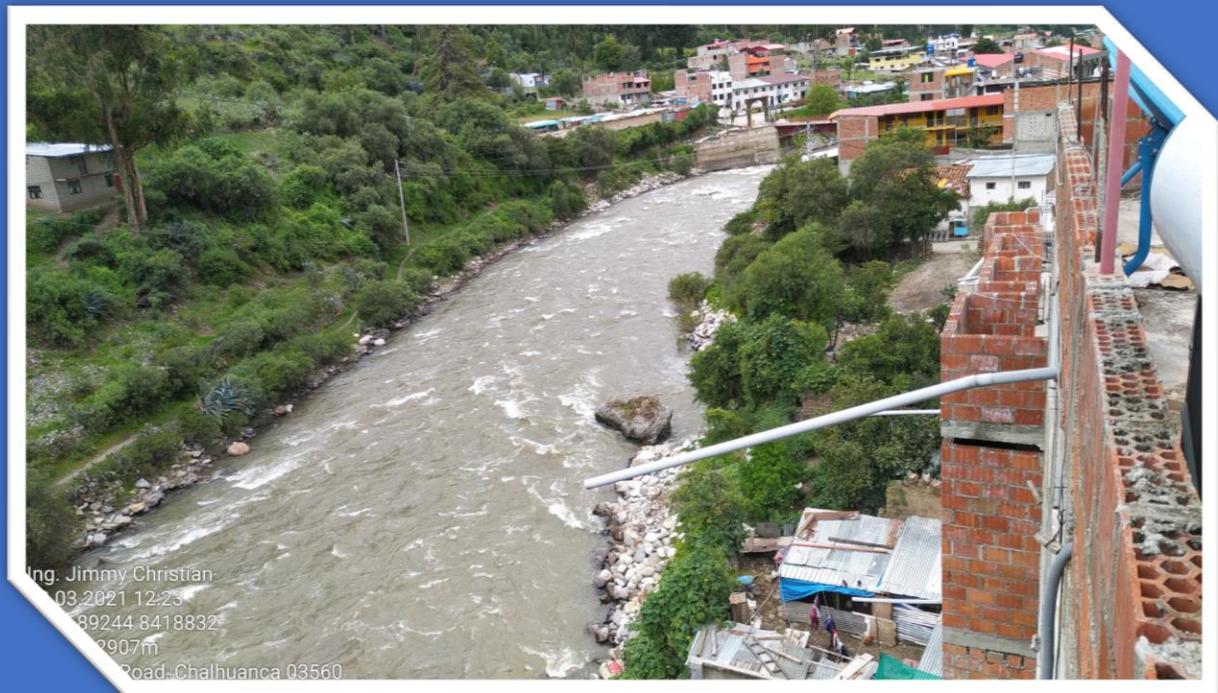




GOBIERNO REGIONAL DE
APURIMAC



INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO ORIGINADO POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CHALHUANCA, DEL RIO CHALHUANCA, DISTRITO DE CHALHUANCA – AYMARAES - APURIMAC

GOBIERNO REGIONAL DE APURIMAC

JUNIO 2021



Elaboración del Informe Técnico:

Profesional Responsable

Ing. Jimmy Christian Cacñahuaray Huaraca – CIP N° 162538

Evaluador de Riesgo: R.J. N° 052-2019-CENEPRED/J

Equipo Técnico

Ing. Klever Yonny Aranibar Escudero – CIP N° 143887

Coordinador del Proyecto

Ing. Favio Bruno Cordova Mamani – CIP N° 218675

Especialista Social

Tec. Adolfo Oimer Quispe Sucantaípe

Técnico Topógrafo

Participación:

Gobierno regional de Apurímac – Aymaraes - Chalhuanca



CONTENIDO

INDICE DE TABLAS	6
PRESENTACIÓN	11
INTRODUCCIÓN.....	12
I. ASPECTOS GENERALES	13
1.1 OBJETIVO GENERAL	13
1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	13
1.3 FINALIDAD.....	13
1.4 JUSTIFICACIÓN	13
1.5 ANTECEDENTES	13
1.6 MARCO NORMATIVO	15
II. CARACTERISTICAS GENERALES.....	16
2.1 UBICACIÓN	16
2.1.1 UBICACIÓN POLITICA.....	16
2.1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA	16
2.1.3 UBICACIÓN HIDROGRAFICA.....	16
2.1.4 LIMITES	18
2.2 VIAS DE ACCESO	18
2.3 BASE TOPOGRAFICA.....	18
2.3.1 ESPECIFICACIONES GEODESICAS	18
2.3.2 PUNTOS DE CONTROL DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO:.....	18
2.3.3 REPLANTEO DEL PROYECTO.	19
2.3.4 EQUIPOS UTILIZADOS Y PERSONAL UTILIZADOS.....	20
2.3.5 METODOLOGIA DE TRABAJO	21
2.4 CARACTERÍSTICAS SOCIALES.....	22
2.4.1 POBLACIÓN	22
2.4.2 VIVIENDA	23
2.4.3 AGUA POTABLE	24
2.4.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS	24
2.4.5 ENERGIA ELÉCTRICA.....	24
2.4.6 EDUCACIÓN	25



2.4.7	SALUD	26
2.5	CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS	26
2.6	DESCRIPCION FISICA DE LA ZONA A EVALUAR.....	26
2.6.1	GEOLOGIA LOCAL	26
2.6.2	GEOMORFOLOGÍA LOCAL	29
2.6.3	PRECIPITACIONES	31
2.6.4	PENDIENTES	41
2.7	CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA GEOGRAFICA A EVALUAR	43
2.7.1	CLIMA	43
2.7.2	TEMPERATURA	44
2.7.3	HIDROLOGIA	44
III.	DETERMINACIÓN DEL PELIGRO.....	53
3.1	METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL PELIGRO.....	53
3.2	RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	53
3.3	IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA.....	54
3.4	IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO.....	54
3.5	CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO	55
3.5.1	INUNDACIONES.....	55
3.6	PARÁMETRO DE EVALUACIÓN.....	56
3.7	SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO	57
3.7.1	ANÁLISIS FACTOR DESENCADENANTE	57
3.7.2	ANÁLISIS FACTORES CONDICIONANTES	59
3.8	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS	61
3.8.3	ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS POR DIMENSIÓN SOCIAL.....	61
3.8.4	ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS POR DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	63
3.8.5	ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS POR DIMENSIÓN AMBIENTAL.....	64
3.9	DEFINICIÓN DEL ESCENARIO.....	67
3.10	NIVELES DE PELIGRO	67
3.11	ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD	69
3.12	MAPA DE PELIGROSIDAD	69
IV.	ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD	71
4.1	METODOLOGIA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD.....	71
4.2	ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD.....	71
4.2.1	EXPOSICIÓN.....	71



4.2.2	FRAGILIDAD	72
4.2.3	RESILIENCIA.....	72
4.3	ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS SOCIALES, ECONOMICOS Y AMBIENTALES	72
4.3.1	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL	72
4.3.1.1	ANÁLISIS DE LA EXPOSICION EN LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	73
4.3.1.2	ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	74
4.3.1.3	ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN SOCIAL.....	74
4.3.2	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA	76
4.3.2.1	ANALISIS DE LA EXPOSICION EN LA DIMENCION ECONÓMICA.....	77
4.3.2.2	ANALISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENCION ECONÓMICA	78
4.3.2.3	ANALISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENCION ECONÓMICA.....	79
4.3.3	ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL	80
4.4	NIVELES DE VULNERABILIDAD	80
4.5	ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD	84
4.6	MAPA DE VULNERABILIDAD	84
V.	CÁLCULO DEL RIESGO	86
5.1	METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO.....	86
5.2	NIVELES DEL RIESGO	87
5.3	MATRIZ DE RIESGOS.....	87
5.4	ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO.....	88
5.5	MAPA DE RIESGOS.....	88
5.6	CÁLCULO DE PROBABLES PÉRDIDAS	90
5.7	MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (Riesgos futuros)	91
5.7.1	DE ORDEN ESTRUCTURAL.....	91
5.7.2	DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	92
5.8	MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGOS DE DESASTRES (Riesgos existentes).....	93
5.8.1	DE ORDEN ESTRUCTURAL.....	93
5.8.2	DE ORDEN NO ESTRUCTURAL	93
VI.	CONTROL DE RIESGO	94
6.1	ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DEL RIESGO.....	94
6.2	CONTROL DE RIESGOS.....	96
VII.	CONCLUSIONES.....	97
7.1	CONCLUSIONES.....	97
7.2	RECOMENDACIONES	97



BIBLIOGRAFÍA	99
ANEXOS	100
Anexo 1. PANEL FOTOGRAFICO	100
Anexo 2. DATOS ESTADISTICOS	106
Anexo 3. FICHA DE ENCUESTA	110
Anexo 4. FICHA TECNICA DE IDENTIFICACION DE PUNTO CRITICO RIO CHALHUANCA	111
Anexo 5. MAPAS TEMATICOS	112

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 – Identificación de Puntos Críticos con riesgo a Inundación y Erosión Fluvial en el Rio en Estudio.....	14
Tabla 2 - Vías de Acceso a la Localidad de Chalhuanca.....	18
Tabla 3 – Puntos Geodésicos.....	19
Tabla 4 – Puntos de Control	19
Tabla 5 – Puntos de Control BMs.....	19
Tabla 6 - Población, a nivel del Distrito de Aymaraes.....	22
Tabla 7 - Características de la Población de Chalhuanca, Según sexo	22
Tabla 8 - Población de Chalhuanca según Grupo de Edades	22
Tabla 9 - Tipo de Material predominante de paredes de las Viviendas.....	23
Tabla 10 - Tipo de Material predominante de pisos de las Viviendas	23
Tabla 11 - Tipo de Vivienda	23
Tabla 12 - Abastecimiento de Agua en Viviendas	24
Tabla 13 – Servicios de Desagüe	24
Tabla 14 – Servicio de Electricidad.....	24
Tabla 15 - Infraestructura Educativa	25
Tabla 16 – Infraestructura de Salud	26
Tabla 17 – Población económicamente Activa	26
Tabla 18 – PEA según actividad económica	26
Tabla 19 – Periodo de Información disponible de estaciones meteorológicas	32
Tabla 20 – Datos de precipitación máxima en 24 horas	32
Tabla 21 – Distancias del proyecto a estaciones aledañas	33
Tabla 22 – Precipitación máxima en 24 horas del área de estudio.....	34
Tabla 23 – Valores de Ko para la prueba de datos atípicos	35
Tabla 24 – Determinación de datos atípicos de la estación de estudio.....	36
Tabla 25 – Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno	38
Tabla 26 – Umbrales de P24 para el área de estudio.....	39
Tabla 27 – Caracterización de la Lluvia	39
Tabla 28 – Rangos de Pendientes.....	41
Tabla 29 – Rangos de Pendiente para el Proyecto.....	41
Tabla 30 – Temperatura promedio de estaciones cercanas	44



Tabla 31 – Precipitación de diseño (Máx en 24 horas) – Periodo de Retorno.....	44
Tabla 32 – Características de la cuenca Chalhuanca.....	45
Tabla 33 – Caudales Máximos – Chalhuanca	46
Tabla 34 – Coeficiente de Manning.....	48
Tabla 35 – Hidrograma de caudales.....	49
Tabla 36 – Altura de agua o tirante de agua	51
Tabla 37 – Matriz de comparación de pares del parámetro de Altura de Flujo	57
Tabla 38 – Matriz de Normalización de pares del parámetro de Altura de Flujo	57
Tabla 39 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro de Altura de Flujo.....	57
Tabla 40 – Factores de la Susceptibilidad	57
Tabla 41 – Rangos de precipitación empleados para el modelo de precipitación.....	58
Tabla 42 – Matriz de normalización de pares del parámetro Precipitación	58
Tabla 43 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro de Precipitación	58
Tabla 44 – Matriz de Comparación de pares del parámetro Geomorfología	59
Tabla 45 – Matriz de normalización de pares del parámetro Geomorfología.....	59
Tabla 46 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro de Geomorfología	59
Tabla 47 – Matriz de comparación de pares del Parámetro Pendiente	59
Tabla 48 – Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente.....	60
Tabla 49 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro de Pendiente.....	60
Tabla 50 – Matriz de comparación de pares del Parámetro Geología.....	60
Tabla 51 – Matriz de normalización de pares del parámetro Geología.....	60
Tabla 52 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Geología	60
Tabla 53 – Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes.....	61
Tabla 54 – Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes	61
Tabla 55 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para los factores condicionantes	61
Tabla 56 – Centros Poblados Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial.....	61
Tabla 57 – Población total susceptible a inundación.....	62
Tabla 58 – Instituciones educativas susceptibles a inundación	62
Tabla 59 – Establecimientos de salud susceptibles a inundación.....	62
Tabla 60 – Centros Poblados no Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial.....	62
Tabla 61 – Población total no susceptible a inundación.....	62
Tabla 62 – Instituciones educativas no susceptibles a inundación.....	62
Tabla 63 – Establecimientos de salud no susceptibles a inundación.....	63
Tabla 64 – Servicios Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial	63
Tabla 65 – Vías de Comunicación Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial.....	63
Tabla 66 – Infraestructura Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial.....	64
Tabla 67 – Áreas de Cultivo Susceptible al fenómeno de inundación fluvial.....	64



Tabla 68 – Viviendas Susceptible al fenómeno de inundación fluvial	64
Tabla 69 – Viviendas no Susceptible al fenómeno de inundación fluvial	64
Tabla 70 – Recursos Naturales Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial	64
Tabla 71 – Recursos Naturales no Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial	65
Tabla 72 – Calculo de Rangos del Parámetro de Evaluación.....	67
Tabla 73 – Calculo de Rangos del Factor desencadenante	67
Tabla 74 – Calculo de Rangos del Factor Condicionante	67
Tabla 75 – Calculo de Rangos de la Susceptibilidad.....	68
Tabla 76 – Calculo de Rangos de los Niveles del Peligro.....	68
Tabla 77 – Niveles del Peligro	68
Tabla 78 – Matriz de Peligro.....	69
Tabla 79 – Parámetros de la Dimensión Social	73
Tabla 80 – Matriz de Comparación de pares	73
Tabla 81 – Matriz de Normalización de Pares.....	73
Tabla 82 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico	73
Tabla 83 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Concentración de Personas por viviendas.....	73
Tabla 84 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Concentración de Personas por viviendas.....	73
Tabla 85 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Concentración de Personas por viviendas	74
Tabla 86 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Grupo de Edades.....	74
Tabla 87 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Grupo de Edades	74
Tabla 88 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Grupo de Edades.....	74
Tabla 89 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Nivel de Organización de las personas	75
Tabla 90 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Nivel de Organización de las personas	75
Tabla 91 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Nivel de Organización de las personas.....	75
Tabla 92 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Nivel de Organización	75
Tabla 93 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Nivel de Organización.....	76
Tabla 94 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Nivel de Organización	76
Tabla 95 – Parámetros de la Dimensión Económica.....	77
Tabla 96 – Matriz de Comparación de pares	77
Tabla 97 – Matriz de Normalización de Pares.....	77
Tabla 98 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico	77
Tabla 99 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Ubicación de viviendas con respecto al río	77
Tabla 100 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Ubicación de viviendas con respecto al río.....	78



Tabla 101 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Ubicación de viviendas con respecto al río	78
Tabla 102 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Material de construcción de la vivienda	78
Tabla 103 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Material de construcción de la vivienda	78
Tabla 104 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Material de construcción de la vivienda	78
Tabla 105 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Antigüedad de la vivienda existente	79
Tabla 106 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Antigüedad de la vivienda existente	79
Tabla 107 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Antigüedad de la vivienda existente	79
Tabla 108 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Ingreso Familiar Promedio	79
Tabla 109 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Ingreso Familiar Promedio	80
Tabla 110 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Ingreso Familiar Promedio	80
Tabla 111 – Calculo de Rangos de la Exposición social	81
Tabla 112 – Calculo de Rangos de la fragilidad social	81
Tabla 113 – Calculo de Rangos de la Resiliencia social	81
Tabla 114 – Calculo de Rangos de la Vulnerabilidad Social	81
Tabla 115 – Calculo de Rangos de la Exposición económica.....	82
Tabla 116 – Calculo de Rangos de la Fragilidad Económica.....	82
Tabla 117 – Calculo de Rangos de la Resiliencia económica.....	82
Tabla 118 – Calculo de Rangos de la Vulnerabilidad Económica	82
Tabla 119 – Calculo de los niveles de Vulnerabilidad	83
Tabla 120 – Niveles del Vulnerabilidad	83
Tabla 121 – Estratificación de la vulnerabilidad.....	84
Tabla 122 – Calculo de Niveles de Riesgo	87
Tabla 123 – Niveles de Riesgo	87
Tabla 124 – Matriz de Riesgo	87
Tabla 125 – Estratificación de Riesgo.....	88
Tabla 126 – Efectos probables del área de influencia de la localidad de Chalhuanca.....	90
Tabla 127 – Niveles de Consecuencias.....	94
Tabla 128 – Niveles de Frecuencia de ocurrencia.....	94
Tabla 129 – Matriz de Consecuencias y daños.....	94
Tabla 130 – Medidas cualitativas de consecuencias y daños	95
Tabla 131 – Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo.....	95
Tabla 132 – Matriz de Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo	95
Tabla 133 – Nivel de Priorización	96
Tabla 134 - Población, a nivel del Distrito de Chalhuanca	107
Tabla 135 - Características de la Población de Chalhuanca, Según sexo	107
Tabla 136 - Población de Chalhuanca según Grupo de Edades	107



Tabla 137 - Tipo de Material predominante de paredes de las Viviendas.....	107
Tabla 138 - Tipo de Material predominante de pisos de las Viviendas	107
Tabla 139 - Tipo de vivienda	108
Tabla 140 - Abastecimiento de Agua en Viviendas	108
Tabla 141 – Servicios de Desagüe	108
Tabla 142 – Servicio de Electricidad.....	108
Tabla 143 - Infraestructura Educativa	109
Tabla 144 – Infraestructura de Salud	109
Tabla 145 – Población económicamente Activa	109
Tabla 146 – PEA según actividad económica	109



PRESENTACIÓN

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), en su condición de organismo público adscrito al Ministerio de Defensa y en cumplimiento de sus funciones conferidas por la Ley N° 29664 – Ley que crea el SINAGERD, como ente responsable técnico de coordinar, facilitar y supervisar la formulación e implementación de la Política Nacional y el Plan Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres, en los procesos de estimación, prevención, reducción y reconstrucción, ha elaborado, en su primera fase, la Evaluación del Riesgo de 34 Centro Poblados, afectados por “El niño Costero” del año 2017.

El Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED) en uso y aplicación de sus competencias elabora las herramientas técnico normativa como manuales, guías, lineamientos y los procedimientos técnicos administrativos, con la finalidad de orientar la implementación de la GRD en el país.

Para el desarrollo del presente informe se realizó la coordinación con los funcionarios de la Municipalidad Provincial de Aymaraes, equipo técnico de elaboración de expediente técnico de defensa ribereña del Gobierno Regional de Apurímac y Autoridades de la Población del distrito de Chalhuanca.

El presente informe se aplica la metodología del “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales” 2da Versión, el cual permite: analizar parámetros de evaluación y susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) de los fenómenos o peligros; analizar la vulnerabilidad de elementos expuestos al fenómeno al fenómeno en función de la fragilidad, resiliencia, determinar y zonificar los niveles de riesgo vinculadas a la prevención y/o reducción de riesgos en las áreas geográficas objetos de evaluación.



INTRODUCCIÓN

El presente Informe de Evaluación del Riesgo por inundación fluvial permite analizar el impacto potencial, del área de influencia de la inundación fluvial del río Chalhuanca, en la localidad de Chalhuanca en caso de presentarse un “Niño Costero” de intensidad similar o superior a lo acontecido en el verano 2017.

Entre los meses de enero a marzo en el distrito de Chalhuanca se registran lluvias intensas calificadas, de acuerdo al índice de precipitación en el Percentil 99 (P99) como “Extremadamente lluvioso”, como parte de la presencia de “El Niño Costero 2017”, causando erosiones fluviales e inundaciones fluviales por desborde de ríos y quebradas tanto en la zona urbana como en la agrícola con un considerable porcentaje de pérdidas materiales.

En este sentido, la ocurrencia de los desastres producto de los fenómenos naturales, es uno de los factores que mayor destrucción causa debido a la ausencia de medidas y/o acciones que puedan garantizar las condiciones de estabilidad física en su hábitat.

En el primer capítulo del informe, se desarrolla los aspectos generales, entre los que se destaca los objetivos, tanto el general como los específicos, la justificación que motiva la elaboración de la Evaluación del Riesgo del centro poblado y el marco normativo.

En el segundo capítulo, se describe las características generales del área de estudio, como ubicación geográfica, características físicas, sociales, económicas, entre otros.

En el tercer capítulo, se desarrolla la determinación del peligro, en el cual se identifica su área de influencia en función a sus factores condicionantes y desencadenante para la definición de sus niveles, representándose en el mapa de peligro.

El cuarto capítulo comprende el análisis de la vulnerabilidad en sus dos dimensiones, el social y el económico. Cada dimensión de la vulnerabilidad se evalúa con sus respectivos factores: fragilidad y resiliencia, para definir los niveles de vulnerabilidad, representándose en el mapa respectivo.

En el quinto capítulo, se contempla el procedimiento para cálculo del riesgo, que permite identificar el nivel del riesgo por inundación fluvial y el mapa de riesgo como resultado de la evaluación del peligro y la vulnerabilidad.

Finalmente, en el sexto capítulo, se evalúa el control del riesgo, para identificar la aceptabilidad o tolerancia del riesgo con sus respectivas conclusiones y recomendaciones.

El presente informe trata de determinar y establecer los niveles de riesgo, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo (en función de los umbrales para el peligro de inundación fluvial), aplicando los procedimientos basados en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión, así como de los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres aprobado con Resolución Ministerial N°334-2012-PCM del 26 de diciembre del 2012.



I. ASPECTOS GENERALES

1.1 OBJETIVO GENERAL

- Elaborar un informe de Evaluación de riesgo por inundación fluvial en la zona urbana de la localidad de Chalhuanca, distrito de Chalhuanca, provincia de Aymaraes, departamento de Ayacucho.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y determinar los niveles de peligro, y elaborar el mapa de peligro del área de influencia.
- Analizar y determinar los niveles de vulnerabilidad, y elaborar el mapa de vulnerabilidad.
- Establecer los niveles del riesgo y elaborar el mapa de riesgos, evaluando la aceptabilidad o tolerabilidad del riesgo.
- Recomendar medidas de control del riesgo.

1.3 FINALIDAD

Contribuir con un documento técnico para que la autoridad que corresponda evalúe y pueda tomar medidas orientados a reducir y controlar el riesgo existente y evitar que se genere nuevos riesgos sobre la localidad afectada y las Unidades Productoras UP existentes.

1.4 JUSTIFICACIÓN

La última temporada de lluvias que se dio en la zona centro de Chalhuanca se presentó con torrenciales precipitaciones sobre todo en el distrito de Chalhuanca, provocando daños en la zona urbana de la localidad de Chalhuanca, distrito de Chalhuanca, acentuados en las cercanías de la rivera del río Chalhuanca.

Determinar las áreas que se encuentran vulnerables ante el peligro de inundación fluvial con el fin de poder realizar medidas estructurales y no estructurales para poder minimizar el riesgo, y así garantizar la seguridad de los pobladores e infraestructura urbana que se encuentran en áreas de erosión fluvial a causa de la inundación fluvial, como también para mejorar el Plan de Desarrollo Urbano del distrito de Chalhuanca.

1.5 ANTECEDENTES

Entre los meses de febrero a marzo de 2017, a consecuencias de las intensas precipitaciones que se registraron durante el Fenómeno del Niño Costero se produjeron inundaciones y desbordes en diversas zonas del distrito de Chalhuanca, en diferentes puntos del casco urbano y en sectores rurales aledaños a este, ocasionando daños a la población, viviendas, servicios básicos, zonas agrícolas, carreteras y otros.

Este evento es recurrente en esta región tal como se indica en el cuadro siguiente:



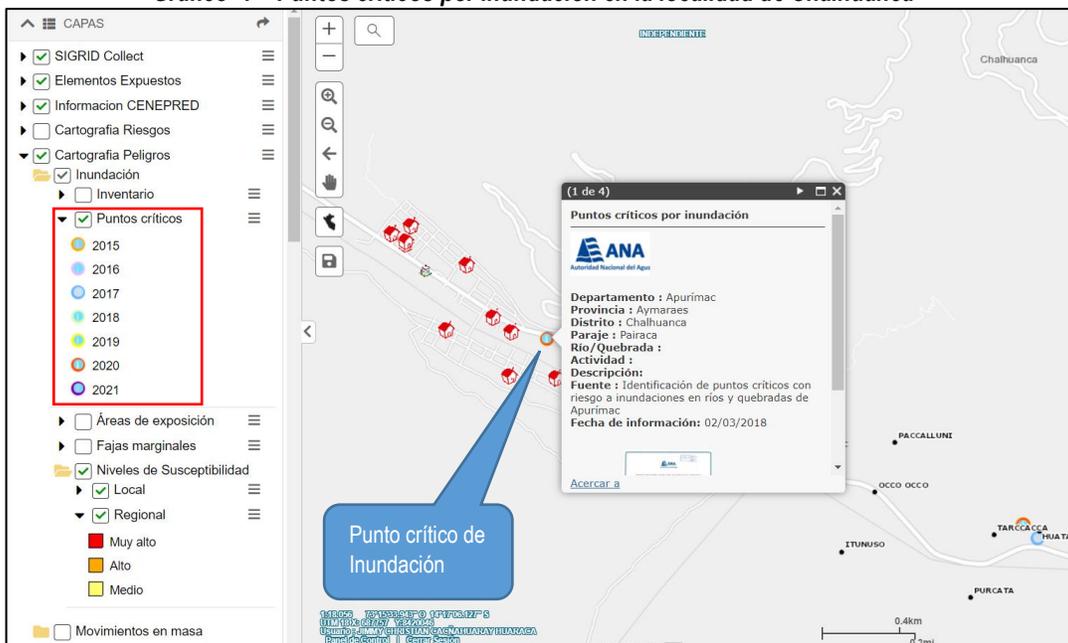
Tabla 1 – Identificación de Puntos Críticos con riesgo a Inundación y Erosión Fluvial en el Rio en Estudio

FECHA	PROVINCIA	DISTRITO	FENÓMENO	FAMILIAS AFECTADAS	N° VIVIENDAS (Und)	CENTROS EDUCATIVOS (Und)	OTRAS ZONAS AFECTADAS
Marzo 2018	AYMARAEAS	CHALHUANCA	INUNDACION Y EROSIÓN FLUVIAL	60	100	2	01 Posta Medica, 01 Camal Municipal y 01 Puente Peatonal Colgante

Fuente: ANA – Identificación de Puntos Críticos con riesgo a Inundaciones en ríos y Quebradas 2017

De acuerdo a la Ficha técnica referencial de Identificación de punto crítico del río Chalhuanca, del sector Pairaca – Chuquina, detalla que la población expuesta por la margen derecha se encuentra las I.E. en educación de Nivel secundaria “Colegio nacional Los Libertadores de América”, con una población estudiantil de 280 alumnos, cuyas instalaciones colindan con el cauce del río Chalhuanca, anteriormente fue construido un muro de protección de concreto, el cual con el transcurrir del tiempo y por el incremento de los caudales fue erosionado y a la fecha se encuentra colapsado, así mismo de manera continua se encuentra la I.E. de nivel secundario “María Auxiliadora”, con una población estudiantil de 320 alumnos, quienes también estarían afectados de manera directa, por encontrarse en la margen del cauce, además por esta misma margen se encuentra el Puesto de Salud y Camal Municipal, así como 60 viviendas que serían afectados por un desborde.

Gráfico 1 – Puntos críticos por inundación en la localidad de Chalhuanca



Fuente: SIGRID (Sistema de información para la Gestión de Riesgo de Desastres)

De acuerdo al SIGRID, se aprecia que en la zona del proyecto se tiene un peligro por inundación (para el área de estudio el SIGRID todavía no tiene cartografía de peligro, por tal motivo se justifica el peligro con el punto crítico por inundación). El peligro por inundación se presenta en lugares cercanos al río Chalhuanca en la localidad de Chalhuanca.



1.6 MARCO NORMATIVO

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Ley N° 27867, Ley Orgánica de los Gobiernos Regionales y su modificatorias dispuesta por Ley N° 27902.
- Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades y su modificatoria aprobada por Ley N° 28268.
- Ley N° 29869, Ley de Reasentamiento Poblacional para Zonas de Muy Alto Riesgo No Mitigable.
- Decreto Supremo N° 115-2013-PCM, aprueba el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Decreto Supremo N° 126-2013-PCM, modifica el Reglamento de la Ley N° 29869.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- Resolución Ministerial N° 334-2012-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Estimación del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 222-2013-PCM, que Aprueba los Lineamientos Técnicos del Proceso de Prevención del Riesgo de Desastres.
- Resolución Ministerial N° 220-2013-PCM, Aprueba los Lineamientos Técnicos para el Proceso de Reducción del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N.º 111–2012–PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres
- Resolución Ministerial N°147-2016-PCM, de fecha 18 julio 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción”.
- Decreto de Urgencia N°004-2017, de fecha 17 de marzo del 2017, que aprueba medidas para estimular la economía, así como para la atención de intervenciones ante la ocurrencia de lluvias y peligros asociados.



II. CARACTERISTICAS GENERALES

2.1 UBICACIÓN

2.1.1 UBICACIÓN POLITICA

Chalhuauca, está Ubicado en:

Región : Apurímac
Departamento : Apurímac
Provincia : Aymaraes
Distrito : Chalhuauca
Localidad : Chalhuauca, Chuquinga y Pairaca

El Distrito de Chalhuauca es uno de los 17 distritos que conforman la Provincia de Aymaraes, ubicada en el departamento de Apurímac.

Ubicada en el Departamento de Apurímac, bajo la administración del Gobierno Regional de Apurímac. El distrito de Chalhuauca Fue creado en los primeros años de la república.

2.1.2 UBICACIÓN GEOGRAFICA

La localidad de Chalhuauca, se encuentra enmarcada entre las coordenadas UTM:

Norte : 8418988.51
Este : 689381.45
Altitud : 2900 m.s.n.m.

2.1.3 UBICACIÓN HIDROGRAFICA

De acuerdo a la clasificación de la ANA (Autoridad Nacional del Agua – ex INRENA), hidrográficamente la cuenca se encuentra ubicada:

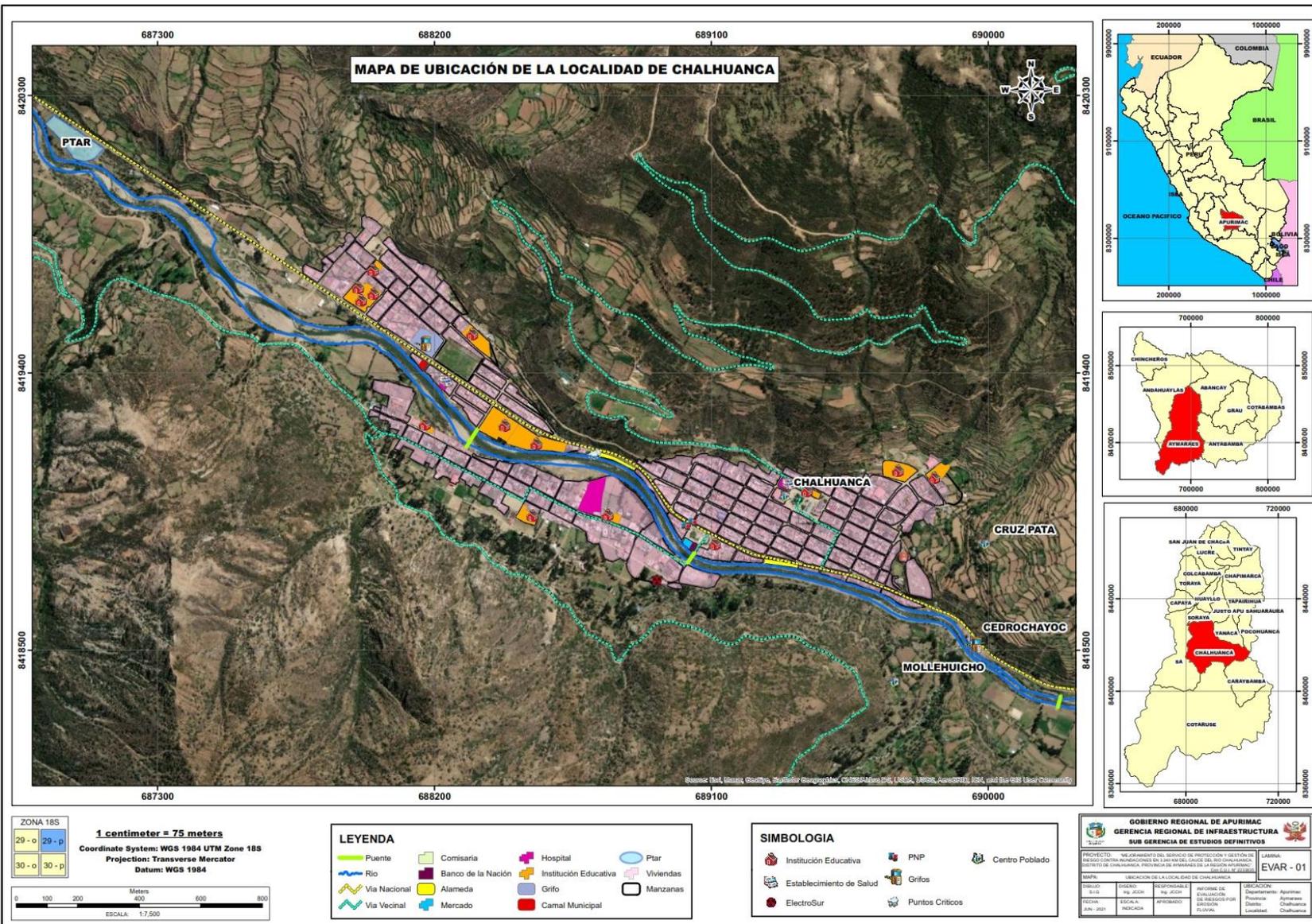
Región hidrográfica : Amazonas
Número : 146
Código : 4999
Unidad hidrográfica : Intercuenca Alto Apurímac



INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO ORIGINADO POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CHALHUANCA, DEL RIO CHALHUANCA, DISTRITO DE CHALHUANCA – AYMARAEAS - APURIMAC



MAPA 1 - UBICACIÓN DE LA LOCALIDAD DE CHALHUANCA



Fuente: Elaboración Propia



2.1.4 LIMITES

La localidad de Chalhuanca tiene los siguientes límites:

Por el Norte : con el Distrito de Soraya y Justo Apu Sahuaraura.

Por el Sur : con el Distrito de Cotaruse y Caraybamba.

Por el Este : con el Distrito de Yanaca.

Por el Oeste : con el Distrito de Sañayca.

2.2 VIAS DE ACCESO

Se accede a través de la ruta carretera Lima-Puquio-Abancay

Tabla 2 - Vías de Acceso a la Localidad de Chalhuanca

N°	DESCRIPCION	TIPO DE CARRETERA	LONGITUD (KM)	TIEMPO (HORAS)
1	Abancay – Santa Rosa	Asfaltado	60	1.1
2	Santa Rosa - Chalhuanca	Asfaltado	59	1.0

Fuente: Equipo Técnico

2.3 BASE TOPOGRAFICA

2.3.1 ESPECIFICACIONES GEODESICAS

Projected Coordinate System	: WGS_1984_UTM_Zone_18S
Projection	: Transverse_Mercator
Geographic Coordinate System	: GCS_WGS_1984
Datum	: D_WGS_1984
Prime Meridian	: Greenwich
Carta Nacional	: 29 P Esc. 1/100,000

2.3.2 PUNTOS DE CONTROL DE LOS SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO:

Para la georeferenciar el sistema de almacenamiento se posicionaron tres puntos Geodésicos ubicados en la zona altas al inicio, media y final del trayecto del proyecto codificados como (APU04102, APU04103, APU04104), materializados en el terreno con concreto acuerdo a la directiva del Instituto Geográfico Nacional (IGN) apoyados en dichos puntos procedió la ubicación de los puntos de control de apoyo, de acuerdo al siguiente detalle:



Tabla 3 – Puntos Geodésicos

N°	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	CÓDIGO	UBICACIÓN
1	729538.039	8491265.66	2378.055	AP01	ABANCAY (RASTREO PERMANENTE)
2	687320.544	8420210.57	2992.394	APU04102	CHALHUANCA (ESTABLECIDO)
3	689979.049	8418854.38	3031.059	APU04103	CHALHUANCA (ESTABLECIDO)
4	688872.601	8419206.69	3009.312	APU04104	CHALHUANCA (ESTABLECIDO)

Fuente: Levantamiento Topográfico

Tabla 4 – Puntos de Control

N°	ESTE	NORTE	ELEVACIÓN	CÓDIGO
1	690196.642	8418317.11	2909.22013	PC-01
2	689657.488	8418699.46	2898.23007	PC-02
3	689029.51	8418784.77	2891.82611	PC-03
4	688349.163	8419234.26	2877.64922	PC-04
5	687323.851	8419870.97	2893.96495	PC-05
6	686974.564	8420141.8	2855.78302	PC-06

Fuente: Levantamiento Topográfico

Tabla 5 – Puntos de Control BMs

N°	ESTE	NORTE	ELEVACION	DESCRIPCION
1	2906.12	8418274.13	690468.12	BM_1
2	2899.79	8418461.42	690015.21	BM_2
3	2891.49	8418696.56	689612.23	BM_3
4	2886.73	8418786.17	689115.2	BM_4
5	2878.76	8419112.2	688769.24	BM_5
6	2876.49	8419250.97	688298.15	BM_6
7	2868.2	8419549.18	687921.17	BM_7
8	2861.7	8419822.26	687525.51	BM_8
9	2858.82	8420079.21	687121.81	BM_9
10	2844.28	8420368.32	686731.07	BM_10
11	2839.26	8420534.27	686473.38	BM_11

Fuente: Levantamiento Topográfico

2.3.3 REPLANTEO DEL PROYECTO.

El replanteo del proyecto, se deberá efectuar desde los PC (01, 02, 03, 04, 05 y 06) materializados en las actividades de Levantamiento.



Fotografía N° 01: Punto de Control N° 01 fijado en una roca fija



Fuente: Levantamiento Topográfico

2.3.4 EQUIPOS UTILIZADOS Y PERSONAL UTILIZADOS

El levantamiento topográfico se efectuó de manera directa, utilizando para Estación Total y otros equipos de apoyo y respaldo. Todas las coordenadas que se muestran en los planos de planta han sido referidas al sistema UTM WGS 84.

Personal.

- 01 ingeniero
- 01 oficial de Topografía
- 01 operador
- 02 prismeros
- 01 Cadista
- 04 ayudantes
- 01 chofer

Equipos.

- 01 estación Total Topcon ES-105.
- 01 trípode de aluminio para Estación
- 04 bastones
- 04 porta prismas
- 04 prismas
- 02 radios WalkieTalkie Motorolas
- GPS Navegador GARMIN OREGON 550
- 01 cámara Fotográfica Digital
- Equipo de Software (AutoCAD, Civil CAD, Microsoft Office, etc.).



- Winchas cortas y de 50 metros.
- Winchas cortas y de 5 metros.
- 02 linternas.
- 01 machetes.

Fotografía N° 02: Equipo topográfico utilizado en trabajo de campo



Fuente: Levantamiento Topográfico

2.3.5 METODOLOGIA DE TRABAJO

Aspectos generales.

El levantamiento topográfico realizado en los Sistemas de Almacenamiento es el resultado de un proceso ordenado y sistemático, cuyos resultados se expresan en los planos, para completar el levantamiento topográfico del plano de cierre se estableció una poligonal, iniciando en el punto PCA-01, PCA-02, PCA-03, PCA-04, PCA-05 y PCA-06 y referenciándose con el BM-RF, puntos enlazados al control horizontal referido a coordenadas absolutas Universal Transversal Mercator (UTM) Datum WGS-84. Para luego compensar y hacer la radiación respectiva de los sitios de interés, estos puntos fueron corregidos con los puntos Geodésicos (APU04102, APU04103, APU04104), puntos establecidos por el equipo topográfico en los lugares alto de la zona de proyecto.

Compensación de poligonal utilizada para el trabajo.

En una poligonal cerrada, las líneas regresan al punto de partida, formándose así un polígono, geométrico y analíticamente cerrado.

En este caso, los puntos de partida y de cierre está identificado en las estaciones APU04102, APU04103, APU04104 que son puntos establecidos por el equipo técnico con autorización de la IGN, para la georreferenciación de todos los puntos de control de apoyo, a partir de estos puntos corregidos fueron corregidos los puntos de relleno a lo largo de las riberas del río, viviendas, caminos existentes, carreteras asfaltas, obras de protección en las reviras del río, etc.



2.4 CARACTERÍSTICAS SOCIALES

2.4.1 POBLACIÓN

Según los censos de 2007 y del 2017 el distrito de Chalhuanca ha tenido una tasa positiva de 0.55% anual en cuanto a su población. Según el INEI en el año 2007 se tiene una población total de 4,558 habitantes y para el año 2017 una población total de 5,074 habitantes.

Tabla 6 - Población, a nivel del Distrito de Aymaraes

Descripción	Población Total a Nivel de la Distrito de Chalhuanca					
	Población Año 2007			Población Año 2017		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Población	2,291	2,267	4,558	2,569	2,505	5,074
Porcentaje	50.26%	49.74%	100.00%	50.63%	49.37%	100.00%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007 y 2017

A. POBLACIÓN TOTAL DEL CENTRO POBLADO DE CHALHUANCA

La población que corresponde al centro poblado de Chalhuanca según el "INEI censo 2017", es de 3883 Habitantes, de los cuales, la mayor cantidad de población son mujeres que representa el 50.4% del total de la población del Centro Poblado y el 49.6% son varones (ver tabla 7).

Tabla 7 - Características de la Población de Chalhuanca, Según sexo

Centro Poblado	Densidad poblacional	Nº de Viviendas	Varones	Mujeres	Total de Habitantes
Chalhuanca	2.25	1725	1926	1957	3883

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

B. POBLACIÓN SEGÚN GRUPO DE EDADES

La población de la localidad de Chalhuanca se caracteriza por ser una población adolescente de acuerdo al INEI, censo Nacional de Población y Vivienda 2017, 29.05% del total de la población está en el rango de 0-14 años.

En el siguiente cuadro, se muestra a la población de la localidad de Chalhuanca, según grupo etario.

Tabla 8 - Población de Chalhuanca según Grupo de Edades

Descripción	Numero	%
Menores a 14 años	1128	29.05%
15 - 29 años	889	22.89%
30 - 44 años	853	21.97%
45 - 64 años	563	14.50%
Mayores a 65 años	450	11.59%
Total	3883	100.00%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017



2.4.2 VIVIENDA

Las edificaciones en la localidad de Chalhuanca tienen las variantes bien definidas en su mayoría son de material de Ladrillo y Adobe, predominantemente son realizadas por un procedimiento de autoconstrucción propio.

Es preciso señalar que el material de adobe predomina con un 64.33%, el adobe es un material disponible y que define una construcción al alcance de la economía de los pobladores.

La zona de estudio muestra un desarrollo urbanístico mínima ya que, por la población fluctuante y migrante complementado por la poca actividad agrícola, el comercio, el transporte y otros, son menores a las localidades de la zona.

Los materiales usados en la construcción son como se detalla en los cuadros siguientes:

Tabla 9 - Tipo de Material predominante de paredes de las Viviendas

MATERIAL PREDOMINANTE DE LA PARED		
Tipo	N° de Casos	%
Ladrillo	385	34.59%
Piedra	6	0.54%
Adobe	716	64.33%
Madera	1	0.09%
Triplay	5	0.45%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 10 - Tipo de Material predominante de pisos de las Viviendas

MATERIAL PREDOMINANTE DE LOS PISOS		
Tipo	N° de Casos	%
Parquet	4	0.36%
Loseta	88	7.91%
Madera	49	4.40%
Cemento	579	52.02%
Tierra	393	35.31%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 11 - Tipo de Vivienda

TIPO DE VIVIENDA		
Tipo	N° de Casos	%
Casa Independiente	1589	92.12%
Departamento	11	0.64%
Quinta	35	2.03%
Callejón	83	4.81%
No apta / Improvisada	7	0.41%
TOTAL	1725	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017



2.4.3 AGUA POTABLE

Según los datos del INEI, censo Nacional de Población y Vivienda 2017. La población de Chalhuanca, tienen un sistema de agua potable.

Tabla 12 - Abastecimiento de Agua en Viviendas

SERVICIO DE AGUA		
Tipo	N° de Casos	%
Red pública dentro de la vivienda	912	81.94%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	183	16.44%
Pilón o pileta de uso público	16	1.44%
Camión - cisterna u otro similar	1	0.09%
Otro	1	0.09%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

2.4.4 SERVICIOS HIGIÉNICOS

Según los datos del INEI, censo Nacional de Población y Vivienda 2017. La población de Chalhuanca tiene un 80.28% tienen un sistema de red de alcantarillado dentro de la vivienda y el resto no tiene.

Tabla 13 – Servicios de Desagüe

SERVICIO DE DESAGÜE		
Tipo	N° de Casos	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	883	79.34%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	196	17.61%
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	5	0.45%
Pozo ciego o negro	9	0.81%
Otro	20	1.80%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

2.4.5 ENERGÍA ELÉCTRICA

En la actualidad en la localidad de Chalhuanca el 96.19% de la población cuenta con energía eléctrica y el 3.81% no cuenta con servicio de electricidad.

Tabla 14 – Servicio de Electricidad

SERVICIO DE ELECTRICIDAD		
Tipo	N° de Casos	%
Con electricidad	1081	97.12%
Sin electricidad	32	2.88%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017



2.4.6 EDUCACIÓN

Según información recientemente publicada por el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), en los últimos once años, los indicadores de educación han presentado avances insuficientes. Así, el promedio de años de estudio de la población en Apurímac aumentó de 8.1 en 2008 a 8.5 en 2018, aún por debajo del promedio nacional (10.0). Respecto al nivel educativo alcanzado, el porcentaje de las personas mayores de 25 años que solo culminó el nivel primario disminuyó de 39.1% a 36.0%, mientras que los que completaron la secundaria pasaron de 22.7% a 33.7%. En tanto, a nivel nacional, la tasa en primaria es de 25.6% y en secundaria de 38.7%.

2.3.6.1 Infraestructura Educativa

La localidad de Chalhuanca tiene institución educativa con niveles Inicial, Primaria y Secundaria, las cuales se ubican en el mismo centro poblado, así como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Tabla 15 - Infraestructura Educativa

Código modular	Nombre de IE	Nivel / Modalidad	Gestión / Dependencia	Centro Poblado	Alumnos 2020	Docentes 2020	Fuente
1702141	COAR APURIMAC	Secundaria	Sector Educación	Chalhuanca	278	34	ESCALE
0236208	LIBERTADORES DE AMERICA	Secundaria	Sector Educación	Chalhuanca	260	23	ESCALE
0756031	189 ROSA DE SANTA MARIA	Inicial - Jardín	Sector Educación	Chuquina	51	3	ESCALE
0284521	54301 JUAN PABLO II	Primaria	Sector Educación	Chuquina	75	7	ESCALE
0510743	16 SEÑOR DE ANIMAS	Inicial - Jardín	Sector Educación	Chalhuanca	59	3	ESCALE
0621839	3	Básica Especial - Primaria	Sector Educación	Chalhuanca	16	1	ESCALE
0284489	54297 PATRON SANTIAGO	Primaria	Sector Educación	Pairaca	64	6	ESCALE
0284497	54298 MICAELA BASTIDAS	Primaria	Sector Educación	Chalhuanca	204	15	ESCALE
0930057	JOSE MARIA ARGUEDAS	Superior Pedagógica	Sector Educación	Pairaca	90	7	ESCALE
0404343	14 NIÑO JESUS DE PRAGA	Inicial - Jardín	Sector Educación	Chalhuanca	128	6	ESCALE
0236331	MARIA AUXILIADORA	Secundaria	Sector Educación	Pairaca	269	20	ESCALE
0930024	CHALHUANCA	Superior Tecnológica	Sector Educación	Chalhuanca	90	13	ESCALE
0565473	64 DIVINO NIÑO JESUS	Inicial - Jardín	Sector Educación	Pairaca	60	3	ESCALE
0929968	CEBA - JOSE CARLOS MARIATEGUI	Básica Alternativa - Avanzado	Sector Educación	Chalhuanca	28	5	ESCALE

Fuente: ESCALE – 2019



2.4.7 SALUD

En la localidad de Chalhuanca se cuenta con establecimientos de salud de acuerdo al siguiente cuadro:

Tabla 16 – Infraestructura de Salud

Institución	Nombre del Establecimiento	Código RENIPRESS	Red	Micro red	Condición	DISA/DIR	Fuente
ESSALUD	Centro de Atención II Chalhuanca	11218	No pertenece a ninguna	No pertenece a ninguna	Activo	Apurímac	MINSA
Gobierno Regional	Chalhuanca	2569	Aymaraes	Chalhuanca	Activo	Apurímac	MINSA

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

2.5 CARACTERÍSTICAS ECONÓMICAS

De la población total de Chalhuanca, el PEA ocupada es de un 54.03% y el resto es no PEA.

Tabla 17 – Población económicamente Activa

Categorías	Casos	%
PEA Ocupada	2098	54.03%
No PEA	1785	45.97%
Total	3883	100.00%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 18 – PEA según actividad económica

Categorías	%
Extractiva (Agricultura, pesca y minería)	57.9
Servicios (Servicios personales y no personales)	22.8
Comercio	12.3
Construcción	3.2
Industria	3.8
Total	100

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007

2.6 DESCRIPCIÓN FÍSICA DE LA ZONA A EVALUAR

2.6.1 GEOLOGÍA LOCAL

La evaluación geológica del área de estudio, se ha realizado en base a un estudio de geología local y se ha traslapado con información de geología Regional de estudios del INGEMMET, sus características físicas y estructurales. Geológicamente, el área se encuentra ubicada entre Depósitos Fluvio Aluviales, Depósitos Coluviales, Depósitos Aluviales, Formación Puente y Formación Labra.

Depósitos Fluvio Aluviales (Qh-al)

Son depósitos que se observan esencialmente en los cauces de ríos y quebradas. Estos depósitos conforman niveles aluviales relativamente antiguos, formando terrazas dominantes en los cursos de los



ríos. Es frecuente encontrar intercalaciones de depósitos lacustres que atestiguan períodos en que los deslizamientos (o derrames volcánicos) represaban el curso de algunos ríos.

Los depósitos fluviales en cambio están compuestos por depósitos de conglomerados con clastos redondeados debido al transporte que sufrieron antes de ser depositados; a estos depósitos se les encuentra en los cauces de los ríos y los tamaños de sus elementos clásticos varían dependiendo de la proximidad del río y de la distancia del transporte.

Depósitos Fluvio Coluviales (Qh-co)

Son depósitos de alteración “in situ” (o casi in-situ) de rocas de las diferentes unidades litológicas existentes que afloran en esa zona; los mismos que han sufrido pocos procesos de transporte por la interacción de agentes como el agua y la gravedad, los cuales los han redepositado en las laderas o al pie de las unidades montañosas. Litológicamente están constituidos de clastos relativamente angulosos envueltos en una matriz arenoarcillosa. Los únicos fenómenos de transporte observados en estos depósitos coluviales son los procesos de desestabilización por los efectos del agua, la que arrastra parte de estos coluviones para constituir un flujo de este material (huayco).

Depósitos aluviales (Q-al)

Son materiales transportados y depositados por el agua. Su tamaño varía desde la arcilla hasta las gravas gruesas, cantos y bloques. Las facies más gruesas presentan bordes redondeados. Se distribuyen en forma estratiforme, con cierta clasificación, variando mucho su densidad. Están muy desarrollados en los climas templados, ocupando cauces y valles fluviales, llanuras y abanicos aluviales, terrazas y paleocauces.

Estos depósitos generalmente corresponden a una mezcla heterogénea de clastos/cantos subredondeados y arena, así como limos y arcillas, observándose además niveles o estratos diferenciados que evidencian la actividad dinámica fluvial en el tiempo.

Formación Puente (Jm-pu)

Está constituida esencialmente por areniscas grises, verdes, a veces pardas, de grano fino a medio, ocasionalmente gruesas y con presencia abundantes fósiles; se intercalan con delgados niveles de pelitas negras y grises a veces laminadas, y algunos niveles delgados de calizas grises. En el sector de Suncho las pelitas laminadas son más frecuentes, el límite inferior yace concordante sobre la Formación Socosani e infrayace a la Formación Cachíos. En esta parte de la cuenca, los afloramientos son variables, en el sector de Suncho la formación puede alcanzar los 200 m de grosor, mientras que al extremo norte al límite de la cuenca los grosores disminuyen y pueden alcanzar los 80 m.

Formación Labra (Js-la)

El contacto inferior con la Formación Cachios es progresivo e infrayace concordantemente a la Formación Gramadal. Litológicamente está compuesta por areniscas grises y blanquecinas, intercaladas con limoarcillitas gris oscuras a negras. Las areniscas son de grano fino a grueso, cuarzosas, en bancos de hasta un metro; presenta laminaciones oblicuas curvas, planas y horizontales. El grosor de la unidad es variable, hacia la parte sur puede alcanzar hasta los 300 m. y hacia el norte donde se adelgaza no pasa 100 m.



2.6.2 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

La evaluación geomorfológica del área de estudio, se ha realizado en base a un estudio de geomorfología local y traslapando con geomorfología regional de informes y estudios del INGEMMET, sus características físicas y estructurales. Geomorfológicamente, el área se encuentra ubicada entre Terraza Fluvio Aluvial, Terraza Coluvial, Terraza Aluvial, Ladera Medianamente Empinada y Ladera Fuertemente Empinada.

Terraza Fluvio Aluvial (Te- FI Al).

Esta unidad geomorfológica representa una superficie importante en la zona de estudio, observándose terrazas aluviales en la zona de Chalhuanca, Chuquinga y Pairaca, una gran superficie de erosión, y es la más importante y de mayor extensión dentro de estos cuadrángulos constituida por una zona de topografía suave con colinas y cimas truncadas que se encuentran entre los 4,000 y 4,500 m.s.n.m. BOWMAN (1916) y MCLAUGHLIN, (1924), la denominaron Superficie Puna.

Terraza Coluvial (Te - Co).

Esta unidad geomorfológica está situada en el proyecto, caracterizado por relieves de bajo a muy bajo, donde la pendiente oscila entre 8°-26° como máximo, siendo el depósito principal para suelos coluviales de pie de monte.

Terraza Aluvial (T-al)

Proporciones de terreno dispuestas a los costados de la llanura de inundación o del lecho principal de un río, a mayor altura, representan niveles antiguos de sedimentación fluvial, disectados por las corrientes de profundización del valle. Sobre estos terrenos se desarrollan actividades agrícolas.

Ladera Medianamente Empinada (Lmm).

Esta unidad es observada alrededor de la laguna, ya que mayormente se aprecian en zonas rocosas de tipo volcánico y en algunos casos en suelos cuaternarios tipo coluviales como en la zona del sistema.

Esta unidad presenta una actividad geodinámica regular, observándose mayormente flujo de tierra o detritos en estas áreas, además se pueden apreciar algunas unidades hidrogeológicas (acuíferos), a manera de humedales y bofedales, las cuales alimentan a las zonas de flujos, tal como se aprecian en los mapas de geomorfológica y geodinámica local

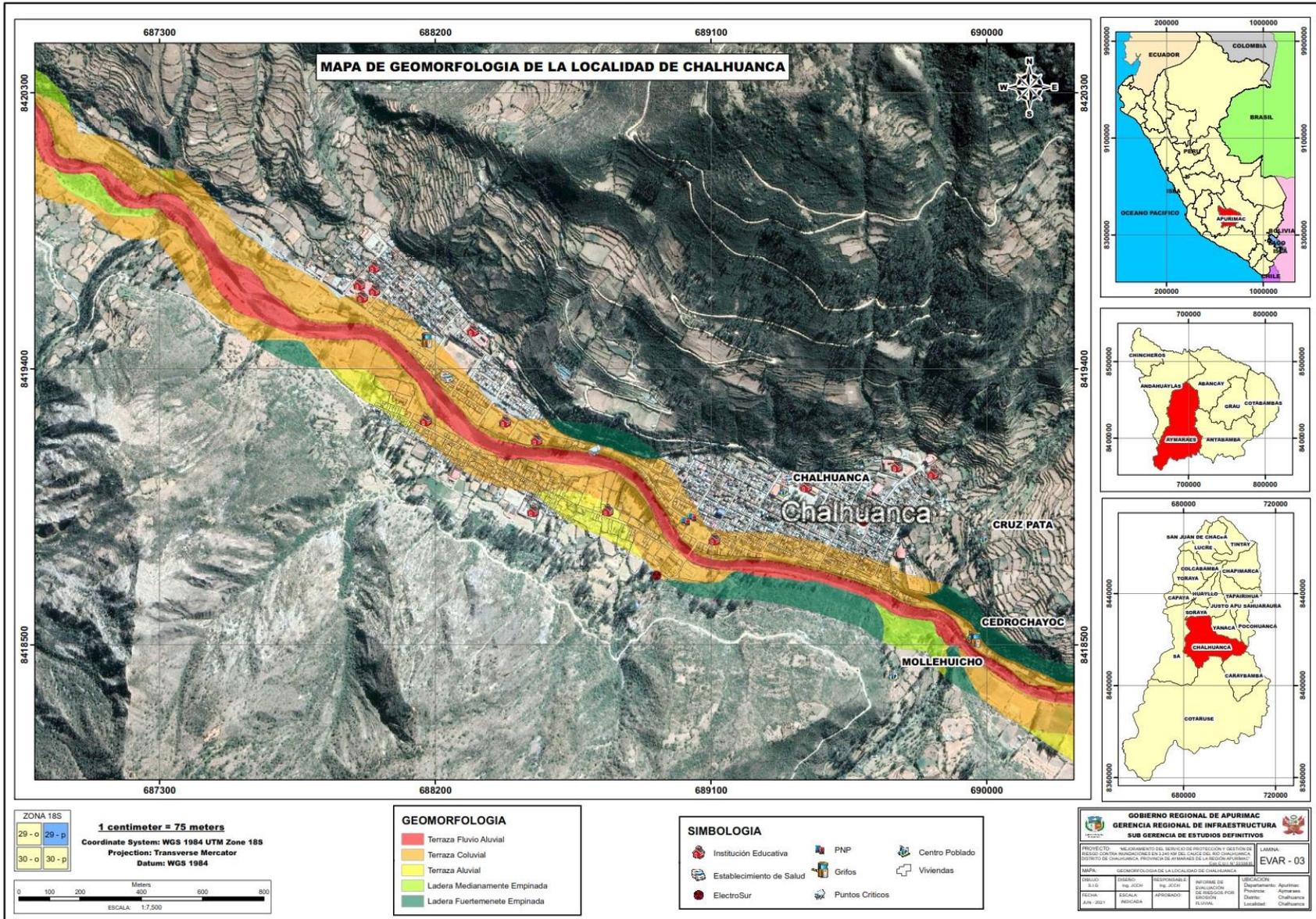
Ladera Fuertemente Empinada (Lfe).

Esta unidad es común y típico del área, a lo largo de la zona de estudio, ya que mayormente se aprecian en zonas rocosas de tipo volcánico y en algunos casos en suelos cuaternarios tipo coluviales.

El área ocupada es mayor con respecto a las otras unidades de la geomorfológica local, comprendido un área considerable cuyos pendientes varían de 26.6° - 45°, además se aprecian en las imágenes y mapas locales, que a continuación se describen:



MAPA 3 - GEOMORFOLOGÍA



Fuente: Elaboración Propia



2.6.3 PRECIPITACIONES

Las más frecuentes se dan entre los meses de noviembre hasta abril. En general las precipitaciones acumuladas están por encima de los 1600 mm a 2000 mm anuales, correspondientes a los meses de setiembre a mayo.

Gráfico 2 – Precipitación acumulada



Fuente: SIGRID (Sistema de información para la Gestión de Riesgo de Desastres)

Para el área de estudio se ha analizado la precipitación máxima en 24 horas (P24) de 5 estaciones pluviométricas disponibles que rodean el área en estudio.

Para este estudio se obtendrá la precipitación máxima en 24 para un periodo de 100 años, ya que esta es la que va generar una inundación del río Chalhuanca.

El PROCEDIMIENTO N° 08, Para obtener dicha Autorización el ANA recomienda: “Análisis Hidrológico, cálculo de los caudales máximos de diseño, para tiempos de retorno de 100 años en zonas Urbanas o 50 años en zonas Rurales”. Por tratarse de zona con punto crítico identificado, se considera un periodo de retorno de 100 años.

Al no contar con un registro completo de precipitaciones máximas de estas cinco estaciones meteorológicas (Chalhuanca, Paucaray, Andahuaylas, Abancay y Tambobamba), se va regionalizar las precipitaciones máximas en 24 horas para el área de influencia del proyecto.



Tabla 19 – Periodo de Información disponible de estaciones meteorológicas

Nº	ESTACION	ALTITUD (msnm)	LONGITUD DE REGISTRO PRECIPITACIONES MAXIMAS EN 24 HORAS																			
			1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
1	CHALHUANCA	3358																				
2	PAUCARAY	3238																				
3	ANDAHUAYLAS	2865																				
4	ABANCAY	2776																				
5	TAMBOBAMBA	3317																				

	COMPLETO
	INCOMPLETO

Fuente: Estudio Hidrológico

Tabla 20 – Datos de precipitación máxima en 24 horas

1. CHALHUANCA		2. PAUCARAY		3. ANDAHUAYLAS		4. ABANCAY		5. TAMBOBAMBA	
P.max24hr	Año	P.max24hr	Año	P.max24hr	Año	P.max24hr	Año	P.max24hr	Año
SD	1998	32.0	1998	S/D	1998	24.9	1998	34.5	1998
SD	1999	24.5	1999	S/D	1999	40.2	1999	25.6	1999
28.2	2000	37.0	2000	S/D	2000	27.3	2000	42.3	2000
41.7	2001	41.4	2001	S/D	2001	27.4	2001	52.7	2001
29.6	2002	28.6	2002	24.8	2002	24.0	2002	39.0	2002
34.1	2003	27.1	2003	25.7	2003	43.7	2003	48.8	2003
41.0	2004	25.1	2004	19.9	2004	28.6	2004	36.2	2004
28.0	2005	S/D	2005	35.3	2005	30.6	2005	54.7	2005
49.4	2006	27.9	2006	43.3	2006	24.6	2006	34.3	2006
38.6	2007	31.9	2007	29.2	2007	32.1	2007	28.2	2007
50.6	2008	27.8	2008	23.5	2008	34.9	2008	30.0	2008
25.5	2009	36.2	2009	22.2	2009	35.9	2009	65.0	2009
39.5	2010	21.7	2010	36.3	2010	45.1	2010	42.6	2010
31.0	2011	39.2	2011	28.1	2011	S/D	2011	35.4	2011
30.4	2012	38.2	2012	29.3	2012	S/D	2012	42.4	2012
34.8	2013	27.2	2013	40.2	2013	S/D	2013	28.4	2013
40.0	2014	22.3	2014	31.3	2014	S/D	2014	39.5	2014
37.4	2015	S/D	2015	19.9	2015	S/D	2015	35.6	2015
SD	2016	S/D	2016	30.8	2016	S/D	2016	30.5	2016
SD	2017	S/D	2017	31.8	2017	S/D	2017	32.5	2017

Fuente: Estudio Hidrológico

Método del Cuadrado de la Distancia Inversa

El método puede ser aplicado para estimar valores diarios, mensuales o anuales faltantes. El método consiste en ponderar los valores observados en una cantidad W , igual al recíproco del cuadrado de la distancia D entre cada estación vecina y la estación X , y por lo tanto la precipitación buscada será:

$$P_x = \frac{\sum (P_i W)_i}{\sum W_i}$$

Dónde: P_i = Precipitación observada para la fecha faltante en las estaciones auxiliares circundantes (como mínimo 2), en milímetros.



$W_i = 1/D_i^2$, siendo, D_i = distancia entre cada estación circundante y la estación (Km)

Se recomienda utilizar cuatro estaciones circundantes (las más cercanas), y de manera que cada una quede localizada en uno de los cuadrantes que definen unos ejes coordenados que pasan por la estación incompleta.

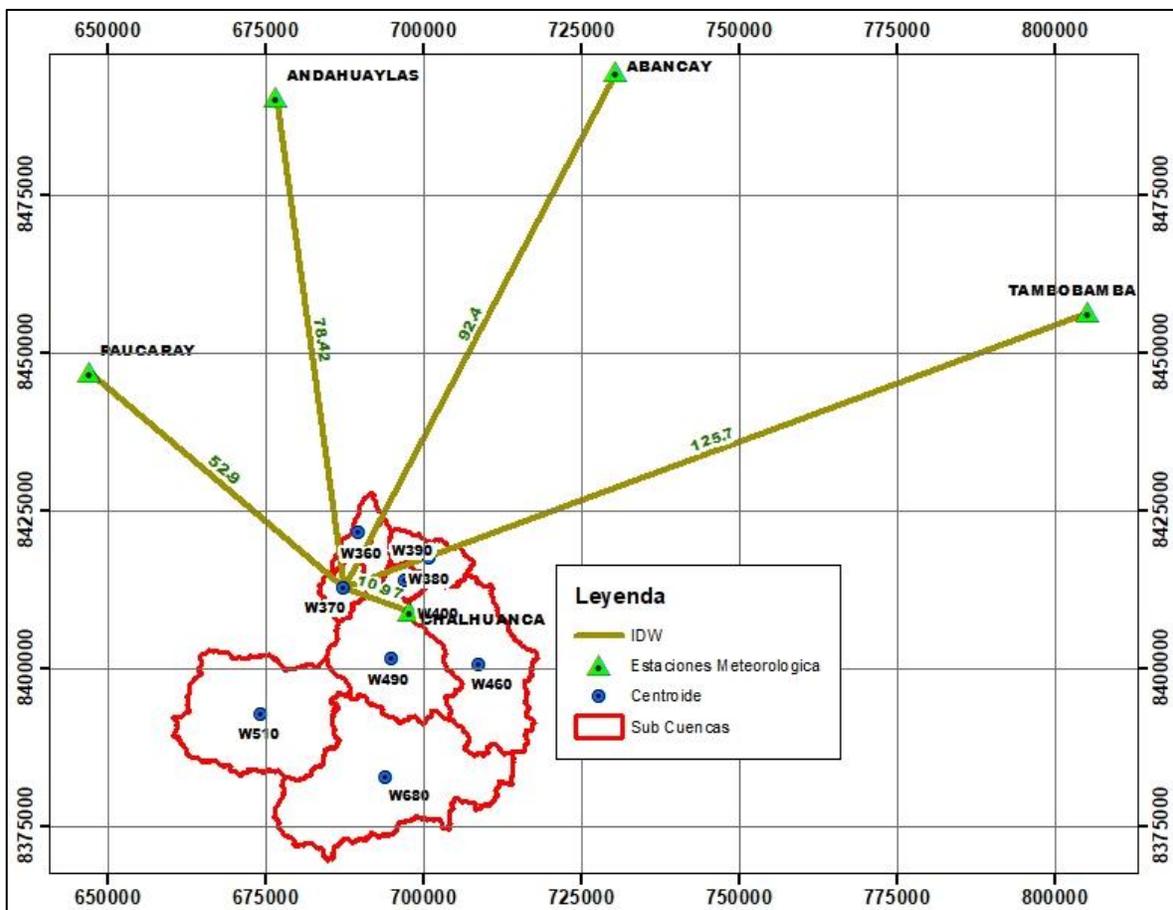
De acuerdo al estudio Hidrológico y el grafico de distancias Chalhuanca está en la subcuenca W360.

Tabla 21 – Distancias del proyecto a estaciones aledañas

Distancia de Estaciones al lugar del Proyecto	
Estación (360)	Distancia (km)
Chalhuanca	14.87
Paucaray	49.66
Andahuaylas	70.15
Abancay	83.62
Tambobamba	120.75

Fuente: Estudio Hidrológico

Gráfico 3 – Distancias de estaciones a la zona de estudio



Fuente: Estudio Hidrológico



Tabla 22 – Precipitación máxima en 24 horas del área de estudio

AÑO	OBS: Solo se toman valore de años en comun (1998-2001)			OBS: Solo se toman valore de años en comun (2002-2015)			OBS: Solo se toman valore de años en comun (2016-2017)		Para completar y regionalizar la serie se utiliza la metodología Cuadrado de la Distancia Inversa (IDW)								
	PAUCARAY	ABANCAY	TAMBOBAMBA	CHALHUANCA	ANDAHUAYLAS	TAMBOBAMBA	ANDAHUAYLAS	TAMBOBAMBA	W360	W370	W380	W390	W400	W460	W490	W510	W680
1998	32.0	24.9	34.5	SD	S/D	34.5	S/D	34.5	30.41	30.49	30.30	30.39	30.37	30.41	30.47	30.63	30.54
1999	24.5	40.2	25.6	SD	S/D	25.6	S/D	25.6	29.38	29.24	29.85	29.49	29.65	29.85	29.50	28.96	29.46
2000	37.0	27.3	42.3	28.2	S/D	42.3	S/D	42.3	35.21	35.33	35.13	35.21	35.22	35.35	35.37	35.53	35.50
2001	41.4	27.4	52.7	41.7	S/D	52.7	S/D	52.7	39.57	39.76	39.58	39.62	39.68	40.04	39.93	40.06	40.20
2002	28.6	24.0	39.0	29.6	24.8	39.0	24.8	39.0	29.70	29.72	29.77	29.72	29.69	29.97	29.76	29.90	30.09
2003	27.1	43.7	48.8	34.1	25.7	48.8	25.7	48.8	34.12	34.19	34.27	34.19	34.19	34.57	34.29	34.39	34.71
2004	25.1	28.6	36.2	41.0	19.9	36.2	19.9	36.2	37.21	38.25	38.59	38.29	39.63	38.12	39.10	36.21	36.78
2005	S/D	30.6	54.7	28.0	35.3	54.7	35.3	54.7	31.62	30.73	30.54	30.69	29.43	31.44	30.08	32.97	32.92
2006	27.9	24.6	34.3	49.4	43.3	34.3	43.3	34.3	47.04	47.63	47.77	47.65	48.48	47.23	48.07	46.20	46.29
2007	31.9	32.1	28.2	38.6	29.2	28.2	29.2	28.2	36.15	36.79	36.96	36.81	37.68	36.51	37.28	35.37	35.58
2008	27.8	34.9	30.0	50.6	23.5	30.0	23.5	30.0	44.40	46.04	46.52	46.11	48.29	45.50	47.34	42.54	43.18
2009	36.2	35.9	65.0	25.5	22.2	65.0	22.2	65.0	28.62	27.94	27.86	27.90	26.82	28.98	27.49	30.07	30.40
2010	21.7	45.1	42.6	39.5	36.3	42.6	36.3	42.6	39.28	39.36	39.40	39.36	39.44	39.44	39.43	39.28	39.39
2011	39.2	S/D	35.4	31.0	28.1	35.4	28.1	35.4	30.95	30.98	31.01	30.98	31.01	31.10	31.03	31.01	31.12
2012	38.2	S/D	42.4	30.4	29.3	42.4	29.3	42.4	31.33	31.13	31.11	31.12	30.80	31.44	31.00	31.77	31.87
2013	27.2	S/D	28.4	34.8	40.2	28.4	40.2	28.4	35.07	34.96	34.90	34.96	34.86	34.79	34.85	35.02	34.83
2014	22.3	S/D	39.5	40.0	31.3	39.5	31.3	39.5	38.57	38.97	39.11	38.99	39.49	38.96	39.30	38.22	38.46
2015	S/D	S/D	35.6	37.4	19.9	35.6	19.9	35.6	34.46	35.28	35.55	35.31	36.35	35.23	35.95	33.71	34.20
2016	S/D	S/D	30.5	SD	30.8	30.5	30.8	30.5	30.69	30.68	30.68	30.68	30.68	30.66	30.67	30.68	30.67
2017	S/D	S/D	32.5	SD	31.8	32.5	31.8	32.5	32.06	32.07	32.09	32.07	32.08	32.12	32.10	32.08	32.11

Fuente: Estudio Hidrológico

Los datos que se han generado con el método del cuadrado de la distancia inversa aun no son confiables ósea aún no hay calidad de datos, por tal motivo se verificara si hay datos atípicos para ver si los datos son confiables.



Datos Atípicos de la Precipitación Máxima en 24 Horas

Las muestras de precipitaciones máximas en 24 horas fueron sometidas a la prueba de homogeneidad e identificación de valores atípicos a través de las pruebas no paramétricas de Kendall, cuya aplicación se realizó mediante hojas de cálculo. El criterio principal para seleccionar estaciones fue tener la disponibilidad como mínimo al menos de 15 años de registro histórico, puesto que datos demasiados cortos pueden producir errores de estimación más grande del parámetro y cantiles, lo cual eventualmente puede inducir a una elección equivocada.

La ecuación para establecer el método para detectar los datos atípicos altos y bajos se expresa en:

$$y_a = \bar{y} + k_o \cdot \sigma_y$$

$$y_b = \bar{y} - k_o \cdot \sigma_y$$

Donde Y_a y Y_b es el umbral de dato atípico alto o bajo, en unidades logarítmicas neperianas, K_o es un valor que depende del tamaño de la muestra de la tabla 24.

Tabla 23 – Valores de K_o para la prueba de datos atípicos

Tamaño de muestra	K_o						
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.088	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: Ven te Chow

Según lo recomendado por la World Meteorological Organization (WMO, 1994) se debe de realizar el ajuste de la precipitación máximas diarias por el factor 1.13; utilizada para corregir sesgos de subestimación de mediciones tomadas en intervalos fijos cada 24 horas. Por tal razón las precipitaciones máximas en 24 horas serán multiplicadas por el factor 1.13 en la determinación de datos atípicos.



Tabla 24 – Determinación de datos atípicos de la estación de estudio

N	Año	SC W360		
		Pmáx24h	Ln Max	Condición $Y_i < L_n < Y_s$
1	1998	30.41	3.41	Verificado
2	1999	29.38	3.38	Verificado
3	2000	35.21	3.56	Verificado
4	2001	39.57	3.68	Verificado
5	2002	29.70	3.39	Verificado
6	2003	34.12	3.53	Verificado
7	2004	37.21	3.62	Verificado
8	2005	31.62	3.45	Verificado
9	2006	47.04	3.85	Verificado
10	2007	36.15	3.59	Verificado
11	2008	44.40	3.79	Verificado
12	2009	28.62	3.35	Verificado
13	2010	39.28	3.67	Verificado
14	2011	30.95	3.43	Verificado
15	2012	31.33	3.44	Verificado
16	2013	35.07	3.56	Verificado
17	2014	38.57	3.65	Verificado
18	2015	34.46	3.54	Verificado
19	2016	30.69	3.42	Verificado
20	2017	32.06	3.47	Verificado
		Media Ln	3.54	
		Desvió Ln	0.14	
		Ko	2.385	
		Lim Superior	3.870	
		Lim Inferior	3.210	

Fuente: Estudio Hidrológico

Bondad de ajuste:

En el desarrollo del presente estudio se utilizará el Software EasyFit, una herramienta muy poderosa para distribución de probabilidades en hidrología estadística que hace uso la prueba de bondad de ajuste estadístico correspondiente al Smirnov - Kolmogorov.

Para aceptar una función de distribución dada, se debe cumplir:

$$D_{máx} < D_{tabular}$$

Para el presente estudio se ha utilizado el Software EasyFit. Tendrá un mejor ajuste, aquella función de distribución que tenga un $D_{máx}$ mínimo y sea hidrológicamente recomendado. En los siguientes cuadros se tiene los resultados de dicha prueba, de la que se establece que la distribución Gen. Extreme Value tiene el mejor ajuste.

La distribución Johnson SB, se descarta ya que no es hidrológicamente recomendada.



Gráfico 4 –Distribución de probabilidades (W360)

Bondad de ajuste - Resumen							
#	Distribución	Kolmogorov Smirnov		Anderson Darling		Chi-cuadrado	
		Estadística	Rango	Estadística	Rango	Estadística	Rango
31	Johnson SB	0.09068	1	0.1464	1	0.49201	13
25	Gen. Pareto	0.0963	2	0.1563	2	0.54268	17
62	Wakeby	0.09789	3	0.17849	3	N/A	
21	Gen. Extreme Value	0.10328	4	0.21716	10	1.1391	29
64	Weibull (3P)	0.11024	5	0.19138	4	0.60735	20
51	Pert	0.1141	6	0.781	39	0.1548	4
18	Frechet (3P)	0.11536	7	0.25353	14	1.3942	32
3	Burr (4P)	0.11602	8	0.20894	7	0.10101	3
48	Pearson 5 (3P)	0.11635	9	0.24089	13	1.4159	34
37	Log-Logistic	0.11664	10	0.38576	21	0.45952	10
32	Kumaraswamy	0.1169	11	4.0223	52	N/A	
50	Pearson 6 (4P)	0.11903	12	0.20355	6	0.59812	19
39	Log-Pearson 3	0.11937	13	0.23196	12	0.34161	7
24	Gen. Logistic	0.1195	14	0.27998	19	1.0866	27
17	Frechet	0.12035	15	0.27486	18	0.37473	8
42	Lognormal (3P)	0.12051	16	0.21808	11	0.48827	12
30	Inv. Gaussian (3P)	0.12198	17	0.20971	8	0.50675	14
38	Log-Logistic (3P)	0.12208	18	0.25865	16	1.1823	30
20	Gamma (3P)	0.12329	19	0.21351	9	0.08768	2
16	Fatigue Life (3P)	0.12377	20	0.19915	5	0.51704	15

Fuente: Estudio Hidrológico

De acuerdo a la figura anterior, se aprecia que la distribución que más se ajusta es Johnson SN, pero se rechaza ya que esta distribución no es hidrológicamente recomendada, por tal razón se escoge la distribución **GEN. EXTREME VALUE**. El cual es adecuado, ya que no se rechaza en ningún caso como se ve en la figura siguiente:



Gráfico 5 – Prueba de Ajuste Kolmogorov - Smirnov

Bondad de ajuste - Detalles [ocultar]					
Gen. Extreme Value [#21]					
Kolmogorov-Smirnov					
Tamaño de la muestra	20				
Estadística	0.10328				
Valor P	0.96834				
Rango	4				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	0.23156	0.26473	0.29408	0.32866	0.35241
Rechazar?	No	No	No	No	No
Anderson-Darling					
Tamaño de la muestra	20				
Estadística	0.21716				
Rango	10				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	1.3749	1.9286	2.5018	3.2892	3.9074
Rechazar?	No	No	No	No	No
Chi-cuadrado					
Grados de libertad	2				
Estadística	1.1391				
Valor P	0.56577				
Rango	29				
α	0.2	0.1	0.05	0.02	0.01
Valor crítico	3.2189	4.6052	5.9915	7.824	9.2103
Rechazar?	No	No	No	No	No

Fuente: Estudio Hidrológico

Según lo recomendado por la World Meteorological Organization (WMO, 1994) se debe de realizar el ajuste de la precipitación máximas diarias por el factor 1.13; utilizada para corregir sesgos de subestimación de mediciones tomadas en intervalos fijos cada 24 horas. Por tal razón las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno serán multiplicadas por el factor 1.13.

De los resultados se procede a extrapolar las precipitaciones máximas a diferentes periodos de retorno:

Tabla 25 – Precipitación máxima en 24 horas para diferentes periodos de retorno

PERIODO RETORNO (años)	P (probabilidad)	1-P	PP (mm)	PP (mm) X 1.13
25	0.04	0.96	41.56	46.96
50	0.02	0.98	49.78	56.25
100	0.01	0.99	53.66	60.64
200	0.005	0.995	57.80	65.32
500	0.002	0.998	63.71	71.99

Fuente: Elaboración propia



Umbrales de precipitación para el área de intervención:

De acuerdo a la metodología propuesta por el SENAMHI: Nota técnica 001 SENAMHI – DGM – 2014, se obtuvieron los siguientes umbrales:

Tabla 26 – Umbrales de P24 para el área de estudio

Umbrales de Precipitación	
99p	46.54
95p	44.53
90p	40.05
75p	37.55

Fuente: Elaboración propia

Para estimar los percentiles se ha utilizado el registro histórico de los datos de la estación del área de estudio.

Tabla 27 – Caracterización de la Lluvia

Umbrales de Precipitación	Caracterización de lluvias extremas	Umbrales calculados (mm)
P24 > 99p	Extremadamente Lluvioso	P24 > 46.54
95p < P24 ≤ 99p	Muy Lluvioso	44.53 < P24 ≤ 46.54
90p < P24 ≤ 95p	Lluvioso	40.05 < P24 ≤ 44.53
75p < P24 ≤ 90p	Moderadamente Lluvioso	37.55 < P24 ≤ 40.05

Fuente: Elaboración propia

Se ha considerado extremadamente lluviosa, porque la precipitación máxima en 24 horas para un periodo de retorno en 100 años es de 60.64 mm; el cual es superior al 99p.

$$60.64 \text{ mm} > 46.54 \text{ mm}$$

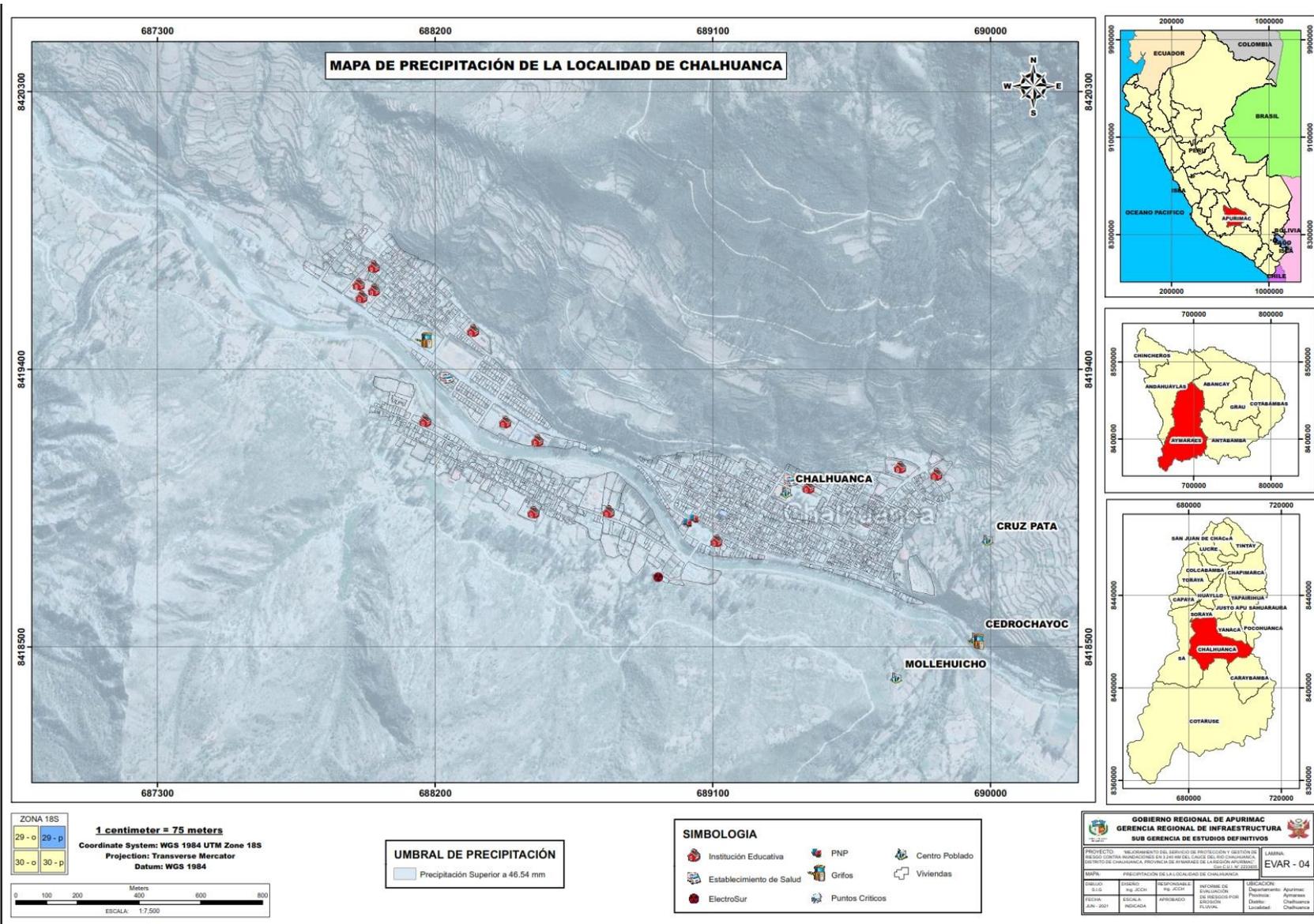
A continuación, se tiene el mapa temático de la precipitación:



INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO ORIGINADO POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CHALHUANCA, DEL RIO CHALHUANCA, DISTRITO DE CHALHUANCA – AYMARAES - APURIMAC



MAPA 4 - PRECIPITACION



Fuente: Elaboración Propia



2.6.4 PENDIENTES

Para determinar la pendiente del terreno, se procedió a generar las mismas, con información del Google Explorer se ha descargado el DEM - ALOS PALSAR en formato tif para el área del proyecto. Se procesaron las pendientes y se reclasificaron. Identificándose terrenos con rangos de pendientes que van desde pendiente suave hasta terreno con pendiente muy inclinada.

La pendiente es variada, es característica propia de la zona que está en montaña. En el mapa de pendientes se expresan mediante el valor del ángulo (medido en grados) que se determinó entre la horizontal con el terreno.

Para la clasificación de las pendientes se tomó en cuenta el reglamento de clasificación de las tierras por capacidad de Uso mayor.

Tabla 28 – Rangos de Pendientes

Descripción	Rango
Plana o a nivel	0° - 2°
Ligeramente inclinada	2° - 4°
Moderadamente inclinada	4° - 8°
Fuertemente inclinada	8° - 15°
Moderadamente Empinada	15° - 25°
Empinada	25° - 50°
Muy Empinada	50° - 75°
Extremadamente Empinada	> 75

Fuente: Reglamento de Clasificación de tierras

De acuerdo al reglamento de clasificación de las tierras por capacidad de Uso mayor y las pendientes que se presenta en la localidad de Chalhuanca, se ha determinado los rangos de pendientes como se detalla en el siguiente Cuadro:

Tabla 29 – Rangos de Pendiente para el Proyecto

Rangos	Descripción
< 2°	Plana o a nivel
2° - 4°	Ligeramente inclinada
4° - 8°	Moderadamente inclinada
8° - 15°	Fuertemente inclinada
> 15°	Moderadamente Empinada

Fuente: Elaboración Propia



2.7 CARACTERISTICAS GENERALES DEL AREA GEOGRAFICA A EVALUAR

2.7.1 CLIMA

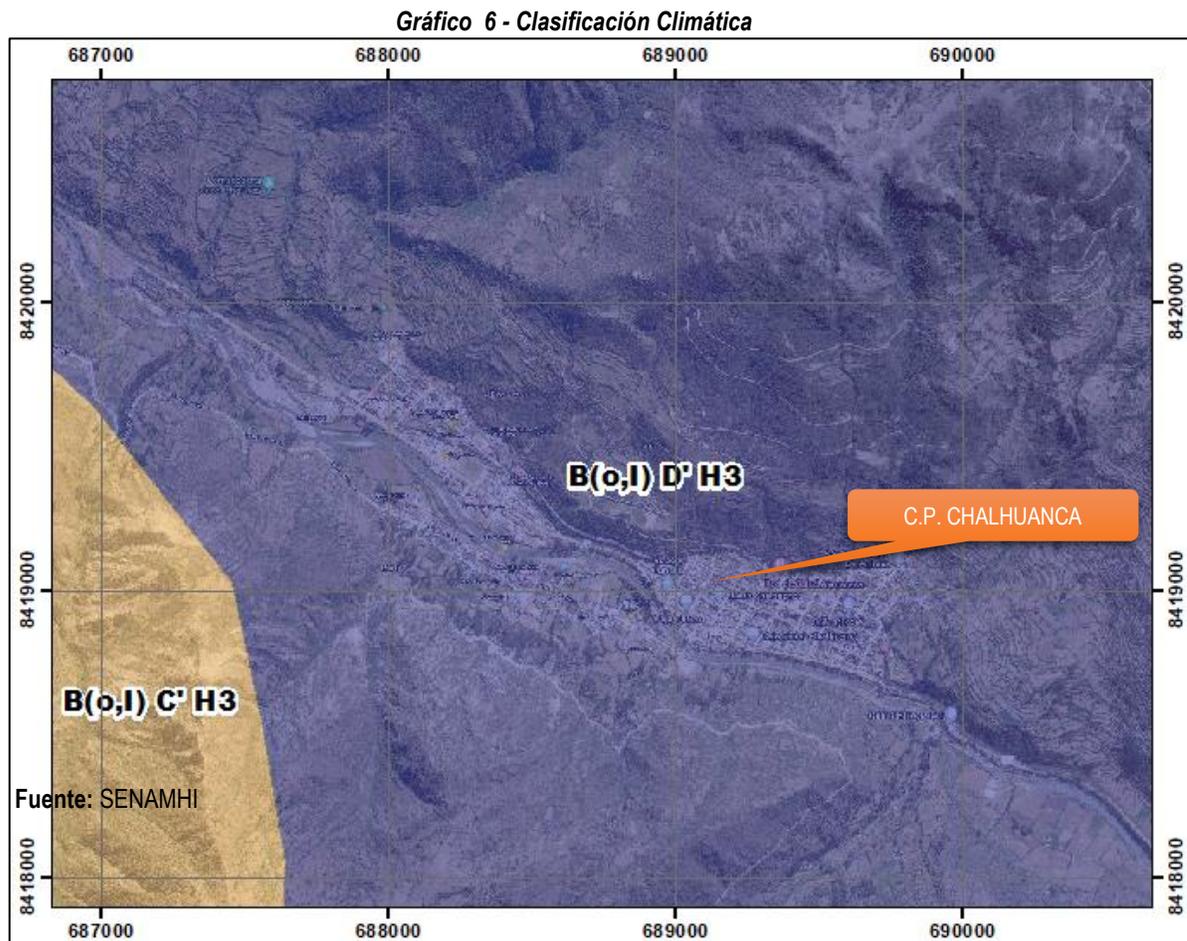
De acuerdo al mapa de clasificación climática del SENAMHI, la cuenca en estudio presenta un clima:

B(o,i) D' H3

Zona de Clima semifrío, lluvioso, con deficiencia de lluvia en otoño y en invierno, con humedad relativa calificada como húmeda.

C(o,i) C' H3

Zona de clima semi seco, frío, con deficiencia de lluvia en otoño e invierno, con humedad relativa calificada como seco



De acuerdo a la clasificación climática se tiene que la zona es muy lluviosa con precipitaciones abundantes. Por tal motivo las cuencas en estudio presentan máximas avenidas muy altas.



2.7.2 TEMPERATURA

La temperatura es el elemento más ligado a la variación altitudinal (orografía). En la cuenca en estudio, la temperatura varía aproximadamente un promedio de 15.94 en estación Chalhuanca.

Tabla 30 – Temperatura promedio de estaciones cercanas

ESTACION	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
CHALHUANCA	17.44	17.30	16.93	16.27	13.77	14.21	14.02	14.90	15.41	16.88	17.61	16.52	15.94
ANDAHUAYLAS	15.38	14.59	14.73	13.04	12.62	10.86	10.77	11.38	13.40	14.12	13.98	14.22	13.26
TAMBOBAMBA	14.73	13.43	16.49	13.17	12.71	11.65	11.91	12.37	14.01	14.60	15.31	14.40	13.73

Fuente: Estaciones meteorológicas cercanas al proyecto

2.7.3 HIDROLOGIA

De acuerdo a la clasificación de la ANA (Autoridad Nacional del Agua – ex INRENA), hidrográficamente la cuenca se encuentra ubicada:

Región hidrográfica	:	Amazonas
Número	:	146
Código	:	4999
Unidad hidrográfica	:	Intercuenca Alto Apurímac
Subcuenca	:	Chalhuanca

Se ha extrapolado las precipitaciones máximas en 24 horas para diferentes periodos de retorno, como se ve en el siguiente cuadro.

Tabla 31 – Precipitación de diseño (Máx en 24 horas) – Periodo de Retorno

T (años)	Precipitación Máxima en 24 horas (mm) X 1.13								
	W360	W370	W380	W390	W400	W460	W490	W510	W680
10	46.96	47.78	47.92	47.77	48.90	47.47	48.44	46.26	46.49
50	56.25	57.52	57.94	57.58	59.15	57.30	58.55	54.72	55.31
100	60.64	62.05	62.66	62.17	63.79	62.03	63.21	58.70	59.56
200	65.32	66.83	67.67	67.03	68.61	67.14	68.10	62.93	64.12
500	71.99	73.57	74.80	73.91	75.29	74.51	74.94	68.95	70.71

Fuente: Estudio Hidrológico

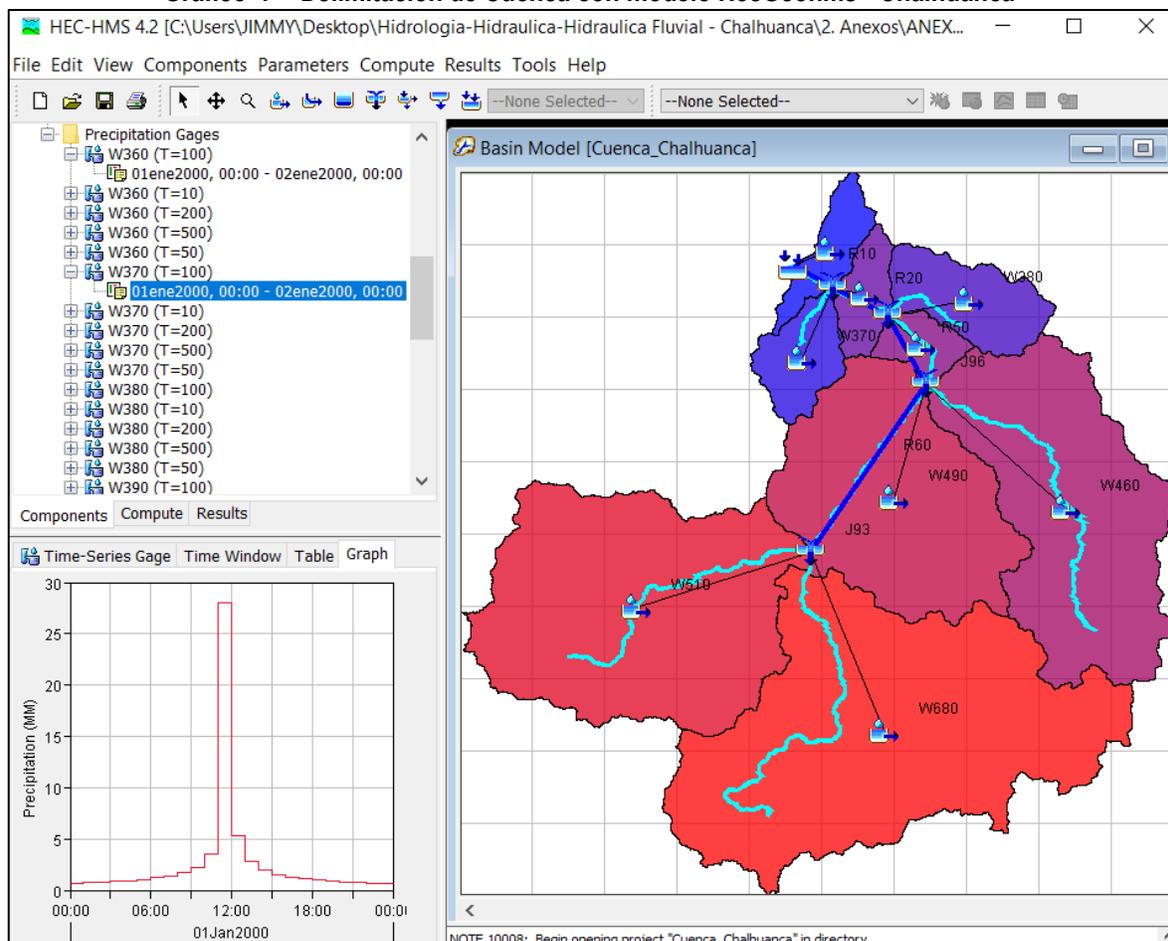


Tabla 32 – Características de la cuenca Chalhuanca

Características De Cuenca Chalhuanca						Características de la Red Hidrica de la cuenca Chalhuanca				
Subcuenca	Área (Km2)	Perímetro (Km)	Alt. Media	Pendiente (%)	CN	Nombre Rio	Long (km)	Pendiente (%)	Cota máx	Cota min
W360	37.42	47.1	3469.0	51.64	72.96	R10	12.08	13.1091	4475.0	2892.0
W370	49.02	43.9	3877.0	39.64	75.15	R20	11.01	14.2615	4514.0	2944.0
W380	71.72	53.4	4609.0	51.08	72.49	R30	17.33	11.8917	5091.0	3030.0
W390	34.31	35.7	3184.0	51.27	72.34	R40	15.91	10.6873	4644.0	2944.0
W400	28.01	31.0	3292.0	63.54	72.33	R50	9.66	10.1183	4007.0	3030.0
W460	325.92	132.5	4141.0	36.85	75.26	R70	39.67	4.6587	4999.0	3151.0
W490	283.66	107.0	4502.0	41.32	75.94	R60	32.41	5.3127	4873.0	3151.0
W510	405.95	134.1	4146.0	22.05	77.85	R140	41.97	2.6164	4738.0	3640.0
W680	537.48	193.4	4634.0	22.47	77.97	R270	45.85	2.4012	4741.0	3640.0

Fuente: Reporte HecGeoHms

Gráfico 7 – Delimitación de Cuenca con modelo HecGeoHms - Chalhuanca



Fuente: HecGeoHms



Tabla 33 – Caudales Máximos – Chalhuanca

Caudales Máximos (m ³ /s)	
Tr (Años)	Chalhuanca
	Hec - HMS
10	560.2
50	863.8
100	1022.2
200	1201.9
500	1471.7

Fuente: Elaboración Propia

El caudal de diseño para la cuenca Chalhuanca para un periodo de retorno de **100 años** es de **1022.2 m³/s**.

Simulación Hidráulica IBER

Para el presente estudio, se ha decidido emplear el modelo IBER versión 2.5

Al respecto, se debe indicar que IBER es un modelo matemático bidimensional para la simulación de flujos en ríos y estuarios, promovido por el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX en el marco de un Convenio de Colaboración suscrito entre el CEDEX y la Dirección General del Agua, y desarrollado en colaboración con el Grupo de Ingeniería del Agua y del Medio Ambiente (GEAMA, perteneciente a la Universidad de Coruña), el Grupo FLUMEN (de la Universidad Politécnica de Catalunya y de la Universidad de Barcelona) y el Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE, vinculado a la Universidad Politécnica de Catalunya).

El rango de aplicación de IBER abarca la hidrodinámica fluvial, la simulación de rotura de presas, la evaluación de zonas inundables, el cálculo de transporte de sedimentos y el flujo de marea en estuarios.

Sistematización de la información en IBER

Para poder realizar un cálculo con IBER, se debe contar y realizar los siguientes pasos

- Contar con una información topográfica hidráulica.
- Crear o importar la geometría de la topografía.
- Asignar una serie de parámetros de entrada como rugosidad del fondo, modelo de turbulencia, etc.
- Asignar condiciones de contorno inicial.
- Asignar opciones generales de cálculo como tiempo, parámetros de esquema numérico y activación de módulos adicionales.
- Construir una malla de cálculo.
- Lanzar el cálculo.

Las condiciones de contorno e iniciales, así como la mayor parte de parámetros de entrada se pueden asignar tanto sobre la geometría como sobre la malla. Las condiciones asignadas sobre la malla se traspasan a la malla al crearla, las condiciones asignadas sobre la malla se pierden al remalla. Para generar una malla se debe tener una geometría formada por superficies.



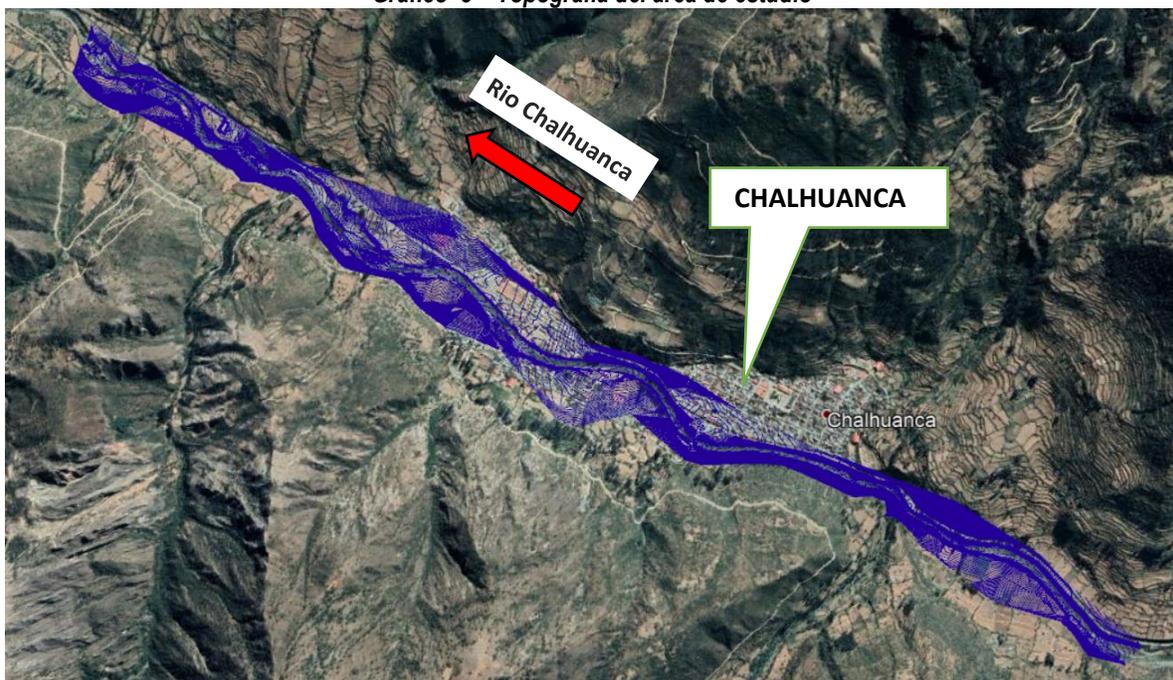
Topografía – Batimetría del cauce y zonas adyacentes

El levantamiento topográfico que se requiere, debe abarcar el tramo involucrado donde se proyectará la defensa riverañera, recomendándose que dicho levantamiento topográfico debe comprender lo siguiente:

De acuerdo a las Recomendaciones del ANA:

De acuerdo al ANA, procedimiento N° 08 indica que la topografía debe presentar planos de planta y secciones transversales, con cotas cada 0.5 a 1.0 m. prolongándose 500 a 300 metros aguas arriba y aguas debajo de la obra, así mismo lateralmente de 30 a 50 metros hacia ambas márgenes (planicie de inundación).

Gráfico 8 – Topografía del área de estudio



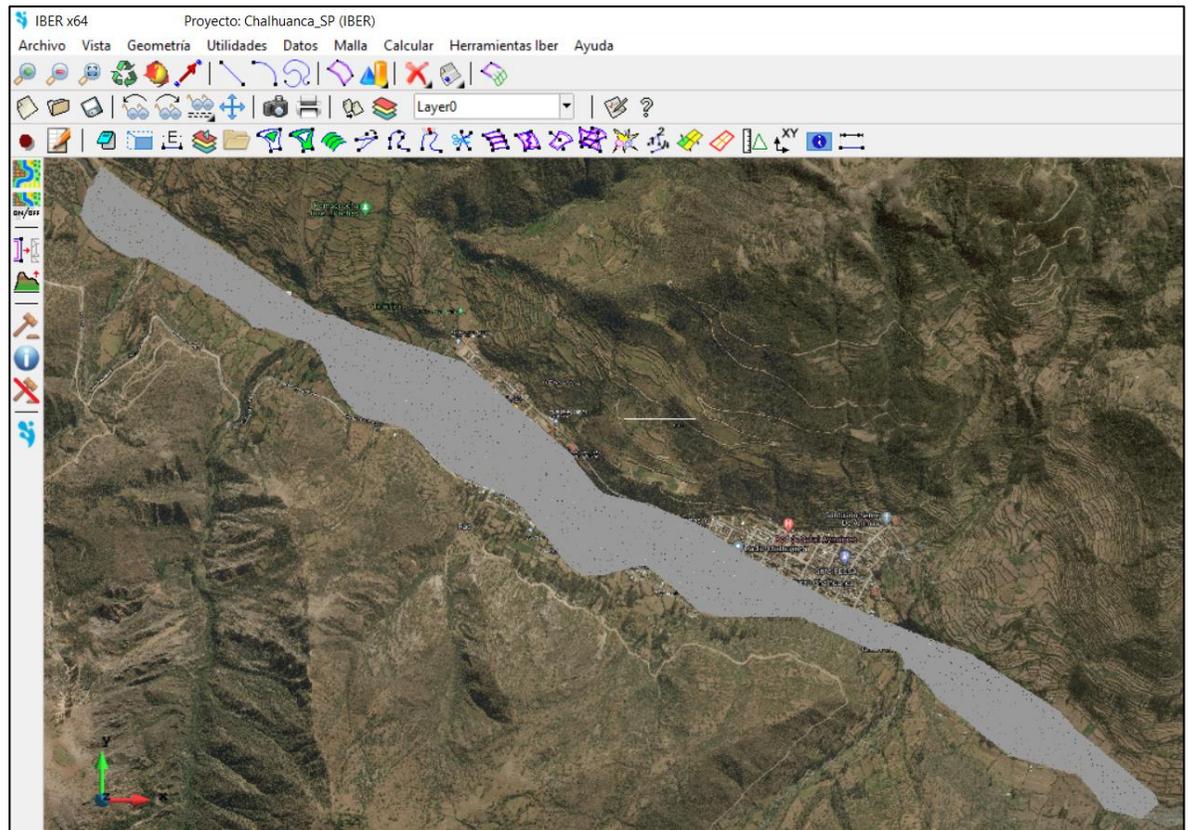
Generación de la malla de cálculo

La generación de la malla de cálculo con IBER se realizó a través de la herramienta “RTIN”, capaz de crear e importar una geometría formada por una red de triángulos rectángulos a partir de un Modelo Digital del Terreno en formato ASCII de ArcInfo.

En este sentido, se fijó como límite una tolerancia máxima de importación de 0,1 m, acorde con la precisión altimétrica del DEM. Asimismo, se limitó el valor del lado máximo de los triángulos generados a 2.5 m.



Gráfico 9 – Construcción de la malla Iber



Fuente: Iber

Asignación de Coeficiente de Manning

Los coeficientes de Manning se asignaron en función de las distintas coberturas del suelo obtenidas a partir de la Información sobre Ocupación del Suelo; esta información fue obtenida a partir de imágenes satelitales.

Tabla 34 – Coeficiente de Manning

Usos de Suelo	Manning
Cauce	0.035
Regadío	0.050
Secano	0.045
Pastizal y Matorral	0.050
Infraestructura	0.020
Pradera	0.050
Improductivo	0.020



Régimen Permanente

Se han introducido el hidrograma de cálculo con crecimiento hasta obtener la caudal punta; obtenidos en el ítem anterior, el que fue simulada un tiempo de retorno de 100 años, de igual forma se estableció un tiempo de simulación suficiente para que el caudal de salida sea igual al caudal de entrada.

Tabla 35 – Hidrograma de caudales

Rio	Fase	Tiempo (Seg)	Q (m3/s)
Chalhuanca	Inicial	0	0
	Pico	1512.0	1022.20
	Final	7560.0	4.09

Fuente: Elaboracion Propia

Condiciones de contorno de salida

Se han asignado a los elementos del contorno de salida de la malla una condición tipo vertedero.

Condición Inicial

Se ha especificado que todos los elementos de la malla estaban secos (calado nulo).

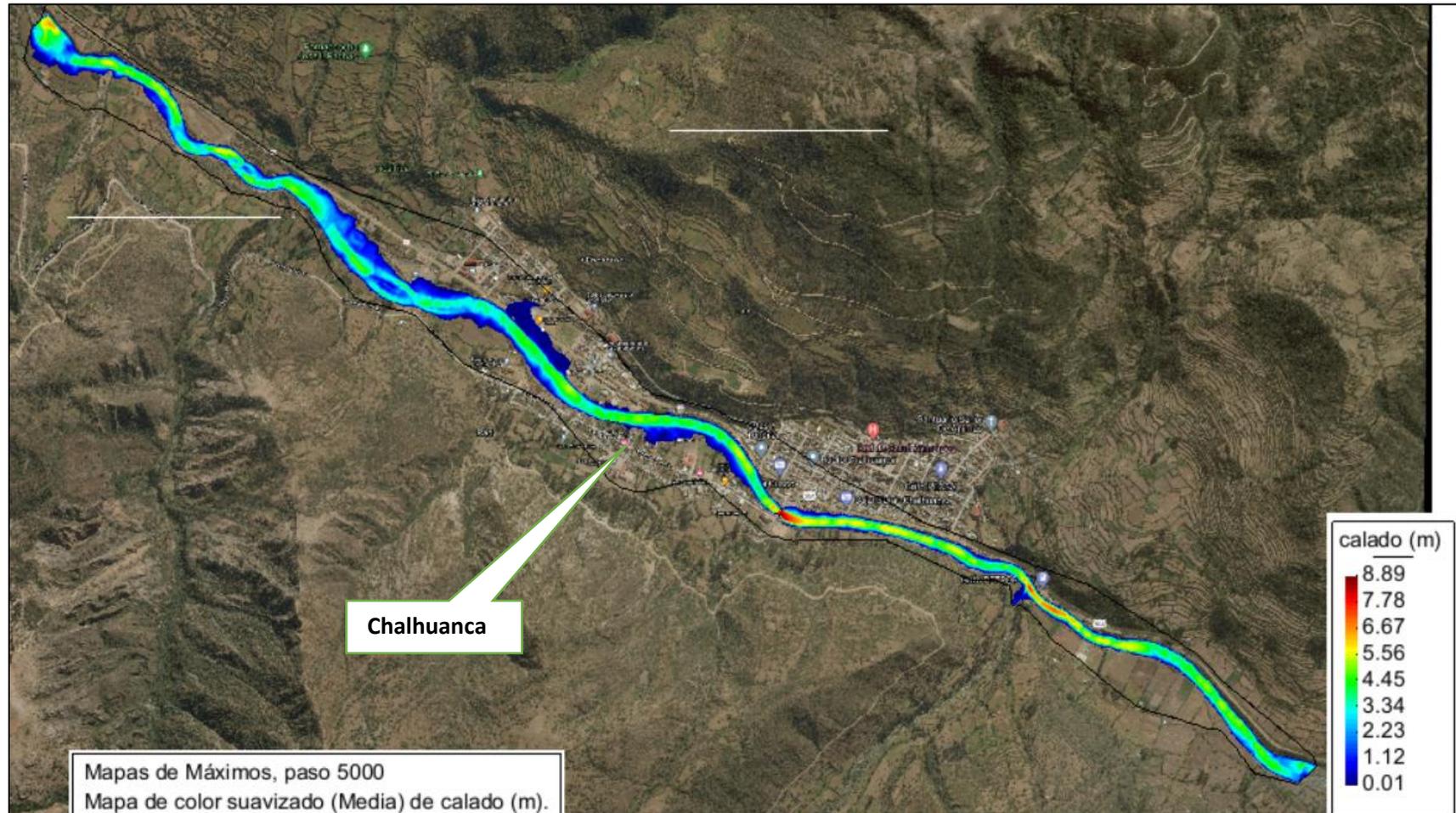
Resultados del Modelo

De acuerdo a los resultados del modelamiento hidrológico, se realizó la simulación hidráulica para un tiempo de retorno de 100 años en los ríos Chalhuanca.

Cabe precisar que la simulación hidráulica se realizó en función a las características del comportamiento topográfico Hidrológico e hidráulico.



Gráfico 10 – Simulación Hidráulica - IBER

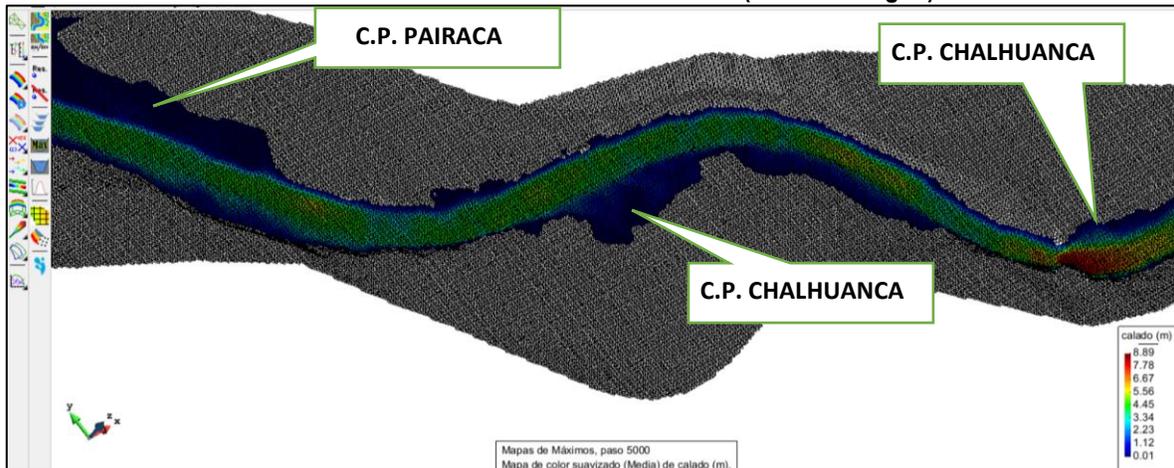


Fuente: Iber – Arcgis

En la figura anterior se ve que con el modelo IBER, hay inundación del río Chalhuanca en el sector Payraca.

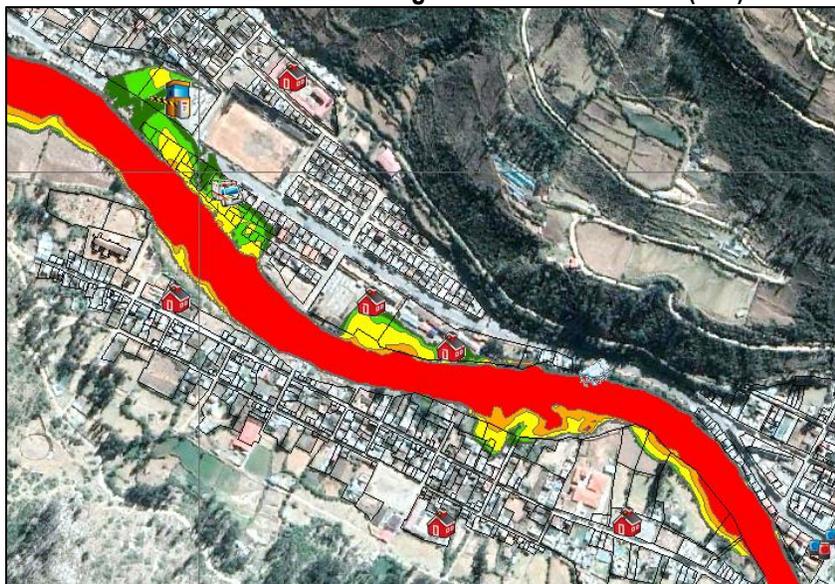


Gráfico 11 – Vista en 2d del río Chalhuanca (Tirante de agua)



Fuente: Iber – Arcgis

Gráfico 12 – Altura de agua del río Chalhuanca (m/s)



Fuente: Iber – Arcgis

Con estos niveles de agua, producidos por las máximas avenidas en el Centro poblado de Chalhuanca, se va realizar el Mapa de inundación en donde se va realizar en base a alturas, estas alturas va ser el Parámetro de Evaluación en el informe EVAR.

Tabla 36 – Altura de agua o tirante de agua

ALTURA DE AGUA
Altura de flujo mayores a 1.00 m.
Altura de flujo mayores a 0.6 m y menores a 1.00 m
Altura de flujo mayores a 0.2 m y menores a 0.6 m
Altura de flujo mayores a 0.1 m y menores a 0.2 m
Altura de flujo menores a 0.1 m.

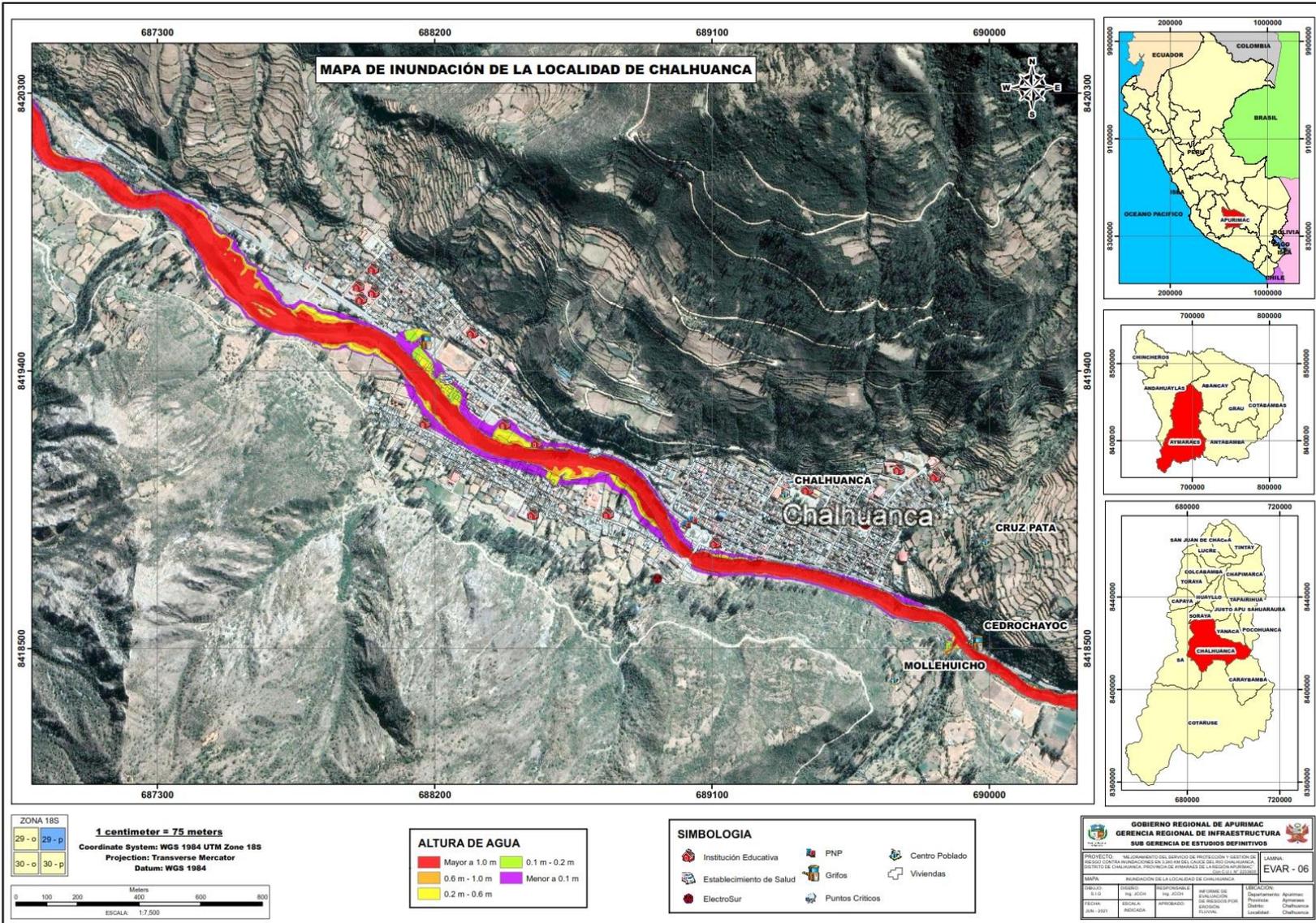
Fuente: Iber – Arcgis



INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO ORIGINADO POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CHALHUANCA, DEL RIO CHALHUANCA, DISTRITO DE CHALHUANCA – AYMARAEAS - APURIMAC



MAPA 6 – INUNDACIÓN



Fuente: Elaboración Propia



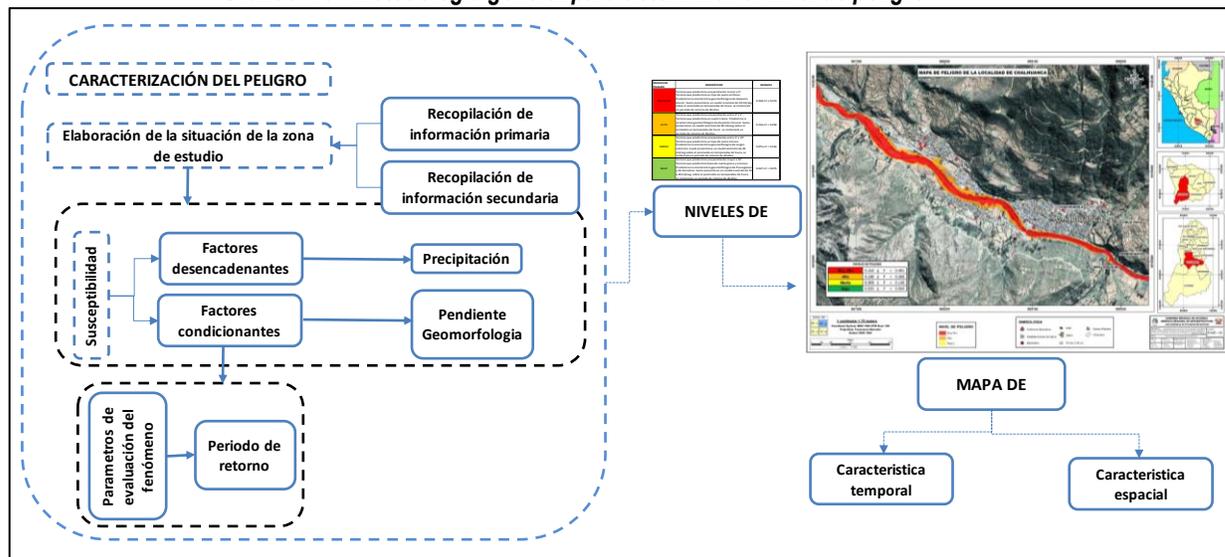
III. DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para el presente Informe de Evaluación de Riesgo, se ha determinado un peligro Natural de origen Hidrometeorológico, de tipo Inundación fluvial, acotando que en la zona existen otros peligros tanto de geodinámica interna, externa, hidrometeorológico, biológicos e inducidos por el hombre, es decir solo se tratara el Peligro de Inundación Fluvial.

3.1 METODOLOGIA PARA LA DETERMINACION DEL PELIGRO

Para determinar el nivel de peligrosidad por el fenómeno de Inundación Fluvial, se utilizó la siguiente metodología descrita en el gráfico 13.

Gráfico 13 - Metodología general para determinar el nivel de peligro



Fuente: CENEPRED

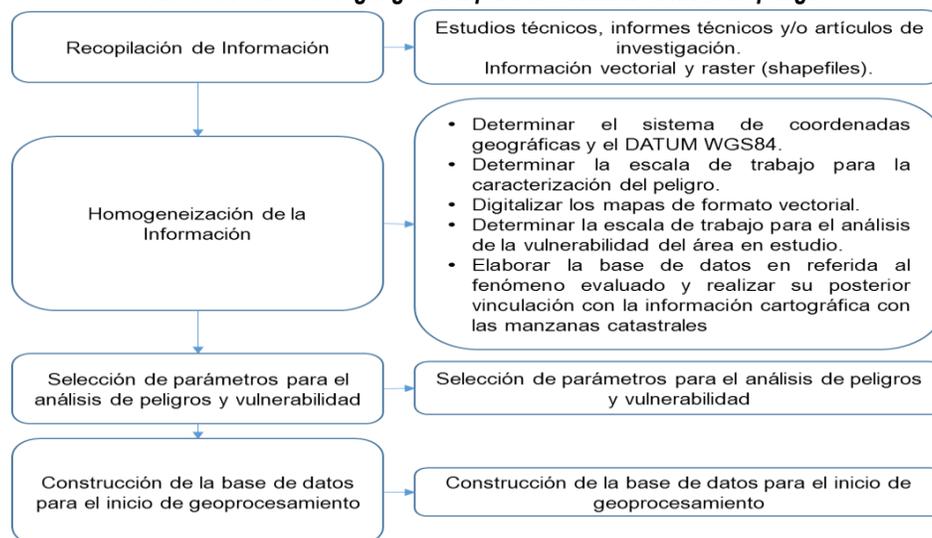
3.2 RECOPIACIÓN Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Se ha realizado la recopilación de información disponible: Estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INEI, SENAMHI, ANA), información histórica, estudio de peligros, cartografía, topografía, hidrografía, climatología, geología y geomorfología del área de influencia del fenómeno por Erosión Fluvial y desborde de ríos. Así también, se ha realizado el análisis de la información proporcionada de entidades técnicas-científicas y estudios publicados acerca de las zonas evaluadas.

Para el presente estudio se ha realizado levantamiento topográfico y estimación de hidrología e hidráulica donde se estiman las máximas avenidas y simulación de inundación, velocidad de erosión de los ríos en estudio. (Ver el Item 2.5.3 y 2.6.3).



Gráfico 14 - Metodología general para determinar el nivel de peligro



Fuente: CENEPRED

3.3 IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA

Para identificar y caracterizar el peligro, se ha considerado la información generada por visita de campo, así como de la identificación de Peligros y emergencias proporcionadas por el área de Defensa Civil de la Municipalidad Provincial de Chalhuanca – Apurímac y en base a los antecedentes de incremento de los caudales en la localidad de Chalhuanca.

3.4 IDENTIFICACIÓN DEL PELIGRO

Para el presente estudio, se está tomando el Peligro de Inundación Fluvial del río Chalhuanca, por lo que analizaremos el comportamiento dinámico e hidrológico de este peligro.

Las inundaciones fluviales se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo generando máximas avenidas y está generando grandes volúmenes de agua, cuando es demasiado alto el calado del agua el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes.

Debido a su naturaleza cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él.



3.5 CARACTERIZACIÓN DEL PELIGRO

3.5.1 INUNDACIONES

Las inundaciones se producen cuando las lluvias intensas o continuas sobrepasan la capacidad de campo del suelo, el volumen máximo de transporte del río es superado y el cauce principal se desborda e inunda los terrenos circundantes.

Las llanuras de inundación (franjas de inundación) son áreas de superficie adyacente a ríos o riachuelos, sujetas a inundaciones recurrentes. Debido a su naturaleza cambiante, las llanuras de inundación y otras áreas inundables deben ser examinadas para precisar la manera en que pueden afectar al desarrollo o ser afectadas por él.

Tipos de inundaciones

Las inundaciones pueden clasificarse como repentinas o súbitas y como lentas o progresivas; la principal diferencia frente a la afectación de una estructura, se refiere al empuje de la corriente o la energía liberada por el mismo.

Inundaciones súbitas o repentinas

Se producen generalmente en cuencas hidrográficas de fuerte pendiente por la presencia de grandes cantidades de agua en muy corto tiempo. Son causadas por fuertes lluvias, tormentas o huracanes. Pueden desarrollarse en minutos u horas, según la intensidad y la duración de la lluvia, la topografía, las condiciones del suelo y la cobertura vegetal. Ocurren con pocas o ninguna señal de advertencia.

Este tipo de inundaciones puede arrastrar rocas, tumbar árboles, destruir edificios y otras estructuras y crear nuevos canales de escurrimiento. Los restos flotantes que arrastra pueden acumularse en una obstrucción o represamiento, restringiendo el flujo y provocando inundaciones aguas arriba del mismo, pero una vez que la corriente rompe la represión, la inundación se produce aguas abajo.

Inundaciones lentas o progresivas

Se producen sobre terrenos planos que desaguan muy lentamente y cercanos a las riberas de los ríos o donde las lluvias son frecuentes o torrenciales. Muchas de ellas son parte del comportamiento normal de los ríos, es decir, de su régimen de aguas, ya que es habitual que en periodos de lluvia en la parte alta de la cuenca aumente la cantidad de agua e inunde los terrenos cercanos a la orilla en la parte baja de la cuenca.

En las ciudades las inundaciones lentas como las súbitas causan diferentes efectos sobre las poblaciones, según la topografía de estas localidades. Las poblaciones ubicadas en pendientes no se inundan seriamente, pero la gran cantidad de agua y sólidos que arrastran le afecta a su paso. Por otro lado, las poblaciones ubicadas en superficies planas o algo cóncavas (como un valle u hondonada) pueden sufrir inundaciones como efecto directo de las lluvias, independientemente de las inundaciones producidas por el desbordamiento de ríos y quebradas, las cuales ocasionan el estancamiento de las aguas.



3.6 PARÁMETRO DE EVALUACIÓN

Es la manifestación de la amenaza sobre el área de influencia del peligro evaluado y que ha sido originado por la magnitud del factor desencadenante, la cual representa la intensidad del evento.

Cabe mencionar que los parámetros de evaluación deben considerarse como unidades cartografiables que han sido reconocidas en el área de influencia del proyecto de inversión, ya que permiten caracterizar la intensidad con que un peligro afecta un área geográfica determinada, además de estar referida a evidencias del peligro, tales como marcas (alturas, velocidades, volúmenes o áreas).

Gráfico 15 – Esquema de parámetro de evaluación

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

Fuente: R.J. N° 058-2020-CENEPRED/J

Para el proyecto como se trata de inundación fluvial se ha utilizado el parámetro de evaluación: **altura de flujo** de un caudal máximo con un periodo de retorno de 100 años. (Intensidad de un peligro en su área de influencia).

En ítem anterior se menciona de la hidrología y un mapa temático de altura de flujo para caudal máximo con un periodo de retorno de 100 años.



Tabla 37 – Matriz de comparación de pares del parámetro de Altura de Flujo

ALTURA DE AGUA	Mayor a 1.0 m	0.6 m - 1.0 m	0.2 m - 0.6 m	0.1 m - 0.2 m	Menor a 0.1 m
Mayor a 1.0 m	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
0.6 m - 1.0 m	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
0.2 m - 0.6 m	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
0.1 m - 0.2 m	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Menor a 0.1 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: Equipo técnico

Tabla 38 – Matriz de Normalización de pares del parámetro de Altura de Flujo

ALTURA DE AGUA	Mayor a 1.0 m	0.6 m - 1.0 m	0.2 m - 0.6 m	0.1 m - 0.2 m	Menor a 0.1 m	Vector Priorización
Mayor a 1.0 m	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
0.6 m - 1.0 m	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
0.2 m - 0.6 m	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
0.1 m - 0.2 m	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
Menor a 0.1 m	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Equipo técnico

Tabla 39 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro de Altura de Flujo

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Equipo técnico

3.7 SUSCEPTIBILIDAD DEL TERRITORIO

Para la evaluación de la susceptibilidad del área de influencia por Inundación fluvial del río Chalhuanca en la localidad de Chalhuanca (zonas urbanas y rurales), se consideraron los siguientes factores:

Tabla 40 – Factores de la Susceptibilidad

Factor Desencadenante	Factores Condicionantes		
Precipitación	Pendiente	Geomorfología	Geología

Fuente: Consultor

La metodología a utilizar tanto para la evaluación del peligro, como para el análisis de la vulnerabilidad, es el procedimiento de Análisis Jerárquico mencionado en el Manual para la Evaluación de Riesgos Originados por Fenómenos Naturales, 2da versión. (CENEPRED, 2014).

3.7.1 ANÁLISIS FACTOR DESENCADENANTE

Para la obtención de los pesos ponderados del parámetro del factor desencadenante, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Parámetro: Precipitación

Las precipitaciones son un factor determinante para la generación de Inundaciones Fluviales.



Los procedimientos para obtener el mapa temático de precipitaciones, se detalló en subtítulos anteriores.

Tabla 41 – Rangos de precipitación empleados para el modelo de precipitación

RANGO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS, mm	P24 > 99p	95p < P24 ≤ 99p	90p < P24 ≤ 95p	75p < P24 ≤ 90p	P24 < 75p
P24 > 99p	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
95p < P24 ≤ 99p	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
90p < P24 ≤ 95p	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
75p < P24 ≤ 90p	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
P24 < 75p	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: Consultor

Se proceden a realizar los cálculos para generar la matriz de normalización de pares que nos mostrará el vector priorización (peso ponderado) que nos indica la importancia de cada parámetro en el análisis del fenómeno natural objeto del análisis de riesgo.

Tabla 42 – Matriz de normalización de pares del parámetro Precipitación

RANGO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA 24 HORAS, mm	P24 > 99p	95p < P24 ≤ 99p	90p < P24 ≤ 95p	75p < P24 ≤ 90p	P24 < 75p	Vector Priorización
P24 > 99p	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
95p < P24 ≤ 99p	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
90p < P24 ≤ 95p	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
75p < P24 ≤ 90p	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
P24 < 75p	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035

Fuente: Consultor

CÁLCULO DE RELACIÓN DE CONSISTENCIA (RC)

Este coeficiente debe ser menor al 10% (RC<0.1), lo que nos indica que los criterios utilizados para la comparación de pares es la más adecuada.

Tabla 43 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro de Precipitación

INDICE DE CONSISTENCIA
RELACION DE CONSISTENCIA < 0.1 (*)

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Consultor



3.7.2 ANÁLISIS FACTORES CONDICIONANTES

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros de los factores condicionantes, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

a) Parámetro: Geomorfología

Tabla 44 – Matriz de Comparación de pares del parámetro Geomorfología

GEOMORFOLOGIA	Terraza Fluvio Aluvial	Terraza Coluvial	Terraza Aluvial	Ladera Medianamente Empinada	Ladera Fuertemente Empinada
Terraza Fluvio Aluvial	1.00	2.00	4.00	7.00	9.00
Terraza Coluvial	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Terraza Aluvial	0.25	0.50	1.00	3.00	5.00
Ladera Medianamente Empinada	0.14	0.25	0.33	1.00	3.00
Ladera Fuertemente Empinada	0.11	0.17	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.00	3.92	7.53	15.33	24.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Consultor

Tabla 45 – Matriz de normalización de pares del parámetro Geomorfología

GEOMORFOLOGIA	Terraza Fluvio Aluvial	Terraza Coluvial	Terraza Aluvial	Ladera Medianamente Empinada	Ladera Fuertemente Empinada	Vector Priorización
Terraza Fluvio Aluvial	0.499	0.511	0.531	0.457	0.375	0.474
Terraza Coluvial	0.250	0.255	0.265	0.261	0.250	0.256
Terraza Aluvial	0.125	0.128	0.133	0.196	0.208	0.158
Ladera Medianamente Empinada	0.071	0.064	0.044	0.065	0.125	0.074
Ladera Fuertemente Empinada	0.055	0.043	0.027	0.022	0.042	0.038

Fuente: Consultor

Tabla 46 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro de Geomorfología

IC	0.031
RC	0.028

Fuente: Consultor

b) Parámetro: Pendiente

Tabla 47 – Matriz de comparación de pares del Parámetro Pendiente

PENDIENTE	Menor a 2°	Entre 2° a 4°	Entre 4° a 8°	Entre 8° a 15°	Mayor a 15°
Menor a 2°	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Entre 2° a 4°	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Entre 4° a 8°	0.25	0.50	1.00	3.00	6.00
Entre 8° a 15°	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Mayor a 15°	0.13	0.17	0.17	0.33	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.50	14.33	24.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Consultor



Tabla 48 – Matriz de normalización de pares del parámetro Pendiente

PENDIENTE	Menor a 2°	Entre 2° a 4°	Entre 4° a 8°	Entre 8° a 15°	Mayor a 15°	Vector Priorización
Menor a 2°	0.490	0.511	0.533	0.419	0.333	0.457
Entre 2° a 4°	0.245	0.255	0.267	0.279	0.250	0.259
Entre 4° a 8°	0.122	0.128	0.133	0.209	0.250	0.169
Entre 8° a 15°	0.082	0.064	0.044	0.070	0.125	0.077
Mayor a 15°	0.061	0.043	0.022	0.023	0.042	0.038

Fuente: Consultor

Tabla 49 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro de Pendiente

IC	0.040
RC	0.036

Fuente: Consultor

c) Parámetro: Geología

Tabla 50 – Matriz de comparación de pares del Parámetro Geología

GEOLOGIA	Depósitos Fluvio Aluviales	Depósitos Coluviales	Depósitos Aluviales	Formación Puente	Formación Labra
Depósitos Fluvio Aluviales	1.00	2.00	4.00	6.00	9.00
Depósitos Coluviales	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Depósitos Aluviales	0.25	0.50	1.00	3.00	4.00
Formación Puente	0.17	0.25	0.33	1.00	3.00
Formación Labra	0.11	0.17	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.03	3.92	7.58	14.33	23.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.04

Fuente: Consultor

Tabla 51 – Matriz de normalización de pares del parámetro Geología

GEOLOGIA	Depósitos Fluvio Aluviales	Depósitos Coluviales	Depósitos Aluviales	Formación Puente	Formación Labra	Vector Priorización
Depósitos Fluvio Aluviales	0.493	0.511	0.527	0.419	0.391	0.468
Depósitos Coluviales	0.247	0.255	0.264	0.279	0.261	0.261
Depósitos Aluviales	0.123	0.128	0.132	0.209	0.174	0.153
Formación Puente	0.082	0.064	0.044	0.070	0.130	0.078
Formación Labra	0.055	0.043	0.033	0.023	0.043	0.039

Fuente: Consultor

Tabla 52 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Geología

IC	0.029
RC	0.026

Fuente: Consultor



d) Análisis de los parámetros de los factores condicionantes

Tabla 53 – Matriz de comparación de pares de los factores condicionantes

PARAMETRO	Pendiente	geomorfología	Geología
Pendiente	1.00	2.00	3.00
Geomorfología	0.50	1.00	2.00
Geología	0.33	0.50	1.00
SUMA	1.83	3.50	6.00
1/SUMA	0.55	0.29	0.17

Fuente: Consultor

Tabla 54 – Matriz de normalización de pares de los factores condicionantes

PARAMETRO	Pendiente	geomorfología	Geología	Vector Priorización
Pendiente	0.545	0.571	0.500	0.539
Geomorfología	0.273	0.286	0.333	0.297
Geología	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Consultor

Tabla 55 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para los factores condicionantes

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Consultor

3.8 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS

Los elementos expuestos de la localidad de Chalhuanca comprende a los elementos expuestos susceptibles (Población, viviendas, instituciones educativas, centros de salud, caminos rurales, servicios públicos básicos, entre otros) que se encuentren en la zona potencial del impacto al peligro por inundación fluvial y que podrían sufrir los efectos ante la ocurrencia o manifestación del peligro.

3.8.3 ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS POR DIMENSIÓN SOCIAL

a) Elementos Expuestos Susceptibles al fenómeno de Inundación

Se muestran los elementos expuestos susceptibles a inundación mediante cuadros:

Tabla 56 – Centros Poblados Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial

Departamento(s)	Provincia(s)	Distrito(s)	Centro poblado(s)	Población Total
Apurímac	Aymaraes	Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	673

Fuente: Sigrid



Tabla 57 – Población total susceptible a inundación

Centro Poblado	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca					
N° Familias	240					
Grupo etareo	< 14	15 - 29	30 - 44	45 - 64	> 65	Total
Total	192	193	136	96	56	673

Fuente: Sigrid

Tabla 58 – Instituciones educativas susceptibles a inundación

N°	Código Modular	I.E.	Nivel	Alumnos	Docentes	Total Personas
1	0236208	LIBERTADORES DE AMERICA	Secundaria	260	23	283
2	0236331	MARIA AUXILIADORA	Secundaria	269	20	289

Fuente: Sigrid

Tabla 59 – Establecimientos de salud susceptibles a inundación

N°	Nombre del establecimiento	Código RENIPRESS	Total Personas
1	Centro de Atención II Chalhuanca	11218	8

Fuente: Sigrid

b) Elementos Expuestos Desestimados al fenómeno de Inundación

Se muestran los elementos expuestos desestimados a inundación mediante cuadros:

Tabla 60 – Centros Poblados no Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial

Departamento(s)	Provincia(s)	Distrito(s)	Centro poblado(s)	Población Total
Apurímac	Aymaraes	Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	3210

Fuente: Sigrid

Tabla 61 – Población total no susceptible a inundación

Centro Poblado	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca					
N° Familias	1485					
Grupo etareo	< 14	15 - 29	30 - 44	45 - 64	> 65	Total
Total	936	696	717	467	394	3210

Fuente: Sigrid

Tabla 62 – Instituciones educativas no susceptibles a inundación

N°	Código Modular	I.E.	Nivel	Alumnos	Docentes	Total Personas
1	1702141	COAR APURIMAC	Secundaria	278	34	312
2	0756031	189 ROSA DE SANTA MARIA	Inicial - Jardín	51	3	54
3	0284521	54301 JUAN PABLO II	Primaria	75	7	82
4	0510743	16 SEÑOR DE ANIMAS	Inicial - Jardín	59	3	62
5	0621839	3	Básica Especial - Primaria	16	1	17
6	0284489	54297 PATRON SANTIAGO	Primaria	64	6	70
7	0284497	54298 MICAELA BASTIDAS	Primaria	204	15	219
8	0930057	JOSE MARIA ARGUEDAS	Superior Pedagógica	90	7	97
9	0404343	14 NIÑO JESUS DE PRAGA	Inicial - Jardín	128	6	134
10	0930024	CHALHUANCA	Superior Tecnológica	90	13	103



N°	Código Modular	I.E.	Nivel	Alumnos	Docentes	Total Personas
11	0565473	64 DIVINO NIÑO JESUS	Inicial - Jardín	60	3	63
12	0929968	CEBA - JOSE CARLOS MARIATEGUI	Básica Alternativa - Avanzado	28	5	33

Fuente: Sigrid

Tabla 63 – Establecimientos de salud no susceptibles a inundación

N°	Nombre del establecimiento	Código RENIPRESS	Total Personas
1	Chalhuanca	2569	9

Fuente: Sigrid

3.8.4 ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS POR DIMENSIÓN ECONÓMICA

a) Elementos Expuestos Susceptibles al fenómeno de Inundación

Se muestran los elementos expuestos susceptibles a inundación fluvial mediante cuadros:

Tabla 64 – Servicios Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial

Distrito	Centro Poblado	Servicio Susceptible	Longitud (m)	Tipo de Material
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Red de agua Potable	800	Tubería PVC
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Red de Desagüe	850	Tubería SAL
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Red de Electricidad	850	Tubería CEL

Fuente: Sigrid

Tabla 65 – Vías de Comunicación Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial

Distrito	Centro Poblado	Vías de Comunicación	Longitud (m)	Tipo de Material
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Red Vía Nacional	281	Asfaltado Económico
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Red Vía Departamental	0	Sin Afirar
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Red Vía Vecinal	560	Sin Afirar
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Puentes Vehiculares	38	Concreto + Acero
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Puente Peatonal	34	Concreto + Acero
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Puente Peatonal	65	Concreto + Acero

Fuente: Sigrid



Tabla 66 – Infraestructura Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial

Distrito	Centro Poblado	Infraestructura	Área (m2)	Tipo de Material
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Banco de la Nación	377.38	Concreto
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Mercado	580.32	Concreto
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Camal Municipal	555.48	Concreto
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	PTAR	12169.38	Concreto

Fuente: Sigrid

Tabla 67 – Áreas de Cultivo Susceptible al fenómeno de inundación fluvial

Distrito	Centro Poblado	Áreas de Cultivo	Has Susceptibles
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Catastrado	1.8
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	Sin Catastrar	4.75

Fuente: Sigrid

Tabla 68 – Viviendas Susceptible al fenómeno de inundación fluvial

Distrito	Centro Poblado	Número de viviendas	Número de familias
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	240	208

Fuente: Sigrid

b) Elementos Expuestos Desestimados al fenómeno de Inundación

Se muestran los elementos expuestos desestimados a inundación mediante cuadros:

Tabla 69 – Viviendas no Susceptible al fenómeno de inundación fluvial

Distrito	Centro Poblado	Número de viviendas	Número de familias
Chalhuanca	Chalhuanca, Chuquina y Pairaca	1485	1485

Fuente: Sigrid

3.8.5 ANALISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS POR DIMENSIÓN AMBIENTAL

a) Elementos Expuestos Susceptibles al fenómeno de Inundación

Se muestran los elementos expuestos susceptibles a inundación mediante cuadros:

Tabla 70 – Recursos Naturales Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial

Elementos Expuesto	Descripción	Cantidad (Ha)	Estado o condición actual
Suelo Erosionado	Suelo erosionado a causa de la erosión Fluvial, en las Riveras del Rio.	1.15	Relleno, como protección de las avenidas máximas del rio.

Fuente: Equipo Técnico



b) Elementos Expuestos Desestimados al fenómeno de Inundación

Se muestran los elementos expuestos desestimados a inundación mediante cuadros:

Tabla 71 – Recursos Naturales no Susceptibles al fenómeno de inundación fluvial

Elementos Expuesto	Descripción	Cantidad (Ha)	Estado o condición actual
Área Urbana	El área urbana de la localidad de Chalhuanca, Pairaca y Chuquina, gran parte del área urbana está en la margen derecha del río Chalhuanca, y también hay área urbana en la margen izquierda del Río Chalhuanca.	88.85 Has Aprox.	La condición del área urbana varía demasiado ya que presenta diferente infraestructura de vivienda y área pavimentada.

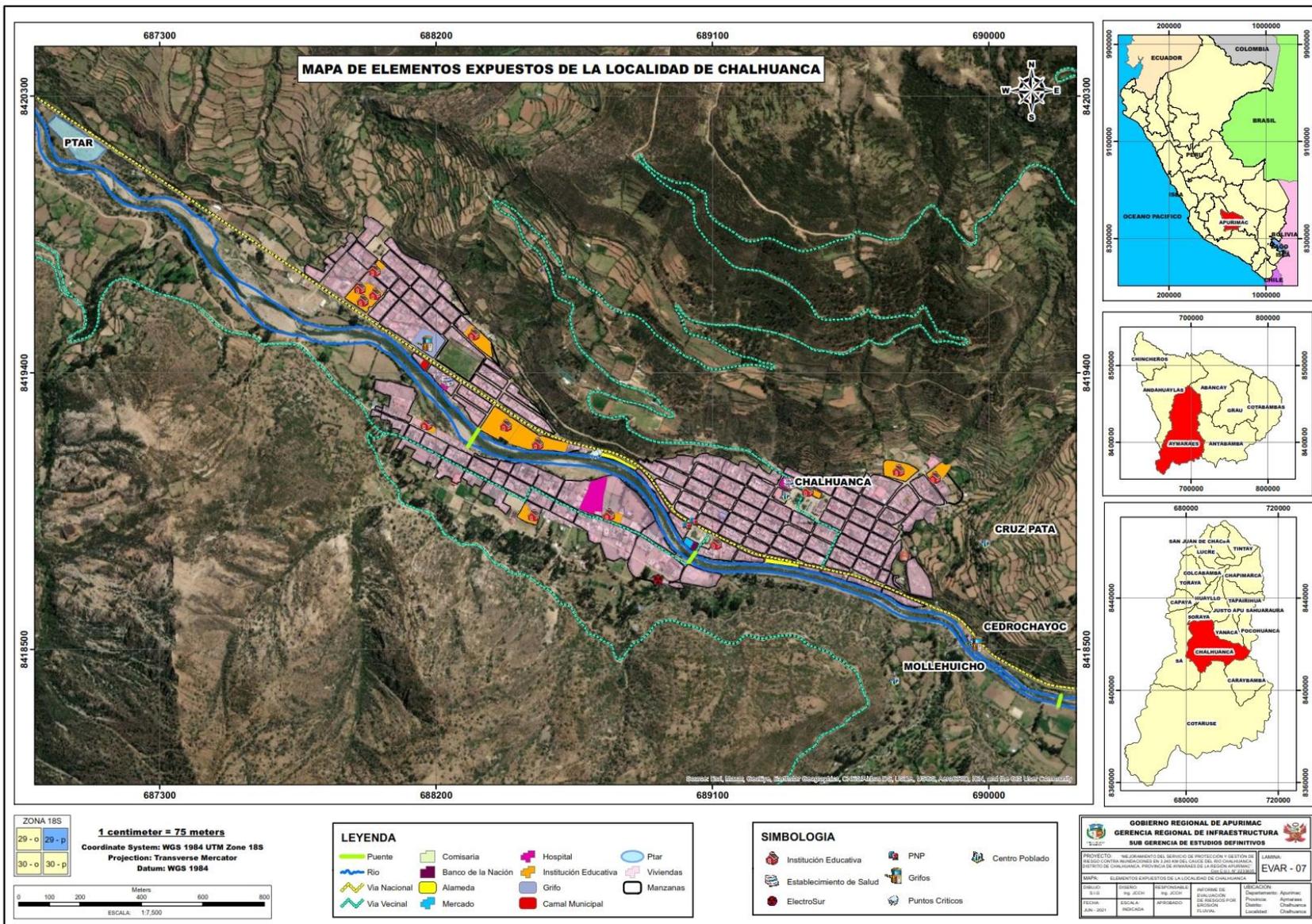
Fuente: Equipo Técnico



INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO ORIGINADO POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CHALHUANCA, DEL RIO CHALHUANCA, DISTRITO DE CHALHUANCA – AYMARAEAS - APURIMAC



MAPA 7 - MAPA DE ELEMENTOS EXPUESTOS



Fuente: Elaboración Propia



3.9 DEFINICIÓN DEL ESCENARIO

Se ha considerado el escenario más alto:

Con una Precipitación máxima en 24 horas (P24) superior a 46.54 mm cuya característica es extremadamente lluvioso $P24 > 46.54$; Predomina una característica de Pendiente menores a 2° ; Presenta geomorfología Terraza Fluvio Aluvial; Presenta característica Geológica Deposito Fluvio Aluvial, y con una precipitación de periodo de retorno de 100 años se produciría una máxima avenida que produciría una inundación fluvial en la localidad de Chalhuanca, ocasionando daños en los elementos expuestos en sus dimensiones social, económica, y ambiental”.

3.10 NIVELES DE PELIGRO

En el siguiente cuadro, se muestran los procedimientos del análisis jerárquico para obtener los niveles de peligro y sus respectivos rangos.

Tabla 72 – Calculo de Rangos del Parámetro de Evaluación

PARAMETRO EVALUACION		VALOR DE P.E.
ALTURA DE AGUA		
PARAMETRO	DESCRIPTOR	
1.000	0.503	0.503
1.000	0.260	0.260
1.000	0.134	0.134
1.000	0.068	0.068
1.000	0.035	0.035

Fuente: Consultor

Tabla 73 – Calculo de Rangos del Factor desencadenante

FACTOR DESENCADENANTE		VALOR DE F.D.
PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS, mm		
PARAMETRO	DESCRIPTOR	
1.000	0.503	0.503
1.000	0.260	0.260
1.000	0.134	0.134
1.000	0.068	0.068
1.000	0.035	0.035

Fuente: Consultor

Tabla 74 – Calculo de Rangos del Factor Condicionante

FACTOR CONDICIONANTE						VALOR DE F.C.
PENDIENTE		GEOMORFOLOGIA		GEOLOGIA		
PARAMETRO	DESCRIPTOR	PARAMETRO	DESCRIPTOR	PARAMETRO	DESCRIPTOR	
0.539	0.457	0.297	0.474	0.164	0.468	0.464
0.539	0.259	0.297	0.256	0.164	0.261	0.259
0.539	0.169	0.297	0.158	0.164	0.153	0.163
0.539	0.077	0.297	0.074	0.164	0.078	0.076
0.539	0.038	0.297	0.038	0.164	0.039	0.038

Fuente: Consultor



Tabla 75 – Calculo de Rangos de la Susceptibilidad

SUCEPTIBILIDAD				VALOR DE SUCEPTIBILIDAD
FACTOR CONDICIONANTE		FACTOR DESCENCADENANTE		
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.464	0.5	0.503	0.5	0.483
0.259	0.5	0.260	0.5	0.259
0.163	0.5	0.134	0.5	0.149
0.076	0.5	0.068	0.5	0.072
0.038	0.5	0.035	0.5	0.037

Fuente: Consultor

Tabla 76 – Calculo de Rangos de los Niveles del Peligro

PELIGRO				VALOR DE PELIGRO
PARAMETRO EVALUACION		SUCEPTIBILIDAD		
VALOR	PESO	VALOR	PESO	
0.503	0.6	0.483	0.4	0.495
0.260	0.6	0.259	0.4	0.260
0.134	0.6	0.149	0.4	0.140
0.068	0.6	0.072	0.4	0.069
0.035	0.6	0.037	0.4	0.035

Fuente: Consultor

Tabla 77 – Niveles del Peligro

NIVELES DE PELIGRO	RANGOS	Rango Mínimo	Rango Máximo
Muy Alto	$0.260 \leq P \leq 0.495$	0.260	0.495
Alto	$0.140 \leq P < 0.260$	0.140	0.260
Medio	$0.069 \leq P < 0.140$	0.069	0.140
Bajo	$0.035 \leq P < 0.069$	0.035	0.069

Fuente: Consultor

Después de estimar el peligro, de acuerdo a las condiciones de estudio se realiza la estratificación del nivel de peligrosidad.



3.11 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DE PELIGROSIDAD

En el siguiente cuadro se muestra la matriz de peligros obtenidos:

Tabla 78 – Matriz de Peligro

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCION	RANGOS
MUY ALTO	Terreno que predomina una pendiente menor a 2°. Terreno que predomina la característica geomorfológica Terraza Fluvio Aluvial. Terreno que predomina Característica Geológica Deposito Fluvio Aluvial. Precipitación máxima en 24 horas (P24) superior a 46.54 mm cuya característica es extremadamente lluvioso. Se contempla un periodo de retorno de 100 años para Caudales máximos con una altura de agua mayor a 1.0 m.	$0.260 \leq P \leq 0.495$
ALTO	Terreno que predomina una pendiente entre 2° a 4°. Terreno que predomina la característica geomorfológica Terraza Coluvial y Terraza Aluvial. Terreno que predomina Característica Geológica Depósitos Coluviales y Depósitos Aluviales. Precipitación máxima en 24 horas (P24) superior a 46.54 mm cuya característica es extremadamente lluvioso. Se contempla un periodo de retorno de 100 años para Caudales máximos con altura de agua entre 0.6 m – 1.0 m.	$0.140 \leq P < 0.260$
MEDIO	Terreno que predomina una pendiente entre 4° a 15°. Terreno que predomina la característica geomorfológica Ladera Medianamente Empinada. Terreno que predomina Característica Geológica Formación Puente. Precipitación máxima en 24 horas (P24) superior a 46.54 mm cuya característica es extremadamente lluvioso. Se contempla un periodo de retorno de 100 años para Caudales máximos con altura de agua entre 0.2 m – 0.6 m.	$0.069 \leq P < 0.140$
BAJO	Terreno que predomina una pendiente mayor a 15°. Terreno que predomina la característica geomorfológica Ladera Fuertemente Empinada. Terreno que predomina Característica Geológica Formación Labra. Precipitación máxima en 24 horas (P24) superior a 46.54 mm cuya característica es extremadamente lluvioso. Se contempla un periodo de retorno de 100 años para Caudales máximos con altura de agua menores a 0.1 m.	$0.035 \leq P < 0.069$

Fuente: Equipo técnico

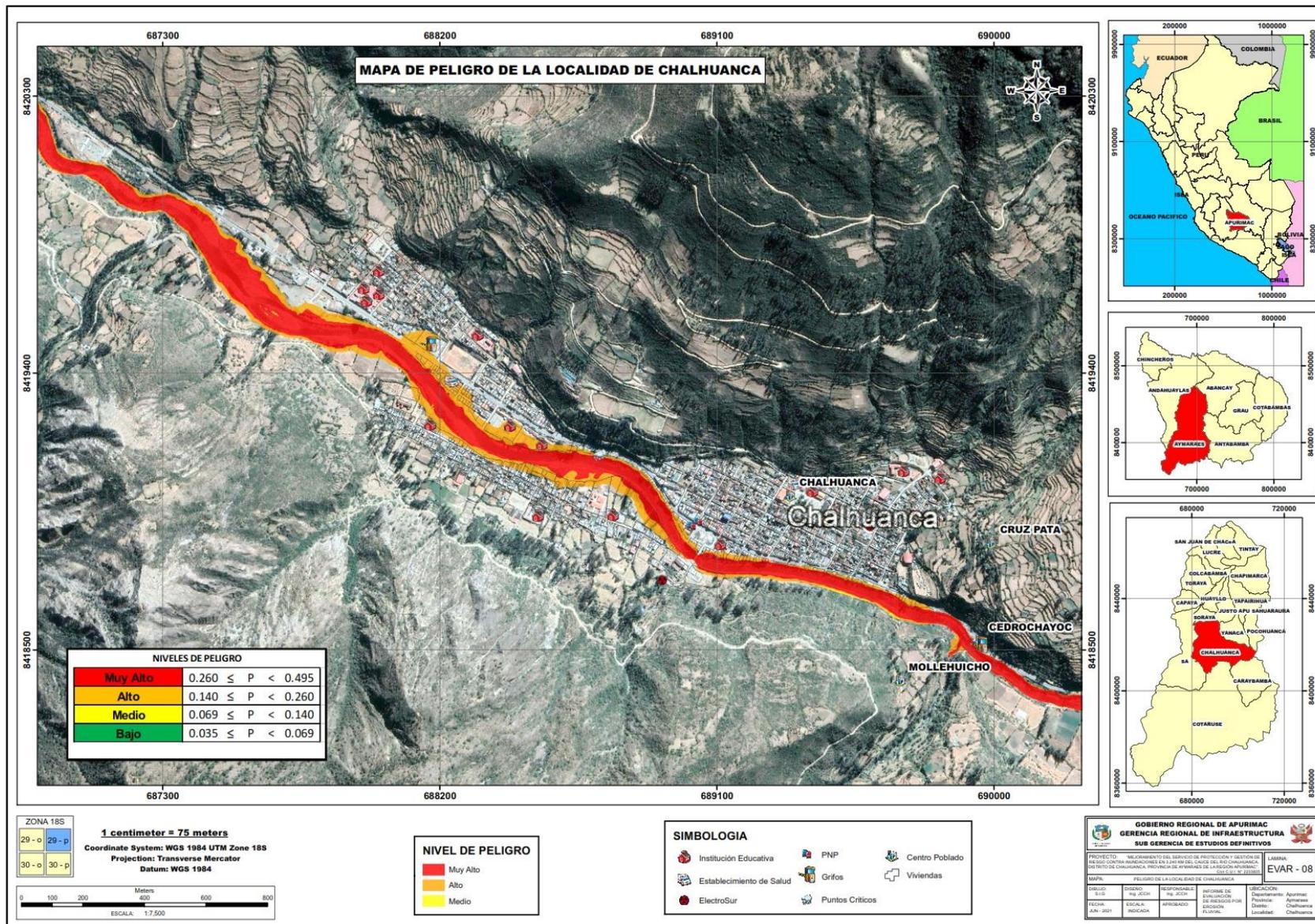
3.12 MAPA DE PELIGROSIDAD



INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO ORIGINADO POR INUNDACIÓN FLUVIAL EN LA ZONA URBANA DE LA LOCALIDAD DE CHALHUANCA, DEL RIO CHALHUANCA, DISTRITO DE CHALHUANCA – AYMARAEAS - APURIMAC



MAPA 8 - MAPA DE PELIGRO



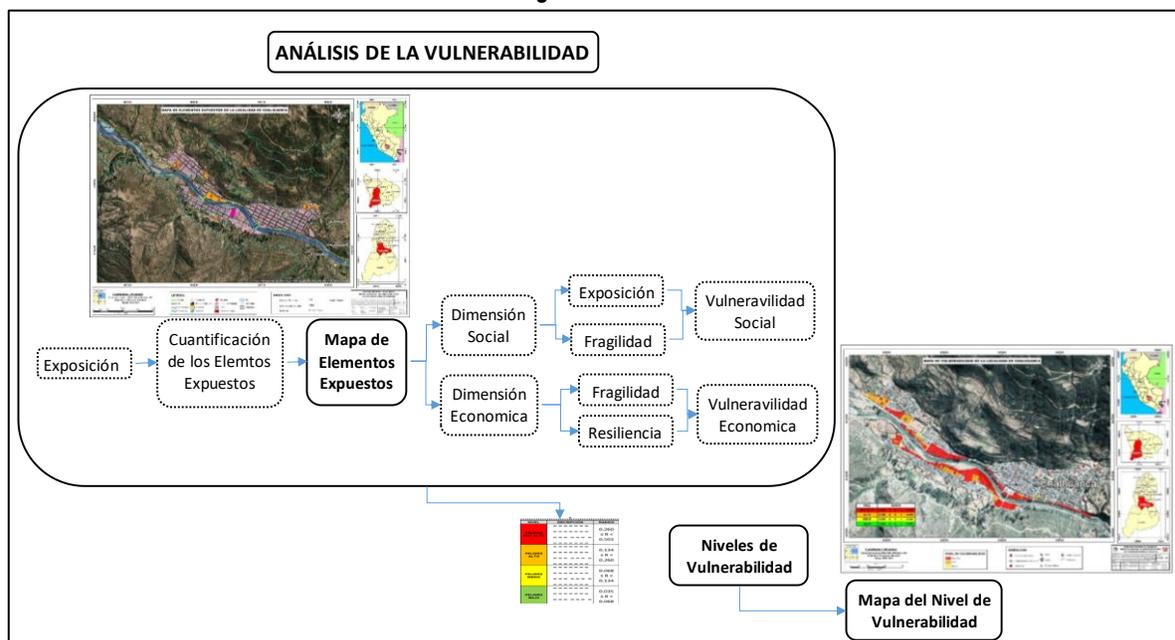
Fuente: Elaboración Propia

IV. ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

4.1 METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se utiliza la siguiente metodología como se muestra en el Gráfico 16.

Gráfico 16 - Metodología del análisis de vulnerabilidad



Fuente: Equipo Técnico

Para determinar los niveles de vulnerabilidad en el área de influencia de la inundación fluvial en la localidad de Chahuanca por desborde del río Chahuanca, se ha considerado realizar el análisis de los factores de la vulnerabilidad en la dimensión social y económica, utilizando los parámetros para ambos casos, según detalle.

4.2 ANÁLISIS DE LOS FACTORES DE VULNERABILIDAD

4.2.1 EXPOSICIÓN

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.

Con este componente factor se analizan las unidades sociales expuestas (población, unidades productivas, líneas vitales, infraestructura u otros elementos) a los peligros identificados.



4.2.2 FRAGILIDAD

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.

4.2.3 RESILIENCIA

Esta referida al 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.

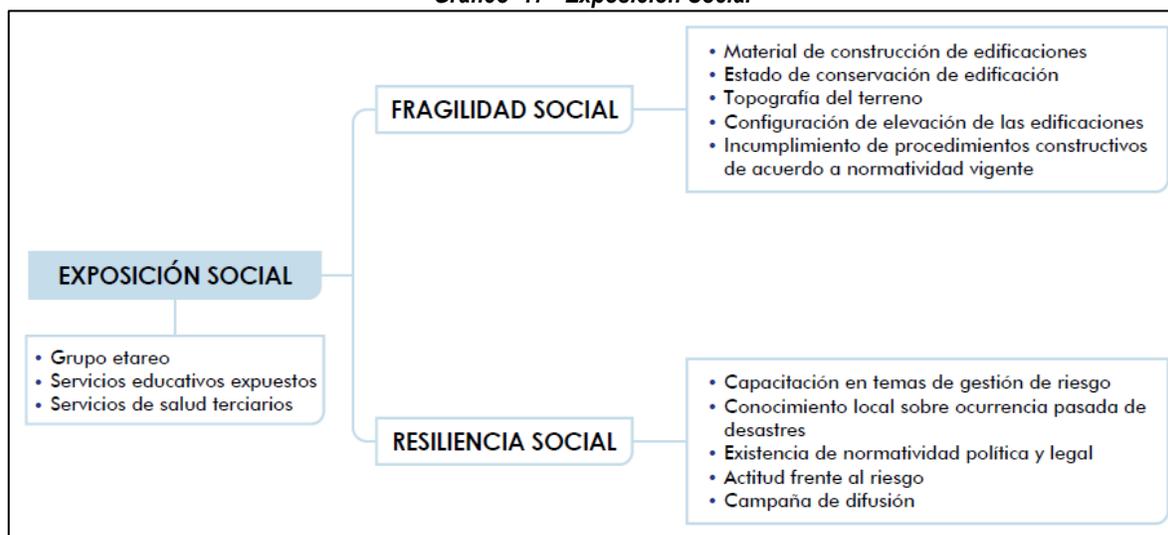
4.3 ANÁLISIS DE ELEMENTOS EXPUESTOS SOCIALES, ECONOMICOS Y AMBIENTALES

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.

4.3.1 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN SOCIAL

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 Exposición social, fragilidad social y resiliencia social en la población vulnerable. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad social.

Gráfico 17 - Exposición Social



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. 2da Versión.

Para el análisis de la vulnerabilidad en su dimensión social, se evaluaron los siguientes parámetros:



Tabla 79 – Parámetros de la Dimensión Social

Dimensión Social		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Concentración de Personas por viviendas.	- Grupo de edades	- Nivel de organización de las personas. - Capacitación en temas de gestión de Riesgos.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 80 – Matriz de Comparación de pares

DIMENSION SOCIAL	EXPOSICION SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL
RESILIENCIA SOCIAL	1.00	2.00	3.00
EXPOSICION SOCIAL	0.50	1.00	2.00
FRAGILIDAD SOCIAL	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 81 – Matriz de Normalización de Pares

DIMENSION SOCIAL	RESILIENCIA SOCIAL	EXPOSICION SOCIAL	FRAGILIDAD SOCIAL	Vector Priorización
RESILIENCIA SOCIAL	0.545	0.571	0.500	0.539
EXPOSICION SOCIAL	0.273	0.286	0.333	0.297
FRAGILIDAD SOCIAL	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia

Tabla 82 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Consultor

4.3.1.1 ANÁLISIS DE LA EXPOSICION EN LA DIMENSIÓN SOCIAL

A. Parámetro: Concentración de Personas Proyectadas

Tabla 83 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Concentración de Personas por viviendas

CONCENTRACION DE PERSONAS POR VIVIENDAS	Mayor a 10 personas	8 - 10 personas	6 - 8 personas	4 a 6 personas	Menor a 4 personas
Mayor a 10 personas	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
8 - 10 personas	0.50	1.00	2.00	3.00	5.00
6 - 8 personas	0.33	0.50	1.00	2.00	3.00
4 a 6 personas	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Menor a 4 personas	0.17	0.20	0.33	0.33	1.00
SUMA	2.20	4.03	6.83	11.33	18.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.06

Fuente: Consultor

Tabla 84 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Concentración de Personas por viviendas

CONCENTRACION DE PERSONAS POR VIVIENDAS	Mayor a 10 personas	8 - 10 personas	6 - 8 personas	4 a 6 personas	Menor a 4 personas	Vector Priorización
Mayor a 10 personas	0.455	0.496	0.439	0.441	0.333	0.433
8 - 10 personas	0.227	0.248	0.293	0.265	0.278	0.262
6 - 8 personas	0.152	0.124	0.146	0.176	0.167	0.153
4 a 6 personas	0.091	0.083	0.073	0.088	0.167	0.100
Menor a 4 personas	0.076	0.050	0.049	0.029	0.056	0.052

Fuente: Consultor



Tabla 85 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Concentración de Personas por viviendas

IC	0.024
RC	0.022

Fuente: Consultor

4.3.1.2 ANÁLISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSIÓN SOCIAL

B. Parámetro: Grupo de Edades

Tabla 86 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Grupo de Edades

GRUPO DE EDADES	Menor a 14 años	Mayor a 65 años	15 - 29	30 - 44	45 - 64
Menor a 14 años	1.00	2.00	3.00	5.00	6.00
Mayor a 65 años	0.50	1.00	2.00	3.00	7.00
15 - 29	0.33	0.50	1.00	2.00	5.00
30 - 44	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
45 - 64	0.17	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.20	3.98	6.70	11.33	22.00
1/SUMA	0.45	0.25	0.15	0.09	0.05

Fuente: Consultor

Tabla 87 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Grupo de Edades

GRUPO ETARIO	Menor a 14 años	Mayor a 65 años	15 - 29	30 - 44	45 - 64	Vector Priorización
Menor a 14 años	0.455	0.503	0.448	0.441	0.273	0.424
Mayor a 65 años	0.227	0.251	0.299	0.265	0.318	0.272
15 - 29	0.152	0.126	0.149	0.176	0.227	0.166
30 - 44	0.091	0.084	0.075	0.088	0.136	0.095
45 - 64	0.076	0.036	0.030	0.029	0.045	0.043

Fuente: Consultor

Tabla 88 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Grupo de Edades

IC	0.029
RC	0.026

Fuente: Consultor

4.3.1.3 ANÁLISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSIÓN SOCIAL

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión social, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:



A. Parámetro: Nivel de Organización de las personas

Tabla 89 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Nivel de Organización de las personas

NIVEL DE ORGANIZACIÓN DE LAS PERSONAS	Muy Deficiente	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno
Muy Deficiente	1.00	2.00	2.00	4.00	7.00
Deficiente	0.50	1.00	1.00	5.00	7.00
Regular	0.50	1.00	1.00	2.00	7.00
Bueno	0.25	0.20	0.50	1.00	5.00
Muy Bueno	0.14	0.14	0.14	0.20	1.00
SUMA	2.39	4.34	4.64	12.20	27.00
1/SUMA	0.42	0.23	0.22	0.08	0.04

Fuente: Consultor

Tabla 90 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Nivel de Organización de las personas

NIVEL DE ORGANIZACIÓN DE LAS PERSONAS	Muy Deficiente	Deficiente	Regular	Bueno	Muy Bueno	Vector Priorización
Muy Deficiente	0.418	0.461	0.431	0.328	0.259	0.379
Deficiente	0.209	0.230	0.215	0.410	0.259	0.265
Regular	0.209	0.230	0.215	0.164	0.259	0.216
Bueno	0.104	0.046	0.108	0.082	0.185	0.105
Muy Bueno	0.060	0.033	0.031	0.016	0.037	0.035

Fuente: Consultor

Tabla 91 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Nivel de Organización de las personas

IC	0.058
RC	0.052

Fuente: Consultor

B. Parámetro: Capacitación en temas de Gestión de Riesgos

Tabla 92 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Nivel de Organización

CAPACITACION EN TEMAS DE GESTION DE RIESGOS	La población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa	La población esta escasamente capacitada	La población se capacita con regular frecuencia	La población es capacitada con mayor frecuencia	La población es capacitada constantemente
La población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa	1.00	2.00	5.00	6.00	9.00
La población esta escasamente capacitada	0.50	1.00	3.00	4.00	7.00
La población se capacita con regular frecuencia	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
La población es capacitada con mayor frecuencia	0.17	0.25	0.50	1.00	3.00
La población es capacitada constantemente	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.98	3.73	9.70	13.33	25.00
1/SUMA	0.51	0.27	0.10	0.08	0.04

Fuente: Consultor



Tabla 93 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Nivel de Organización

CAPACITACION EN TEMAS DE GESTION DE RIESGOS	La población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa	La población esta escasamente capacitada	La población se capacita con regular frecuencia	La población es capacitada con mayor frecuencia	La población es capacitada constantemente	Vector Priorización
La población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa	0.506	0.537	0.515	0.450	0.360	0.474
La población esta escasamente capacitada	0.253	0.268	0.309	0.300	0.280	0.282
La población se capacita con regular frecuencia	0.101	0.089	0.103	0.150	0.200	0.129
La población es capacitada con mayor frecuencia	0.084	0.067	0.052	0.075	0.120	0.080
La población es capacitada constantemente	0.056	0.038	0.021	0.025	0.040	0.036

Fuente: Consultor

Tabla 94 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Nivel de Organización

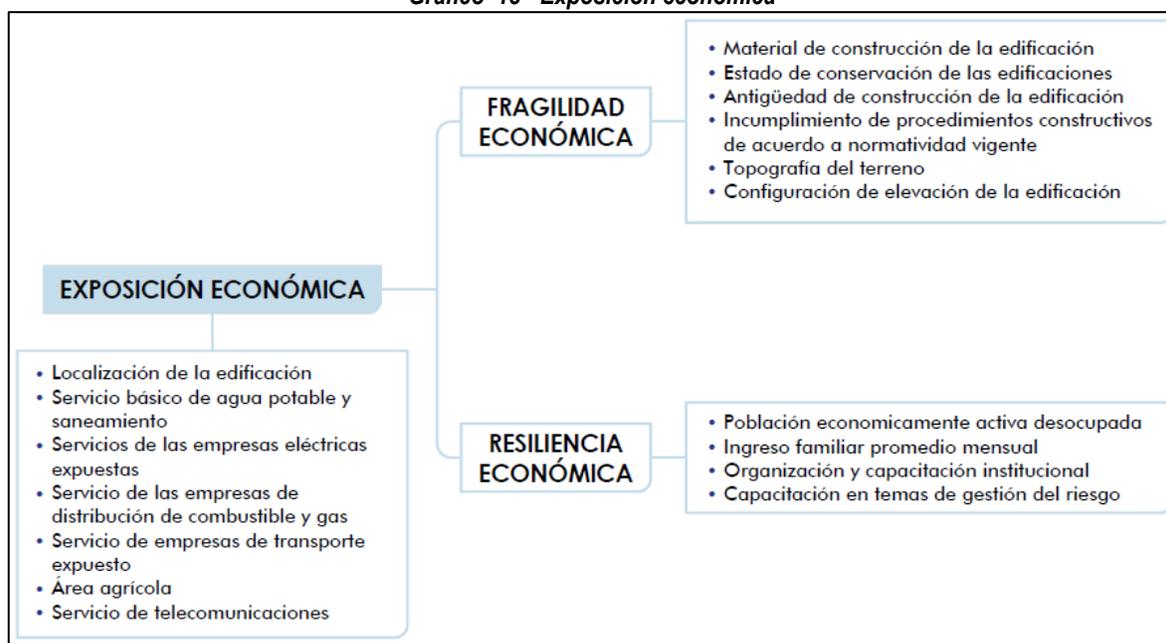
IC	0.033
RC	0.029

Fuente: Consultor

4.3.2 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN ECONÓMICA

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. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad económica.

Gráfico 18 - Exposición económica



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. 2da Versión.



Tabla 95 – Parámetros de la Dimensión Económica

Dimensión Económica		
Exposición	Fragilidad	Resiliencia
- Ubicación de viviendas con respecto al río.	- Material de construcción de viviendas. - Antigüedad de la vivienda existente.	- Ingreso Familiar Promedio.

Fuente: Consultor

Tabla 96 – Matriz de Comparación de pares

GRUPO ETARIO	RESILIENCIA ECONOMICA	EXPOSICION ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA
EXPOSICION ECONOMICA	1.00	2.00	3.00
RESILIENCIA ECONOMICA	0.50	1.00	2.00
FRAGILIDAD ECONOMICA	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 97 – Matriz de Normalización de Pares

GRUPO ETARIO	EXPOSICION ECONOMICA	RESILIENCIA ECONOMICA	FRAGILIDAD ECONOMICA	Vector Priorización
EXPOSICION ECONOMICA	0.545	0.571	0.500	0.539
RESILIENCIA ECONOMICA	0.273	0.286	0.333	0.297
FRAGILIDAD ECONOMICA	0.182	0.143	0.167	0.164

Fuente: Elaboración propia

Tabla 98 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico

IC	0.005
RC	0.009

Fuente: Consultor

4.3.2.1 ANALISIS DE LA EXPOSICION EN LA DIMENSION ECONOMICA

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor exposición de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

A. Parámetro: Ubicación de viviendas con respecto al río

Tabla 99 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Ubicación de viviendas con respecto al río

UBICACIÓN DE VIVIENDAS CON RESPECTO AL RIO	Muy Cerca < 50 metros	Cerca 50 - 100 metros	Poco alejado 100 -300 metros	Alejada 300 - 500 metros	muy alejada > 500 metros
Muy Cerca < 50 metros	1.00	4.00	3.00	4.00	6.00
Cerca 50 - 100 metros	0.25	1.00	2.00	3.00	5.00
Poco alejado 100 -300 metros	0.33	0.50	1.00	2.00	4.00
Alejada 300 - 500 metros	0.25	0.33	0.50	1.00	3.00
muy alejada > 500 metros	0.17	0.20	0.25	0.33	1.00
SUMA	2.00	6.03	6.75	10.33	19.00
1/SUMA	0.50	0.17	0.15	0.10	0.05

Fuente: Consultor



Tabla 100 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Ubicación de viviendas con respecto al río

UBICACIÓN DE VIVIENDAS CON RESPECTO AL RIO	Muy Cerca < 50 metros	Cerca 50 - 100 metros	Poco alejado 100 -300 metros	Alejada 300 - 500 metros	muy alejada > 500 metros	Vector Priorización
Muy Cerca < 50 metros	0.500	0.663	0.444	0.387	0.316	0.462
Cerca 50 - 100 metros	0.125	0.166	0.296	0.290	0.263	0.228
Poco alejado 100 -300 metros	0.167	0.083	0.148	0.194	0.211	0.160
Alejada 300 - 500 metros	0.125	0.055	0.074	0.097	0.158	0.102
muy alejada > 500 metros	0.083	0.033	0.037	0.032	0.053	0.048

Fuente: Consultor

Tabla 101 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Ubicación de viviendas con respecto al río

IC	0.057
RC	0.051

Fuente: Consultor

4.3.2.2 ANALISIS DE LA FRAGILIDAD EN LA DIMENSION ECONOMICA

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor fragilidad de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

A. Parámetro: Material de construcción de la vivienda

Tabla 102 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Material de construcción de la vivienda

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	Triplay	Madera	Adobe	Albañilería Confinada	Concreto Armado
Triplay	1.00	2.00	5.00	5.00	9.00
Madera	0.50	1.00	3.00	3.00	7.00
Adobe	0.20	0.33	1.00	2.00	5.00
Albañilería Confinada	0.20	0.33	0.50	1.00	3.00
Concreto Armado	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.01	3.81	9.70	11.33	25.00
1/SUMA	0.50	0.26	0.10	0.09	0.04

Fuente: Consultor

Tabla 103 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Material de construcción de la vivienda

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDA	Triplay	Madera	Adobe	Albañilería Confinada	Concreto Armado	Vector Priorización
Triplay	0.497	0.525	0.515	0.441	0.360	0.468
Madera	0.249	0.263	0.309	0.265	0.280	0.273
Adobe	0.099	0.088	0.103	0.176	0.200	0.133
Albañilería Confinada	0.099	0.088	0.052	0.088	0.120	0.089
Concreto Armado	0.055	0.038	0.021	0.029	0.040	0.037

Fuente: Consultor

Tabla 104 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Material de construcción de la vivienda

IC	0.033
RC	0.030

Fuente: Consultor



B. Parámetro: Antigüedad de la vivienda existente

Tabla 105 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Antigüedad de la vivienda existente

ANTIGÜEDAD DE LA VIVIENDA EXISTENTE	Más de 25 años	De 20 a 25 años	De 15 a 20 años	De 10 a 15 años	Menor 10 años
Más de 25 años	1.00	2.00	2.00	4.00	7.00
De 20 a 25 años	0.50	1.00	1.00	5.00	5.00
De 15 a 20 años	0.50	1.00	1.00	2.00	5.00
De 10 a 15 años	0.25	0.20	0.50	1.00	3.00
Menor 10 años	0.14	0.20	0.20	0.33	1.00
SUMA	2.39	4.40	4.70	12.33	21.00
1/SUMA	0.42	0.23	0.21	0.08	0.05

Fuente: Consultor

Tabla 106 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Antigüedad de la vivienda existente

ANTIGÜEDAD DE LA VIVIENDA EXISTENTE	Más de 25 años	De 20 a 25 años	De 15 a 20 años	De 10 a 15 años	Menor 10 años	Vector Priorización
Más de 25 años	0.418	0.455	0.426	0.324	0.333	0.391
De 20 a 25 años	0.209	0.227	0.213	0.405	0.238	0.258
De 15 a 20 años	0.209	0.227	0.213	0.162	0.238	0.210
De 10 a 15 años	0.104	0.045	0.106	0.081	0.143	0.096
Menor 10 años	0.060	0.045	0.043	0.027	0.048	0.044

Fuente: Consultor

Tabla 107 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Antigüedad de la vivienda existente

IC	0.036
RC	0.032

Fuente: Consultor

4.3.2.3 ANALISIS DE LA RESILIENCIA EN LA DIMENSION ECONOMICA

Para la obtención de los pesos ponderados de los parámetros del factor resiliencia de la dimensión económica, se utilizó el proceso de análisis jerárquico. Los resultados obtenidos son los siguientes:

A. Parámetro: Ingreso Familiar Promedio

Tabla 108 – Matriz de Comparación de pares del Parámetro Ingreso Familiar Promedio

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	< 500	500 - 2000	2000 - 3500	3500 - 5000	> 5000
< 500	1.00	4.00	4.00	6.00	6.00
500 - 2000	0.25	1.00	2.00	3.00	5.00
2000 - 3500	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
3500 - 5000	0.17	0.33	0.50	1.00	2.00
> 5000	0.17	0.20	0.25	0.50	1.00
SUMA	1.83	6.03	7.75	12.50	18.00
1/SUMA	0.55	0.17	0.13	0.08	0.06

Fuente: Consultor



Tabla 109 – Matriz de Normalización de pares del Parámetro Ingreso Familiar Promedio

INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL	< 500	500 - 2000	2000 - 3500	3500 - 5000	> 5000	Vector Priorización
< 500	0.545	0.663	0.516	0.480	0.333	0.508
500 - 2000	0.136	0.166	0.258	0.240	0.278	0.216
2000 - 3500	0.136	0.083	0.129	0.160	0.222	0.146
3500 - 5000	0.091	0.055	0.065	0.080	0.111	0.080
> 5000	0.091	0.033	0.032	0.040	0.056	0.050

Fuente: Consultor

Tabla 110 – Índice (IC) y relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de Análisis Jerárquico para el Parámetro Ingreso Familiar Promedio

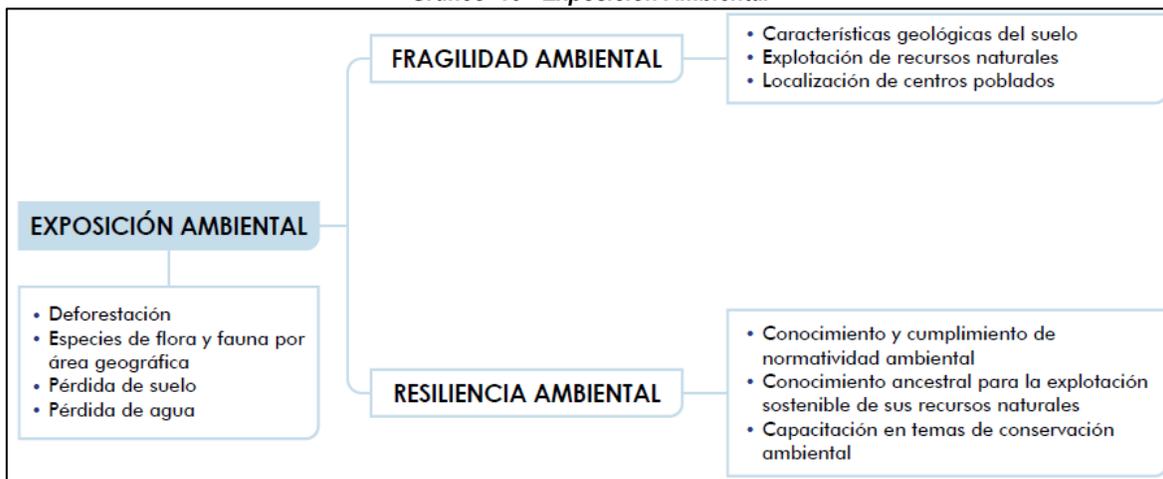
IC	0.044
RC	0.039

Fuente: Consultor

4.3.3 ANÁLISIS DE LA DIMENSIÓN AMBIENTAL

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. Esto ayuda a identificar los niveles de vulnerabilidad ambiental.

Gráfico 19 - Exposición Ambiental



Fuente: Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales. 2da Versión.

En el presente estudio no se está considerando la parte ambiental, debido a que la totalidad del área evaluada está siendo ocupada por la parte urbana e infraestructura urbana.

4.4 NIVELES DE VULNERABILIDAD

En el siguiente cuadro, se muestran los procedimientos del análisis jerárquico para obtener los niveles de Vulnerabilidad y sus respectivos rangos.



Tabla 111 – Calculo de Rangos de la Exposición social

EXPOSICION SOCIAL		
CONCENTRACION DE PERSONAS POR VIVIENDAS		VALOR
PARAMETRO	DESCRIPTOR	
1.000	0.433	0.433
1.000	0.262	0.262
1.000	0.153	0.153
1.000	0.100	0.100
1.000	0.052	0.052

Fuente: Consultor

Tabla 112 – Calculo de Rangos de la fragilidad social

FRAGILIDAD SOCIAL		
GRUPO DE EDADES		VALOR
PARAMETRO	DESCRIPTOR	
1.000	0.424	0.424
1.000	0.272	0.272
1.000	0.166	0.166
1.000	0.095	0.095
1.000	0.043	0.043

Fuente: Consultor

Tabla 113 – Calculo de Rangos de la Resiliencia social

RESILIENCIA SOCIAL				
NIVEL DE ORGANIZACIÓN DE LAS PERSONAS		CAPACITACION EN TEMAS DE GESTION DE RIESGOS		VALOR
PARAMETRO	DESCRIPTOR	PARAMETRO	DESCRIPTOR	
0.500	0.379	0.500	0.474	0.426
0.500	0.265	0.500	0.282	0.273
0.500	0.216	0.500	0.129	0.172
0.500	0.105	0.500	0.080	0.092
0.500	0.035	0.500	0.036	0.036

Fuente: Consultor

Tabla 114 – Calculo de Rangos de la Vulnerabilidad Social

VULNERABILIDAD DIMENSION SOCIAL						
EXPOSICION SOCIAL	PESO	FRAGILIDAD SOCIAL	PESO	RESILIENCIA SOCIAL	PESO	VALOR
0.433	0.297	0.424	0.164	0.426	0.539	0.428
0.262	0.297	0.272	0.164	0.273	0.539	0.270
0.153	0.297	0.166	0.164	0.172	0.539	0.165
0.100	0.297	0.095	0.164	0.092	0.539	0.095
0.052	0.297	0.043	0.164	0.036	0.539	0.042

Fuente: Consultor



Tabla 115 – Calculo de Rangos de la Exposición económica

EXPOSICION ECONOMICA		
UBICACIÓN DE VIVIENDAS CON RESPECTO AL RIO		VALOR
PARAMETRO	DESCRIPTOR	
1.000	0.462	0.462
1.000	0.228	0.228
1.000	0.160	0.160
1.000	0.102	0.102
1.000	0.048	0.048

Fuente: Consultor

Tabla 116 – Calculo de Rangos de la Fragilidad Económica

FRAGILIDAD ECONOMICA				
MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA VIVIENDAS		ANTIGÜEDAD DE LA VIVIENDA EXISTENTE		VALOR
PARAMETRO	DESCRIPTOR	PARAMETRO	DESCRIPTOR	
0.500	0.468	0.500	0.391	0.429
0.500	0.273	0.500	0.258	0.266
0.500	0.133	0.500	0.210	0.172
0.500	0.089	0.500	0.096	0.093
0.500	0.037	0.500	0.044	0.041

Fuente: Consultor

Tabla 117 – Calculo de Rangos de la Resiliencia económica

RESILIENCIA ECONOMICA		
INGRESO FAMILIAR PROMEDIO MENSUAL		VALOR
PARAMETRO	DESCRIPTOR	
1.000	0.508	0.508
1.000	0.216	0.216
1.000	0.146	0.146
1.000	0.080	0.080
1.000	0.050	0.050

Fuente: Consultor

Tabla 118 – Calculo de Rangos de la Vulnerabilidad Económica

VULNERABILIDAD DIMENSION ECONOMICA						
EXPOSICION ECONOMICA	PESO	FRAGILIDAD ECONOMICA	PESO	RESILIENCIA ECONOMICA	PESO	VALOR
0.462	0.539	0.429	0.164	0.508	0.297	0.470
0.228	0.539	0.266	0.164	0.216	0.297	0.231
0.160	0.539	0.172	0.164	0.146	0.297	0.158
0.102	0.539	0.093	0.164	0.080	0.297	0.094
0.048	0.539	0.041	0.164	0.050	0.297	0.047

Fuente: Consultor



Tabla 119 – Calculo de los niveles de Vulnerabilidad

VULNERABILIDAD				
VULNERABILIDAD SOCIAL		VULNERABILIDAD ECONOMICA		VALOR DE VULNERABILIDAD
SOCIAL	PESO	ECONÓMICA	PESO	
0.428	0.500	0.470	0.500	0.449
0.270	0.500	0.231	0.500	0.250
0.165	0.500	0.158	0.500	0.162
0.095	0.500	0.094	0.500	0.095
0.042	0.500	0.047	0.500	0.045

Fuente: Consultor

Tabla 120 – Niveles del Vulnerabilidad

NIVEL	RANGO			
MUY ALTO	0.250	≤	V	≤ 0.449
ALTO	0.162	≤	V	< 0.250
MEDIO	0.095	≤	V	< 0.162
BAJO	0.045	≤	V	< 0.095

Fuente: Consultor

En el siguiente cuadro, se muestran los niveles de vulnerabilidad y sus respectivos rangos obtenidos a través de utilizar el Proceso de Análisis Jerárquico.



4.5 ESTRATIFICACIÓN DE LA VULNERABILIDAD

Tabla 121 – Estratificación de la vulnerabilidad

NIVEL DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGOS
Vulnerabilidad Muy Alta	<p>Concentración de personas por viviendas mayor a 10 personas; Grupo de edades predominantemente menor a 14 años; con nivel de organización de las personas muy deficiente; La población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa en temas de gestión de riesgos.</p> <p>La ubicación de la vivienda con respecto al río es muy cerca < 50 metros; El material de construcción de la vivienda es de Adobe; Antigüedad de vivienda más de 25 años; con ingreso familiar Promedio Mensual menor a 500.</p>	$0.250 \leq V \leq 0.449$
Vulnerabilidad Alta	<p>Concentración de personas por viviendas mayor a 8-10 personas; Grupo de edades predominantemente mayor a 65 años; con nivel de organización de las personas deficiente; La población esta escasamente capacitada en temas de gestión de riesgos.</p> <p>La ubicación de la vivienda con respecto al río es cerca 50-100 metros; El material de construcción de la vivienda es de Adobe; Antigüedad de vivienda de 20-25 años; con ingreso familiar Promedio Mensual de 500 - 2000</p>	$0.162 \leq V < 0.250$
Vulnerabilidad Media	<p>Concentración de personas por viviendas mayor a 4-8 personas; Grupo de edades predominantemente entre 15-44 años; con nivel de organización de las personas regular y buena; La población se capacita con regular frecuencia en temas de gestión de riesgos.</p> <p>La ubicación de la vivienda con respecto al río es poco alejado y alejado 100-500 metros; El material de construcción de la vivienda es de albañilería confinada; Antigüedad de vivienda de 10-20 años; con ingreso familiar Promedio Mensual de 2000 - 5000.</p>	$0.095 \leq V < 0.162$
Vulnerabilidad Baja	<p>Concentración de personas por viviendas menor a 4 personas; Grupo de edades predominantemente entre 45-64 años; con nivel de organización de las personas muy bueno; La población es capacitada con mayor frecuencia en temas de gestión de riesgos.</p> <p>La ubicación de la vivienda con respecto al río es muy alejada > 500 metros; El material de construcción de la vivienda es concreto armado; Antigüedad de vivienda menor de 10 años; con ingreso familiar Promedio Mensual mayor a 5000.</p>	$0.045 \leq V < 0.095$

Fuente: Equipo técnico

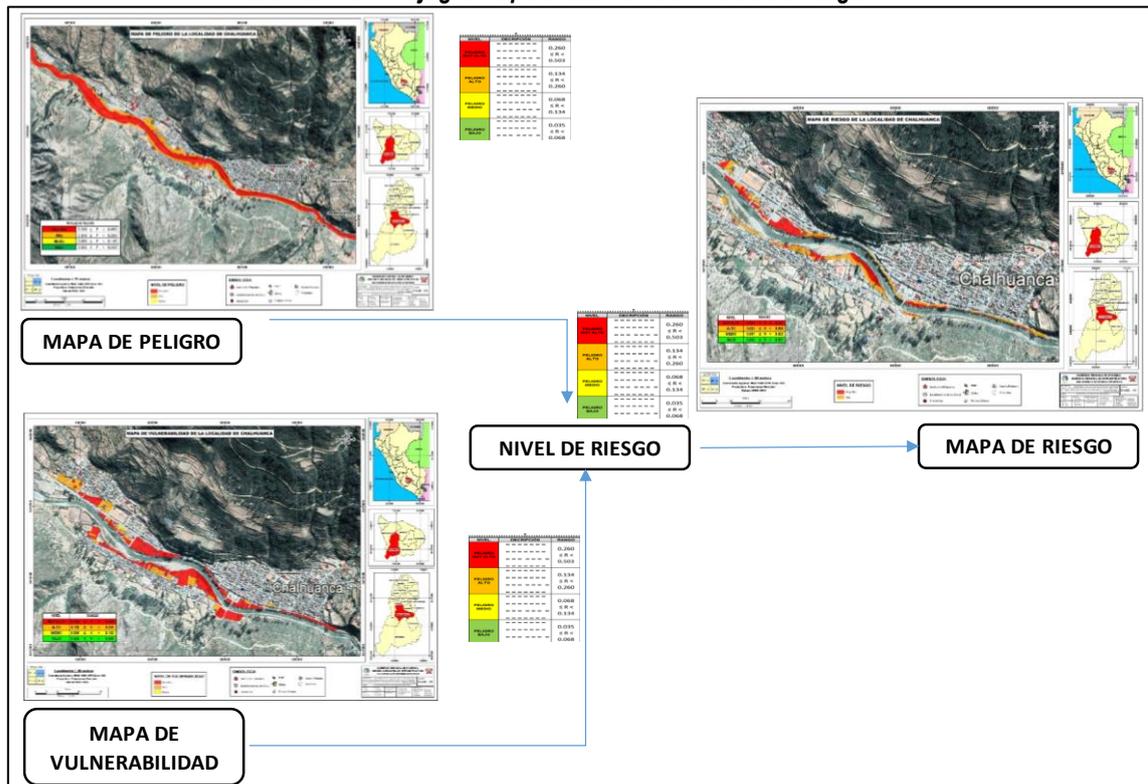
4.6 MAPA DE VULNERABILIDAD

V. CÁLCULO DEL RIESGO

5.1 METODOLOGÍA PARA EL CÁLCULO DEL RIESGO

Para determinar el cálculo del riesgo de la zona de influencia, se utiliza el siguiente procedimiento:

Gráfico 20 – Flujograma para estimar los niveles de riesgo



Fuente: CENEPRED

Una vez identificados y analizados los peligros a los que está expuesta el ámbito geográfico de estudio mediante la evaluación de la frecuencia expresando en años, y el nivel de susceptibilidad ante el peligro de inundación fluvial, 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 éstos para calcular el nivel de riesgo del área en estudio.

Siendo el riesgo el resultado de relacionar el peligro con la vulnerabilidad de los elementos expuestos, con el fin de determinar los posibles efectos y consecuencias sociales, económicas y ambientales asociadas al fenómeno de inundación fluvial. Cambios en uno o más de estos parámetros modifican el riesgo en sí mismo, es decir, el total de pérdidas esperadas y las consecuencias en un área determinada. (Carreño et. al. 2005).

Para estratificar el nivel del riesgo se hará uso de una matriz de doble entrada: matriz del grado de peligro y matriz del grado de vulnerabilidad. Para tal efecto, se requiere que previamente se halla determinado los niveles de un determinado peligro y del análisis de vulnerabilidad, respectivamente.



5.2 NIVELES DEL RIESGO

Los niveles de riesgo por inundación se detallan a continuación:

Tabla 122 – Calculo de Niveles de Riesgo

VALOR DE PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.495	0.449	0.222
0.260	0.250	0.065
0.140	0.162	0.023
0.069	0.095	0.007
0.035	0.045	0.002

Fuente: Consultor

Tabla 123 – Niveles de Riesgo

NIVEL	RANGO
MUY ALTO	0.065 ≤ R ≤ 0.222
ALTO	0.023 ≤ R < 0.065
MEDIO	0.007 ≤ R < 0.023
BAJO	0.002 ≤ R < 0.007

Fuente: Consultor

5.3 MATRIZ DE RIESGOS

La matriz de riesgos originado por inundación en el ámbito de estudio es el siguiente:

Tabla 124 – Matriz de Riesgo

PMA	0.495	0.047	0.080	0.124	0.222
PA	0.260	0.025	0.042	0.065	0.117
PM	0.140	0.013	0.023	0.035	0.063
PB	0.069	0.007	0.011	0.017	0.031
		0.095	0.162	0.250	0.449
		VB	VM	VA	VMA

Fuente: Consultor



5.4 ESTRATIFICACIÓN DEL NIVEL DEL RIESGO

Tabla 125 – Estratificación de Riesgo

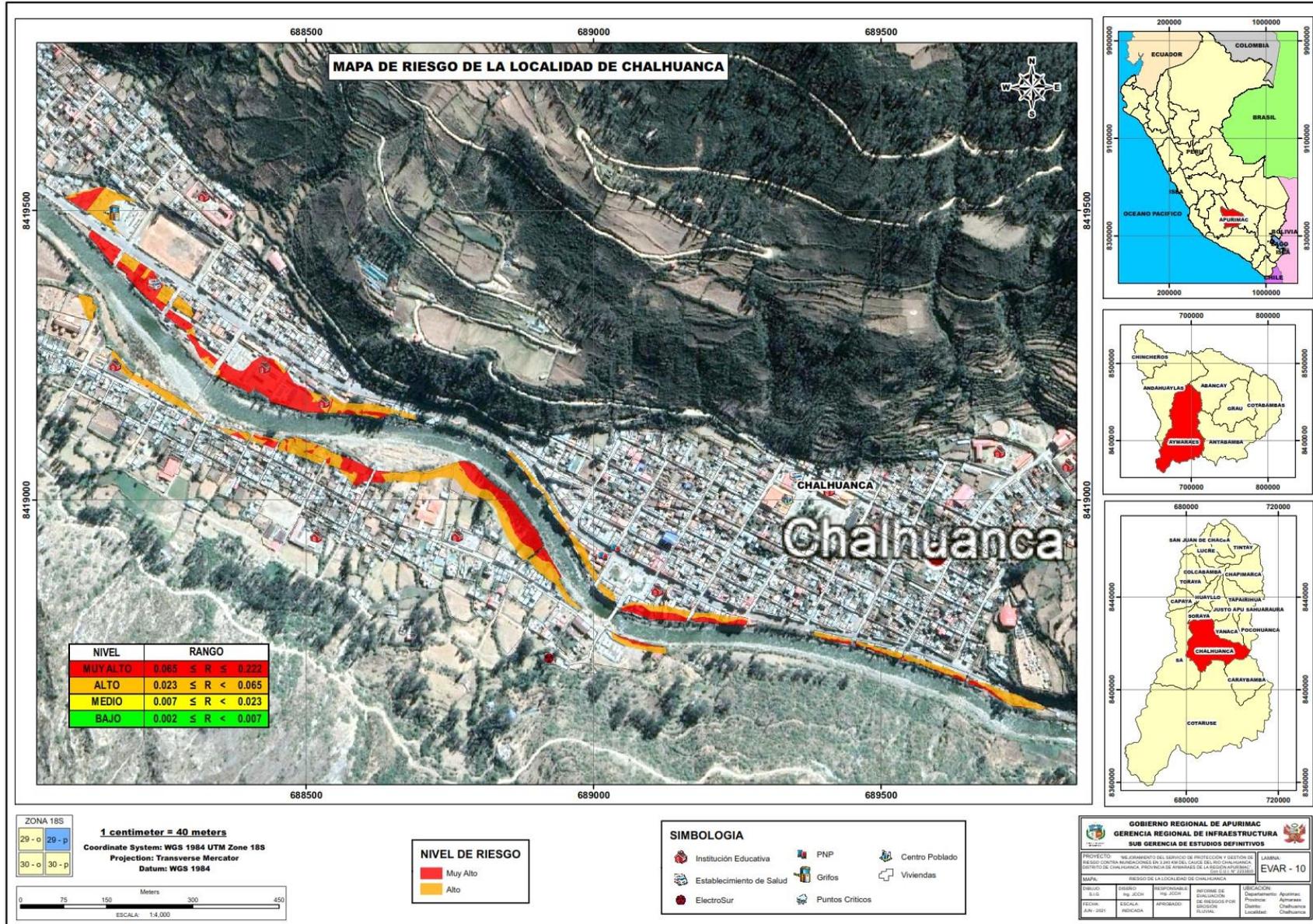
Nivel de Riesgo	Descripción	Rangos
Riesgo Muy Alto	<p>Terreno que predomina una pendiente menor a 2°. Terreno que predomina la característica geomorfológica Terraza Fluvio Aluvial. Terreno que predomina Característica Geologica Deposito Fluvio Aluvial. Precipitación máxima en 24 horas (P24) superior a 46.54 mm cuya característica es extremadamente lluvioso. Se contempla un periodo de retorno de 100 años para Caudales máximos con una altura de agua mayor a 1.0 m.</p> <p>Concentración de personas por viviendas mayor a 10 personas; Grupo de edades predominantemente menor a 14 años; con nivel de organización de las personas muy deficiente; La población no cuenta ni desarrollan ningún tipo de programa en temas de gestión de riesgos. La ubicación de la vivienda con respecto al río es muy cerca < 50 metros; El material de construcción de la vivienda es de Adobe; Antigüedad de vivienda más de 25 años; con ingreso familiar Promedio Mensual menor a 500.</p>	$0.065 \leq R \leq 0.220$
Riesgo Alto	<p>Terreno que predomina una pendiente entre 2° a 4°. Terreno que predomina la característica geomorfológica Terraza Coluvial y Terraza Aluvial. Terreno que predomina Característica Geológica Depósitos Coluviales y Depósitos Aluviales. Precipitación máxima en 24 horas (P24) superior a 46.54 mm cuya característica es extremadamente lluvioso. Se contempla un periodo de retorno de 100 años para Caudales máximos con altura de agua entre 0.6 m – 1.0 m.</p> <p>Concentración de personas por viviendas mayor a 8-10 personas; Grupo de edades predominantemente mayor a 65 años; con nivel de organización de las personas deficiente; La población esta escasamente capacitada en temas de gestión de riesgos. La ubicación de la vivienda con respecto al río es cerca 50-100 metros; El material de construcción de la vivienda es de Adobe; Antigüedad de vivienda de 20-25 años; con ingreso familiar Promedio Mensual de 500 - 2000</p>	$0.023 \leq R < 0.065$
Riesgo Medio	<p>Terreno que predomina una pendiente entre 4° a 15°. Terreno que predomina la característica geomorfológica Ladera Medianamente Empinada. Terreno que predomina Característica Geológica Formación Puente. Precipitación máxima en 24 horas (P24) superior a 46.54 mm cuya característica es extremadamente lluvioso. Se contempla un periodo de retorno de 100 años para Caudales máximos con altura de agua entre 0.2 m – 0.6 m.</p> <p>Concentración de personas por viviendas mayor a 4-8 personas; Grupo de edades predominantemente entre 15-44 años; con nivel de organización de las personas regular y buena; La población se capacita con regular frecuencia en temas de gestión de riesgos. La ubicación de la vivienda con respecto al río es poco alejado y alejado 100-500 metros; El material de construcción de la vivienda es de albañilería confinada; Antigüedad de vivienda de 10-20 años; con ingreso familiar Promedio Mensual de 2000 - 5000.</p>	$0.007 \leq R < 0.023$
Riesgo Bajo	<p>Terreno que predomina una pendiente mayor a 15°. Terreno que predomina la característica geomorfológica Ladera Fuertemente Empinada. Terreno que predomina Característica Geológica Formación Labra. Precipitación máxima en 24 horas (P24) superior a 46.54 mm cuya característica es extremadamente lluvioso. Se contempla un periodo de retorno de 100 años para Caudales máximos con altura de agua menores a 0.1 m.</p> <p>Concentración de personas por viviendas menor a 4 personas; Grupo de edades predominantemente entre 45-64 años; con nivel de organización de las personas muy bueno; La población es capacitada con mayor frecuencia en temas de gestión de riesgos. La ubicación de la vivienda con respecto al río es muy alejada > 500 metros; El material de construcción de la vivienda es concreto armado; Antigüedad de vivienda menor de 10 años; con ingreso familiar Promedio Mensual mayor a 5000.</p>	$0.002 \leq R < 0.007$

Fuente: Equipo técnico

5.5 MAPA DE RIESGOS



MAPA 10 - MAPA DE RIESGO



Fuente: Elaboración Propia



5.6 CÁLCULO DE PROBABLES PÉRDIDAS

En esta parte de la evaluación, se estiman los efectos probables que podrían generarse en el área de influencia de la localidad de Chalhuanca, a consecuencia del impacto del peligro por Inundación Fluvial.

Se muestra a continuación los efectos probables de la localidad de Chalhuanca, siendo estos de carácter netamente referencial. El monto probable asciende a S/. 34,834,240, de los cuales S/. 32,434,240 corresponde a los daños probables y S/. 2,400,000 corresponde a las pérdidas probables.

Tabla 126 – Efectos probables del área de influencia de la localidad de Chalhuanca

Efectos probables	Und	Cantidad	CU	Total	Daños probables	Pérdidas probables
Daños probables						
240 viviendas	Und	240	25000	6,000,000	6,000,000	
I. E. de Nivel Secundaria María Auxiliadora	m2	4034.4707	1300	5,244,812	5,244,812	
I. E. de Nivel Secundaria Libertadores de América	m2	4626.0639	1300	6,013,883	6,013,883	
01 Establecimiento de Salud	m3	1087.22	1250	1,359,025	1,359,025	
800 metros de Red de Agua Potable	m	800	1350	1,080,000	1,080,000	
850 metros de Red de Desagüe	m	850	950	807,500	807,500	
850 metros de Electricidad	m	850	950	807,500	807,500	
151 viviendas Con Pistas y Veredas	Und	151	1020	154,020	154,020	
281 metros de Red Vía Nacional	m	281	1500	421,500	421,500	
560 metros de Red Vía Vecinal	m	560	1100	616,000	616,000	
01 Puente Vehicular de 38 metros	Und	1	2500000	2,500,000	2,500,000	
01 Puentes Peatonales de 34 metros	Und	1	800000	800,000	800,000	
01 Puentes Peatonales de 65 metros	Und	1	900000	900,000	900,000	
01 Infraestructura para el Banco de la Nación	Und	1	1800000	1,800,000	1,800,000	
01 Infraestructura de Mercado	Und	1	2800000	2,800,000	2,800,000	
01 Infraestructura Para el Camal Municipal	Und	1	280000	280,000	280,000	
01 Infraestructura del PTAR	Und	1	850000	850,000	850,000	
Pérdidas probables						
Área Urbana y Rural	m2					
Costos de adquisición de carpas	Und	120	5000	600,000		600,000
Costos de adquisición de módulos de viviendas	Und	120	15000	1,800,000		1,800,000
Total				34,834,240	32,434,240	2,400,000

Fuente: Sobre la base de información proporcionada por el SIGRID-CENEPRED, MINEDU, INEI-2015

* Viviendas construidas de adobe o tapa, piedra o sillar, y quincha.



5.7 MEDIDAS DE PREVENCIÓN DE RIESGOS DE DESASTRES (Riesgos futuros)

5.7.1 DE ORDEN ESTRUCTURAL

A. Conservación y Mantenimiento de cauce de río Chalhuanca

Las tareas de conservación y mantenimiento del cauce comprenden:

- ✓ Encausamiento del río Chalhuanca
- ✓ Eliminación de restos vegetales acumulados.
- ✓ Recogida de basuras y/o residuos sólidos.
- ✓ Acciones de formación, educación ambiental y sensibilización ciudadana.

B. Sistema de Alerta Temprano - SAT

Es una herramienta técnica que ayuda en la reducción de riesgos, con el objetivo de proteger a las personas y sus medios de vida expuestas a peligros y en el preparativo ante desastres, con el objetivo de proteger a las personas expuestas a peligros.

La importancia de un SAT radica en que permite conocer anticipadamente y con cierto nivel de certeza, en que tiempo y espacio, una amenaza puede desencadenar situaciones potencialmente desastrosas.

Las condiciones para la participación efectiva de las comunidades:

- ✓ Todos participan sin discriminación. - Que todas las personas de la comunidad integren las diversas organizaciones sociales sin ningún tipo de discriminación por causa de género, religión, ideología, raza, etc.
- ✓ Escuchar y ser escuchado. - Que existan condiciones favorables para establecer un diálogo a fin de que la comunidad, una vez informada, tome la decisión más conveniente y pueda asumir sus compromisos.
- ✓ Respetar los acuerdos. - que la comunidad asuma el liderazgo de la acción teniendo en cuenta los acuerdos asumidos o firmados.
- ✓ Organizados y coordinados. - Que los líderes, dirigentes y autoridades de la comunidad realicen trabajo en equipo, actuando de forma coordinada con las instituciones públicas y privadas.
- ✓ Manejar conflictos. - Que, en caso de conflictos nuevos o ya existentes, estos sean abordados mediante el diálogo y con el debido respeto a los acuerdos comunitarios.

C. Sistema de señalización para evacuación ante inundaciones

El sistema de señalización propuesto se basa en la utilización de pictogramas acompañados por símbolos lingüísticos para garantizar la comprensión inmediata del concepto que se quiere transmitir. Estos elementos gráficos se ubican en paneles que posibilitan su distinción dentro del contexto urbano y rural. Los tipos y formatos de paneles fueron reducidos a un número mínimo, para



crear cierta uniformidad y reducir costos. Además, se incluye dentro del sistema el uso de la infraestructura existente en la vía pública, como columnas, postes, pavimento, calzada, etc.

La elección de los colores y su utilización en todas las piezas se debe a la necesidad de identificar al sistema de señalización de las Vías de evacuación de personas diferenciándolo de los sistemas existentes. (Señalización vial).

Para desarrollar el sistema de señalización de las vías de evacuación fue necesario diseñar un sistema de signos gráficos y gráfico-alfabéticos. Estos signos, que surgen de una síntesis formal, tienen la función de comunicar un concepto a través de la imagen. Los signos gráficos posibilitan una interpretación rápida del concepto que se quiere transmitir y a su vez, por sus características formales similares es una constante dentro del sistema de señalización. Permiten una rápida identificación del mismo.

Gráfico 21 – Señalización para evacuación ante inundaciones



Fuente: AIC, Autoridad Interjurisdiccional de cuencas, argentina 2005

Este tipo de paneles contendrá información solo en una de sus caras. La información contenida en ellos aportará certeza de que se está transitando sobre la vía de evacuación. Estos paneles se ubicarán en el sentido de circulación de las personas que se involucren en una evacuación, tiene la función de dirigir a los evacuados en un sentido unívoco. Está diseñado de manera de que no quepa la menor duda de hacia dónde hay que dirigirse en el momento de la evacuación.

5.7.2 DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

- ❖ Fortalecer la resiliencia de la población proyectada mediante acciones de prevención, preparación y respuesta ante un desastre, a fin de lograr su compromiso con el desarrollo sostenible del área urbanizado.
- ❖ Organizar y realizar simulacros de evacuación ante inundación, a fin de incrementar acciones de respuesta en la población proyectada del ámbito de estudio.
- ❖ Plan de capacitación en **Gestión Comunitaria del Riesgo de Desastre.**



5.8 MEDIDAS DE REDUCCION DE RIESGOS DE DESASTRES (Riesgos existentes)

5.8.1 DE ORDEN ESTRUCTURAL

El gobierno Regional de Apurímac debe ejecutar obras de protección, canalización o revestimiento del río, en el tramo de estudio expuesto.

DEFENSAS RIBEREÑAS

Son estructuras construidas para proteger las áreas aledañas a los ríos, contra los procesos de erosión de sus márgenes producto de la excesiva velocidad del agua, que tiende arrastrar el material ribereño y la socavación que ejerce el río, debido al régimen de precipitaciones abundantes sobre todo en época de verano, ya que son causantes de la desestabilización del talud inferior y de la plataforma de la carretera.

Estas obras se colocan en puntos localizados, especialmente para proteger algunas poblaciones y, singularmente, las vías de comunicación y puentes, estas pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras.

Tipos de Defensas ribereñas a aplicarse

Entre los tipos de obras que se han seleccionado, se tiene los tipos flexible y de tipo rígido.

Para el presente proyecto se recomienda una defensa riverieña de acuerdo al estudio de mecánica de suelos con fines de cimentación, canteras, Hidrológico, Hidráulico e Hidráulica Fluvial.

Se aclara que el informe EVAR no es quien elige el tipo de defensa riverieña, la elección del tipo de defensa riverieña lo decide consultor del proyecto de acuerdo a los estudios básicos y experiencia del ingeniero. En este informe se propone que para estar preparados ante un peligro es necesario reducir la vulnerabilidad y así reducir el riesgo con una infraestructura de protección a inundaciones.

5.8.2 DE ORDEN NO ESTRUCTURAL

- Implementar el sistema de alerta temprana comunales ante inundaciones.
- Fortalecer las capacidades de la población en materia de gestión prospectiva, correctiva y reactiva del riesgo de desastres.
- Elaborar el Plan de Prevención y Reducción del riesgo de desastres ante los diversos fenómenos que puedan identificarse en el distrito.
- Capacitaciones y Charlas a los Pobladores asentados en la localidad de Chalhuanca.



VI. CONTROL DE RIESGO

6.1 ACEPTABILIDAD O TOLERANCIA DEL RIESGO

A. Valoración de consecuencias

Tabla 127 – Niveles de Consecuencias

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural son catastróficas.
3	Alta	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo.
2	Medio	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con los recursos disponibles.
1	Baja	Las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas sin dificultad.

Fuente: Equipo técnico

Del cuadro anterior, obtenemos que las consecuencias debido al impacto de un fenómeno natural pueden ser gestionadas con apoyo externo, es decir, posee el nivel 3 - Alto.

B. Valoración de frecuencia

Tabla 128 – Niveles de Frecuencia de ocurrencia

Valor	Nivel	Descripción
4	Muy Alta	Puede ocurrir en la mayoría de las circunstancias.
3	Alta	Puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias.
2	Medio	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	Baja	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Equipo técnico

Del cuadro anterior, se obtiene que el evento de inundación Fluvial puede ocurrir en periodos de tiempo medianamente largos según las circunstancias, es decir, posee el nivel 3 – Alta.

C. Nivel de consecuencia y daños

Tabla 129 – Matriz de Consecuencias y daños

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

Fuente: Equipo técnico

De lo anterior se obtiene que el nivel de consecuencia y daño es de nivel 3 – Alta.



Según los Niveles de Consecuencia y Frecuencia nos da como resultado, que la zona de **CONSECUENCIAS DAÑOS ES ALTA** ya que las viviendas y UP intervenidos por el estado están en riesgo alto y el tiempo de ocurrencia es medianamente largo, o que se puede acortar por el cambio climático como consecuencia del calentamiento global.

Tabla 130 – Medidas cualitativas de consecuencias y daños

VALOR	NIVELES	DESCRIPCION
4	Muy alta	Muerte de personas, enorme pérdida de bienes y financieros.
3	Alta	Lesiones graves en las personas, pérdida de la capacidad de la producción, pérdida de bienes y financieros importantes.
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.
1	Baja	Tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas.

Fuente: Equipo técnico

D. Aceptabilidad y/o Tolerancia

Tabla 131 – Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Valor	Descriptor	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: Equipo técnico

Tabla 132 – Matriz de Aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo

Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisible
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable

Fuente: Equipo técnico

De lo anterior se obtiene que la aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo por inundación en la localidad de Chalhuanca es de nivel 3 – Inaceptable. La matriz de Aceptabilidad y/o Tolerancia del Riesgo se indica a continuación:



E. Prioridad de Intervención

Tabla 133 – Nivel de Priorización

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

Fuente: Equipo técnico

Del cuadro anterior y por el nivel de aceptabilidad obtenido en el punto “D” el nivel de priorización es “II”.

6.2 CONTROL DE RIESGOS

Las medidas de control de riesgos, en la zona del estudio del área urbana de la localidad de Chalhuanca, son los siguientes:

a) Protección: Red de advertencia - respuesta inmediata a desastres, así como para evitar estado de crisis, se basa en intervenciones técnicas y logísticas que incluyen:

- **Monitoreo** a través del área del Centro de Operaciones de Emergencia Local (COEL) y/u Oficina (encargado) de Defensa Civil, en coordinación directa con el COER – Sub Gerencia de Defensa Civil del Gobierno Regional de Apurímac.
- **La preparación**, que es la reacción efectiva y eficiente que está a cargo de las oficinas o encargado de la Municipalidad Provincial de Aymaraes y la Sub Gerencia de Defensa Civil del Gobierno Regional de Apurímac.

b) Reducción del riesgo: Inversiones físicas para transformar activos económicos y el ambiente dentro de una zona de riesgo con el fin de prevenir o reducir el impacto negativo de los peligros o amenazas.

c) Compartimiento de pérdidas: Usualmente los gobiernos locales en coordinación con el Centro de Operaciones de Emergencia Regional (COER) – de la Sub Gerencia de Defensa Civil del Gobierno Regional de Apurímac, ocurrida la emergencia, realizan el reporte de daños haciendo el llenado del formulario de Evaluación de Daños y Análisis de Necesidades (EDAN), en el cual se evaluará prioridades de los damnificados y se brindará el apoyo en la brevedad posible y así poder controlar la emergencia.



VII. CONCLUSIONES

7.1 CONCLUSIONES

- Debido a la condición de pendiente, desnivel y material que arrastra por la fuerza del flujo dentro de área de estudio, viviendas y UP (Unidades productoras de servicios) que están cercanos entre 50 a 100 metros a la orilla del río se encuentran en **PELIGRO ALTO** y los que están muy cerca del río, menores a 50 metros se encuentra ubicados en una zona de **PELIGRO MUY ALTO**, ante inundación Fluvial del río Chalhuanca.
- El análisis de las fuentes de información primaria, han permitido concluir que la vulnerabilidad en el área de estudio presenta un nivel de **VULNERABILIDAD MUY ALTA** a viviendas y UP cercanas con distancia menores a 50 metros de la orilla del río y **VULNERABILIDAD ALTA** a viviendas y UP que están a una distancia entre 50 a 100 metros con respecto a la orilla del río.
- El Nivel de Riesgo actual es de **RIESGO MUY ALTO y RIESGO ALTO**, en zonas que están cercanos al río con respecto a su orilla, estas zonas están en su mayoría viviendas y UP.
- Con una medida estructural que sería la ejecución de defensa riverieña el **Nivel de Riesgo Bajara** significativamente, se encontraría solo con el Riesgo Medio y Bajo. Con lo cual se determina la gran importancia de realizar una medida estructural de construcción de defensas riverieñas.
- El nivel de aceptabilidad y Tolerancia del riesgo identificado es de Inaceptable, el cual indica que se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el manejo de los riesgos.
- Las inundaciones fluviales tienen un efecto muy crítico para la población aledaña al río Chalhuanca, ya que algunas Infraestructuras predominantemente son mayores de 25 años de antigüedad y algunas son precarias de material de adobe, del mismo modo sus áreas de cultivo se verían seriamente afectadas.
- El monto probables de pérdidas asciende a S/. 34,834,240 Soles.
- Proponer defensas riverieñas de acuerdo a los estudios de mecánica de suelos, hidrología e hidráulica fluvial.

7.2 RECOMENDACIONES

El gobierno regional de Apurímac, mediante el estudio presentado deberá hacer de conocimiento los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgos, que se encuentra expuesto la localidad de Chalhuanca frente a riesgos de inundación fluvial causados por el río Chalhuanca, a fin de que las autoridades y la población se organicen y tomen medidas preventivas y correctivas.

Al momento de construir sus viviendas la población expuesta deberá dar el cumplimiento de la Norma Nacional de Edificaciones – RNE (E.0.30 Diseño Sismo resistente, E.0.5 Suelos y Cimentaciones, E.0.60 Concreto Armado, y E.0.70 Albañilería), según estudios básicos que realicen.

Se recomienda la evaluación de las siguientes medidas estructurales y no estructurales, entre otras. A la autoridad que corresponda:

a) Medidas Estructurales:

- La construcción de obras de protección contra inundaciones y/o Defensas Riverieñas
- Delimitar Las Fajas marginales.
- Al momento de construir las defensas riverieñas deberán dar el cumplimiento de la Norma Nacional de Edificaciones – RNE (E.0.30 Diseño Sismo resistente, E.0.50 Suelos y Cimentaciones, E.0.60 Concreto Armado), según estudios básicos presentados.



- Se recomienda que la infraestructura sea construida con materiales que garanticen seguridad a la población en riesgo muy alto.

b) Medidas No Estructurales:

Las medidas no estructurales que se muestran a continuación tienen carácter complementario y se sugiere realizarlas a la brevedad posible.

- Capacitar a la población en el cumplimiento de las normas técnicas de construcción como medida de seguridad.
- Desarrollo del plan de Prevención del riesgo de desastre.
- Plantear mecanismos financieros para implementar estrategias en reducción de riesgo de desastres.
- Plantear procesos de fortalecimiento de capacidades organizativas.
- Fortalecer las capacidades de la población en materia de inundación, contemplando aspectos relacionados con el sistema de alerta temprana, rutas de evacuación y zonas seguras ante inundaciones.



BIBLIOGRAFÍA

1. Guía simplificada para la identificación, formulación y Evaluación social de proyectos de protección de unidades Productoras de bienes y servicios públicos frente a Inundaciones, a nivel de Perfil / Ministerio de Economía y Finanzas, 2012.
2. Guía general para identificación, formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública, a nivel de perfil / Incorporando la gestión del riesgo en un contexto de cambio climático. Dirección General de Inversión Pública-DGIP / 2012
3. Fortalecimiento de Capacidades de los Organismos de Preparativos y Respuesta a Emergencias, Región San Martín / 2007-2008.
4. Estudio de Zonificación Ecológica y Económica-ZEE a nivel meso (escala 1/ 100 000), que ha sido aprobada a través de Ordenanza Regional N°003-2013-GRA/CR, emitida el 27 de marzo del 2013.
5. Ministerio de Economía y Finanzas y GTZ. 2006. Conceptos asociados a la gestión del riesgo de desastres en la planificación e inversión para el desarrollo, Editorial Stampa Gráfica SAC-Lima-Perú, pág. 10-38.
6. Programa Desarrollo Rural Sostenible – GTZ. 2006. Aplicación de la Gestión del Riesgo para el Desarrollo Rural Sostenible-Módulo 1, Editorial Comunica2 SAC. Lima-Perú.
7. Proyecto de Peligros Naturales del Departamento de Desarrollo Regional y Medio Ambiente. 1993. Manual Sobre el Manejo de Peligros Naturales en la Planificación para el Desarrollo Regional Integrado. Secretaría Ejecutiva para Asuntos Económicos y Sociales Organización de Estados Americanos. Washington D.C.
8. Informe Estudio Identificación de condiciones de riesgos de desastres y vulnerabilidad al cambio climático en la región Ayacucho / 02.06.2017.
9. Identificación de zonas vulnerables ante inundaciones en ríos y quebradas de la Región Ayacucho. /25.11.2016
10. Guía básica para la identificación de zonas propensas a inundaciones y deslizamientos en el departamento de Ayacucho / 25.02.2016
11. MEMORIA SOBRE LA GEOLOGÍA ECONÓMICA DE LA REGIÓN AYACUCHO Preparado por: Jorge ACOSTA, Ítalo RODRIGUEZ, Alexander FLORES & Dina HUANACUNI Lima - Perú 2011
12. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional, N° 61 - Geología del cuadrángulo de Ayacucho 27-ñ.
13. Manual de Estimación del Riesgo ante Inundaciones Fluviales. (Cuaderno técnico N° 2) Publicado por el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI) - Dirección Nacional de Prevención (DNP) / Unidad de Estudios y Evaluación de Riesgos (UEER) INDECI, 2011.
14. SIGRID – Sistema de Información para la Gestión del Riesgo de Desastres / CENEPRED.
15. Centro Nacional de Estimación, Prevención y reducción del Riesgo de Desastres (CENEPRED), 2014. Manual para la evaluación de riesgos originados por fenómenos naturales. 2da versión.



ANEXOS

Anexo 1. PANEL FOTOGRAFICO

PANEL FOTOGRAFICO



FOTOGRAFÍA NRO. 01: VIVIENDAS Y VIA NACIONAL AFECTADOS POR EL RIO CHALHUANCA



Fuente: Trabajo de Campo

FOTOGRAFÍA NRO. 02: VIVIENDAS UBICADAS CERCA AL RIO CHALHUANCA



Fuente: Trabajo de Campo



FOTOGRAFÍA NRO. 03: INSTITUCION EDUCATIVA CERCA AL RIO CHALHUANCA



Fuente: Trabajo de Campo

FOTOGRAFÍA NRO. 04 AREAS AGRICOLAS Y VIVIENDAS CERCANAS AL RIO CHALHUANCA



Fuente: Trabajo de Campo



FOTOGRAFÍA NRO. 05 HOSPITAL DE CHALHUANCA MUY CERCA AL RIO CHALHUANCA



Gobierno Regional De Apurímac
Defensa Riberena Chalhuanca
28.05.2021 11:22
18L 688783 8419116
Altitud: 2888m
30A, 03560, 03560

Fuente: Trabajo de Campo

FOTOGRAFÍA NRO. 06 MERCADO Y BANCO DE LA NACION MUY CERCA A LA ORILLA DEL RIO CHALHUANCA



Gobierno Regional De Apurímac
Defensa Riberena Chalhuanca
28.05.2021 11:39
18L 689038 8418819
Altitud: 2891m
30A 243, Chalhuanca 03560

Fuente: Trabajo de Campo



FOTOGRAFÍA NRO. 07: VIVIENDAS MUY CERCANAS AL RIO CHALHUANCA – SECTOR CHALHUANCA



Fuente: Trabajo de Campo

FOTOGRAFÍA NRO. 08: VIVENDAS A ORILLAS DEL RIO CHALHUANCA



Fuente: Trabajo de Campo



FOTOGRAFÍA NRO. 09: VIVENDAS DE MATERIAL DE ALBAÑILERIA A ORILLAS DEL RIO CHALHUANCA



Fuente: Trabajo de Campo

FOTOGRAFÍA NRO. 10: VIVENDAS MUY CERCANAS A LAS HUELLAS MAXIMAS DEL RIO CHALHUANCA



Fuente: Trabajo de Campo



Anexo 2. DATOS ESTADISTICOS

DATOS ESTADISTICOS



Tabla 134 - Población, a nivel del Distrito de Chalhuanca

Descripción	Población Total a Nivel de la Distrito de Chalhuanca					
	Población Año 2007			Población Año 2017		
	Hombres	Mujeres	Total	Hombres	Mujeres	Total
Población	2,291	2,267	4,558	2,569	2,505	5,074
Porcentaje	50.26%	49.74%	100.00%	50.63%	49.37%	100.00%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007 y 2017

Tabla 135 - Características de la Población de Chalhuanca, Según sexo

Centro Poblado	Densidad poblacional	N° de Viviendas	Varones	Mujeres	Total de Habitantes
Chalhuanca	2.25	1725	1926	1957	3883

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 136 - Población de Chalhuanca según Grupo de Edades

Descripción	Numero	%
Menores a 14 años	1128	29.05%
15 - 29 años	889	22.89%
30 - 44 años	853	21.97%
45 - 64 años	563	14.50%
Mayores a 65 años	450	11.59%
Total	3883	100.00%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 137 - Tipo de Material predominante de paredes de las Viviendas

MATERIAL PREDOMINANTE DE LA PARED		
Tipo	N° de Casos	%
Ladrillo	385	34.59%
Piedra	6	0.54%
Adobe	716	64.33%
Madera	1	0.09%
Triplay	5	0.45%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 138 - Tipo de Material predominante de pisos de las Viviendas

MATERIAL PREDOMINANTE DE LOS PISOS		
Tipo	N° de Casos	%
Parquet	4	0.36%
Loseta	88	7.91%
Madera	49	4.40%
Cemento	579	52.02%
Tierra	393	35.31%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017



Tabla 139 - Tipo de vivienda

TIPO DE VIVIENDA		
Tipo	N° de Casos	%
Casa Independiente	1589	92.12%
Departamento	11	0.64%
Quinta	35	2.03%
Callejón	83	4.81%
No apta / Improvisada	7	0.41%
TOTAL	1725	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 140 - Abastecimiento de Agua en Viviendas

SERVICIO DE AGUA		
Tipo	N° de Casos	%
Red pública dentro de la vivienda	912	81.94%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	183	16.44%
Pilón o pileta de uso público	16	1.44%
Camión - cisterna u otro similar	1	0.09%
Otro	1	0.09%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 141 – Servicios de Desagüe

SERVICIO DE DESAGÜE		
Tipo	N° de Casos	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	883	79.34%
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	196	17.61%
Pozo séptico, tanque séptico o biodigestor	5	0.45%
Pozo ciego o negro	9	0.81%
Otro	20	1.80%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 142 – Servicio de Electricidad

SERVICIO DE ELECTRICIDAD		
Tipo	N° de Casos	%
Con electricidad	1081	97.12%
Sin electricidad	32	2.88%
TOTAL	1113	100%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017



Tabla 143 - Infraestructura Educativa

Código modular	Nombre de IE	Nivel / Modalidad	Gestión / Dependencia	Centro Poblado	Alumnos 2020	Docentes 2020	Fuente
1702141	COAR APURIMAC	Secundaria	Sector Educación	Chalhuanca	278	34	ESCALE
0236208	LIBERTADORES DE AMERICA	Secundaria	Sector Educación	Chalhuanca	260	23	ESCALE
0756031	189 ROSA DE SANTA MARIA	Inicial - Jardín	Sector Educación	Chuquina	51	3	ESCALE
0284521	54301 JUAN PABLO II	Primaria	Sector Educación	Chuquina	75	7	ESCALE
0510743	16 SEÑOR DE ANIMAS	Inicial - Jardín	Sector Educación	Chalhuanca	59	3	ESCALE
0621839	3	Básica Especial - Primaria	Sector Educación	Chalhuanca	16	1	ESCALE
0284489	54297 PATRON SANTIAGO	Primaria	Sector Educación	Pairaca	64	6	ESCALE
0284497	54298 MICAELA BASTIDAS	Primaria	Sector Educación	Chalhuanca	204	15	ESCALE
0930057	JOSE MARIA ARGUEDAS	Superior Pedagógica	Sector Educación	Pairaca	90	7	ESCALE
0404343	14 NIÑO JESUS DE PRAGA	Inicial - Jardín	Sector Educación	Chalhuanca	128	6	ESCALE
0236331	MARIA AUXILIADORA	Secundaria	Sector Educación	Pairaca	269	20	ESCALE
0930024	CHALHUANCA	Superior Tecnológica	Sector Educación	Chalhuanca	90	13	ESCALE
0565473	64 DIVINO NIÑO JESUS	Inicial - Jardín	Sector Educación	Pairaca	60	3	ESCALE
0929968	CEBA - JOSE CARLOS MARIATEGUI	Básica Alternativa - Avanzado	Sector Educación	Chalhuanca	28	5	ESCALE

Fuente: ESCALE - 2019

Tabla 144 – Infraestructura de Salud

Institución	Nombre del Establecimiento	Código RENIPRESS	Red	Micro red	Condición	DISA/DIR	Fuente
ESSALUD	Centro de Atención II Chalhuanca	11218	No pertenece a ninguna	No pertenece a ninguna	Activo	Apurímac	MINSA
Gobierno Regional	Chalhuanca	2569	Aymaraes	Chalhuanca	Activo	Apurímac	MINSA

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 145 – Población económicamente Activa

Categorías	Casos	%
PEA Ocupada	2098	54.03%
No PEA	1785	45.97%
Total	3883	100.00%

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2017

Tabla 146 – PEA según actividad económica

Categorías	%
Extractiva (Agricultura, pesca y minería)	57.9
Servicios (Servicios personales y no personales)	22.8
Comercio	12.3
Construcción	3.2
Industria	3.8
Total	100

Fuente: Censo Nacional de Población y Vivienda 2007



Anexo 3. FICHA DE ENCUESTA

FICHA DE ENCUESTA



**Anexo 4. FICHA TECNICA DE IDENTIFICACION DE PUNTO CRITICO RIO
CHALHUANCA**

FICHA TECNICA DE IDENTIFICACION DE PUNTO CRITICO RIO CHALHUANCA



Anexo 5. MAPAS TEMATICOS

MAPAS TEMATICOS