

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
Escuela Profesional de Ingeniería Civil



TESIS

“Evaluación de niveles de riesgos por flujo de detritos en la quebrada Chinchiña
localidad Pacsica, distrito Justo Apu Sahuaraura, Aymaraes, Apurímac 2021”.

Presentado por:

Bach. ANGIE BRIGITH VILLASANTE ESCALANTE

Para optar el título de profesional de:

INGENIERO CIVIL

Abancay – Apurímac – Perú

2022

TESIS

“Evaluación de niveles de riesgos por flujo de detritos en la quebrada Chinchiña
localidad Pacsica, distrito Justo Apu sahuaraura, Aymaraes, Apurímac 2021”.

Línea de investigación

Gestión de la estructura para el desarrollo sostenible

Asesor

Mag. Ángel Maldonado Mendivil



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

**“EVALUACIÓN DE NIVELES DE RIESGOS POR FLUJO DE DETRITOS EN LA
QUEBRADA CHINCHIÑA LOCALIDAD PACSICA, DISTRITO JUSTO APU
SAHUARAURA, AYMARAES, APURÍMAC 2021”.**

Presentado por el Bach. **ANGIE BRIGITH VILLASANTE ESCALANTE**, para optar el
Título profesional de: INGENIERO CIVIL.

Sustentado y aprobado el 29 de diciembre del 2022, ante el jurado:

Presidente: Mag. Fredy, Quispe Ferrel

Primer Miembro: Ph.D. Abbon Alex, Vásquez Ramírez

Segundo Miembro: Ing. Mauro Samuel, Altamirano Camacho

Asesor: Mag. Ángel Maldonado Mendivil

DEDICATORIA

A Dios, que me ha bendecido con una buena salud y una fuerza necesaria para alcanzar mis objetivos. Dedico esta tesis a mis padres con todo mi amor y corazón; Ramiro Villasante Sequeiros y Angelica Escalante Catalan, porque ellos fueron principal base para la formación de mi vida profesional, me brindaron su apoyo incondicional y me inculcaron muchos valores, por lo tanto, me ayudaron a valorar cada apoyo que me brindaron y así convertirme en una mejor persona como resultado.

A mis hermanos: Maricee y Ramiro, por sus palabras de apoyo y compañía incondicional, que día a día me ayudaron a ser una gran persona, y por darme dos sobrinas, Regina y Johana; que me han dado una razón para seguir desarrollándome como profesional y dar el buen ejemplo.

A mis Abuelos: Lelis V, Cirila S, Ismael E, Rupertina C; siempre brindarme su apoyo y amor incondicional, a mis tíos por ser parte de mi desarrollo profesional.

A mis compañeros, amigos y familiares, quienes siempre me compartieron su conocimiento y alegría sin nada a cambio, gracias todos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, me gustaría expresar mi gratitud a mi asesor Mag. Angel Maldonado Mandivil por su paciencia, dedicación y excelente asesoramiento sobre cómo llevar a cabo un proyecto de investigación exitoso.

En segundo lugar, me gustaría expresar mi gratitud al Ing. Abel Gutierrez Aguirre, que me proporciono orientación y apoyo, ya que no habría sido posible completar el proyecto de investigación sin su asesoramiento y sugerencias.

En tercer lugar, me gustaría expresar mi gratitud a todos los docentes que formaron parte de mi desarrollo profesional y que me brindaron apoyo y conocimiento para poder defenderme profesionalmente.

ÍNDICE DE CONTENIDO

PORTADA.....	i
POSTPORTADA.....	ii
PAGINA DEL JURADO.....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	v
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvii
ACRÓNIMOS.....	xxi
RESUMEN.....	xxii
ABSTRACT.....	xxiii
INTRODUCCIÓN.....	xxiv
I. Capítulo I: Planteamiento del problema.....	1
1.1. Realidad problemática.....	1
1.2. Planteamiento del problema.....	3
1.2.1. Fórmulación del problema.....	3
1.2.2. Problema general.....	4
1.2.3. Problema específico.....	4
1.3. Justificación de la investigación.....	4

1.4.	Objetivos de la investigación	5
1.4.1.	Objetivo general.....	5
1.4.2.	Objetivos específicos:	5
1.5.	Delimitacion de la investigación	6
1.5.1.	Espacial.....	6
1.5.2.	Temporal.....	6
1.5.3.	Social.....	6
1.5.4.	Conceptual	7
1.6.	Viabilidad de la investigación	7
1.7.	Limitaciones.....	7
II.	Capítulo II: Marco teórico	9
2.1.	Antecedentes de investigación	9
2.1.1.	A nivel internacional.....	9
2.1.2.	A nivel nacional	12
2.1.3.	A nivel regional y local.....	16
2.2.	Base teórica.	18
2.2.1.	Remociones en masa.....	18
2.2.2.	Flujo de detritos	19
2.2.3.	Metodología del FLO-2D	20
2.2.4.	Cuenca Hidrológica	23

2.2.5.	Evaluación de riesgos	42
2.2.6.	Análisis y evaluación de peligrosidad.....	44
2.2.7.	Análisis y evaluación de vulnerabilidades.....	53
2.2.8.	Estimación o cálculo del riesgo	57
2.2.9.	Impactos significativos y las consecuencias negativas potenciales	59
2.2.10.	Identificaciones de zonas de riesgo potencial significativo	60
2.3.	Marco conceptual	62
III.	Capítulo III: Metodología	66
3.1.	Hipótesis.....	66
3.1.1.	Hipótesis general.....	66
3.1.2.	Hipótesis específicas	66
3.2.	Método	66
3.3.	Tipo de investigación	67
3.4.	Nivel o alcance de investigación.....	68
3.5.	Diseño de investigación	68
3.6.	Operacionalización de variable	69
3.6.1.	Variables dependientes	69
3.6.2.	Variables independientes	69
3.6.3.	Cuadro de operación de variables.....	70
3.7.	Población y muestra	71

3.8.	Técnicas e instrumentos	72
3.9.	Consideraciones éticas	74
3.10.	Procedimiento estadístico	74
IV.	Capítulo IV: Resultados y discusión.....	76
4.1.	Resultados	76
4.1.1.	Determinar el nivel de peligrosidad al realizar la evaluación de riesgos del flujo de detritos. 76	
4.1.2.	Determinar el nivel de vulnerabilidad, al realizar la evaluación de riesgos del flujo de detritos.....	130
4.1.3.	Determinar el nivel de riesgo, al realcionar el peligro y la vulnerabilidad del flujo de detrito.	169
4.1.4.	Evaluar el nivel de riesgos por flujos de detritos	176
4.2.	Prueba de hipótesis.....	179
4.3.	Discusión de resultados	179
4.3.1.	Pendiente.....	180
4.3.2.	Geología.....	180
4.3.3.	Geomorfología	180
4.3.4.	Análisis hidrológico	180
4.3.5.	Análisis de FLO-2D.....	180
4.3.6.	Análisis de peligro	181

4.3.7. Análisis de vulnerabilidad.....	181
4.3.8. Análisis de riesgo.....	182
Conclusiones y recomendaciones	184
Conclusiones	184
Recomendaciones.....	185
Bibliografía	187
Anexos	196

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Coeficiente de rugosidad Manning	21
Tabla 2 Clasificación de clases antecedentes de la humedad	38
Tabla 3 Grupos de suelo hidrológico	39
Tabla 4 Número de grupo hidrológico del suelo suburbanas y urbanas	39
Tabla 5 Tipos de análisis cuantitativos de peligro	44
Tabla 6 Tabla de operacionalización de variables	70
Tabla 7 Parámetros morfológicos de la quebrada Chinchña	82
Tabla 8 Precipitaciones para 24 hr/ año	83
Tabla 9 Distribución de probabilidades	83
Tabla 10 Cálculo de variables probabilísticos	84
Tabla 11 Cálculo de las precipitaciones diarias máximas.....	85
Tabla 12 Características de la cuenca	85
Tabla 13 Grupo hidrológico de suelo.....	87
Tabla 14 Datos para PR de 50 años	88
Tabla 15 Datos para PR de 100 años	88
Tabla 16 Datos para PR de 500 años	89
Tabla 17 Hidrograma del caudal unitario sintético para un PR de 50 años	89
Tabla 18 Hidrograma del caudal unitario sintético para un PR de 100 años	90
Tabla 19 Hidrograma del caudal unitario sintético para un PR de 500 años	90
Tabla 20 Coordenadas del hidrograma adimensional para un PR de 50 años	91
Tabla 21 Coordenadas del hidrograma adimensional para un PR de 100 años	92
Tabla 22 Coordenadas del hidrograma adimensional para un PR de 500 años	93

Tabla 23	Resultados de para el período de retorno de 50 años con un caudal de 55.93m ³ /s...	100
Tabla 24	Resultados de para el período de retorno de 100 años con un caudal de 62.53 m ³ /s	104
Tabla 25	Resultados de para el período de retorno de 500 años con un caudal de 78.39 m ³ /s	108
Tabla 26	Matriz de comparación de pares del parámetro de altura de flujos de detritos.....	113
Tabla 27	Matriz de normalización del parámetro altura de flujo.....	113
Tabla 28	Índice y relación de consistencia	114
Tabla 29	Factor condicionante y desencadenante.....	115
Tabla 30	Matriz de comparación de pares el parámetro precipitación	116
Tabla 31	Matriz de normalización del parámetro precipitación	117
Tabla 32	Índice y relación de consistencia	118
Tabla 33	Matriz de comparaciones de pares de factor condicionante	119
Tabla 34	Matriz de normalización del factor condicionante.....	119
Tabla 35	Análisis jerárquico para los factores condicionantes	119
Tabla 36	Matriz de comparación de pares para el parámetro pendiente del terreno	120
Tabla 37	Matriz de normalización del parámetro pendiente de terreno	120
Tabla 38	Índice y relación de consistencia	120
Tabla 39	Matriz de comparación de pares para el parámetro unidades geomorfológicas	121
Tabla 40	Matriz de normalización del parámetro unidades geomorfológicas	122
Tabla 41	Índice y relación de consistencia	122
Tabla 42	Matriz de compresión de pares del parámetro unidades litológicas	123
Tabla 43	Matriz de normalización del parámetro unidades litológicas	124
Tabla 44	Índice y relación de consistencia	124
Tabla 45	Cálculo de los niveles de peligro ante flujo de detritos	125

Tabla 46 Estratificación del nivel de peligro	126
Tabla 47 Matriz de comparación de pares: Parámetro de dimensión social	131
Tabla 48 Matriz de normalización: Parámetro de la dimensión social	131
Tabla 49 Índice y relación de consistencia	131
Tabla 50 Matriz de comparación de pares del parámetro: Número de personas por vivienda ..	132
Tabla 51 Matriz de normalización del parámetro: Número de personas por vivienda	132
Tabla 52 Índice y relación de consistencia	133
Tabla 53 Matriz de comparación de pares del parámetro: Factor residencia de dimensión social	134
Tabla 54 Matriz de normalización del parámetro: Factor residencia de la dimensión social	135
Tabla 55 Índice y relación de consistencia	135
Tabla 56 Matriz de comparación de pares del parámetro: Tipo de acceso al servicio de agua .	136
Tabla 57 Matriz de normalización del parámetro: Tipo de acceso al servicio de agua	136
Tabla 58 Índice y relación de consistencia	137
Tabla 59 Matriz de normalización del parámetro: Tipo de acceso al servicio de alcantarillado	138
Tabla 60 Matriz de normalización del parámetro: Tipo de acceso al servicio de alcantarillado	139
Tabla 61 Índice y relación de consistencia	139
Tabla 62 Matriz de comparación de pares del parámetro: Tipo acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica	140
Tabla 63 Matriz de normalización del parámetro: tipo acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica	141
Tabla 64 Índice y relación de consistencia	142

Tabla 65 Matriz de comparación de pares del parámetro: Máximo nivel educativo por integrante de la familia.....	143
Tabla 66 Matriz de normalización del parámetro: Máximo nivel educativo por integrante de la familia	143
Tabla 67 Índice y relación de consistencia	144
Tabla 68 Matriz de comparación de pares del parámetro: tipo de seguro	144
Tabla 69 Matriz de normalización del parámetro: Tipo de seguro	145
Tabla 70 Índice y relación de consistencia	145
Tabla 71 Matriz de comparación de pares del parámetro: Capacitación en temás de gestión de riesgo de desastres.....	146
Tabla 72 Matriz de normalización del parámetro: Capacitación en temas de gestión de riesgos de desastres	147
Tabla 73 Índice y relación de consistencia	147
Tabla 74 Matriz de comparación de pares: Parámetro de dimensión económica.....	148
Tabla 75 Matriz de normalización: parámetro de dimensión económica.	148
Tabla 76 Índice y relación de consistencia	148
Tabla 77 Matriz de comparación de pares del parámetro: Exposición de la edificación a la fuente de peligro	149
Tabla 78 Matriz de comparación de pares del parámetro: Exposición de la edificación a la fuente de peligro	150
Tabla 79 Índice y relación de consistencia	150
Tabla 80 Matriz de comparación de pares del parámetro: Material predominante en paredes de edificación.....	151

Tabla 81 Matriz de normalización: Material predominante de las paredes	151
Tabla 82 Índice y relación de consistencia	151
Tabla 83 Matriz de comparación de pares del parámetro: Estado de conservación de edificación	152
Tabla 84 Matriz de normalización: Estado de conservación de edificación.....	153
Tabla 85 Índice y relación de consistencia	153
Tabla 86 Matriz de comparación de pares del parámetro: Antigüedad de edificación.....	153
Tabla 87 Matriz de normalización: Antigüedad de edificación.	154
Tabla 88 Índice y relación de consistencia	154
Tabla 89 Matriz de comparación de pares del parámetro: Ingreso familiar promedio mensual	154
Tabla 90 Matriz de normalización: Ingreso familiar promedio mensual.....	155
Tabla 91 Índice y relación de consistencia	155
Tabla 92 Matriz de comparación de pares del parámetro: régimen de tenencia de vivienda. ...	155
Tabla 93 Matriz de normalización: Régimen de tenencia de vivienda.	156
Tabla 94 Análisis jerárquico para el parámetro régimen de tenencia de vivienda	156
Tabla 95 Matriz de normalización: Tipo de actividad económica del jefe de hogar.	156
Tabla 96 Matriz de normalización: Tipo de actividad económica del jefe de hogar.....	157
Tabla 97 Índice y relación de consistencia	157
Tabla 98 Matriz de comparación de pares: parámetro de dimensión ambiental.....	157
Tabla 99 Matriz de normalización: Parámetro de dimensión ambiental	158
Tabla 100 Índice y relación de consistencia	158
Tabla 101 Matriz de comparación de pares del parámetro: Fuentes de abastecimiento de agua	158

Tabla 102 Matriz de normalización de pares del parámetro: Fuentes de abastecimiento de agua	159
Tabla 103 Índice y relación de consistencia	159
Tabla 104 Matriz de comparación de pares del parámetro: Ubicación de botadero de basura..	160
Tabla 105 Matriz de normalización de pares del parámetro: Ubicación de botadero de basura	160
Tabla 106 Índice y relación de consistencia	161
Tabla 107 Matriz de comparación de pares del parámetro: Conservación ambiental	161
Tabla 108 Matriz de normalización de pares del parámetro: Capacitación en temas de conservación ambiental.....	162
Tabla 109 Índice y relación de consistencia	163
Tabla 110 Niveles de vulnerabilidad	164
Tabla 111 Estratificación de la vulnerabilidad	164
Tabla 112 Nivel de riesgo	170
Tabla 113 Matriz de niveles de riesgo	170
Tabla 114 Estratificación de los riegos	171
Tabla 115 Niveles de consecuencias.....	176
Tabla 116 Niveles de frecuencias de ocurrencia.....	176
Tabla 117 Matriz de consecuencias y daño	177
Tabla 118 Medidas cualitativas de consecuencia y daños	177
Tabla 119 Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia.....	178
Tabla 120 Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo	178
Tabla 121 Prioridad de intervención	178
Tabla 122 Cálculo de los efectos probables.....	183

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de movimiento de masa.....	19
Figura 2 Flujo de descarga a través de los límites del elemento de rejilla	21
Figura 3 Diagrama de flujo del FLO-2D	23
Figura 4 Relación de la precipitación total	30
Figura 5 Exceso de eventos de diseño durante la vida útil	31
Figura 6 Curvas de intensidad – duración – frecuencia par lluvia máxima.....	33
Figura 7 Un ejemplo de hietograma de diseño	36
Figura 8 Variables en el método de adstricciones de precipitaciones del SCS	37
Figura 9 Coordenadas del hidrograma adimensional	41
Figura 10 Clasificación de peligro.....	45
Figura 11 Clasificación de peligro.....	47
Figura 12 Factores condicionantes del peligro	49
Figura 13 Factores desencadenantes del peligro.....	50
Figura 14 Metodologías generales para la determinación de los niveles de peligrosidad.	52
Figura 15 Flujograma para generar el mapa de vulnerabilidad.	56
Figura 16 Fórmula de cálculo de riesgo.....	57
Figura 17 Cuadro de costos de edificación	59
Figura 18 Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo	60
Figura 19 Rangos de niveles de riesgo	60

Figura 20 Exploración a cielo abierto.....	77
Figura 21 Delimitación de la quebrada Chinchña	78
Figura 22 Mapa de pendiente de la zona de estudio	79
Figura 23 Geología local de la zona de estudio	80
Figura 24 Geomorfología de la zona de estudio	81
Figura 25 Microcuenca de la cuenca Chinchña.....	86
Figura 26 Hidrograma unitario y adimensional para un PR de 50 años	94
Figura 27 Hidrograma unitario y adimensional para un PR de 100 años	94
Figura 28 Hidrograma unitario y adimensional para un PR de 500 años	95
Figura 29 Profundidad de flujo máxima del elemento de grillas.....	97
Figura 31 Velocidad máxima de flujo de detritos.....	98
Figura 32 Mapa de peligro.....	99
Figura 33 Mapa de peligro de inundación	100
Figura 34 Profundidad de flujo máxima del elemento de grillas.....	101
Figura 36 Velocidad máxima de flujo de detritos.....	102
Figura 37 Mapa de peligro.....	103
Figura 38 Mapa de peligro de inundación	104
Figura 39 Profundidad de flujo máxima del elemento de grillas.....	105
Figura 41 Velocidad máxima de flujo de detritos.....	106
Figura 42 Mapa de peligro.....	107

Figura 43 Mapa de peligro de inundación	108
Figura 44 Metodología para determinar la peligrosidad.....	109
Figura 45 Flujograma general de procesos de análisis de información.....	110
Figura 46 Vista de la quebrada Chinchña con depósitos de flujos de detritos	111
Figura 47 Se puede observar el desprendimiento de rocas y flujos de detritos.	112
Figura 48 Altura del flujo en la zona afectada.....	114
Figura 49 Zona con mucha neblina y lluvioso.....	118
Figura 50 Pendiente del terreno en estudio.....	121
Figura 51 Se puede observar toda la geomorfología	123
Figura 52 Mapa de peligro por flujo de detritos	127
Figura 53 Imagen satelital de la localidad de Pacsica	129
Figura 54 Flujo de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad	130
Figura 55 Encuesta de número de personas que habitan en la vivienda.....	134
Figura 56 Ubicación de la cobertura de alcantarillado	135
Figura 57 Abastecimiento de agua potable y abastecimiento de manantiales.....	138
Figura 58 Se observa la red pública de desagüe dentro de viviendas.....	140
Figura 59 Red pública de electrificación	142
Figura 60 Niveles educativos I.E.I y I.E.P.....	144
Figura 61 Viviendas de adobe	152
Figura 62 Mapa de vulnerabilidad del casco urbano de Pacsica	168

Figura 63 Flujograma para estimar los niveles de riesgo 169

Figura 64 Mapa de riesgo 175

ACRÓNIMOS

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

SINAGERD: Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres

INDECI: Instituto Nacional de Defensa Civil

DIPPE: Dirección de Políticas, Planes y Evaluación.

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

INGEMMET: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico

GRD: Gestión del Riesgo de Desastres

ANA: Autoridad Nacional del Agua

INEI: Instituto Nacional de Estadística e Informática

PAJ: Procedimiento de Análisis Jerárquico

PR: Período de Retorno

DHI: Dirección Hidrológica

RAMMS: Simulación de Movimiento Masivo Rápido

SERNAGEOMIN: Servicio Nacional de Geología y Minería

GDS: Sistema de Desarrollo de Red

SIGRID: Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres

COFOPRI: Organismo de Formalización de la Propiedad Informal

SUNARP: Superintendencia Nacional de los Registros Públicos

ESCALE: Estadística de la Calidad Educativa

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú

COFOPRI: Organismo de Formalización de la Propiedad Informal

GEOCATMIN: Sistema de Información Geológico y Catastral Minero

RESUMEN

La investigación realizada del fenómeno de flujo de detritos que afecta año tras año a la comunidad de Pacsica es debido a la pendiente, geomorfología y geología de la zona y se puede presenciar los daños en viviendas, terrenos de cultivo y pone en riesgo vidas humanas debido al flujo de detritos los cuales se activan por factores desencadenantes y condicionantes, por lo tanto, se ven más afectados en los meses de octubre hasta el mes abril que son temporadas de lluvias. Se tiene como objetivo principal evaluar el nivel de riesgos por flujos de detritos, en consecuencia se muestra el evento de flujo de detritos mediante la simulación del programa FLO-2D se utilizo datos de levantamiento de topografía mediante el dron, estudio de suelo, imágenes satelitales, caudales. Se trabajo con un escenario de períodos de retorno de 100 años con un caudal de $62.53 \text{ m}^3/\text{s}$ el volumen total es agua más sedimentos. Se realizó los mapas de niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo, empleamos el método SAATY cumpliendo los parámetros y descriptores referidos por (CENEPRED, 2015), así también se llegó a identificar el peligro, por lo tanto, se obtuvo el 40.85% son afectadas y se encuentra en zona de riesgo muy alto, 4.23% se encuentra en una zona de riesgo media, 22.54% y 32.38% se encuentra en una zona de riesgo bajo, el área de agricultura afectada es 6.22 ha. Con los resultados obtenidos se propone medidas de mitigación y así disminuir el impacto que ocasionara en la población.

Palabras claves: riesgo, peligro, vulnerabilidad, condicionantes, desencadenante.

ABSTRACT

The investigation carried out on the debris flow phenomenon that affects the Pacsica community year after year is due to the slope, geomorphology and geology of the area and damage to homes, farmland can be witnessed and puts human lives at risk due to the flow of debris which are activated by triggering and conditioning factors, therefore, they are more affected in the months of October to April, which are rainy seasons. The main objective is to evaluate the level of risks due to debris flows, consequently the debris flow event is shown by simulating the FLO-2D program, topography data is used by drone, soil study, satellite images, flow rates. We work with a 100-year return period scenario with a flow of $62.53 \text{ m}^3/\text{s}$, the total volume is water plus sediment. The maps of levels of danger, vulnerability and risk were made, we used the SAATY method, complying with the parameters and descriptors referred by (CENEPRED, 2015), in this way the danger was also identified, therefore, 40.85% was obtained. are affected and are in a very high risk zone, 4.23% are in a medium risk zone, 22.54% and 32.38% are in a low risk zone, the affected agricultural area is 6.22 ha. With the results obtained, mitigation measures are proposed and thus reduce the impact that it will cause in the population.

Keywords: risk, danger, vulnerability, conditions, trigger.

INTRODUCCIÓN

El flujo de detritos se encuentra saturada en agua y esta compuesta por rocas, sedimentos, agua y gases y es una masa móvil. Se desplaza por la influencia de la gravedad. Este tipo de fenómenos son muy comunes y es causado por las precipitaciones y ocasiona una gran capacidad de destrucción.

Para este tipo de fenómenos no existe una solución al 100% pero si se puede realizar alternativas de mitigación que reducen los riesgos.

En la presente investigación se propondrá una alternativa de solución que logre reducir el riesgo al cual esta expuesto la población de Pacsica y esto se realizara con la ayuda de una simulación con la ayuda de un software, lo cual no ayudara a determinar el nivel de peligro para asi determinar el nivel de riesgo al cual esta expuesto y asi proponer alternativas de mitigación.

La presente investigación se ha dividido en 4 capitulos, donde:

I CAPITULO, Se realiza el fundamento del planteamiento del problema, descripción de la realidad problemática, justificación de la investigación, objetivos, delimitación de la investigación, viabilidad de la investigación y limitaciones.

II CAPITULO, Se realiza la descripción el marco teorico, Antecedentes de la investigación, bases teóricas y marco conceptual.

III CAPITULO, Se realiza la explicación de la hipótesis, el método, tipo de investigación, nivel o alcance de investigación, diseño de investigación, operacionalización de variables, población muestra, técnicas e instrumentos, consideración ética, procedimientos estadísticos.

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN, Se realiza los detalles de los resultados, discusión de resultados y prueba de hipótesis.

Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1. Realidad problemática

De acuerdo a los sucesos que han estado pasando a nivel mundial sobre el deslizamiento durante el período 2004 al 2016 se registraron un total de 4862 eventos, de los cuales el 95% fueron fallas por la pendiente que tenían los terrenos y la mayoría de casos de deslizamiento de masa, fueron registrados en Brasil con un 37% y Colombia con un 32%, el factor común sería el nivel de pobreza y el grado de susceptibilidad a los deslizamientos de tierra. (SENAMHI y DHI, 2019)

El Perú presenta deslizamientos de masa, flujos torrenciales descendentes de tierras y flujos de detritos (huaicos). Se registran los mayores deslizamientos de masa sucedidos en los departamentos de Perú, durante el primer semestre del año (2019 INDECI) registro información del departamento de Cajamarca con 131 deslizamientos de masa, durante todo el período del año

del 2018 se registró en Cusco 33 deslizamientos de masa, observándose claramente una diferencia muy marcada entre ambos factores. (INDECI y DIPPE, 2019)

La región de Apurímac presenta características y evidencias principales de remoción de masa, estas están en función a la geografía y el relieve agreste que presenta el valle en su conjunto, con pendiente de la ladera entre 35° a 50°, que a la vez son susceptibles a la generación de procesos de movimientos en masa.

De acuerdo a INDECI en el 2019 se registró en la ciudad de Abancay, durante el primer semestre 40 eventos de deslizamientos de masa y en el año 2018 se registró 37 eventos de deslizamiento de masa. (INDECI y DIPPE, 2019)

Así también, la erosión lateral del río Pachachaca desestabiliza el material que se encuentra en la ladera, centros poblados de Llactabamba y Socoro del distrito de Huancarama, provincia de Andahuaylas, la cual fue afectando a las poblaciones más cercanas por el polvo que ocasionaba al desprenderse, actualmente la masa continúa su dinámica de forma muy lenta con material invadiendo el río. (INGEMMET, 2019)

La municipalidad de la provincia de Abancay, a través de la sub gerencia de gestión de riesgo de desastres, ha realizado estudios de riesgo esperado ante el fenómeno de movimientos de masa (reptación) los estudios realizados fueron para las urbanización Limapata, Limapata Alta, Moyocorral Baja, Pisonaypata y otros del distrito Abancay región de Apurímac, cuya zona en estudio es 114.63 ha. Dicho estudio sirve como base para el asentamiento y para implementación del proceso de estimación de riesgos de dichos sectores. (Gestión del riesgo de desastres, 2016)

El deslizamiento ocurrido en el cerro Yamaorojo, comunidad de Checcasa distrito de Justo Apu Sahuaraura es un deslizamiento antiguo y se reactiva por las intensas lluvias a principio de los meses del año y hay un asentamiento de terreno de hasta 2.2 m de altura y afecta a los cultivos

y es un deslizamiento antiguo que siempre se reactiva las cuales afectaron 8 viviendas. (INGEMMET, 2012)

La quebrada Chinchña es un afluente del río Antabamba, comunidad de Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura, provincia de Aymaraes se presencia lluvias aproximadas desde el mes de octubre y termina en mes abril, lo cual origina presencia de flujos de detritos que es arrastrada desde la parte alta de la cuenca, arrastra entre rocas y bolonería por tal motivo el canal de riego fue arrastrado por un huaico a consecuencia de ellos fue interrumpido el servicio de agua para 60 ha de cultivo que afecta a los usuarios agrícolas del sector, así mismo un tramo de canal de concreto a colapsado, lo cual se encuentra vulnerable a que se produzca un desborde de las aguas, hacia la zona donde se ubica un número de 60 viviendas y locales de instituciones educativas del nivel inicial y otra del nivel primaria. Por lo tanto, es necesario la protección de cauce para evitar el desborde de las aguas, lo cual se realizó encausamiento, limpieza y descolmatación de cauce que fue 300.00 m con un ancho de 25.00 m y una altura de 1.00 m. (ANA, 2018)

1.2. Planteamiento del problema

1.2.1. Fórmula del problema

La localidad de Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura, es un área vulnerable debido a la presencia de eventos de flujo de detritos, los mismos que se activan por medio de los factores desencadenantes, que son las precipitaciones pluviales que se generan en los meses aproximadamente de octubre hasta abril y también es a causa de los factores condicionantes por el cual se genera los flujos de detritos debido a la geomorfología, pendiente y la geología. En la desembocadura de la quebrada Chinchña en la localidad de Pacsica, que fue afectada por flujo de detritos, ocasionando daños en viviendas, terrenos de cultivos y poniendo en riesgo vidas humanas.

En este trabajo de investigación, se espera conseguir más información sobre el comportamiento del flujo de detritos, evaluar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo para posteriormente plantear alternativas de control y de esta manera poder mitigar los daños debido a la presencia del fenómeno.

1.2.2. Problema general

¿Cuál es el nivel de riesgo por flujos de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura Aymaraes-Apurímac 2021?

1.2.3. Problema específico

- a) ¿Cuál será el nivel de peligrosidad al realizar la evaluación de riesgo por flujos de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura Aymaraes-Apurímac 2021?
- b) ¿Cuál será el nivel de vulnerabilidad al realizar la evaluación de riesgo por flujos de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura Aymaraes-Apurímac 2021?
- c) ¿Cuál será el nivel de riesgo al relacionar el peligro y la vulnerabilidad del flujo de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura Aymaraes-Apurímac 2021?

1.3. Justificación de la investigación

El tema de investigación presenta **justificación práctica** a partir de los datos obtenidos de la evaluación del nivel de peligrosidad y vulnerabilidad, permitirán estimar y controlar el riesgo, de tal manera podremos determinar los niveles de susceptibilidad a lo que está expuesto la población de Pacsica y de esta manera se podrán plantear medidas de mitigación con el propósito de reducir el riesgo.

El tema de investigación presenta, **justificación teórica**, En este estudio se realiza con el propósito esencial de aportar al conocimiento existente sobre el movimiento de masa por flujos de detritos y las maneras de poder controlar el riesgo, uno de los primordiales retos para el desarrollo actual.

El tema de investigación presenta, **justificación social**, debido a que los resultados obtenidos van a beneficiar al sector mencionado en cuanto a sus futuros planes de acondicionamiento territorial, ordenamiento territorial, planes urbanos, conocerán de más cerca el nivel de vulnerabilidad, peligrosidad y riesgo, que ayudara a un desarrollo sustentable.

El tema de investigación presenta, **justificación económica**, debido a que, una vez realizada los estudios de evaluación de riesgos, la situación de los predios elevara sus costos y el impulso de la agricultura, por lo tanto, mejorara la situación económica de las personas.

1.4. Objetivos de la investigación

1.4.1. Objetivo general

Evaluar el nivel de riesgos por flujos de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito de Justo Apu Sahuaraura Aymaraes-Apurímac 2021.

1.4.2. Objetivos específicos:

- a) Determinar el nivel de peligrosidad, al realizar la evaluación de riesgos del flujo de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura Aymaraes-Apurímac 2021.

- b) Determinar el nivel de vulnerabilidad, al realizar la evaluación de riesgos del flujo de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura Aymaraes-Apurímac 2021.
- c) Determinar el nivel de riesgo, al relacionar el peligro y la vulnerabilidad del flujo de detritos en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura Aymaraes-Apurímac 2021.

1.5. Delimitacion de la investigación

Después de definir la problemática de este estudio, existen cuatro tipos de límites de la investigación (espacial, temporal, social y conceptual).

1.5.1. Espacial

La zona de estudio se realizó en la quebrada Chinchña localidad Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura Aymaraes Apurímac los datos recolectados fueron en la localidad de Pacsica en una altitud 2494 m.s.n.m los cuales son los más afectados por el fenómeno de deslizamiento de detrito.

1.5.2. Temporal

El período del estudio corresponde al año de 2021.

1.5.3. Social

La población de Pacsica en general podrá beneficiarse de este estudio debido a que frecuentemente se ven afectados, donde las alternativas propuestas de solución podrán ayudar a mitigar el nivel de riesgo que se puede ocasionar un desencadenamiento de flujo de detritos con lo cual podemos evitar pérdidas socioeconómicas y proteger vidas humanas.

1.5.4. Conceptual

Durante la investigación se realizará un estudio de peligro, vulnerabilidad y riesgo para así poder señalar los niveles al cual está expuesto la población de Pacsica, de tal manera nos podrá ayudar a evitar pérdida por daños físicos y pérdida de vidas.

1.6. Viabilidad de la investigación

En esta investigación de evaluación de nivel de peligro, vulnerabilidad y riesgo por flujo de detritos es factible porque se dispone de un “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” y se tiene información primaria como libros, revistas e internet, es económicamente viable porque los materiales, equipos y los viajes realizados están al alcance de uno para la elaboración de la investigación lo cual es un costo relativamente bajo, logísticamente es viable porque se estableció las fechas de viajes y los demás estudios tomados en campo que se realizó en gabinete.

1.7. Limitaciones

Viabilidad de las Fuentes, es limitado en lo que respecta a la recolección y procesamiento de datos como estudios hidrológicos para poder analizar el caudal, por lo que se tomaron datos de estaciones que no se encuentran en la zona de estudio, por otro lado, la falta de información sobre el peligro y no tienen registros respecto al fenómeno de detritos, de tal manera se realizaron trabajos de campo para poder obtener datos.

Tiempo, es limitado por la disposición de la entidad para el cumplimiento de los plazos determinados debido a la pandemia de Coronavirus (COVID-19), fue algo imprevisto, por lo tanto, nos tuvimos que adaptar para así poder continuar con la investigación.

Recursos humanos, para realizar la evaluación adecuada se obtuvo datos de entidades, ya que la extensión de esta actividad podría atrasar el plazo.

El contexto, las personas no estaban predispuestos para participar o en su defecto, no colaboran en la obtención de datos fidedignos y la dificultad de acceso a lugares necesarios.

Capítulo II: Marco teórico

2.1. Antecedentes de investigación

2.1.1. A nivel internacional

Sepúlveda, Patiño y otros (2016), En su planteamiento “*Metodología para evaluación de riesgo por flujo de detritos detonado por lluvias*” cuyo objetivo fue obtener una metodología que ayude a la evaluación de la vulnerabilidad, peligro y riesgo que son ocasionados por flujos de detritos detonados por lluvias en el cual se emplea información geográfica para evaluar áreas susceptibles.

Cuya área en estudio es 62,500 m² que se encuentra en Utica, Cundimarca, Colombia, el área en estudio tuvo un episodio de 168 flujos de detritos, por lo tanto, se emplearan análisis de susceptibilidad; para lo cual se empleó los métodos estadísticos, cuantil y probabilística y se llegó a las conclusiones:

De que el 83.30 % es un área de susceptible alta, el 14.53% es de un área susceptible media y el 2.17% es un área susceptible baja, obtuvieron que 35.2% del casco urbano está en un área de amenaza mediana el cual 64.8% del casco urbano se encuentra en un área baja. (pág. 34)

Bucarey, A (2018), En su planteamiento de tesis “*Evaluación de la susceptibilidad de flujo de detritos en Quebradas*”, cuyo objetivo es “evaluar la susceptibilidad de flujos de detritos en la quebrada carrizalillo y de Meléndez de tal manera determinar los factores geológicos, geomorfológico del área de estudio, cuya población en estudio es la quebrada de Carrizalillo con un área de 1,110.88 km² y la quebrada de Meléndez con una área de 55.79 km², Comuna de Tierra Amarilla, región de Atacama, Santiago de Chile; para lo cual la metodología que se empleó fue de (Sergio, S. 1998), “Metodología para evaluar el peligro de flujos de detritos en ambientes montañas”, (Marisol Lara Castillo, 2007), “Metodología para la evaluación y zonificación de

peligro de remociones en masa con aplicación en la quebrada San Ramón, Santiago Oriente, región Metropolitana” y métodos estadísticos el cual se aplicó una metodología semicuantitativa, y se llegó a las conclusiones:

De que presenta depósitos aluviales a lo largo de la quebrada Carrizalillo, es altamente susceptible, el cual genera flujos de detritos que transporta material debido a las pendientes, los parámetros geomorfológicos brindan información de las cuencas a causa de las observaciones que se realizó y se correlacionan con los resultados de la metodología, se determinó que para el área de estudio los factores condicionantes considerados son pendientes de laderas, pendientes del canal de drenaje, geología, geotecnia, clima y vegetación. (pág. 62)

Espinosa, (2016), en su planteamiento de tesis *“Análisis de vulnerabilidad social por amenaza de flujos de lodo en la parroquia de San Antonio de Ibarra”*, cuyo objetivo de tesis es *“Analizar la vulnerabilidad social por amenaza de flujo de lodo”* considerando todas las variables para la investigación de vulnerabilidad social por el flujo de lodo y el hecho de que no todos los barrios de la parroquia tienen el mismo nivel de vulnerabilidad social por flujo de lodo 2016, cuya población en estudio es la parroquia de San Antonio de Ibarra, en la parroquia fueron identificados y delimitados por el presidente de la parroquia, Gad Oscar Lomás, que también menciona y delimito los barrios los cuales fueron afectados por inundaciones *“San Antonio barrio central, Tanguarin y Santo Domingo”*, por medio de (INDEC, 2010) se estableció que un 30% es población menor a 14 años y 61.30% la población es menor a 65 años y el 8.70% la población es mayor a 65 años. Es una investigación descriptiva, lo cual se llegó a siguiente la conclusión:

Tanguarin tiene un nivel alto de vulnerabilidad social por flujo de lodo y *“San Antonio Barrio Central y Santo Domingo”* poseen un nivel medio de vulnerabilidad social por flujo de lodo, y

tienen planes de contingencia, sistemas de alerta temprana, pero no están preparados en caso de que se presente flujos de lodos lo que aumenta el nivel de vulnerabilidad. (pág. 75)

Uparela y Garcia (2018), en la metodología “*Evaluación del riesgo por flujos de lodos y avalanchas*”, como objetivo, fue la amenaza de la cuenca a través de los procedimientos de indagación geográfica que tenían en cuenta la litología, la geomorfología, cobertura vegetal y la topografía, como factores determinantes fue también el flujo de lodo y avalanchas al casco urbano de la municipalidad de la Paz de Río para distintos períodos de retorno (5, 10, 15, 25 y 50 años). Como herramientas el software FLO-2D, cuya población de estudio es la quebrada Chapa Colombia, que empieza desde el páramo Mesa Alta, que está situada a una altura de 3600 m.s.n.m con una longitud de 6.5 km que desemboca en el río Chicamocha, para lo cual se empleó el método probabilístico de (Castellanos, 1996) el cual fue evaluar la lluvia como factor detonante, y se llegó a las siguientes conclusiones:

El terreno es escarpado, y la mayoría de los movimientos de masa se producen por pendientes que tiene las laderas son de 16° y 35°. Las laderas son inestables porque son materiales sueltos, los movimientos de masas se producen más a menudo en zonas con poca cobertura vegetal que fue conveniente hacer el mapa de amenaza para el deslizamiento de masa y caída de rocas producido en toda el área de la cuenca y que nos permite saber que no son muchos los afectados que se contabilizó 17 viviendas que se encuentran en el nivel de amenaza alto, el cual se deberá reubicar en una zona estable y con un nivel bajo de amenaza. (pág. 73)

Fallas Salazar (2020), En su planteamiento de tesis “*Modelación y mapeo de flujo de lodos y detritos en la cuenca del río zapote*”, como objetivo principal es “*Simular el flujo de detritos y lodos en la parte alta de la cuenca del río Zapote para el evento del huracán Otto y eventos máximos*

de tormenta”, cuya población en estudio es de 0.96 km² y se registró 127 deslizamientos que es provocado por el huaico Otto, y se llegó a la siguiente conclusión:

Se obtuvo un conteo de 127 deslizamientos que fue a causa de las intensas lluvias y también uno de los principales motivos fue los temblores lo cual dejaron los suelos inestables en la modelación hidrológica se estimó que el huracán tuvo un caudal pico 298.3 m³/s y para un período de retorno de 100 años se estima 323.3 m³/s. El evento del huracán Otto, presentó un nivel de peligrosidad alta se modeló para un flujo newtoniano y presentó un incremento de área de 0.3 km² a 1.28 km² y una concentración volumétrica de 0.45 km² a 1.62 km² para una concentración de 0.55, en la modelación se realizó para un período de retorno de 100 años y se obtuvo un área de 0.33 km² con un nivel de peligrosidad alta y fue modelado con flujo newtoniano y concentración volumétrica de 0.82 km² y se realizó para una concentración de 0.45 y 0.55 lo cual se generó 1.77 km².

2.1.2. A nivel nacional

Sánchez Meza, L (2018), En su tesis “Análisis de vulnerabilidad ante la probable ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada Carossio, distrito de Lurigancho Chosica, Lima”, como objetivo principal es “analizar la vulnerabilidad ante la probable ocurrencia de flujo de detritos que permite obtener el nivel de afectación física en dicha quebrada”, cuya población en estudio es 6.138 ha con un perímetro de 16,527.822 m, consta con una población aproximada a 1666 habitantes y en cada lote hay 400 viviendas que se dividió en dos sectores: Buenos Aires y el AA.HH Moyopampa y se realizó estudios a las viviendas, lo cual se obtuvo 92 lotes afectados, se empleó la metodología del SINAGERD y CENEPRED, y se llegó a la siguiente conclusión:

El 88 % de viviendas están en un estado muy mala a regular de reparación, y el 100% de las viviendas fueron construidas sin ayuda técnica, da un grado de fragilidad económica y social de 0.407 y 0.000 ha, el estudio permitió la identificación de los materiales predominantes, el estado

de viviendas, las edades y nivel de viviendas, así como la determinación de un alto nivel de vulnerabilidad a la población urbana y los materiales predominantes en la construcción es el ladrillo, su calidad oscila entre regular y muy malo, cuya antigüedad es de 5 años a más el cual incumplen procedimientos de construcción. (pág. 117)

Millán A (2018), En su tesis “*Modelación del flujo de detritos para el análisis del riesgo en la quebrada los cóndores, provincia de Lima, Perú*”, como objetivo principal es “realizar el análisis de riesgos ocasionado por el flujo de detritos en la quebrada los Condores” y analizar el riesgo de la quebrada mediante el modelo numérico RAMMS, cuya población en estudios es con un perímetro de 13,960.46 m y con un área de cuenca de 913.78 ha, se empleó la metodología RAMMS: Debris FLO es aplicable en las quebradas que tienen riesgo por flujos de detritos, y se llegó a la siguiente conclusión:

Las velocidades máximas se encuentran por la parte alta y media de la cuenca que bordea una velocidad promedio de 2.1 m/s, la parte inferior es menor a 1 m/s, se identificó que existe una mayor presión en la parte media baja que llega hasta 173.69 kpa. (pág. 68)

El trabajo de investigación permitió analizar riesgos ocasionados por flujos de detritos, con un área de 69.23 ha, dentro de la zona se encuentra 5 escuelas y un centro de salud y afecta a 1,128.75 m de las vías del ferrocarril central, se pudo distinguir los parámetros necesarios para el modelo RAMMS y se realizó la muestra de suelo para la densidad 1715 kg/m³ y fricción de suelo tipo coulomb $\mu= 0.165$ y parámetro de fricción viscoso $\xi=135$ m/s². (pág. 74)

Santuyo y Zambrano (2019), En su tesis “*Alternativa de mitigación para el flujo de detritos en la zona de descarga de la quebrada Quirío Chosica Perú 2019*”, como objetivo principal es “proponer alternativas de mitigación para el flujo de detritos y determinar la susceptibilidad”, cuya población es 227 fenómenos de flujo de escombros (detritos) durante un período de 2016 - 2017,

se empleó la metodología utilizada para este estudio fue de carácter inductivo y se extrajeron las siguientes conclusiones:

Proponemos alternativas de mitigación en presencia de flujos de detritos de 5 barreras geodinámicas juntas, retienen un total de 7,565.81m³ de material sólido que se utilizaran para mitigar una zona urbana de 140 ha que fue gravemente afectada por este fenómeno natural el 15 de marzo de 2017. (pág. 170)

Un estudio de la mecánica del suelo permitió conocer el tipo de materiales que había en la zona Quirío. Las pruebas mecánicas de suelos que realizaron revelaron que el material presente es la grava limosa que representa un 58.2% grava, 29.6% arena y un 12.3% de finos, el material precedente es la grava limosa. (pág. 173)

Según los resultados obtenidos con respecto a 26 manzanas estaban en alto peligro, 105 manzanas estaban en muy alto peligro, 30 manzanas estaban en baja vulnerabilidad, 14 manzanas en vulnerabilidad media y 87 manzanas en alta vulnerabilidad, 91 manzanas estaban en alto riesgo, 40 manzanas en muy alto riesgo. La población se ubica en una zona de alto riesgo con 69% y en una zona de bajo riesgo con el 31%. (pág. 175)

Caballero H (2018), en su tesis “*Análisis del peligro y vulnerabilidades por movimiento de masas de tierra para mitigar los riesgos en el distrito de Cuenca*”, como objetivo es “determinar el nivel de incidencia de la mitigación del riesgo en el peligro y la vulnerabilidad por movimientos de masa de tierra”, cuya población tiene 1,988 habitantes con un área de 275 ha y para la incidencia de la mitigación se utilizó 377 predios de estudio, se empleó la metodología cuantitativa y cualitativa, y se llegó a siguientes conclusiones:

Se encontró que el grado de mitigación del riesgo con la peligrosidad y vulnerabilidad por movimientos de masas de tierra, posee la ponderación de 128 predios, el cual está 34% expuesto

a riesgos muy alto con el distrito de cuenca, el porcentaje de predios se encuentra en áreas replazadas en zonas de alto riesgo. (pág. 89)

Según los resultados, existe un muy alto nivel de mitigación del riesgo debido al peligro y vulnerabilidad por el movimiento de masa de tierra tenga un 34% a colapsar. (pág. 95)

Se encontró que las variables tenían un coeficiente de correlación de Spearman (r_s) $r_s = -0.243$, que muestra el área con menos correlación y con tendencia en una dirección negativa (-) entre las variables. La incidencia de peligro y vulnerabilidad es un nivel muy alto. (pág. 96).

CENEPRED (2015). En el informe “Evaluación de riesgo por ocurrencias de flujos de detritos en un centro poblado rural”, cuyo objetivo es “evaluar el nivel de riesgo teniendo en cuenta la ocurrencia de flujo de detritos ocasionados en el centro poblado de Chambara distrito de Suya provincia de Huaura, para lo cual se determinó el peligro y vulnerabilidad del lugar a partir de hechos ocurridos anteriormente”, cuenta con un área de estudio de 1.67 km² con un perímetro de 4.53 km para la vulnerabilidad se evaluaron con 100 viviendas, por lo tanto se aplicaron la metodología cuantitativa, y se llegó a la conclusión:

En el estudio de suelos predomina el material arenoso y limoso, tiene una pendiente de 16° y 35°, por ello la zona es propensa a deslizamientos y el riesgo es alto, en el centro poblado pose poca área de vegetación y el suelo predominante es tipo arenoso y limoso suelo con alto índice de erosión, predominando el uso actual del suelo sobre los cultivos permanentes: como árboles frutales y áreas que se pueden cultivar por períodos; resumiéndose en un mapa haciendo uso del SIGARCGIS. (Pág. 9)

2.1.3.A nivel regional y local

Alvarez Rodriguez & Malaga Hanam (Sanchez Meza, 2018)pa (2021). En su tesis “Análisis del riesgo por flujo de detritos del distrito de Haqira provincia de Cotabambas departamentos de Apurímac” cuyo objetivo es “determinar el riesgo ante los flujos de detritos en la localidad de Haqira para su futura mitigación”, cuya población en estudio es 9712 personas entre mujeres, hombres y niños se cuenta con 3161 viviendas y la cuenca en estudio es de 19 km² y la zona expuesta es de 7 km², y se llegó a la siguiente conclusión:

Se realizó el análisis de riesgo por flujo de detritos en la localidad de Haqira y se mostró las áreas expuestas que fue similar a lo que paso en el año 2012, identificando las zonas más vulnerables y peligrosas gracias al software RAMMS en lo cual se elabora mapas de susceptibilidad por medio de parámetros que son los factores condicionantes y desencadenantes.

Se determinaron los valores mediante la metodología CENEPRED y análisis jerárquico SAATY que son jerarquías analíticas, El índice de vulnerabilidad da un valor de 0.258 ha vulnerabilidad alta, el índice de peligro 0.57 indicando de peligrosidad es alta y el índice de riesgo da un valor 0.147 indicando riesgo alto. (pág. 247)

Zamalloa y Medina (2018). En su tesis “Estudio de riesgo geológico por movimientos en masa, para la construcción del puesto de salud de Huayllati, del distrito de Huayllati, provincia de Grau, región Apurímac”, cuyo objetivo es “realizar el estudio de riesgo geológico por movimientos en masa para la construcción del puesto de salud”, cuenta con un área de estudio de 1.5 ha, se utilizó la metodología (SAATY) multicriterio propuesta por él “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” CENEPRED Y SINAGERD y el método utilizado es mixta, y se llegó a la siguiente conclusión:

La zona de investigación se centra en los depósitos de terrenos aluviales (gravas y arenas mal seleccionadas). Debido a la pendiente, la geomorfología, la geología, las estructuras y presencia de caídas de rocas, derrumbes y deslizamientos, se encuentra en alto peligro por movimiento de masa. La pendiente en la zona oscila entre los 3° - 30° cubiertas por rocas fracturadas y tiene una baja cobertura.

Las personas de 21 a 64 años tienen un conocimiento ligero de como tienen que actuar ante un posible deslizamiento, tienen viviendas de concreto que son más tres niveles, además cuentan con ingreso mensual entre 700 a 1500 soles. Basándose en esta información, existe un riesgo medio de movimiento de masa en la zona donde se encuentra ubicado el nuevo puesto de salud. (pág. 144)

INGEMMET (2019), en su informe “*Inspección de peligros geológicos en el sector Llactabamba*”, cuyo objetivo “consistieron en la cartografía de los derrumbes reactivados por la dinámica de laderas, toma de datos principales respecto a la geometría del posible deslizamiento y determinar la cartografía factores condicionantes”, cuenta con un are de estudio 1.03 km² y el cuerpo de deslizamiento cuenta con 2.3 km², se aplicó la metodología de fotointerpretación, y se llegó a la siguiente conclusión:

Tiene una pendiente de 35° a 50° esto implica una estabilidad el cual favorece al deslizamiento de la ladera, el material fino que se deposita en la ladera es limo y arena es a causa de constantes derrumbes, es a causa de los vientos el cual se provocó polvo por todo el valle el cual afecta a las poblaciones más cercanas. (pág. 10)

2.2. Base teórica.

2.2.1. *Remociones en masa*

Según (Gonzales, F y otros, 2002). “Los movimientos masivos en pendiente son proceso de movilización lento o rápido que involucran suelo, roca o ambos, causados por el exceso de agua en el terreno y/o por gravedad. Los deslizamientos son movimientos de masa de suelo o roca que deslizan, moviéndose relativamente respecto al sustrato, sobre una o varias superficies de rotura netas, al superarse la resistencia al corte de estas superficies; la masa generalmente se desplaza en conjunto, comportándose como una unidad en su recorrido; la velocidad puede ser muy variable, pero suelen ser procesos rápidos y alcanzar grandes volúmenes”. (pág. 623)

2.2.1.1. Tipos de movimiento en masa

Según (Gonzales, F y otros, 2002). “Las clasificaciones de los movimientos de ladera suelen referirse a los tipos de materiales involucrados, distinguiendo generalmente entre materiales rocosos, derrubios y suelos, y al mecanismo y tipo de la rotura, considerando también otros aspectos, como el contenido en agua del terreno y la velocidad y magnitud del movimiento”. (pág. 623)

Figura 1

Tipos de movimiento de masa

TIPO	SUBTIPO
Caídas	Caídas de roca (detritos o suelo)
Volcamiento	Volcamiento de roca (bloque)
	Volcamiento flexural de roca o del macizo rocoso
Deslizamiento de roca o suelo	Deslizamiento traslacional, deslizamiento en cuña
	Deslizamiento rotacional
Propagación lateral	Propagación lateral lenta
	Propagación lateral por licuación (rápida)
Flujo	Flujo de detrito
	Crecida de detrito
	Flujo de lodo
	Flujo de tierra
	Flujo de turba
	Avalancha de detrito
	Avalancha de rocas
	Deslizamiento por flujo o deslizamiento por licuación (de arena, limo, detritos, roca fracturada)
Reptación	Reptación de suelos
	solifluxión, gelifluxión (en permafrost)
Deformaciones gravitacionales profundas	

Fuente: Libro “Movimientos en masa en la region andina: una guia para la evalaucion de amenazas” (Multinacional andino, 2007, pág. 3)

2.2.2. Flujo de detritos

Según (SERNAGEOMIN, 2017). “Es una masa móvil, saturada en agua, compuesta de una mezcla de rocas, sedimentos, agua y gases, donde entre el 50 % y el 80 % del material es sólido y se encuentra suspendido en agua. Se desplaza pendiente abajo por influencia de la gravedad, posee un rápido avance, gran movilidad y gran capacidad destructiva”.

Según (Sepulveda, Patiño y otros, 2016). “los flujos de detritos son uno de los procesos de remoción en masa más destructivos en todo el mundo, dado que se generan en las zonas montañosas y se depositan en abanicos aluviales o llanuras aluviales ocupadas por asentamientos humanos”. (pág. 31)

Según (Multinacional andino, 2007). “Es un flujo muy rápido a extremadamente rápido de detritos saturados, no plásticos (Índice de plasticidad menor al 5%), que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada. Se inician como uno o varios deslizamientos superficiales de detritos en las cabeceras o por inestabilidad de segmentos del cauce en canales de pendientes fuertes”. (pág. 19)

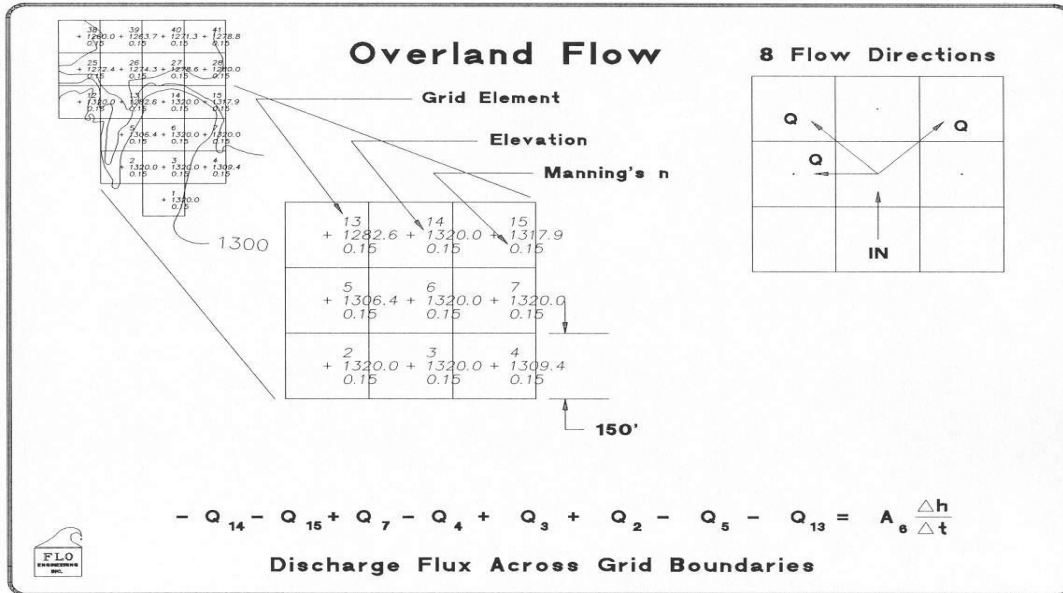
2.2.3. Metodología del FLO-2D

Según (FLO-2D, 2018). “Para modelar el sistema hidrológico, FLO-2D consta de una serie de componentes y programas de procesamiento que dividen una simulación de inundación en varias unidades pequeñas discretas. El Grid Developer System (GDS) genera un sistema de cuadrícula que representa la topografía como una serie de pequeños mosaicos, el cual se asigna posiciones de elevación, cota de terreno, un coeficiente de rugosidad (n de Manning)”.

La solución domina elementos uniformes en forma de cuadrículas. El método de los flujos terrestres implica calcular la carga a través de cada una de las ocho posibles direcciones de flujo, la brújula tiene direcciones como (norte, este, sur y oeste) y en diagonales (noreste, sureste, suroeste y noreste), que se pueden ver en la siguiente (Figura 2).

Figura 2

Flujo de descarga a través de los límites del elemento de rejilla



Fuente: Libro "FLO-2D" (USER MANUAL, 2003)

Tabla 1

Coefficiente de rugosidad Manning

Material	Coefficiente de rugosidad de Manning típico
Concreto	0.012
Fondo de grava con lados de	- Concreto 0.020
	- Piedra 0.023
	- Riprap 0.033
Canales naturales	
Limpios y rectos	0.030
Limpios y curvos	0.040
Curvos con hierbas y piscinas	0.050
Con matorrales y árboles	0.100
Planicies de inundación	
Pastos	0.035
Cultivos	0.040
Hierbas y pequeños matorrales	0.050
Matorrales densos	0.070
Árboles densos	0.100

Fuente: Libro "Hidrología aplicada" (Ven Te Chow, 1994, pág. 35)

2.2.3.1. Aplicaciones.

Según (FLO-2D, 2018). Es usado principalmente para estudios ribereños y análisis de avenidas, entre ellos tenemos.

- Tránsitos de hidrogramas de avenidas
- Flujos no confinados superficiales en 8 direcciones
- Modelamiento de ríos y canales
- Análisis de hidrológico
- Simulaciones de flujos de lodos
- Transporte de sedimento
- Estructura hidráulica

2.2.3.2. Datos básicos.

a) Imágenes Aéreas

Según (Drone Drive, 2020). “La fotografía aérea representa aquellas imágenes tomadas desde las alturas. Son muy utilizadas para la cartografía, geología, arqueología, defensa, artística y para el marketing. Se emplea diversos ángulos y perspectivas del horizonte, a través de la fotografía aérea. Abarca planos generales, las panorámicas y las conocidas imágenes de 360 grados. Puedes realizar mapas en forma 2D y 3D el cual ofrece mayor dinamismo en las imágenes”.

b) Planos topográficos

Según (Catastro Bogota). “Los planos topográficos son dibujos que muestran las principales características físicas del terreno, tales como edificaciones, cercas, caminos, ríos, lagos y bosques, así como las diferencias de altura que existen entre los accidentes de la tierra, tales como valles y colinas (llamadas también relieves verticales), se basan en los datos que se recogen durante los levantamientos topográficos. Con fines catastrales, estos planos reflejan la relación de la parte jurídica (linderos - áreas) con la realidad del terreno”.

c) Hidrología

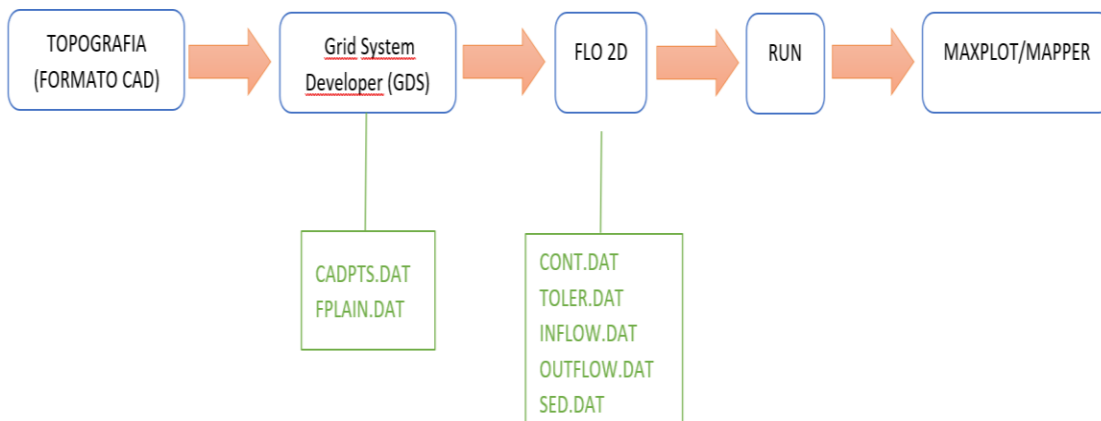
Según (Fattorelli & Fernández, Diseño hidrológico, 2011). “La hidrología es una ciencia que trata los fenómenos naturales involucrados en el ciclo hidrológico. El diseño hidrológico busca interpretar y cuantificar esos fenómenos, con el fin de proporcionar un soporte a estudios, proyectos y obras de ingeniería hidráulica, de infraestructura y de medio ambiente”. (pág. 19)

2.2.3.3. Diagrama de flujo para la simulación con el FLO-2D.

Se muestra los pasos a seguir en la simulación de flujo de detritos con el FLO-2D (Figura 3).

Figura 3

Diagrama de flujo del FLO-2D



Fuente: Elaboración Propia

2.2.4. Cuenca Hidrológica

Según (Villón Béjar, 2011). “La cuenca de drenaje natural de una corriente, es el espacio de terreno donde las aguas caídas por precipitación, convergen y se organizan en un solo curso. Estos cursos de agua tienen una cuenca bien definida, para los puntos de su recorrido”. (pág. 21)

Según (Breña y Jacobo, 2006). “La cuenca es aquella superficie en la cual el agua precipitada se transfiere a las partes topográficas bajas por medio del sistema de drenaje,

concentrándose generalmente en un colector que descarga a otras cuencas aledañas, o finalmente al océano. La cuenca hidrológica, junto con los acuíferos, son las unidades fundamentales de la hidrología”. (MarcadorDePosición pág. 24)

2.2.4.1. Delimitación.

Según (Villón Béjar, 2011). “La delimitación de una cuenca, se hace sobre un plano o mapa a curvas de nivel, la cual es una línea imaginaria, que divide a las cuencas adyacentes y distribuye el escurrimiento originando por la precipitación, que, en cada sistema de corriente, fluye hacia el punto de salida de la cuenca. El parteaguas está formado por los puntos de mayor nivel topográfico y cruza las corrientes en los puntos de salida, llamado estación de aforo”. (pág. 21)

2.2.4.2. Clasificación.

2.2.4.2.1. Según su dimensión.

- a) **Cuenca grande:** “Es aquella cuenca en la que predominan las características fisiográficas de la misma (pendiente, elevación, área, cauce). Una cuenca, para fines prácticos, se considera grande cuando el área es mayor a 250 km²”. (Villón Béjar, 2011, págs. 22,23)
- b) **Cuenca pequeña:** “Es aquella cuenca que responde a las lluvias de fuerte intensidad y pequeña duración, y en la cual las características físicas (tipo de suelo, vegetación) son más importantes que las de cauce. Se considera cuenca pequeña cuya área varía desde unas pocas hectáreas hasta un límite, que para propósitos prácticos se considera 250 km²”. (Villón Béjar, 2011, pág. 23)

2.2.4.2.2. Según la salida.

- a) Cuenca endorreica:** “El punto de salida está dentro de los límites de la cuenca y generalmente es un lago”. (Aparicio Mijares, 1992, pág. 19)
- b) Cuenca exorreica:** “Es un sistema abierto de circulación de aguas, cuyos ríos principales de recolección y desagüe desembocan en el mar”. (Aparicio Mijares, 1992, pág. 19)

2.2.4.2.3. Según la elevación.

- a) Cuenca alta:** “Estas partes comprenden altitudes superiores a los 3000 m.s.n.m, llegando en algunos casos hasta los 6500 m.s.n.m. En tales áreas se concentra el mayor volumen de agua, ya sea en forma de nevados o de lluvia, dado que allí la precipitación pluvial es intensa y abundante; es frecuente asimismo la formación de nevados”. (Vásquez ,M y otros, 2016, pág. 20)
- b) Cuenca media:** “Son las comprendidas entre los 800 y 3000 m. s. n. m. Las precipitaciones promedio que caen en estas zonas varían entre los 100 - 800 mm/año. En estas zonas están los valles interandinos, caracterizados por el clima benigno y variado”. (Vásquez, M y otros, 2016, pág. 21)
- c) Cuenca baja:** “Abarcan desde el nivel del mar hasta los 800 m. s. n. m. La precipitación promedio que cae en la zona es muy escasa (< 100 mm/año), su pendiente es igualmente baja. En este ámbito están los amplios valles costeros, donde se desarrolla una intensa actividad agropecuaria, así como también se ubican las medianas y grandes ciudades consumidoras”. (Vásquez ,M y otros, 2016, pág. 21)

2.2.4.3. División de una cuenca.

Según (Vásquez ,M y otros, 2016). “Un tema de permanente discusión es lo referente a los conceptos de cuenca, sub cuenca y micro cuenca. El punto de partida para dicho análisis es el grado de ramificaciones de los cursos de agua que pueden existir; así por ejemplo se pueden considerar como micro cuencas a los cursos de agua de primer, segundo y tercer orden; a sub cuencas, los cursos de agua de cuarto y quinto orden y a cuencas los cursos de agua de sexto orden y más. El número de orden de un curso de agua o río se inicia a partir del cauce más pequeño y teniendo como punto de referencia los límites definidos por el Divortium Acuarum”. (pág. 22)

2.2.4.4. Curvas características de una cuenca.

a) **Curva hipsométrica:** “Es una curva que representa, en ordenadas, las elevaciones o altitudes de la cuenca que se ubica a partir de las superficies de la descarga o salida en abscisa. Se puede considerar a esta curva como una especie del perfil de cuenca de análisis”. (Breña y Jacobo, 2006, pág. 29)

b) **Curvas de frecuencia de altitudes:** “Es la representación gráfica, de la distribución en porcentaje, de las superficies ocupadas por diferentes altitudes. Es un complemento de la curva hipsométrica”. (Villón Béjar, 2011, pág. 37)

2.2.4.5. Características físicas de una cuenca.

2.2.4.5.1. Área de la cuenca

Según (Breña y Jacobo, 2006). “Es la proyección del parteaguas a un plano horizontal, caracterizándose así en tamaño de la cuenca. El valor de la rea se obtiene de los mapas topográficos a través del uso del planímetro o de otros métodos”. (pág. 28)

2.2.4.5.2. Perímetro de la cuenca.

Según (Villón Béjar, 2011). “Se refiere al borde de la forma de la cuenca proyectada en un plano horizontal, es de forma muy irregular, se obtiene después de delimitar la cuenca”. (pág. 32)

2.2.4.5.3. Forma de la cuenca.

Según (Breña y Jacobo, 2006). “La forma de la cuenca interviene de manera importante en las características de descarga de un río, en especial en los eventos de avenidas máximas”. (pág. 37)

2.2.4.6. Índices representativos.

2.2.4.6.1. Índice o factor de forma de una cuenca f

Índices o factores de forma de una cuenca (f): Expresa la relación, entre promedio de la cuenca y longitud, es decir:

$$F = \frac{\text{Ancho}}{\text{longitud}} = \frac{B}{L} \dots \dots (1)$$

2.2.4.7. Índice de compacidad (índice de Gravelious).

“El índice de compacidad de una cuenca, definida por Gravelious, expresa la relación entre el perímetro de la cuenca, y el perímetro equivalente de una circunferencia, que tiene la misma área de la cuenca”. (Villón Béjar, 2011, pág. 41)

$$K = 0.28 \frac{\text{perímetro de la cuenca}}{\text{perímetro de un circulo de igual área}} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \dots \dots (2)$$

Según (Villón Béjar, 2011). “El índice de compacidad, trata de expresar la influencia del perímetro y el área de una cuenca en la escorrentía, particularmente en las características del hidrograma. Si $K=1$, la cuenca será de forma circular; por lo general, para cuencas alargadas se espera que $K>1$. Las cuencas, de forma delgada, reducen las probabilidades, de que sean cubiertas.

en su totalidad por una tormenta, lo que afecta el tipo de respuesta que se presenta en el río”. (pág. 42)

2.2.4.8. Rectángulo equivalente.

Según (Villón Béjar, 2011). “El rectángulo equivalente es una transformación geométrica, que permite representar en la cuenca, de su forma heterogénea, con la forma de un rectángulo, que tiene la misma área y perímetro (el mismo índice de compacidad o índice de Gravelious), igual distribución de altura (igual curva hipsométrica), e igual distribución de terreno, en cuanto a sus condiciones de cobertura”. (pág. 42)

2.2.4.9. Pendiente de la cuenca.

Según (Villón Béjar, 2011). “La pendiente de una cuenca, es un parámetro muy importante en el estudio de toda cuenca, tiene una relación importante y compleja con la infiltración, la escorrentía superficial, la humedad del suelo y la contribución del agua subterránea a la escorrentía”. (pág. 49)

Existen diferentes formas para estimar la pendiente de una cuenca.

- Criterio de Alvord
- Criterio de Horton
- Criterio de Nash
- Criterio de rectángulo equivalente

Para determinar la pendiente, se realizó con el criterio del rectángulo equivalente

$$S = \frac{H}{L} \dots \dots (3)$$

Donde:

S = Pendiente de la cuenca

H = Desnivel total (cota parte más alta – cota en estación de aforo) km

L = Lado mayor en el rectángulo equivalente km

2.2.4.10. Esgurrimiento.

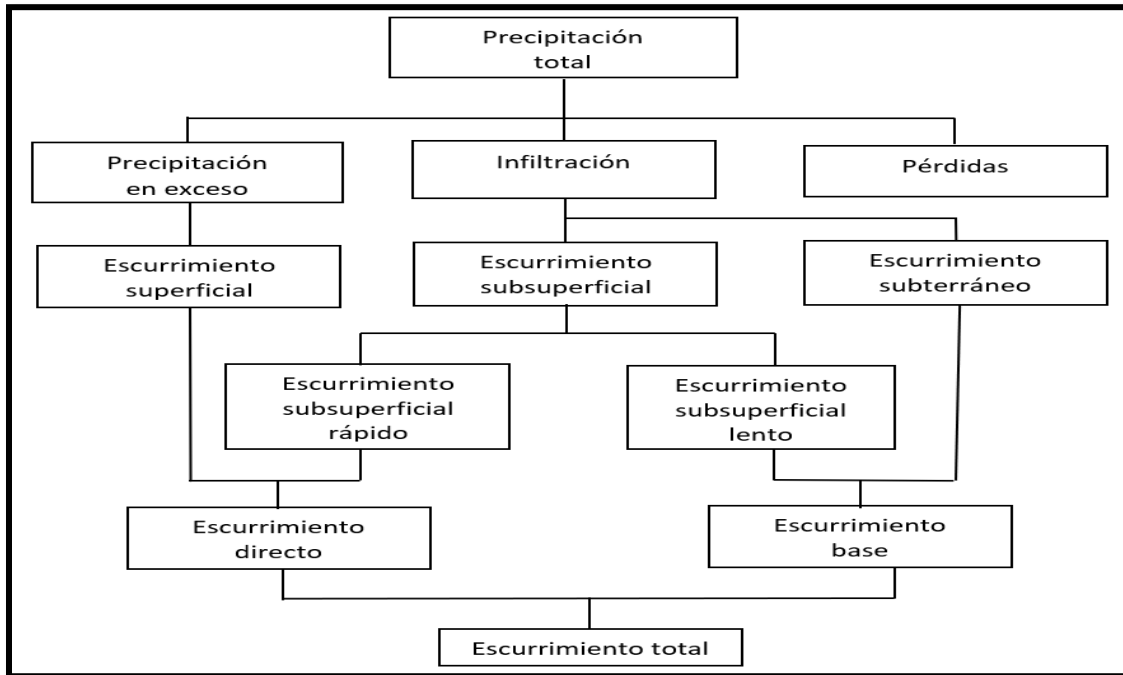
Según (Aparicio Mijares, 1992). “El esgurrimiento se define como el agua proveniente de la precipitación que circula sobre o bajo la superficie terrestre y que llega a una corriente para finalmente ser drenada hasta la salida de la cuenca”. (pág. 27)

se clasifican:

- a) **Esgurrimiento superficial:** Según Villón Béjar (2011), “Es aquel que proviene de la precipitación no infiltrada y que esgurre sobre la superficie del suelo. El efecto sobre el esgurrimiento total es inmediato, y existirá durante la tormenta e inmediatamente después de que esta termine”. (pág. 136)
- b) **Esgurrimiento subsuperficial:** Según (Villón Béjar, 2011). “Es aquel que proviene del agua subterránea, la cual es recargada por la parte de la precipitación que se infiltra, una vez que el suelo se ha saturado”. (pág. 136)
- c) **Esgurrimiento subterráneo:** Según (Villón Béjar, 2011). “Es aquel que proviene del agua subterránea, la cual es recargada por la parte de la precipitación que se infiltra”.

Figura 4

Relación de la precipitación total



Fuente: Libro “Hidrología” (Villón Béjar, 2011, pág. 137).

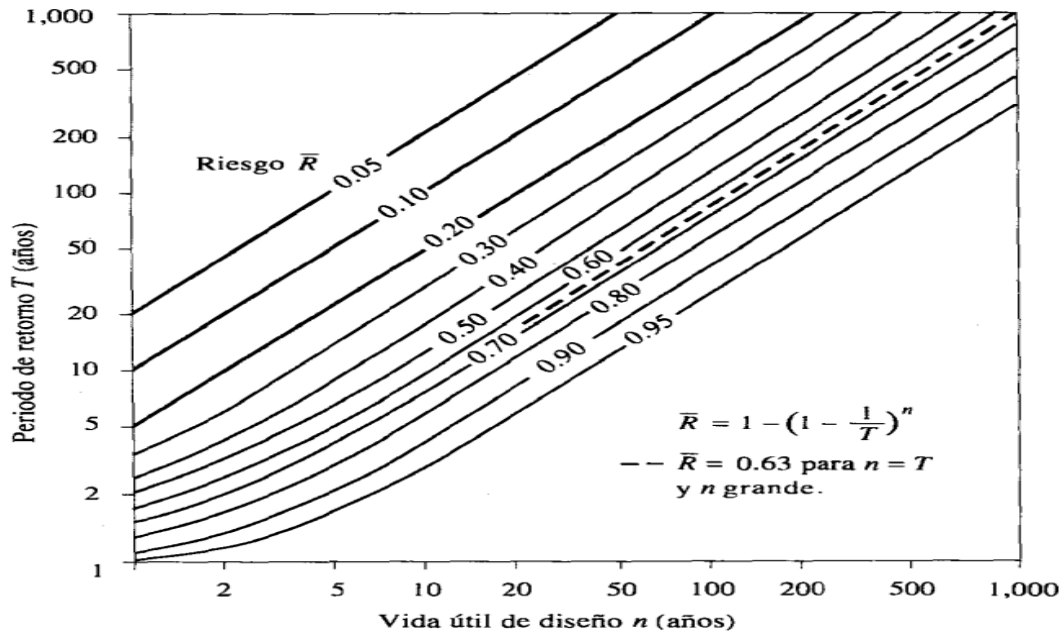
2.2.4.11. Selección del período de retorno.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008). “El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada T años, se le denomina período de retorno T. Si se supone que los eventos anuales son independientes, es posible calcular la probabilidad de falla para una vida útil de n años”. (pág. 23)

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \dots \dots \dots (4)$$

Figura 5

Exceso de eventos de diseño durante la vida útil



Fuente: Libro “Hidrología Aplicada” (Ven Te Chow, 1994)

2.2.4.12. Análisis estadísticos de los datos hidrológicos.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008). “El análisis de frecuencias tiene la finalidad de estimar precipitaciones, intensidades o caudales máximos, según sea el caso, para diferentes períodos de retorno, mediante la aplicación de modelos probabilísticos, los cuales pueden ser discretos o continuos”. (pág. 25)

- Distribución Normal
- Distribución Log Normal 2 parámetros
- Distribución Log Normal 3 parámetros
- Distribución Gamma 2 parámetros
- Distribución Gamma 3 parámetros
- Distribución Log Pearson tipo III
- Distribución Gumbel
- Distribución Log Gumbel

2.2.4.12.1. Distribución de Gumbel.

Según (Aparicio Mijares, 1992). “Supóngase que se tiene N muestras, cada una de las cuales contiene N eventos. Si se selecciona el máximo x de los n eventos de cada muestra, a medida que n aumenta, la función de distribución de probabilidad de x tiende”. (pág. 263)

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

α = Parámetros de concentración

β = Parámetros de localización

2.2.4.13. Curvas intensidad duración período de retorno.

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008). “La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia”. (pág. 34)

$$i = \frac{P}{T_d} \dots \dots \dots (8)$$

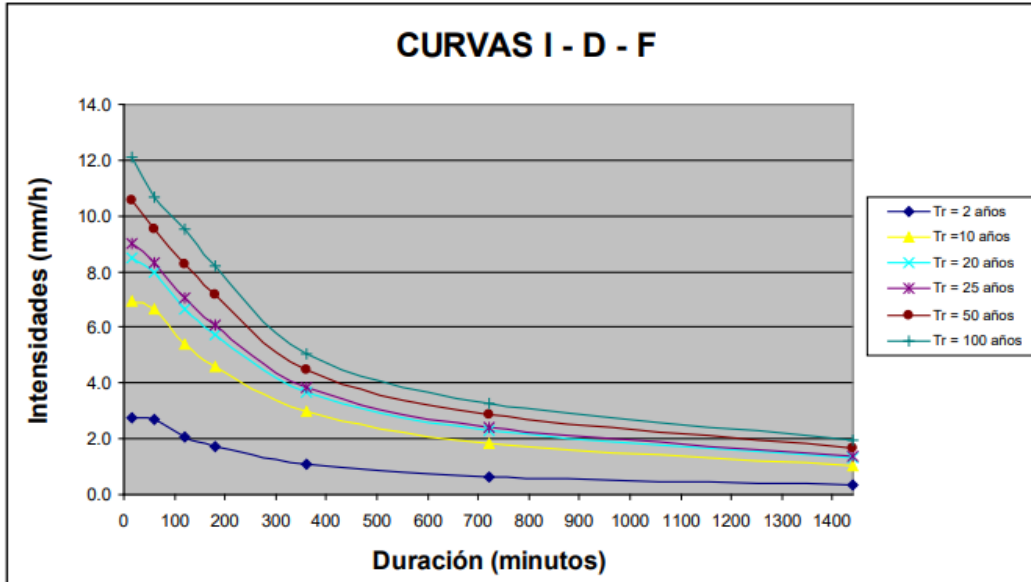
Donde:

P = Profundidad de lluvia (mm)

Td = Tiempo de duración (hr)

Figura 6

Curvas de intensidad – duración – frecuencia par lluvia máxima



Fuente: Libro “Manual de Hidrología, Jidráulica y Drenaje” (Ministerio de Trasportes y Comunicaciones, 2008)

2.2.4.14. Tiempo de concentración.

Según (Aparicio Mijares, 1992). “El tiempo que transcurre entre el inicio de la lluvia y el establecimiento del gasto de equilibrio se denomina tiempo de concentración y equivale al tiempo que tarda el agua en pasar del punto más alejado hasta la salida de la cuenca”. (pág. 208)

Según (Ministerio de Trasportes y Comunicaciones, 2008). “Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca”. (pág. 38)

El tiempo de concentración es:

$$tc = t_0 + tf \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración (hr)

t₀: Tiempo de entrada

tf: Tiempo de flujo

Para la investigación se utilizará la ecuación de California Culverts Practice (1942)

$$tc = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \dots \dots \dots (10)$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración (hr)

L = Longitud del curso de agua más largo (m)

H = Diferencia de desnivel entre la divisoria de aguas y salidas (m)

2.2.4.14.1. Tiempo pico.

Según (Aparicio Mijares, 1992). “Es el tiempo que transcurre desde el punto de levantamiento hasta el pico del hidrograma”. (pág. 30)

$$tp = \frac{2\sqrt{tc}}{2} + 0.6t \dots \dots \dots (11)$$

Donde

tp = Tiempo pico (hr)

tc = Tiempo concentración (hr)

2.2.4.14.2. Tiempo base.

Según (Aparicio Mijares, 1992). “Es el tiempo que transcurre desde el punto de levantamiento hasta el punto final del escurrimiento directo. Es entonces el tiempo que dura el escurrimiento directo”. (pág. 30)

$$tb = 2.67tp \dots \dots \dots (12)$$

Donde

tb = Tiempo base (hr)

tp = Tiempo pico (hr)

2.2.4.14.3. Tiempo de retraso.

Según (Breña Puyol y Jacobo Villa, 2006). “Se define como el tiempo que transcurre entre el centroide del hietograma de lluvia efectiva y el tiempo pico del hidrograma de escurrimiento directo”

$$\mathbf{tr = 0.6tc \dots \dots \dots (13)}$$

Donde

tr = Tiempo de retraso (hr)

tc = Tiempo de concetracion (hr)

2.2.4.15. Hietograma

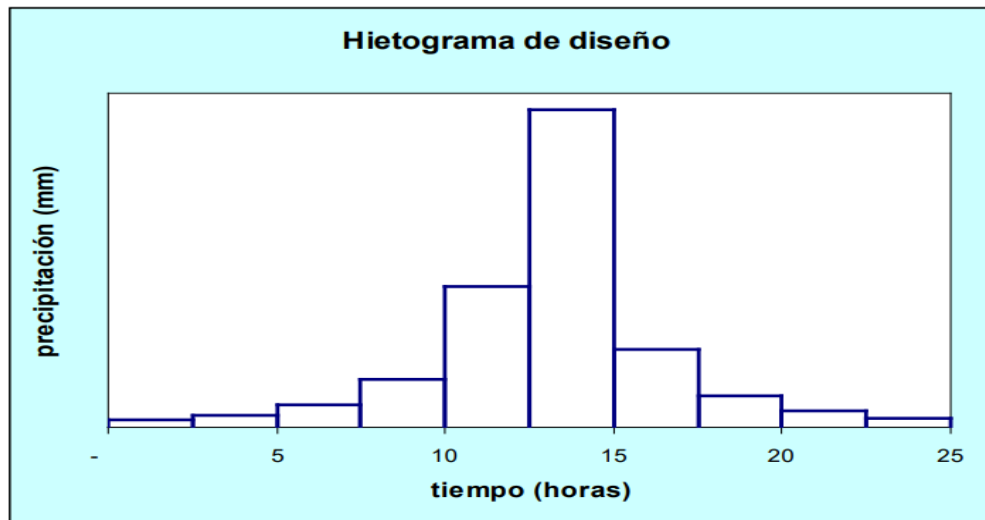
Según (Vásquez Villanueva, y otros, 2016). “Es un gráfico de forma escalonada que expresa la variación de la intensidad de la tormenta (mm/hr) en el transcurso de la misma (minutos u horas)”. (pág. 208)

2.2.4.15.1. Método del bloqueo alterno

Según (Ministerio de Trasportes y Comunicaciones, 2008). “El método del bloqueo alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva-duración-frecuencia. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación en intervalos de tiempo sucesivos de duración Δt , sobre una duración total de $T_d = n \cdot \Delta t$ ”. (pág. 41)

Figura 7

Un ejemplo de hietograma de diseño



Fuente: Libro "Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008, pág. 41)

2.2.4.16. Precipitación.

Según (Aparicio Mijares, 1992). "Desde el punto de vista de la ingeniería hidrológica, la precipitación es la fuente primaria del agua de la superficie terrestre, y sus mediciones forman el punto de partida de la mayor parte de los estudios concernientes al uso y control del agua". (pág. 113)

2.2.4.16.1. Precipitación total y efectiva.

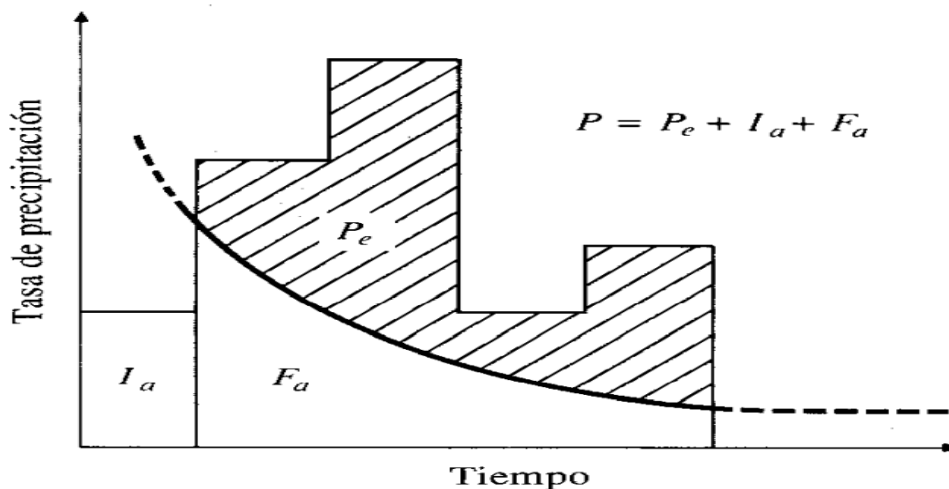
Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008). "El exceso de precipitación o precipitación efectiva (P_e), es la precipitación que no se retiene en la superficie terrestre y tampoco se infiltra en el suelo. Después de fluir a través de la superficie de la cuenca, el exceso de precipitación se convierte en escorrentía directa a la salida de la cuenca bajo la suposición de flujo superficial hortoniano". (pág. 42)

2.2.4.17. Método SCS para abstracciones.

Según (Ven Te Chow, 1994). “El Soil Conservation (Service 1972) desarrolló un método para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta. Para la tormenta como un todo, la profundidad de exceso de precipitación o escorrentía directa P_e es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación P ; de manera similar, después de que la escorrentía se inicia, la profundidad adicional del agua retenida en la cuenca F_a es menor o igual a alguna retención potencial máxima S ”. (pág. 150)

Figura 8

Variables en el método de abstracciones de precipitaciones del SCS



Fuente: Libro “Hidrología Aplicada” (Ven Te Chow, 1994, pág. 151)

Donde:

I_a = Abstracción inicial

P_e = Exceso de precipitación

F_a = Abstracción continuada

P = Precipitación total

Para determinar el CN

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008). “Se define un número adimensional de curva CN, tal que $0 \leq CN \leq 100$. Para superficies impermeables y superficies de

agua CN = 100; para superficies naturales CN < 100. El número de curva y S se relacionan”. (pág. 45)

$$S = \frac{1000}{CN} - 10 \dots \dots \dots (14)$$

Según (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008). “Los números de curvas se aplican para condiciones antecedentes de humedad normales (AMC II). Para condiciones secas (AMC I) o condiciones húmedas (AMC III), los números de curvas equivalentes pueden calcularse”. (pág. 45)

$$CN = \frac{4.2CN(II)}{10 - 0.058CN(II)} \dots \dots \dots (15)$$

$$CN = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)} \dots \dots \dots (16)$$

Tabla 2

Clasificación de clases antecedentes de la humedad

Grupo AMC	Lluvia antecedente total de 5 días (pulg)	
	Estación inactiva	Estación activa
I	Menor que 0.5	Menor que 1.4
II	0.5 a 1.1	1.4 a 2.1
III	Sobre 1.1	Sobre 2.1

Fuente: Libro “soil conservation service, 1969”

Tabla 3*Grupos de suelo hidrológico*

Grupos de suelo	
Grupo A	Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
Grupo B	Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.
Grupo C	Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con alto contenido de arcilla.
Grupo D	Suelos que se expande significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

Fuente: Libro “Hidrología Aplicada” (Ven Te Chow, 1994, pág. 153)

Tabla 4*Número de grupo hidrológico del suelo suburbanas y urbanas*

Descripciones del uso de la tierra	Grupos hidrológicos del suelo			
	A	B	C	D
Tierras cultivadas:				
Sin tratamiento de conservaciones.	72	81	88	91
Contratamiento de conservaciones.	62	71	78	81
Pastizales:				
Condiciones pobres.	68	79	86	89
Condiciones optimás.	39	61	74	80
Vegas de ríos: Condiciones optimás.	30	58	71	78
Bosques:				
Troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas.	45	66	77	83
Cubierta buena.	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementeríos, etc. óptimás condiciones:				
Cubierta de pasto en el 75% o más condiciones aceptables:	39	61	74	80
Cubierta de pasto en 50 al 75%.	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85% impermeables).	89	92	94	95
Districtos industriales (72% impermeables).	81	88	91	93
Residencial:				

Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable				
1/8 acre o menos	65	77	85	90	92
1/4 acre	38	61	75	83	87
1/3 acre	30	57	72	81	86
1/2 acre	25	54	70	80	85
1 acre	20	51	68	79	84
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc.		98	98	98	98
Calles y carreteras:					
Pavimentados con cunetas y alcantarillados		98	98	98	98
Gravas		76	85	89	91
Tierras		72	82	87	89

Fuente: Libro “Hidrología Aplicada” (Ven Te Chow, 1994, pág. 154).

2.2.4.18. Hidrograma unitario triangular.

Según (Villón Béjar, 2011), “Un triángulo es una figura simple para un hidrograma de diseño debido a que una vez que se conozcan tanto la profundidad de precipitación de diseño P como la duración T_d , la longitud de la base y la altura del triángulo se determina”. (pág. 473)

2.2.4.18.1. Hidrograma adimensional del SCS.

Según (Villón Béjar, 2011), “Del estudio de gran cantidad de hidrogramas, registrados en una gran variedad de cuencas, se obtuvieron hidrogramas dimensionales, dividiendo la escala de caudales entre el caudal pico (Q_p) y la escala del tiempo entre el tiempo al que se presenta el pico (t_p)”. (pág. 230)

Figura 9

Coordenadas del hidrograma adimensional

t/tp	Q/QP
0.00	0.000
0.10	0.015
0.20	0.075
0.30	0.160
0.40	0.280
0.50	0.430
0.60	0.600
0.70	0.770
0.80	0.890
0.90	0.970
1.00	1.000
1.10	0.980
1.20	0.920
1.30	0.840
1.40	0.750
1.50	0.650
1.60	0.570
1.80	0.430
2.00	0.320
2.20	0.240
2.40	0.180
2.60	0.130
2.80	0.098
3.00	0.075
3.50	0.036
4.00	0.018

Fuente: Libro “Hidrología” (Villón Béjar, 2011, pág. 231)

2.2.4.18.2. Caudal pico

$$Q_p = 0.208 \frac{h_{p_e} \times A}{t_p} \dots \dots \dots (14)$$

Donde

Q_p = Caudal pico ($\frac{m^3}{s}$)

h_{p_e} = Altura de precipitación en exceso, o precipitación efectiva (mm)

A = Área de la cuenca (m^2)

t_p = Tiempo pico (seg)

2.2.5. Evaluación de riesgos

“Componente del procedimiento técnico del análisis de riesgos, el cual permite calcular y controlar los riesgos, previa identificación de los peligros y análisis de las vulnerabilidades, recomendando medidas de prevención y/o reducción del riesgo de desastres y valoración de riesgos.” (CENEPRED, 2015, pág. 190)

2.2.5.1. Importancia de la evaluación de riesgo

Según CENEPRED, 2015 (pág. 19).

- a) Definir actividades y acciones para así prever apariciones de recientes riesgos o reducir los riesgos actuales, que se incorporen la prevención y reducción del riesgo de desastres.
- b) Incluir gestiones respecto a los riesgos de desastres en las inversiones públicas y privadas de los tres niveles de gobierno y así posibilitar la sostenibilidad a largo plazo de los proyectos de inversión. Los resultados son los aportes más importantes para la gestión ambiental básica, la ordenación y el acondicionamiento del territorio y otras aplicaciones.
- c) Asistir a las autoridades a tomar decisiones que permita una vida adecuada y digna a la población respecto en riesgos.

2.2.5.2. Evaluación cuantitativa y cualitativa.

Se evalúa los riesgos causados por fenómenos naturales mediante tres tipos de informes, esto se basan en la zona geográfica evaluada:

a) Informe cualitativo de evaluación de riesgos:

Para la evaluación de riesgo, es necesario tener conocimiento de los peligros, los elementos expuestos y sus vulnerabilidades, que solo pueden adquirir a través de las observaciones y las

experiencias en campo debido a la falta de estudios (históricos, estadísticos, técnicos, etc.) sobre el fenómeno de orígenes naturales en las zonas investigadas. (CENEPRED, 2015, pág. 18)

b) Informe semi cuantitativo de evaluación de riesgos:

Para la evaluación de riesgo, es necesario tener conocimiento de los peligros, los elementos expuestos y sus vulnerabilidades, que pueden obtenerse a través de estudios técnicos (análisis de suelo, ecosistema, etc.) que están directamente o indirectamente relacionados con el fenómeno natural o la zona geográfica investigada, así como su escala de trabajo que pueden incluirse en el informe de evaluación de riesgo. (CENEPRED, 2015, pág. 19)

c) Informe cuantitativo de evaluación de riesgos:

Para evaluar los riesgos, es necesario tener un conocimiento preciso respecto a las amenazas, elementos expuestos y vulnerabilidad, a partir de información del área geográfica, como resultado de la aplicación de varios estudios técnicos en el lugar (análisis de suelo, registros de fenómenos, geológicos, hidrometeorológicos, mediciones de instrumentos de campo, etc.) que generan información actualizada (estadísticas y probabilidades, entre otros métodos). Para ayudar a identificar las amenazas, con la ayuda de instituciones técnico científica y los responsables gobierno local (municipalidades provinciales y distritales).

Tabla 5

Tipos de análisis cuantitativos de peligro

Recurrencia y variabilidad espacial del fenómeno	Tipo de fenómeno	Magnitud del sismo
Impactan en la misma área	Análisis de frecuencia en función o no de la magnitud. Simulación a través de métodos probabilísticos o determinísticos.	Inundación deslizamiento tsunamis
Impactan en diferentes áreas	Espacial en función o no de la magnitud. espacial y frecuencia en función o no de la magnitud. Simulación/ modelización con métodos determinísticos y/o probabilísticos.	Lahares terremotos flujos de lava
Impactan solamente una vez	Simulaciones/ modelización con métodos determinísticos y/o probabilísticos.	Desastres

Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 19)

2.2.5.3. Concepto de peligro originado por fenómenos de origen natural.

“El peligro, es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañina, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos”. (CENEPRED, 2015, pág. 20)

2.2.6. Análisis y evaluación de peligrosidad.

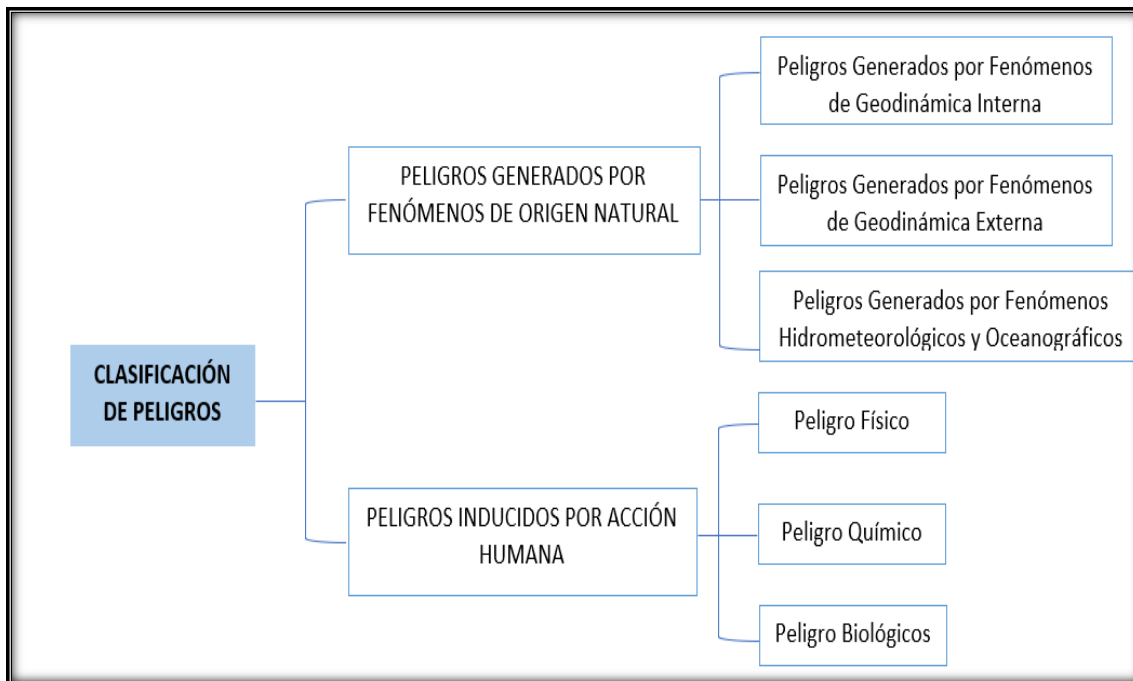
“Evaluar el peligro es estimar o valorar la ocurrencia de un fenómeno con base en el estudio de su mecanismo generador, el monitoreo del sistema perturbador y/o el registro de sucesos (se refiere al fenómeno mismo en términos de sus características y su dimensión) en el tiempo y ámbito geográfico determinado”. (CENEPRED, 2015, pág. 27)

Se desarrolló la siguiente metodología general para evaluar el grado de riesgo, que se observa en la siguiente (Figura 10).

“El peligro, según su origen, puede ser de dos clases: los generados por fenómenos de origen natural; y, los inducidos por la acción humana. Para el presente manual solo se ha considerado los peligros originados por fenómenos de origen natural”. (CENEPRED, 2015, pág. 21)

Figura 10

Clasificación de peligro



Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos Naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 21)

2.2.6.1. Recopilación de la información.

Carácter geográfico: Según (CENEPRED, 2015) .“Esta información tiene como propósito mostrar las características hidrológicas, meteorológicas, costeras, geográficas y geofísicas del área en evaluación, CENEPRED tiene a disposición el sistema de información para la gestión del riesgo de desastres (SIGRID), que cuenta con una amplia base de datos de libre acceso”. (pág. 29)

Carácter urbanístico: Según (CENEPRED, 2015). “Se refiere a toda la información de carácter urbano que puede ser proporcionada por los gobiernos locales mediante sus gerencias de desarrollo

urbano y catastro, y en colaboración con el organismo de formalización de la propiedad Informal (COFOPRI) y la superintendencia nacional de los registros públicos (SUNARP)”. (pág. 31)

Infraestructuras básicas y servicios esenciales: Según (CENEPRED, 2015). “Es muy importante contar con información referida a las infraestructuras básicas y los servicios esenciales de zonas que se encuentran expuestas a peligros de origen natural. Es por ello que la recolección de información actualizada y precisa de los organismos estatales y privados encargados de brindar servicios de agua potable y alcantarillado y las empresas de distribución de luz es esencial y necesaria”. (pág. 31)

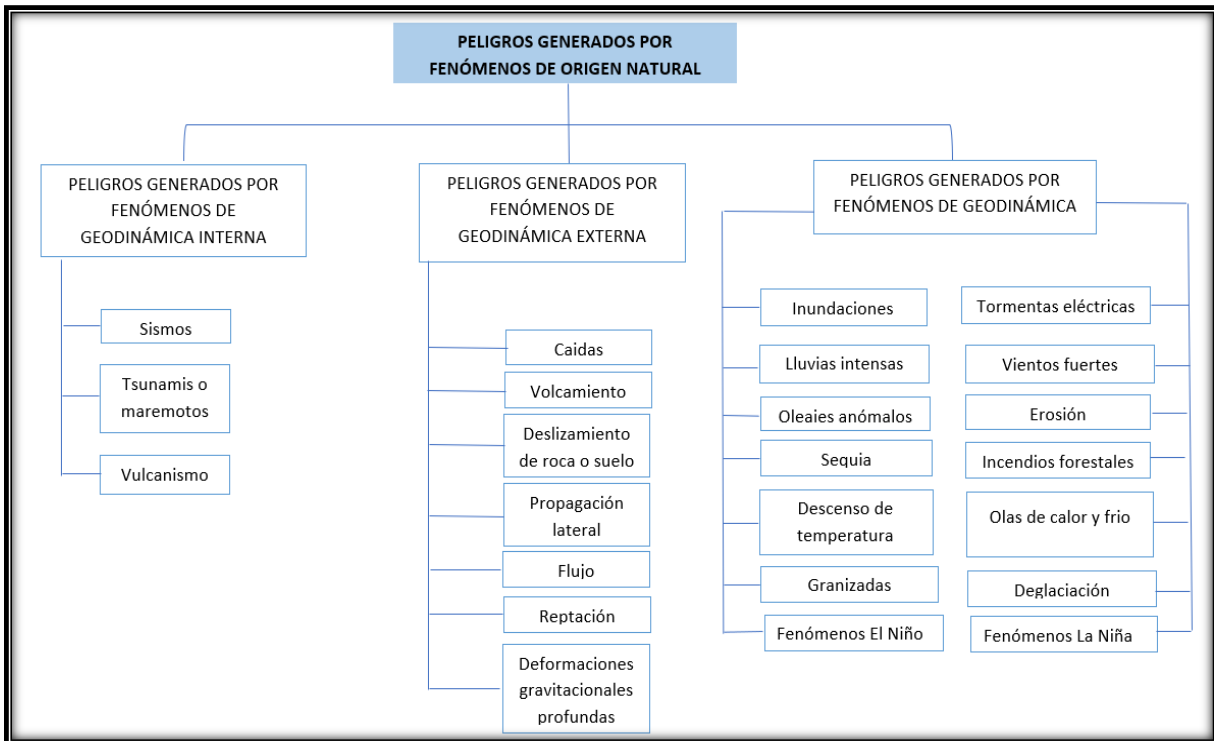
2.2.6.2. Peligros generados por Fenómenos de origen natural.

Según (CENEPRED,2015). Descripción de los tipos de peligros que pueden causar los fenómenos de origen natural. (pág. 21)

- Peligros ocasionados por fenómenos de geodinámica interna.
- Peligros ocasionados por fenómenos de geodinámica externa.
- Peligros ocasionados por fenómenos hidrometeorológicos y oceanográficos.

Figura 11

Clasificación de peligro



Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 22)

2.2.6.3. Parámetros de evaluación.

2.2.6.3.1. Información de episodios históricos

Los fenómenos naturales pueden proporcionar una amplia comprensión de como estas ocurrencias se manifiestan a nivel nacional, regional y local. Contar con esta información facilita la elaboración de planes para reducir los riesgos de fenómenos natural u ocasionados por personas. A pesar de que las organizaciones científicas y técnicas son responsables del seguimiento y documentar la información local y regional por los departamentos medioambientales, si las tuviera.

2.2.6.3.2. Estudios previos de peligro y riesgo.

“Estos estudios sirven como punto de partida para la determinación de niveles de peligrosidad, pues contienen información previa sobre la localidad o región en la que se realiza el

estudio, un análisis de daños o impactos producidos, así como la periodicidad de retorno de los fenómenos naturales”. (CENEPRED, 2015, pág. 103)

2.2.6.3.3. *Identificaciones de parámetros y descriptores que son susceptibles del fenómeno en estudio.*

- a) Por factores condicionantes:** Tenemos como parámetros (relieve, tipo de suelo, cobertura vegetal, etc).
- b) Por factores desencadenantes:** Tenemos como parámetros (hidrometeorológicos, geología e inducidos por el ser humano).

2.2.6.4. Susceptibilidad.

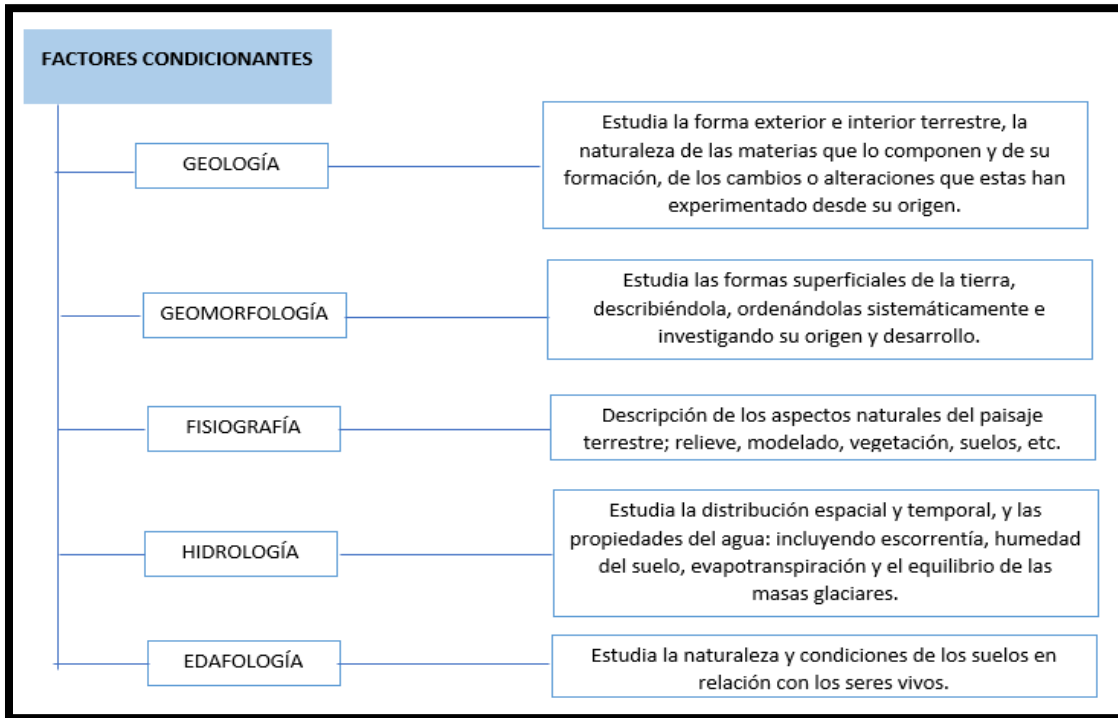
“La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición a que un evento suceda u ocurra sobre determinado ámbito geográfico (depende de los factores condicionantes y desencadenantes del fenómeno y su respectivo ámbito geográfico)”. (CENEPRED, 2015, pág. 106)

2.2.6.4.1. *Factores de condición.*

“Son parámetros propios del ámbito geográfico de estudio, el cual contribuye de manera favorable o no al desarrollo del fenómeno de origen natural (magnitud e intensidad), así como su distribución espacial”. (CENEPRED, 2015, pág. 106)

Figura 12

Factores condicionantes del peligro



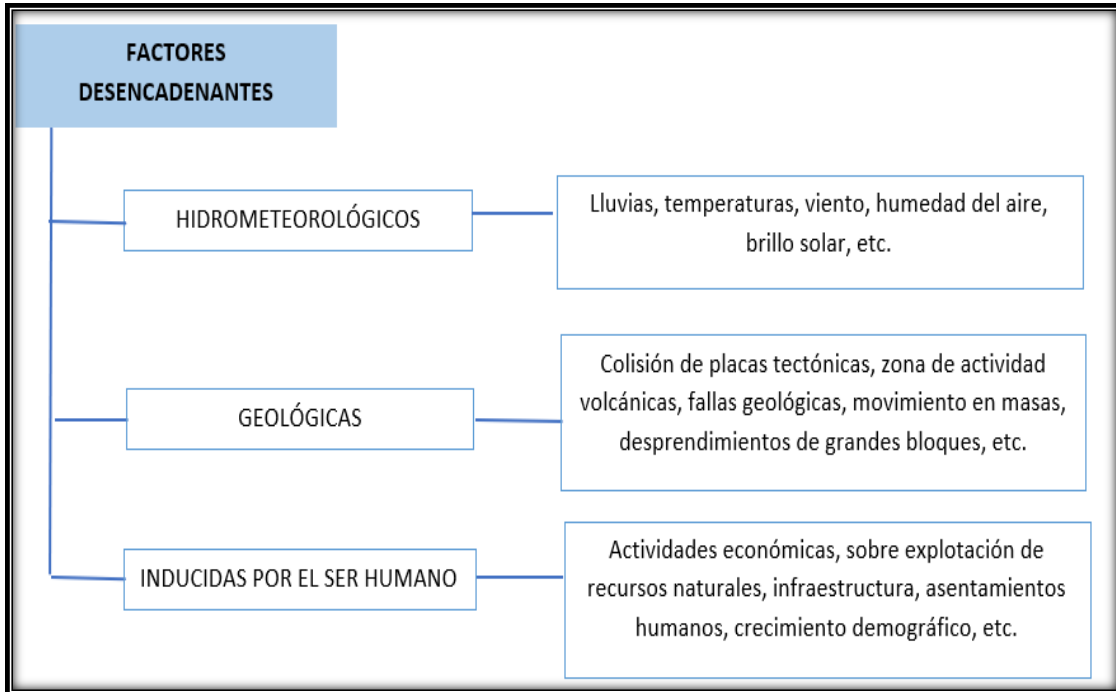
Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 106)

2.2.6.4.2. Factores desencadenantes.

“Son parámetros que desencadenan eventos y/o sucesos asociados que pueden generar peligros en un ámbito geográfico específico. Por ejemplo: las lluvias generan deslizamiento de material suelto o meteorizado, los sismos de gran magnitud ocurridos en el mar (locales) ocasionan tsunamis, etc.”. (CENEPRED, 2015, pág. 107)

Figura 13

Factores desencadenantes del peligro



Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 107)

2.2.6.5. Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles.

- a) **Dimensión social:** Población, salud, educación.
- b) **Dimensión económica:** Agricultura, industria, comercio y turismo, transporte y comunicaciones, energía, agua y saneamiento.
- c) **Dimensión ambiental:** Recursos naturales renovables y no renovables.

2.2.6.6. Exposición: Dimensión social por análisis de elementos expuestos.

- a) Población.
- b) Instituciones educativas.
- c) Establecimientos de salud.

2.2.6.7. Exposición: Análisis de elementos expuestos según dimensión económica

Según (CENEPRED, 2015, pág. 110)

- a) “Infraestructura de agua potable y alcantarillado: presas, reservorios y tanques de almacenamiento de agua, plantas de tratamiento, camiones cisterna e instalaciones administrativas”.
- b) “Infraestructura vial (carreteras, puentes, parque automotriz infraestructura portuaria, infraestructura de comunicaciones, infraestructura de telecomunicaciones)”.
- c) “Infraestructura de energía y electricidad (centros de distribución, redes de transmisión, subestaciones, postes, dispositivos, etc.)”.

2.2.6.8. Estratificación del nivel de peligrosidad de acuerdo a umbrales.

- a) Nivel de peligrosidad social.
- b) Nivel de peligrosidad económico.
- c) Nivel de peligrosidad ambiental.

2.2.6.9. Niveles de peligrosidad.

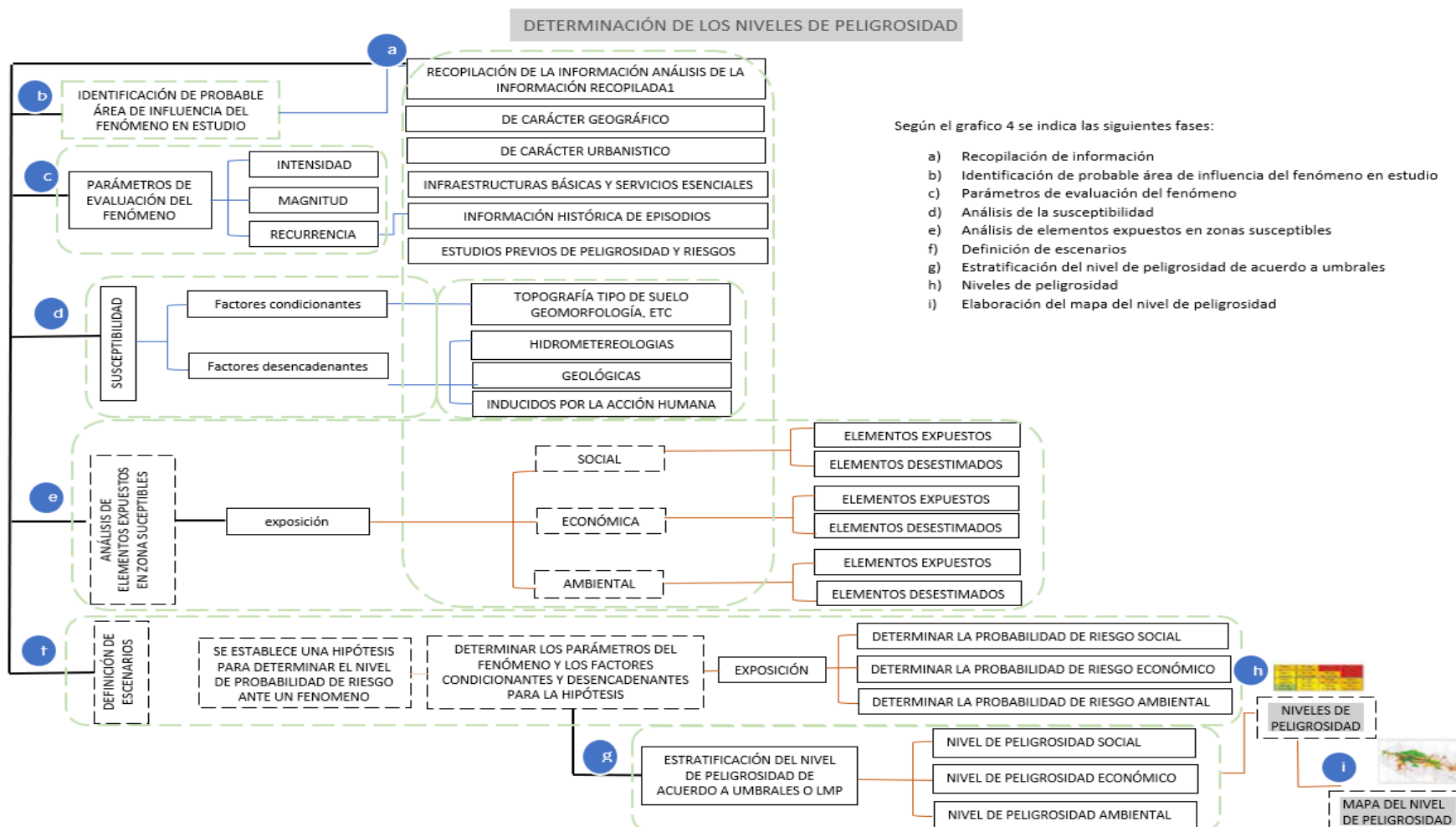
Utilizando los principios de evaluación del riesgo, se pueden clasificarse en cuatro categorías: niveles de peligro (baja, media, alta y muy alta). Se describen las características de cada categoría, junto con el valor correspondiente a la matriz de peligro. (CENEPRED, 2015, pág. 117)

2.2.6.10. Mapa del nivel de peligrosidad

Se elabora un mapa de peligro el cual se clasifica en cuatro categorías y cada categoría tiene un color el cual nos ayuda a observar mejor los niveles de peligro (verde peligro bajo, amarillo peligro medio, anaranjado peligro alto, rojo peligro muy alto). Se puede ver en la (Figura 14)

Figura 14

Metodologías generales para la determinación de los niveles de peligrosidad.



Según el gráfico 4 se indica las siguientes fases:

- a) Recopilación de información
- b) Identificación de probable área de influencia del fenómeno en estudio
- c) Parámetros de evaluación del fenómeno
- d) Análisis de la susceptibilidad
- e) Análisis de elementos expuestos en zonas susceptibles
- f) Definición de escenarios
- g) Estratificación del nivel de peligrosidad de acuerdo a umbrales
- h) Niveles de peligrosidad
- i) Elaboración del mapa del nivel de peligrosidad

Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 28)

2.2.7. Análisis y evaluación de vulnerabilidades.

“En el marco de la Ley N° 29664 del sistema nacional de gestión del riesgo de desastres y su reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza”. (CENEPRED, 2015, pág. 121)

2.2.7.1. Factores de la vulnerabilidad.

2.2.7.1.1. Exposición

Según (CENEPRED, 2015). “La exposición, está referida a las decisiones y prácticas que ubican al ser humano y sus medios de vida en la zona de impacto de un peligro. La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles. A mayor exposición, mayor vulnerabilidad” (pág. 122).

2.2.7.1.2. Fragilidad.

Según (CENEPRED, 2015). “La fragilidad, está referida a las condiciones de desventaja o debilidad relativa del ser humano y sus medios de vida frente a un peligro. En general, está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros. A mayor fragilidad, mayor vulnerabilidad” (pág.122).

2.2.7.1.3. Resiliencia.

Según (CENEPRED, 2015) “La resiliencia, está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro.

Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población. A mayor resiliencia, menor vulnerabilidad” (pág. 123)

2.2.7.2. Análisis de los elementos expuestos sociales, económicos y ambientales.

2.2.7.2.1. Elementos expuestos.

Análisis de dimensión social: Según (CENEPRED, 2015). “Se determina la población expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando la población vulnerable y no vulnerable, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad social y resiliencia social en la población vulnerable” (pág. 124).

En el análisis social encontramos (exposición social, fragilidad social y resiliencia social).

Análisis de la dimensión económica: Según (CENEPRED, 2015) “Se determina las actividades económicas e infraestructura expuesta dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los elementos expuestos vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad económica y resiliencia económica” (pág. 129).

En análisis económica encontramos (exposición económica, fragilidad económica y resiliencia económica).

Análisis de dimensión ambiental: Según (CENEPRED, 2015) “Se determina los recursos naturales renovables y no renovables expuestos dentro del área de influencia del fenómeno de origen natural, identificando los recursos naturales vulnerables y no vulnerables, para posteriormente incorporar el análisis de la fragilidad ambiental y resiliencia ambiental” (pág. 135).

En el análisis ambiental encontramos (exposición ambiental, fragilidad ambiental y resiliencia ambiental).

2.2.7.3. Determinación de los niveles de vulnerabilidad.

Según (CENEPRED, 2015). “Para fines de la evaluación de riesgos, las zonas de vulnerabilidad pueden estratificarse en cuatro niveles: bajo, media, alta y muy alta, cuyas características y su valor correspondiente se detallan en el cuadro 99”. (pág. 140)

2.2.7.4. Mapa del nivel de vulnerabilidad.

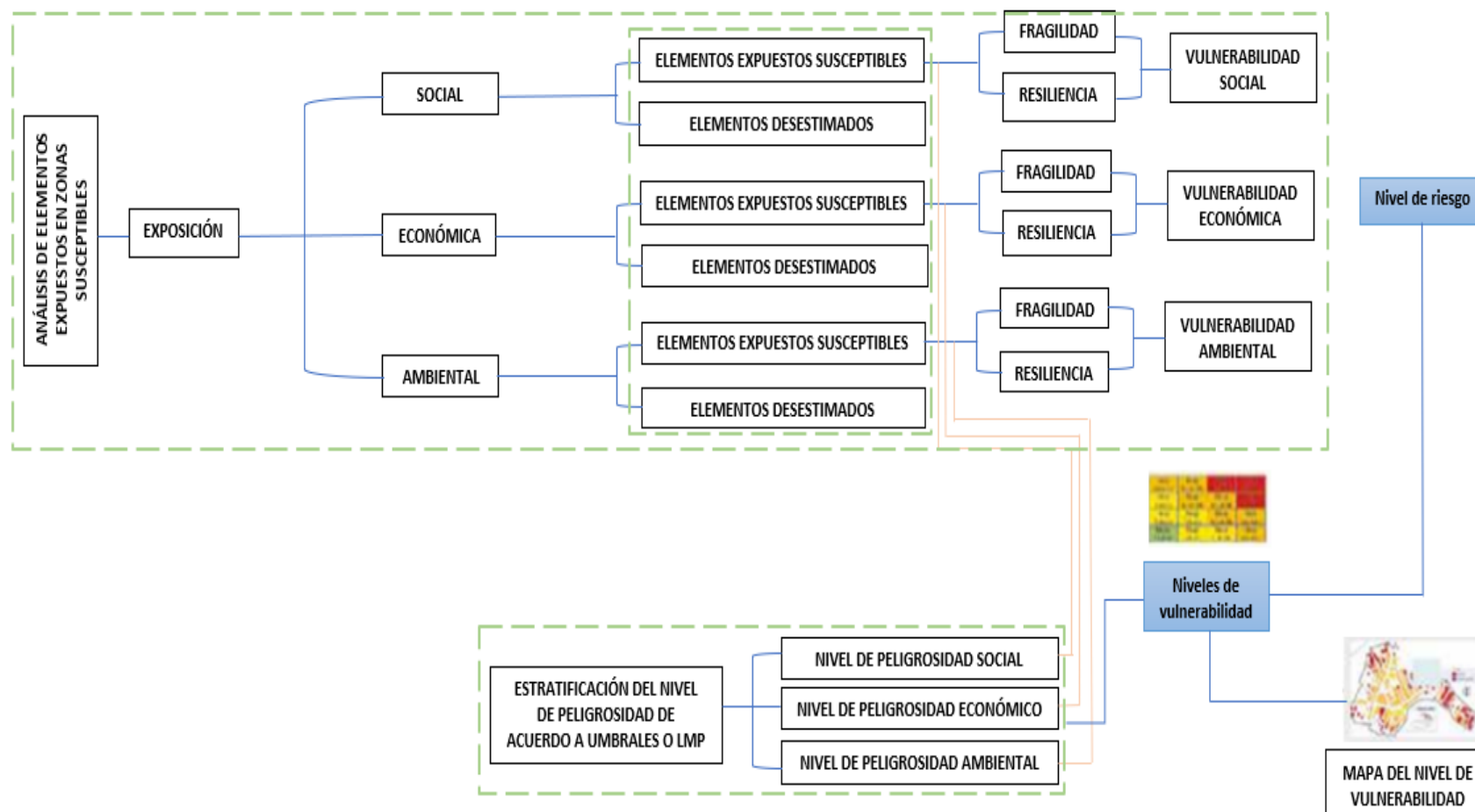
2.2.7.4.1. Flujograma general para obtener el mapa de vulnerabilidad.

Según (CENEPRED, 2015). “Se debe determinar si los elementos expuestos son susceptibles a fenómenos de origen natural, si el elemento expuesto es susceptible pasa al análisis de la vulnerabilidad, si no lo es se desestima indicándolo en el estudio”. (pág. 141)

Se muestra el procedimiento el cual nos ayuda a obtener el mapa de nivel de vulnerabilidad (figura 15).

Figura 15

Flujograma para generar el mapa de vulnerabilidad.



Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 142)

2.2.8. Estimación o cálculo del riesgo

Según (CENEPRED, 2015). “Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio, mediante la evaluación de la intensidad, la magnitud, la frecuencia o período de recurrencia, y el nivel de susceptibilidad ante los fenómenos de origen natural, y realizado el respectivo análisis de los componentes que inciden en la vulnerabilidad explicada por la exposición, fragilidad y resiliencia, la identificación de los elementos potencialmente vulnerables, el tipo y nivel de daños que se puedan presentar, se procede a la conjunción de estos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio”.(pág.147)

“El riesgo no solo depende de la posibilidad de que ocurran fenómenos naturales intensos, sino también de las condiciones de vulnerabilidad que favorecen o facilitan que se desencadenen desastres cuando se presentan dichos fenómenos”. (Carreño, Cardona y otros, 2005, pág. 37)

Figura 16

Fórmula de cálculo de riesgo

$$R_{ie} | t = f(P_i, V_e) | t$$

Dónde:

R= Riesgo.
f= En función
P_i = Peligro con la intensidad mayor o igual a i durante un período de exposición t
V_e = Vulnerabilidad de un elemento expuesto e

Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 147)

2.2.8.1. Identificación de áreas o tramos de riesgo potencial.

Según (CENEPRED, 2015). “El peligro es la probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos”. (pág.149)

Según (CENEPRED, 2015, pág. 110)

- a) Tramos de riesgos potenciales a partir de información histórica
- b) Tramos o áreas de riesgos potenciales a partir del cruce de información con los usos de los suelos
- c) Conclusiones. Zonas clasificadas según nivel de riesgo
- d) Evaluaciones preliminares de riesgos y selección de áreas con riesgos potenciales significativos

2.2.8.2. Identificación de áreas de riesgo potencial significativo.

Las áreas con potencial de riesgo significativo se seleccionan a partir de las evaluaciones de impacto, son áreas seleccionadas a partir de una evaluación el cual existe un riesgo potencial y será desarrollada para obtener mapas de peligrosidad y de riesgo y así poder planificar.

2.2.8.3. definición de umbrales de riesgo significativo.

Según (CENEPRED, 2015). “Las zonas de riesgo potencial identificadas se les asigna un valor del riesgo basándonos en la peligrosidad por la vulnerabilidad. A partir de los valores obtenidos se establece el umbral de riesgo significativo que permita definir cuáles son las zonas que presentan impactos con mayor significación”. (pág. 150)

2.2.9. Impactos significativos y las consecuencias negativas potenciales

2.2.9.1. Cuantificación de las pérdidas.

Según (CENEPRED, 2015). “Para cuantificar los efectos económicos por ocurrencia y/o recurrencia de fenómenos de origen natural es importante analizar la situación actual de los estudios y proyectos realizados en el área de estudio, con el objetivo de decidir sobre las variables y los indicadores que permitan evaluar y cuantificar los efectos económicos”. (pág. 151)

La cuantificación de los daños y/o pérdidas por efectos debido a la amenaza refleja los costos económicos aproximados incurridos por el deterioro de los elementos expuestos es decir áreas cultivadas, y los días en que deja de generar beneficios o se vuelve improductiva a causa de los peligros los costos varían según el tipo de vivienda y nivel de impacto.

$$\text{PERDIDA} = \text{DAÑOS ESTIMADOS} \times \text{COSTO DE EDIFICACION}$$

Figura 17

Cuadro de costos de edificación

TIPOLOGÍA	VALORES UNITARIOS POR PARTIDAS POR METRO CUADRADO DE ÁREA TECHADA							SUB
	ESTRUCTURALES		ACABADOS				INSTALACIONES	TOTAL
	Muros y columnas	Techos	Pisos	Puertas y ventanas	Revestimiento	Baños	Electrificación y sanitarias	En soles
Adobe	104.83	10.26	16.51	19.68	42.07	8.37	12.3	214.02
Albañilería	152.62	112.6	26.39	35.77	42.07	11.23	22.37	403.03
Concreto armado	214.61	112.6	43.01	55.69	35.8	35.8	40.67	615.42

Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 151)

- Probabilidades de afectación en el sector social (infraestructura).
- Probabilidades de afectaciones en el sector económico.

2.2.10. Identificaciones de zonas de riesgo potencial significativo

2.2.10.1. Matriz de riesgo.

Esta tabla de entrada doble nos permite evaluar el nivel de riesgo en función de nuestra comprensión de los peligros y las vulnerabilidades de una situación ver la (Figura 18).

Figura 18

Método simplificado para la determinación del nivel de riesgo

PMA	0.503	0.034	0.067	0.131	0.253
PA	0.260	0.018	0.035	0.068	0.131
PM	0.134	0.009	0.018	0.035	0.067
PB	0.068	0.005	0.009	0.018	0.034
		0.068	0.134	0.260	0.503
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 156)

Para cada uno de los niveles de riesgo, se han establecido los siguientes rangos de valores ver

Figura 19

Rangos de niveles de riesgo

Riesgo Muy Alto	$0.068 \leq R \leq 0.253$
Riesgo Alto	$0.018 \leq R \leq 0.068$
Riesgo Medio	$0.005 \leq R \leq 0.018$
Riesgo Bajo	$0.001 \leq R \leq 0.005$

Fuente: Libro “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales 2da versión” (CENEPRED, 2015, pág. 156)

2.2.10.1.1. Mapa de niveles de riesgo.

Según (CENEPRED, 2015). “El conocimiento de las zonas con diferentes niveles de riesgo (nivel de peligrosidad y vulnerabilidad), es utilizado en los procesos de ordenamiento y planificación territorial, por lo que estos deben representar el uso que se le puede dar y los daños potenciales a que este uso estaría expuesto. El mapa de riesgo se genera del análisis de los mapas de peligro y vulnerabilidad”. (pág. 156)

Gráfico correspondiente de acuerdo a los niveles de riesgo, descripciones y rangos, “Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales - 2da versión”. (pág. 157 y 158)

2.2.10.1.2. Mapa de riesgo.

Se elabora un mapa de peligro el cual se clasifica en cuatro categorías y cada categoría tiene un color el cual nos ayuda a observar mejor los niveles de peligro (verde peligro bajo, amarillo peligro medio, anaranjado peligro alto, rojo peligro muy alto).

2.2.10.2. Zonificación territorial del riesgo.

Según (CENEPRED, 2015) “El riesgo, la prevención y reducción del riesgo de desastre son las principales condiciones para garantizar el desarrollo territorial sostenible como base para un crecimiento económico y el mejoramiento de la calidad de la vida de la población, y constituyen aspectos fundamentales en los planes de zonificación y acondicionamiento territorial”. (pág. 159)

2.3. Marco conceptual

- a) **Flujo de detritos:** “Es una masa móvil, saturada en agua, compuesta de una mezcla de rocas, sedimentos, agua y gases, donde entre el 50 % y el 80 % del material es sólido y se encuentra suspendido en agua. Se desplaza pendiente abajo por influencia de la gravedad, posee un rápido avance, gran movilidad y gran capacidad destructiva”. (SERNAGEOMIN, 2017)
- b) **Geología del flujo de detritos:** “Los flujos son no-viscosos y son generalmente flujos turbulentos de dos fases. La fase líquida es un slurry consistente en agua y partículas finas y la base propiamente sólida son las partículas gruesas. Aunque los flujos de detritos contienen partículas más gruesas, mayores concentraciones, mayores pesos específicos y menores cantidades de agua, la mecánica en algunos aspectos es similar a los de los flujos hiperconcentrado”. (Valderrama, pág.27)
- c) **Fluido newtoniano:** “En este tipo de fluido la relación entre esfuerzo cortante y la tasa de deformación es lineal, en otras palabras, este tipo de fluido son los llamados fluidos puros con agua limpia”. (Banda Flores, 2015, pág. 11)
- d) **Fluido no newtoniano:** “Comprende en general como mezclas complejas como barros, aceites lubricantes muy viscosas, etc. Estos fluidos exhiben un comportamiento diferente dentro de este tipo de fluido se analizan los flujos de lodo o escombros” (Banda Flores, 2015. pág. 12)

- e) **Simulación:** “El término simulación presenta una variedad de acepciones en diferentes áreas, a nivel científico se refiere a la utilización de programas que simulan la actividad de ciertos sistemas, permitiendo obtener predicciones sobre su funcionamiento y efectividad antes de ser utilizados en el mundo real, estos resultados se obtienen por medio de análisis estadísticos”. (Dangeolo, 2021)
- f) **Evaluación de riesgo:** Su propósito es determinar la cantidad de riesgo causado en un área determinada, lo que ayuda a disminuir en el nivel de amenaza y análisis de vulnerabilidad para que podamos interpretar los resultados y tomar acciones para prevenir y reducir el riesgo de un desastre. (CENEPRED, 2015. pág.190)
- g) **Exposición:** “La exposición se genera por una relación no apropiada con el ambiente, que se puede deber a procesos no planificados de crecimiento demográfico, a un proceso migratorio desordenado, al proceso de urbanización sin un adecuado manejo del territorio y/o a políticas de desarrollo económico no sostenibles”. (CENEPRED, 2015, pág. 122)
- Según Carreño, Cardona y otro (2005), “que es la condición de susceptibilidad que tiene el asentamiento humano de ser afectado por estar en el área de influencia de los fenómenos peligrosos y por su fragilidad física ante los mismos”. (pág. 9)
- h) **Fragilidad:** Según CENEPRED (2015), “Está centrada en las condiciones físicas de una comunidad o sociedad y es de origen interno, por ejemplo: formas de construcción, no seguimiento de normativa vigente sobre construcción y/o materiales, entre otros”. (pág.122)

- i) Resiliencia:** Según (CENEPRED, 2015). “está referida al nivel de asimilación o capacidad de recuperación del ser humano y sus medios de vida frente a la ocurrencia de un peligro. Está asociada a condiciones sociales y de organización de la población”. (pág. 123)
- j) Peligro:** Según (CENEPRED, 2015). “Probabilidad de que un fenómeno, potencialmente dañino, de origen natural o inducido por la acción humana, se presente en un lugar específico, con una cierta intensidad y en un período de tiempo y frecuencia definidos” (pág. 192).
- k) Vulnerabilidad:** Según (CENEPRED, 2015). “Es la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro. La vulnerabilidad puede ser explicada por tres factores: Exposición, Fragilidad y Resiliencia” (pág. 194).
- La vulnerabilidad es el grado de daños mediante un conjunto de elemento que son social, estructural y económica, el cual se evalúa entre 0 (sin daño) y 1 (pérdida total) en porcentajes es 0% y 100%.
- l) Desarrollo sostenible:** Trascuro de transformación natural, social, cultural e institucional dirigida a mejorar las condiciones de la vida humana para garantizar la producción de bienes y la prestación de servicios sin deteriorar el entorno natural o para perjudicar los conceptos básicos del desarrollo similar para las generaciones futuras (CENEPRED 2015, pág. 190).

m) Plan: Instrumento para la consecución de objetivos concretos, en el que los medios utilizables para alcanzar estos objetivos se definen en el espacio y el tiempo y se utilizan forma ordenada y coherente para tener en cuenta los objetivos, estrategias, políticas, lineamientos y tácticas, así como los instrumentos y medidas a tomar. (CENEPRED 2015, pág.193).

n) Riesgo: Según (CENEPRED, 2015), “Es la probabilidad de que la población y sus medios de vida sufran daños y pérdidas a consecuencia de su condición de vulnerabilidad y el impacto de un peligro” (pág. 194).

Es un proceso proactivo que busca reducir las amenazas, la exposición y la vulnerabilidad de las personas, los medios de vida, los bienes, las infraestructuras y los recursos medioambientales para evitar o minimizar los daños y pérdidas en caso de eventos físicos peligrosos.

o) Reducción: Según (SINAGERD, 2011) “Son acciones que se orientan a evitar la generación de nuevos riesgos en la sociedad y reducir la vulnerabilidad y riesgos existentes en el contexto de la gestión del desarrollo sostenible” (pág. 4).

Capítulo III: Metodología

3.1. Hipótesis

3.1.1. *Hipótesis general*

El nivel de riesgos por flujos de detritos en la quebrada Chinchiña localidad Pacsica distrito Justo Apu Sahuaraura Aymaraes-Apurímac 2021, es muy alto.

3.1.2. *Hipótesis específicas*

- a) El nivel de peligrosidad al realizar la evaluación de riesgo por flujo de detritos en el área de influencia es muy alto.
- b) El nivel de vulnerabilidad al realizar la evaluación de riesgo por flujo de detritos en el área de influencia es muy alto.
- c) El nivel de riesgo, relacionado el peligro y la vulnerabilidad de flujo de detritos en el área de influencia es muy alto.

3.2. Método

La metodología utilizada fue de tipo inductivo, para (Baena Paz, 2017). “Consiste en un razonamiento que pasa de la observación de los fenómenos a una ley general para todos los fenómenos de un mismo género. La inducción es así una generalización que conduce de los casos particulares a la ley general. Basada en la experiencia de algunos casos de un fenómeno, pasa a dar una ley para todos los casos de fenómenos de la misma especie”. (pág. 34)

Nos basamos en observaciones por flujos de detritos que ocurrieron en la zona de estudio y fueron en reiteradas ocasiones en los meses de setiembre hasta abril a causa de altas precipitaciones que se pueda determinar alternativas de mitigación.

Tiene una orientación a la investigación aplicada, para (Baena Paz, 2017). “La investigación aplicada tiene como objeto el estudio de un problema destinado a la acción. La

investigación aplicada puede aportar hechos nuevos. Sí proyectamos suficientemente bien nuestra investigación aplicada, de modo que podamos confiar en los hechos puestos al descubierto, la nueva información puede ser útil y estimable para la teoría”. (pág. 18)

Se aportan hechos nuevos y así poder evaluar el nivel de riesgo ocasionado por flujo de detritos del cual podremos mitigar los niveles de riesgos que son ocasionados por el evento.

La investigación tiene un enfoque cuantitativo, para (Hernández, R. y otros, 2014). “El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos brincar o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. Utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías”. (pág. 4)

3.3. Tipo de investigación

Es de nivel explicativo. Para (Hernández, R. y otros, 2014). “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. Pretenden establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian.” (pág. 95).

Se realizan calicatas para que se determine el tipo de suelo y también se realiza un levantamiento de dron para poder identificar las pendientes, la geomorfología y la geología.

3.4. Nivel o alcance de investigación

Es tipo descriptivo. Para (Hernández, R. y otros, 2014). “Busca especificar propiedades y características importantes de cualquier fenómeno que se analice. Describe tendencias de un grupo o población” (pág. 92).

Para obtener los datos deseados, se intenta definir la zona de estudio de la quebrada Chinchña Pacsica distrito de Justo Apu Sahuaraura Apurímac y se describirá las características de esta zona, geología, geotecnia, hidrología y pendiente y así poder determinar el nivel de peligrosidad en la zona de investigación.

También es de tipo correlacional. Para (Hernández, R y otros, 2014). “Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. Asocian variables mediante un patrón predecible para un grupo o población”. (pág. 93)

Debido a que se muestra lo importante que es la relación entre la simulación de fenómenos naturales con la ayuda de un modelo numérico, adquirimos el conocimiento necesario para poder tomar decisiones y así poder evaluar el estado actual de la zona en peligro.

3.5. Diseño de investigación

El diseño es no experimental. Para (Hernández, R y otros, 2014). “Situación de control en la cual se manipulan, de manera intencional, una o más variables independientes (causas) para analizar las consecuencias de tal manipulación sobre una o más variables dependientes (efectos)”. (pág. 130)

Porque tomamos en cuenta escenarios que han pasado y según narraciones de pobladores fundadores del centro poblado, por el cual no han sido estudiados donde se ha desarrollado el fenómeno para así poder determinar los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgo.

3.6. Operacionalización de variable

3.6.1. Variables dependientes

Evaluación de niveles de riesgo.

Dimensiones:

- a) Peligro
- b) Vulnerabilidad
- c) Riesgo

3.6.2. Variables independientes

Flujo de detritos.

Dimensiones:

- a) Viviendas afectadas
- b) Cantidad de personas
- c) Capacidad de organización
- d) Tirantes alcanzados

3.6.3. Cuadro de operación de variables

Tabla 6

Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Unidad
Variáble independiente				
Flujo de detritos	“Es una masa móvil, saturada en agua, compuesta de una mezcla de rocas, sedimentos, agua y gases, donde entre el 50 % y el 80 % del material es sólido y se encuentra suspendido en agua. Se desplaza pendiente abajo por influencia de la gravedad, posee un rápido avance, gran movilidad y gran capacidad destructiva”. (SERNAGEOMIN, 2017)	Evaluación de peligro, vulnerabilidad y riesgo	Peligro Vulnerabilidad Riesgo	%
Variáble Dependiente				
Evaluación de niveles de riesgo	“Permitir establecer medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres y favorezcan la adecuada toma de decisiones por parte de las autoridades competentes de la gestión del riesgo” (CENEPRED, 2015, pág. 17)	Probable ocurrencia de flujo de detritos	-Viviendas afectadas -Cantidad de personas -Capacidad de organización -Tirantes alcanzados	- Número de afectadas - Número de personas - Número de personas con capacidad de respuesta - <i>m</i>

Fuente: Elaboración propia.

3.7. Población y muestra

Población:

“Totalidad de un fenómeno de estudio, incluye la totalidad de unidades de análisis o entidades de población que integran dicho fenómeno y que debe cuantificarse para un determinado estudio integrando conjunto n de entidades que participan de una determinada característica y se le denomina población por constituir la totalidad del fenómeno descrito a un estudio o investigación”. (Tamayo, 2003, pág. 176)

La población en estudio es la localidad de Pacsica que viene a ser un área de 60 *ha* , de tal manera se realizó el estudio porque año tras año es afecta por el deslizamiento de flujo detritos y afecta a la población, áreas de cultivo y viviendas.

Muestra:

Para (Hernández, R y otros, 2014). “La muestra es un subgrupo de la población de interés sobre el cual se recolectarán datos, y que tiene que definirse y delimitarse de antemano con precisión, además de que debe ser representativo de las poblaciones”. (pág. 173)

Es el volumen el que determina el flujo de detritos que afectara directamente a la zona de la quebrada Chinchña, localidad de Pacsica distrito de Justo Apu Sahuaraura Aymaraes Abancay que se encuentra en la parte baja de la quebrada, en el cual habitan 110 personas, se considera esta zona vulnerable ante fenómeno de flujo de detritos.

3.8. Técnicas e instrumentos

Técnicas:

Las técnicas para la recopilación de datos fueron los siguientes:

Documentos y registros: Las informaciones encontradas fueron examinadas en los sitios de internet de instituciones formales como ESCALE, SENAMHI, COFOPRI, CENEPRED, GEOCATMIN, INEI, ANA, GOOGEL EARTH, SIGRID.

Cuestionaríos: Los cuestionaríos fueron fundamentales para recoger datos sobre los pobladores de la localidad de Pacsica sobre la existencia de servicios básicos, como su conocimiento de la gestión de riesgo con el fin de evaluar la vulnerabilidad de la zona y, en última instancia recomendar la mejor solución para esa población. Los cuales fueron contrastados los datos con las entidades como ESCALE, INEI, SIGRID, etc.

El estudio se basará en el análisis de la observación, este método se utiliza en nuestro estudio porque es necesario ir a campo y poder observar e identificar las condiciones en el cual se encuentra el terreno como pendientes, geología, geomorfología local y poder determinar a algunas características de la zona que nos ayudaran a determinar los niveles de riesgo.

Las técnicas aplicadas para obtener los datos fueron, datos históricos, datos de campo, observaciones de campo no experimental y los datos obtenidos de instituciones correspondientes, los que son importantes y así poder obtener información de las zonas, que habita el centro poblado Pacsica, tipo de vivienda, materiales predominantes, información sobre los servicios básicos y si conocen algún sistema de evacuación si ocurriera un fenómeno de flujo de detritos, esto le permitirá proponer la solución más eficaz para la población de Pacsica.

Instrumentos:

Según (Ñaupas Paitan, 2018). “Son las herramientas conceptuales o materiales, mediante los cuales se recoge los datos e informaciones, mediante preguntas, ítems que exigen respuestas del investigado. Asumen diferentes formas de acuerdo con las técnicas que le sirven de base” (pág. 273).

Los instrumentos utilizados:

- Se utilizará software para recolección de datos Google EARTH, como INEI, SENAMHI, ANA, CENEPRED, SIGRID para ver cómo es la realidad de la zona en estudio.
- Se realizará un mapeo geológico, topográfico, planos para observar las zonas susceptibles y vulnerables.
- Empleando el análisis jerárquico SAATY, Se determina cuatro rangos de peligro bajo, medio, alto y muy alto.
- Elaboración de matriz de peligro aplicando el modelo multicriterio SAATY.
- Elaboración de matriz de vulnerabilidad aplicando el modelo multicriterio SAATY.
- Elaboración de matriz de riesgo aplicando el modelo multicriterio modelo SAATY.
- Se utilizó el software FLO-2D para determinar el nivel de peligro
- Elaborar mapas temáticos en el software ARCGIS.
- Se utilizó estadísticas de SENAMHI con ayuda de la fuente “Informe de evaluación del riesgo originado por inundación fluvial en la zona urbana de la localidad de Chalhuanca, del río Chalhuanca, distrito de Chalhuanca - Aymaraes - Apurímac, 2021”.

3.9. Consideraciones éticas

En el proceso de verificación de las muestras obtenidas para la construcción de la tesis se obtienen los datos y se trabaja con mucha precisión para obtener resultados de alta calidad utilizando libros de locales e internacionales, fuentes de internet, revistas, etc.

3.10. Procedimiento estadístico

- a) Procedimiento de análisis jerárquico (P.A.J.), utilizando el método multicriterio de SAATY comparación de pares, se obtiene 4 niveles (baja, media, alta y muy alta).
- b) Fórmular matriz de comparación por pares, identificando previamente los fenómenos naturales, identificar los parámetros a evaluar, determinación de descriptores, definir la escala numérica, analizar el problema de matriz de normalizada, prioridad del vector, pesos ponderados de los parámetros, índice de consistencia y consistencia de descriptor relación según el modelo numérico SAATY, para obtener los valores de los niveles de peligro.
- c) Fórmular una matriz de comparación por pares, especificando los parámetros a evaluar, determinación de descriptores, determinar la escala numérica, analizar el problema de matriz de estandarizada, vector de prioridad, pesos ponderados de los parámetros, índice de consistencia y consistencia de descriptor relación según el modelo numérico SAATY, para obtener los valores de los niveles de vulnerabilidad.
- d) Se obtiene los valores del riesgo tras un producto matricial de los valores de peligro por vulnerabilidad.

- e) Con los valores obtenidos del modelo numérico de SAATY, se procede a la elaboración de los mapas temáticos (mapa de peligros, mapa de vulnerabilidad, Mapa de riesgos), diferenciándose claramente los niveles según la coloración correspondiente empleando el paquete informático ARCGIS (Para el propósito de la presente tesis).
- f) Con la herramienta de software FLO-2D, modelaremos la quebrada de Chinchña para simular el flujo para 50, 100 y 500 años, el cual analizaremos los resultados.
- g) Finalmente, se realiza el control de riesgos.

Capítulo IV: Resultados y discusión

4.1. Resultados

4.1.1. Determinar el nivel de peligrosidad al realizar la evaluación de riesgos del flujo de detritos.

La determinación del peligro es un proceso que implica planificar, ejecutar y evaluar acciones que involucran inversiones financieras y así poder mitigar y controlar el riesgo. La peligrosidad es el proceso de estimar o evaluar la probabilidad que se produzca un evento basado en la investigación mecanismo por un fenómeno, que se da por la observación o registros de eventos en un período específico de tiempo y lugar.

4.1.1.1. Recopilación de datos.

4.1.1.1.1. Ensayo de laboratorio.

Para el análisis de las propiedades del suelo se tomaron muestras de campo que se realizaron en laboratorio de mecánica de suelos, concreto y pavimento.

Los ensayos fueron los siguientes.

- Límite de consistencia
- Clasificación del suelo

4.1.1.1.2. Trabajo en campo.

El trabajo realizado en campo son 6 calicatas cuya finalidad fue obtener muestras de suelo para así analizar en el laboratorio de J y R ingeniería y servicios de mecánica de suelos, concreto y pavimento.

Los equipos utilizados para este pavimento fueron:

- GPS GARMIN
- Cinta métrica de 50 m

- Flexómetro 5 m
- Pico
- Pala
- Pizarra

Los resultados para las 6 calicatas se obtuvo, el clasificado de suelo no varía de grava mal graduada (GP) y gravas limosas (GM) con límites de consistencia 0 % el cual se puede observar en el anexo 4 (ver pág. 226).

Figura 20

Exploración a cielo abierto



Fuente: Elaboración propia

Nota: vista de la excavación de la calicata N° 5 y N°1 en la parte baja y parte alta de la cuenca de Chinchña

4.1.1.1.3. Trabajo en gabinete.

El trabajo se realizó en gabinete y se utilizó los siguientes programas, que fue de mucha utilidad para poder obtener los resultados finales de nuestro proyecto:

- FLO 2-D
- Mapper PRO
- ARCGIS

- Microsoft office
- Imágenes satelitales Perú SAT -1
- Google Earth Pro
- SIGRID
- Civil 3D

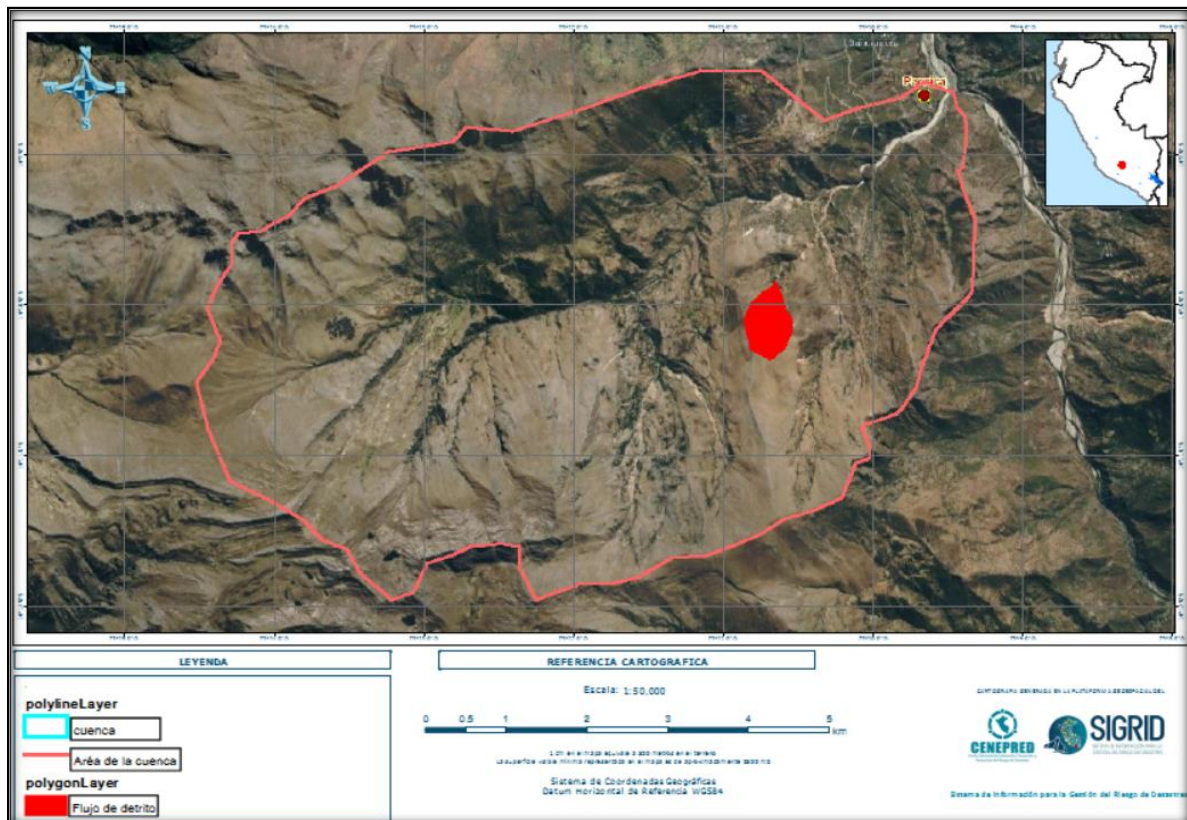
4.1.1.1.4. Topografía.

a) Área de la Quebrada Chinchña

La quebrada Chinchña cubre un área de 49.99 km², que vendría a ser una cuenca pequeña según (Villón Béjar, 2011).

Figura 21

Delimitación de la quebrada Chinchña



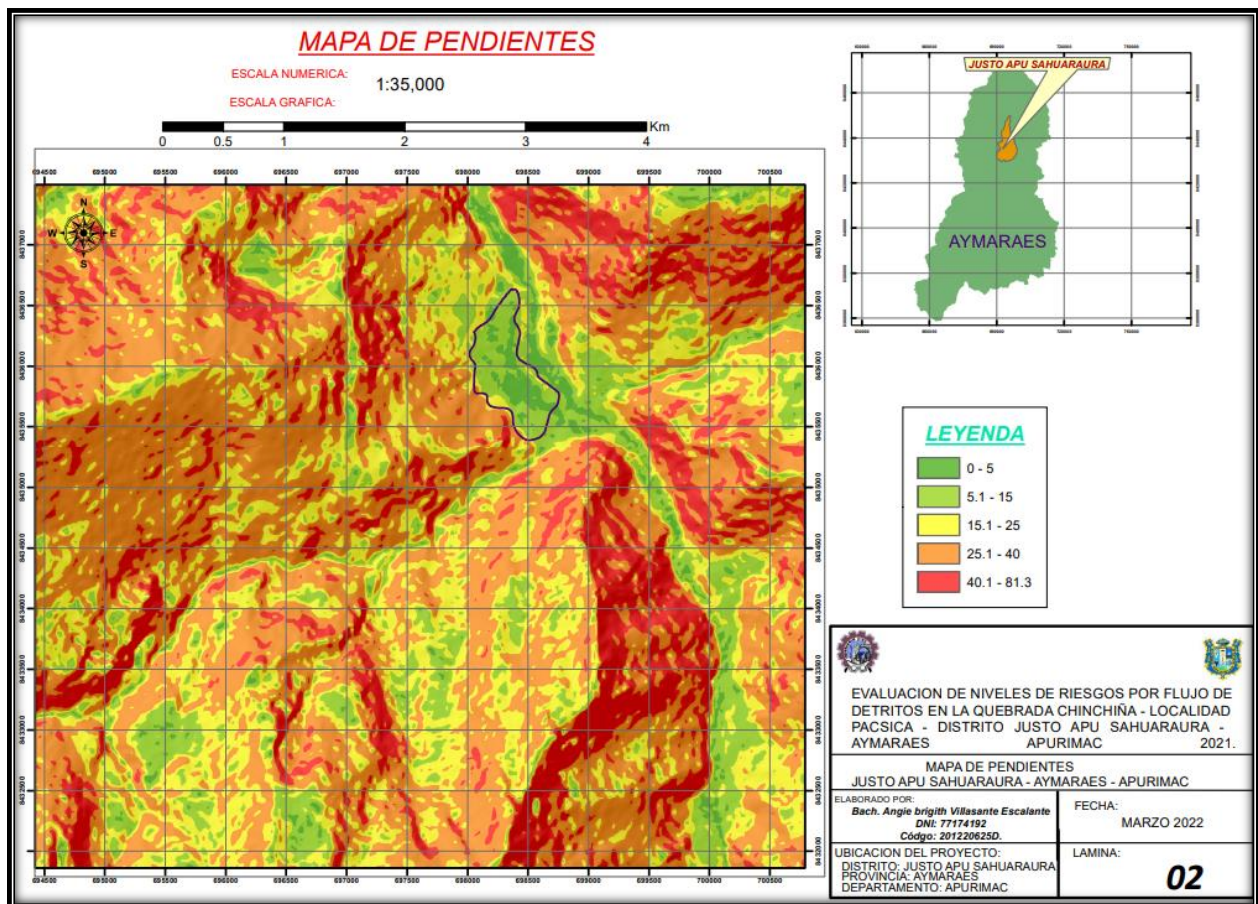
Fuente: Elaboración propia con ayuda programa SIGRID

b) Pendiente

El terreno de la quebrada de Chinchña es diverso debido a que en zonas la pendiente es alta y otras la pendiente es baja, por lo tanto, la cota máxima es 4339 m. s. n. m y la cota mínima 2495 m. s. n. m y se obtuvo una pendiente media 39.95 % de tal modo se puede ver en la imagen. (ver Figura 22)

Figura 22

Mapa de pendiente de la zona de estudio



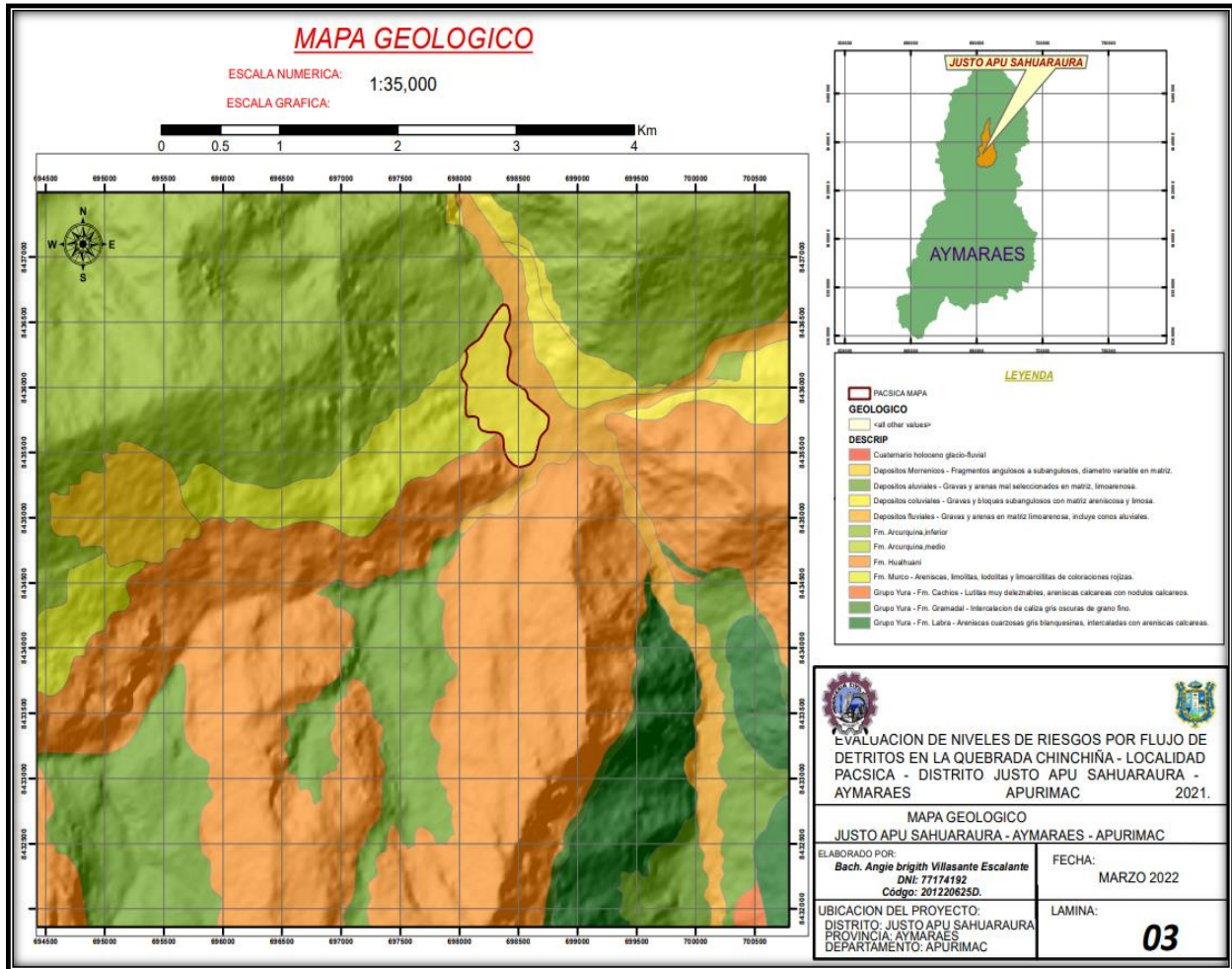
Fuente: Elaboración propia

c) Geología Local

En la geología local de la quebrada Chinchña y la población de Pacsica, lo cual se realizó una inspección alrededor de toda la quebrada de Chinchña, nos ayudó a verificar los datos que teníamos a nivel regional. ver (figura 23)

Figura 23

Geología local de la zona de estudio



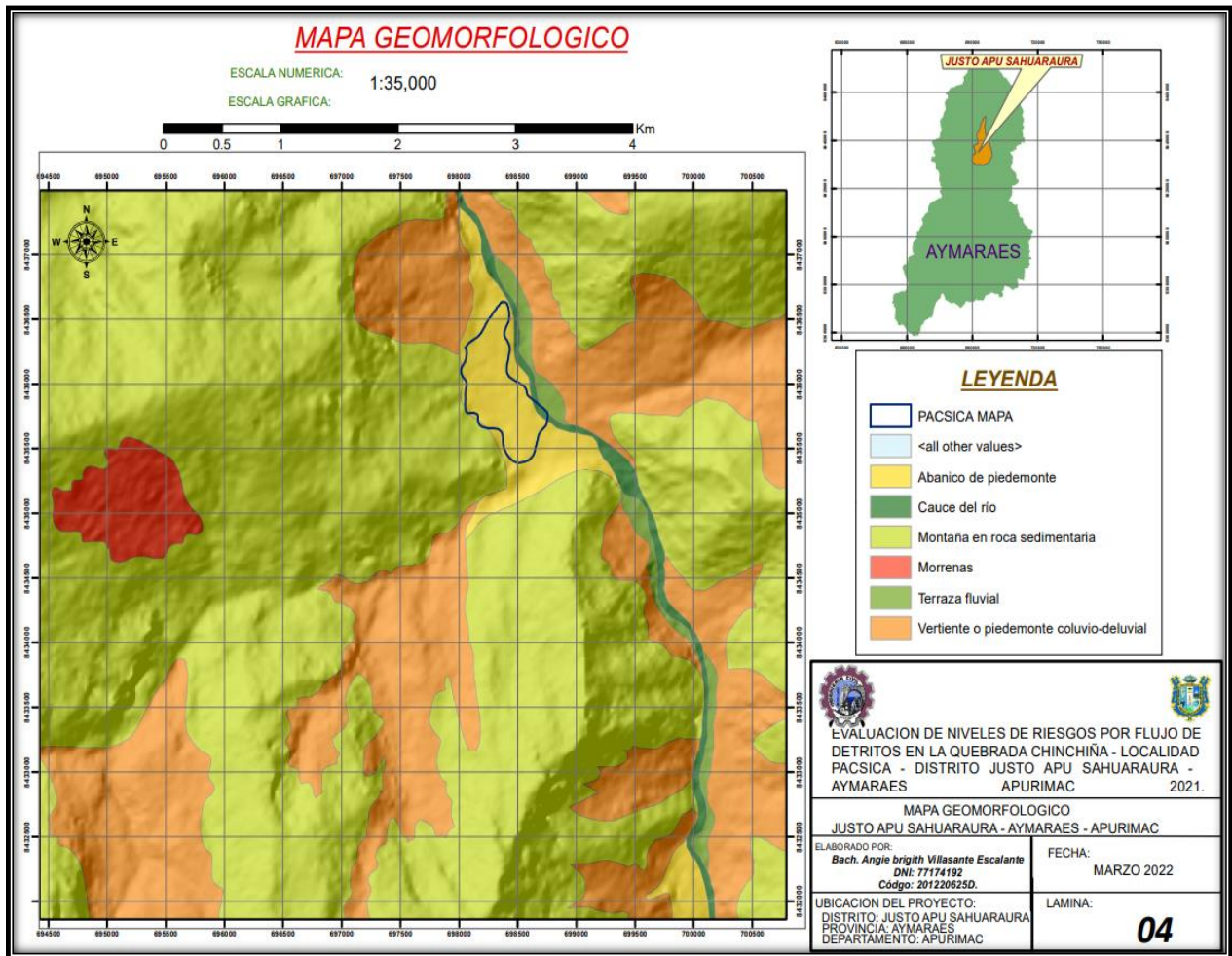
Fuente: Elaboración propia

d) Geomorfología

La geomorfología representa procesos tectónicos y pluviométrico, superpuestos a procesos de geodinámicas, y aspectos de modelado respecto al morfo estructural de la población. Ver (figura 24)

Figura 24

Geomorfología de la zona de estudio



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. Parámetros de la quebrada.

4.1.1.2.1. Parámetros de la morfología.

Los caudales máximos se determinaron a partir de las características morfológicas de la cuenca, las cuales se recopilaron mediante Google Earth y SIGRID. (ver Tabla 7)

Tabla 7

Parámetros morfológicos de la quebrada Chinchiña

Parámetros	Unidad	Valor
Área	km ²	49.996
Perímetro de la cuenca	km	44.43
Cota Máxima	msnm	4339.00
Cota Mínima	msnm	2495.00
Elevación Media	msnm	3417.00
Pendiente promedio de la cuenca	%	48.95
Longitud del cauce principal	Km	3767.00
Pendiente del cauce principal	%	15.98

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3. Análisis hidrológico.

4.1.1.3.1. Información pluviométrica.

En la quebrada de Chinchiña que desemboca en el río de Aymaraes, existen estaciones hidrológicas cercanas para medir el caudal; sin embargo, se calcula sobre la base de la información de precipitación máxima en 24 horas, ya que la escorrentía actual en el área se deriva de la cantidad de precipitaciones pluviales caídas en la zona registradas, por lo cual se tomó como fuente del cual se obtuvieron los datos “Informe de evaluación del riesgo originado por inundación fluvial en la zona urbana de la localidad de Chalhuanca, del río Chalhuanca, distrito de Chalhuanca – Aymaraes - 2021”.

4.1.1.3.2. Precipitación máxima de 24 horas.

Tabla 8

Precipitaciones para 24 hr / año

Año	<i>Pmax24hr</i>	<i>Ln max</i>
1998	30.41	3.41
1999	29.38	3.38
2000	35.21	3.56
2001	39.57	3.68
2002	29.7	3.39
2003	34.12	3.53
2004	37.21	3.62
2005	31.62	3.45
2006	47.04	3.85
2007	36.15	3.59
2008	44.4	3.79
2009	28.62	3.35
2010	39.28	3.67
2011	30.95	3.43
2012	32.33	3.44
2013	35.07	3.56
2014	38.57	3.65
2015	34.46	3.54
2016	30.69	3.42
2017	32.06	3.47

Fuente: Informe de “Evaluación del riesgo originado por inundación fluvial en la zona urbana de la localidad de Chalhuanca, del río Chalhuanca, distrito de Chalhuanca - Aymaraes - Apurímac (Gobierno Regional de Apurímac, 2021)” (pág. 36).

4.1.1.3.3. Distribución de probabilidades pluviométricas mediante Gumbel

Tabla 9

Distribución de probabilidades

N°	Año	Precipitación (mm)	
		<i>xi</i>	$(xi - x)^2$
1	1998	30.41	19.64
2	1999	29.38	29.83
3	2000	35.21	0.14

4	2001	39.57	22.35
5	2002	29.7	26.44
6	2003	34.12	0.52
7	2004	37.21	5.61
8	2005	31.62	10.38
9	2006	47.04	148.79
10	2007	36.15	1.71
11	2008	44.4	91.36
12	2009	28.62	38.71
13	2010	39.28	19.70
14	2011	30.95	15.15
15	2012	32.33	6.31
16	2013	35.07	0.05
17	2014	38.57	13.90
18	2015	34.46	0.15
19	2016	30.69	17.24
20	2017	32.06	7.74
20	suma	696.84	475.71

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3.4. Cálculo de variables probabilísticas

Tabla 10

Cálculo de variables probabilísticas

Cálculos variables probabilísticas	
$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{n} = 34.84$	mm
$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} = 5.00$	mm
$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} \times s = 3.90$	mm
$u = \bar{x} - 0.5772 \times \alpha = 32.59$	mm

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3.5. Cálculo de las precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias.

Tabla 11

Cálculo de las precipitaciones diarias máximas

Períodos retorno	Variables reducida	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia	Corrección intervalo fijo
Años	YT	XT'(mm)	F(xT)	XT (mm)
2	0.3665	34.0	0.5000	38.4
5	1.4999	38.4	0.8000	43.4
10	2.2504	41.4	0.9000	46.7
25	3.1985	45.1	0.9600	50.9
50	3.9019	47.8	0.9800	54.0
100	4.6001	50.5	0.9900	57.1
500	6.2136	56.8	0.9980	64.2

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3.6. Características de la cuenca.

Tabla 12

Características de la cuenca

Características de la cuenca		
Área de la cuenca (km ²)		49.99
Long del cauce (m)		3967.0
Cotas (m)	Mayor	Menor
	4339	2495.0
Pendiente		0.049

Fuente: Elaboración propia

CN para usos selectos de suelo agrícola, urbanos y suburbanos

- Bosques con cubiertas buenas =40%
- Pastizales o campo de animales en condiciones buenas =15%
- Vegas ríos y praderas en condiciones buenas=5%
- Tierra cultivada sin tratamiento de conservación =40

Tabla 13

Grupo hidrológico de suelo

Uso de suelos	0.3×A			0.7×B		
	%	CN	Prod.	%	CN	Prod.
Bosques	13.5	25	3.375	31.5	66	20.79
Pastizales	4.5	39	1.755	10.5	61	6.405
Vegas de ríos y prad.	1.5	30	0.45	3.5	58	2.03
Tierra cultivada	10.5	72	7.56	24.5	81	19.845
		$\Sigma =$	13.14		$\Sigma =$	49.07

Fuente: Elaboración propia

CN (II) condiciones naturales= 62.21

Ahora se calcula con la fórmula de CN para determinar con las condiciones húmedas se utiliza la fórmula.

$$CN(III) = \frac{23CN(II)}{10 + 0.13CN(II)}$$

$$N(III) = \frac{79.11}{10 + 0.13 \times 62.21}$$

c) Calculamos S

$$S = \frac{100}{CN(III)} - 10$$

$$S = 2.64 \text{ pulg}$$

$$S = 67.07 \text{ mm}$$

4.1.1.3.8. Datos para obtener el caudal pico para un período de retorno.

Tabla 14

Datos para PR de 50 años

PERÍODO DE RETORNO		50 AÑOS	
Tiempo de concentración	$tc = 0.0195(L^3/H)^{0.385}$	11.48	hr
Duración en exceso	$de = 2 (tc^{0.5})$	6.78	hr
Tiempo pico	$tp = \frac{2\sqrt{tc}}{2} + 0.6tc$	3.50	hr
Tiempo base	$tb = 2.67 \times tp$	9.35	hr
Número de curva	(Tabla SCS)	79.11	Adimensional
Infiltración potencial	$S = (1000/NC(III)) - 10$	67.07	mm
Lámina de escorrentía	$E = (P - 0.2S)^2/(P + 0.8S)$	18.84	mm
Caudal pico	$Qp = (0.208 \times ((hpe \times A)/tp))$	55.93	m ³ /s
Tiempo de retraso	$tr = 0.6 \times tc$	6.89	hr

Fuente: Elaboración propia

Tabla 15

Datos para PR de 100 años

PERÍODO DE RETORNO		100 AÑOS	
Tiempo de concentración	$tc = 0.0195(L^3/H)^{0.385}$	11.48	hr
Duración en exceso	$de = 2 (tc^{0.5})$	6.78	hr
Tiempo pico	$tp = \frac{2\sqrt{tc}}{2} + 0.6tc$	3.50	hr
Tiempo base	$tb = 2.67 \times tp$	9.35	hr
Número de curva	(Tabla SCS)	79.11	Adimensional
Infiltración potencial	$S = (1000/NC(III)) - 10$	67.07	mm
Lámina de escorrentía	$E = (P - 0.2S)^2/(P + 0.8S)$	21.06	mm
Caudal pico	$Qp = (0.208 \times ((hpe \times A)/tp))$	62.53	m ³ /s
Tiempo de retraso	$tr = 0.6 \times tc$	6.89	hr

Fuente: Elaboración propia

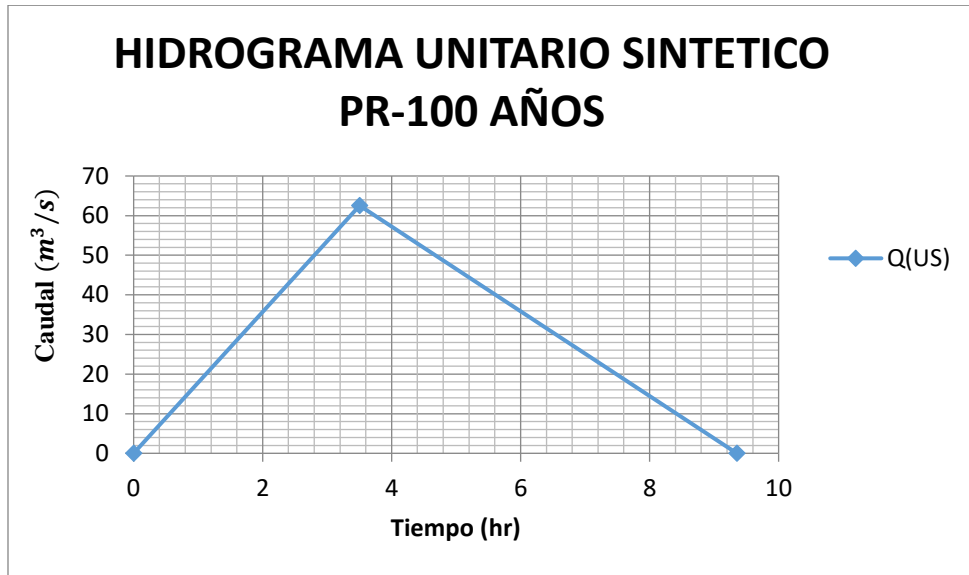
Tabla 16*Datos para PR de 500 años*

PERÍODO DE RETORNO		500 AÑOS	
Tiempo de concentración	$t_c = 0.0195(L^3/H)^{0.385}$	11.48	hr
Duración en exceso	$d_e = 2(t_c^{0.5})$	6.78	hr
Tiempo pico	$t_p = \frac{2\sqrt{t_c}}{2} + 0.6t_c$	3.50	hr
Tiempo base	$t_b = 2.67 \times t_p$	9.35	hr
Número de curva	(Tabla SCS)	79.11	Adimensional
Infiltración potencial	$S = (1000/NC(III)) - 10$	67.07	mm
Lámina de escorrentía	$E = (P - 0.2S)^2 / (P + 0.8S)$	26.40	mm
Caudal pico	$Q_p = (0.208 \times ((hpe \times A)/t_p))$	78.39	m ³ /s
Tiempo de retraso	$t_r = 0.6 \times t_c$	6.89	hr

*Fuente: Elaboración propia***4.1.1.3.9. Caudal unitario sintético Q(US).****Tabla 17***Hidrograma del caudal unitario sintético para un PR de 50 años**Fuente: Elaboración propia*

Tabla 18

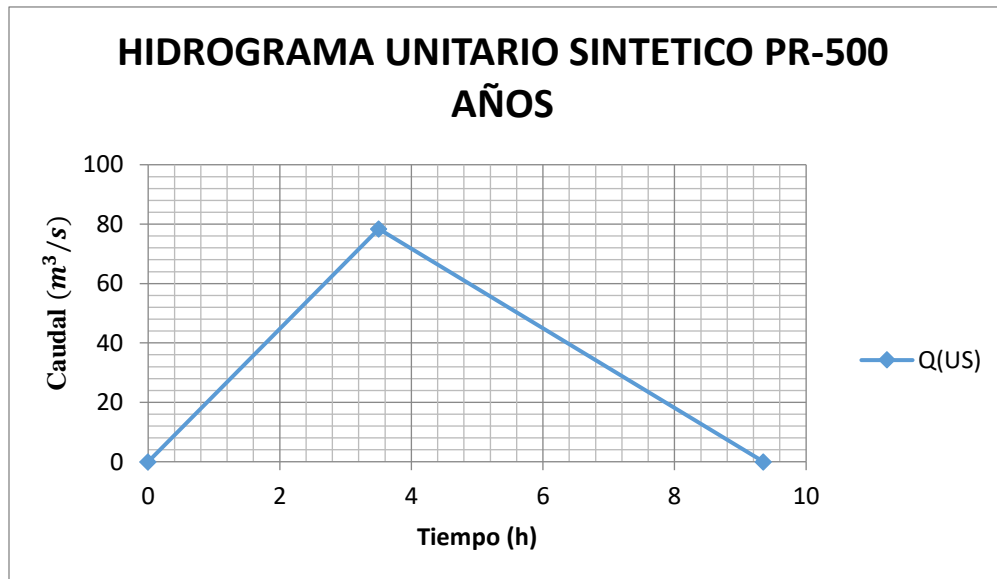
Hidrograma del caudal unitario sintético para un PR de 100 años



Fuente: Elaboración propia

Tabla 19

Hidrograma del caudal unitario sintético para un PR de 500 años



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3.10. Caudales adimensionales $Q(A)$.

En el caudal adimensional se determina el caudal máximo en un tiempo de 3.50 hr.

Tabla 20

Coordenadas del hidrograma adimensional para un PR de 50 años

Coordenadas del hidrograma adimensional Máximo Villon 2004			
t/tp	Q/Qp	t	Q (A)
0	0	0.00	0.00
0.1	0.015	0.35	0.84
0.2	0.075	0.70	4.19
0.3	0.16	1.05	8.95
0.4	0.28	1.40	15.66
0.5	0.43	1.75	24.05
0.6	0.6	2.10	33.56
0.7	0.77	2.45	43.06
0.8	0.89	2.80	49.78
0.9	0.97	3.15	54.25
1	1	3.50	55.93
1.1	0.98	3.85	54.81
1.2	0.92	4.20	51.45
1.3	0.84	4.55	46.98
1.4	0.75	4.90	41.95
1.5	0.65	5.25	36.35
1.6	0.57	5.60	31.88
1.8	0.43	6.30	24.05
2	0.32	7.01	17.90
2.2	0.24	7.71	13.42
2.4	0.18	8.41	10.07
2.6	0.13	9.11	7.27
2.8	0.098	9.81	5.48
3	0.075	10.51	4.19
3.5	0.036	12.26	2.01
4	0.018	14.01	1.01
4.5	0.009	15.76	0.50
5	0.004	17.51	0.22

Fuente: Elaboración propia

Tabla 21*Coordenadas del hidrograma adimensional para un PR de 100 años*

Coordenadas del hidrograma adimensional Máximo Villon 2004			
t/tp	Q/Qp	t	Q (A)
0	0	0.00	0.00
0.1	0.015	0.35	0.94
0.2	0.075	0.70	4.69
0.3	0.16	1.05	10.00
0.4	0.28	1.40	17.51
0.5	0.43	1.75	26.89
0.6	0.6	2.10	37.52
0.7	0.77	2.45	48.15
0.8	0.89	2.80	55.65
0.9	0.97	3.15	60.65
1	1	3.50	62.53
1.1	0.98	3.85	61.28
1.2	0.92	4.20	57.53
1.3	0.84	4.55	52.52
1.4	0.75	4.90	46.90
1.5	0.65	5.25	40.64
1.6	0.57	5.60	35.64
1.8	0.43	6.30	26.89
2	0.32	7.01	20.01
2.2	0.24	7.71	15.01
2.4	0.18	8.41	11.26
2.6	0.13	9.11	8.13
2.8	0.098	9.81	6.13
3	0.075	10.51	4.69
3.5	0.036	12.26	2.25
4	0.018	14.01	1.13
4.5	0.009	15.76	0.56
5	0.004	17.51	0.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 22*Coordenadas del hidrograma adimensional para un PR de 500 años*

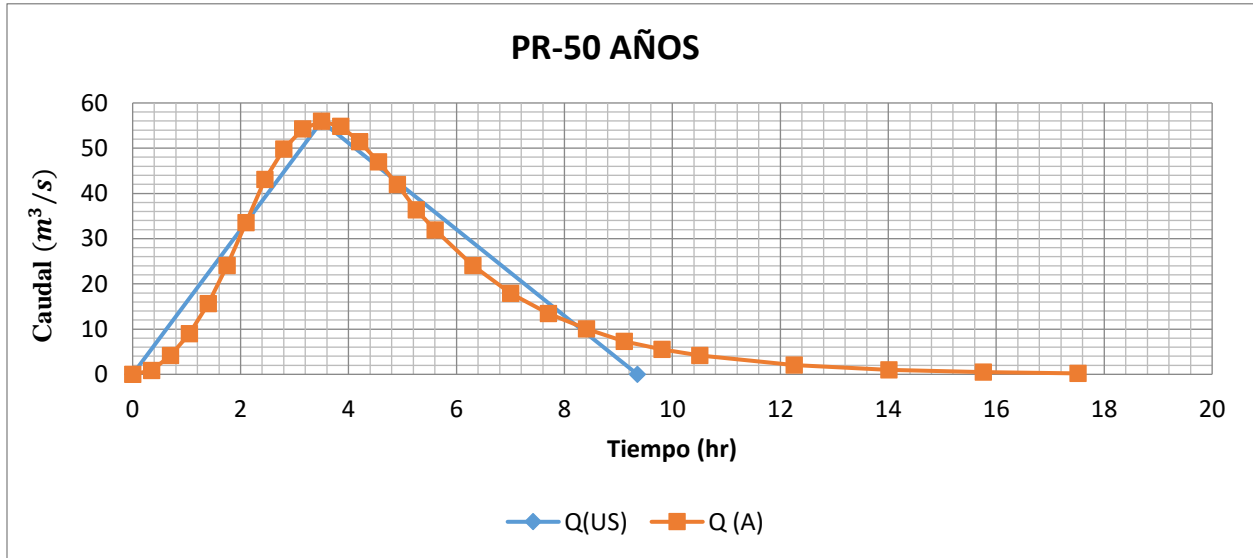
Coordenadas del hidrograma adimensional Máximo Villon 2004			
t/tp	Q/Qp	t	Q (A)
0	0	0.00	0.00
0.1	0.015	0.35	1.18
0.2	0.075	0.70	5.88
0.3	0.16	1.05	12.54
0.4	0.28	1.40	21.95
0.5	0.43	1.75	33.71
0.6	0.6	2.10	47.04
0.7	0.77	2.45	60.36
0.8	0.89	2.80	69.77
0.9	0.97	3.15	76.04
1	1	3.50	78.39
1.1	0.98	3.85	76.83
1.2	0.92	4.20	72.12
1.3	0.84	4.55	65.85
1.4	0.75	4.90	58.79
1.5	0.65	5.25	50.96
1.6	0.57	5.60	44.68
1.8	0.43	6.30	33.71
2	0.32	7.01	25.09
2.2	0.24	7.71	18.81
2.4	0.18	8.41	14.11
2.6	0.13	9.11	10.19
2.8	0.098	9.81	7.68
3	0.075	10.51	5.88
3.5	0.036	12.26	2.82
4	0.018	14.01	1.41
4.5	0.009	15.76	0.71
5	0.004	17.51	0.31

Fuente: Elaboración propia

4.1.1.3.11. Hidrogramas de caudales unitario sintético y caudales adimensionales.

Figura 26

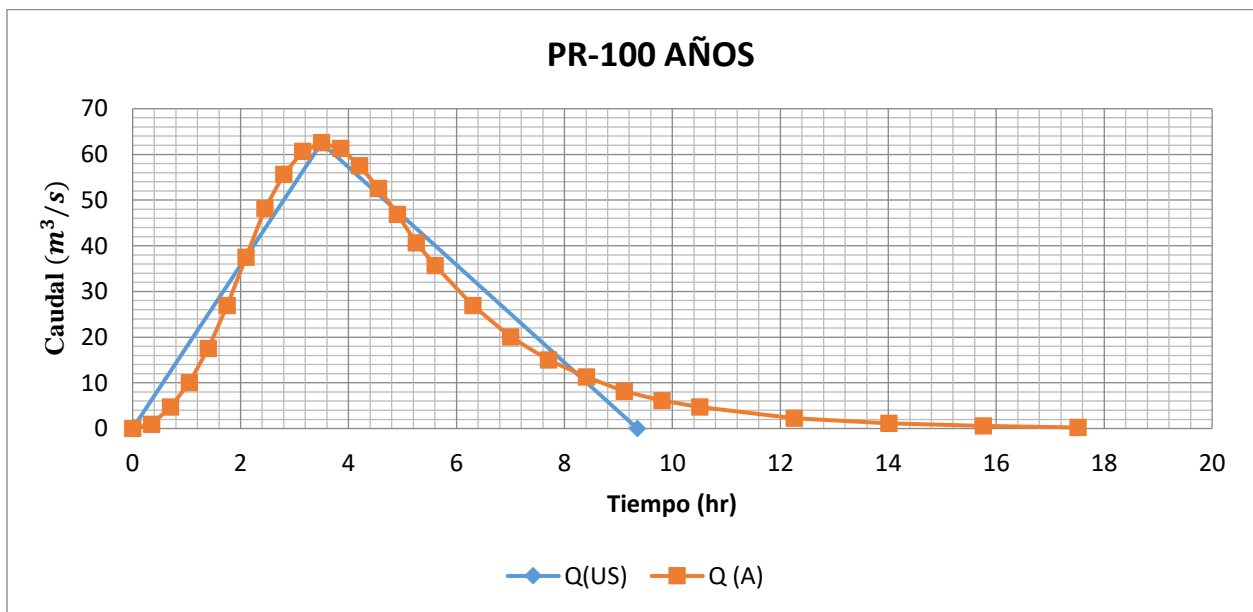
Hidrograma unitario y adimensional para un PR de 50 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 27

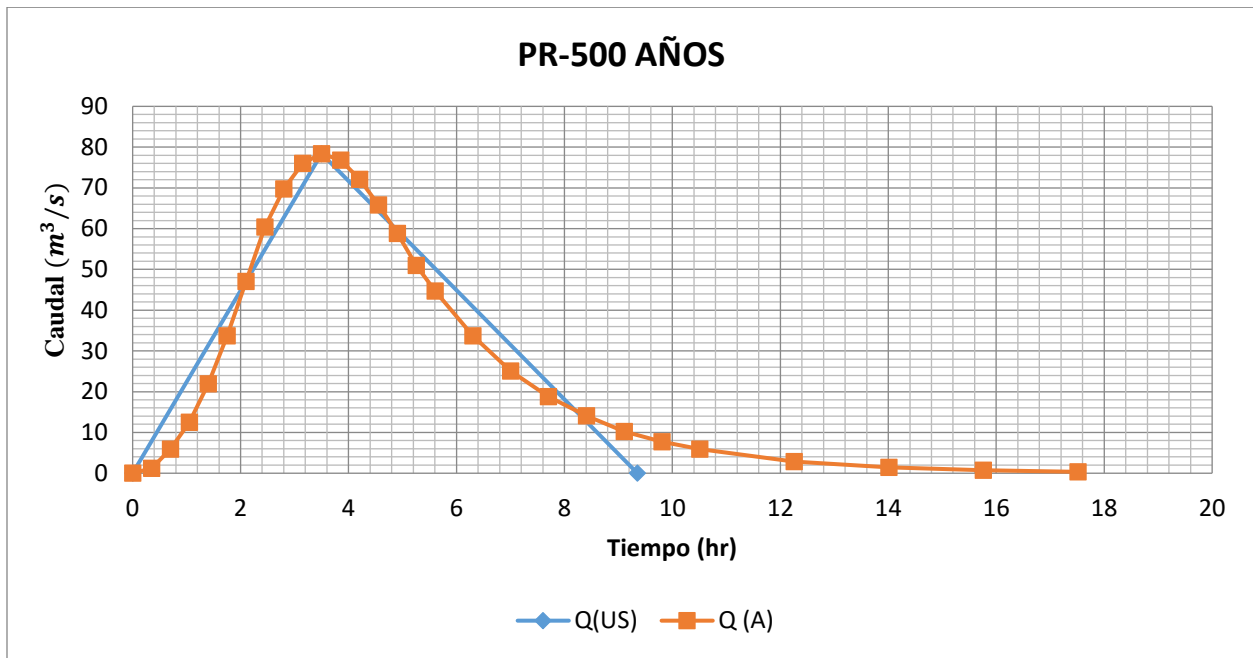
Hidrograma unitario y adimensional para un PR de 100 años



Fuente: Elaboración propia

Figura 28

Hidrograma unitario y adimensional para un PR de 500 años



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.4. Simulación FLO-2D.

4.1.1.4.1. Informaciones básicas.

Se recaudaron propiedades de la quebrada, imágenes aéreas, caudal hidrológico, levantamiento topográfico, estudios de suelo y estudios previos que son información necesaria para abordar la investigación.

a) Imágenes aéreas

Para la presente investigación se realizó un levantamiento de imagen aéreo con una resolución alta, sobre toda la quebrada de Chinchña y la población en riesgo Pacsica.

b) Planos topográficos

En los planos topográficos fueron de gran ayuda para poder delimitar la cuenca y sirvieron de apoyo para poder identificar las alturas y coordenadas.

c) Hidrología

En el apartado 4.1.1.3 análisis hidrológico, en cuál fue de referencia “Informe de evaluación del riesgo originado por inundación fluvial en la zona urbana de la localidad de Chalhuanca, del río Chalhuanca, distrito de Chalhuanca - Aymaraes - Apurímac, 2021” se utilizó para el hidrograma líquido y así poder calcular el caudal máximo.

d) Caudales máximos

En el apartado 4.1.1.3.10 el cual se realizó los cálculos de caudales máximos y se obtuvo para un período de retorno de 50,100 y 500 años.

4.1.1.4.2. Definición de parámetros.

Los planos topográficos muestran curvas cada 5 m en la zona sedimentaria y cada 10 m aguas arriba a lo largo de la trayectoria de la quebrada Chinchiña. Para la simulación, se construyó una cuadrícula con celdas de 10 m x 10 m alrededor de todo el perímetro de la quebrada con una longitud de cauce de 3767 km. se presentan los resultados de la medición del flujo con a la distribución de sedimentos, las propiedades de los sedimentos y los parámetros geológicos correspondientes. El coeficiente de Manning el valor establecido es de 0.04, la concentración de sedimentos en la población afectada oscila desde 0.5 hasta 5.8 m se analizó en un tiempo de 3.50 hr, para un hidrograma con un período de retorno de 50, 100 y 500 años el tiempo de simulación fue de 3.50 hr.

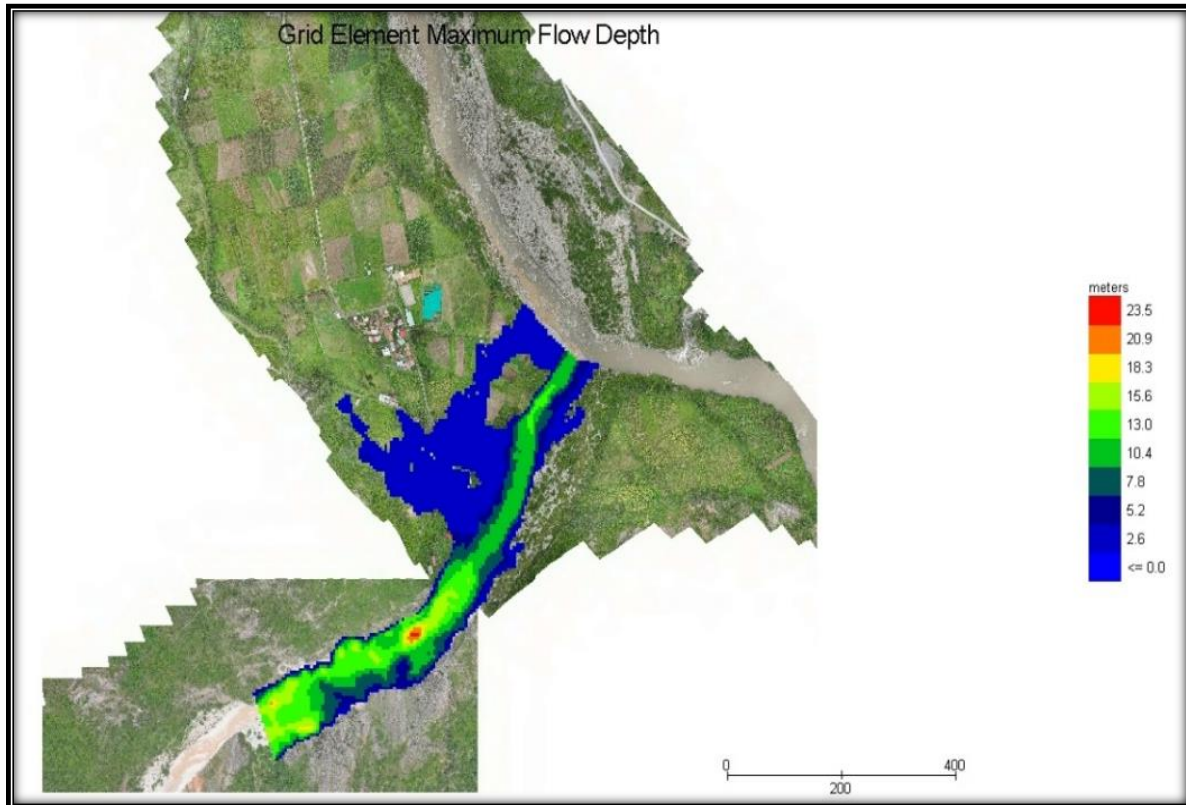
4.1.1.5. Resultados del FLO-2D.

Se presentan resultados de los gráficos obtenidos por el software FLO-2D el cual se realizó la simulación para períodos de retorno de 50, 100 y 500 años, de tal manera se realizó los escenarios como: profundidad de flujo máximo, elevación, velocidad y peligro.

4.1.1.5.1. Resultado para un período de retorno T_r 50 años.

Figura 29

Profundidad de flujo máxima del elemento de grillas

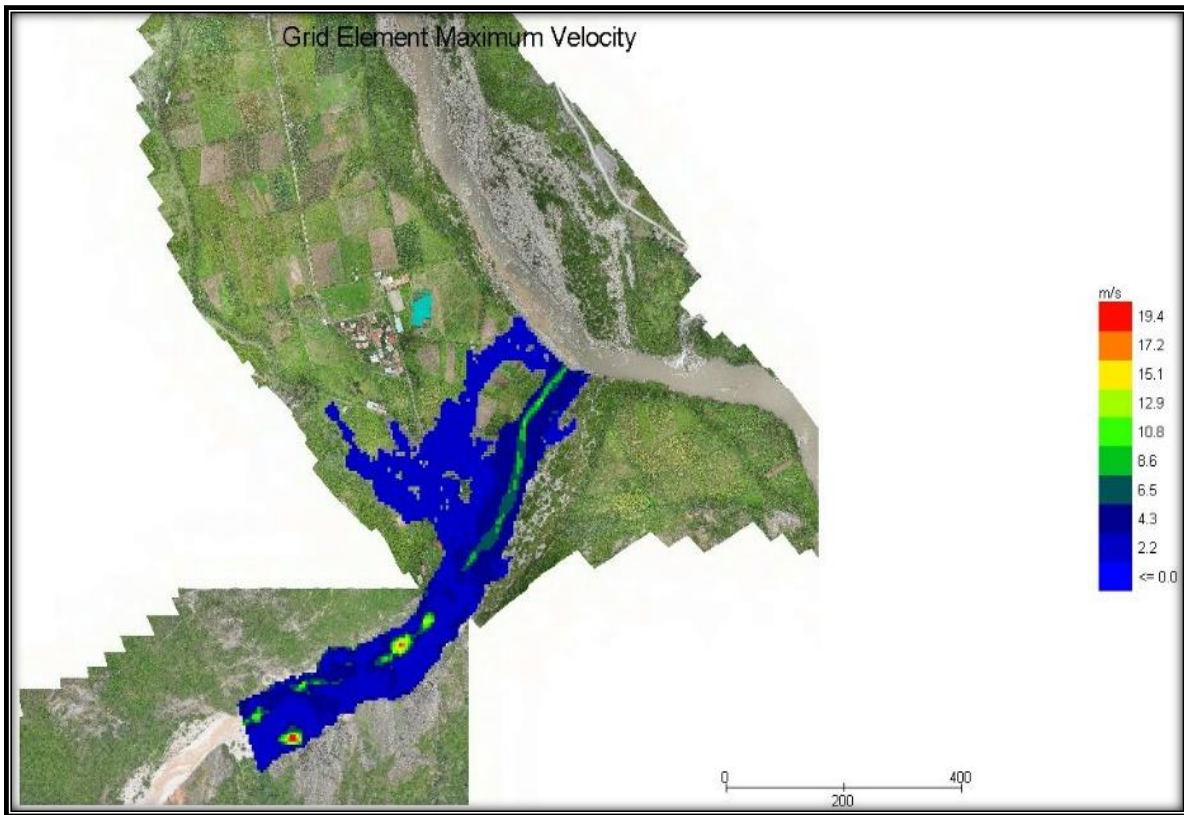


Fuente: Elaboración propia

Nota: Se observa para un período de retorno de 50 años el cual se realizó con un caudal máximo de $55.93 \text{ m}^3/\text{s}$ la profundidad de flujo de detrito máxima llega aproximadamente entre 0.5 m hasta 2.6 m para la zona en estudio.

Figura 30

Velocidad máxima de flujo de detritos

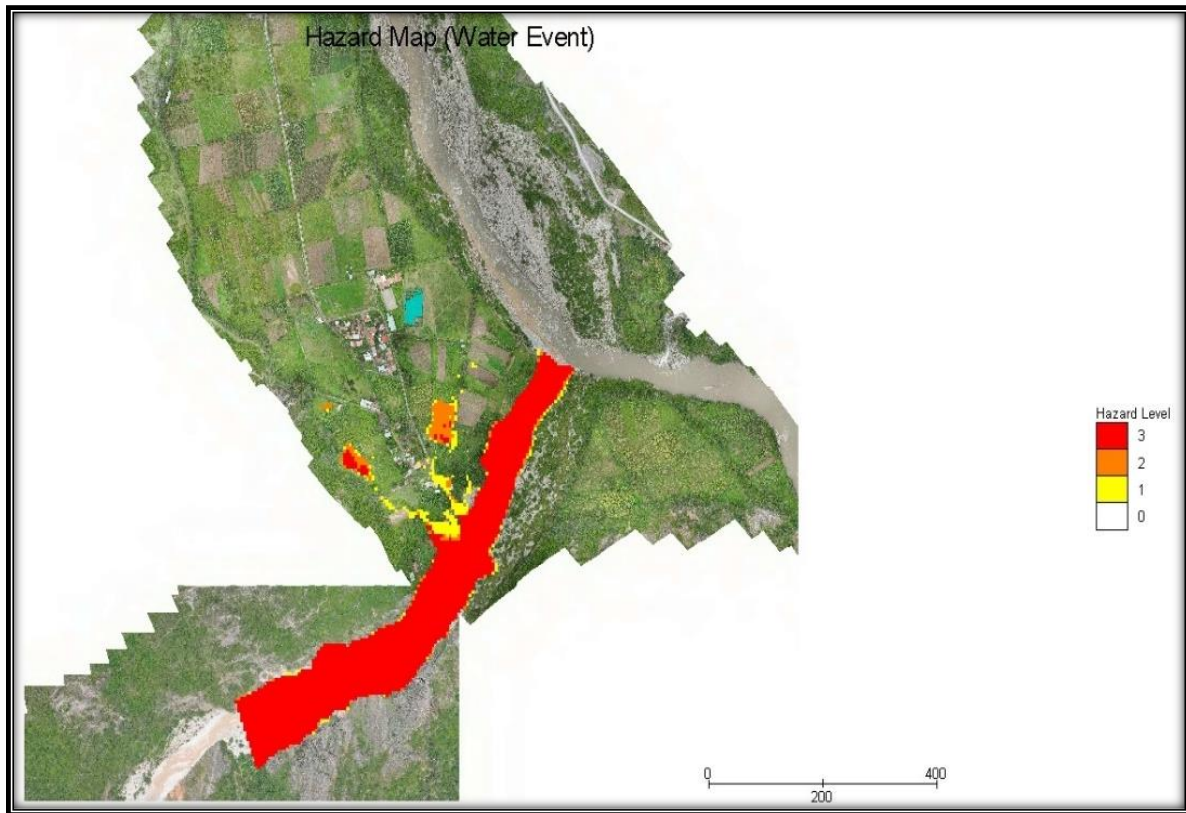


Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra la velocidad máxima que llega a alcanzar el flujo de detritos y varía desde 0.5 m/s hasta 2.2 m/s para la zona en estudio.

Figura 31

Mapa de peligro

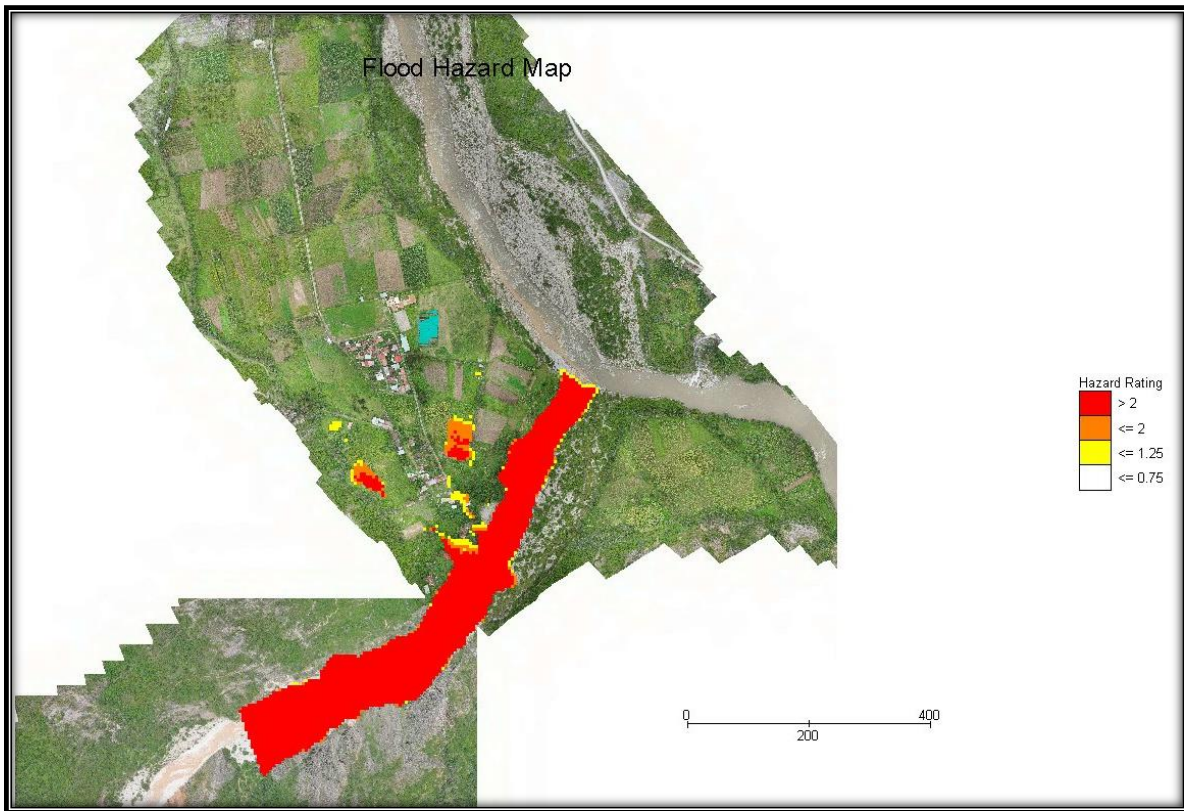


Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra los datos obtenidos por el programa FLO-2D respecto al mapa de peligro por flujo de detritos en la quebrada de Pacsica que afecta a la población con un caudal de $55.93 \text{ m}^3/\text{s}$.

Figura 32

Mapa de peligro de inundación



Fuente: Elaboración propia

Nota: Se expresa el peligro de inundación por flujo de detritos en la quebrada de Pacsica que afecta a la población con un caudal de $55.93 \text{ m}^3/\text{s}$.

Tabla 23

Resultados de para el período de retorno de 50 años con un caudal de $55.93 \text{ m}^3/\text{s}$

Figura	Interpretación del modelo	valores	Unidades
29	Profundidad de flujo de detrito máxima con respecto al flujo de detritos	0.5 -2.6	m
31	Velocidad máxima que alcanza el flujo de detrito	0.5 – 2.2	m/s
32	Mapa de riesgo	alto	

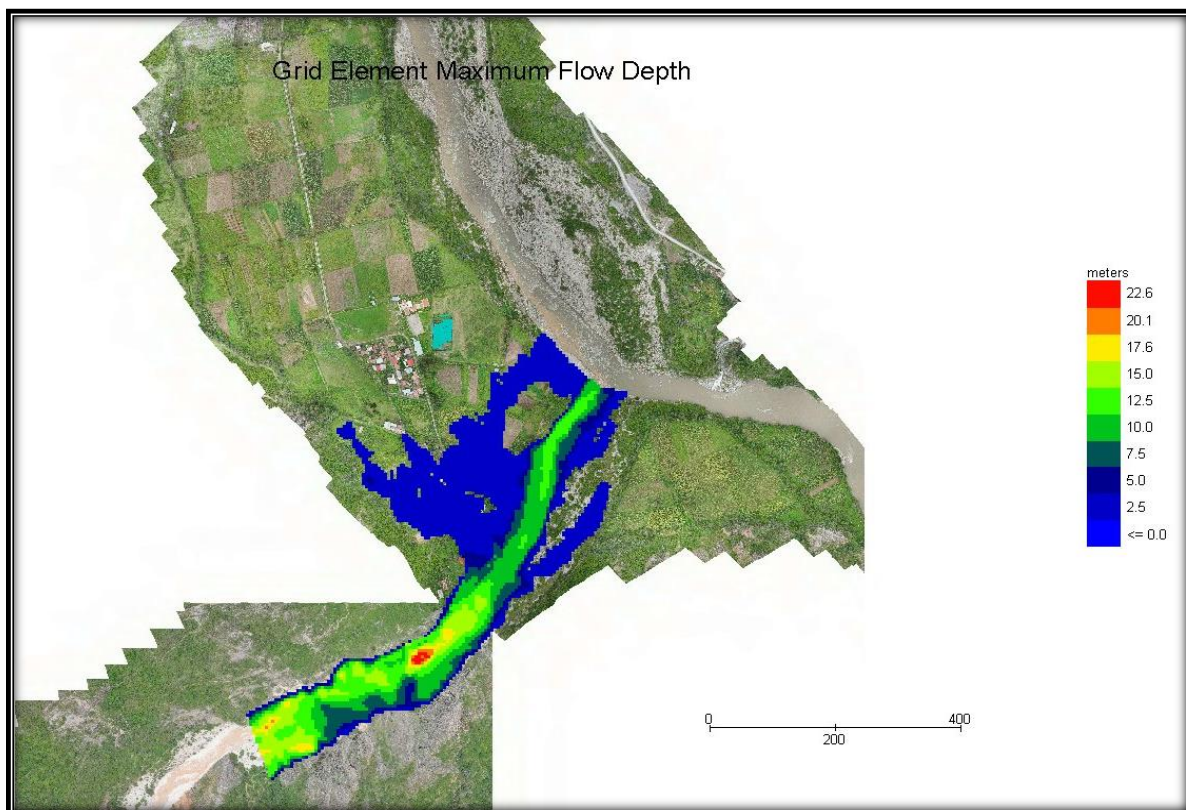
Fuente: Elaboración propia

Nota: Detalles de datos obtenidos mediante el programa FLO-2D para un período de retorno de 50 años.

4.1.1.5.1. Resultado para un período de retorno T_r 100 años.

Figura 33

Profundidad de flujo máxima del elemento de grillas

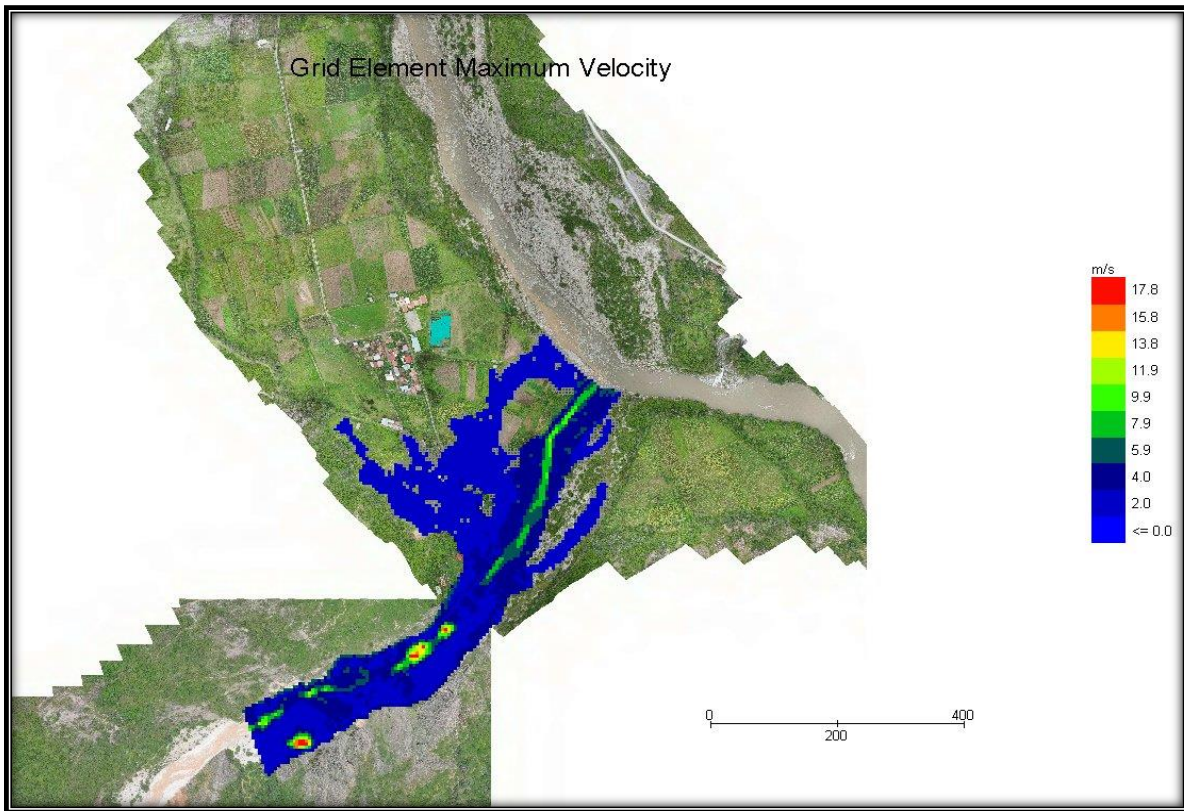


Fuente: Elaboración propia

Nota: Se observa para un período de retorno de 100 años el cual se realizó con un caudal máximo de $62.53 \text{ m}^3/\text{s}$ la profundidad de flujo de detrito máxima llega aproximadamente entre 0.5 m hasta 5.0 m para la zona en estudio.

Figura 34

Velocidad máxima de flujo de detritos

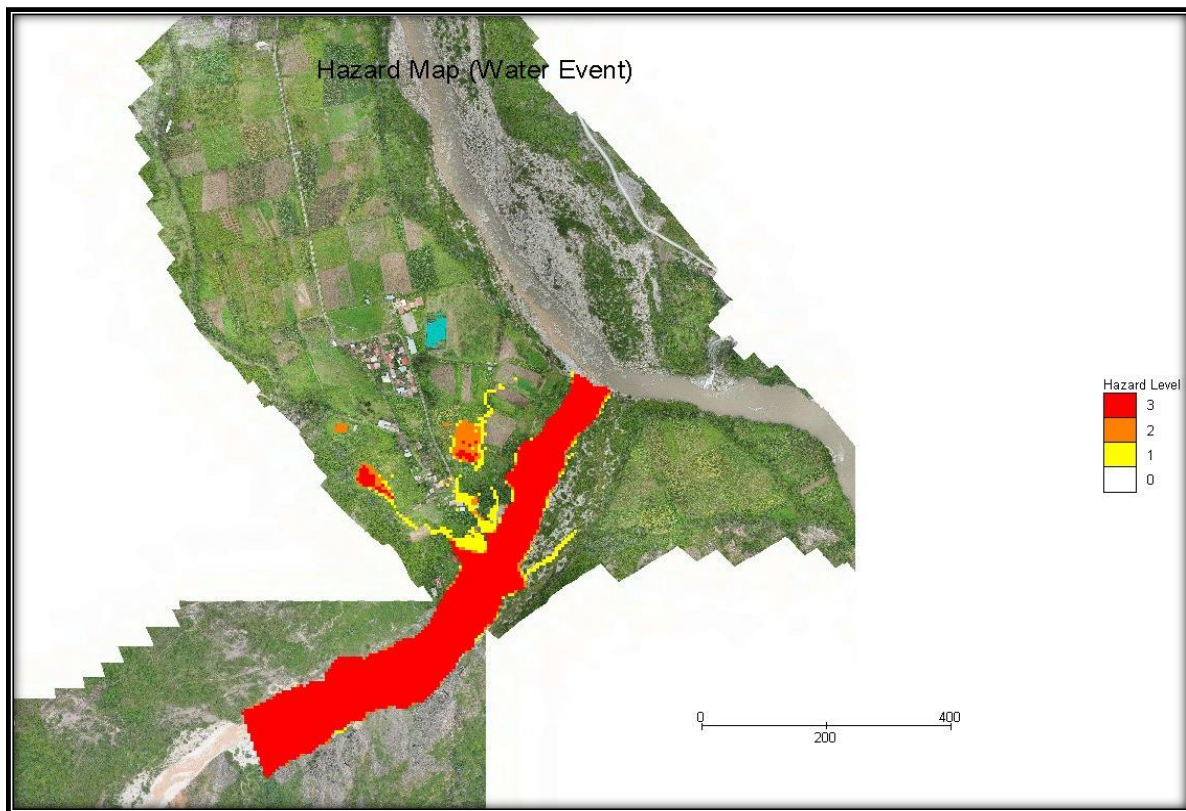


Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra la velocidad máxima que llega a alcanzar el flujo de detritos y varía desde 0.5 m/s hasta 4.0 m/s para la zona en estudio.

Figura 35

Mapa de peligro

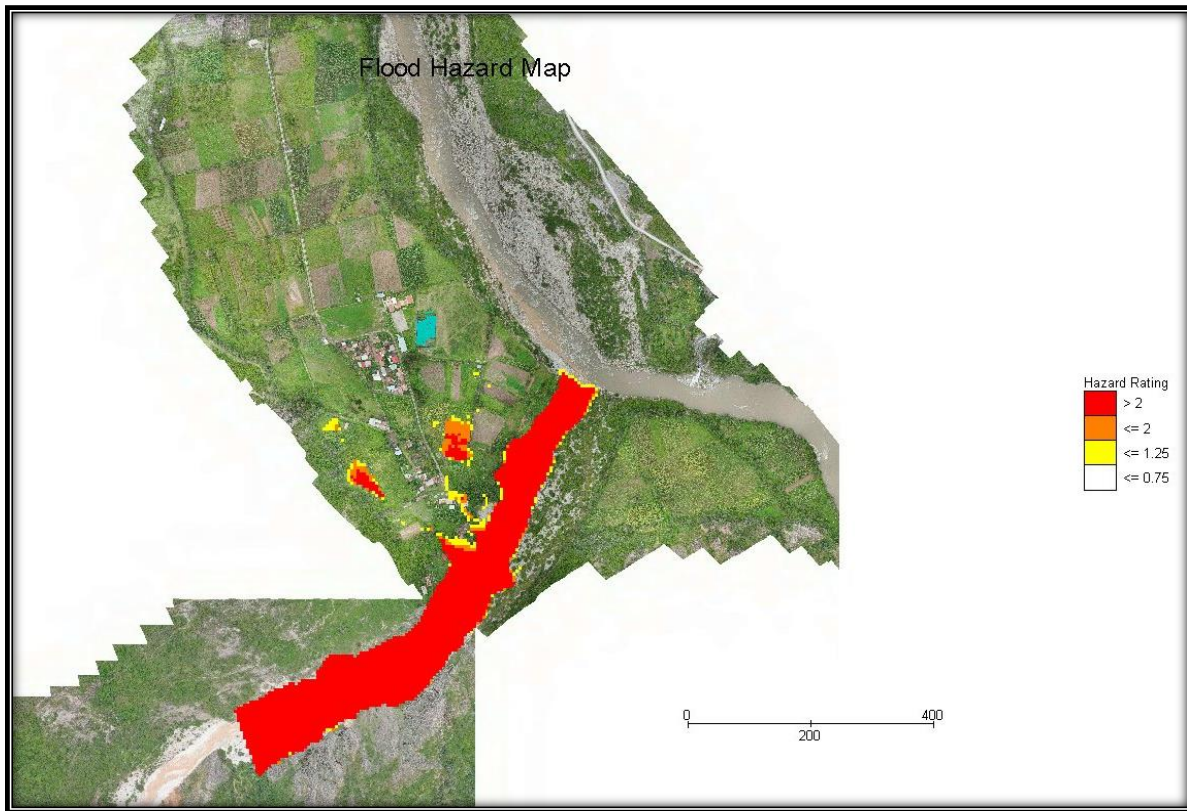


Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra los datos obtenidos por el programa FLO-2D respecto al mapa de peligro por flujo de detritos en la quebrada de Pacsica que afecta a la población con un caudal de $62.53\text{m}^3/\text{s}$.

Figura 36

Mapa de peligro de inundación



Fuente: Elaboración propia

Nota: Se expresa el peligro de inundación por flujo de detritos en la quebrada de Pacsica que afecta a la población con un caudal de 62.53m³/s.

Tabla 24

Resultados de para el período de retorno de 100 años con un caudal de 62.53 m³/s

Figura	Interpretación del modelo	valores	Unidades
34	Tirante de depósito máximo con respecto al flujo de detritos	0.5 -5.0	m
36	Velocidad máxima que alcanza el flujo de detrito	0.5 - 4.0	m/s
37	Mapa de riesgo	alto	

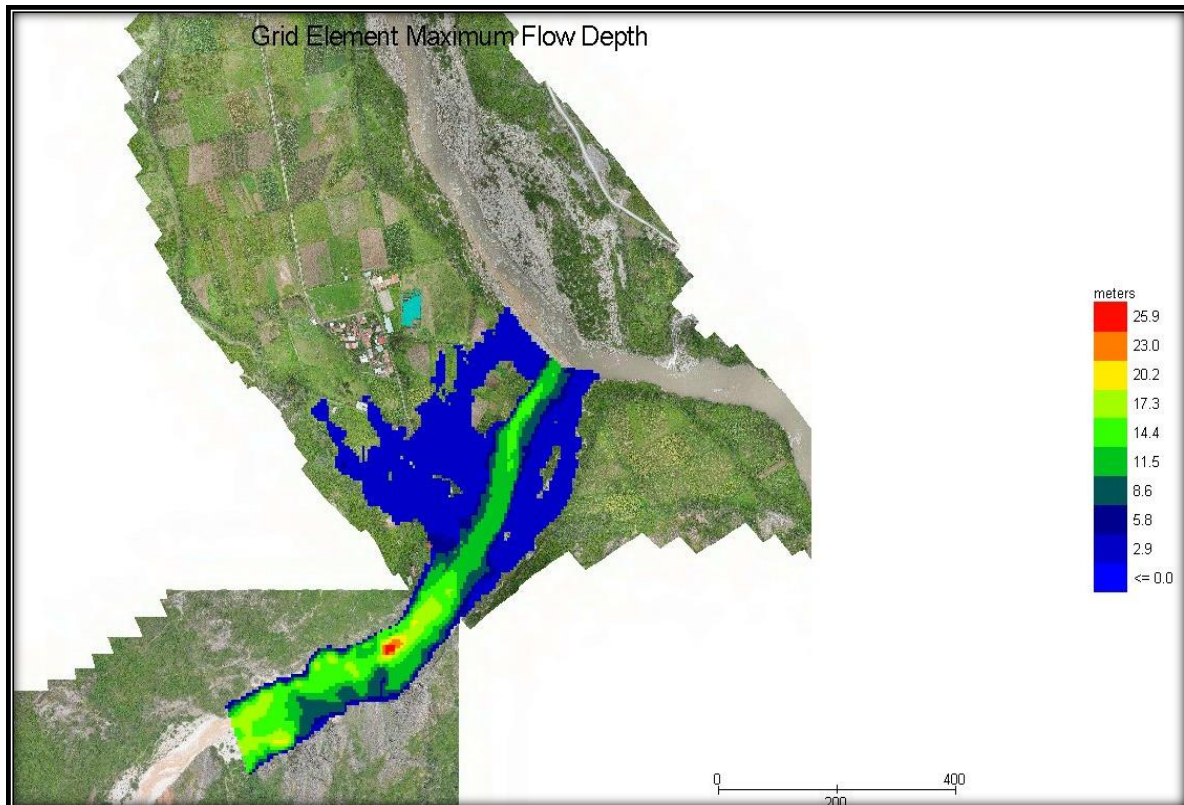
Fuente: Elaboración propia

Nota: Detalles de datos obtenidos mediante el programa FLO-2D para un período de retorno de 100 años.

4.1.1.5.1. Resultado para un período de retorno T_r 500 años.

Figura 37

Profundidad de flujo máxima del elemento de grillas

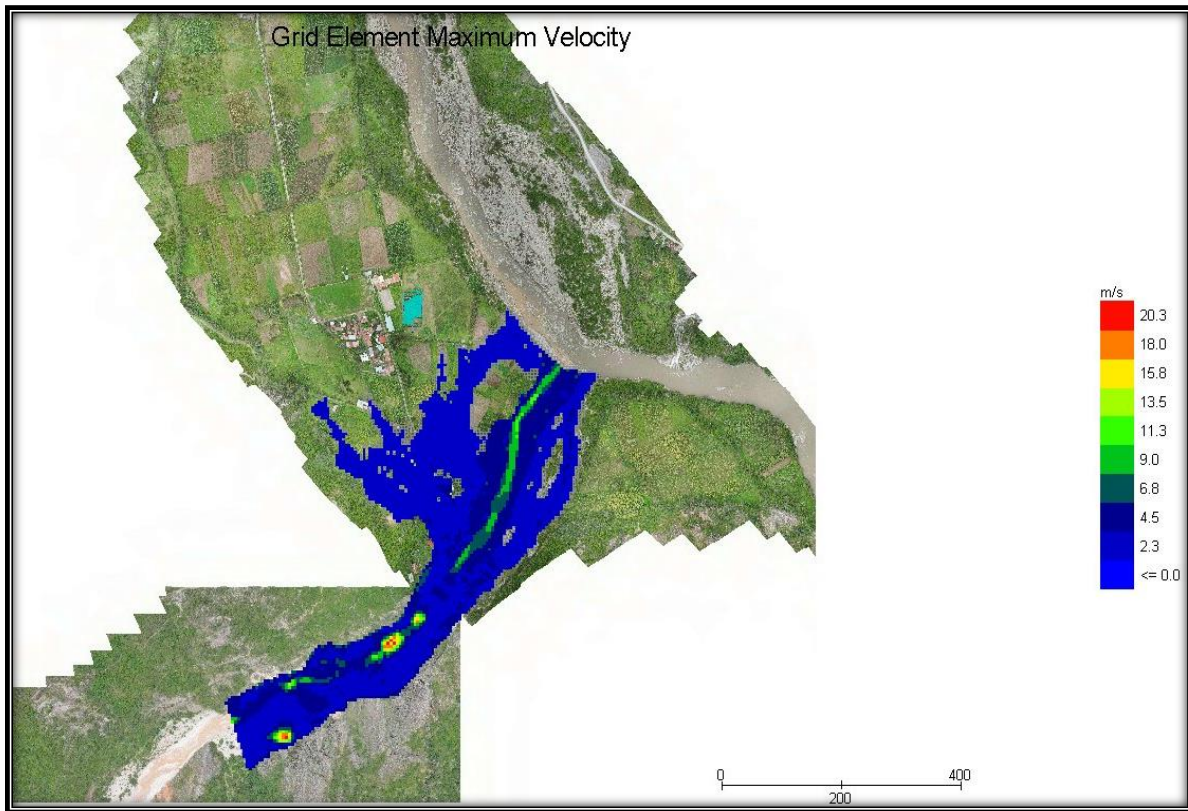


Fuente: Elaboración propia

Nota: Se observa para un período de retorno de 500 años el cual se realizó con un caudal máximo de $78.39 \text{ m}^3/\text{s}$ la profundidad de flujo de detrito máxima llega aproximadamente entre 0.5 hasta 5.8 metros para la zona en estudio.

Figura 38

Velocidad máxima de flujo de detritos

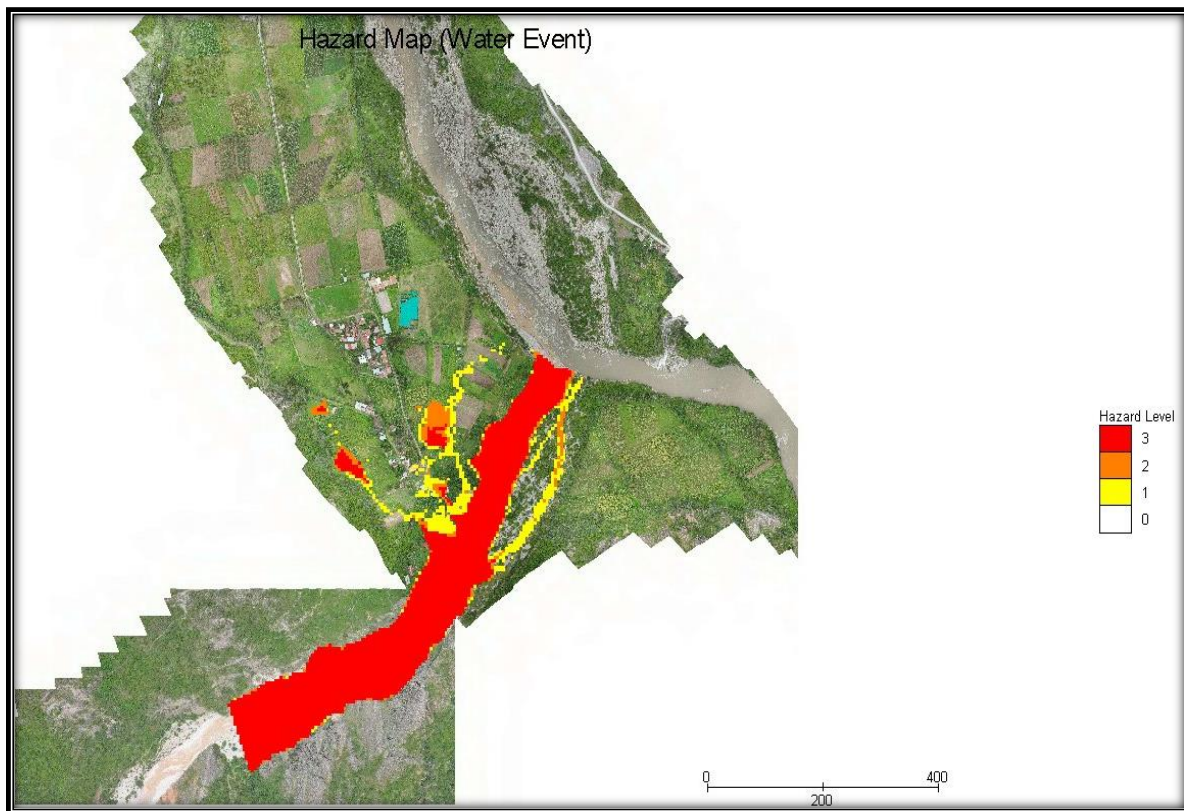


Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra la velocidad máxima que llega a alcanzar el flujo de detritos y varía desde 0.5 hasta 4.5 m/s para la zona en estudio.

Figura 39

Mapa de peligro

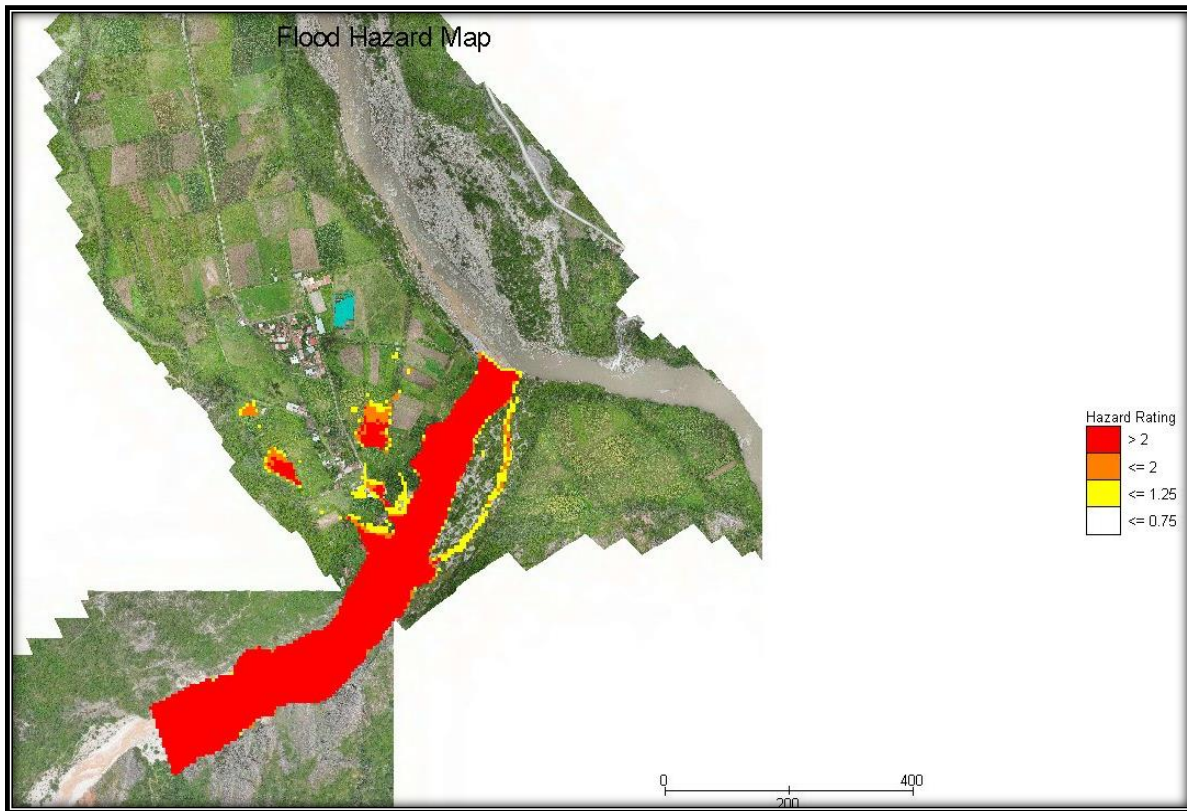


Fuente: Elaboración propia

Nota: Se muestra los datos obtenidos por el programa FLO-2D respecto al mapa de peligro por flujo de detritos en la quebrada de Pacsica que afecta a la población con un caudal de 78.39 m³/s.

Figura 40

Mapa de peligro de inundación



Fuente: Elaboración propia

Nota: Se expresa el peligro de inundación por flujo de detritos en la quebrada de Pacsica que afecta a la población con un caudal de 78.39 m³/s.

Tabla 25

Resultados de para el período de retorno de 500 años con un caudal de 78.39 m³/s

Figura	Interpretación del modelo	Valores	Unidades
38	Tirante de depósito máximo con respecto al flujo de detritos	0.5 – 5.8	m
40	Velocidad máxima que alcanza el flujo de detrito	0.5 – 4.5	m/s
37	Mapa de riesgo	alto	

Fuente: Elaboración propia

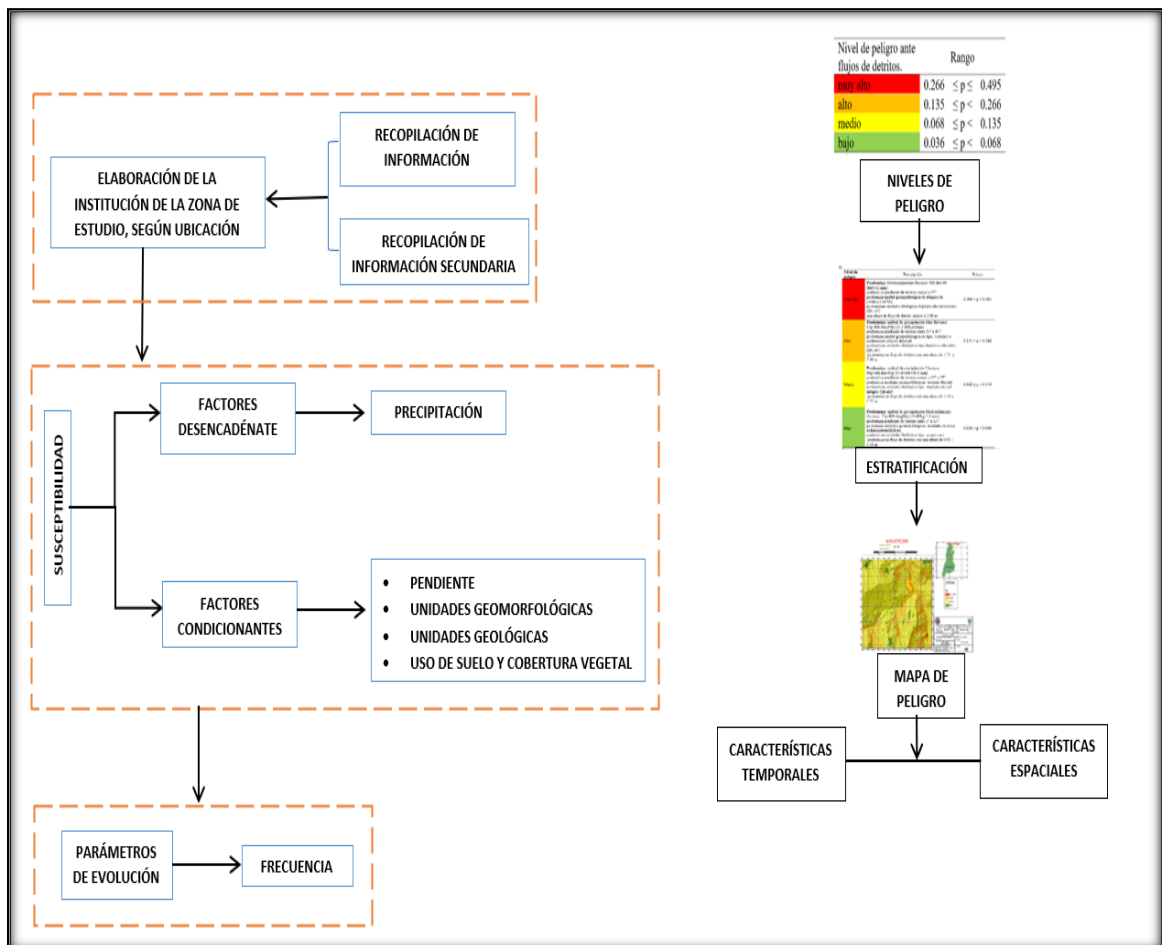
Nota: Detalles de datos obtenidos mediante el programa FLO-2D para un período de retorno de 500 años.

4.1.1.6. Metodología para la determinación de peligrosidad

El siguiente método, que se explica en la siguiente sección, se utilizó para averiguar el peligro de los flujos de detritos en la quebrada Chinchiná localidad de Pacsica lo cual se describe en la siguiente figura 41.

Figura 41

Metodología para determinar la peligrosidad



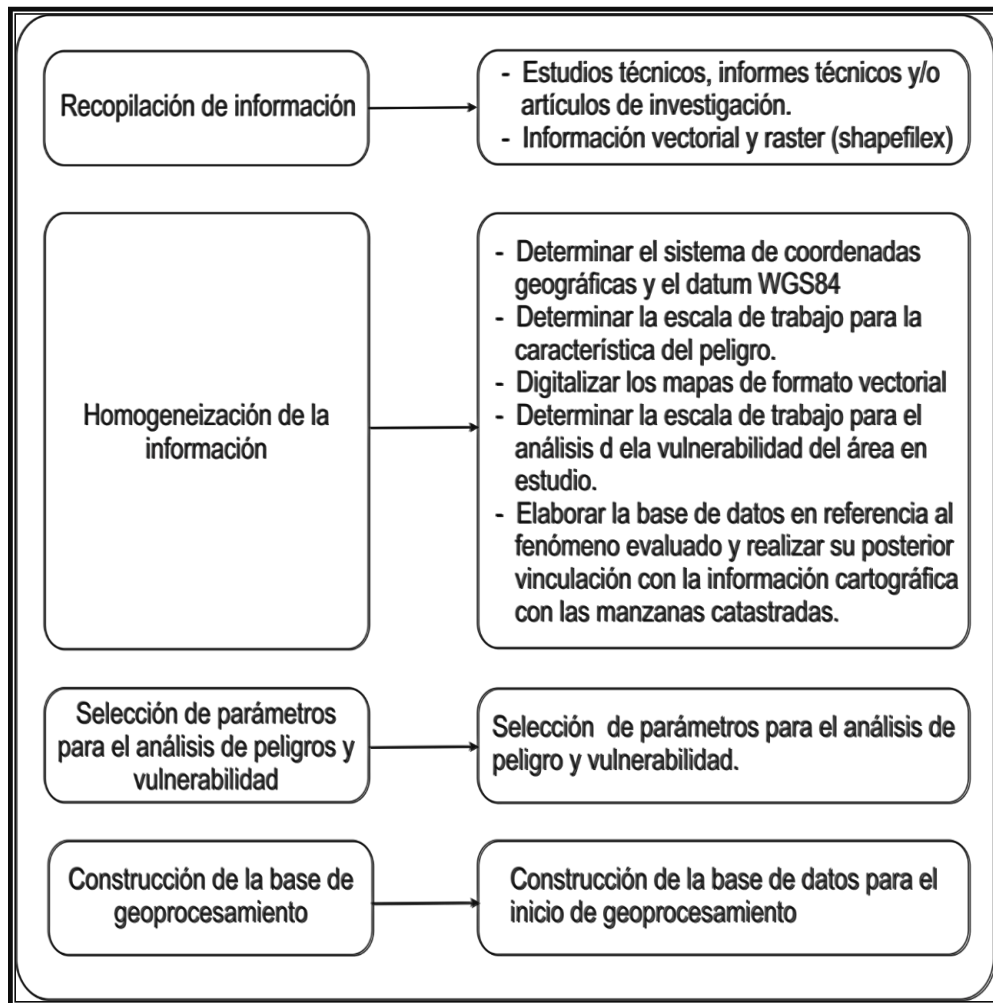
Fuente: Adaptado (CENEPRED, 2015).

4.1.1.7. Recopilación y análisis de información.

Se recopila información disponible: estudios publicados por organismos científicos y técnicos como (SENAMHI, INGEMMET, ESCALE, INEI, entre otras), el cual se obtuvo informaciones históricas, estudios de peligro, cartografías, topografía, hidrología, clima, geología y geomorfología. De manera similar, también se realizó la información obtenida por las entidades y estudios publicados sobre la zona de evaluación.

Figura 42

Flujograma general de procesos de análisis de información



Fuente: Adaptado CENEPRED (2015).

4.1.1.8. Identificación del peligro.

Hay muchos datos generados por las entidades técnicas que se han tenido en cuenta a la hora de evaluar la peligrosidad que se da en la quebrada de Chinchña en el centro poblado de Pacsica, por el cual también fue necesario la identificación de lugar para así poder obtener ideas y más resultados rectos a la observación (Figura 43).

Figura 43

Vista de la quebrada Chinchña con depósitos de flujos de detritos



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Vista de la quebrada Chinchña y la población que está en de Pacsica.

4.1.1.8.1. Caracterización del peligro.

En la quebrada Chinchña se generaron importantes procesos por movimiento de masas, tales como: deslizamientos, desprendimiento de rocas, flujo de detritos y erosión de ladera aquellas que ,por un lado, afectan los terrenos de cultivo y por otra aportan gran cantidad de detritos a la quebrada, en caso de reactivación de movimiento de masa en la quebrada es muy probable que se presenten flujos de gran escalan y generen tipología variada (dependiendo de la proporción de sólidos y líquidos) que podrían afectar a la población de Pacsica el cual se realizó con el programa FLO-2D para la obtención de tirantes de flujo de detrito en la población.

Figura 44

Se puede observar el desprendimiento de rocas y flujos de detritos.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Sé observar desprendimientos de rocas, y el muro de contención en malas condiciones y la recolección de agua de un manantial.

4.1.1.8.2. Parámetros de Evaluación de los peligros y ponderación.

SAATY desarrollo una tabla para mostrar el significado relativo de cada comparación de descriptores calculando los pesos ponderados de forma general.

Los parámetros de evaluación más influyente son: altura y volumen del flujo de detritos, viene a ser cantidad de líquido viscoso creado por la presencia de anomalías de precipitación por encima de su norma climática que se presentan en la quebrada de Chinchña y provocan la saturación del suelo desestabilizando las laderas de pendiente muy fuerte produciendo que se desplace por acciones de gravedad, estos fenómenos ocurren anualmente. Los resultados se subdividen en 2 matrices y se puede observar en las siguientes tablas.

a) Parámetro de evaluación de altura de flujo de detrito

Lo cual se obtuvo datos de altura de flujo de detritos para un período de retorno de 100 años que se muestra en la (tabla 26).

Tabla 26

Matriz de comparación de pares del parámetro de altura de flujos de detritos.

Altura de flujo en zona afectada	> 5.00 m	3.82 - 5.00 m	2.16 – 3.82 m	0.5 – 2.16 m	< 0.5 m
> 5.00 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
3.82 - 5.00 m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
2.16 – 3.82 m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
0.5 – 2.16 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
< 0.5 m	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 27

Matriz de normalización del parámetro altura de flujo.

Altura de flujo en zona afectada	> 5.00 m	3.82- 5.00 m	2.16 – 3.82 m	0.5 – 2.16 m	< 0.5 m	Vector Priorización
> 5.00 m	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
3.82 - 5.00 m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
2.16 – 3.82 m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
0.5 – 2.16 m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
< 0.5 m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y relación de consistencia (RC) para nuestro estudio

Tabla 28

Índice y relación de consistencia

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia.

Figura 45

Altura del flujo en la zona afectada



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Sé observar la medición de alturas del flujo de agua y cuál es su máxima venida

4.1.1.8.3. Susceptibilidad del territorio.

Se toman en cuenta los factores condicionantes y desencadenantes al evaluar la susceptibilidad de la quebrada Chinchña y la población de Pacsica, se considera los siguientes factores (Tabla 29).

Tabla 29

Factor condicionante y desencadenante

Factores desencadenantes	Factores condicionantes		
Precipitación (anomalías de precipitación)	Pendiente del terreno	Unidades geomorfológicas	Unidades litológicas

Fuente: Elaboración propia.

Para evaluar el riesgo y la vulnerabilidad se debe utilizar el método de análisis jerárquico mencionado en el “Manual para la evaluación de riesgo originados por fenómenos naturales” (CENEPRED, 2015).

El cual se desarrolló la matriz de comparación, moralización y el índice de consistencia para los ponderados de cada descriptor y se describen en las siguientes tablas, por el cual se desarrolló por el método de SAATY.

4.1.1.8.4. Análisis del factor desencadenante.

Se empleó el análisis jerárquico para obtener los pesos ponderados del parámetro de los factores desencadenante, y se obtuvo el siguiente resultado.

a) **Parámetros:** La precipitación (anomalías de precipitación)

Tabla 30

Matriz de comparación de pares el parámetro precipitación

Umbral de precipitación	Extremadamente lluvioso: rr/día > 99 (rr > 32 mm)	Muy lluvioso: 95p < rr/día ≤ 99 p (21.2 < rr ≤ 32 mm)	Lluvioso: 90p < rr/día ≤ 95p (15.8 < rr ≤ 21.1 mm)	Moderadamente lluvioso: 75p < rr/día ≤ 90p (10 < rr ≤ 15.8 mm)	Ligeramente lluvioso: rr/día ≤ 75p (rr ≤ 10)
Extremadamente lluvioso: rr/día > 99 (rr > 32 mm)	1.00	3.00	4.00	7.00	9.00
Muy lluvioso: 95p < rr/día ≤ 99 p (21.2 < rr ≤ 32 mm)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Lluvioso: 90p < rr/día ≤ 95p (15.8 < rr ≤ 21.1 mm)	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Moderadamente lluvioso: 75p < rr/día ≤ 90p (10 < rr ≤ 15.8 mm)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Ligeramente lluvioso: rr/día ≤ 75p (rr ≤ 10)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.84	4.68	8.53	16.33	25.00
1/Suma	0.54	0.21	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31*Matriz de normalización del parámetro precipitación*

Umbrales de precipitación	Extremadamente lluvioso: $rr/día > 99$ ($rr > 32$ mm)	Muy lluvioso: $95p < rr/día \leq 99p$ ($21.2 < rr \leq 32$ mm)	Lluvioso: $90p < rr/día \leq 95p$ ($15.8 < rr \leq 21.1$ mm)	Moderadamente lluvioso: $75p < rr/día \leq 90p$ ($10 < rr \leq 15.8$ mm)	Ligeramente lluvioso: $rr/día \leq 75p$ ($rr \leq 10$)	Vector priorización
Extremadamente lluvioso: $rr/día > 99$ ($rr > 32$ mm)	0.544	0.642	0.469	0.429	0.360	0.489
Muy lluvioso: $95p < rr/día \leq 99p$ ($21.2 < rr \leq 32$ mm)	0.181	0.214	0.352	0.306	0.280	0.267
Lluvioso: $90p < rr/día \leq 95p$ ($15.8 < rr \leq 21.1$ mm)	0.136	0.071	0.117	0.184	0.200	0.142
Moderadamente lluvioso: $75p < rr/día \leq 90p$ ($10 < rr \leq 15.8$ mm)	0.078	0.043	0.039	0.061	0.120	0.068
Ligeramente lluvioso: $rr/día \leq 75p$ ($rr \leq 10$)	0.060	0.031	0.023	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio

Tabla 32

Índice y relación de consistencia

IC	0.056
RC	0.050

Fuente: Elaboración propia.

Figura 46

Zona con mucha neblina y lluvioso.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa una vista panorámica de la zona en estudio, el cual afecta a la población de Pacsica.

4.1.1.8.5. Análisis de factor condicionante.

Se empleó el análisis jerárquico para obtener el peso ponderado del parámetro del factor condicionante, el cual se obtuvo los resultados siguientes.

Tabla 33*Matriz de comparaciones de pares de factor condicionante*

Factores condicionantes	Pendiente	Unidades geomorfológicas	Unidades litológicas
Pendiente	1.00	3.00	7.00
Unidades geomorfológicas	0.33	1.00	3.00
Unidades litológicas	0.14	0.33	1.00
suma	1.48	4.33	11.00
1/suma	0.68	0.23	0.09

Fuente: Elaboración propia.**Tabla 34***Matriz de normalización del factor condicionante.*

Factores condicionantes	Pendiente	Unidades geomorfológicas	Unidades litológicas	Vector priorización
Pendiente	0.677	0.692	0.636	0.669
Unidades geomorfológicas	0.226	0.231	0.273	0.243
Unidades litológicas	0.097	0.077	0.091	0.088

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 35*Análisis jerárquico para los factores condicionantes*

IC	0.004
RC	0.007

Fuente: Elaboración propia.

a) **Parámetro:** Pendiente

Tabla 36

Matriz de comparación de pares para el parámetro pendiente del terreno

Pendientes	>40°	25° - 40°	15° - 25°	5° - 15°	<5°
>40°	1.00	2.00	5.00	7.00	9.00
25° - 40°	0.50	1.00	2.00	5.00	7.00
15° - 25°	0.20	0.50	1.00	2.00	4.00
5° - 15°	0.14	0.20	0.50	1.00	2.00
<5°	0.11	0.14	0.25	0.50	1.00
Suma	1.95	3.84	8.75	15.50	23.00
1/Suma	0.51	0.26	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37

Matriz de normalización del parámetro pendiente de terreno

Pendientes	>40°	25° - 40°	15° - 25°	5° - 15°	<5°	Vector Priorización
>40°	0.512	0.520	0.571	0.452	0.391	0.489
25° - 40°	0.256	0.260	0.229	0.323	0.304	0.274
15° - 25°	0.102	0.130	0.114	0.129	0.174	0.130
5° - 15°	0.073	0.052	0.057	0.065	0.087	0.067
<5°	0.057	0.037	0.029	0.032	0.043	0.040

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 38

Índice y relación de consistencia

IC	0.015
RC	0.014

Fuente: Elaboración propia.

Figura 47

Pendiente del terreno en estudio



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se observa en la zona de estudio la pendiente, geología, geomorfología y toda la quebrada de Chinchiña.

b) Parámetro: unidades geomorfológicas

Tabla 39

Matriz de comparación de pares para el parámetro unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Abanico de piedemonte (Ab)	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial	Terrazas fluviales	Montaña en rocas sedimentarias(rm-rs)	Morrenas
Abanico de piedemonte (Ab)	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial.	0.50	1.00	3.00	5.00	7.00
Terrazas fluviales	0.25	0.33	1.00	3.00	5.00
Montaña en rocas sedimentarias(rm-rs)	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Morrenas	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	2.00	3.68	8.53	16.33	25.00
1/Suma	0.50	0.27	0.12	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40*Matriz de normalización del parámetro unidades geomorfológicas*

Unidades geomorfológicas	Abanico de piedemonte(a b)	Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial.	Terrazas fluviales	montañas en rocas sedimentarias(r m-rs)	Morrenas	Vector priorización
abanico de piedemonte(ab)	0.499	0.544	0.469	0.429	0.360	0.460
vertiente o piedemonte coluvio-deluvial.	0.250	0.272	0.352	0.306	0.280	0.292
terrazas fluviales	0.125	0.091	0.117	0.184	0.200	0.143
montaña en rocas sedimentarias(r m-rs)	0.071	0.054	0.039	0.061	0.120	0.069
morrenas	0.055	0.039	0.023	0.020	0.040	0.036

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 41*Índice y relación de consistencia*

IC	0.041
RC	0.037

Fuente: Elaboración propia.

Figura 48

Se puede observar toda la geomorfología



Fuente: Elaboración propia.

Nota. Se puede observar la forma de la superficie terrestre

c) **Parámetro:** Unidades litológicas

Tabla 42

Matriz de compresión de pares del parámetro unidades litológicas

Unidades geológicas	Depósito aluvial reciente (qh-al1)	Depósitos coluviales (qh-alv)	Depósito aluvial antiguo (qh-al2)	Grupo yura	Depósito fluvial (qh-f)
Depósito aluvial reciente (qh-al1)	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Depósitos coluviales (qh-alv)	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Depósito aluvial antiguo (qh-al2)	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
Grupo yura	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00

Depósito fluvial (qh-f)	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43

Matriz de normalización del parámetro unidades litológicas

Unidades geológicas	Depósito aluvial reciente (qh-al1)	Depósitos coluviales (qh-alv)	Depósito aluvial antiguo (qh-al2)	Grupo yura	Depósito fluvial (qh-f)	Vector priorización
Depósito aluvial reciente (qh-al1)	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Depósitos coluviales (qh-alv)	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Depósito aluvial antiguo (qh-al2)	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Grupo yura	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Depósito fluvial (qh-f)	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: **Elaboración propia.**

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 44

Índice y relación de consistencia

IC	0.015
RC	0.014

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.8.6. Definición de escenarios.

Los umbrales de precipitación se determinan teniendo en cuenta la caracterización de extremadamente lluviosa. Probabilidad de lluvia en un período de retorno de 100 años es de 57.1 mm, pendientes mayores a 45° y geomorfológica: abanicos de piedemonte (ab), litología: depósito aluvial reciente (qh-a11).

El escenario: se basa en datos obtenidos en la visita de campo y recolección de datos de las personas más antiguas de la población de Pacsica que conocen como es el comportamiento de la quebrada de Chinchina y de qué manera afecta a la población de Pacsica, lo cual se trabajó con software ARCGIS para obtener la unión de parámetros condicionantes que son cinco parámetros: altura de flujo de detritos por el cual nos ayudó a determinar el software FLO-2D, precipitación, pendiente del terreno, unidades geomorfológicas, unidades litológicas.

4.1.1.8.7. Nivel de peligro.

Se presenta los niveles de peligro y rango obtenidos análisis jerárquico.

Tabla 45

Cálculo de los niveles de peligro ante flujo de detritos

Nivel de peligro ante flujos de detritos.	Rango
Muy alto	0.266 ≤ p ≤ 0.495
Alto	0.135 ≤ p < 0.266
Medio	0.068 ≤ p < 0.135
Bajo	0.036 ≤ p < 0.068

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.8.8. Estratificaciones del nivel de peligro.

La siguiente estratificación del nivel de peligro se obtuvo analizando los el nivel de flujo de detrito, factores condicionantes y desencadenante, así como los parámetros de evaluación.

Tabla 46

Estratificación del nivel de peligro

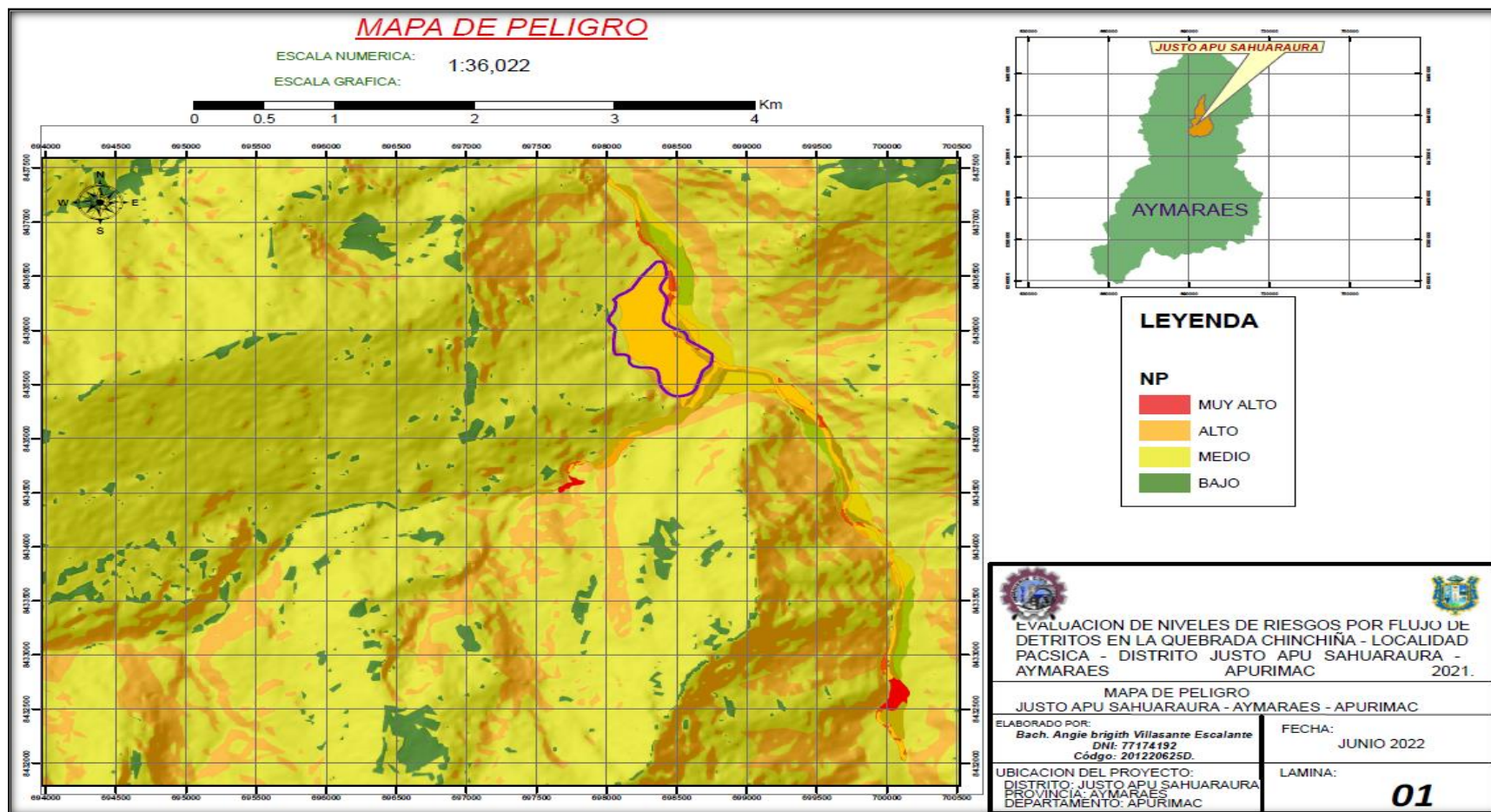
Nivel de peligro	Descripción	Rango
Muy alto	Predomina: Extremadamente lluvioso: RR/día>99 (RR>32 mm) Predomina: Pendiente de terreno mayor a 45°. Predomina: Unidad geomorfológica de abanico de piedemonte (Ab) Predomina: Unidades litológicas depósito aluvial reciente (Qh-al1) Predomina: Flujo de detrito con una altura mayor a 5.00 m.	$0.266 \leq p \leq 0.495$
Alto	Predomina: Umbral de precipitación Muy lluvioso: 95p<RR/día≤99p (21.2<RR≤32mm). Predomina: Pendiente de terreno entre 25° a 45°. Predomina: Unidad geomorfológica de tipo, vertiente o piedemonte coluvio-deluvial. Predomina: Unidades litológicas tipo depósito coluviales (Qh-alv). Predomina: Flujo de detritos con una altura de 3.82 m a 5.00 m.	$0.135 \leq p < 0.266$
Medio	Predomina: Umbral de precipitación Lluvioso: 90p<RR/día≤95p (15.8<RR≤21.1 mm) Predomina: Pendiente de terreno menor a 15° a 25°. Predomina: Unidades geomorfológicas: terrazas fluviales. Predomina: Unidades litológicas tipo: depósito aluvial antiguo (Qh-al2) Predomina: Flujo de detritos con una altura de 2.16 m a 3.82 m	$0.068 \leq p < 0.135$
Bajo	Predomina: Umbral de precipitación Moderadamente lluvioso: 75p<RR/día≤90p (10<RR≤15.8 mm) Predomina: Pendiente de terreno entre 5° a 15°. Predomina: Unidades geomorfológicas: montaña en rocas sedimentarias (RM-rs) Predomina: Unidades litológicas tipo: grupo yura. Predomina: Flujo de detritos con una altura de 2.16 m - 0.5 m	$0.036 \leq p < 0.068$

Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.8.9. Mapa de peligro.

Figura 49

Mapa de peligro por flujo de detritos



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1.9. Análisis de elementos expuestos.

La exposición en el área expuesta de Pacsica, son vulnerables (población, vivienda, establecimientos educativos, vías, servicios básicos, etc.). Se encuentran en zonas de peligrosidad de flujo de detritos, que se encuentran en zonas afectadas por la ocurrencia o las manifestaciones del peligro.

a) Dimensión social

- **Población**

La población expuesta es de 110 habitantes, de los cuales el 51.82% que equivale a 57 mujeres y 48.18% equivale 53 son hombres.

- **Vivienda**

La zona de influencia de la quebrada Chinchíña es la población de Pacsica que cuenta con 49 viviendas habitadas, 16 viviendas deshabitadas, una casa de club de madres, una capilla y una casa comunal.

- **Salud**

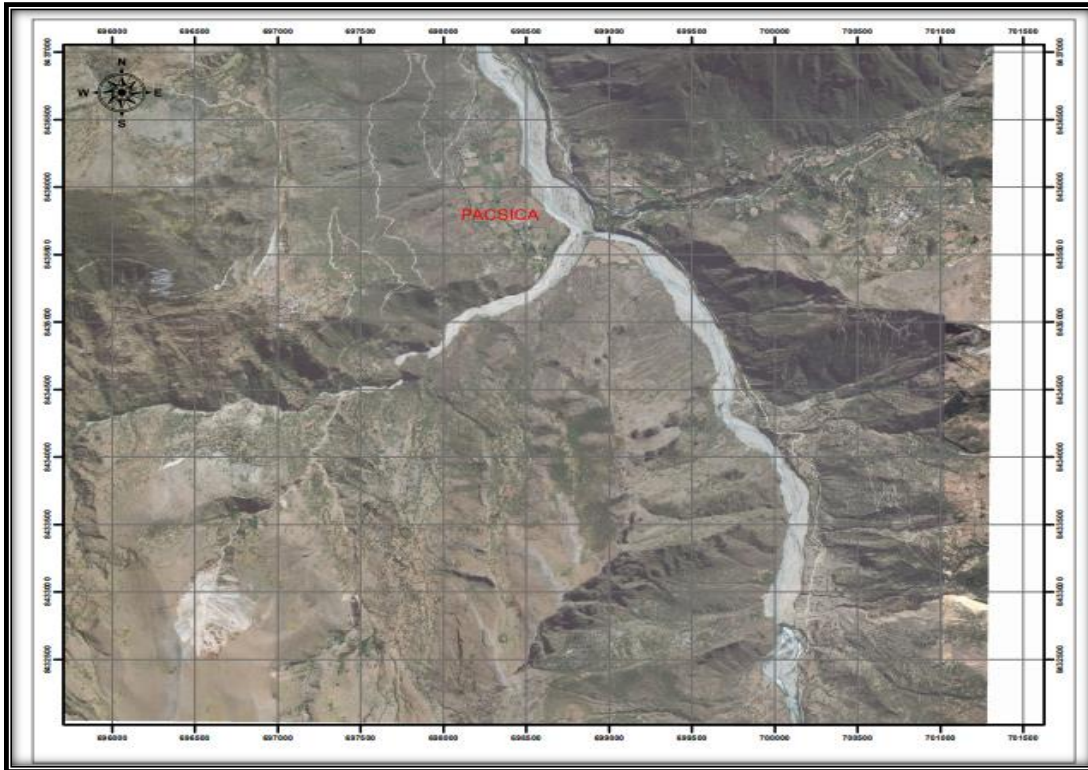
El área no cuenta con un hospital, ni centros de salud.

- **Educación**

El área cuenta con 02 instituciones educativas.

Figura 50

Imagen satelital de la localidad de Pacsica



Fuente: Elaboración propia.

b) Dimensión ambiental

- De flora silvestre, en una zona esencialmente agrícola, ganadera y con tierras fértiles, regadas en la parte baja por aguas de canal provisional y por lluvias. Las tierras son aptas para los más diversos cultivos propios de la zona.
- La disposición final de los residuos sólidos generados por los habitantes del centro poblado de Pacsica no cuenta con un manejo o tratamiento adecuado, esto se realiza en un botadero informal a cielo abierto ubicado a 0.8 km de la población.

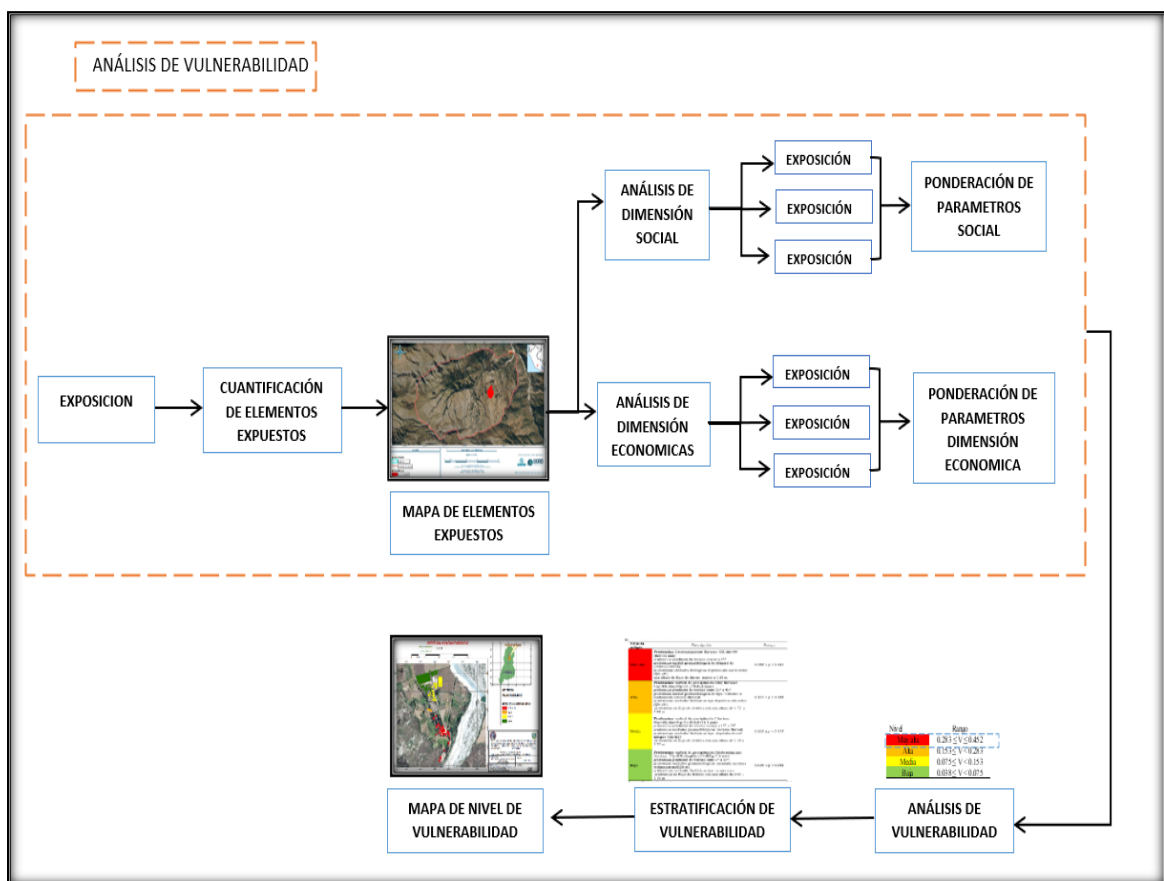
4.1.2. Determinar el nivel de vulnerabilidad, al realizar la evaluación de riesgos del flujo de detritos.

4.1.2.1. Metodología para el análisis de vulnerabilidad.

Para analizar la vulnerabilidad desde la población de Pacsica se realizó un trabajo semicuantitativo para desarrollar la siguiente metodología.

Figura 51

Flujo de la metodología para el análisis de la vulnerabilidad



Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de elementos expuestos susceptibles al peligro: se considera la vulnerabilidad de acuerdo a los lotes del centro poblado, de tal manera que se determina el grado de vulnerabilidad en el centro poblado Pacsica, y se analizan las dimensiones socioeconomicas y ambientales de la vulnerabilidad utilizando parámetros específicos de cada dimensión.

4.1.2.2. Análisis de la dimensión social.

Se evaluaron las variables posteriores para interpretar la dimensión social de la vulnerabilidad:

Tabla 47

Matriz de comparación de pares: Parámetro de dimensión social

Dimensión social	Exposición social	Fragilidad social	Resiliencia social
Exposición social	1.00	3.00	5.00
Fragilidad social	0.33	1.00	2.00
Resiliencia social	0.20	0.50	1.00
Suma	1.53	4.50	8.00
1/suma	0.65	0.22	0.13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 48

Matriz de normalización: Parámetro de la dimensión social

Dimensión social	Exposición social	Fragilidad social	Resiliencia social	Vector priorización
Exposición Social	0.652	0.667	0.625	0.648
Fragilidad Social	0.217	0.222	0.250	0.230
Resiliencia Social	0.130	0.111	0.125	0.122

Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla resume los resultados del índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio. (Ver Tabla 27)

Tabla 49

Índice y relación de consistencia

IC	0.002
RC	0.004

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.2.1. Análisis de la exposición en la dimensión social.

a) Parámetros: Número de personas por viviendas

Tabla 50

Matriz de comparación de pares del parámetro: Número de personas por vivienda

Número de personas en edificación	Habitan más de 6 personas en la edificación	Habitan 4 a 6 personas en la edificación	Habitan 2 a 3 personas en la edificación	Habita 1 persona en la edificación	No habita ninguna persona en la edificación
Habitan más de 6 personas en la edificación	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Habitan 4 a 6 personas en la edificación	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Habitan 2 a 3 personas en la edificación	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Habita 1 persona en la edificación	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
No habita ninguna persona en la edificación	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.787	4.676	9.533	16.333	25.000
1/Suma	0.560	0.214	0.105	0.061	0.040

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 511

Matriz de normalización del parámetro: Número de personas por vivienda

Número de personas en edificación	Habitan más de 6 personas en la edificación	Habitan 4 a 6 personas en la edificación	Habitan 2 a 3 personas en la edificación	Habita 1 persona en la edificación	No habita ninguna persona en la edificación	Vector priorización

Habitantes más de 6 personas en la edificación	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Habitantes 4 a 6 personas en la edificación	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Habitantes 2 a 3 personas en la edificación	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Habita 1 persona en la edificación	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
No habita ninguna persona en la edificación	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 52

Índice y relación de consistencia

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia.

Figura 52

Encuesta de número de personas que habitan en la vivienda



Fuente: Elaboración propia.

Nota: En la imagen se puede observar las encuestas para validar.

4.1.2.2.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión social.

Tabla 53

Matriz de comparación de pares del parámetro: Factor residencia de dimensión social

Fragilidad	Tipo de acceso al servicio de agua	Tipo de acceso al servicio de alcantarillado	Tipo acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica
Tipo de acceso al servicio de agua.	1.00	3.00	5.00
Tipo de acceso al servicio de alcantarillado.	0.33	1.00	2.00
Tipo acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica.	0.20	0.50	1.00
Suma	1.53	4.50	8.00
1/Suma	0.65	0.22	0.13

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54

Matriz de normalización del parámetro: Factor residencia de la dimensión social

Fragilidad	Tipo de acceso al servicio de agua	Tipo de acceso al servicio de alcantarillado	Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres	Vector priorización
Tipo de acceso al servicio de agua.	0.652	0.667	0.625	0.648
Tipo de acceso al servicio de alcantarillado.	0.217	0.222	0.250	0.230
Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres.	0.130	0.111	0.125	0.122

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 55

Índice y relación de consistencia

IC	0.002
RC	0.004

Fuente: Elaboración propia.

Figura 53

Ubicación de la cobertura de alcantarillado



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se puede observar los puntos de alcantarillado.

a) Tipo de acceso al servicio de agua.

Tabla 56

Matriz de comparación de pares del parámetro: Tipo de acceso al servicio de agua

Tipo de acceso al servicio de agua	No cuenta con servicio	Se abastece de ríos, acequia y/o manantial	Se abastece de pilón de uso público	Se abastece de red pública de agua fuera de la vivienda	Se abastece de red pública de agua dentro de la vivienda
No cuenta con servicio	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Se abastece de ríos, acequia y/o manantial	0.500	1.000	3.000	6.000	9.000
Se abastece de pilón de uso público	0.250	0.333	1.000	2.000	3.000
Se abastece de red pública de agua fuera de la vivienda	0.167	0.167	0.500	1.000	2.000
Se abastece de red pública de agua dentro de la vivienda	0.125	0.111	0.333	0.500	1.000
Suma	2.042	3.611	8.833	15.500	23.000
1/Suma	0.49	0.28	0.11	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57

Matriz de normalización del parámetro: Tipo de acceso al servicio de agua

Tipo de acceso al servicio de agua	no cuenta con servicio	se abastece de ríos, acequia y/o manantial	se abastece de pilón de uso público	se abastece de red pública de agua fuera de la vivienda	se abastece de red pública de agua dentro de la vivienda	vector priorización
No cuenta con servicio	0.490	0.554	0.453	0.387	0.348	0.446

Se abastece de ríos, acequia y/o manantial	0.245	0.277	0.340	0.387	0.391	0.328
Se abastece de pilón de uso público	0.122	0.092	0.113	0.129	0.130	0.117
Se abastece de red pública de agua fuera de la vivienda	0.082	0.046	0.057	0.065	0.087	0.067
Se abastece de red pública de agua dentro de la vivienda	0.061	0.031	0.038	0.032	0.043	0.041

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 58

Índice y relación de consistencia

IC	0.019
RC	0.017

Fuente: Elaboración propia.

Figura 54

Abastecimiento de agua potable y abastecimiento de manantiales



Fuente: Elaboración propia.

Nota: se observa que la población sufre de abastecimiento de agua y optan por el agua del rio que se ve en malas condiciones.

b) Tipo de acceso al servicio de alcantarillado

Tabla 59

Matriz de normalización del parámetro: Tipo de acceso al servicio de alcantarillado

Tipo de acceso al servicio de alcantarillado	No cuenta con servicio.	Silos sanitario.	Unidad básica de saneamiento (UBS)	Red pública de desagüe fuera de la vivienda	Red pública de desagüe dentro de la vivienda
No cuenta con servicio.	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Silos sanitarios.	0.333	1.000	2.000	4.000	6.000
Unidad básica de saneamiento (UBS).	0.200	0.500	1.000	3.000	6.000
Red pública de desagüe fuera de la vivienda.	0.143	0.250	0.333	1.000	4.000
Red pública de desagüe dentro de la vivienda.	0.111	0.167	0.167	0.250	1.000
Suma	1.787	4.917	8.500	15.250	26.000
1/Suma	0.56	0.20	0.12	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60*Matriz de normalización del parámetro: Tipo de acceso al servicio de alcantarillado*

Tipo de acceso al servicio de alcantarillado	No cuenta con servicio.	Silos Sanitario.	Unidad Básico de Saneamiento (UBS)	Red pública de desagüe fuera de la vivienda	Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Vector priorización
No cuenta con servicio.	0.560	0.610	0.588	0.459	0.346	0.513
Silos Sanitario.	0.187	0.203	0.235	0.262	0.231	0.224
Unidad Básico de Saneamiento (UBS).	0.112	0.102	0.118	0.197	0.231	0.152
Red pública de desagüe fuera de la vivienda.	0.080	0.051	0.039	0.066	0.154	0.078
Red pública de desagüe dentro de la vivienda.	0.062	0.034	0.020	0.016	0.038	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 61*Índice y relación de consistencia*

IC	0.066
RC	0.059

Fuente: Elaboración propia.

Figura 55

Se observa la red pública de desagüe dentro de viviendas.



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se puede observar la red pública de agua y desagüe donde están instaladas en viviendas.

c) Tipo acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica.

Tabla 62

Matriz de comparación de pares del parámetro: Tipo acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica

Tipo acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica	No cuenta con servicio	Atreves de mecheros, linternas, etc.	Generador eléctrico	Red pública de electrificación fuera de la vivienda	Red pública de electrificación dentro de la vivienda
No cuenta con servicio	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
Atreves de mecheros, linternas, etc.	0.500	1.000	2.000	4.000	6.000
Generador eléctrico	0.333	0.500	1.000	2.000	6.000
Red pública de electrificación fuera de la vivienda	0.200	0.250	0.500	1.000	4.000

Red pública de electrificación dentro de la vivienda	0.143	0.167	0.167	0.250	1.000
Suma	2.176	3.917	6.667	12.250	24.000
1/suma	0.46	0.26	0.15	0.08	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63

Matriz de normalización del parámetro: tipo acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica

Tipo Acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica	No cuenta con servicio	A través de mecheros, linternas, etc.	Generador eléctrico.	Red pública de electrificación fuera de la vivienda	Red pública de electrificación dentro de la vivienda	Vector priorización
No cuenta con servicio.	0.460	0.511	0.450	0.408	0.292	0.424
A través de mecheros, linternas, etc.	0.230	0.255	0.300	0.327	0.250	0.272
Generador Eléctrico.	0.153	0.128	0.150	0.163	0.250	0.169
Red pública de Electrificación fuera de la vivienda	0.092	0.064	0.075	0.082	0.167	0.096
Red pública de Electrificación dentro de la vivienda	0.066	0.043	0.025	0.020	0.042	0.039

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 64

Índice y relación de consistencia

IC	0.043
RC	0.039

Fuente: Elaboración propia.

Figura 56

Red pública de electrificación



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se puede apreciar la avenida más grande y todas las viviendas con el servicio de electrificación.

4.1.2.2.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión social.

a) Parámetro: Máximo nivel educativo por integrante de la familia.

Tabla 65

Matriz de comparación de pares del parámetro: Máximo nivel educativo por integrante de la familia

Máximo nivel educativo por integrante de la familia	Ningún nivel y/o inicial	Primaria	Secundaria	Superior no universitario	Superior universitario
Ningún nivel y/o inicial	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Primaria	0.500	1.000	2.000	5.000	6.000
Secundaria	0.250	0.500	1.000	3.000	6.000
Superior no universitario	0.167	0.200	0.333	1.000	3.000
Superior universitario	0.125	0.167	0.167	0.333	1.000
Suma	2.04	3.87	7.50	15.33	24.00
1/Suma	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66

Matriz de normalización del parámetro: Máximo nivel educativo por integrante de la familia

Máximo nivel educativo por integrante de la familia	Ningún nivel y/o inicial	Primaria	Secundaria	Superior no universitario	Superior universitario	Vector priorización
Ningún nivel y/o inicial	0.490	0.517	0.533	0.391	0.333	0.453
Primaria	0.245	0.259	0.267	0.326	0.250	0.269
Secundaria	0.122	0.129	0.133	0.196	0.250	0.166
Superior no universitario	0.082	0.052	0.044	0.065	0.125	0.074
Superior universitario	0.061	0.043	0.022	0.022	0.042	0.038

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 67

Índice y relación de consistencia

IC	0.044
RC	0.040

Fuente: Elaboración propia

Figura 57

Niveles educativos I.E.I y I.E.P



Fuente: Elaboración propia

Nota: Se puede apreciar la escuela y el jardín de Pacsica

b) Parámetro: Tipo de seguro

Tabla 68

Matriz de comparación de pares del parámetro: tipo de seguro

Tipo de seguro	No cuenta con SIS y EsSalud.	SIS	EsSalud	FFAA - PNP	Clínicas privadas.
No cuenta con SIS y EsSalud.	1.000	2.000	4.000	6.000	9.000
SIS	0.500	1.000	2.000	4.000	7.000
EsSalud	0.250	0.500	1.000	3.000	5.000

FFAA - PNP	0.167	0.250	0.333	1.000	3.000
Clínicas privadas.	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	2.03	3.89	7.53	14.33	25.00
1/Suma	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia

Tabla 69

Matriz de normalización del parámetro: Tipo de seguro

Tipo de seguro	No cuenta con SIS y EsSalud.	SIS	EsSalud	FFAA - PNP	Clínicas Privadas.	Vector priorización
No cuenta Con SIS y EsSalud.	0.493	0.514	0.531	0.419	0.360	0.463
SIS	0.247	0.257	0.265	0.279	0.280	0.266
EsSalud	0.123	0.128	0.133	0.209	0.200	0.159
FFAA - PNP	0.082	0.064	0.044	0.070	0.120	0.076
Clínicas privadas.	0.055	0.037	0.027	0.023	0.040	0.036

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 70

Índice y relación de consistencia

IC	0.029
RC	0.026

Fuente: Elaboración propia.

c) **Parámetros:** Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres.

Tabla 71

Matriz de comparación de pares del parámetro: Capacitación en temas de gestión de riesgo de desastres

Capacitación en temas de gestión de riesgos de desastres	No conocen de GRD	Se cuenta con escaso conocimiento de GRD (cada 3 años)	Se cuenta con capacitación manera regular (cada 2 años)	Se cuenta con capacitación constantemente (cada año)	Se cuenta con capacitación constante y participa en la realización de simulacros
No conocen de GRD	1.000	2.000	4.000	6.000	9.000
Se cuenta con escaso conocimiento de GRD (cada 3 años)	0.500	1.000	3.000	6.000	7.000
Se cuenta con capacitación manera regular (cada 2 años)	0.250	0.333	1.000	3.000	6.000
Se cuenta con capacitación constantemente (cada año)	0.167	0.167	0.333	1.000	3.000
Se cuenta con capacitación constante y participa en la realización de simulacros	0.111	0.143	0.167	0.333	1.000
Suma	2.03	3.64	8.50	16.33	26.00
1/Suma	0.493	0.275	0.118	0.061	0.038

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 72

Matriz de normalización del parámetro: Capacitación en temas de gestión de riesgos de desastres

Capacitación en temas de Gestión de Riesgos de Desastres	No conoce n de GRD	Se cuenta con escaso conocimiento de GRD (cada 3 años)	Se cuenta con capacitación manera regular (cada 2 años)	Se cuenta con capacitación constante (cada año)	Se cuenta con capacitación constante y participa en la realización de simulacros	Vector de priorización
No conocen de GRD	0.493	0.549	0.471	0.367	0.346	0.445
Se cuenta con escaso conocimiento de GRD (cada 3 años)	0.247	0.275	0.353	0.367	0.269	0.302
Se cuenta con capacitación manera regular (cada 2 años)	0.123	0.092	0.118	0.184	0.231	0.149
Se cuenta con capacitación constantemente (cada año)	0.082	0.046	0.039	0.061	0.115	0.069
Se cuenta con capacitación constante y participa en la realización de simulacros	0.055	0.039	0.020	0.020	0.038	0.034

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 73

Índice y relación de consistencia

IC	0.050
RC	0.045

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.3. Análisis de la dimensión económica.

En el análisis de la vulnerabilidad se evaluaron los siguientes parámetros.

Tabla 74

Matriz de comparación de pares: Parámetro de dimensión económica

Dimensión económica	Exposición económica	Fragilidad económica	Resiliencia económica
Exposición económica	1.00	2.00	3.00
Fragilidad económica	0.50	1.00	2.00
Resiliencia económica	0.33	0.50	1.00
Suma	1.83	3.50	6.00
1/Suma	0.55	0.29	0.17

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 75

Matriz de normalización: parámetro de dimensión económica.

Dimensión económica	Exposición económica	Fragilidad económica	Resiliencia económica	Vector de priorización
Exposición económica	0.545	0.571	0.500	0.539
Fragilidad económica	0.273	0.286	0.333	0.297
Resiliencia económica	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 76

Índice y relación de consistencia

IC	0.050
RC	0.045

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.3.1. Análisis de la exposición en la dimensión económica.

a) Parámetro: Exposición de la edificación a la *fuentes* de peligro.

Tabla 77

Matriz de comparación de pares del parámetro: Exposición de la edificación a la fuente de peligro

Exposición de la edificación a la Fuente de peligro	En zona de flujo de detritos.	De 0 a 20 m de zona de flujo de detritos.	De 20 a 50 m de zona de flujo de detritos.	De 50 a 100 m de zona de flujo de detritos.	> a 100 m de zona de flujo de detritos.
En zona de flujo de detritos.	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
De 0 a 20 m de zona de flujo de detritos.	0.500	1.000	3.000	5.000	7.000
De 20 a 50 m de zona de flujo de detritos.	0.333	0.333	1.000	3.000	5.000
De 50 a 100 m de zona de flujo de detritos.	0.200	0.200	0.333	1.000	3.000
> a 100 m de zona de flujo de detritos.	0.143	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	2.176	3.676	7.533	14.333	23.000
1/Suma	0.46	0.27	0.13	0.07	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 78

Matriz de comparación de pares del parámetro: Exposición de la edificación a la fuente de peligro

Exposición de la edificación a la fuente de peligro	En zona de flujo de detritos.	De 0 a 20 m de zona de flujo de detritos.	De 20 a 50 m de zona de flujo de detritos.	De 50 a 100 m de zona de flujo de detritos.	> a 100 m de zona de flujo de detritos.	Vector priorización
En zona de flujo de detritos.	0.460	0.544	0.398	0.349	0.304	0.411
De 0 a 20 m de zona de flujo de detritos.	0.230	0.272	0.398	0.349	0.304	0.311
De 20 a 50 m de zona de flujo de detritos.	0.153	0.091	0.133	0.209	0.217	0.161
De 50 a 100 m de zona de flujo de detritos.	0.092	0.054	0.044	0.070	0.130	0.078
> a 100 m de zona de flujo de detritos.	0.066	0.039	0.027	0.023	0.043	0.040

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 79

Índice y relación de consistencia

IC	0.049
RC	0.044

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.3.2. Análisis de fragilidad en la dimensión económica.

a) Parámetro: Material predominante en edificación.

Tabla 80

Matriz de comparación de pares del parámetro: Material predominante en paredes de edificación.

Material predominante en paredes de edificación	Estera y/o plástico	Madera	Adobe o tapia	Ladrillo simple	Ladrillo o bloque de cemento armado
Estera y/o plástico	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000
Madera	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Adobe o tapia	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Ladrillo simple	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Ladrillo o bloque de cemento armado	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
Suma	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/Suma	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 81

Matriz de normalización: Material predominante de las paredes

Material predominante en paredes de edificación	Estera y/o plástico	Madera	Adobe o tapia	Ladrillo simple	Ladrillo o bloque de cemento armado	Vector priorización
Estera y/o plástico	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
Madera	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Adobe o tapia	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Ladrillo simple	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Ladrillo o bloque de cemento armado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio

Tabla 82

Índice y relación de consistencia

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia.

Figura 58

Viviendas de adobe



Fuente: Elaboración propia.

Nota: Se puede apreciar las viviendas con rajaduras verticales lo cual se encuentran en un mal estado.

b) Parámetro: Estado de conservación de edificación

Tabla 83

Matriz de comparación de pares del parámetro: Estado de conservación de edificación

Estado de conservación de edificación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno
Muy malo	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
Malo	0.500	1.000	2.000	3.000	5.000
Regular	0.333	0.500	1.000	2.000	3.000
Bueno	0.200	0.333	0.500	1.000	2.000
Muy bueno	0.143	0.200	0.333	0.500	1.000
Suma	2.18	4.03	6.83	11.50	18.00
1/Suma	0.46	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 84*Matriz de normalización: Estado de conservación de edificación*

Estado de conservación de edificación	Muy malo	Malo	Regular	Bueno	Muy bueno	Vector priorización
Muy malo	0.460	0.496	0.439	0.435	0.389	0.444
Malo	0.230	0.248	0.293	0.261	0.278	0.262
Regular	0.153	0.124	0.146	0.174	0.167	0.153
Bueno	0.092	0.083	0.073	0.087	0.111	0.089
Muy bueno	0.066	0.050	0.049	0.043	0.056	0.053

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 85*Índice y relación de consistencia*

IC	0.007
RC	0.006

*Fuente: Elaboración propia.*c) **Parámetro:** Estado de conservación de la edificación**Tabla 86***Matriz de comparación de pares del parámetro: Antigüedad de edificación*

Antigüedad de edificación	> 30 años	21-30 años	11-20 años	5-10 años	< 5 años
> 30 años	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
21-30 años	0.500	1.000	2.000	4.000	5.000
11-20 años	0.250	0.500	1.000	2.000	3.000
5-10 años	0.167	0.250	0.500	1.000	2.000
< 5 años	0.125	0.200	0.333	0.500	1.000
Suma	2.042	3.950	7.833	13.500	19.000
1/Suma	0.490	0.253	0.128	0.074	0.053

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 87*Matriz de normalización: Antigüedad de edificación.*

Antigüedad de edificación	> 30 años	21-30 años	11-20 años	5-10 años	< 5 años	Vector priorización
> 30 años	0.490	0.506	0.511	0.444	0.421	0.474
21-30 años	0.245	0.253	0.255	0.296	0.263	0.263
11-20 años	0.122	0.127	0.128	0.148	0.158	0.137
5-10 años	0.082	0.063	0.064	0.074	0.105	0.078
< 5 años	0.061	0.051	0.043	0.037	0.053	0.049

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 88*Índice y relación de consistencia*

IC	0.009
RC	0.008

Fuente: Elaboración propia.**4.1.2.3.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión económica.****a) Parámetro:** Ingreso familiar promedio mensual.**Tabla 89***Matriz de comparación de pares del parámetro: Ingresó familiar promedio mensual*

Ingreso familiar mensual promedio	< 300 soles	300 - 450 soles	450 - 600 soles	600 - 800 soles	> 800 soles
< 300 soles	1.000	2.000	3.000	5.000	9.000
300 - 450 soles	0.500	1.000	2.000	4.000	5.000
450 - 600 soles	0.333	0.500	1.000	3.000	5.000
600 - 800 soles	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000
> 800 soles	0.111	0.200	0.200	0.333	1.000
Suma	2.14	3.95	6.53	13.33	23.00
1/Suma	0.47	0.25	0.15	0.08	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 90*Matriz de normalización: Ingreso familiar promedio mensual*

Ingreso familiar mensual promedio	< 300 soles	300 - 450 soles	450 - 600 soles	600 - 800 soles	> 800 soles	Vector priorización
< 300 soles	0.466	0.506	0.459	0.375	0.391	0.440
300 - 450 soles	0.233	0.253	0.306	0.300	0.217	0.262
450 - 600 soles	0.155	0.127	0.153	0.225	0.217	0.175
600 - 800 soles	0.093	0.063	0.051	0.075	0.130	0.083
> 800 soles	0.052	0.051	0.031	0.025	0.043	0.040

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 91*Índice y relación de consistencia*

IC	0.030
RC	0.027

Fuente: Elaboración propia.**b) Parámetro: Régimen de tenencia de vivienda****Tabla 92***Matriz de comparación de pares del parámetro: régimen de tenencia de vivienda.*

Régimen de tenencia de vivienda	Alquilada	Propia por invasión	Propia pagando a plazos	Cedida	Propia totalmente pagada
Alquilada	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
Propia por invasión	0.500	1.000	2.000	4.000	6.000
Propia pagando a plazos	0.250	0.500	1.000	2.000	4.000
Cedida	0.167	0.250	0.500	1.000	2.000
Propia totalmente pagada	0.125	0.167	0.250	0.500	1.000
Suma	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/Suma	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 93*Matriz de normalización: Régimen de tenencia de vivienda.*

Régimen de tenencia de vivienda	Alquilada	Propia por invasión	Propia pagando a plazos	Cedida	Propia totalmente pagada	Vector priorización
Alquilada.	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
Propia por invasión.	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
Propia pagando a plazos.	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
Cedida.	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
Propia totalmente pagada.	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 94*Análisis jerárquico para el parámetro régimen de tenencia de vivienda*

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia.c) **Parámetro:** Tipo de actividad económica del jefe de hogar.**Tabla 95***Matriz de normalización: Tipo de actividad económica del jefe de hogar.*

Actividad laboral	No tiene	Peón	Agricultura	Comercio	Otros (estudiantes, sector público, varios y carpintería)
No tiene.	1.000	2.000	3.000	5.000	7.000
Peón.	0.500	1.000	2.000	4.000	6.000
Agricultura.	0.333	0.500	1.000	3.000	5.000
Comercio.	0.200	0.250	0.333	1.000	3.000
Otros (estudiantes, sector público, varios y carpintería).	0.143	0.167	0.200	0.333	1.000
Suma	2.18	3.92	6.53	13.33	22.00
1/Suma	0.46	0.26	0.15	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 96*Matriz de normalización: Tipo de actividad económica del jefe de hogar*

Actividad laboral	No tiene	Peón	Agricultura	Comercio	Otros (estudiantes, sector público, varios y carpintería)	Vector priorización
No tiene.	0.460	0.511	0.459	0.375	0.318	0.425
Peón.	0.230	0.255	0.306	0.300	0.273	0.273
Agricultura.	0.153	0.128	0.153	0.225	0.227	0.177
Comercio.	0.092	0.064	0.051	0.075	0.136	0.084
Otros (estudiantes, sector público, varios y carpintería)	0.066	0.043	0.031	0.025	0.045	0.042

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 97*Índice y relación de consistencia*

IC	0.034
RC	0.031

Fuente: Elaboración propia.**4.1.2.4. Análisis de dimensión ambiental.**

Para el análisis de la dimensión ambiental se evaluaron los siguientes parámetros:

Tabla 98*Matriz de comparación de pares: parámetro de dimensión ambiental*

Dimensión ambiental	Exposición ambiental	Fragilidad ambiental	Resiliencia ambiental
Exposición ambiental	1.00	2.00	5.00
Fragilidad ambiental	0.50	1.00	3.00
Resiliencia ambiental	0.20	0.33	1.00
suma	1.70	3.33	9.00
1/suma	0.59	0.30	0.11

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 99*Matriz de normalización: Parámetro de dimensión ambiental*

Dimensión ambiental	Exposición ambiental	Fragilidad ambiental	Resiliencia ambiental	Vector priorización
Exposición ambiental	0.588	0.600	0.556	0.581
Fragilidad ambiental	0.294	0.300	0.333	0.309
Resiliencia ambiental	0.118	0.100	0.111	0.110

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 100*Índice y relación de consistencia*

IC	0.002
RC	0.004

Fuente: Elaboración propia.**4.1.2.4.1. Análisis de la exposición en la dimensión ambiental.**

a) **Parámetro:** Fuentes de abastecimiento de agua.

Tabla 101*Matriz de comparación de pares del parámetro: Fuentes de abastecimiento de agua*

Fuentes de abastecimiento de agua	De la quebrada Chinchiña	De la quebrada Pacsica.	De Manantiales en Pacsica.	De acequias sin revestimiento	No se encuentra expuesta
De la quebrada Chinchiña.	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
De la quebrada Pacsica.	0.500	1.000	2.000	4.000	6.000
De Manantiales en Pacsica.	0.250	0.500	1.000	2.000	4.000
De acequias sin revestimiento.	0.167	0.250	0.500	1.000	3.000
No se encuentra expuesta.	0.125	0.167	0.250	0.333	1.000
Suma	2.042	3.917	7.750	13.333	22.000
1/Suma	0.49	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 102*Matriz de normalización de pares del parámetro: Fuentes de abastecimiento de agua*

Exposición de la edificación a la fuente de peligro	De la quebrada Chinchiná	De la quebrada Pacsica.	De Manantiales en Pacsica.	De acequias sin revestimiento	No se encuentra expuesta	Vector priorización
De la quebrada Chinchiná	0.490	0.511	0.516	0.450	0.364	0.466
De la quebrada Pacsica	0.245	0.255	0.258	0.300	0.273	0.266
De Manantiales en Pacsica	0.122	0.128	0.129	0.150	0.182	0.142
De acequias sin revestimiento	0.082	0.064	0.065	0.075	0.136	0.084
No se encuentra expuesta	0.061	0.043	0.032	0.025	0.045	0.041

Fuente: Elaboración propia

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 103*Índice y relación de consistencia*

IC	0.023
RC	0.020

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.4.2. Análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental

a) Parámetro: Ubicación de botadero de basura

Tabla 104

Matriz de comparación de pares del parámetro: Ubicación de botadero de basura

Dimensión social	En quebrada Chinchina	De 0 a 20 m de quebrada Chinchina	De 20 a 40 m de quebrada Chinchina	De 40 a 100 m de quebrada Chinchina	> a 100 m de quebrada Chinchina
En quebrada Chinchina.	1.000	2.000	4.000	6.000	8.000
De 0 a 20 m de quebrada Chinchina.	0.500	1.000	2.000	4.000	6.000
De 20 a 40 m de quebrada Chinchina.	0.250	0.500	1.000	2.000	4.000
De 40 a 100 m de quebrada Chinchina.	0.167	0.250	0.500	1.000	3.000
> a 100 m de quebrada Chinchina.	0.125	0.167	0.250	0.333	1.000
Suma	2.042	3.917	7.750	13.333	22.000
1/Suma	0.49	0.26	0.13	0.08	0.05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 105

Matriz de normalización de pares del parámetro: Ubicación de botadero de basura

Dimensión social	En quebrada Chinchina	De 0 a 20 m de quebrada Chinchina	De 20 a 40 m de quebrada Chinchina	De 40 a 100 m de quebrada Chinchina	> a 100 m de quebrada Chinchina	Vector priorización
En quebrada Chinchina.	0.490	0.511	0.516	0.450	0.364	0.466
De 0 a 20 m de quebrada Chinchina.	0.245	0.255	0.258	0.300	0.273	0.266

De 20 a 40 m de quebrada Chinchña.	0.122	0.128	0.129	0.150	0.182	0.142
De 40 a 100 m de quebrada Chinchña.	0.082	0.064	0.065	0.075	0.136	0.084
> a 100 m de quebrada Chinchña.	0.061	0.043	0.032	0.025	0.045	0.041

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 106

Índice y relación de consistencia

IC	0.023
RC	0.020

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.4.3. Análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental.

a) Parámetro: Capacitaciones en temas de conservación ambiental

Tabla 107

Matriz de comparación de pares del parámetro: Conservación ambiental

Capacitación en temas de conservación ambiental.	No conocen de temas de conservación ambiental	Se cuenta con escaso conocimiento de conservación ambiental (cada 3 años)	Se cuenta con capacitación de conservación ambiental (cada 2 años)	Se cuenta con capacitación constante de conservación ambiental (cada año)	Se cuenta con capacitación constante y participa en la realización de actividades de conservación ambiental
No conocen de temas de conservación ambiental.	1.000	3.000	5.000	7.000	9.000

Se cuenta con escaso conocimiento de conservación ambiental (cada 3 años).	0.333	1.000	3.000	5.000	7.000
Se cuenta con capacitación de conservación ambiental (cada 2 años).	0.200	0.333	1.000	3.000	5.000
Se cuenta con capacitación constantemente de conservación ambiental (cada año).	0.143	0.200	0.333	1.000	3.000
Se cuenta con capacitación constante y participa en la realización de actividades de conservación ambiental.	0.111	0.143	0.200	0.333	1.000
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 108

Matriz de normalización de pares del parámetro: Capacitación en temas de conservación ambiental

Capacitación en temas de conservación ambiental.	No conoce de temas de conservación ambiental	Se cuenta con escaso conocimiento de conservación ambiental (cada 3 años)	Se cuenta con capacitación de conservación ambiental (cada 2 años)	Se cuenta con capacitación constantemente de conservación ambiental (cada año)	Se cuenta con capacitación constante y participa en la realización de actividades de conservación ambiental	Vector priorización
No conocen de temas de	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503

conservación ambiental. Se cuenta con escaso conocimiento de conservación ambiental (cada 3 años).	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
Se cuenta con capacitación de conservación ambiental (cada 2 años).	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
Se cuenta con capacitación constantemente de conservación ambiental (cada año).	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Se cuenta con capacitación constante y participa en la realización de actividades de conservación ambiental.	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Elaboración propia.

Índice de consistencia (IC) y la relación de consistencia (RC) para nuestro estudio.

Tabla 109

Índice y relación de consistencia

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.5. Niveles de vulnerabilidad.

Se muestra los niveles de vulnerabilidad y sus rangos que fueron obtenidos a través del proceso de análisis jerárquico (Tabla 110).

Tabla 110

Niveles de vulnerabilidad

Nivel	Rango
Muy alta	$0.283 \leq V \leq 0.452$
Alta	$0.153 \leq V < 0.283$
Media	$0.075 \leq V < 0.153$
Baja	$0.038 \leq V < 0.075$

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.6. Estratificación de la vulnerabilidad.

Tabla 111

Estratificación de la vulnerabilidad

Niveles de vulnerabilidad	Descripción	Rangos
Muy alta	<p>Dimensión social Exposición: Habitan más de 6 personas en la edificación, fragilidad: Tipo de acceso al servicio de agua. No cuenta con servicio de agua; Tipo de acceso al servicio de alcantarillado, no cuenta con servicio de alcantarillado; Tipo Acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica, no cuenta con servicio de energía eléctrica. Resiliencia: Máximo nivel educativo alcanzado por integrante de familia, ningún nivel y/o nivel inicial; tipo de seguro, no cuenta con SIS y Es SALUD; capacitaciones en GRD no conocen de GRD.</p> <p>Dimensión económica Exposición: Exposición de edificación al peligro viviendas en zona de flujo de detritos. Fragilidad: Material predominante en paredes de edificación, estera y/o plástico, estado de conservación de vivienda Muy malo, antigüedad de la edificación > a 30 años. Resiliencia: ingreso familiar mensual < a 300 soles, régimen de tenencia de vivienda alquilada, actividad laboral sin ninguna actividad laboral.</p> <p>Dimensión ambiental Exposición: Son susceptibles las aguas de manantiales.</p>	$0.283 \leq V < 0.452$

	<p>Fragilidad: Son susceptibles las áreas de residuos sólidos depositados en planicie</p> <p>Resiliencia: Son predominantemente las personas que tienen ligeras nociones del conocimiento de reciclaje.</p>	
Alta	<p>Dimensión social:</p> <p>Exposición: Habitan de 4 a 6 personas en la edificación.</p> <p>Fragilidad: Tipo de acceso al servicio de agua. Se abastece de ríos, acequia y/o manantial; Tipo de acceso al servicio de alcantarillado, silos sanitarios; Tipo acceso al servicio de alumbrado público energía eléctrica a través de mecheros, linternas, etc.</p> <p>Resiliencia: Máximo nivel educativo alcanzado por integrante de familia, nivel primario; tipo de seguro, cuenta con SIS; capacitaciones en GRD se cuenta con escaso conocimiento de GRD (cada 3 años).</p> <p>Dimensión económica</p> <p>Exposición: Exposición de edificación al peligro de 0 a 20 m de zona de flujo de detritos.</p> <p>Fragilidad: Material predominante en paredes de edificación madera, estado de conservación de vivienda malo, antigüedad de la edificación de 21 a 30 años.</p> <p>Resiliencia: ingreso familiar mensual entre 300 - 450 soles, régimen de tenencia propia por invasión, actividad laboral, peón.</p> <p>Dimensión ambiental</p> <p>Exposición: Son susceptibles las aguas de manantiales.</p> <p>Fragilidad: Son susceptibles las áreas de residuos sólidos depositados en planicie.</p> <p>Resiliencia: Son predominantemente las personas que tienen ligeras nociones del conocimiento de reciclaje.</p>	$0.153 \leq V < 0.283$

<p>MEDIA</p>	<p>Dimensión social: Exposición: Habitan 2 a 3 personas en la edificación. Fragilidad: Tipo de acceso al servicio de agua. Se abastece de pilón de uso público; tipo de acceso al servicio de alcantarillado, unidad básica de saneamiento (UBS); Tipo acceso al servicio de alumbrado público generador eléctrico. Resiliencia: Máximo nivel educativo alcanzado por integrante de familia nivel secundario; tipo de seguro, cuenta con Es Salud; capacitaciones en GRD se cuenta con escaso conocimiento de GRD (cada 2 años).</p> <p>Dimensión económica Exposición: Exposición de edificación al peligro de 20 a 50 m de zona de flujo de detritos. Fragilidad: Material predominante en paredes de edificación, adobe o tapia, estado de conservación de vivienda regular, antigüedad de la edificación de 11 a 20 años. Resiliencia: Ingreso familiar mensual entre 450 - 600 soles, régimen de tenencia propia pagando a plazos, actividad laboral agricultor.</p> <p>Dimensión ambiental Exposición: Son susceptibles las fuentes de agua de acequias sin revestir. Fragilidad: Son susceptibles las aguas residuales que son vertidos a letrina. Resiliencia: Son predominantemente las personas que tienen conocimiento avanzado y aplica sobre conservación ambiental.</p>	<p>$0.075 \leq V < 0.153$</p>
--------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------

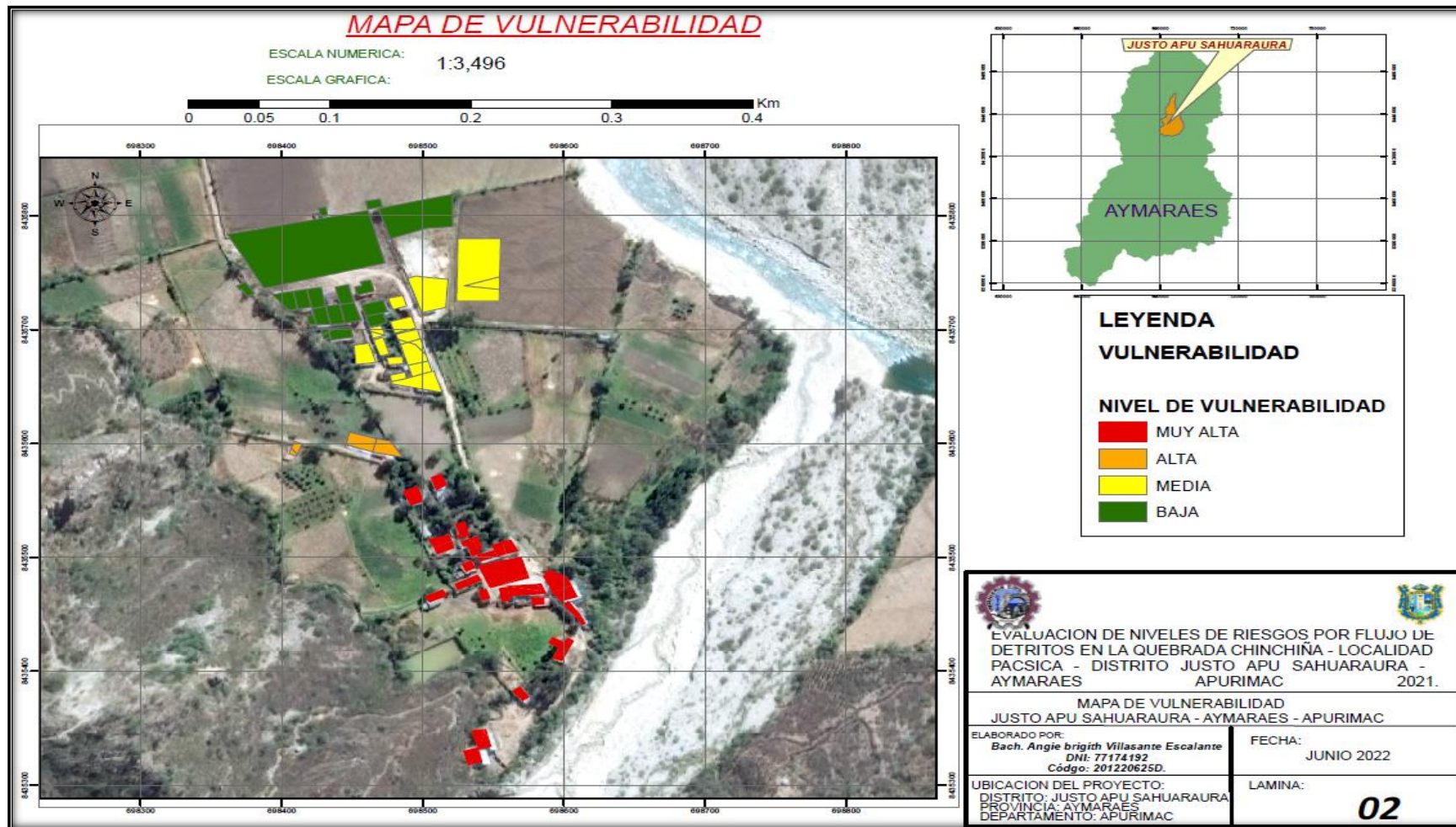
BAJA	<p>Dimensión social: Exposición: Habitan 1 personas en la edificación, Fragilidad: Tipo de acceso al servicio de agua. Se abastece de red pública de agua fuera de la vivienda; Tipo de acceso al servicio de alcantarillado, red pública de desagüe fuera de la vivienda tipo Acceso al servicio de alumbrado público. Red pública de Electrificación fuera de la vivienda. Resiliencia: Máximo nivel educativo alcanzado por integrante de familia superior no universitario; tipo de seguro, FFAA - PNP; capacitaciones en GRD se cuenta con capacitación constantemente (cada año).</p> <p>Dimensión económica Exposición: Exposición de edificación al peligro de 50 a 100 m de zona de flujo de detritos. Fragilidad: Material predominante en paredes de edificación Ladrillo simple, estado de conservación de vivienda bueno, antigüedad de la edificación de 5-10 años. Resiliencia: Ingreso familiar mensual entre 600 - 800 soles, régimen de tenencia cedida. Actividad laboral Comercio.</p> <p>Dimensión ambiental Exposición: Son susceptibles los botaderos de basura ubicadas a una distancia >200 m del cauce del río. Fragilidad: Son susceptibles las áreas de residuos sólidos de traslado intermedio y que disponen de relleno sanitario y que las aguas residuales van directo a la red de alcantarillado. Resiliencia: Son predominantemente las personas que tienen conocimiento continuo de conservación ambiental.</p>	$0.038 \leq V < 0.075$
------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------

Fuente: Elaboración propia.

4.1.2.7. Mapa de vulnerabilidad.

Figura 59

Mapa de vulnerabilidad del casco urbano de Pacsica



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 112*Nivel de riesgo*

Nivel	Valor
Muy alto	$0.075 \leq R \leq 0.224$
Alto	$0.021 \leq R < 0.075$
Medio	$0.005 \leq R < 0.021$
Bajo	$0.001 \leq R < 0.005$

Fuente: Elaboración propia.**4.1.3.2.2. Matriz del riesgo.**

La matriz de riesgo originado por el flujo hiperconcentrado en el ámbito de estudio es el siguiente:

Tabla 113*Matriz de niveles de riesgo*

PMA	0.495	0.003	0.010	0.037	0.111
PA	0.266	0.001	0.005	0.020	0.060
PM	0.135	0.001	0.003	0.010	0.030
PB	0.068	0.000	0.001	0.005	0.015
		0.005	0.021	0.075	0.224
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.3. Estratificación del riesgo.

Tabla 114

Estratificación de los riegos

Niveles de riesgo	Descripción	Rangos
Muy alta	<p>Predomina: Extremadamente lluvioso: RR/día>99 (RR>32 mm). Predomina: Pendiente de terreno mayor a 45°. Predomina: Unidad geomorfológica de abanico de piedemonte (Ab). Predomina: Unidades litológicas, depósito aluvial reciente (Qh-al1). Predomina: Altura de flujo de detrito mayor a 5.00 m</p> <p>Dimensión social: Exposición: Habitan más de 6 personas en la edificación, Fragilidad: Tipo de acceso al servicio de agua. No cuenta con servicio de agua; Tipo de acceso al servicio de alcantarillado, no cuenta con servicio de alcantarillado; Tipo Acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica, no cuenta con servicio de energía eléctrica.</p> <p>Resiliencia: Máximo nivel educativo alcanzado por integrante de familia. Ningún nivel y/o nivel inicial; tipo de seguro, No cuenta Con SIS y Es SALUD; capacitaciones en GRD no conocen de GRD.</p> <p>Dimensión económica Exposición: Exposición de edificación al peligro viviendas en zona de flujo de detritos. Fragilidad: Material predominante en paredes de edificación, estera y/o plástico, estado de conservación de vivienda, muy malo, antigüedad de la edificación > a 30 años, Resiliencia: ingreso familiar mensual < a 300 soles, régimen de tenencia de vivienda alquilada, actividad laboral sin ninguna actividad laboral.</p> <p>Dimensión ambiental Exposición: Son susceptibles las aguas de manantiales. Fragilidad: Son susceptibles las áreas de residuos sólidos depositados en planicie. Resiliencia: Son predominantemente las personas que tienen ligeras nociones del conocimiento de reciclaje.</p>	0.075≤V<0.224

Alta	<p>Predomina: Umbral de precipitación muy lluvioso: $95p < RR/día \leq 99p$ ($21.2 < RR \leq 32mm$). Predomina pendiente de terreno entre 25° a 45°. Predomina unidad geomorfológica de tipo. Vertiente o piedemonte coluvio-deluvial. Predominan unidades litológicas tipo depósito coluviales (Qh-alv). Predomina un flujo de detritos con una altura de 3.82 m a 5.00 m.</p> <p>Dimensión social: Exposición: Habitan de 4 a 6 personas en la edificación, Fragilidad: Tipo de acceso al servicio de agua. Se abastece de ríos, acequia y/o manantial. Tipo de acceso al servicio de alcantarillado, Silos Sanitario; Tipo Acceso al servicio de alumbrado público – energía eléctrica a través de mecheros, linternas, etc.</p> <p>Resiliencia: Máximo nivel educativo alcanzado por integrante de familia, nivel primario; tipo de seguro, Cuenta Con SIS; capacitaciones en GRD Se cuenta con escaso conocimiento de GRD (cada 3 años).</p> <p>Dimensión económica Exposición: Exposición de edificación al peligro De 0 a 20 m de zona de flujo de detritos. Fragilidad: Material predominante en paredes de edificación madera, estado de conservación de vivienda malo, antigüedad de la edificación de 21 a 30 años. Resiliencia: Ingreso familiar mensual entre 300 - 450 soles régimen de tenencia propia por invasión, actividad laboral peón.</p> <p>Dimensión ambiental Exposición: Son susceptibles las aguas de manantiales. Fragilidad: Son susceptibles las áreas de residuos sólidos depositados en planicie Resiliencia: Son predominantemente las personas que tienen ligeras nociones del conocimiento de reciclaje.</p>	0.021 ≤ V < 0.075
------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

Media	<p>Predomina: umbral de precipitación Lluvioso: $90p < RR/día \leq 95p$ ($15.8 < RR \leq 21.1$ mm), predomina unidades geomorfológicas: terrazas fluviales, predominan unidades litológicas tipo: depósito aluvial antiguo (Qh-al2), Predomina un flujo de detritos con una altura de 2.16 a 3.82 m.</p> <p>Dimensión social:</p> <p>Exposición: Habitan 2 a 3 personas en la edificación,</p> <p>Fragilidad: Tipo de acceso al servicio de agua. Se abastece de pilón de uso público; Tipo de acceso al servicio de alcantarillado, unidad básica de saneamiento (UBS); Tipo Acceso al servicio de alumbrado público – generador eléctrico.</p> <p>Resiliencia: Máximo nivel educativo alcanzado por integrante de familia nivel secundario; tipo de seguro, Cuenta Con Es Salud; capacitaciones en GRD Se cuenta con escaso conocimiento de GRD (cada 2 años).</p> <p>Dimensión económica</p> <p>Exposición: Exposición de edificación al peligro De 20 m a 50 m de zona de flujo de detritos.;</p> <p>Fragilidad: Material predominante en paredes de edificación adobe o tapia, estado de conservación de vivienda regular, antigüedad de la edificación de 11 a 20 años,</p> <p>Resiliencia: ingreso familiar mensual entre 450 - 600 soles régimen de tenencia Propia pagando a plazos, actividad laboral agricultor.</p> <p>Dimensión ambiental</p> <p>Exposición: Son susceptibles las fuentes de agua de acequias sin revestir.</p> <p>Fragilidad: Son susceptibles las aguas residuales que son vertidos a letrina.</p> <p>Resiliencia: Son predominantemente las personas que tienen conocimiento avanzado y aplica sobre conservación ambiental.</p>	0.005 ≤ V < 0.021
-------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-------------------

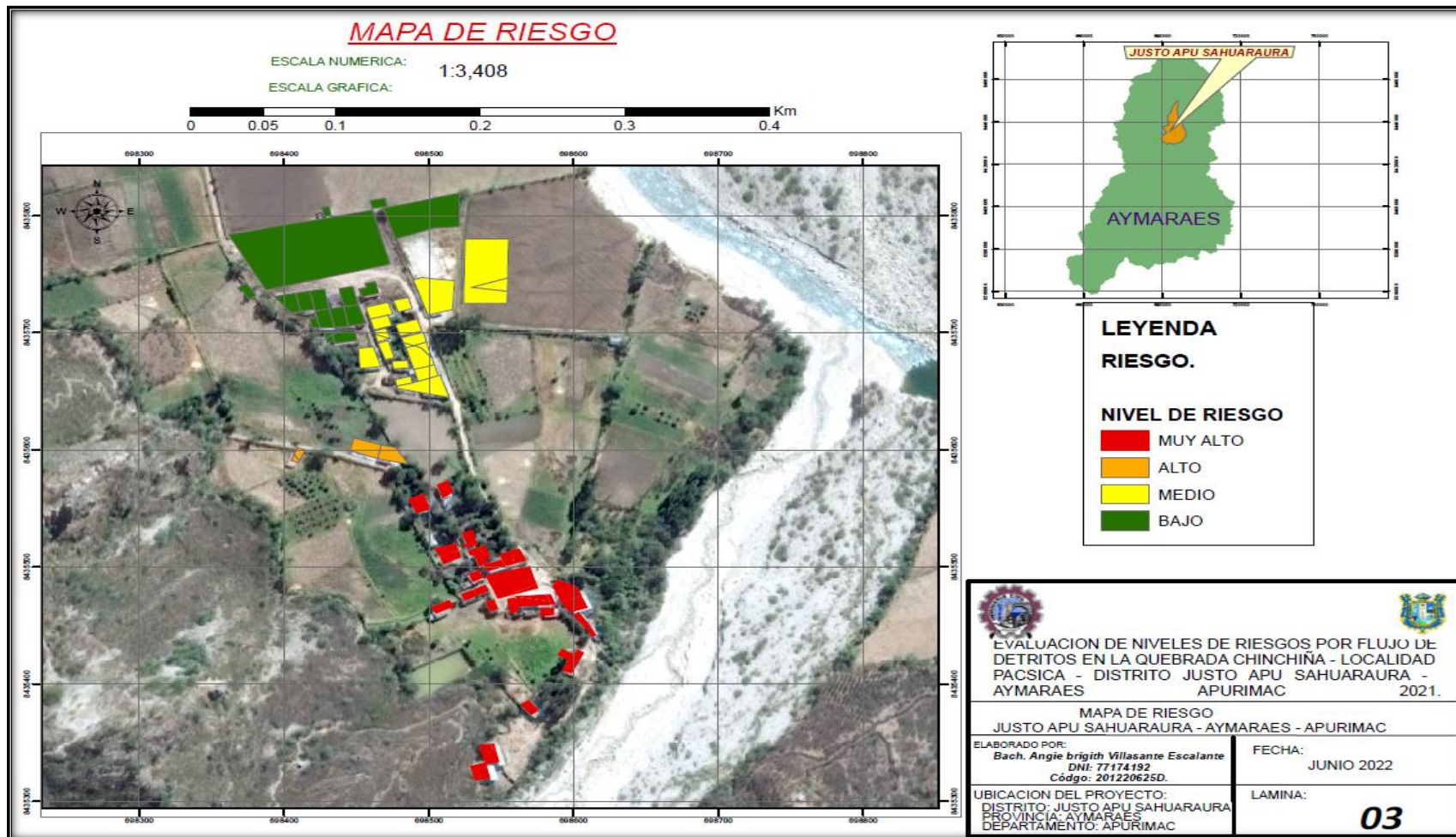
BAJA	<p>Predomina: Umbral de precipitación moderadamente lluvioso: $75p < RR/día \leq 90p$ ($10 < RR \leq 15.8$ mm) predomina pendiente de terreno entre 5° a 15°. predomina unidades geomorfológicas: montaña en rocas sedimentarias (RM-rs), predominan unidades litológicas tipo: grupo yura predomina un flujo de detritos con una altura de 0.5 – 2.16 m.</p> <p>Dimensión social:</p> <p>Exposición: Habitan 1 personas en la edificación.</p> <p>Fragilidad: Tipo de acceso al servicio de agua. Se abastece de red pública de agua fuera de la vivienda; Tipo de acceso al servicio de alcantarillado, red pública de desagüe fuera de la vivienda; tipo acceso al servicio de alumbrado público – red pública de electrificación fuera de la vivienda.</p> <p>Resiliencia: Máximo nivel educativo alcanzado por integrante de familia superior no universitario; tipo de seguro, FFAA - PNP; capacitaciones en GRD se cuenta con capacitación constantemente (cada año).</p> <p>Dimensión económica</p> <p>Exposición: Exposición de edificación al peligro de 50 m a 100 m de zona de flujo de detritos.</p> <p>Fragilidad: Material predominante en paredes de edificación ladrillo simple, estado de conservación de vivienda bueno, antigüedad de la edificación de 5-10 años.</p> <p>Resiliencia: ingreso familiar mensual entre 600 - 800 soles, régimen de tenencia cedida, actividad laboral comercio.</p> <p>Dimensión ambiental</p> <p>Exposición: Son susceptibles los botaderos de basura ubicada a una distancia >200 m del cauce del río.</p> <p>Fragilidad: Son susceptibles las áreas de residuos sólidos de traslado intermedio y que disponen de relleno sanitario y que las aguas residuales van directo a la red de alcantarillado.</p> <p>Resiliencia: Son predominantemente las personas que tienen conocimiento continuo de conservación ambiental.</p>	$0.001 \leq V < 0.005$
------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------

Fuente: Elaboración propia.

4.1.3.3.1. Mapa de riesgo.

Figura 61

Mapa de riesgo



Fuente: Elaboración propia.

4.1.4. Evaluar el nivel de riesgos por flujos de detritos

4.1.4.1. Aceptabilidad o tolerancia del riesgo.

a) Niveles de consecuencia

El centro de población de Pacsica tiene un nivel muy alto de consecuencias; si el fenómeno se produce por el flujo de detritos, debe activarse la capacidad de mitigar y prevenir daños potenciales.

Tabla 115

Niveles de consecuencias

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alto	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alto	Alto las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo extremo.
2	Medio	Medio las consecuencias debido al fenómeno natural son gestionadas con los recursos disponibles.
1	Bajo	Bajo las consecuencias debido al fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 116

Niveles de frecuencias de ocurrencia

Valor	Niveles	Descripción
4	Muy alto	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alto	Puede ocurrir en períodos de tiempo medianamente largos, según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en períodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Bajo	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 117*Matriz de consecuencias y daño*

Consecuencias	Niveles	Zona de consecuencias y daños			
Muy alta	4	Alta	Alta	Muy alta	Muy alta
Alta	3	Media	Alta	Alta	Muy alta
Media	2	Media	Media	Alta	Alta
Baja	1	Baja	Media	Media	Alta
	Nivel	1	2	3	4
	Frecuencia	Baja	Media	Alta	Muy alta

Fuente: Elaboración propia.

Nota: El centro de población Pacsica tiene un nivel **muy alto** de consecuencias; si el fenómeno se produce por el flujo de detritos, debe activarse la capacidad de mitigar y prevenir daños potenciales.

b) Medidas cualitativas de consecuencias y daño

Tabla 118*Medidas cualitativas de consecuencia y daños*

Valor	Niveles	Descripción
4	Inadmisible	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros.
3	Inaceptable	Lesiones grandes en las personas, perdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes.
2	Tolerable	Requiere tratamiento médico en las personas, perdidas de bienes y financieras altas.
1	Aceptable	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.

Fuente: Elaboración propia.

c) Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Al analizar las consecuencias determinaciones de un nivel alto, así como determinar un nivel medio para el nivel de ocurrencia de frecuencia, se establece que el nivel de aceptabilidad es de 4 que vendría a ser inadmisibile.

Tabla 119

Nivel de aceptabilidad y/o tolerancia

Valor	Niveles	Descripción
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medida de control físico y de ser posible transferir inmediatamente los riesgos.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de riesgos.
2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo de riesgos.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: Elaboración propia.

d) Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Tabla 120

Matriz de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inadmisible	Riesgo inadmisible
Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable	Riesgo inadmisible
Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable	Riesgo inaceptable
Riesgo aceptable	Riesgo tolerable	Riesgo tolerable	Riesgo inaceptable

Fuente: Elaboración propia.

e) Nivel de priorización

Tabla 121

Prioridad de intervención

Valor	Descriptor	Nivel de priorización
4	Inadmisible	I
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Nivel de prioridad correspondiente al I nivel: inadmisible se debe desarrollar medidas de gestión de riesgo prioritarias e inmediatas.

4.2. Prueba de hipótesis

Hipótesis específica 1: *El nivel de peligrosidad al realizar la evaluación de riesgo por flujo de detritos en el área de influencia es muy alto.*

Habiendo realizado con el programa FLO-2D se determinó el nivel de flujo de detritos, y el método SAATY (comparación de pares) en el que se evaluó el evento. Los niveles de flujo de detritos, desencadenantes que viene a ser las precipitaciones y factores condicionantes que son pendiente, geológico y geomorfológico, generándose un escenario probable del evento con los factores mencionados para el cual se ha empleado los paquetes informáticos obteniendo los niveles de peligro alto.

Hipótesis específica 2: *El nivel de vulnerabilidad al realizar una evaluación del riesgo de flujo de detritos en el área de afectada es muy alto.*

Habiendo realizado el método SAATY (comparación de pares) se empleó los análisis de cada dimensión (social, económica y ambiental) el cual se analizaron parámetros específicos para cada dimensión, se ha empleado los paquetes informáticos obteniendo los niveles de vulnerabilidad muy alta.

Hipótesis específica 3: *El nivel de riesgo, relacionando el peligro y la vulnerabilidad de flujo de detritos en el área de influencia, muy alto.*

Habiendo realizado el método SAATY (comparación de pares) se evaluaron los niveles obtenidos tanto por peligro y vulnerabilidad para determinar el nivel de riesgo y elaborar el mapa de riesgo, para el cual se utilizaron los paquetes informáticos obteniendo el nivel de riesgo muy alto.

4.3. Discusión de resultados

La discusión de resultados obtenidos del estudio de la quebrada Chinchña localidad de Pacsica por flujo de detritos fueron los siguientes.

4.3.1. Pendiente

Del mapa de pendiente se determinó que el terreno oscila con una pendiente entre 5° - 48. 9° y esto es debido a la inclinación de la ladera se presencia los esfuerzos cortantes que son muy altos.

4.3.2. Geología

En el mapa de geología se observa que la quebrada de Chinchña, que los movimientos en masa se presentan en los depósitos coluviales. Están conformados por masas muy inestables debido a materiales sueltos y heterogéneos.

4.3.3. Geomorfología

En el mapa de geomorfología verifica que el deslizamiento del flujo de detritos en la población de Pacsica que está relacionado con abanicos de pie de monte, activos que han sido construidos por depósitos torrenciales, lo cual se representa un área altamente inestable.

4.3.4. Análisis hidrológico

Para evaluar la precipitación como factor detonante de deslizamiento en la quebrada de Chinchña localidad de Pacsica se utilizó un estudio ya realizado de la precipitación máxima de 24 horas (Gobierno Regional de Apurímac, 2021).

4.3.5. Análisis de FLO-2D

Para la modelación software FLO-2D de flujo de detritos no newtonianos, el software fue utilizado en varias investigaciones y es aceptado como válido.

El programa FLO-2D se realizó para un período de retorno de 50, 100 y 500 años con un caudal 55.93 m³/s, 62.53 m³/s y 78.39 m³/s el nivel de tirante de depósito máximo con respecto al flujo de detritos 0.5 m - 11.5 m y se pudo obtener la velocidad máxima y el mapa de peligro que está

en un rango de color rojo significa peligro muy alto, anaranjado significa peligro alto, amarillo significa peligro medio, blanco significa peligro bajo.

4.3.6. Análisis de peligro

El nivel de grado de afectación del peligro está ubicado en la parte alta de la cuenca debido a factores condicionantes y desencadenantes que aportan al deslizamiento de masa.

Tiempo atrás se encontraban mayor número de viviendas en el área de amenaza alta, algunas viviendas fueron abandonadas por el peligro que estaba expuesto las personas que habitaban y actualmente se logra evidenciar algunas viviendas destruidas por un deslizamiento de flujo de detritos.

Se realizó una simulación con el software FLO-2D par aun período de retorno de 50, 100 y 500. Pero para este estudio se tomó en consideración el período de retorno de 100 años, los resultados obtenidos se concluyen qué.

- Para el período de retorno de 100 años, 71 viviendas, de los cuales el 40.85% que vendría a ser 29 viviendas se ubica en una zona de peligrosidad muy alta, el 4.23% que vendrían a ser 3 viviendas se ubica en una zona de peligrosidad alta, el 22.54% que vendría a ser 16 viviendas se ubica en una zona de peligrosidad media y el 32.38% que vendría a ser 23 viviendas se ubica en una zona de peligrosidad baja.

4.3.7. Análisis de vulnerabilidad

El nivel de grado de afectación de la vulnerabilidad depende de la calidad de las edificaciones y su grado de exposición, en total fueron 29 viviendas que están expuestas a alta amenaza de flujo de detritos.

- Para el período de retorno de 100 años, 71 viviendas, de los cuales el 40.85% que vendría a ser 29 viviendas se ubica en una zona de vulnerabilidad muy alta, el 4.23% que vendrían

a ser 3 viviendas se ubica en una zona de vulnerabilidad alta, el 22.54% que vendría a ser 16 viviendas se ubica en una zona de vulnerabilidad media y el 32.38% que vendría a ser 23 viviendas se ubica en una zona de vulnerabilidad baja.

4.3.8. Análisis de riesgo

Para determinar el nivel de riesgo se relacionó peligro y la vulnerabilidad. El riesgo estima un costo de daños que es asociado a la ocurrencia de eventos.

- Para el período de retorno de 100 años, 71 viviendas, de los cuales el 40.85% que vendría a ser 29 viviendas se ubica en una zona de riesgo muy alta, el 4.23% que vendrían a ser 3 viviendas se ubica en una zona de riesgo alto, el 22.54% que vendría a ser 16 viviendas se ubica en una zona de riesgo media y el 32.38% que vendría a ser 23 viviendas se ubica en una zona de riesgo baja.

4.3.8.1. Cálculo de posibles pérdidas (cualitativas y cuantitativas)

Se han identificado 49 viviendas habitadas, 16 viviendas deshabitadas, una casa de club de madres, dos capillas y una casa comunal y dos instituciones educativas, en total son 71 propiedades, de las cuales 29 propiedades tienen riesgo muy alto debido a su cercanía al área de impacto e influencia directa del flujo de detritos.

Los efectos probables en la población de Pacsica asciende a s/2,737,887.712 soles, de los cual s/1,835,085.55 soles corresponden a pérdidas y s/902,802.162 soles corresponde a pérdidas probables, el cálculo se basa en la exposición de los predios que están expuestos al peligro.

Tabla 122*Cálculo de los efectos probables*

Efectos probables	Área (m²)	Pérdidas S/.	Pérdidas probables S/.	Total, S/
29 viviendas (S/. 214.02 x área de vivienda)	3,875.00	S/214,02	S/829,327.50	S/902,802.162
Agricultura (costo unitario x área parcial)	62,149.324	S/500.00	S/31,074.662	
Costo de adquisición de carpas (S/. 700.00)			S/20,300.00	
Atención de emergencias			S/50,000.00	
Costo por Infraestructura de I.EE Primaria		S/266,971.91		
Costo por Infraestructura de I.EE Inicial (de acuerdo al expediente técnico) (Gobierno Regional de Apurímac, 2017)		S/1,568,113.64		
Total				S/2,737,887.712

Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones y recomendaciones

5.1. Conclusiones

Conclusión N°1 objetivo general

Se ha definido que el nivel de riesgo por flujo de detritos en la quebrada Chinchña localidad de Pacsica tiene matriz de consecuencia y daños muy alta, matriz de aceptabilidad o tolerancia de riesgo inadmisibles y el nivel de priorización es inaceptable. (ver pág. 175, 176 y 177)

Conclusión N°2 del objetivo específico “a”

En la quebrada de Chinchña localidad de Pacsica el nivel de peligrosidad por flujo de detritos afecta a 40.85% de las viviendas que se encuentra expuesta a una zona de nivel de peligrosidad muy alta, el 4.23% se ubica en una zona de riesgo alto, el 22.54% se ubica en una zona de riesgo media y el 32.38% se ubica en una zona de riesgo baja, el área afectada de la agricultura es un 6.22 ha se encuentra expuesta a una zona de nivel de peligro alto. (ver pág. 126 y 180)

Conclusión N°3 del objetivo específico “b”

En la quebrada de Chinchña localidad de Pacsica el nivel de vulnerabilidad por flujo de detritos afecta a 40.85% de las viviendas que se encuentra expuesta a una zona de nivel de peligrosidad muy alta, el 4.23% se ubica en una zona de vulnerabilidad alta, el 22.54% se ubica en una zona de vulnerabilidad media y el 32.38% se ubica en una zona de vulnerabilidad baja, el área afectada de la agricultura es un 6.22 ha se encuentra expuesta a una zona de vulnerabilidad alta. (ver pág. 167 y 181)

Conclusión N°4 del objetivo específico “c”

En la quebrada de Chinchña localidad de Pacsica el nivel de riesgo por flujo de detritos afecta a 40.85% de las viviendas que se encuentra expuesta a una zona de nivel de peligrosidad muy alta, el 4.23% se ubica en una zona de riesgo alto, el 22.54% se ubica en una zona de riesgo media y el

32.38% se ubica en una zona de riesgo baja, el área de afectada de la agricultura en un 6.22 ha se encuentra expuestas a un riesgo alto. (ver pág. 174 y 181)

5.2. Recomendaciones

Recomendación N°1 del objetivo general

Visto los resultados de riesgo por flujo de detritos, se recomienda adoptar medidas de prevención y reducción del riesgo de desastres, que ayudan a la formulación de proyecto de inversiones públicas en manos de los sectores, los gobiernos locales, que permita una vida adecuada y digna a la población respecto en riesgo.

Recomendación N°2 del objetivo específico “a”

Se sugiere que la población de Pacsica debe de contar con registros históricos, el cual ayuda a realizar un estudio geológico, geomorfológico más a detalle para conocer con certeza los estratos más vulnerables.

Recomendación N°3 del objetivo específico “b”

Se sugiere que la población de Pacsica debe de contar con capacitación de plan de contingencia ante un evento de deslizante de flujo de detritos relacionados con sistemas de alertas tempranas, rutas de evacuación y zonas seguras ante un deslizamiento.

Recomendación N°4 del objetivo específico “c”

Incluir gestiones respecto al riesgo de desastres en las inversiones públicas y privadas de los tres niveles de gobierno y así posibilitar la sostenibilidad a lo largo plazo de los proyectos de inversiones. Los son los aportes más importantes para la gestión ambiental básica, la ordenación y el acondicionamiento del territorio (plan de desarrollo urbano, zonificación económica-ecológica, entre otras cosas) y otras aplicaciones.

Otras recomendaciones

- Se recomienda medidas de control físico como sensores para el monitoreo del flujo de detritos
- Se recomienda implementación de esquema de desarrollo urbano
- Se recomienda realizar construcciones de diques de gaviones, enrocados o barreras geodinámicas, lo cual ayuda a retener el material sólido y deja pasar el líquido.
- La quebrada de Chinchña está en constantes cambios, por lo tanto, se recomienda llevar a cabo un sistema de monitoreo para poder mejores resultados y poder calibrar al programa bidimensional FLO-2D y así poder aproximarnos a mejores resultados.

Bibliografía

- Vásquez Villanueva, A., Mejía Marcacuzco, A., Faustino Manco, R., Vásquez Romero, I., Díaz Rimarachin, J., Vásquez Romero, C., . . . Alcantara Ramos, J. (2016). *Manejo y Gestión de Cuencas Hidrográficas*. Obtenido de <https://www.fondoeditorialunalm.com/wp-content/uploads/2020/09/CUENCAS-HIDROGRAFICAS.pdf>
- Alvarez Rodriguez, J. M., & Malaga Hanampa, K. (2021). *Analisis del Riesgo por flujo de Detritos del Distrito de Haqira Provincia de Cotabambas Departamento de Apurímac*. Obtenido de <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/13011>
- ANA. (2018). *Identificación de Puntos Criticos con Riesgo a Inundaciones en Ríos y Quebradas 2017*. Obtenido de <file:///C:/Users/hp/Downloads/ANA0002898.pdf>
- Aparicio Mijares, F. J. (1992). *Fundamentos de Hidrologia de Superficie*. Obtenido de https://www.academia.edu/8254237/Fundamentos_de_hidrologia_de_superficie_Aparicio
- Aznar Acosta, J. (2021). *Las formas del relieve I*. Obtenido de <http://recursostic.educacion.es/secundaria/edad/3esobiologia/3quincena2/pdf/quincena2.pdf>
- Baena Paz, G. (2017). *Metodologia de la investigacion*. Obtenido de http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Banda Flores, M. A. (2015). *Analisis comparativo de un modelo Hidrodinámico Unidimensional para flujo Newtonianos y no newtonianos del Río Seco zona urbana Tacna*. Obtenido de

http://repositorio.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/2815/624_2015_banda_flores_ma_%20fiag_ingenieria_geologia_y_geotecnia.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Breña Puyol, A. F., & Jacobo Villa, M. A. (2006). *Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial*. Obtenido de

https://www.uamenlinea.uam.mx/materiales/licenciatura/hidrologia/principios_fundamentos/libro-PFHS-05.pdf

Bucarey Aichele, N. C. (2018). *Evaluacion de la Suseptibilidad de Flujo de Detritos en Quebradas Carrizalillo y de Melendes, Comuna de tierra amarilla, region de ataca.*

Obtenido de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/151288/Evaluacion-de-la-suseptibilidad-de-flujos-de-detritos-en-Quebradas-Carrizalillo-y.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Catastro Bogota. (s.f.). *Unidad Administrativa Especial de Catastro Distrital* . Obtenido de

<https://www.catastrobogota.gov.co/pregunta/que-es-un-plano-topografico>

Celis, M. V. (s.f.). *Guia Metodologia Para Evaluacion de Riesgos por Deslizamientos en Zonas Urbanas A Escala De diseño*. Obtenido de

<https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/379/1/Gu%C3%ADa%20metodol%C3%B3gica%20para%20evaluaci%C3%B3n%20de%20riesgos%20por%20deslizamientos%20en%20zonas%20urbanas%20a%20escala%20de%20dise%C3%B1o..pdf>

CENEPRED. (2015). *Manual para la Evaluacion de Riesgos originados por Fenomenos Naturales 2da version*. Obtenido de

<https://dimse.cenepred.gob.pe/simse/cenepred/docs/MAN-manual-evaluacion-riesgos-natural-v2.pdf>

CENEPRED. (2017). *Informacion de Evaluación del Riesgo por Flujos de Detritos en el Area de Influencia de la quebrada la Yesera del centro poblado de San Jose de los Molinos, distrito de San Jose de los Molinos provinvia y departamento de Ica*. Obtenido de http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//4110_informe-de-evaluacion-del-riesgo-por-flujos-de-detritos-en-el-area-de-influencia-de-la-quebrada-la-yesera-del-centro-poblado-de-san-jose-de-los-molino.pdf

CENEPRED. (2018). *Informe de Evaluacion de Riesgo por Flujo de Detritos en el Centro Poblado Alan Garcia, distrito de Olmos, provincia de lambayeque, departamento de Lambayeque*. Obtenido de http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//4523_informe-de-evaluacion-de-riesgo-por-flujo-de-detritos-en-el-centro-poblado-alan-garcia-distrito-de-olmos-provincia-de-lambayeque-departamento-de-lamba.pdf

CENEPRED. (2018). *Informe de Evaluacion de Riesgos por Flujos de Detritos en el Area de Influencia del Sector a Norte del distrito de Yungay, Povincia de Yungay Departamento de Ancash*. Obtenido de http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//5182_informe-de-evaluacion-de-riesgo-por-flujo-de-detritos-en-el-area-de-influencia-del-sector-a-norte-del-distrito-de-yungay-provincia-de-yungay-departame.pdf

Dangeolo, R. (2021). *Definición de Simulacion*. Obtenido de <https://conceptodefinicion.de/simulacion/>

Drone Drive, D. (s.f.). *fotografía aérea*. Obtenido de <https://www.drone4drive.com/que-es-fotografia-aerea/>

Espinosa Montesdeoca, Y. D. (2016). *Analisis de Vulnerabilidad Social por Amenaza de Flujos de lodo en la Parroquia de San Antonio de Ibarra*. Obtenido de <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/13242/ANALISIS%20DE%20VULNERABILIDAD%20SOCIAL%20POR%20FLUJOS%20DE%20LODO%20DE%20LA%20PARROQUIA%20SAN%20ANTONIO%20DE%20IBARRA%20A%c3%91O%2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Fallas Salazar, S. J. (2020). *Modelación y mapeo de flujo de lodos y detritos en la cuenca del río zapote*. Obtenido de <https://www.ingbiosistemas.ucr.ac.cr/wp-content/uploads/2020/12/TFG-SebastianFallasSalazar.pdf>

Fattorelli, S., & Fernández, P. C. (2011). *Diseño Hidrológico*. Obtenido de https://www.academia.edu/9251651/Dise%C3%B1o_Hidrol%C3%B3gico_EDICION_DIGITAL_C_D_I_N_C_L_U_I_D_O

Fattorelli, S., & Ferndandez , p. C. (2007). *diseño hidrológico*.

FLO-2D. (2003). *USER MANUAL*. Obtenido de https://issuu.com/asociacionvivamosmejor/docs/manual_flo-2d

FLO-2D. (2018). *MANUAL FLO-2D*. Obtenido de <https://flo-2d.com/>

froude, Melanie, & J. (2018). *ocurencia mundial de deslizamiento fatales 2004 a 2016*. Obtenido de <https://eprints.whiterose.ac.uk/135611/3/nhess-18-2161-2018.pdf>

Gestión del riesgo de desastres. (2016). *calculo del nivel de riesgo por movimientos en masa (reptacion) en la urbanizacion de santa sebastiana, julian h. medrano, san agustin I Y II etapa, Apurimac, Miraflores, Santa luisa, Gilber Urbiola Valer, Bellavista alta, Asociacion Nueva Union- Limapa*. Obtenido de <https://docplayer.es/156611018-Subgerencia-de-gestion-del-riesgo-de-desastres.html>

- Gobierno Regional de Apurimac. (2017). *Mejoramiento del Servicio Educativo de Nivel Inicial en la IEI 1065 Pacsica, Provincia de Aymaraes - Región Apurímac*. Obtenido de <https://app.regionapurimac.gob.pe/transparencia/wp-content/uploads/2020/12/RESOLUCION%20GERENCIAL%20GENERAL%20REGIONAL%20N%20488-2020-GR.APURIMAC.GG.pdf>
- Gobierno Regional de Apurimac. (2021). *Informe de evaluación del riesgo originado por inundación fluvial en la zona urbana de la localidad de Chalhuanca, del río Chalhuanca, distrito de Chalhuanca - Aymaraes - Apurimac*. Obtenido de https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//12323_informe-de-evaluacion-del-riesgo-originado-por-inundacion-fluvial-en-la-zona-urbana-de-la-localidad-de-chalhuanca-del-rio-chalhuanca-distrito-de-chalh.pdf
- Gobierno Regional de Apurimac. (2021). *Informe de evaluación del riesgo originado por inundación fluvial en la zona urbana de la localidad de Chalhuanca, del río Chalhuanca, distrito de Chalhuanca - Aymaraes - Apurimac*.
- Gonzales de Vallejo, Luis I; Ferrer, Mercedes; Ortuño, Luis; Oteo, Carlos. (2002). *INGENIERIA GEOLOGICA*. Obtenido de https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5540850/mod_resource/content/1/Livro%202.pdf
- Gonzales, de Vallejo, Luis, I., Ferrer, Mercedes., Ortuño, Luis., Oteo, Carlos., (2002). *Ingeniería Geológica*.
- Hernandez Sampiere, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *metodología de la investigación*. Obtenido de <https://www.esup.edu.pe/wp->

content/uploads/2020/12/2.%20Hernandez,%20Fernandez%20y%20Baptista-
Metodolog%C3%ADa%20Investigacion%20Cientifica%206ta%20ed.pdf

Humberto Ñaupas Paitan, M. R. (2018). *Metodología de la investigación cuantitativa -
cualitativa y redacción de tesis*. Obtenido de
https://books.google.com.pe/books?id=KzSjDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false

INDECI, & DIPPE. (2019). *compendio estadístico del INDECI 2019 en la preparación
, respuesta y rehabilitación de la GRD*. Obtenido de <https://www.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2020/01/COMPENDIO-FINALBAJA.pdf>

INGEMMET. (2012). Primer Reporte de Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geo-
Hidrológicos en la Región Apurímac. Obtenido de
http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//438_informe-tecnico-n0-a6594-primer-reporte-de-zonas-criticas-por-peligros-geologicos-y-geo-hidrologicos-en-la-region-apurimac.pdf

INGEMMET. (2019). Inspección de Peligros Geológicos en el Sector de Llactabamba. Obtenido
de http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/storage/biblioteca//6792_informe-tecnico-n0-a6924-primer-reporte-inspeccion-de-peligros-geologicos-en-el-sector-de-llactabamba-districto-huancarama-departamento-apurimac.pdf

M. L. Carreño, O. D. Cardona, A. H. Barbat. (2005). *Sistema de indicadores para la evaluación de
riesgos*. Obtenido de <file:///C:/Users/hp/Downloads/6125.pdf>

Marisol Lara Castillo. (2007). *metodología para la evaluación y zonificación de peligro de
remociones en masa con aplicación en quebrada San Ramón, Santiago Oriente, Región*

- Metropolitana*. Obtenido de https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2008/1/GL62C/1/material_docente/bajar?id_material=177406
- Millán A, C. E. (2018). *Modelamiento del Flujo de Detritos para el Analisis del Riesgo en la Quebrada los Condores, Provincia de Lima, Peru*. Obtenido de <https://1library.co/document/zw5o3nvz-modelacion-detritos-analisis-riesgo-quebrada-condores-provincia-peru.html>
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2008). *Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje*. Obtenido de http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf
- Multinacional andino. (2007). *Movimientos en masa en la region andina: una guia para la evalaucion de amenazas*. Obtenido de <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/Geral-96.pdf>
- Parrilla, G. P. (1995). *Bibliogrefia especifica sobre un proceso de ladera: < flujo masivo de depositos > (debris flows), cuando es generado por lluvias intensas en areas no volcanicas*. Obtenido de <https://revistas.ucm.es/index.php/AGUC/article/view/AGUC9595120255A/31662>
- Sanchez Meza, L. I. (2018). *Anlisis de vulnerabilidad ante la probabilidad ocurrencia de flujo de detritos en la quebrada Carrossio, distrito de Lurigancho Chosica Lima-Lima*. Obtenido de <https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/2728/SANCHEZ%20MEZA%20LIZBET%20ISABEL%20.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SENAMHI, & DHI. (2019). *Movimiento en masas por lluvias intensas en el Perú*. En ordoñes, & j. Obtenido de <https://www.senamhi.gob.pe/load/file/01401SENA-81.pdf>

- Sepulveda Bello, A., Patiño Franco, J., & Rodríguez Pineda, C. E. (2016). metodología para la evaluación de riesgo por flujos de detritos detonados por lluvias: caso Utiaca, Cundimarca, Colombia. *SciELO*. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/oyp/n20/art03.pdf>
- SERNAGEOMIN. (2017). *Servicio Nacional de Geología y Minería*. Obtenido de <https://www.sernageomin.cl/faq-items/flujo-de-detritos/#:~:text=Es%20una%20masa%20m%C3%B3vil%2C%20saturada,se%20encuentra%20suspendido%20en%20agua>.
- SINAGERD. (2011). *decreto supremo que aprueba de la ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres*.
- SINAGERD. (2011). *LEY N°29664 - Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD)*. Obtenido de <http://www.minedu.gob.pe/comision-sectorial/pdf/normativa/7-conagerd.pdf>
- Tamayo, M. T. (2003). *EL PROCESO DE LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/227860/El_proceso__de_la_investigaci_n_cient_fica_Mario_Tamayo.pdf
- Uparela Olivera, J. E., & García López, M. (2018). *Metodología para la Evaluación del riesgo por flujos de lodos y avalanchas*. Obtenido de [file:///C:/Users/hp/Downloads/inveseci-6.-metodologa-para-la-evaluacin-del-riesgo%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/hp/Downloads/inveseci-6.-metodologa-para-la-evaluacin-del-riesgo%20(1).pdf)
- Valderrama, M. P. (2006). *Geología, Geodinámica y Simulación de Flujos en las Ciudades de Urubamba y Ollantaytambo*. Obtenido de <https://app.ingemmet.gob.pe/biblioteca/pdf/TE0083.pdf>
- Ven Te Chow. (1994). *Hidrología Aplicada*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/LuigiQuispeYanapa/hidrologia-aplicada-ven-te-chow-116834237>

Villón Béjar, M. (2011). *HIDROLOGÍA*. Obtenido de

file:///C:/Users/hp/Downloads/Maximo%20Villon%20-%20Hidrologia.pdf

Los anexos, panel fotográfico y otros documentos se encuentran resguardados en la oficina del repositorio digital institucional de la biblioteca central de la Universidad Tecnológica de los Andes.