \text{Valor}_{\text{vulnerabilidad ambiental}} \quad (16)$$

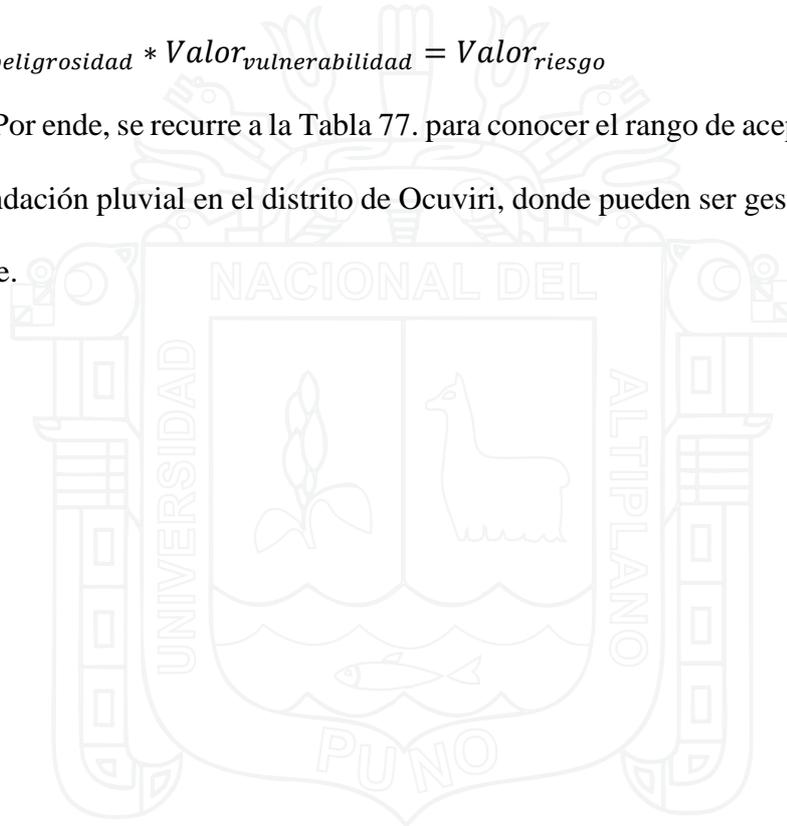
$$\text{Valor}_{\text{vul.soc}} + \text{Valor}_{\text{vul econ}} + \text{Valor}_{\text{vul amb}} = \text{Valor}_{\text{vulnerabilidad}} \quad (17)$$

3.5.6. Determinación del rango de aceptabilidad del riesgo por inundación pluvial

Para la determinación del rango de aceptación se ha estimado las áreas propensas a sufrir un riesgo por inundación pluvial establecida según la peligrosidad y vulnerabilidad expuesta en el área en estudio; logrando ser el valor de riesgo multiplicando el valor de peligrosidad con el valor de vulnerabilidad.

$$Valor_{peligrosidad} * Valor_{vulnerabilidad} = Valor_{riesgo} \quad (18)$$

Por ende, se recurre a la Tabla 77. para conocer el rango de aceptabilidad de riesgo por inundación pluvial en el distrito de Ocuvi, donde pueden ser gestionadas sin ningún percance.



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados que se presentan son en tres fases, en la primera se muestra la caracterización del peligro, vulnerabilidad y la determinación del riesgo, para el distrito de Ocuvi.

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Evaluación del peligro por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi para un periodo de retorno de 50 años

En relación al objetivo específico 1; Evaluar el peligro por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años; se realizó la estimación del nivel de peligro, según los procedimientos establecidos por el CENEPRED (2014).

- **Factor desencadenante**

Tabla 41: Valor del factor desencadenante – periodo de retorno (2 años)

Precipitación		Valor
Peso	Descriptor	
1.000	0.558	0.558
1.000	0.263	0.263
1.000	0.122	0.122
1.000	0.057	0.057

Fuente: Elaboración propia

Tabla 42: Valor del factor desencadenante – periodo de retorno (50 años)

Precipitación		Valor
Peso	Descriptor	
1.000	0.604	0.604
1.000	0.248	0.248
1.000	0.108	0.108
1.000	0.040	0.040

Fuente: Elaboración propia

- **Factor condicionante**

Tabla 43: Valor del factor condicionante – periodo de retorno (2 años)

Pendiente		Geología		Geomorfología		Valor
Peso	Descriptor	Peso	Descriptor	Peso	Descriptor	
0.539	0.586	0.297	0.482	0.164	0.566	0.551
0.539	0.218	0.297	0.272	0.164	0.243	0.239
0.539	0.124	0.297	0.158	0.164	0.123	0.134
0.539	0.072	0.297	0.088	0.164	0.068	0.077

Fuente: Elaboración propia

Tabla 44: Valor del factor condicionante – periodo de retorno (50 años)

Pendiente		Geología		Geomorfología		Valor
Peso	Descriptor	Peso	Descriptor	Peso	Descriptor	
0.539	0.586	0.297	0.482	0.164	0.566	0.551
0.539	0.218	0.297	0.272	0.164	0.243	0.239
0.539	0.124	0.297	0.158	0.164	0.123	0.134
0.539	0.072	0.297	0.088	0.164	0.068	0.077

Fuente: Elaboración propia

- **Nivel de peligro**

Tabla 45: Nivel de peligro por inundación Pluvial del área urbana del distrito de Ocuiviri – periodo de retorno (2 años)

Factor desencadenante	Factor condicionante	Valor	Rango	Nivel de peligro
0.558	0.551	0.556	$0.254 \leq P \leq 0.556$	Muy alto
0.263	0.239	0.254	$0.126 \leq P < 0.254$	Alto
0.122	0.134	0.126	$0.064 \leq P < 0.126$	Medio
0.057	0.077	0.064	$0.000 \leq P < 0.064$	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 46: Nivel de peligro por inundación Pluvial del área urbana del distrito de Ocuiviri – periodo de retorno (50 años)

Factor desencadenante	Factor condicionante	Valor	Rango	Nivel de peligro
0.604	0.551	0.586	$0.245 \leq P \leq 0.586$	Muy alto
0.248	0.239	0.245	$0.117 \leq P < 0.245$	Alto
0.108	0.134	0.117	$0.053 \leq P < 0.117$	Medio
0.040	0.077	0.053	$0.000 \leq P < 0.053$	Bajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla 47: Estratificación del nivel de peligro – periodo de retorno (2 años)

Nivel de peligro	Descripción	Rango
Peligro muy alto	Precipitaciones entre 12.84 a 18.1 mm, con pendiente de terreno menores a 5°, áreas de geología de tipo centro urbano, y asociados a geomorfología de Vertiente o piedemonte Aluvial.	$0.254 \leq P \leq 0.556$
Peligro alto	Precipitaciones entre 7.57 a 12.84 mm, con pendiente de terreno entre 5° a 12°, áreas de geología de depósitos aluviales, y asociados a geomorfología de Montañas y colinas en roca volcánica.	$0.126 \leq P < 0.254$
Peligro medio	Precipitaciones entre 2.30 – 7.57 mm, con pendiente de terreno entre 12° a 20°, áreas de geología de grupo Puno, y asociados a geomorfología de Colina en Roca Sedimentaria.	$0.064 \leq P < 0.126$
Peligro bajo	Precipitaciones menores o iguales a 2.30 mm, con pendiente de terreno mayores a 20°, áreas de geología de grupo Palca 3, y asociados a geomorfología de valle glacial.	$0.000 \leq P < 0.064$

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014)

Tabla 48: Estratificación del nivel de peligro – periodo de retorno (50 años)

Nivel de peligro	Descripción	Rango
Peligro muy alto	Precipitaciones entre 20.80 – 29.30 mm, con pendiente de terreno menores a 5°, áreas de geología de tipo centro urbano, y asociados a geomorfología de Vertiente o piedemonte Aluvial.	$0.245 \leq P \leq 0.586$
Peligro alto	Precipitaciones entre 12.30 – 20.80mm, con pendiente de terreno entre 5° a 12°, áreas de geología de depósitos aluviales, y asociados a geomorfología de Montañas y colinas en roca volcánica.	$0.117 \leq P < 0.245$
Peligro medio	Precipitaciones entre 3.80 – 12.30 mm, con pendiente de terreno entre 12° a 20°, áreas de geología de grupo Puno, y asociados a geomorfología de Colina en Roca Sedimentaria.	$0.053 \leq P < 0.117$
Peligro bajo	Precipitaciones menores o iguales a 3.80 mm, con pendiente de terreno mayores a 20°, áreas de geología de grupo Palca 3, y asociados a geomorfología de valle glacial.	$0.000 \leq P < 0.053$

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014)

Se utilizó el Software ArcGis, para contrastar en un gráfico en nivel de peligrosidad del área urbana del distrito de Ocuvi.

La figura 15, nos muestra el nivel de peligrosidad ante el fenómeno de inundaciones pluviales en un periodo de retorno de 2 años (escenario actual), en donde se evidencia que en el área Urbana del distrito de Ocuvi, es dada en un nivel de peligro muy alto en un 62.66%, en toda el área y peligro ALTO en un 37.34% del área, esto se debe a que el área urbana se asienta en pendientes suaves de terreno, siendo propenso a peligros por inundación pluvial.

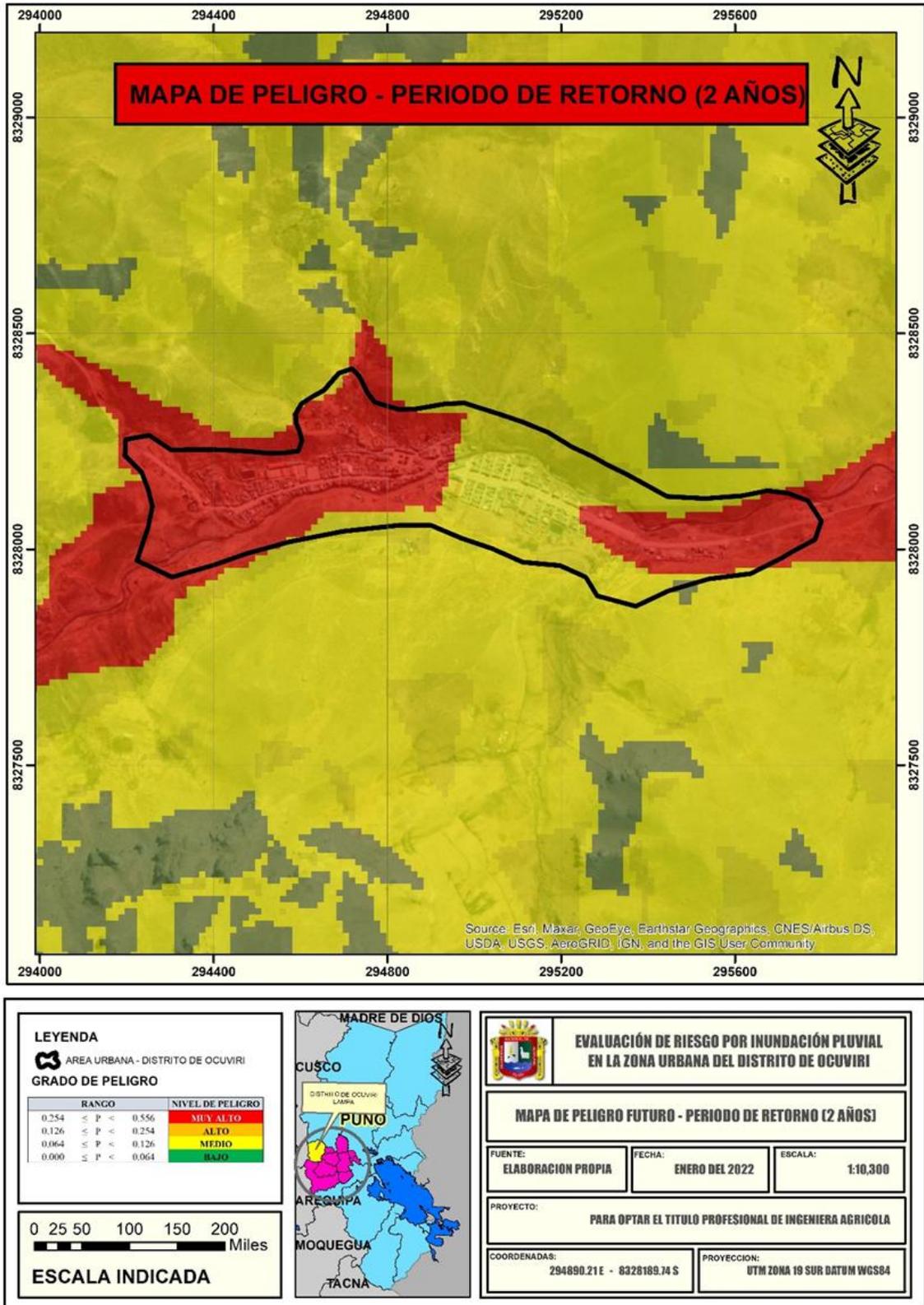


Figura 15: Mapa de peligro – periodo de retorno (2 años)

Fuente: Elaboración propia

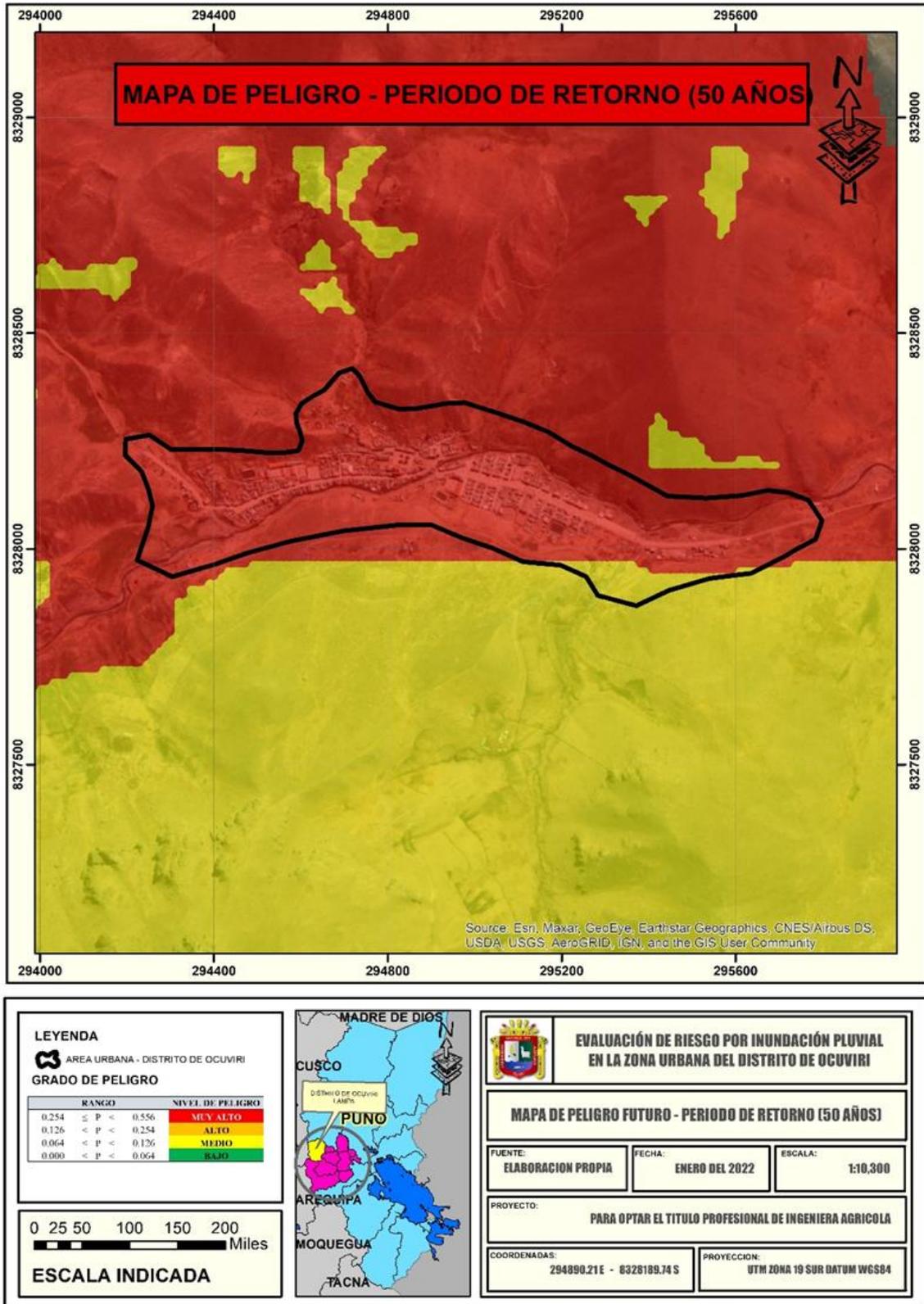


Figura 16: Mapa de peligro – periodo de retorno (50 años)

Fuente: Elaboración propia

La figura 16. Nos muestra el nivel de peligrosidad ante el fenómeno de inundaciones pluviales en un periodo de retorno de 50 años (escenario futuro), en donde se evidencia que en el área Urbana del distrito de Ocuvi, es dada en un nivel de peligro MUY ALTO en un 95.72%, en toda el área y peligro ALTO en un 4.28% del área; todo ello superior al nivel de peligro a un periodo de retorno de 2 años (escenario actual) debido al incremento de las precipitaciones pluviales.

En relación con el planteamiento de la hipótesis: “A un periodo de retorno de 50 años el nivel de peligrosidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, se incrementa de un nivel alto a muy alto.”, se acepta la hipótesis, puesto que en el resultado se obtuvo el incremento del nivel de peligrosidad a muy alto en casi toda el área urbana del distrito de Ocuvi.

Estos resultados comparados con el estudio de Lucas (2018), presentan características distintas; en todo encontró un nivel de peligro muy alto en la localidad de Roblecito; esto debido principalmente a que en el área se presenta una geología de tipo arcillosa; y también encontrándose con material compacto; lo que hace imposible que las aguas pluviales puedan infiltrarse a las capas inferiores; esto podría agravarse con el paso del tiempo si no se toman las previsiones del caso; de igual manera dichos resultados con respecto al estudio de Pastén (2016), se asemejan; el cual realizó una comparación del nivel de peligrosidad en la comuna de constitución urbana, VII región del Maule durante 10 años; hallando como resultado que el nivel de peligrosidad es cada vez más frecuente; todo ello debido a que cada vez va en incremento las precipitaciones pluviales

Los resultados del estudio de Chanca and Inga (2018), presentan características distintas, en donde evaluó la peligrosidad por inundación pluvial, en el distrito de Moya,

en donde los C.P, Yanayaco, Quiñiri, Suncullpi, Marquilla, Putacca y Yauyopata, presentaron un peligro Alto, siendo susceptibles al peligro frente a inundaciones pluviales, sin embargo esto ira en aumento con el pasar del tiempo debido a que no cuentan con necesidades bastantes, como es la infraestructura, capacitación, también presenta vías de trocha las cuales se encuentran en mal estado, siendo necesario efectuar un plan de contingencia para la mejora de esta situación; También dichos resultados con respecto al estudio de Gonzalo and Paucar (2020), no se asemejan; el cual encontró un nivel de peligrosidad en mayor proporción en la microcuenca Llavini, de nivel Alto; todo ello debido a las elevadas precipitaciones que se presentan en la microcuenca Llavini; durante ciertas temporadas del año.

4.1.2. Determinación de la vulnerabilidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años

En relación al objetivo específico 2; Determinar la vulnerabilidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, para un periodo de retorno de 50 años; se realizó la estimación del nivel de vulnerabilidad, según los procedimientos establecidos por el CENEPRED (2014).

- **Vulnerabilidad social**

Tabla 49: Valor de la vulnerabilidad social – periodo de retorno (2 años)

Fragilidad social				Resiliencia social				Valor
Grupo etáreo		Discapacidad		Nivel educativo		Programas sociales		
Valor	Peso	Vabr	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.411	0.667	0.411	0.333	0.411	0.667	0.423	0.333	0.413
0.311	0.667	0.311	0.333	0.311	0.667	0.329	0.333	0.314
0.161	0.667	0.161	0.333	0.161	0.667	0.147	0.333	0.158
0.078	0.667	0.078	0.333	0.078	0.667	0.067	0.333	0.076
0.040	0.667	0.040	0.333	0.040	0.667	0.034	0.333	0.039

Fuente: Elaboración propia

Tabla 50: Valor de la vulnerabilidad social – periodo de retorno (50 años)

Fragilidad social				Resiliencia social				Valor
Grupo etáreo		Discapacidad		Nivel educativo		Programas sociales		
Valor	Peso	Vabr	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.506	0.667	0.448	0.333	0.384	0.667	0.504	0.333	0.413
0.267	0.667	0.292	0.333	0.320	0.667	0.287	0.333	0.314
0.130	0.667	0.147	0.333	0.166	0.667	0.119	0.333	0.158
0.065	0.667	0.076	0.333	0.085	0.667	0.060	0.333	0.076
0.033	0.667	0.038	0.333	0.045	0.667	0.029	0.333	0.039

Fuente: Elaboración propia

- **Vulnerabilidad económica**

Tabla 51: Valor de la vulnerabilidad económica – periodo de retorno (2 años)

Fragilidad económica				Resiliencia económica		Valor
Material predominante de paredes		Material predominante de techos		Tipo de vivienda		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.503	0.500	0.457	0.500	0.411	1.000	0.445
0.260	0.500	0.278	0.500	0.311	1.000	0.290
0.134	0.500	0.149	0.500	0.161	1.000	0.151
0.068	0.500	0.077	0.500	0.078	1.000	0.075
0.035	0.500	0.039	0.500	0.040	1.000	0.038

Fuente: Elaboración propia

Tabla 52: Valor de la vulnerabilidad económica – periodo de retorno (50 años)

Fragilidad económica				Resiliencia económica		Valor
Material predominante de paredes		Material predominante de techos		Tipo de vivienda		
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso	
0.515	0.500	0.524	0.500	0.506	1.000	0.513
0.253	0.500	0.240	0.500	0.267	1.000	0.256
0.132	0.500	0.134	0.500	0.130	1.000	0.131
0.066	0.500	0.068	0.500	0.065	1.000	0.066
0.034	0.500	0.035	0.500	0.033	1.000	0.033

Fuente: Elaboración propia

- **Vulnerabilidad ambiental**

Tabla 53: Valor de la vulnerabilidad ambiental - periodo de retorno (2 años)

Fragilidad ambiental				
Características geológicas		Conocimiento y cumplimiento ambiental en el distrito		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.503	1.000	0.468	1.000	0.485
0.260	1.000	0.289	1.000	0.274
0.134	1.000	0.141	1.000	0.138
0.068	1.000	0.067	1.000	0.067
0.035	1.000	0.035	1.000	0.035

Fuente: Elaboración propia

Tabla 54: Valor de la vulnerabilidad ambiental – periodo de retorno (50 años)

Fragilidad ambiental				
Características geológicas		Conocimiento y cumplimiento ambiental en el distrito		Valor
Valor	Peso	Valor	Peso	
0.549	1.000	0.526	1.000	0.537
0.222	1.000	0.256	1.000	0.239
0.127	1.000	0.123	1.000	0.125
0.067	1.000	0.063	1.000	0.065
0.034	1.000	0.032	1.000	0.033

Fuente: Elaboración propia

- **Nivel de Vulnerabilidad**

Tabla 55: Nivel de vulnerabilidad por inundación pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi – periodo de retorno (2 años)

Vulnerabilidad social		Vulnerabilidad económica		Vulnerabilidad ambiental		Valor	Rango	Nivel de peligro
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso			
0.413	0.333	0.445	0.333	0.485	0.333	0.448	$0.293 \leq V < 0.448$	Muy alto
0.314	0.333	0.29	0.333	0.274	0.333	0.293	$0.149 \leq V < 0.293$	Alto
0.158	0.333	0.151	0.333	0.138	0.333	0.149	$0.073 \leq V < 0.149$	Medio
0.076	0.333	0.075	0.333	0.067	0.333	0.073	$0.037 \leq V < 0.073$	Bajo
0.039	0.333	0.038	0.333	0.035	0.333	0.037		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 56: Nivel de vulnerabilidad por inundación pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi – periodo de retorno (50 años)

Vulnerabilidad social		Vulnerabilidad económica		Vulnerabilidad ambiental		Valor	Rango	Nivel de peligro
Valor	Peso	Valor	Peso	Valor	Peso			
0.455	0.333	0.513	0.333	0.537	0.333	0.502	$0.262 \leq V < 0.502$	Muy alto
0.292	0.333	0.256	0.333	0.239	0.333	0.262	$0.133 \leq V < 0.262$	Alto
0.143	0.333	0.131	0.333	0.125	0.333	0.133	$0.068 \leq V < 0.133$	Medio
0.073	0.333	0.066	0.333	0.065	0.333	0.068	$0.035 \leq V < 0.068$	Bajo
0.037	0.333	0.033	0.333	0.033	0.333	0.035		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 57: Estratificación del nivel de la vulnerabilidad – periodo de retorno (2 años)

Nivel de vulnerabilidad	Descripción	Rango
Vulnerabilidad muy alta	Grupo etario predominantemente de 0 a 5 años y mayores de 65, con discapacidad mental, intelectual o visual, con nivel educativo de inicial o ninguno, con programas sociales de ninguno. El material predominante de las paredes es de estera adobe o tapial u otro material, con techo de estera u otro material, tipo de vivienda no destinado para habitación u otro tipo. Las características geológicas: Suelos colapsables (rellenos, capa freática alta), conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridad y población desconocen existencia de normatividad ambiental.	$0.293 \leq V < 0.448$
Vulnerabilidad alta	Grupo etario predominantemente de 5 a 12 y de 60 a 65 años, con discapacidad para usar brazos y piernas, con nivel educativo de primaria y secundaria, con programas sociales de programa juntos y/o pensión 65 Papilla y/o Cuna más y/u otros. El material predominante de las paredes es de Piedra con barro, con techo de plancha de calamina, tipo de vivienda Chozo o cabaña y/o vivienda improbiada y/o vivienda en casa vecindad. Características geológicas: Suelos con baja capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Sólo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir.	$0.149 \leq V < 0.293$
Vulnerabilidad media	Grupo etario predominantemente de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, con discapacidad Para oír hablar, con nivel educativo superior no universitario, con programas sociales de vaso de leche y/o comedor popular y/o canasta alimentaria. El material predominante de las paredes es de bloque de cemento, con techo de teja Andina, tipo de vivienda en edificio. Características geológicas: suelos de mediana capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridades y población desconocen existencia de normatividad ambiental, cumpliendo parcialmente.	$0.073 \leq V < 0.149$
Vulnerabilidad baja	Grupo etario predominantemente de 15 a 30 años y de 30 a 50 años, no tiene discapacidad, con nivel educativo superior universitario y/o postgrado u otro Similar, con programas sociales de techo propio y/o vivienda. El material predominante de las paredes es de Ladrillo, con techo de concreto armado, tipo de vivienda en casa independiente. Características geológicas: suelos de alta capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental, respetando mayoritariamente.	$0.037 \leq V < 0.073$

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014)

Tabla 58: Estratificación del nivel de la vulnerabilidad - periodo de retorno (50 años)

Nivel de vulnerabilidad	Descripción	Rango
Vulnerabilidad muy alta	Grupo etario predominantemente de 0 a 5 años y mayores de 65, con discapacidad mental, intelectual o visual, con nivel educativo de inicial o ninguno, con programas sociales de ninguno. El material predominante de las paredes es de estera adobe o tapial u otro material, con techo de estera u otro material, tipo de vivienda no destinado para habitación u otro tipo. Las características geológicas: Suelos colapsables (rellenos, capa freática alta), conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridad y población desconocen existencia de normatividad ambiental.	$0.262 \leq V < 0.502$
Vulnerabilidad alta	Grupo etario predominantemente de 5 a 12 y de 60 a 65 años, con discapacidad para usar brazos y piernas, con nivel educativo de primaria y secundaria, con programas sociales de programa juntos y/o pensión 65 Papilla y/o Cuna más y/u otros. El material predominante de las paredes es de Piedra con barro, con techo de plancha de calamina, tipo de vivienda Chozo o cabaña y/o vivienda improbiada y/o vivienda en casa vecindad. Características geológicas: Suelos con baja capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Sólo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir.	$0.133 \leq V < 0.262$
Vulnerabilidad media	Grupo etario predominantemente de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, con discapacidad Para oír hablar, con nivel educativo superior no universitario, con programas sociales de vaso de leche y/o comedor popular y/o canasta alimentaria. El material predominante de las paredes es de bloque de cemento, con techo de teja Andina, tipo de vivienda en edificio. Características geológicas: suelos de mediana capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridades y población desconocen existencia de normatividad ambiental, cumpliendo parcialmente.	$0.068 \leq V < 0.133$
Vulnerabilidad baja	Grupo etario predominantemente de 15 a 30 años y de 30 a 50 años, no tiene discapacidad, con nivel educativo superior universitario y/o postgrado u otro Similar, con programas sociales de techo propio y/o vivienda. El material predominante de las paredes es de Ladrillo, con techo de concreto armado, tipo de vivienda en casa independiente. Características geológicas: suelos de alta capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental, respetando mayoritariamente.	$0.035 \leq V < 0.068$

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014)

Se utilizó el Software ArcGis, para contrastar en un gráfico el nivel de vulnerabilidad del área urbana del distrito de Ocuvi.

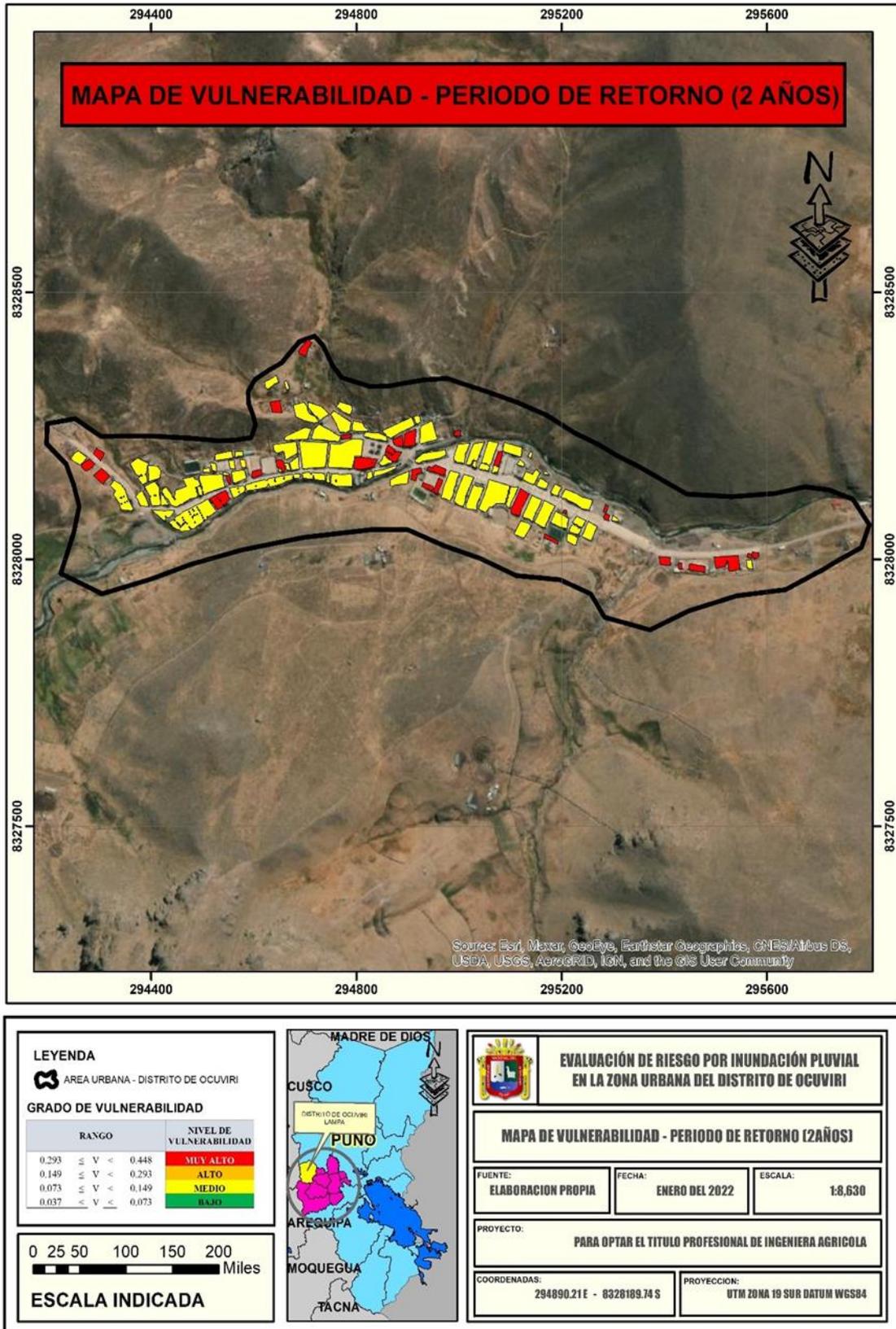


Figura 17: Mapa de vulnerabilidad – periodo de retorno (2 años)

Fuente: Elaboración propia

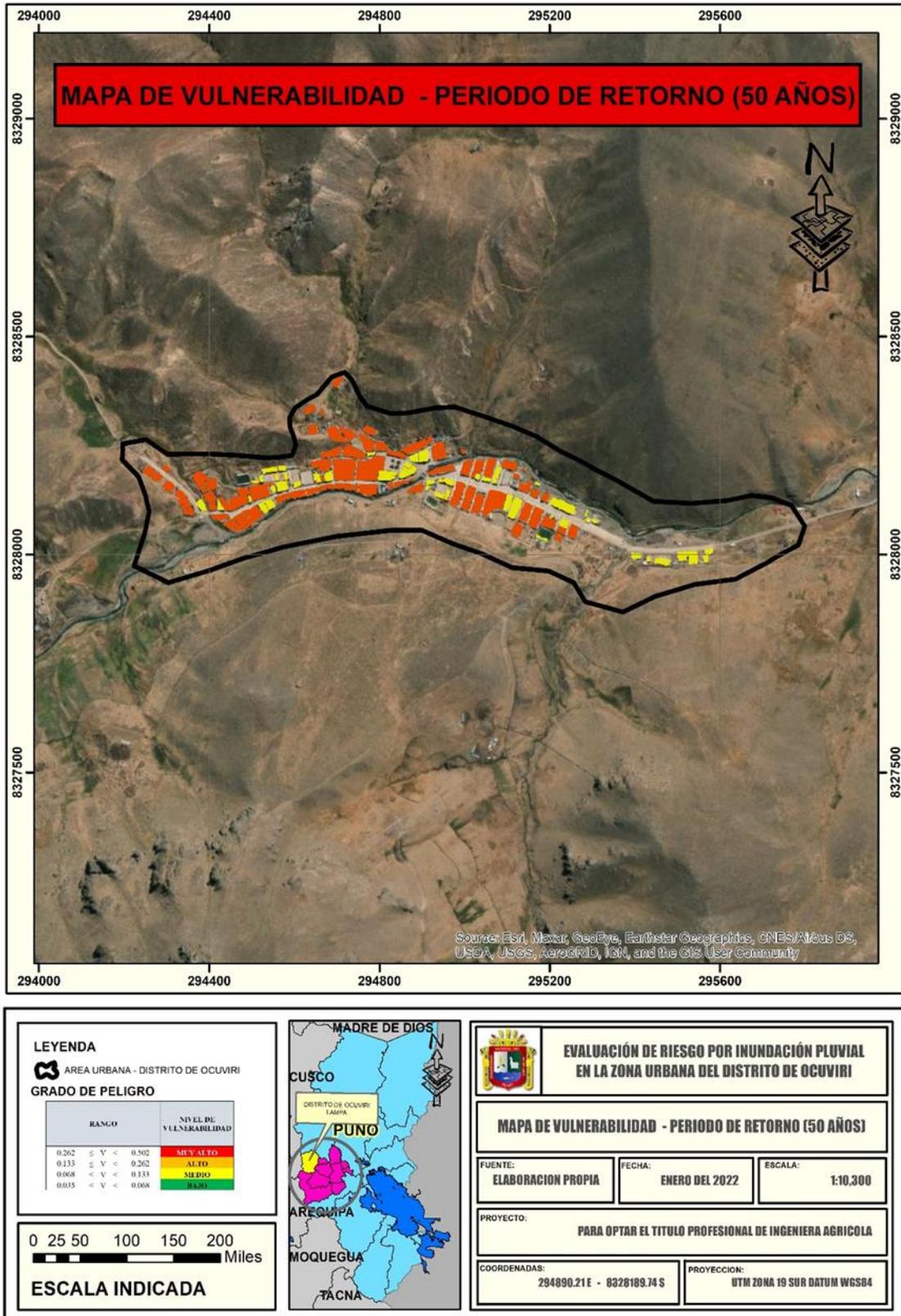


Figura 18: Mapa de vulnerabilidad – periodo de retorno (50 años)

Fuente: Elaboración propia

La figura 17, se muestra el grado de vulnerabilidad ante el fenómeno de inundaciones pluviales para el periodo de retorno de 2 años (escenario actual), en el área Urbana del distrito de Ocuvi, en donde está dado en el grado de vulnerabilidad alta en un porcentaje 73.51% del área, también una vulnerabilidad media en un porcentaje de 8.79% del área, y una vulnerabilidad baja en un porcentaje de 8.33%, respectivamente.

La figura 18. se muestra el grado de vulnerabilidad ante el fenómeno de inundación pluvial para un periodo de retorno de 50 años, en el área Urbana del distrito de Ocuvi, en donde está dado en el grado de vulnerabilidad muy alta en un porcentaje de 76.85% del área, también una vulnerabilidad alta en un porcentaje de 23.15 % respectivamente.

En relación con el planteamiento de la hipótesis: “A un periodo de retorno de 50 años el grado de vulnerabilidad por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuvi, se incrementa de un nivel alto a muy alto”, se acepta la hipótesis, puesto que en el resultado se ha obtenido un nivel de vulnerabilidad alta en mayor proporción en el área en estudio para el periodo de retorno de 2 años (escenario actual; y una vulnerabilidad muy alta en mayor proporción para un periodo de retorno de 50 años.

Estos resultados comparados con el estudio de Lucas (2018), presentan características distintas; el cual en la localidad de Roblecito fue caracterizado como un nivel alto de vulnerabilidad; esto debido a que los pobladores de la localidad son de insuficientes recursos económicos recibiendo un sueldo por debajo del básico y habitualmente tienden a depender de la agricultura; sin embargo si no se dedican a otras actividades para mejorar su economía el nivel de vulnerabilidad tendra a agravarse cada vez más; de igual forma dichos resultados con respecto al estudio de no se asemejan

debido a que evaluaron la vulnerabilidad por inundación pluvial en el distrito de Moya, donde se encontró a un nivel alto, queriendo decir que, ante un hecho de inundación por precipitaciones, el distrito se halla altamente vulnerable; todo ello a razón de que la municipalidad no toma las previsiones del caso para que la población pueda mejorar ciertos aspectos de su vida cotidiana; agravándose con el pasar del tiempo; mientras que los resultados de (Porta, 2020), no se asemejan al presente trabajo de investigación; la cual encontró una vulnerabilidad muy alta en el desborde por altas precipitaciones del Río Pocoto; todo esto debido a que el río presenta una precaria estructura (muro de contención) para prevenir las inundaciones en las áreas circundantes al río Pocoto.

Los resultados de Tacsá (2020); tampoco se semejan; esto debido a que encontró una vulnerabilidad alta todo ello debido principalmente a la dimensión ambiental; el cual presenta un suelo degradado; provocando deslizamientos; todo ello debido a que la biofísica del terreno para el soporte de vida en el ambiente, envolviendo aceptar, acumular y recircular agua, materia orgánica y nutrientes; de igual manera con respecto a los resultados de Gonzalo and Paucar (2020), presentan características similares, donde las áreas vulnerables siendo en la dimensión social, económica y ambiental, en la microcuenca Llavini, considerando factores como la exposición, fragilidad y resiliencia, encontraron que casi el 4% exhibe una vulnerabilidad baja, 81% exhibe una vulnerabilidad alta y también un 15% exhibe una vulnerabilidad muy alta; esto debido a las diferencias del uso de suelo, material de infraestructura predominante, estado de preservación y los servicios básicos.

4.1.3. Determinación del rango de aceptabilidad del riesgo por inundación pluvial en la localidad de Ocuvi

Respecto al objetivo específico 3: Determinar en rango de aceptabilidad del riesgo por inundación en la localidad de Ocuvi, para tener un mayor control sobre este fenómeno, principalmente se ha de determinar el valor de riesgo obteniéndose por la multiplicación del valor de peligrosidad y el valor de vulnerabilidad.

$$Valor_{\text{peligrosidad}} * Valor_{\text{vulnerabilidad}} = Valor_{\text{riesgo}} \quad (19)$$

Tabla 59: Nivel de riesgo por inundación pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi – periodo de retorno (2 años)

Riesgo		Valor	Rango	Nivel de riesgo
Peligro	Vulnerabilidad			
0.556	0.448	0.249	0.074 ≤ R < 0.249	Muy alto
0.254	0.293	0.074	0.019 ≤ R < 0.074	Alto
0.126	0.149	0.019	0.005 ≤ R < 0.019	Medio
0.064	0.073	0.005	0.000 ≤ R < 0.005	Bajo
0.000	0.037	0.000		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 60: Nivel de riesgo por inundación pluvial del área urbana del distrito de Ocuvi – periodo de retorno (50 años)

Riesgo		Valor	Rango	Nivel de riesgo
Peligro	Vulnerabilidad			
0.586	0.502	0.294	0.064 ≤ R < 0.294	Muy alto
0.245	0.262	0.064	0.016 ≤ R < 0.064	Alto
0.117	0.133	0.016	0.004 ≤ R < 0.016	Medio
0.053	0.068	0.004	0.000 ≤ R < 0.004	Bajo
0.000	0.035	0.000		

Fuente: Elaboración propia

Tabla 61: Estratificación del nivel del riesgo – periodo de retorno (2 años)

Nivel de riesgo	Descripción	Rango
Riesgo muy alto	Precipitaciones entre 12.84 a 18.1 mm, con pendiente de terreno menores a 5°, áreas de geología de tipo centro urbano, y asociados a geomorfología de Vertiente o piedemonte Aluvial. Grupo etario predominantemente de 0 a 5 años y mayores de 65, con discapacidad mental, intelectual o visual, con nivel educativo de inicial o ninguno, con programas sociales de ninguno. El material predominante de las paredes es de estera adobe o tapial u otro material, con techo de estera u otro material, tipo de vivienda no destinado para habitación u otro tipo. Las características geológicas: Suelos colapsables (rellenos, capa freática alta), conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridad y población desconocen existencia de normatividad ambiental.	$0.074 \leq R < 0.249$
Riesgo alto	Precipitaciones entre 7.57 a 12.84 mm, con pendiente de terreno entre 5° a 12°, áreas de geología de depósitos aluviales, y asociados a geomorfología de Montañas y colinas en roca volcánica. Grupo etario predominantemente de 5 a 12 y de 60 a 65 años, con discapacidad para usar brazos y piernas, con nivel educativo de primaria y secundaria, con programas sociales de programa juntos y/o pensión 65 Papilla y/o Cuna más y/u otros. El material predominante de las paredes es de Piedra con barro, con techo de plancha de calamina, tipo de vivienda Choza o cabaña y/o vivienda improbable y/o vivienda en casa vecindad. Características geológicas: Suelos con baja capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Sólo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir.	$0.019 \leq R < 0.074$
Riesgo medio	Precipitaciones entre 2.30 a 7.57 mm, con pendiente de terreno entre 12° a 20°, áreas de geología de grupo Puno, y asociados a geomorfología de Colina en Roca Sedimentaria. Grupo etario predominantemente de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, con discapacidad Para oír hablar, con nivel educativo superior no universitario, con programas sociales de vaso de leche y/o comedor popular y/o canasta alimentaria. El material predominante de las paredes es de bloque de cemento, con techo de teja Andina, tipo de vivienda en edificio. Características geológicas: suelos de mediana capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridades y población desconocen existencia de normatividad ambiental, cumpliendo parcialmente.	$0.005 \leq R < 0.019$
Riesgo bajo	Precipitaciones menores o iguales a 2.30 mm, con pendiente de terreno mayores a 20°, áreas de geología de grupo Palca 3, y asociados a geomorfología de Valle glacial. Grupo etario predominantemente de 15 a 30 años y de 30 a 50 años, no tiene discapacidad, con nivel educativo superior universitario y/o postgrado u otro Similar, con programas sociales de techo propio y/o vivienda. El material predominante de las paredes es de Ladrillo, con techo de concreto armado, tipo de vivienda en casa independiente. Características geológicas: suelos de alta capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental, respetando mayoritariamente.	$0.000 \leq R < 0.005$

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014)

Tabla 62: Estratificación del nivel del riesgo – periodo de retorno (50 años)

Nivel de riesgo	Descripción	Rango
Riesgo muy alto	Precipitaciones entre 20.80 – 29.30 mm, con pendiente de terreno menores a 5°, áreas de geología de tipo centro urbano, y asociados a geomorfología de Vertiente o piedemonte Aluvial. Grupo etario predominantemente de 0 a 5 años y mayores de 65, con discapacidad mental, intelectual o visual, con nivel educativo de inicial o ninguno, con programas sociales de ninguno. El material predominante de las paredes es de estera adobe o tapial u otro material, con techo de estera u otro material, tipo de vivienda no destinado para habitación u otro tipo. Las características geológicas: Suelos colapsables (rellenos, capa freática alta), conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridad y población desconocen existencia de normatividad ambiental.	$0.064 \leq R < 0.294$
Riesgo alto	Precipitaciones entre 12.30 – 20.80mm, con pendiente de terreno entre 5° a 12°, áreas de geología de depósitos aluviales, y asociados a geomorfología de Montañas y colinas en roca volcánica. Grupo etario predominantemente de 5 a 12 y de 60 a 65 años, con discapacidad para usar brazos y piernas, con nivel educativo de primaria y secundaria, con programas sociales de programa juntos y/o pensión 65 Papilla y/o Cuna más y/u otros. El material predominante de las paredes es de Piedra con barro, con techo de plancha de calamina, tipo de vivienda Chozo o cabaña y/o vivienda improbable y/o vivienda en casa vecindad. Características geológicas: Suelos con baja capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Sólo autoridades conocen la existencia de normatividad ambiental, sin cumplir.	$0.016 \leq R < 0.064$
Riesgo medio	Precipitaciones entre 3.80 – 12.30 mm, con pendiente de terreno entre 12° a 20°, áreas de geología de grupo Puno, y asociados a geomorfología de Colina en Roca Sedimentaria. Grupo etario predominantemente de 12 a 15 años y de 50 a 60 años, con discapacidad Para oír hablar, con nivel educativo superior no universitario, con programas sociales de vaso de leche y/o comedor popular y/o canasta alimentaria. El material predominante de las paredes es de bloque de cemento, con techo de teja Andina, tipo de vivienda en edificio. Características geológicas: suelos de mediana capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridades y población desconocen existencia de normatividad ambiental, cumpliendo parcialmente.	$0.004 \leq R < 0.016$
Riesgo bajo	Precipitaciones menores o iguales a 3.80 mm, con pendiente de terreno mayores a 20°, áreas de geología de grupo Palca 3, y asociados a geomorfología de Valle glacial. Grupo etario predominantemente de 15 a 30 años y de 30 a 50 años, no tiene discapacidad, con nivel educativo superior universitario y/o postgrado u otro Similar, con programas sociales de techo propio y/o vivienda. El material predominante de las paredes es de Ladrillo, con techo de concreto armado, tipo de vivienda en casa independiente. Características geológicas: suelos de alta capacidad portante, conocimiento y cumplimiento de la normatividad ambiental: Autoridades, organizaciones comunales y población conocen existencia de normatividad ambiental, respetando mayoritariamente.	$0.000 \leq R < 0.004$

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014)

Se utilizó el Software ArcGis, para contrastar en un gráfico el nivel de riesgo del área urbana del distrito de Ocuwiri.

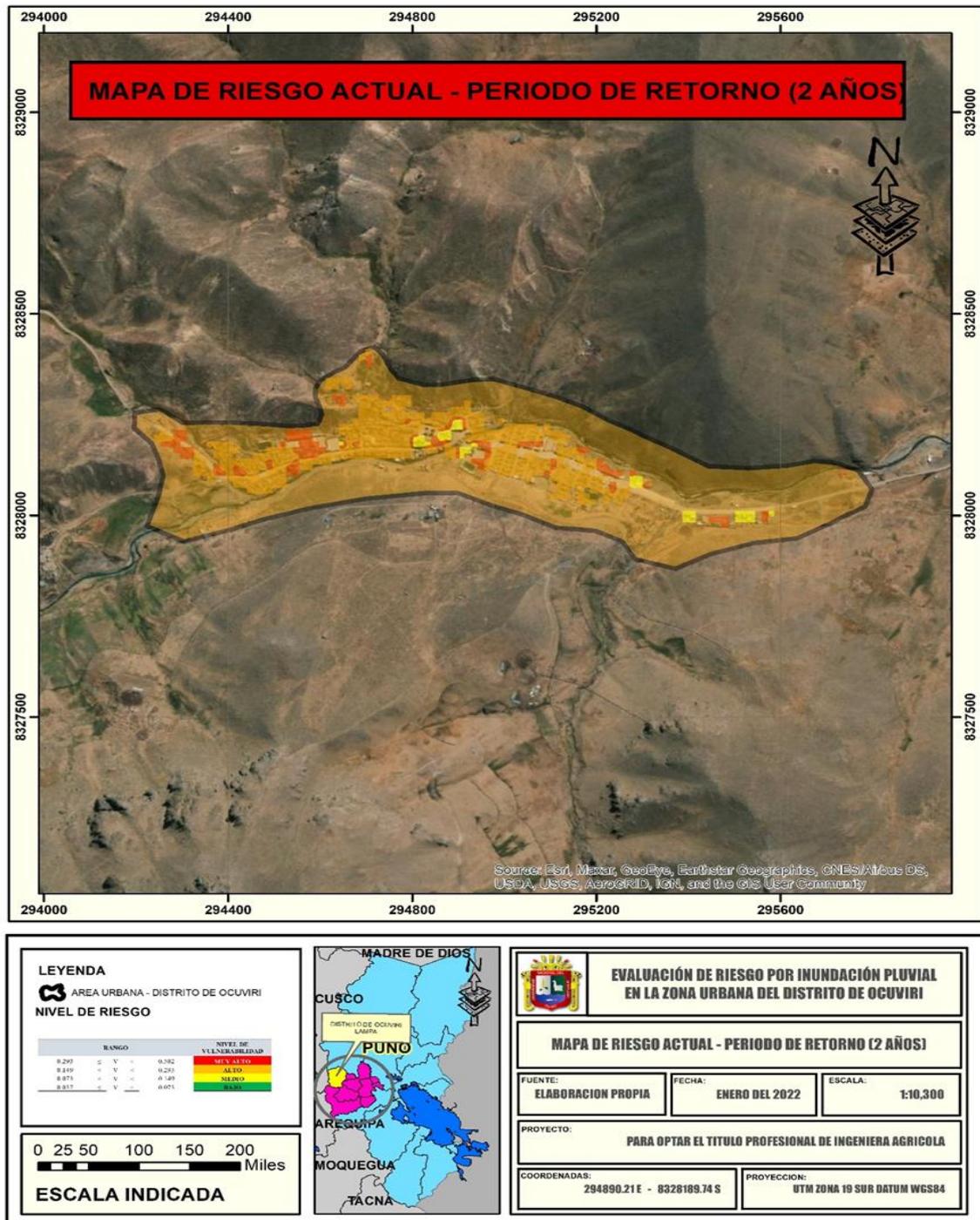


Figura 19: Mapa de riesgo – periodo de retorno (2 años)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 19. Se muestra el nivel de riesgo por inundación pluvial en el área urbana del distrito de Ocuvi para un periodo de retorno de 2 años. Donde se ha obtenido un nivel de riesgo a través de las ortofotografías, y la imagen ráster, encontrándose a un nivel de riesgo alto, en un porcentaje de 88.50% del área,; también se encuentran a un nivel de riesgo muy alto en un porcentaje de 5.17%; comprendido por dos instituciones educativas (Institución Inicial Ocuvi N° 888, Institución Educativa Primaria N° 70402 de Ocuvi), además el área de ubicación de la municipalidad, iglesia, áreas adyacentes, y partes de la entrada a la ciudad de Ocuvi; también se encuentran a un nivel de riesgo medio en un porcentaje de 6.33% el área comprendido por algunas viviendas de las zonas céntricas de la ciudad y además la Institución Educativa Secundaria de Ocuvi.

En la figura 20, se muestra el nivel de riesgo por inundación pluvial en el área urbana del distrito de Ocuvi para un periodo de retorno de 50 años. Donde se indica que presenta un nivel de riesgo muy alto en toda el área urbana del distrito de Ocuvi.

El nivel de riesgo por inundación pluvial se incrementó de alto a muy alto en comparación al periodo actual.

En la tabla 63, se aprecia el rango de aceptabilidad del riesgo frente al impacto de un fenómeno natural de inundación pluvial para la zona urbana del distrito de Ocuvi, obteniendo que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad, para un riesgo bajo y medio.

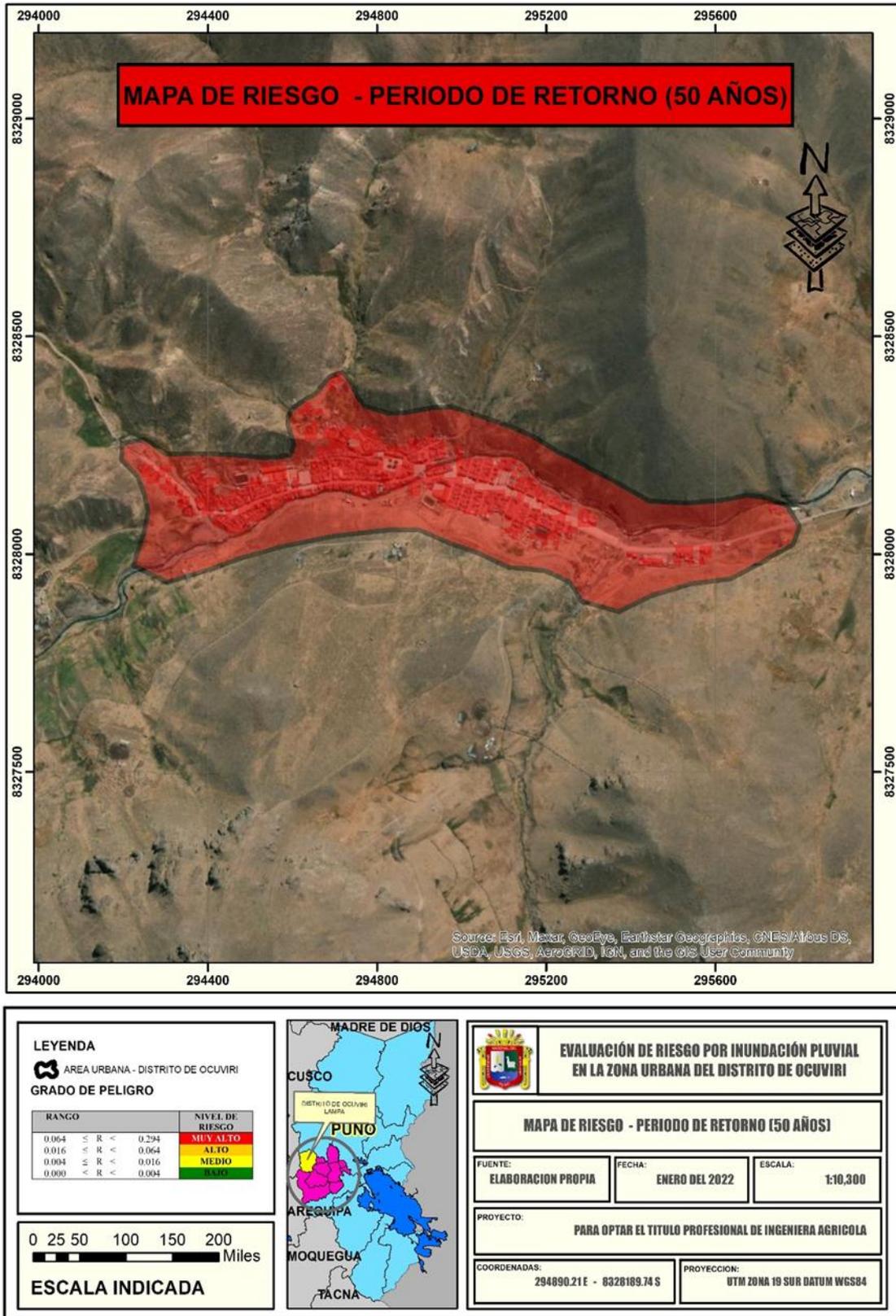


Figura 20: Mapa de riesgo – periodo de retorno (50 años)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 63: Rango de aceptabilidad del riesgo

Nivel de riesgo	Escala	Descripción
Riesgo muy alto	1	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
Riesgo alto	2	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
Riesgo medio	3	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
Riesgo bajo	4	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: Adaptado de CENEPRED (2014)

En relación con el planteamiento de la hipótesis: “El rango de aceptabilidad del riesgo por inundación pluvial en la zona urbana del distrito de Ocuwiri, provincia de Lampa, para tener un mayor control sobre este fenómeno, es de nivel bajo y medio.”, se acepta la hipótesis, puesto que dichos niveles de riesgo se pueden gestionar sin dificultad.

4.2. DISCUSIÓN

Estos resultados con respecto al estudio de Lucas (2018), son diferentes; en donde encontró un nivel de riesgo alto y muy alto en la localidad de roblecito; todo ello a razón de la peligrosidad que encontró a un nivel muy alto y una vulnerabilidad alta; esto siendo diferente debido a que cada zona presenta distintas zonas geológicas, pendientes; infraestructuras; entre otros aspectos; Así también con respecto al estudio de la Quintana et al. (2018), no presentan características similares, en donde evaluó el riesgo en el C.P. Huacarpay del distrito de Lucre, encontrándose en un área de alto riesgo todo ello debido principalmente a las lluvias intensas que aquejan año tras año al centro poblado de Huacarpay.

Mientras que dichos resultados encontrados en el presente estudio con respecto al estudio de Porta (2020), son distintas; debido a que en su estudio analizó el riesgo de inundación en el río Pocoto ante intensas precipitaciones donde garantizó un mapa que puntualiza el riesgo por la inundación, caracterizando con un riesgo alto por inundación pluvial, todo ello principalmente a que cuenta con un precario sistema de estructuras para prevenir las inundaciones por intensas precipitaciones en el río Pocoto; y también con respecto al estudio de Gonzalo and Paucar (2020), son distintas; evaluando el nivel de riesgo en la microcuenca Llavini, identificando el riesgo de la peligrosidad y vulnerabilidad tanto en el aspecto social, económico y ambiental, exhibe que el 85% de las manzanas están a un riesgo alto, el 13% a un riesgo medio, y el 2% a un riesgo bajo, proponiendo la implementación de canales de evacuación pluvial, en las zonas de riesgo (alto y muy alto); debido a que la microcuenca Llavini no presente un adecuado sistema de evacuación pluvial.

V. CONCLUSIONES

Según los resultados se concluye que el nivel de peligrosidad por inundación pluvial en el área urbana del distrito de Ocuvi, en el escenario actual (periodo de retorno de 2 años), las áreas con nivel de peligro muy alto abarcan una extensión de 62.66% del área de estudio, y un nivel alto de peligrosidad en una extensión de área del 37.34%; sin embargo, esto se verá incrementada con el pasar del tiempo; encontrando al periodo de retorno de 50 años, un peligro muy alto, abarcando una extensión del 95.72% del área en estudio, y un nivel alto de peligrosidad en un 4.28% de extensión del área; esto debido principalmente al incremento de las precipitaciones.

Según los resultados con respecto a la vulnerabilidad, se concluye que el área urbana del distrito de Ocuvi a un periodo de retorno de 2 años, presenta un grado de vulnerabilidad alto en un porcentaje 73.51% del área en estudio; también una vulnerabilidad media en un porcentaje del 8.79% del área; y una vulnerabilidad baja en un porcentaje de 8.33% del área; y con respecto a un periodo de retorno de 50 años; presentara una vulnerabilidad muy alta, abarcando una extensión de 76.85% del área, y una vulnerabilidad alta en una extensión del 23.15 % del área respectivamente; encontrando un incremento de la vulnerabilidad con el pasar de los años, debido a la infraestructura de las viviendas principalmente.

Según los resultados con respecto al riesgo, se concluye que el área urbana del distrito de Ocuvi a un periodo de retorno de 2 años; se encuentra a un nivel de riesgo alto, en un porcentaje del 88.50% del área en estudio, también se encuentran a un nivel de riesgo muy alto en un porcentaje de 5.17% del área; sin embargo, esta tiende a incrementarse con el pasar de los años; encontrando que a un periodo de retorno de 50

años, presentara un nivel de riesgo muy alto en la totalidad de la extensión del área urbana del distrito de Ocuvi, todo ello debido a la multiplicación del peligro con la vulnerabilidad; sin embargo dichos datos no son aceptables, debido a que generara impactos catastróficos si no se toman las respectivas previsiones del caso; sin embargo siendo aceptables los niveles de riesgo bajo y medio debido a que las consecuencias respecto al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.



VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar el estudio en otras localidades de la región y del país con características diferentes, principalmente estos que son azotados anualmente por inundaciones pluviales, para que puedan implementar medidas de prevención frente a este fenómeno.

Se recomienda que, en base a este estudio, las instituciones tomadoras de decisiones, realicen acciones de prevención frente al riesgo por inundación pluvial para la localidad de Ocuvi.

Se recomienda realizar campañas, capacitaciones a la población de la localidad de Ocuvi, a fin de que estén preparados frente al fenómeno de inundaciones de carácter pluvial.

Se recomienda ejercer un trabajo de operación y mantenimiento en los conductos actuales de evacuación de aguas pluviales en la localidad de Ocuvi, con el objeto de optimizar su capacidad hidráulica y prevenir su colmatación por aguas pluviales.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul, A., & Pilouk, M. (2008). *Spatial data modelling for 3D GIS*. Springer Verlag.
- Bateman, I. J., Lovett, A. A., & Brainard, J. S. (2003). *Applied Environmental Economics: A GIS Approach to Cost-Benefit Analysis*. Cambridge University Press.
- Bell, M. G. (2021, 2021/03/05/). Overlooked legacies: Climate vulnerability and risk as incrementally constructed in the municipal drinking water system of Lima, Peru (1578–2017). *Geoforum*, 14 p.
- Calvès, G., Calderon, Y., Roso, V., Bonnel, C., Roddaz, M., Brusset, S., Baby, P., & Clift, P. D. (2019, 2019/03/01/). Past Amazon Basin fluvial systems, insight into the Cenozoic sequences using seismic geomorphology (Marañón Basin, Peru). *Journal of South American Earth Sciences*, 90, 440 - 452 p.
- Castro, W., Zárate, R., Álvarez, L., Palacios, J. J., Torres, G. M., & Martínez, M. (2015). *Vulnerabilidad y riesgo por amenazas naturales en el sector Lagunas - San Lorenzo*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP).
- CENEPRED. (2012). *Lineamientos técnicos del proceso de estimación del riesgo de desastres*. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED).
- CENEPRED. (2014). *Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. Versión 02*. Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción



del Riesgo de Desastres (CENEPRED). Dirección de Gestión de Procesos (DGP)
- Subdirección de Normas y Lineamientos (SNL).

Chanca, K. A., & Inga, Y. (2018). *Influencia de la inundación en el riesgo de desastre del distrito de moya de la provincia y departamento de Huancavelica 2017*. Universidad Nacional de Huancavelica. Facultad de Ciencias de Ingeniería. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental y Sanitaria]. Huancavelica, PE.

de la Quintana, J. L., Gomez, J. C., Jiménez, G. R., Morales, J., Quispe, R., & Cavero, S. J. (2018). Evaluación de riesgo por inundación pluvial en el distrito de Lucre y centro poblado de Huacarpay de la provincia de Quispicanchis - región Cusco. *Mast'ariy*, 1(5), 74 - 80 p.

DELNET. (2006). *La reducción del riesgo de desastres: Un llamado a la acción*. Centro Internacional de Formación de la Organización Internacional del Trabajo (DELNET) del Centro Internacional de Formación de la Organización Internacional del Trabajo (OIT).

Enríquez, L., Marón, L., Tacora, S., & Quispe, E. J. (2018). Análisis del riesgo por inundación a causa del desborde de río Ilave, distrito de Ilave – Collao. *Revista de Investigación Ciencia, Tecnología y Desarrollo*, 4(1), 10 - 14 p.

Escobar, J., López, N., & Baca, I. (2010). *Estudio de riesgo a inestabilidad en laderas e inundaciones en la ciudad de Matagalpa y su entorno hidrográfico*.

François, J., Küpfer, A., & Hunzinger, L. (2007). *Programa de reducción del riesgo de desastres para América Central 2008 - 2012*. Publicado por la Agencia Suiza para



el Desarrollo y la Cooperación (COSUDE), Departamento de Ayuda Humanitaria,
CH-3003 Berna.

Fuentes, D. D., Toscano, A. E., Malvaceda, E., Díaz, J. L., & Díaz, L. (2020).
*Metodología de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos
en las ciencias administrativas y contables* (1 ed.). Universidad Pontificia
Bolivariana.

Gobierno Regional de Puno. (2015). *Estrategia regional de cambio climático - Puno,
2016 - 2021*. Gobierno Regional de Puno. Gerencia Regional de Recursos
Naturales y Gestión del Medio Ambiente.

Gobierno Regional de Puno. (2016). *Plan regional de gestión del riesgo de desastres
2016 - 2021*. Gobierno Regional de Puno. Subgerencia de Defensa Nacional y
Civil.

Gonzales, R., & Lopez, A. (2015). Informe final del área de geología región puno. In
Desarrollo de capacidades para el ordenamiento territorial de la región Puno
(pp. 192). Gobierno Regional Puno. Gerencia Regional de Recursos Naturales y
Gestión del Medio Ambiente.

Gonzalo, W., & Paucar, M. W. (2020). *Análisis y estimación de un modelo probabilista
de riesgo por inundación, aplicado a la microcuenca Llavini, distrito, provincia
y región de Puno - Perú* Universidad Nacional del Altiplano. Facultad de
Ingeniería Civil y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Puno,
PE.



- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. J. (2014). Desarrollo de la perspectiva teórica: revisión de la literatura y construcción del marco teórico. In *Metodología de la Investigación* (pp. 58 - 87 p.). McGraw-Hill.
- INEI. (2021). *Portal del INEI: Población y vivienda*. Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Retrieved 30 de enero from <https://www.inei.gob.pe/>
- Lucas, G. E. (2018). *Análisis del riesgo por inundación en la localidad de Roblecito, cantón Urdaneta: propuesta de medidas de mitigación* Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Naturales]. Guayaquil, EC.
- Mamani, R., & Llanchipa, D. (2020). *Definición de zonas de inundación mediante el modelo de simulación Hec-Ras en la cuenca baja del río Coata - Puno* Universidad Peruana Unión. Facultad de Ingeniería y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental]. Juliaca, PE.
- Mias, C. D. (2018). *Metodología de investigación, estadística aplicada e instrumentos neuropsicología: guía práctica para investigación*. Editorial Brujas.
- Narváez, L., Lavell, A., & Pérez, G. (2009). *La gestión del riesgo de desastres*. Secretaría General de la Comunidad Andina. Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina (PREDECAN).
- Nebel, G. (2001, 2001/09/01/). Sustainable land-use in Peruvian flood plain forests: options, planning and implementation. *Forest Ecology and Management*, 150(1), 187 - 198 p.



OPS, UNICEF, EIRD, & FICR. (2006). *El desafío del sector de agua y saneamiento en la reducción de desastres: mejorar la calidad de vida reduciendo vulnerabilidades*. Organización Panamericana de la Salud (OPS/OMS), Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres (EIRD), Federación Internacional de Sociedades de la Cruz Roja y de la Media Luna Roja (FICR).

Pastén, P. A. (2016). *Planificación y resiliencia en zonas de riesgo. Estudio de caso comuna de Constitución urbana, VII región del Maule, post 27F* Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Escuela de Postgrado]. Santiago, CL.

Peterson, G. N. (2009). *GIS cartography: A guide to effective map design*. CRC Press.

PNUD. (2004). *La reducción de riesgos de desastres un desafío para el desarrollo. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Dirección de Prevención de Crisis y de Recuperación*, 146 p.

Ponce, C. (2020, 2020/03/01/). Intra-seasonal climate variability and crop diversification strategies in the Peruvian Andes: A word of caution on the sustainability of adaptation to climate change. *World Development*, 127, 104740.

Porta, G. L. (2020). *Análisis de riesgo de inundación en prevención de desbordamientos del río Pocoto en el distrito de San Vicente de Cañete–2018* Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Facultad de Ingeniería Civil. Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Huacho, PE.



- Ribeiro, D. F., Saito, S. M., & Célia, R. (2022, 2022/01/01/). Disaster vulnerability analysis of small towns in Brazil. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 68, 102726 - 102728 p.
- Rodriguez, H. G. (2012). *Inundaciones en zonas urbanas, medidas preventivas y correctivas, acciones estructurales y no estructurales* Universidad Nacional Autónoma de México. Programa de Maestría y Doctorado en Ingeniería. Facultad de Ingeniería]. Coyoacán, MX.
- Ruiz, T. L., & Salazar, L. V. (2017). *Determinación de posibles zonas en amenaza por inundación en el municipio de Mompós-Bolívar, mediante el uso de procesamiento digital de imágenes y herramientas SIG y su posterior publicación como datos abiertos (Open Data)* Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Catastral y Geodesia]. Bogotá, CO.
- Samper, J., García, M. A., Pisani, B., Alvares, D., Varela, A., & Losada, J. A. (2005). Modelos hidrológicos y sistemas de información geográfica para la estimación de los recursos hídricos: Aplicación de GIS-BALAN a varias cuencas Españolas. *Universidade da Coruña y la Confederación Hidrográfica del Ebro, Ministerio de Medio Ambiente, Estudios de la Zona No Saturada del Suelo Vol VII*, 269 - 274 p.
- SENAMHI. (2009). *Escenarios climaticos en el Perú para el año 2030*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú (SENAMHI). Centro de Predicción Numérica (CPN).



- SENAMHI. (2022). *Portal del SENAMHI: Modulo para la estimación de curvas de Intensidad - Duración - Frecuencia (IDF)*. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Retrieved 30 de enero from <https://idsep.senamhi.gob.pe/dhi-idf/>
- Singh, V. P. (2017). *Handbook of Applied Hydrology, Second Edition* (2nd edition. ed.). McGraw - Hill Education.
- Singh, V. P. (2018). *Entropy theory in hydrologic science and engineering* (H. Cui, B. Sivakumar, & V. P. Singh, Eds.). McGraw - Hill Professional.
- Tacsa, E. C. (2020). *Inundación fluvial y pluvial en el casco urbano del distrito de José Crespo y castillo, a fin de proponer medidas estructurales y no estructurales* Universidad Nacional Hermilio Valdizan. Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura. Escuela Profesional de Ingeniería Civil]. Huánuco, PE.
- Tiepolo, M., Belcore, E., Braccio, S., Issa, S., Massazza, G., Rosso, M., & Tarchiani, V. (2021, 2021/01/01/). Method for fluvial and pluvial flood risk assessment in rural settlements. *MethodsX*, 8, 101463.
- Torres, S. F. (2021, 2021/08/01/). Mainstreaming land use planning into disaster risk management: Trends in Lima, Peru. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 62, 102404.
- Wongchuig, S., Dias, R. C., Espinoza, J. C., & Collischonn, W. (2017, 2017/06/01/). Multi-decadal Hydrological Retrospective: Case study of Amazon floods and droughts. *Journal of Hydrology*, 549, 667 - 684 p.



- Xia, X., Liang, Q., & Ming, X. (2019, 2019/10/01/). A full-scale fluvial flood modelling framework based on a high-performance integrated hydrodynamic modelling system (HiPIMS). *Advances in water resources*, 132, 103392.
- Yan, G., Cheng, H., Jiang, Z., Teng, L., Tang, M., Shi, T., Jiang, Y., Yang, G., & Zhou, Q. (2021, 2021/09/09/). Recognition of Fluvial Bank Erosion Along the Main Stream of the Yangtze River. *Engineering*, 19 p.
- Yupanqui, R. T., & SENAMHI. (2015). *Validación de datos CHIRPS de precipitación para monitoreo de periodo secos y húmedos en el Perú*. Servicio de Hidrología y Meteorología del Perú (SENAMHI). Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos.
- Zeng, T., Chen, G., Reniers, G., & Yang, Y. (2021, 2021/03/01/). Methodology for quantitative risk analysis of domino effects triggered by flood. *Process Safety and Environmental Protection*, 147, 866 - 877 p.



ANEXOS

Anexo 1: Panel fotográfico



Figura 21: Vista técnica de los acontecimientos del río Ocuvi



Figura 22: Vista del desbordel del río Minas



Figura 23: Vista de la vivienda colapsada por fuertes vientos



Figura 24: Vista de viviendas afectadas por fuertes sismos en el distrito de Ocuvi



Figura 25: Vista de la verificación de la vivienda colapsada por fuertes vientos



Figura 26: Coordinación con los dirigentes sobre temas de preparación



Figura 27: Vista de un aula de la IEI afectado por fuertes sismos en el distrito de Ocuvi



Figura 28: Vista de limpieza de escombros de la IEP 70402 de Ocuvi



Figura 29: Vista de trabajo de gabinete en temas de peligro



Figura 30: Vista de entrega de ayuda humanitaria en víveres a la población afectada



Figura 31: Vista de entrega de ayuda humanitaria en abrigo a la población afectada



Figura 32: Fortalecimiento de capacidades en gestión de riesgos a la población afectada