



**“SERVICIO DE ESTUDIO DE EVALUACIÓN DEL RIESGO DE DESASTRES ORIGINADOS POR FENOMENOS NATURALES (EVAR) DEL CENTRO POBLADO DE CHAHUARMA DISTRITO DE LIRCAY, PROVINCIA DE ANGARAES, DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA ”.**

Municipalidad Provincial  
De Angaraes - Lircay

**INFORME DE EVALUACIÓN DEL RIESGO POR INUNDACIÓN FLUVIAL DEL CENTRO POBLADO DE CHAHUARMA, DEL DISTRITO DE LIRCAY, PROVINCIA DE ANGARAES, DEPARTAMENTO DE HUANCAMELICA.**



Setiembre, 2022

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 <b>World GIS</b>
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

## ELABORACIÓN DEL INFORME TÉCNICO

MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE ANGARAES, DEPARTAMENTO DE HUANCVELICA

### EQUIPO TECNICO DE LA ELABORACION DEL INFORME:

#### Evaluador del Riesgo:

#### Ing. BECKER BOZA SULLCA

Reconocido con Resolución Jefatural N° 122-2018-CENEPRED-J

#### Ing. ROOSEVELT SOLANO PERALTA

Reconocido con Resolución Jefatural N° 132-2018-CENEPRED-J

#### Ing. ABRAHAM GAMONAL SÁNCHEZ

Profesional en Ing. Geólogo

#### Bach. Ing. EDGAR SOLANO PERALTA

Profesional en Ing. Civil

#### World GIS

Esp. en Sistemas de Información Geográfica




Ing. Becker Boza Sullca  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J




Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

## TABLA DE CONTENIDO

<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>5</b>
<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>6</b>
<b>CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>7</b>
1.1 Objetivo General.....	7
1.2 Objetivos Específicos .....	7
1.3 Finalidad .....	7
1.4 Justificación .....	7
1.5 Antecedentes.....	9
1.6 Marco Normativo .....	11
<b>CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES.....</b>	<b>12</b>
2.1 Ubicación Geográfica .....	12
2.1.1 Área en evaluación .....	12
2.2 Vías de acceso .....	14
2.3 Características Sociales .....	14
2.3.1 Población.....	14
2.3.2 Vivienda.....	15
2.3.3 Abastecimiento de agua .....	17
2.3.4 Servicios Higiénicos.....	17
2.3.5 Tipo de alumbrado.....	18
2.3.6 Educación.....	19
2.3.7 Salud .....	19
2.3.8 Características Económicas .....	19
2.4 Características físicas del territorio.....	20
2.4.1 Unidades geológicas .....	20
2.4.2 Unidades geomorfológicas .....	25
2.4.3 Pendiente .....	30
2.4.4 Condiciones climáticas .....	33
2.4.5 Caracterización de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco (área de drenaje).....	38
2.4.6 Hidrodinámica de la quebrada Ranrayocc Huaycco.....	42
<b>CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO .....</b>	<b>47</b>
3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad .....	47
3.2 Recopilación y análisis de la información .....	48
3.3 Identificación y caracterización del peligro .....	49
3.4 Parámetros de evaluación .....	50
3.5 Susceptibilidad del territorio.....	52
3.5.1 Análisis del factor desencadenante .....	52
3.5.2 Análisis del factor condicionante .....	53
3.6 Definición del escenario.....	57
3.7 Análisis de los elementos expuestos.....	57
3.8 Ponderación del peligro .....	60
3.9 Estratificación del nivel de peligro .....	60

3.10	Niveles del peligro .....	61
3.11	Mapa de peligro .....	61
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD.....</b>		<b>63</b>
4.1	Metodología para el análisis de la vulnerabilidad .....	63
4.2	Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social .....	64
4.2.1	Análisis de la exposición social – Ponderación de parámetros .....	65
4.2.2	Análisis de la fragilidad social – Ponderación de parámetros.....	66
4.2.3	Análisis de la resiliencia social – Ponderación de parámetros .....	67
4.3	Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión económica .....	69
4.3.1	Análisis de la exposición económica - Ponderación de parámetros .....	69
4.3.2	Análisis de la fragilidad económica - Ponderación de parámetros .....	72
4.3.3	Análisis de la resiliencia económica - Ponderación de parámetros .....	74
4.4	Análisis de la vulnerabilidad ambiental .....	75
4.4.1	Análisis de la fragilidad ambiental - Ponderación de parámetros .....	76
4.4.2	Análisis de la resiliencia ambiental - Ponderación de parámetros.....	77
4.5	Ponderación de la vulnerabilidad.....	78
4.6	Estratificación de la vulnerabilidad .....	79
4.7	Niveles de vulnerabilidad.....	80
4.8	Mapa de vulnerabilidad.....	80
<b>CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO .....</b>		<b>82</b>
5.1	Metodología para la determinación de los niveles del riesgo .....	82
5.2	Matriz del riesgo .....	82
5.3	Estratificación del riesgo.....	83
5.4	Niveles del riesgo .....	84
5.5	Mapa del riesgo .....	84
5.6	Cálculo de los efectos probables.....	86
<b>CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO .....</b>		<b>87</b>
6.1	De la evaluación de las medidas .....	87
6.1.1	Aceptabilidad / Tolerabilidad.....	87
6.2	Medidas de prevención y reducción del riesgo.....	90
6.2.1	Medidas de prevención.....	90
6.2.2	Medidas de reducción del riesgo .....	90
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>94</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>		<b>95</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>96</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>		<b>97</b>
<b>LISTA DE GRÁFICOS .....</b>		<b>97</b>
<b>LISTA DE CUADROS.....</b>		<b>98</b>
<b>ANEXO 01: LISTADO DE FOTOS.....</b>		<b>102</b>
<b>ANEXO 02: CÁLCULOS HIDROLÓGICOS DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA (Área de drenaje) DE LA Qda. RANRAYOCC HUAYCCO .....</b>		<b>113</b>
<b>ANEXO 03: MAPAS TEMÁTICOS.....</b>		<b>154</b>

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 World GIS
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

## PRESENTACIÓN

La Municipalidad Provincial de Angaraes, en su condición de gobierno local y en cumplimiento de sus funciones establecidas en la Ley N° 29664 – Ley que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres (SINAGERD), formulan, aprueban normas, planes, evalúan, dirigen, organizan, supervisan, fiscalizan y ejecutan los procesos de la Gestión del Riesgo de Desastres, en el ámbito de su competencia, en el marco de la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y los lineamientos del ente rector, en tal sentido, en concordancia con lo establecido por la presente Ley y su reglamento, se ha solicitado, la evaluación del riesgo del centro poblado de Chahuarma, ante una inundación fluvial.

Así mismo, el presente informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial permite analizar el impacto potencial que pueda generarse en el área de evaluación del centro poblado de Chahuarma, debido a los antecedentes suscitados a nivel de la provincia de Angaraes, donde se presentó eventos de desbordamiento de los ríos como consecuencia de las fuertes precipitaciones anómalas, 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 de control para mitigar dichos riesgos.

En tal sentido, para el desarrollo del presente informe se realizaron las coordinaciones con los funcionarios de la municipalidad provincial de Angaraes y pobladores representantes del centro poblado de Chahuarma, para el reconocimiento del área en evaluación (caracterización del peligro y sus parámetros de evaluación), así como para el levantamiento de la información de cantidad de viviendas y población expuesta, levantamiento topográfico, obtención de fichas EDAN, entre otros.

Así mismo, para el desarrollo del presente informe de evaluación del riesgo de desastres, se emplea la metodología del “Manual para la evaluación de riesgos originados por Fenómenos Naturales”, 2da Versión; mediante el cual podremos analizar parámetros de susceptibilidad (factores condicionantes y desencadenantes) del peligro más recurrente en el área EVAR; analizar la vulnerabilidad social, económica y ambiental de elementos expuestos al fenómeno en función a la exposición, fragilidad y resiliencia, determinar los niveles de riesgos, así también recomendar las medidas de prevención y/o reducción de riesgos en el área de evaluación.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 World GIS
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

## INTRODUCCIÓN

En un contexto regional, el centro poblado de Chahuarma, área de estudio se encuentra asentada sobre una angosta terraza aluvial, de relieve llano, formado por la dinámica fluvial principalmente por el río Chahuarma y su afluente el río Condorpacha, que se ve limitado en ambos flancos por montañas en roca volcánica, que forman parte de la Cordillera Central, caracterizadas por presentar una fuerte pendiente y es disectada por los cursos de ríos y quebradas, típico de una morfología de valles interandinos. Se observa estrechas quebradas de moderada pendiente, que discurren entre las montañas, mostrando largos recorridos y que se activan en épocas de lluvia, como lo es la quebrada Ranrayocc Huaycco.

La evaluación geodinámica de la zona de estudio ha permitido observar la elevada propensión a la ocurrencia de inundaciones fluviales por activación de quebradas locales, como la quebrada Ranrayocc Huaycco, pues el cauce se muestra colmatado por detritos rocosos que disminuyen su capacidad de evacuación.

También podemos indicar que, para el área en evaluación, se está considerando un escenario climático en base al primer trimestre enero a marzo del 2011, donde se presentó el fenómeno de “La Niña”, presentándose un exceso significativo de lluvias con un valor acumulado mensual de hasta 110.4mm aproximadamente por encima de su normal climática, es así que, para este escenario, a nivel del distrito de Lircay, se cataloga lluvias de nivel “Extremadamente lluvioso” (mayor a 25,2 mm/día-percentil 99).

En tal sentido, el peligro a evaluar corresponde a inundación fluvial, por activación de la quebrada Ranrayocc Huaycco; es así que, para el área en evaluación, se logró zonificar sectores críticos (peligro Muy alto y Alto) ante la ocurrencia de inundación fluvial.

Así mismo, mediante el análisis de vulnerabilidad, se logró determinar que, de los 109 lotes evaluados, se analizó que 26 lotes presentan niveles de vulnerabilidad Media, 71 Alta y 12 Muy Alta; así también podemos indicar que, de los 109 lotes evaluados, 26 lotes presentan niveles de riesgo Bajo, 69 riesgo Medio, 4 riesgo Alto y 10 Riesgo muy alto.

De acuerdo a los resultados obtenidos, se sugiere la construcción de un canal de concreto de acuerdo a las condiciones hidrológicas e hidráulicas de dicha quebrada, de esta manera el agua de la quebrada será trasladada de manera adecuada al río Chahuarma.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

## CAPÍTULO I: ASPECTOS GENERALES

### 1.1 Objetivo General

Determinar los niveles del riesgo por inundación fluvial en el área de evaluación del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica.

### 1.2 Objetivos Específicos

- Identificar, caracterizar y determinar los niveles de peligro y elaborar el mapa de peligro del área en evaluación.
- Analizar, determinar los niveles de vulnerabilidad y elaborar el mapa de vulnerabilidad correspondiente.
- Calcular los niveles del riesgo y elaborar el mapa de riesgos evaluando la aceptabilidad y tolerabilidad del riesgo.
- Recomendar las medidas de prevención y/o reducción del riesgo.

### 1.3 Finalidad

Contribuir con un documento técnico que permita determinar los niveles del riesgo, ante el peligro por inundación fluvial, para el área en evaluación, de esta manera la autoridad que corresponda pueda mitigar el riesgo, mediante la implementación de medidas estructurales y no estructurales, recomendadas en el presente estudio.

### 1.4 Justificación

De acuerdo a la evaluación en campo, se observaron varios sectores afectados por el aumento de caudales debido a los altos niveles de precipitación registrados actualmente en el área de evaluación.

En la imagen tomada con vista hacia el este, se puede observar la pequeña sección del cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco y la falta de limpieza de la misma, pues hay presencia de piedras, basura y maleza.

Figura 01. Imagen del cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco.



Fuente: Elaboración propia

En la figura 02, se tiene una fotografía tomada en dirección hacia el este, se puede apreciar las condiciones en las que se encuentra el cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco como piedras de gran tamaño y algo de basura, al fondo se visualiza el centro poblado de Chahuarma.

Figura 02. Imagen del cauce en la zona intermedia de la quebrada Ranrayocc Huaycco.



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 03, se adjunta una fotografía tomada en la parte baja de la quebrada, en este sector la quebrada pasa por medio de la población, afectando a las viviendas aledañas al cauce; como se puede observar en la imagen la fuerza del cauce está erosionando el suelo.

Figura 03. Imagen del levantamiento de la unidad hidrográfica en estudio.



Fuente: Elaboración propia.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

## 1.5 Antecedentes

Las características físicas del distrito de Lircay, se confabulan para que se muestre susceptible ante la ocurrencia de eventos de inundación fluvial por la activación de quebradas, originado por lluvias extremas, en tal sentido, a continuación, se indica algunos antecedentes registrados por la plataforma del SINPAD.

Cuadro N° 01. Registro de ocurrencia de eventos por precipitaciones, según SINPAD

N°	Fecha	Peligro	Lugar	Daños	Fuente
01	28/02/2005	Precipitaciones - granizo	Ocopa	155.00 personas, 31.00 viviendas	SINPAD
02	13/12/2009	Huayco	Lircay	17.00 personas	SINPAD
03	03/12/2009	Precipitaciones - Lluvia	Ocopa	cultivos	SINPAD
04	14/04/2009	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	100.00 personas	SINPAD
05	30/10/2010	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	1500.00 personas	SINPAD
06	04/01/2010	Huayco	Pueblo nuevo	95.00 personas, 19.00 viviendas	SINPAD
07	10/02/2011	Precipitaciones - Lluvia	Ocopa	325.00 personas	SINPAD
08	10/02/2011	Precipitaciones - Lluvia	Allarpo	12.00 personas, 2.00 viviendas	SINPAD
09	30/03/2011	Precipitaciones - Lluvia	Carhuapata	vias de transporte	SINPAD
10	16/01/2012	Precipitaciones - Lluvia	Tucspampa	vias de transporte	SINPAD
11	06/02/2012	Precipitaciones - Lluvia	Huayllay Chico	cultivos	SINPAD
12	06/02/2012	Precipitaciones - Lluvia	San Juan de Dios Lircay (Pacchicnu)	carreteras y puentes	SINPAD
13	06/02/2012	Precipitaciones - Lluvia	Virgen del carmen	carreteras y puentes	SINPAD
14	06/02/2012	Precipitaciones - Lluvia	Occopampa	puentes	SINPAD
15	06/02/2012	Precipitaciones - Lluvia	Perccapamapa	carreteras	SINPAD
16	06/02/2012	Precipitaciones - Lluvia	San Juan de Dios Lircay (Pacchicnu)	puentes y carreteras	SINPAD
17	08/02/2012	Precipitaciones - Luvia	Carhuapata	puentes	SINPAD
18	08/02/2012	Precipitaciones - Luvia	Carhuapata	puentes	SINPAD
19	13/02/2012	Precipitaciones - Lluvia	San Juan de Dios Lircay (Pacchicnu)	carreteras	SINPAD
20	16/02/2012	Precipitaciones - Luvia	Yanaututo	carreteras	SINPAD

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

21	25/02/2012	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	15.00 personas, 65.00 viviendas	SINPAD
22	06/03/2012	Precipitaciones - Luvia	Carhuapata	puentes	SINPAD
23	29/11/2012	Huayco	Rumichaca	9.00 personas, 1.00 viviendas	SINPAD
24	04/03/2013	Huayco	Mitocacasa	puentes	SINPAD
25	14/03/2013	Precipitaciones - Luvia	Lircay	45.00 personas, 4.00 viviendas	SINPAD
26	21/03/2013	Precipitaciones - granizo	Rumichaca	establecimiento de salud	SINPAD
27	02/04/2013	Precipitaciones - Luvia	Lircay	6.00 personas	SINPAD
28	03/04/2013	Precipitaciones - Lluvia	Piscopampa	4.00 personas	SINPAD
29	08/04/2013	Precipitaciones - Luvia	Lircay	5.00 personas	SINPAD
30	09/04/2013	Precipitaciones - Luvia	Lircay	7.00 personas	SINPAD
31	09/04/2013	Precipitaciones - Luvia	Lircay	2.00 personas	SINPAD
32	16/05/2013	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	5.00 personas	SINPAD
33	10/06/2013	Precipitaciones - Lluvia	Ocopa		SINPAD
34	10/06/2013	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	5.00 personas	SINPAD
35	03/08/2013	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	4.00 personas	SINPAD
36	11/09/2013	Precipitaciones - Lluvia	Pueblo nuevo	2.00 viviendas	SINPAD
37	12/09/2013	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	1.00 viviendas	SINPAD
38	03/10/2013	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	1.00 viviendas	SINPAD
39	15/10/2013	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	instituciones educativas	SINPAD
40	18/10/2013	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	6.00 viviendas	SINPAD
41	30/10/2013	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	1.00 viviendas	SINPAD
42	03/12/2013	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	instituciones educativas	SINPAD
43	13/03/2014	Precipitaciones - Lluvia	Allato	6.00 personas, 1.00 viviendas	SINPAD
44	17/03/2014	Deslizamiento	Virgen del carmen	6.00 personas, 1.00 viviendas	SINPAD
45	18/03/2014	Derrumbe	Lircay	6.00 personas, 1.00 viviendas	SINPAD
46	20/03/2014	Derrumbe	Virgen del carmen	6.00 personas, 1.00 viviendas	SINPAD
47	25/03/2014	Precipitaciones - Lluvia	Yananaco	48.00 personas, 8.00 viviendas	SINPAD

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 World GIS
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

48	11/04/2014	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	15.00 personas, 3.00 viviendas	SINPAD
49	14/04/2014	Deslizamiento	Lircay	6.00 personas, 1.00 viviendas	SINPAD
50	08/09/2014	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	3.00 personas, 1.00 viviendas	SINPAD
51	19/10/2014	Precipitaciones - Lluvia	Lircay	33.00 personas, 6.00 viviendas	SINPAD
52	18/11/2014	Inundacion	Lircay	4.00 personas, 1.00 viviendas	SINPAD
53	15/12/2014	Precipitaciones - Lluvia	Pueblo nuevo	1.00 viviendas, 6.00 personas	SINPAD
54	27/04/2015	Deslizamiento	Lircay	11.00 personas, 1.00 viviendas	SINPAD
55	28/11/2016	Deslizamiento	Virgen del carmen	2.00 personas, 25.00 viviendas	SINPAD

Fuente: SINPAD

## 1.6 Marco Normativo

- Ley N° 29664, que crea el Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – SINAGERD,
- 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.
- Ley N° 30556, Ley que aprueba disposiciones de carácter extraordinario para las intervenciones del gobierno nacional frente a desastres y que dispone la creación de la autoridad para la reconstrucción con cambios.
- Decreto Supremo N° 048-2011-PCM, Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- Decreto Supremo N° 111-2012-PCM, de fecha 02 de noviembre de 2012, que aprueba la Política Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres.
- 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.
- Decreto Supremo N° 003-2019-PCM, de fecha 09 de enero del 2019, que aprueba el reglamento de ley N° 30556.
- 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.
- Resolución Ministerial N° 147-2016-PCM, de fecha 18 julio 2016, que aprueba los Lineamientos para la Implementación del Proceso de Reconstrucción”.
- Resolución Jefatural N° 112 – 2014 – CENEPRED/J, que aprueba el "Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales", 2da Versión.
- Resolución Jefatural N° 058-2020-CENEPRED/J, que aprueba los “Lineamientos para la elaboración del informe de evaluación del riesgo de desastres en proyectos de Infraestructura Educativa.

  
 Ing. Becker Boza Sulica  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

## CAPÍTULO II: CARACTERÍSTICAS GENERALES

### 2.1 Ubicación Geográfica

#### 2.1.1 Área en evaluación

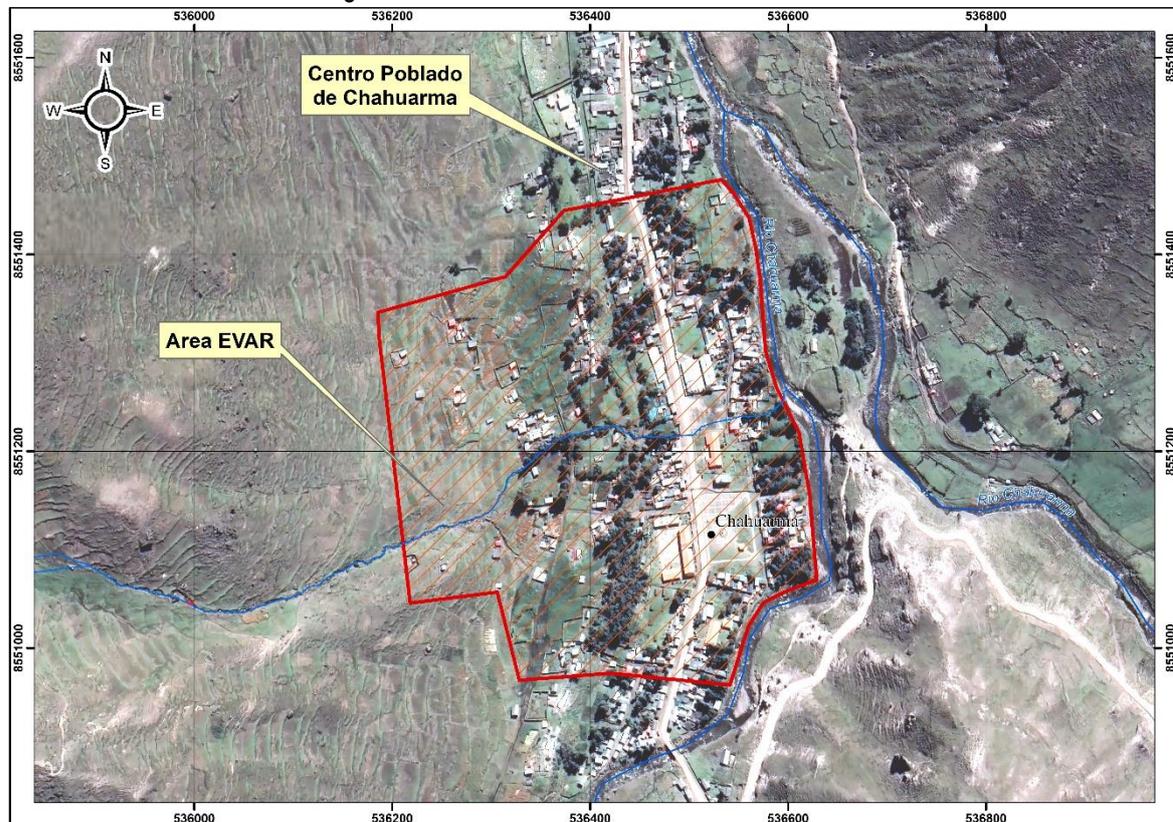
El área de evaluación, se encuentra ubicado en la zona centro del poblado de Chahuarma, del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica, esta área se encuentra a una distancia aproximada de 15 Km en línea recta en dirección S con respecto al distrito de Lircay.

Cuadro N° 02. Ubicación del área del proyecto

Área del proyecto	
Departamento :	Huancavelica
Provincia :	Angaraes
Distrito :	Lircay
Centro poblado :	Chahuarma
Sector :	Centro
UBIGEO :	090301
Altitud promedio:	3699 m.s.n.m.
Coordenadas UTM :	E 536,485.862; N 8,551,215.178

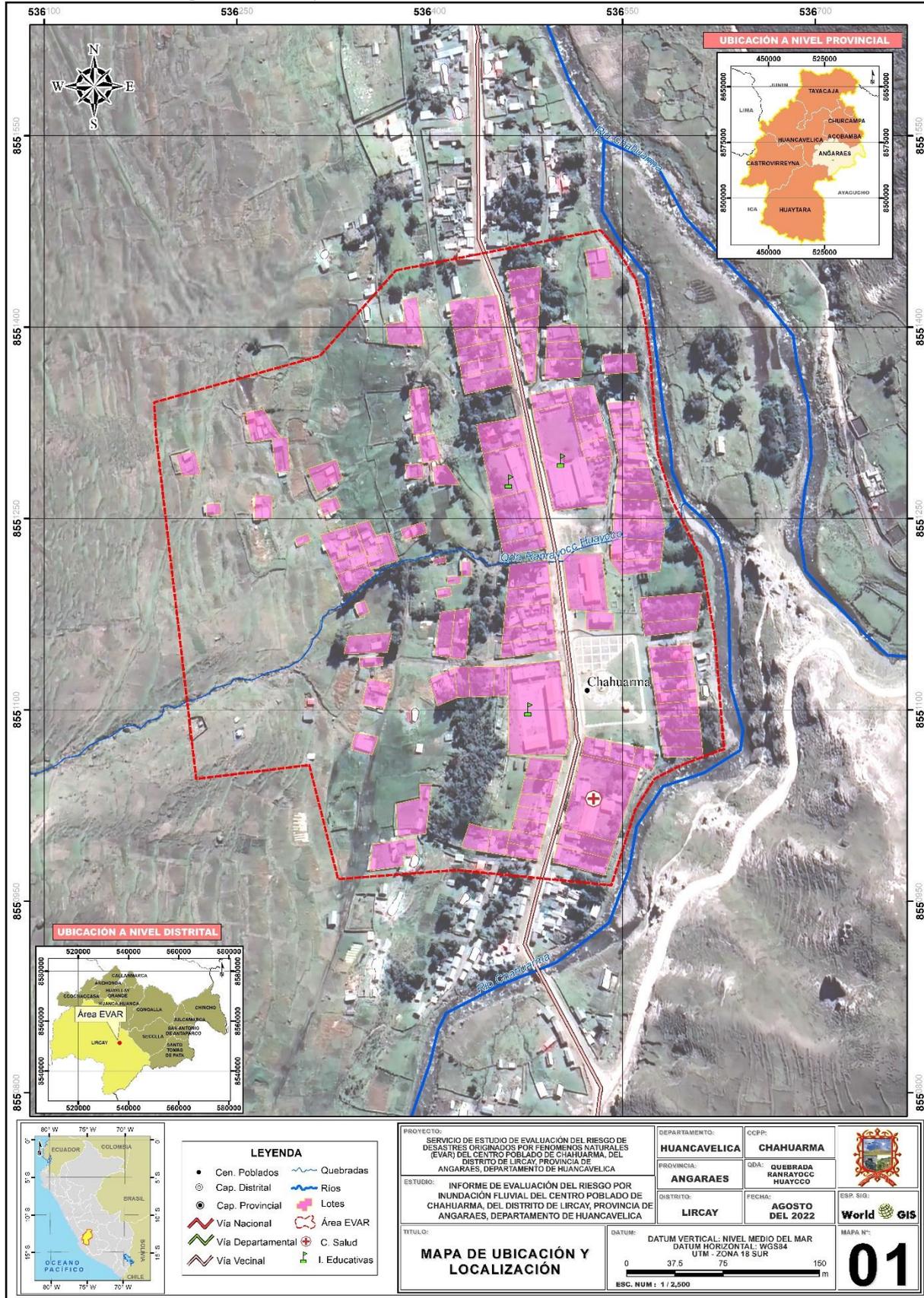
Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 04. Ubicación del área en evaluación



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 05. Mapa de ubicación del área EVAR, del CC PP de Chahuarma



Fuente: Elaboración propia

## 2.2 Vías de acceso

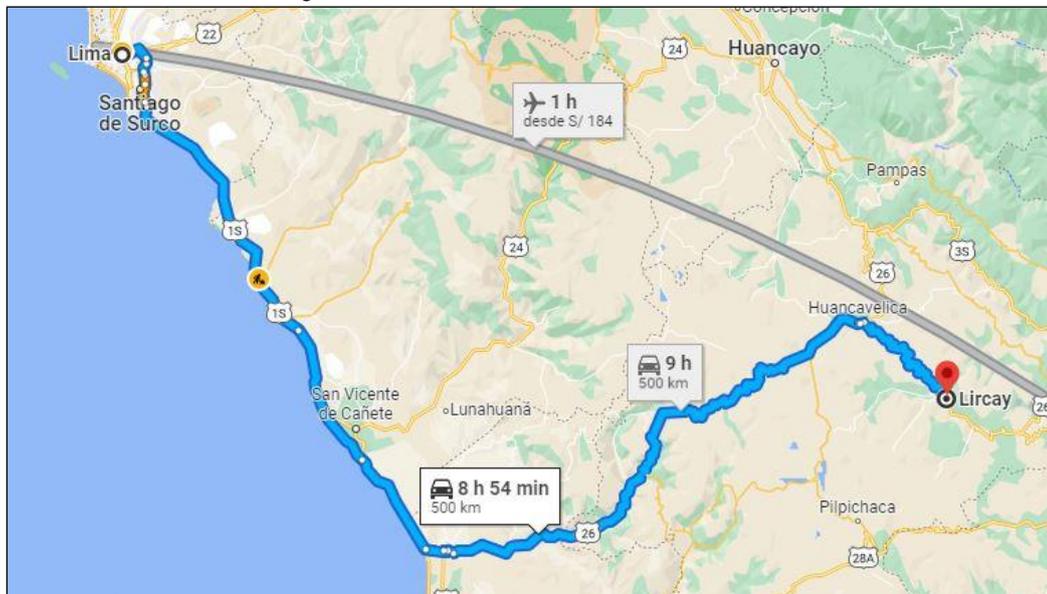
Existe una vía por las cual se puede llegar de Lima al área en evaluación del centro poblado de Chahuarma, distrito de Lircay. Partiendo de Lima, pasando por las ciudades de Huancayo, Huancavelica, de ahí al distrito de Lircay (Prov. Angaraes) y terminando en el centro poblado Chahuarma.

Cuadro N° 03. Vías de acceso al centro poblado de Chahuarma

Vía	Ciudades	Modo	Condición	Distancia	Tiempo
Carretera central	Lima - Huancavelica	Vía terrestre	Asfaltado	480 km	12 h
	Huancavelica - Lircay	Vía terrestre	Asfaltado	74 km	1.2 h
	Lircay – CC. PP. Chahuarma	Vía terrestre	Trocha	15.5 km	40 min

Fuente: Elaboración propia.

Figura N° 06. Ruteo al área de evaluación.



Fuente: Google maps

## 2.3 Características Sociales

### 2.3.1 Población

#### A. Población según sexo

Según los resultados del Sistema de Información Estadístico de Apoyo a la Prevención a los Efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales (INEI-2015), del Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI señala que, en el centro poblado de Chahuarma cuentan con una población total de 298 habitantes, de los cuales el 48.99% son varones y el 51.02% son mujeres según el Cuadro 04.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

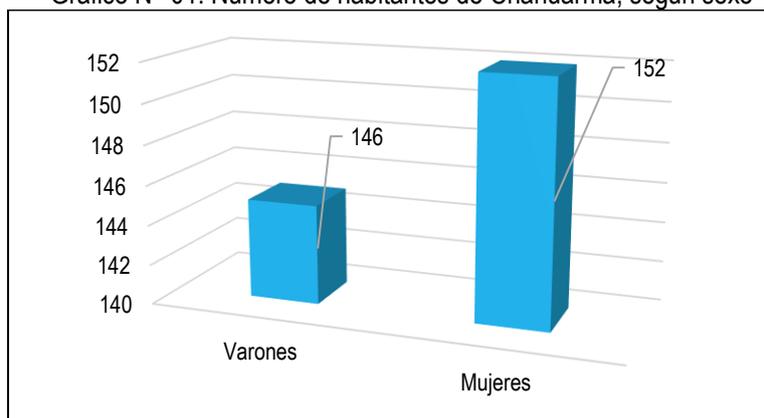
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Cuadro N° 04. Población de Chahuarma, según sexo

Poblado	Total	Población	
		Varones	Mujeres
Chahuarma	298	146	152
%	100%	48.99%	51.01%

Fuente: INEI – Censos Nacionales - 2015.

Gráfico N° 01. Número de habitantes de Chahuarma, según sexo



Fuente: INEI – Censos Nacionales - 2015.

### 2.3.2 Vivienda

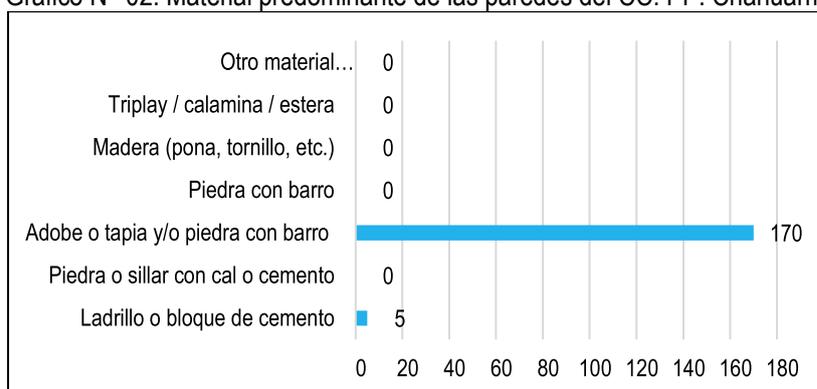
Según la verificación insitu se determina la siguiente caracterización el centro poblado de Chahuarma, cuenta con 175 viviendas y/o edificaciones, de los cuales 3 son centros educativos, un local comunal y un puesto de salud, siendo el porcentaje más significativo el de las viviendas las cuales tienen como material predominante el adobe o tapia y/o piedra con barro en un gran porcentaje representando así el 97.00%, mientras que 5 de las viviendas (corresponden a los centros educativos, local comunal y de salud) como material predominante el ladrillo o bloque de cemento (material noble) que representa el 3.0% del total de viviendas, no encontrándose en la zona de estudio los de material piedra o sillar con cal o cemento, tapia, quincha, piedra con barro, madera, triplay/calamina/estera, otro material.

Cuadro N° 05. Material predominante de las paredes del CC. PP. Chahuarma.

Tipo de material predominante de paredes	Viviendas	%
Ladrillo o bloque de cemento	5	3.0
Piedra o sillar con cal o cemento	0	0.0
Adobe o tapia y/o piedra con barro	170	97
Quincha (caña con barro)	0	0.0
Madera (pona, tornillo, etc.)	0	0.0
Triplay / calamina / estera	0	0.0
Otro material	0	0.0
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración Equipo técnico.

Gráfico N° 02. Material predominante de las paredes del CC. PP. Chahuarma



Fuente: Elaboración Equipo técnico.

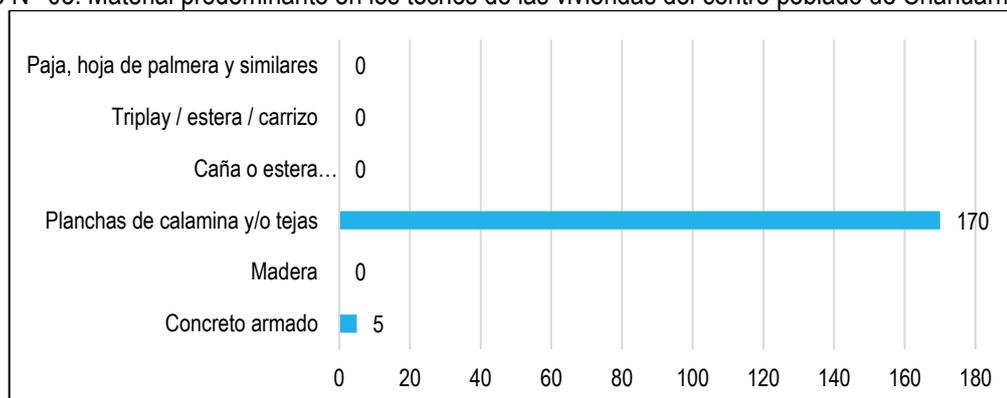
Del mismo modo, en el Cuadro 06, 156 de las viviendas del centro poblado de Chahuarma, tienen como material predominante en los techos es las planchas de calamina y/o tejas de arcilla que representa en un 97.0% del total de las viviendas, 5 de las viviendas y/o edificaciones utiliza como material predominante en los techos el concreto armado que representa el 3.0% del total de viviendas (corresponden a 3 centros educativos, el local comunal y un centro de salud).

Cuadro N° 06. Material predominante de las paredes del CC. PP. Chahuarma

Tipo de material predominante de los techos	Viviendas	%
Concreto armado	5	3.0
Madera	0	0.0
Planchas de calamina y/o tejas	170	97.00
Caña o estera con torta de barro o cemento	0	0.0
Triplay / estera / carrizo	0	0.0
Paja, hoja de palmera y similares	0	0.0
Otro material	0	0.0
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico.

Gráfico N° 03. Material predominante en los techos de las viviendas del centro poblado de Chahuarma



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### 2.3.3 Abastecimiento de agua

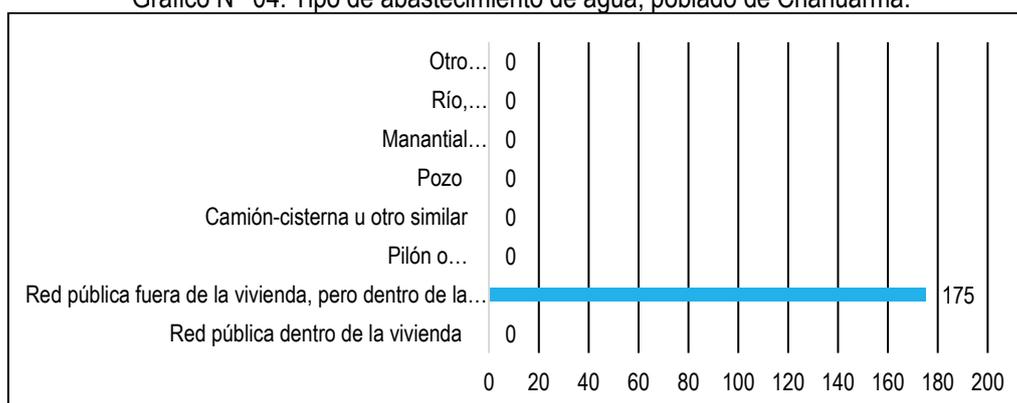
De acuerdo a la verificación insitu determinamos que el 100% de las viviendas del centro poblado de Chahuarma cuentan con abastecimiento de agua, a través de la red pública dentro de la vivienda (incluyendo a 3 centros educativos, un local comunal y un centro de salud).

Cuadro N° 07. Tipo de abastecimiento de agua del CC. PP. Chahuarma.

Tipo de Abastecimiento de agua	Cantidad	%
Red pública dentro de la vivienda	0	0.0
Red pública fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	175	100.0
Pilón o pileta de uso público	0	0.0
Camión-cisterna u otro similar	0	0.0
Pozo	0	0.0
Manantial o puquio	0	0.0
Río, acequia, lago, laguna	0	0.0
Otro 1/ Vecino	0	0.0
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico.

Gráfico N° 04. Tipo de abastecimiento de agua, poblado de Chahuarma.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### 2.3.4 Servicios Higiénicos

De la verificación insitu determinamos que un número de 130 viviendas del centro poblado de Chahuarma cuentan con servicios higiénicos a través de la red pública de desagüe dentro de la vivienda que representa el 74.29% del total de viviendas (incluyendo 3 centros educativos un local comunal y un centro de salud), 45 de las viviendas cuentan con servicios higiénicos a través de unidades básicas de saneamiento, tanque séptico o biodigestor que representa el 25.71% del total de viviendas.

**Ing. Becker Boza Sulica**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

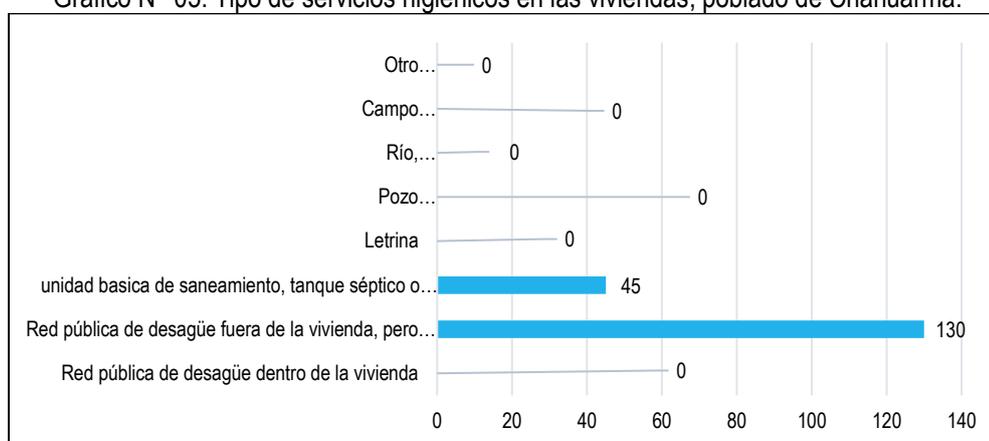
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Cuadro N° 08. Tipo de servicios higiénicos en las viviendas del CC. PP. Chahuarma.

Disponibilidad de servicios higiénicos	Cantidad	%
Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0	0.0
Red pública de desagüe fuera de la vivienda, pero dentro de la edificación	130	74.29
Unidad básica de saneamiento, tanque séptico o biodigestor	45	25.71
Letrina	0	0.0
Pozo ciego o negro	0	0.0
Río, acequia, canal o similar	0	0.0
Campo abierto o al aire libre	0	0.0
Otro 1/	0	0.0
<b>Total</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico.

Gráfico N° 05. Tipo de servicios higiénicos en las viviendas, poblado de Chahuarma.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### 2.3.5 Tipo de alumbrado

De acuerdo con el Cuadro 09, el 100% de las viviendas (esto incluido los 3 centros educativos, el local comunal y el centro de salud) del centro poblado de Chahuarma, cuentan con alumbrado eléctrico por red pública verificándose que la mayoría de la población cuenta con este servicio.

Cuadro N° 9. Tipo de alumbrado de Chahuarma

Dispone de alumbrado eléctrico por red pública	Cantidad	%
Sí	175	100.0
No	0	0.0
<b>Total, de viviendas</b>	<b>175</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico

Gráfico N° 06. Tipo de alumbrado de Chahuarma



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### 2.3.6 Educación

El centro poblado de Chahuarma, cuenta con I. E. N° 383 - Inicial, I. E. N° 36233 – primaria, I. E. Miguel Grau – secundaria, correspondiente a la Educación Básica Regular, de los cuales los 3 se encuentran en el área urbana del centro poblado en mención.

Cuadro N° 10. Instituciones educativas del poblado de Chahuarma.

N°	Institución Educativa	Nivel
1	I. E. N° 383	Inicial
2	I. E. N° 36233	Primaria
3	I. E. Miguel Grau	Secundaria

Fuente: Elaboración equipo técnico

### 2.3.7 Salud

Con lo que respecta al sector salud, la zona de estudio cuenta con un centro de salud.

Cuadro N° 11. Centros de salud del centro del CC. PP. Chahuarma.

N° de centros de salud	cantidad	Nivel
1 Centro de salud Chahuarma	1	----
Total	1	-----

Fuente: Elaboración equipo técnico.

### 2.3.8 Características Económicas

Del cuadro 11, se determina que el 98.0% de la población del centro poblado de Chahuarma, se dedican a la agricultura y ganadería, el 2.0% se dedica a la albañilería, 18.63% se dedica al hogar, y el resto se dedica a otras actividades.

Cuadro N° 12. Actividad económica de su centro de labor

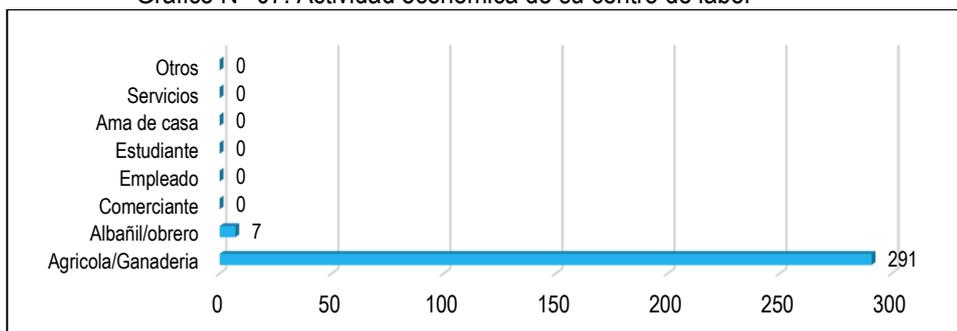
Actividad económica de su centro	%
Agrícola/Ganadería	98.00
Albañil/obrero	2.0
Comerciante	0.0
Empleado	0.0
Estudiante	0.0
Comerciante	0
Ama de casa	0.0
Otros	0.0
<b>Total</b>	<b>100.0</b>

Fuente: Elaboración equipo técnico.

  
 **Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 **Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Grafico N° 07. Actividad económica de su centro de labor



Fuente: Elaboración equipo técnico.

## 2.4 Características físicas del territorio

En un contexto regional, área de estudio se encuentra asentada sobre una angosta terraza aluvial, de relieve llano, formado por la dinámica fluvial principalmente por el río Chahuarma y su afluente el río Condorpacha, que se ve limitado en ambos flancos por montañas en roca volcánica, que forman parte de la Cordillera Central, caracterizadas por presentar una fuerte pendiente y es disectada por los cursos de ríos y quebradas, típico de una morfología de valles interandinos. Se observa estrechas quebradas de moderada pendiente, que discurren entre las montañas, mostrando largos recorridos y que se activan en épocas de lluvia, como lo es la quebrada Ranrayoc Huaycco. La zona urbana de localidad de Chahuarma se asienta sobre la unidad terraza aluvial.

Las terrazas formadas por actividad de los ríos Chahuarma y Condorpacha, componen los depósitos aluviales antiguos que están conformados por bolonería y gravas heterométricas redondeadas con escasa presencia de matriz fina. Las quebradas locales de gran extensión, descenden desde las laderas muestran un relleno de depósitos aluviales más recientes conformados por gravas subangulosas de grandes tamaños. La unidad geológica de mayor predominancia corresponde a depósitos coluvio deluviales, estos depósitos son producto de derrubios y caídas de roca dispuestos de forma caótica sobre las laderas y cubren el basamento rocoso, que lo conforman rocas volcánicas (lavas adesítico) de la Formación Chahuarma.

La evaluación geodinámica de la zona de estudio ha permitido observar la elevada propensión a la ocurrencia de inundaciones fluviales por activación de quebradas locales, como la quebrada Ranrayoc Huaycco, pues el cauce se muestra colmatado por detritos rocosos que disminuyen su capacidad de evacuación.

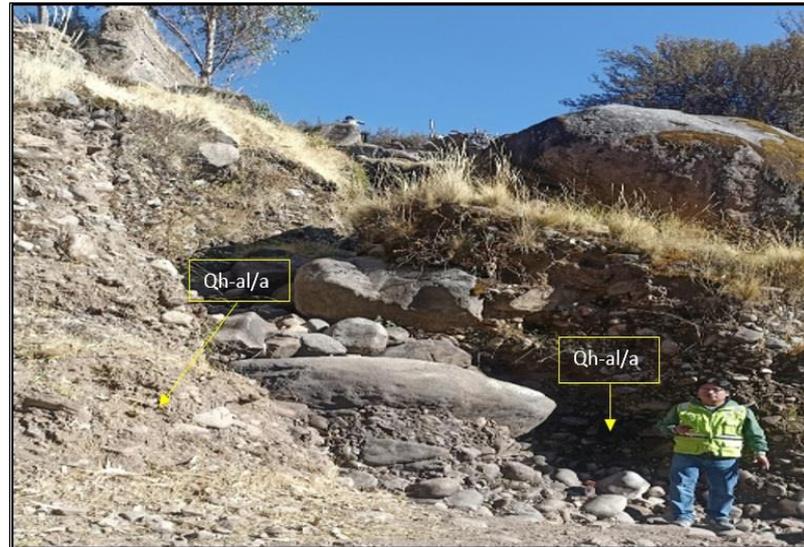
Por tanto, descritas las condiciones geológicas de la zona de estudio, se propone la evaluación de peligro por inundación fluvial, considerando que anteriormente se han desarrollado estos tipos de peligros geológicos.

### 2.4.1 Unidades geológicas

La configuración geológica de la zona de estudio, podría decirse que presenta una distribución homogénea de las unidades geológicas, dominada por depósitos coluvio-deluviales que espesores métricos a submétricos, que cubren afloramientos de roca volcánica de la formación Chahuarma. Además, rellenando los cauces de quebradas temporales, se observan depósitos aluviales recientes. En la parte baja de la zona, en el fondo del valle del río Chahuarma, se observan depósitos aluviales antiguos, que ocupan casi la totalidad del valle formado por dicho río, en cuyo cauce afloran depósitos fluviales conformado por material gravoso.

- a) **Depósitos aluviales antiguos (Qh-al/a)** Son depósitos de material heterométrico antiguos, constituido por fragmentos rocosos de formas angulosas a sub angulosas sumergidos en una matriz areno arcillosa, se presentan en niveles superiores al cauce fluvial, formando terrazas. En el sector norte se aprecia cantos de formas sub angulosas de roca, inmersas una matriz areno arcillosa: Mientras en el sector de sur se divide en dos sectores formando terrazas más estrechas.

Figura N° 07. Depósitos aluviales antiguas en contactos con los depósitos aluviales reciente en la quebrada.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- b) **Depósitos aluviales recientes (Qh-al/r)** Se ha denominado así a aquellos depósitos de composición heterogénea y desordenada, en dirección transversal a dicha localidad, presencia de bloques angulosos a sub angulosos, en matriz arenosa. Estos depósitos alcanzan espesores métricos a submétricos, cuyo origen está ligado a pulsos temporales de activación de quebradas locales. En la quebrada Ranrayocc Huaycco se presentan fragmentos de roca volcánica de diámetros de 0.10 a 1.0 m.

Figura N° 08. Depósitos aluviales recientes cubriendo el cauce de quebrada Ranrayocc Huaycco, conformado por bloques de roca heterométrico.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- c) **Depósitos coluvio – deluviales (Qh-co/de)** Se encuentran tapizando colinas y montañas, especialmente en la parte basal de estas, pues deben su origen a la caída de detritos por efectos de gravedad, y por ende se han ido acumulando de forma desordenada. Se componen de bloques y clastos angulosos de roca volcánica con presencia de matriz material areno arcilloso. Estos depósitos se presentan en los adyacentes a la localidad de Chahuarma cubriendo colinas y montañas.

Figura N° 09. Depósitos coluvio deluvial, conformado por bloque caídas en matriz de material más fino cubriendo la colina.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- d) **Depósitos fluviales (Qh-fl)** Están conformado por clastos redondeados a subredondeados entremezcladas con arenas gruesas. Se restringen al cauce activo de los ríos Chahuarma y Condorpacha, estos son arrastrados y depositados en épocas de crecida sobre el lecho del río. Las gravas muestran una composición volcánica. Este tipo de Depósitos se aprecia en todos los barrios que conforman la localidad de Chahuarma.

Figura N° 010. Depósitos fluviales granulares en el cauce del río Condorpacha.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- e) **Formación Chahuarma (Nm-cha)** Conformada por lavas andesíticas, dispuestas en pseudoestratos subhorizontales a horizontales, cuyos afloramientos son visibles en las cimas de las montañas. Estas rocas presentan alta resistencia a los procesos erosivos, por lo que dan paso a relieves abruptos, agrestes e irregulares, con pendientes cercanas a la verticalidad.

Figura N° 011. Afloramientos de roca volcánica de la formación Chahuarma.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

### Priorización de unidades geológicas

Se sugiere que, la priorización de las unidades geológicas, ante la ocurrencia de inundación fluvial se realice en base al nivel de exposición al peligro, teniendo en cuenta las características litológicas de las distintas unidades, de la siguiente manera:

Cuadro N° 13: Priorización de unidades geológicas

Unidad Geológicas	Priorización
Depósitos Aluviales Recientes	Muy alta
Depósitos Fluviales	Alta
Depósitos Aluviales Antiguos	Media
Depósitos coluvio – deluviales	Baja
Formación Chahuarma	Muy baja

Fuente: Elaboración equipo técnico.

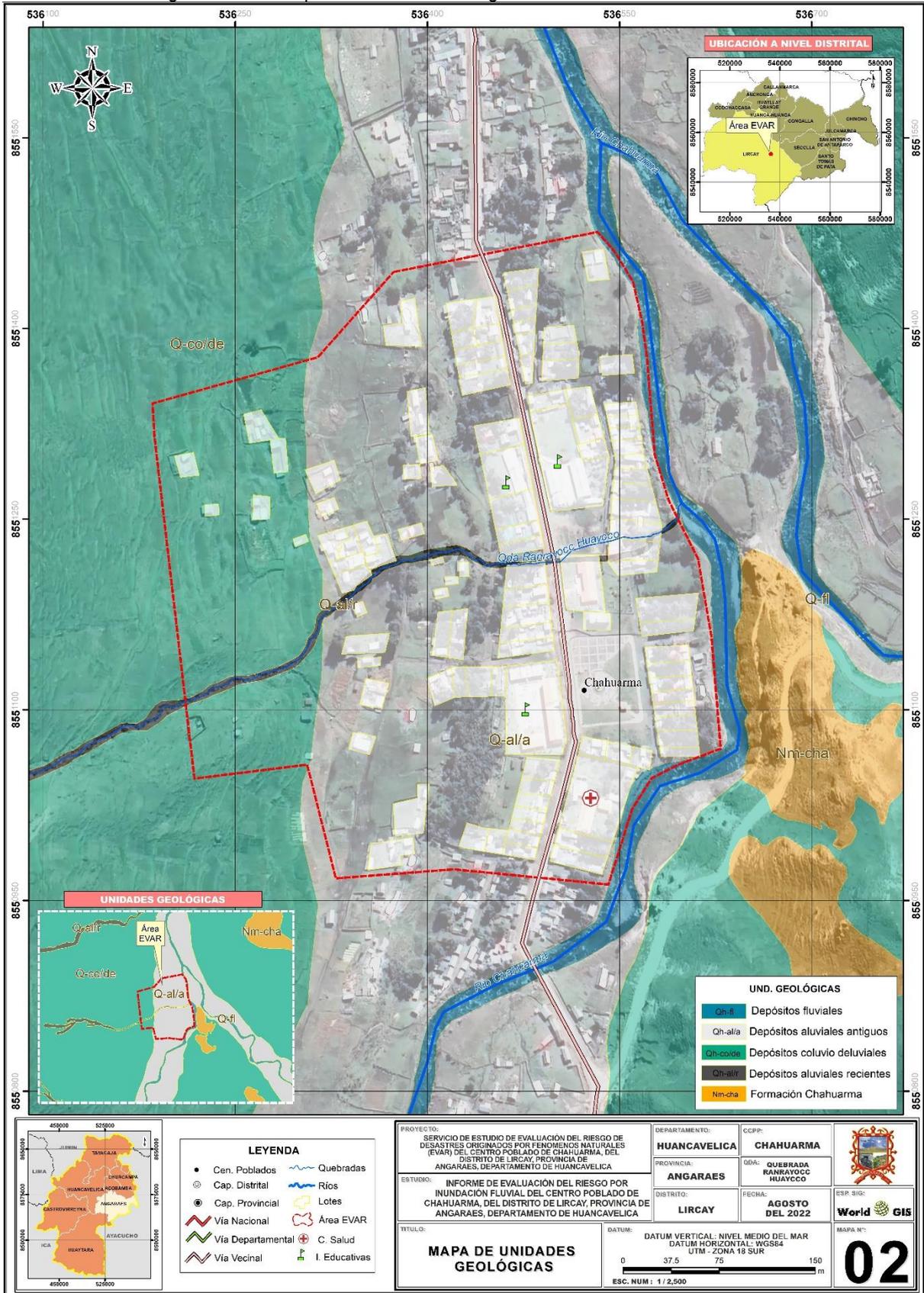
  

**Ing. Becker Boza Sulica**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Figura N° 012: Mapa de Unidades Geológicas del área en evaluación



Fuente: Elaboracion propia

## 2.4.2 Unidades geomorfológicas

En el área de estudio se han observado unidades geomorfológicas de carácter tectónico degradacional y de carácter agradacional.

La geoforma de mayor predominancia corresponde a colinas en roca volcánica, seguido de terraza aluvial aledaños al cauce fluvial. Finalmente tenemos la geoforma de quebradas estrechas, asociadas a inundaciones en épocas de lluvia que descienden desde la unidad montaña en roca volcánica.

- a) **Cauce fluvial (C-fl)** Corresponde al cauce activo del curso actual del río Chahuarma y el río Condorpacha, siendo este último afluente del primero, ambos presentan una dirección de flujo de suroeste a noreste, con ancho promedio de 20 m y una pendiente baja. Geológicamente está conformada por bolonería de gran tamaño de formas redondeadas y composición andesítica.

Figura N° 013. Vista del Cauce fluvial por donde discurre el río Chahuarma. Acumulación de bolonería de diámetro promedio de 30 cm y de origen andesítico.



Fuente: Elaboración equipo técnico

- b) **Terraza aluvial (T-al)** Son terrazas aluviales originadas a causa de la dinámica fluvial de los ríos Condorpacha y Chahuarma, formando sectores de relieve llano, conformados por fragmentos de roca andesita en matriz areno arcillosa. Se ubican aledaños a la unidad cauce fluvial y se extienden a lo largo de todo el valle del río Chahuarma. Esta unidad es susceptible ante inundaciones fluviales por desborde de río y quebradas. Sobre esta unidad se localiza la localidad de Chahuarma.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRE-D

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRE-D

Figura N° 014. Vista de la terraza aluvial formada por la dinámica fluvial de los ríos Chahuarma y Condorpacha. Sobre esta se ubica la zona urbana de la zona de interés.



Fuente: Elaboración equipo técnico

- c) **Quebrada (Qda)** Se denomina así a los cursos de agua menores que descienden desde la parte alta de las laderas, con dirección hacia el fondo del valle. Presentan una pendiente moderada, de ancho angosto y un largo recorrido, que permite de manera rápida la evacuación de aguas de lluvia.

Específicamente la quebrada Ranrayocc Huaycco muestra una alta propensión a inundaciones fluviales, pues la capacidad de evacuación es superada por la cantidad de escorrentía a drenar, pues presenta un ancho promedio de 5 m en promedio colmatado de material detrítico suelto, por lo que se recomienda descolmatar el cauce de la quebrada a fin de prevenir los desbordes

Figura N° 015. Vista de la quebrada Ranrayocc Huaycco, de cauce angosto y que descarga directamente hacia la zona urbana.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

Figura N° 016. Cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco, colmatada de boloneria y gravas gruesas.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- d) **Colinas en roca volcánica (Co-rov)** Son colinas altas de 150 a 300 m de altura con respecto del cauce, fuertes pendientes en las laderas de la colina mientras en la cima muestra forma sub redondeadas y deben su origen a procesos tectónicos combinados con procesos denudativos que han actuado sobre la cobertura de estos. Esta unidad se define como el conjunto de colinas adyacentes a la terraza aluvial y de manera aislada en la parte central de Chahuarma, donde confluyen los dos ríos lo hacen bordeando una colina de origen tectónico.

Figura N° 017. Vista de la unidad de colina en roca volcánica. Esta geoforma divide dicha localidad en esa área.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- e) **Montañas en roca volcánica (Mo-rov)** Corresponde a aquellas zonas que presentan fuerte pendiente, de 15 a 25° de inclinación y alturas superiores a los 300 m. Esta unidad se define como el conjunto de montañas que delimitan la localidad de Chahuarma. Se compone de un basamento rocoso de origen volcánico cubierto por material deluvial, además es aquí donde se da origen a las quebradas.

Figura N° 018. Vista de la unidad de montaña en roca volcánica, fuerte pendiente y relieves escapados en la cima de montaña.



Fuente: Elaboración equipo técnico.

#### Priorización de unidades geomorfológicas

Se sugiere la priorización de las unidades geomorfológicas, ante la ocurrencia de inundación fluvial, se realice en base al nivel de exposición al peligro, de la siguiente manera:

Cuadro N° 14: Priorización de unidades geomorfológicas

Unidad Geomorfológicas	Priorización
Quebradas	Muy alta
Cauce fluvial	Alta
Terraza aluvial	Media
Colina en roca volcánica	Baja
Montaña en roca volcánica	Muy baja

Fuente: Elaboración equipo técnico.

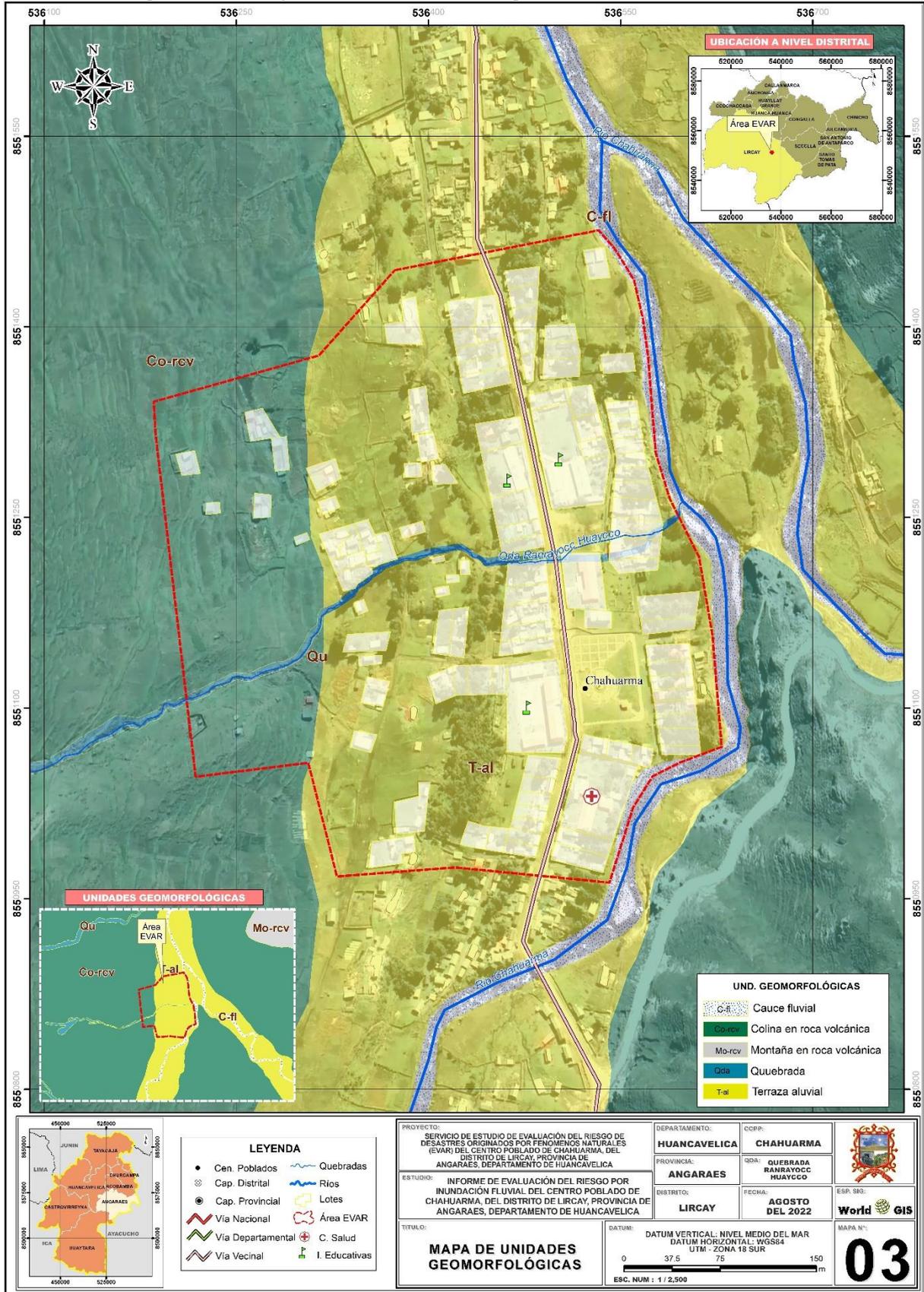
  

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

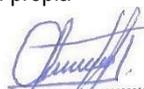
Figura N° 019: Mapa de Unidades Geomorfológicas del área en evaluación



Fuente: Elaboración propia

**Ing. Becker Boza Sulica**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

### 2.4.3 Pendiente

La configuración del relieve del área en evaluación, se realizó sobre la base de la información del levantamiento topográfico realizado con el empleo un DRONE, esta información fue procesada y se generaron curvas de nivel cada 1m; en tal sentido con el empleo de un programa en SIG, se generó el modelo digital de la superficie MDS, con una resolución geométrica de 1m por pixel. Finalmente, con el MDS se generó el raster de pendiente en grados, para el área en evaluación, este raster se clasificó en 5 unidades, de acuerdo al manual de evaluación del riesgo de desastres del CENEPRED. 2v. A continuación, se describe las unidades de pendiente según rango de clasificación de acuerdo a la evaluación de campo.

- a) **Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (0° - 5°)** de acuerdo al trabajo de campo realizado, dentro del área en evaluación, este rango de pendiente lo encontramos en la parte baja del área EVAR, es decir la zona poblada de viviendas.

Figura N° 020. Sectores con pendientes planas



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- b) **Terrenos con pendiente moderada (5° – 15°)** Dentro del área en evaluación, este rango de pendientes lo encontramos en la zona poblada.

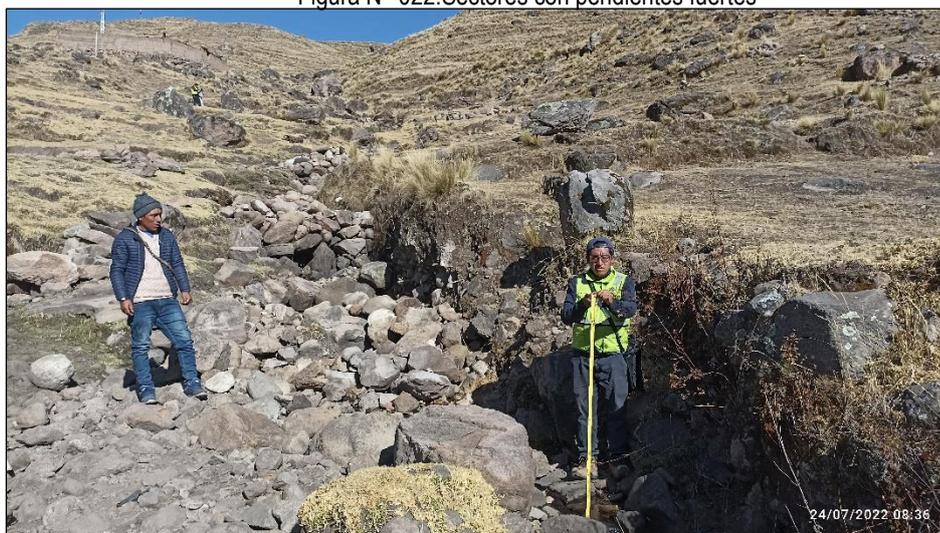
Figura N° 021. Sectores con pendientes moderada



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- c) **Terrenos con pendiente fuerte (15° – 25°)** Este rango de pendiente corresponde a laderas de moderada pendiente, dentro del área en evaluación podemos encontrar en la parte media de la quebrada, sector donde se da el desborde.
- d) **Terrenos con pendientes muy fuerte (25° – 45°)** Dentro del área en evaluación podemos encontrar este rango de pendientes, en el tramo medio de la quebrada, es qui donde se genera el incremento de la velocidad del flujo.

Figura N° 022. Sectores con pendientes fuertes



Fuente: Elaboración equipo técnico.

- e) **Terrenos con pendiente escarpada (> 45°)** También este rango de pendiente lo encontramos, en la parte extrema oeste donde se encuentra la zona rocosa, es de ahí de donde proviene las rocas arrastradas por el caudal de la quebrada.

#### Priorización de unidades de pendientes

Para la presente evaluación, se sugiere la priorización de las unidades de pendiente, ante la exposición a la ocurrencia de inundación fluvial, en base al nivel de exposición al peligro.

Cuadro N° 15: Priorización de pendientes

Rangos de pendiente	Priorización
Terrenos llanos y/o inclinados con pendiente suave (0° - 5°)	Muy alta
Terrenos con pendientes moderada (5° – 15°)	Alta
Terrenos con pendiente fuerte (5° – 25°)	Media
Terrenos con pendiente muy fuerte (25° – 45°)	Baja
Terrenos con pendiente escarpada (> 45°)	Muy baja

Fuente: Elaboración, equipo técnico

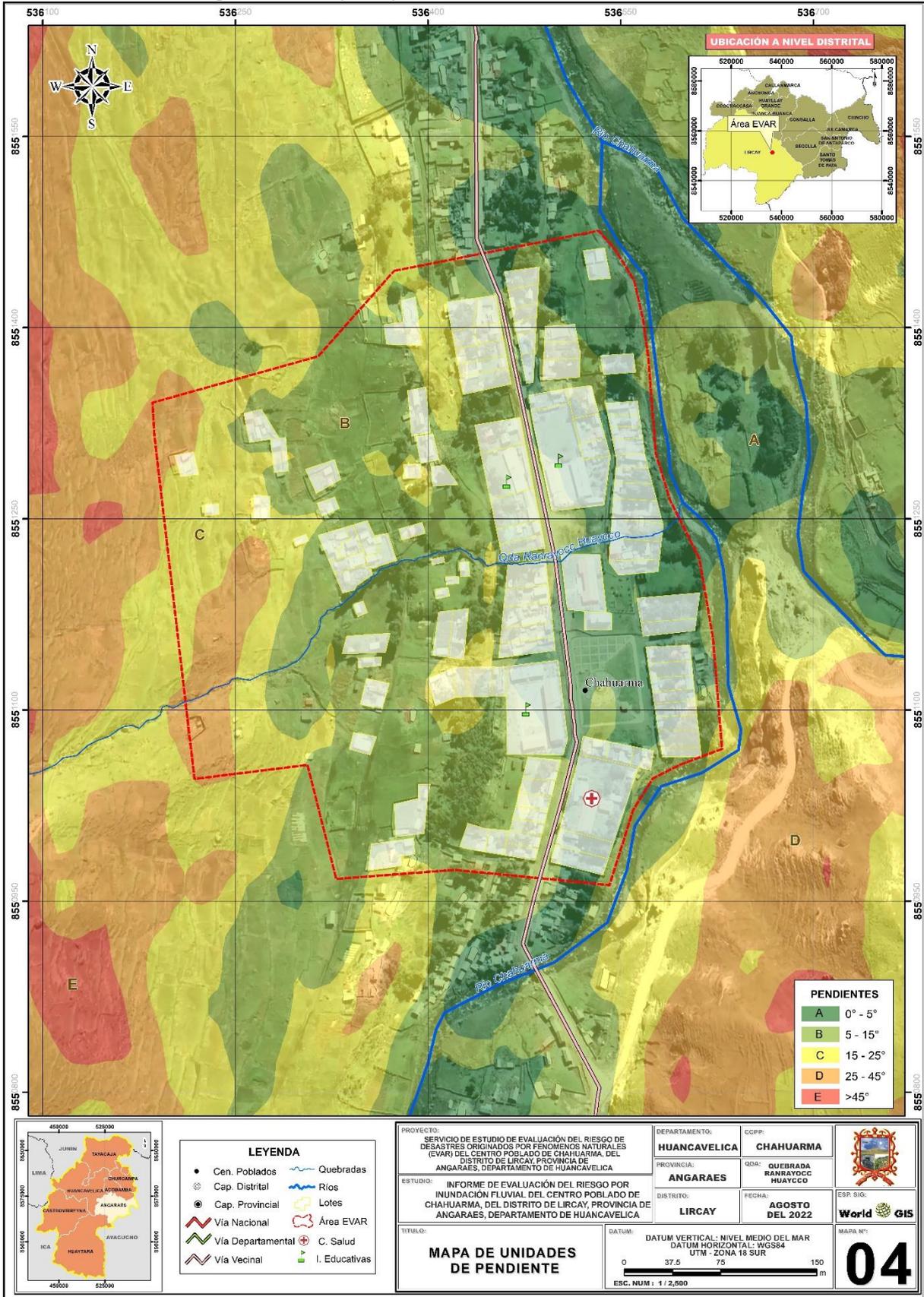
  

**Ing. Becker Boza Sulica**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Figura N° 23: Mapa de pendientes del área en evaluación



Fuente: Elaboración propia

## 2.4.4 Condiciones climáticas

El distrito de Lircay se encuentra ubicado en la región natural de quechua, el cual presenta las siguientes características climatológicas:

### a. Clasificación climática

En base al Mapa de Clasificación Climática del Perú (SENAMHI, 2020), desarrollado a través del Sistema de Clasificación de Climas de Warren Thornthwaite, la zona donde se ubica la localidad de Lircay se caracteriza por presentar un clima frío, lluvioso, con lluvia deficiente en otoño e invierno (B (o,i) C').

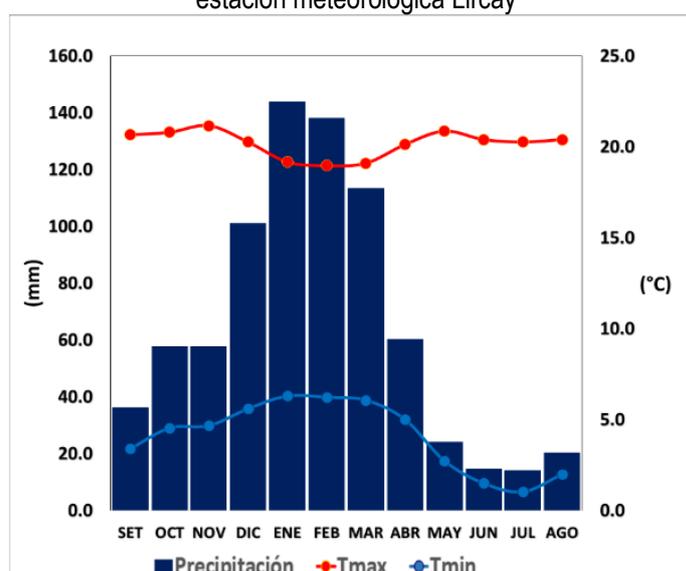
### b. Clima

La segunda temporada se presenta principalmente entre los meses de junio a agosto. Para describir las condiciones de lluvia y temperatura que se suelen presentar en la localidad de Lircay, se utilizó la información de la estación meteorológica Lircay, la cual se encuentra en el mismo distrito de análisis.

La temperatura máxima promedio del aire presenta ligeras fluctuaciones a lo largo del año, oscilando sus valores entre 19 a 21.2°C, con menores valores en los meses de verano e incrementando en los meses de otoño e invierno, debido a la temporalidad de la cobertura nubosa. En cuanto a la temperatura mínima del aire, presenta comportamiento opuesto que la temperatura máxima, con valores promedio que fluctúan entre 1 a 6.3°C, acentuándose los menores valores en invierno.

Respecto al comportamiento de las lluvias, suele presentarse con mayores acumulados entre los meses de diciembre a marzo, siendo más intensas durante el primer trimestre del año. Durante estos tres primeros meses las lluvias totalizan aproximadamente 395.3mm. Los meses menos lluviosos para la zona predominan durante los meses de mayo a agosto. Anualmente acumula en promedio 781.4mm.

Gráfico N° 08. Comportamiento temporal de la temperatura del aire y precipitación promedio en la estación meteorológica Lircay



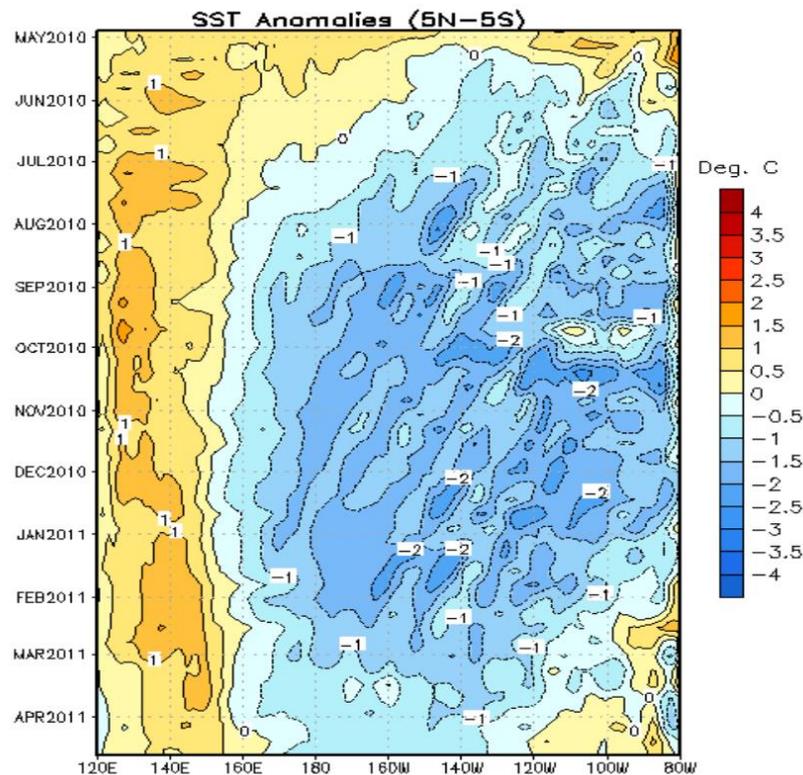
Fuente: Adaptado a SENAMHI, 2022

### a. Precipitaciones extremas

El comportamiento de las lluvias presenta diferentes regímenes en los Andes y están moderadamente correlacionados con la temperatura superficial del mar (TSM) en la región Niño 4 (Océano Pacífico ecuatorial central). La región andina de la vertiente del Pacífico y el Amazonas sufre un aumento de lluvias durante el Fenómeno de La Niña de magnitud fuerte, la cual se da principalmente entre los meses de diciembre a agosto. (Lavado-Casimiro y Espinoza, 2014)

Durante el verano del 2011 (figura N°24), la región Niño 4 prevaleció con condiciones más frías de lo normal en la TSM del Océano Pacífico ecuatorial generando un tren de ondas en la altura de geopotencial a 850hPa con anomalías positivas sobre el sur y norte del Océano Atlántico. Estas anomalías favorecen un mayor ingreso de humedad hacia el oeste de la cuenca amazónica y una retención de los vientos húmedos en el oeste Amazónico, generando una mayor convergencia de humedad sobre la Amazonía peruana. Esta humedad es transportada hacia la zona andina, favoreciendo la presencia de lluvias.

Figura N° 24. Anomalía de la Temperatura superficial del mar (°C) en el Pacífico ecuatorial para el periodo mayo 2010 – abril 2011



Fuente: IDEAM, 2011

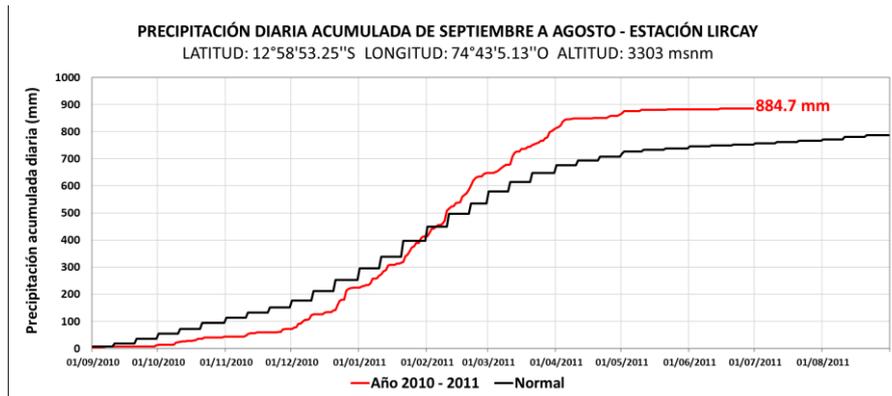
El fenómeno de “La Niña” 2010-2011, mostró un alto acoplamiento entre los diferentes indicadores océano atmosféricos que caracterizan y definen su ocurrencia. La comparación del Índice multivariado (MEI) en eventos “Niñas” fuertes con el fenómeno 2010-2011 permite concluir que esta “Niña” ha sido una de las más fuertes de la historia (IDEAM, 2011).

En este contexto, la localidad de Lircay presentó lluvias intensas en el verano 2011 catalogadas como “Extremadamente lluvioso” (mayor a 25.2 mm/día-percentil 99). Según la información de la estación meteorológica Lircay, los valores máximos de lluvia diaria durante aquel verano se

registraron el 10 de febrero con 35.5mm/día y el 12 de marzo con 28.5mm/día, seguido de los valores que superaron el percentil 95 (mayor que 17.4 mm/día y menor o igual que 25.2mm/día), catalogado como “Muy lluvioso”, los días 22 de enero, 17 de febrero y 29 de marzo, con 21.1mm/día, 21.4mm/día y 19.1mm/día respectivamente.

Por otro lado, en la figura N°25 se muestran las precipitaciones acumuladas a lo largo de la temporada lluviosa 2011 (línea roja), las cuales superaron sus cantidades normales (línea negra), desde finales del mes de enero del 2011.

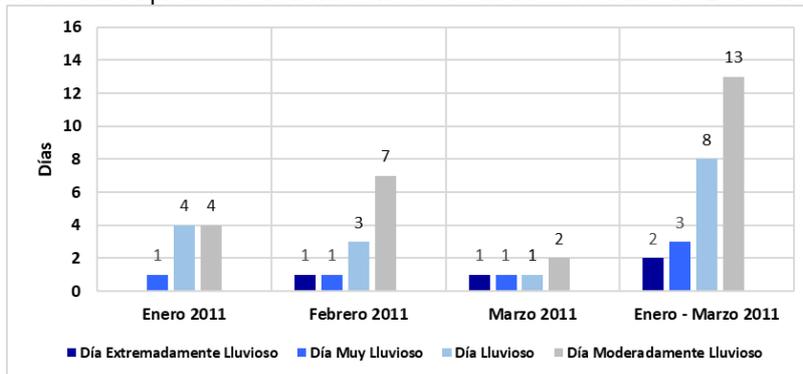
Figura N° 25. Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Lircay



Fuente: Adaptado de SENAMHI, 2022.

A nivel distrital, la frecuencia promedio areal de lluvias extremas (gráfico N°08) muestra que durante el verano 2011 los días catalogados como “Extremadamente lluviosos” se presentaron durante los meses de febrero y marzo, acompañado de días “Muy lluviosos” y “Lluviosos”, sin embargo, la mayor frecuencia de días “Moderadamente lluviosos” se registraron en febrero.

Gráfico N° 09. Frecuencia promedio de lluvias extremas durante el verano del 2011 en el distrito Lircay



Fuente: Adaptado de PISCO - SENAMHI, 2022.

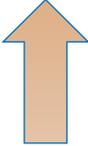
**b. Descriptores del factor desencadenante**

Para el trimestre enero a marzo del año 2011, durante La Niña 2010-2011, las lluvias superaron sus cantidades normales en la localidad de Lircay, presentándose un exceso significativo de lluvias con un valor acumulado mensual de hasta 110.4mm aproximadamente por encima de su normal climática, siendo más frecuentes durante el mes de febrero. En el cuadro N°15, se muestra los descriptores clasificados en cinco niveles, los cuales se asocia a los rangos de anomalías de las precipitaciones expresados en forma gradual, así como sus valores en milímetros. Estos rangos nos representan cuánto se ha desviado la precipitación en el mes de febrero, durante este evento

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 World GIS
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

extremo, en términos porcentuales con relación a la precipitación usual de la zona (138mm). En los rangos con mayores valores porcentuales, las lluvias anómalas fueron mayores.

Cuadro N° 16. Anomalía de precipitación durante el mes de febrero del 2011 para el distrito de Lircay

Rango de anomalías (%)	Exceso de precipitación (mm)	 Mayor exceso
70-80 % superior a su normal climática	96.7 – 110.4 mm superior a su normal climática	
60-70 % superior a su normal climática	82.9 – 96.6 mm superior a su normal climática	
50-60 % superior a su normal climática	69.1 – 82.8 mm superior a su normal climática	
40-50 % superior a su normal climática	55.3 – 69 mm superior a su normal climática	
30-40 % superior a su normal climática	41.4 – 55.2 mm superior a su normal climática	

SENAMHI, 2019.

Cuadro N° 17. Percentiles de la estación meteorológica estación Lircay

Umbral de precipitación	Precipitación (mm)	Caracterización de lluvias extremas
PA/día > p99	PA/día > 25.2	Extremadamente lluvioso
p95 < PA/día ≤ p99	17,4 < PA/día ≤ 25.2	Muy lluvioso
p90 < PA/día ≤ p95	13,3 < PA/día ≤ 17,4	Lluvioso
p75 < PA/día ≤ p90	8,1 < PA/día ≤ 13,3	Moderadamente lluvioso

Fuente: Adaptado de SENAMHI, 2019

Dónde:

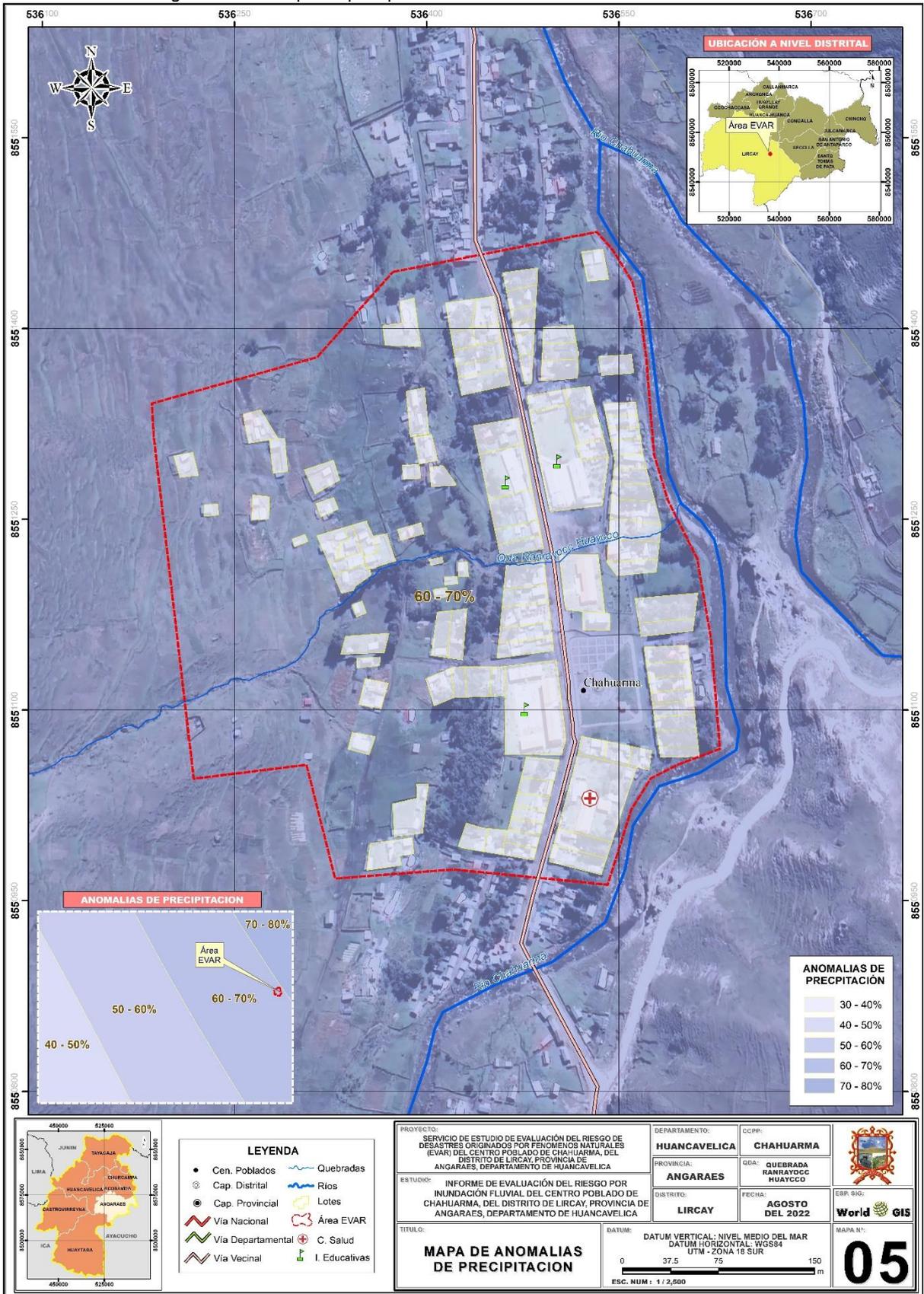
PA= Precipitación acumulada

p75,90,95,99 = Percentiles

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Figura N° 26: Mapa de precipitación anómala del área en evaluación



Fuente: Elaboración propia.



  
**Ing. Becker-Boza Sulica**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J



  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

#### 2.4.5 Caracterización de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco (área de drenaje)

Para el estudio de evaluación del riesgo por inundación fluvial, es de vital importancia el análisis del comportamiento de los caudales de la Qda. Ranrayocc Huaycco, es por ello que se realizó los cálculos hidrológicos de dicha unidad hidrográfica.

Para ello se realizó la toma de datos mediante el levantamiento topográfico de la unidad hidrográfica y del registro histórico de la estación meteorológica convencional de Lircay, la más cercana a la zona de estudio, posteriormente se analizaron y procesaron estos datos a través de cálculos a fin de hallar la máxima avenida en la unidad hidrográfica; en tal sentido a continuación se indica las características de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco. (para mayor detalle ver Anexo 02).

##### – Parámetros asociados a la forma

Cuadro N° 018. Parámetros asociados a la forma de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

Parámetros asociados a la forma	Descripción	
Área (A)	0.663	km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	5.109	km
Longitud de la microcuenca (L)	2.286	km
Ancho de la microcuenca (B)	0.290	km
Orientación	Sureste	
Factor de forma de Horton (Kf)	0.127	
Coefficiente de compacidad o índice de Gravelius (kc)	1.757	
Relación de elongación (Re)	0.402	

Fuente: Equipo técnico

##### – Parámetros asociados al relieve

Cuadro N° 019. Parámetros asociados al relieve de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco

Parámetros asociados al relieve	Descripción	
Altura y elevación		
Cota mayor de la microcuenca (CM)	4398	msnm
Cota menor de la microcuenca (Cm)	3698	msnm
Elevación promedio del relieve	4048	msnm
Pendiente (S)	0.344	m/m

Fuente: Equipo técnico

##### – Parámetros asociados al perfil

Cuadro N° 020. Parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco

Parámetros asociados al perfil	Descripción	
Cota mayor del cauce (CMc)	4061	msnm
Cota menor del cauce (Cmc)	3698	msnm
Pendiente promedio del cauce (S0)	0.289	m/m
Longitud de cauce principal (Lc)	1257.2	m

Fuente: Equipo técnico

– **Parámetros asociados al drenaje**

Cuadro N° 021. Parámetros asociados al drenaje de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco

Parámetros asociados al drenaje	Descripción	
Orden de los cauces	5	
Longitud de los cauces de orden uno (L1)	0.893	km
Densidad de drenaje (Dd)	3.11	Km/km <sup>2</sup>
Coefficiente de torrencialidad (Ct)	7.54	
Tiempo de concentración (Tc)	7.15	min

Fuente: Equipo técnico

Después de caracterizar la unidad hidrográfica de Ranrayocc Huaycco, se pasó a realizar los cálculos hidrológicos para obtener los caudales para los periodos de retorno de 5, 10, 25, 50 y 100 años de periodo de retorno, en tal sentido a continuación se indica algunos cálculos obtenidos (para mayor detalle ver Anexo 02).

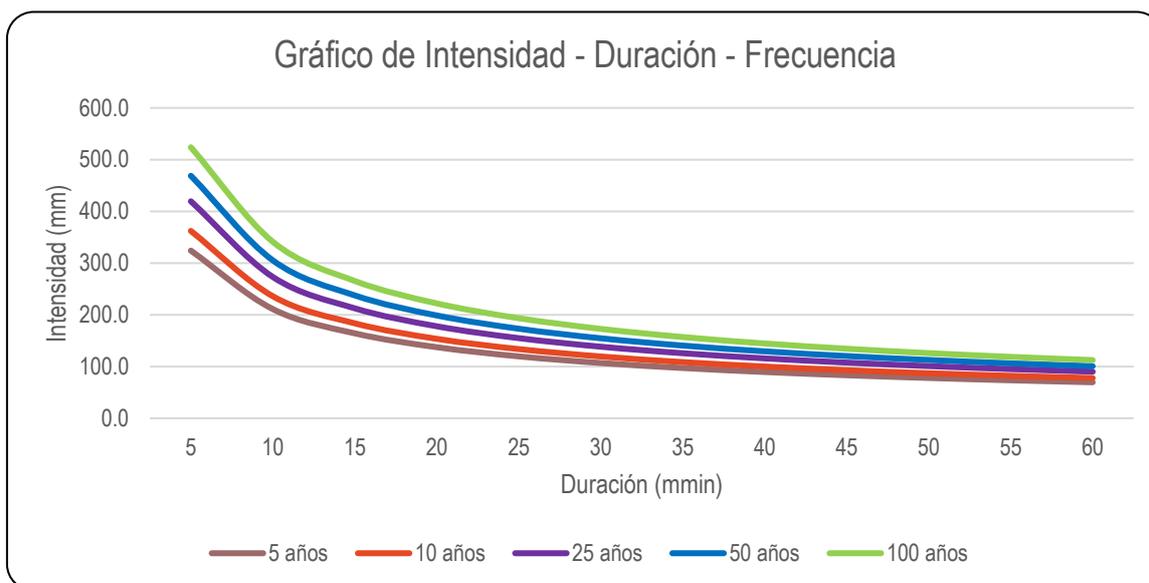
– **Curvas I – D - F**

Cuadro N° 22. Intensidades – duración – frecuencia.

Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	324.1	211.0	164.1	137.3	119.6	106.8	97.1	89.4	83.1	77.9	73.4	69.6
10	362.1	235.8	183.4	153.5	133.7	119.4	108.5	99.9	92.9	87.0	82.0	77.7
25	419.4	273.1	212.4	177.8	154.8	138.3	125.7	115.7	107.6	100.8	95.0	90.0
50	468.7	305.2	237.4	198.7	173.0	154.5	140.5	129.3	120.2	112.6	106.2	100.6
100	523.8	341.0	265.3	222.0	193.4	172.7	157.0	144.5	134.4	125.9	118.7	112.4

Fuente: Equipo técnico

Gráfico N° 010. Curva intensidad – duración – frecuencia.



Fuente: Equipo técnico

– **Esquema de modelamiento HEC - HMS**

La estimación del caudal máximo en la zona de estudio está en función a las especificaciones del modelo HEC-HMS, este modelo nos sirve para calcular los caudales para distintos periodos de retorno (5, 10, 25, 50 y 100 años). (para mayor detalle ver Anexo 02).

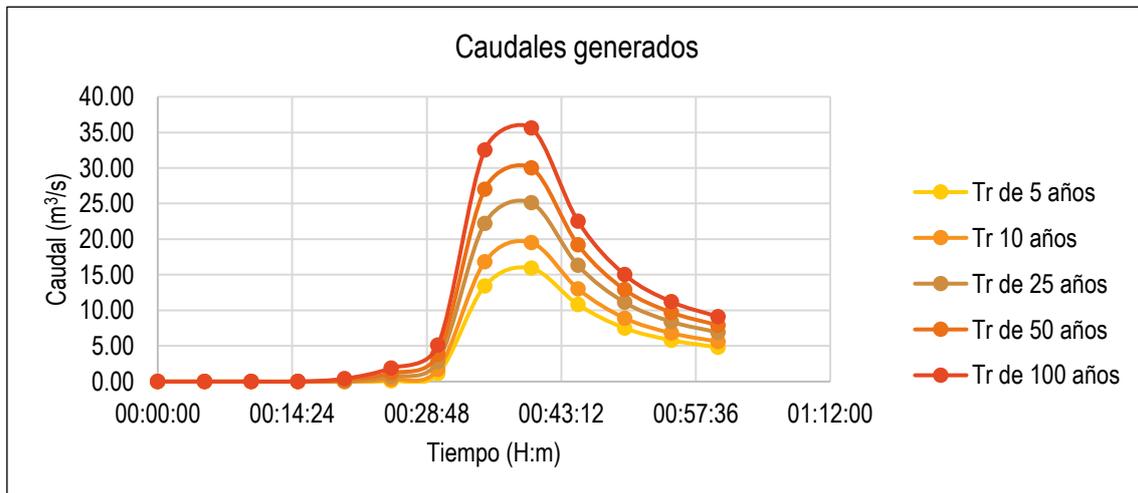
Cuadro N° 23. Comparación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

Tiempo (H:m)	Caudal (m³/s)				
	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
00:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:10:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:15:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:20:00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.40
00:25:00	0.10	0.30	0.70	1.20	1.90
00:30:00	1.10	1.70	2.80	3.80	5.10
00:35:00	13.40	16.80	22.20	27.00	32.50
00:40:00	15.90	19.50	25.10	30.00	35.60
00:45:00	10.80	13.00	16.30	19.20	22.50
00:50:00	7.50	8.90	11.10	12.90	15.00
00:55:00	5.80	6.80	8.40	9.70	11.20
01:00:00	4.80	5.60	6.90	7.90	9.10
Caudal máximo	15.90	19.50	25.10	30.00	35.60

Fuente: Equipo técnico

Complementariamente, en la siguiente figura se puede apreciar cómo es la variación del caudal máximo en los diferentes periodos de retorno analizados.

Gráfico N° 011. Comparación de los caudales para diferentes periodos de retorno.



Fuente: Equipo técnico

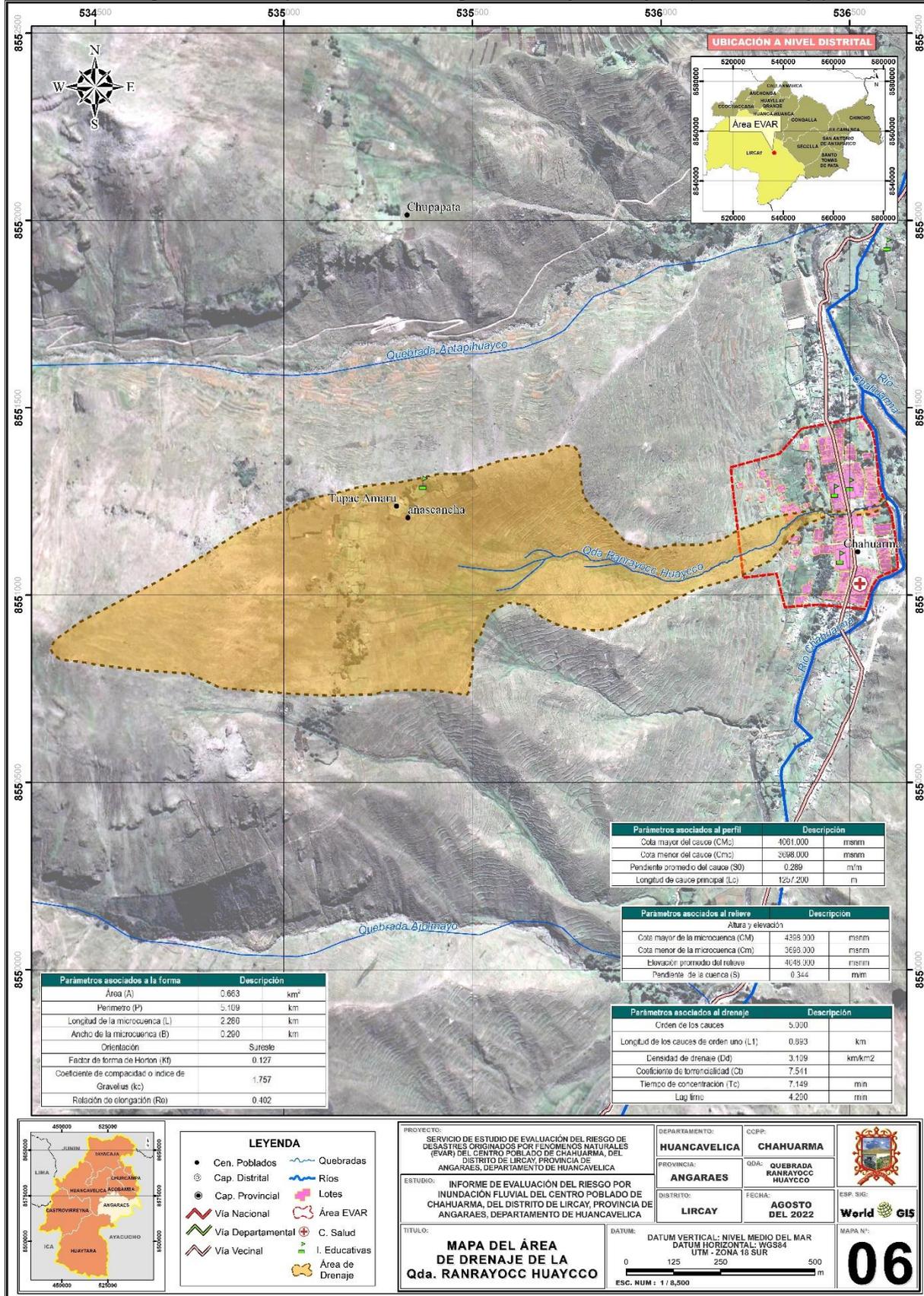
Finalmente, en el siguiente cuadro se resumen los caudales máximos de cada periodo de retorno.

Cuadro N° 24. Comparación de caudales máximo para diferentes periodos de retorno.

Periodo	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Q máx. (m³/s)	15.90	19.50	25.10	30.00	35.60

Fuente: Equipo técnico

**Figura N° 027. Mapa de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco (área de drenaje)**



Fuente: Elaboración propia

### 2.4.6 Hidrodinámica de la quebrada Ranrayocc Huaycco

En el sistema hídrico se considera la Qda Ranrayocc Huaycco. Sabiendo que, los regímenes de los ríos y quebradas dependen de las precipitaciones, todo año hídrico en el hemisferio sur se inicia en septiembre, las precipitaciones tardan en llegar por lo general en octubre y se acentúan en enero hasta marzo. Lo ríos y quebradas responden a las precipitaciones recién en enero, una vez que la cuenca ya está saturada por la infiltración de las precipitaciones; entonces aumenta el nivel de agua en los cursos, pasadas las precipitaciones en abril el caudal disminuye paulatinamente al igual que el nivel, en mayo se deprime y finalmente en junio no existe caudal, hasta fines de septiembre, cuando la quebrada empieza a crecer paulatinamente.

La Qda. Ranrayocc Huaycco, presenta secciones irregulares por la acumulación de roca arrastrada por la fuerza del cauce, también presenta una pendiente fuerte el cual le da mayor velocidad, en tal haciendo que las fuerzas del cauce generen problemas de erosión y de desborde en la parte baja, es donde la población de Chahuarma está asentada.

Figura N° 028. Imagen del cauce en la zona de la población.



Fuente: Elaboración propia

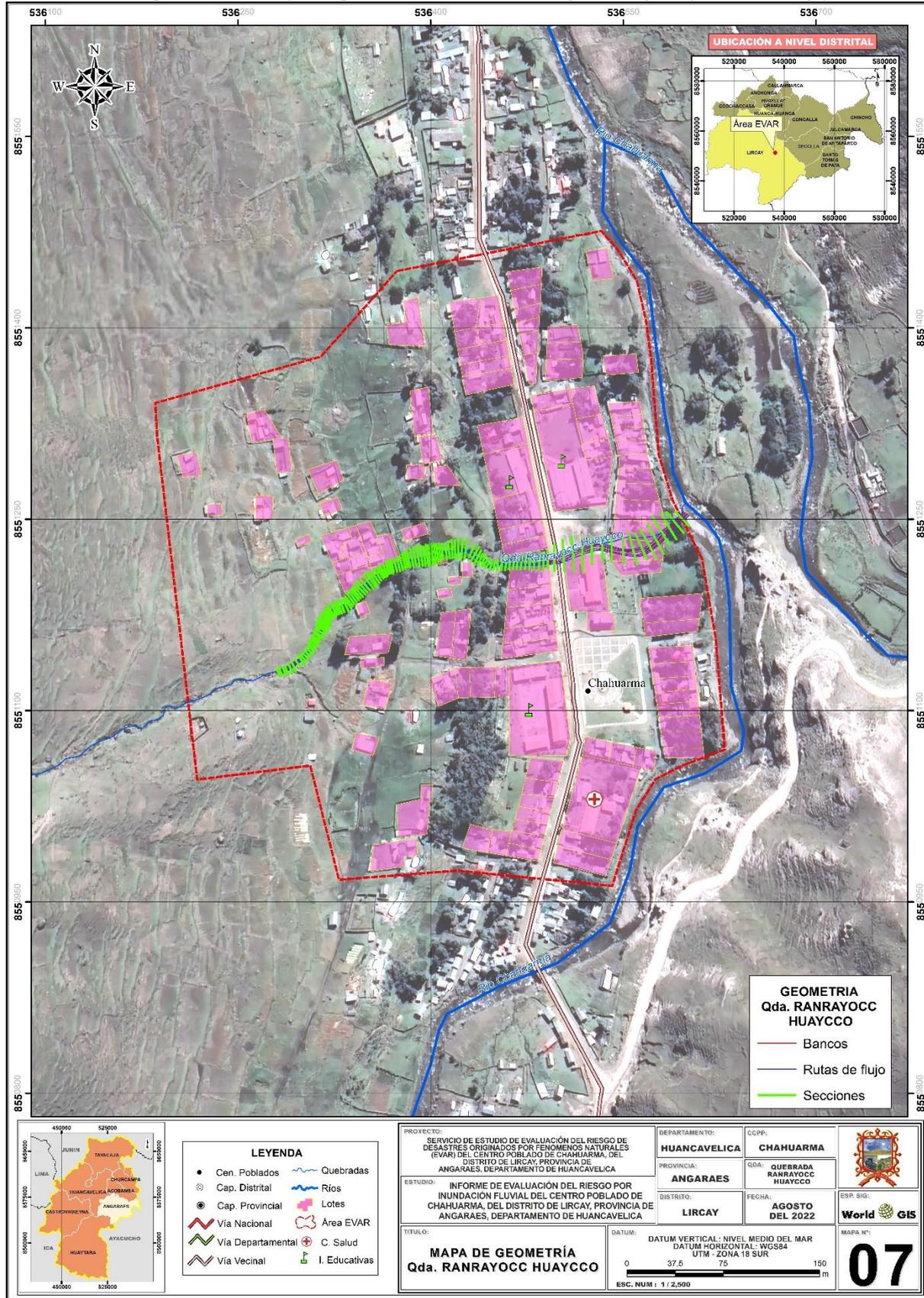
#### – Modelamiento para obtener los niveles de inundación

Para realizar la modelación hidráulica en la Qda Ranrayocc Huaycco, en primer lugar, se identificó las zonas críticas.

Se recopiló información del levantamiento topográfico realizado por parte del equipo técnico, dicho levantamiento sirve para determinar las curvas de nivel cada 1m, luego se empleó del Software Arc Map donde se construyó un TIN (Triangulo Irregular de Nodos) el cual servirá para incorporar la información del relieve a la geometría de la quebrada, posterior a ello con la extensión HEC – Geo RAS del Arc Map, se realizó la construcción de la geometría de la quebrada en evaluación, donde se generó las secciones, los bancos y las rutas de flujo.

Esta geometría sirve de insumo para realizar la modelación hidráulica con el empleo del HEC – RAS.

Figura N° 029. Mapa de geometría de la Qda. Ranrayocc Huaycco (área de drenaje)



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Becker Boza Sulica**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRD-J

  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

Posterior a la generación de la geometría, toda la información fue exportada al Software HEC – RAS, donde se realizó el modelamiento hidráulico, para lo cual se requiere información de pendiente promedio del cauce, en este caso para el área en evaluación de la Qda Ranrayocco Huaycco es de **0.289**, también se requiere los caudales calculados para los distintos periodos de retorno y el coeficiente de rugosidad de Manning (n).

Cuadro N° 25.Caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

Periodo	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Q máx. (m³/s)	15.90	19.50	25.10	30.00	35.60

Fuente: Equipo técnico

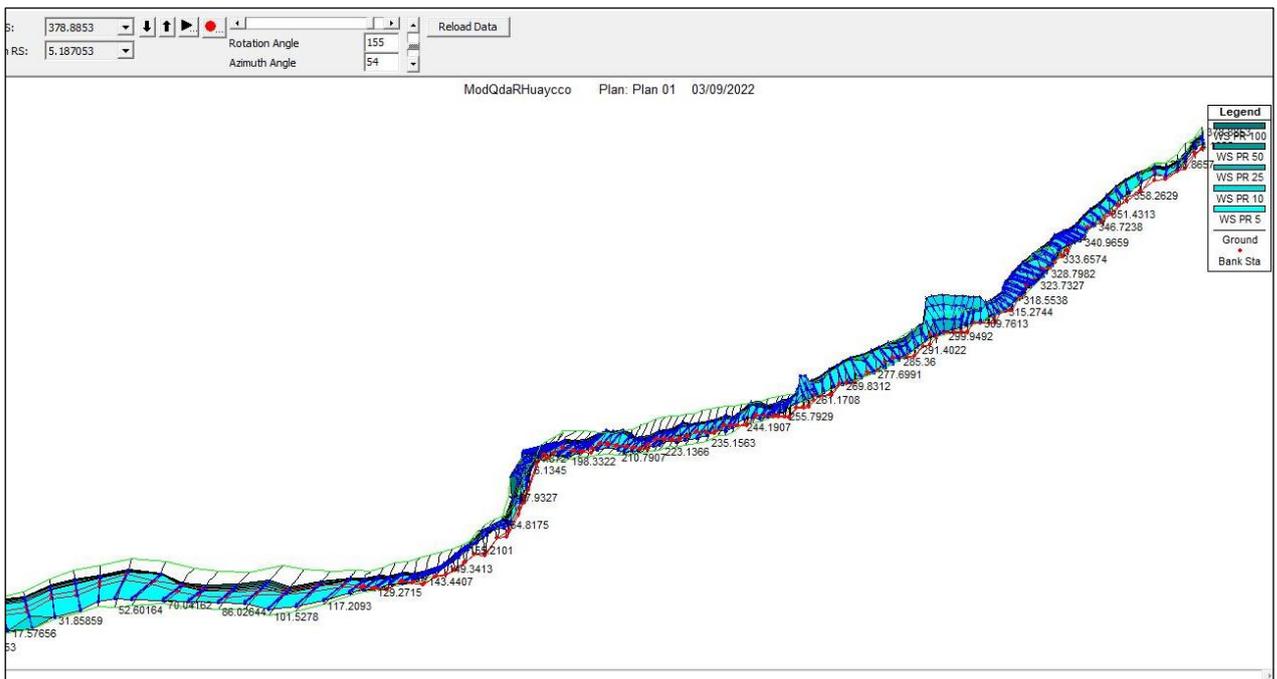
Cuadro N° 26.Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n)

Tramo	Característica	(n)
Tramo superior y medio	Secciones irregulares con afloramiento rocoso	0.045
Tramo inferior	Parte plana de tierra libre de vegetación y piedra, desembocadura al río Chahuarma	0.018

Fuente: Equipo técnico

Posterior a la incorporación de los datos mencionados anteriormente, se realizó propiamente dicho el modelamiento hidráulico, obteniendo los valores de nivel y velocidad de flujo para cada sección, para los distintos caudales.

Gráfico N° 012. Modelación hidráulica – vista de secciones transversales



Fuente: Equipo técnico

Finalmente, toda la información generada en el HEC – RAS, será importada en el Arc Map mediante su extensión HEC – GeoRAS, con el cual se generará los raster de nivel y velocidad de flujo, para la elaboración de los mapas correspondientes.

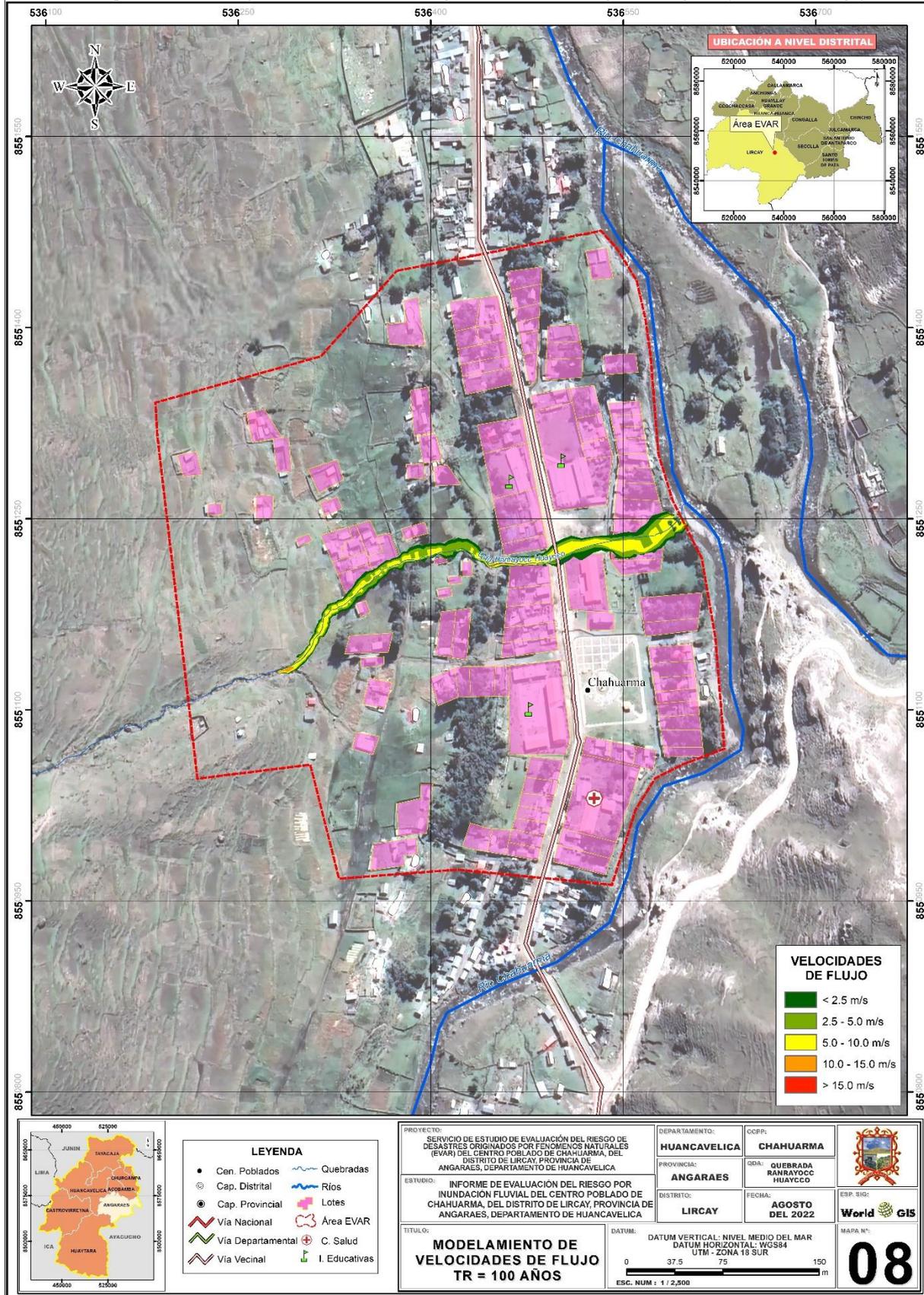
  

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

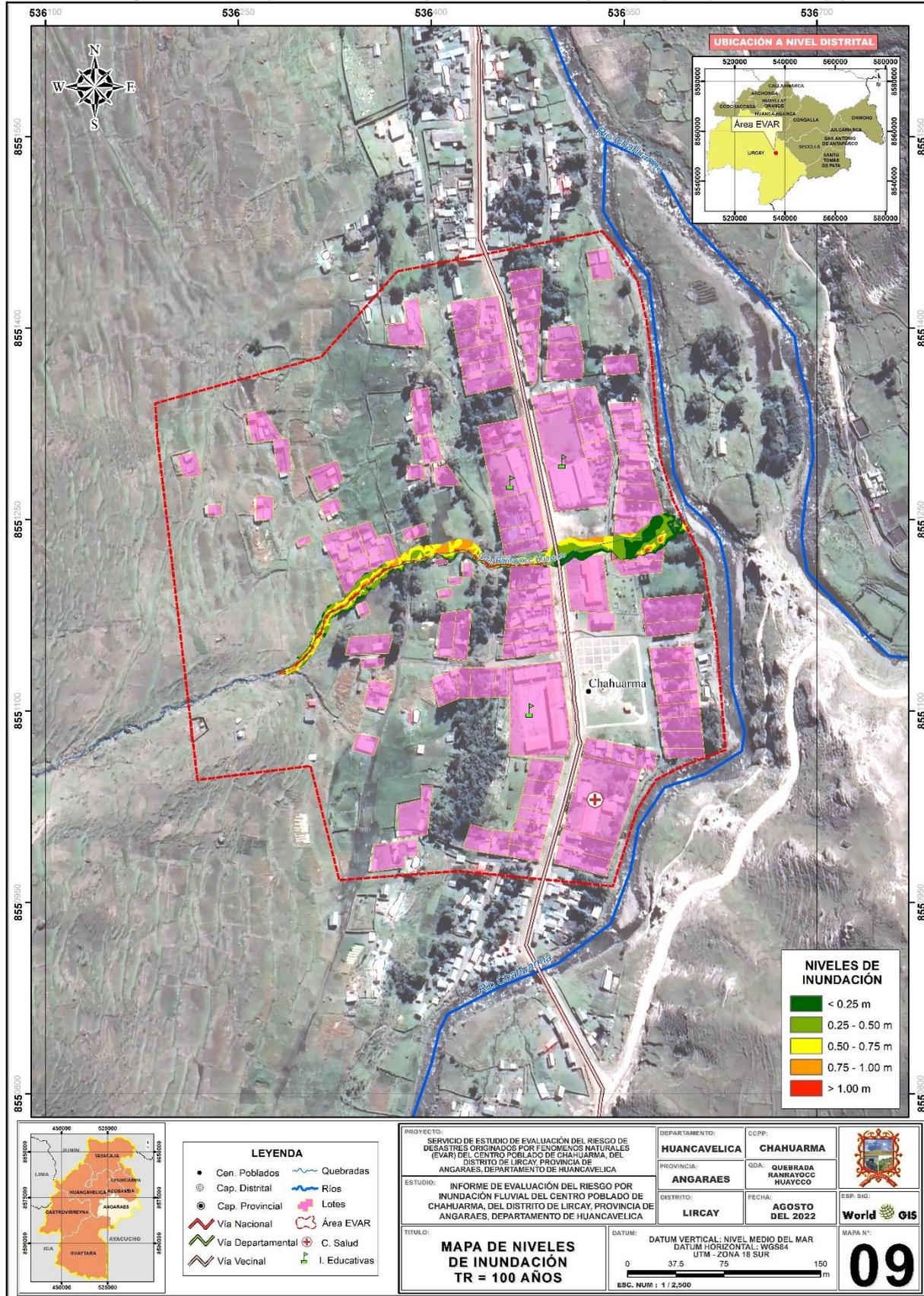
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Figura N° 030. Mapa de velocidades de flujo de la Qda. Ranrayocc Huaycco (área de drenaje)



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 031. Mapa de niveles de flujo de la Qda. Ranrayocc Huaycco (área de drenaje)



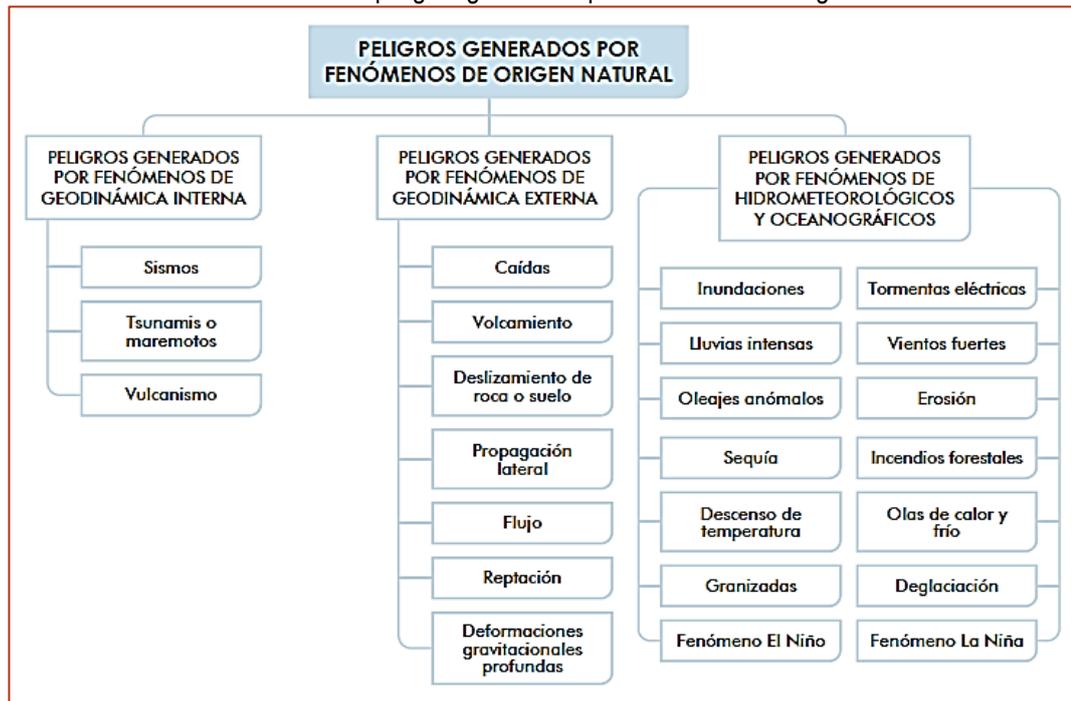
Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO III: DETERMINACIÓN DEL PELIGRO

Para el presente Informe de Evaluación de Riesgo, se ha determinado un modelo del Peligro más significativo o más recurrente de acuerdo a las características físicas y las afectaciones producidas en el área de evaluación.

En tal sentido, para el presente Informe de Evaluación de Riesgo, se ha determinado un peligro natural de origen Hidrometeorológico, de tipo Inundación Fluvial.

Gráfico N° 013: Clasificación de peligros generados por fenómenos de origen natural



Fuente: CENEPRED

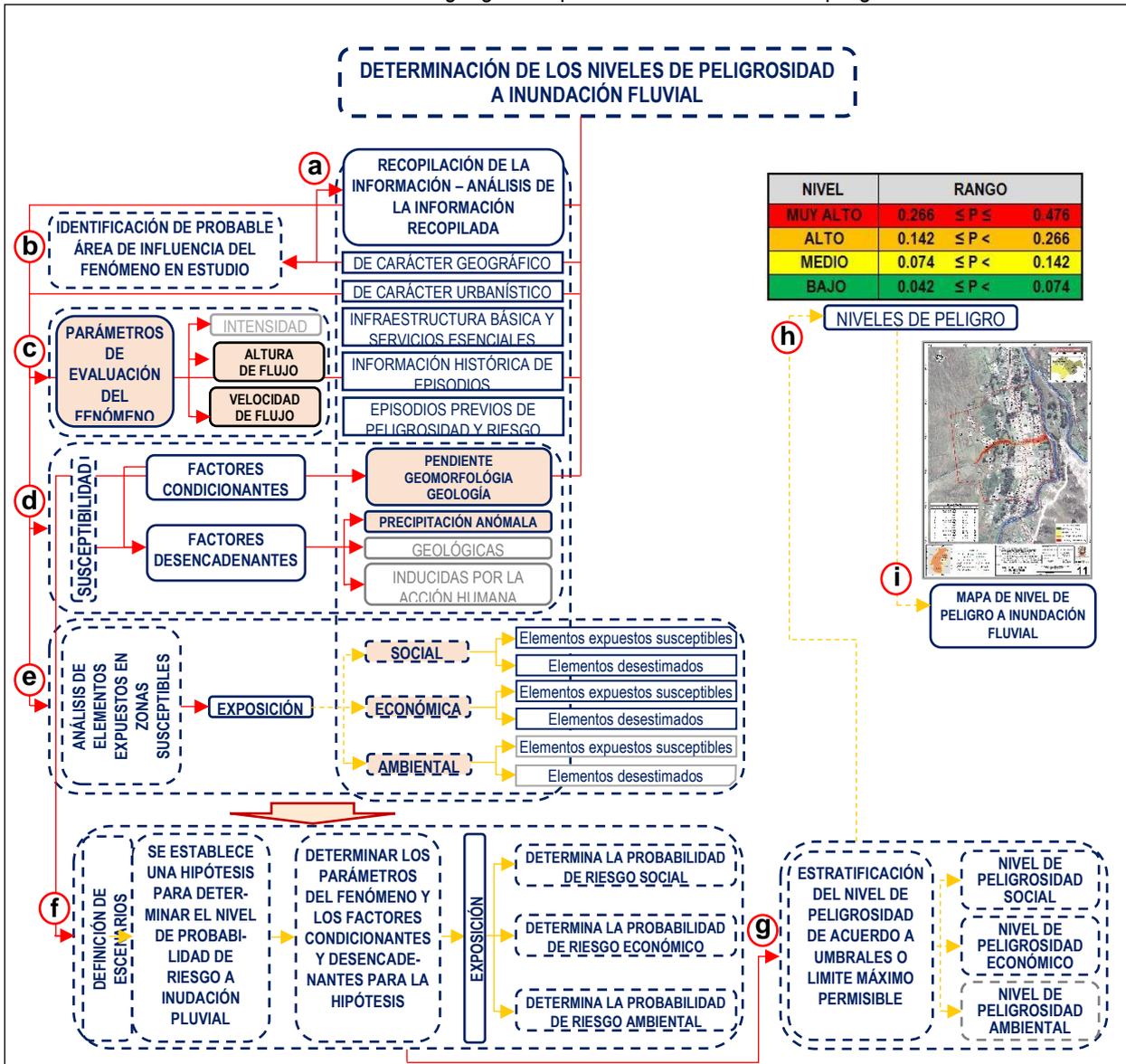
### 3.1 Metodología para la determinación de la peligrosidad

Para determinar el nivel de peligro por inundación fluvial para el área de evaluación del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, se utilizó la metodología propuesta por el CENEPRED en el manual EVAR del 2014 en su versión 2, para ello, se consideraron los parámetros de evaluación de nivel y velocidad de flujo, la susceptibilidad en función de los factores condicionantes (unidades de pendiente, unidades geomorfológicas y unidades geológicas) y como factor desencadenantes ( anomalías de precipitación) y los elementos expuestos (población, viviendas, vías de acceso) con sus correspondientes descriptores, ponderándolos mediante el método SAATY (CENEPRED, 2015).

En tal sentido, a continuación, se muestra el procedimiento en el siguiente gráfico esquemático:

  <b>Ing. Becker Boza Sulca</b> EVALUADOR DEL RIESGO R.L.J. Esp. N° 123-2018-CENEPRED-J	  <b>Ing. Roosevelt Solano Peralta</b> EVALUADOR DEL RIESGO R.L.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J
---	---

Gráfico N° 14: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad



**Fuente:** elaboración propia, adaptado del Manual para la Evaluación de Riesgos originados por Fenómenos Naturales – 2da Versión

### 3.2 Recopilación y análisis de la información

Se ha realizado la recopilación de información disponible, tales como: estudios publicados por entidades técnico científicas competentes (INGEMMET, INDECI, SENAMHI, ANA), información histórica, estudio de peligros, cartografía, hidrografía, climatología, geología y geomorfología del área en evaluación; esta información recopilada nos sirve para realizar el trabajo de campo, en base a ello se realizó la caracterización climática, geológica, geomorfológica y el levantamiento topográfico, también se realizó las estimaciones hidrológicas e hidráulicas, estimando las máximas avenidas y simulación de inundación de la quebrada en evaluación.

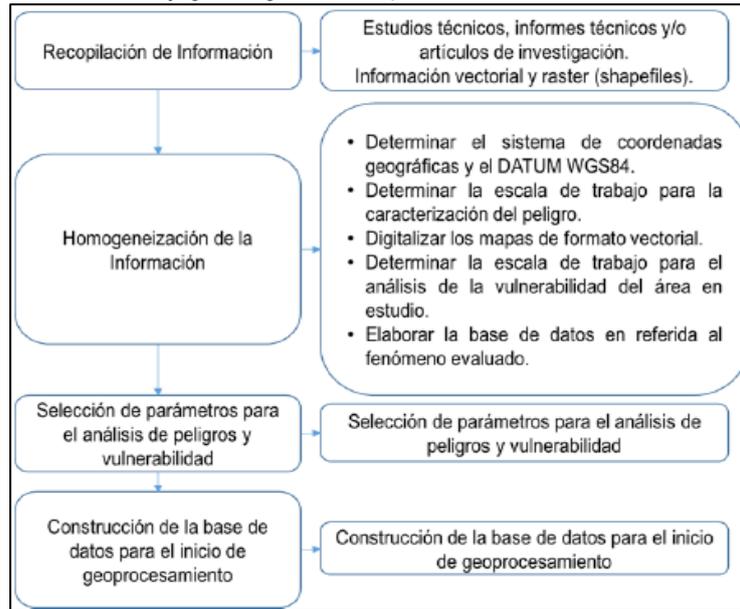
  

**Ing. Becker Boza Sulica**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Gráfico N° 15: Flujograma general del proceso de análisis de información



Fuente: Elaboración propia

### 3.3 Identificación y caracterización del peligro

De acuerdo al trabajo de campo pudimos observar el alto nivel de exposición de las viviendas con la quebrada, además de ello, la Qda. Ranrayocc Huaycco, en la parte superior y media, presenta secciones irregulares por la acumulación de roca arrastrada por la fuerza del cauce, también presenta una pendiente fuerte el cual le da mayor velocidad al flujo, haciendo que las fuerzas del cauce generen problemas de erosión y de desborde en la parte baja, generando daños a las viviendas asentadas en la parte baja de población de Chahuarma.

En tal sentido, en esta parte de la evaluación se plantea la evaluación del peligro por inundación fluvial, originado por el desborde de la Qda. Ranrayocc Huaycco.

Figura N° 032. Viviendas expuestas al paso del cauce de la Qda Ranrayocc Huaycco



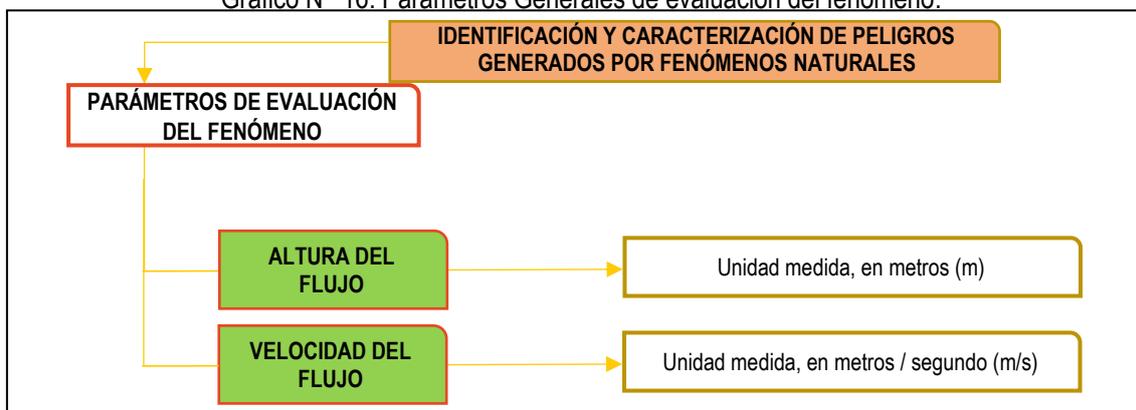
Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Parámetros de evaluación

Los parámetros 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, el cual representa la intensidad del evento. Cabe mencionar que los parámetros de evaluación deben considerarse como unidades cartografiables, ya que permiten caracterizar la intensidad con que un peligro afecta un área geográfica determinada.

En tal sentido, debido a que nuestro estudio esta referido a inundación fluvial, se ha considerado los parámetros de evaluación a la ALTURA DEL FLUJO y VELOCIDAD DEL FLUJO” de un caudal máximo con un periodo de retorno de 100 años (intensidad de un peligro en su área de influencia).

Gráfico N° 16: Parámetros Generales de evaluación del fenómeno.



Fuente: Elaboración propia en base al Manual del CENEPRE

#### a) Parámetro: Altura del flujo

Cuadro N° 27: Descriptores del parámetro altura del flujo

Parámetro	Descriptores	N° de descriptores	Descriptores
Altura del flujo	AF1	5	> a 1.00 m
	AF2		0.75 - 1.00 m
	AF3		0.50 - 0.75 m
	AF4		0.25 - 0.50 m
	AF5		< 0.25 m

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 28: Matriz de comparación de pares del parámetro altura del flujo

Altura del flujo	> a 1.00 m	0.75 - 1.00 m	0.50 - 0.75 m	0.25 - 0.50 m	< 0.25 m
> a 1.00 m	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
0.75 - 1.00 m	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
0.50 - 0.75 m	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
0.25 - 0.50 m	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
< 0.25 m	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 29: Matriz de normalización del parámetro altura del flujo

Altura del flujo	> a 1.00 m	0.75 - 1.00 m	0.50 - 0.75 m	0.25 - 0.50 m	< 0.25 m	Vector de Priorización
> a 1.00 m	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
0.75 - 1.00 m	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
0.50 - 0.75 m	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
0.25 - 0.50 m	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
< 0.25 m	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 30: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro de altura del flujo

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración propia

### b) Parámetro: Velocidad de flujo

Cuadro N° 31: Descriptores del parámetro velocidad del flujo

Parámetro	Descriptores	N° de descriptores	Descriptores
Velocidad del flujo	VF1	5	> a 15.0 m/s
	VF2		10.0 - 15.0 m/s
	VF3		5.0 - 10.0 m/s
	VF4		2.5 - 5.0 m/s
	VF5		< 2.5 m/s

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 32: Matriz de comparación de pares del parámetro velocidad del flujo

Velocidad del flujo	> a 15.0 m/s	10.0 - 15.0 m/s	5.0 - 10.0 m/s	2.5 - 5.0 m/s	< 2.5 m/s
> a 15.0 m/s	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
10.0 - 15.0 m/s	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
5.0 - 10.0 m/s	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
2.5 - 5.0 m/s	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
< 2.5 m/s	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 33: Matriz de normalización del parámetro velocidad del flujo

Velocidad del flujo	> a 15.0 m/s	10.0 - 15.0 m/s	5.0 - 10.0 m/s	2.5 - 5.0 m/s	< 2.5 m/s	Vector de Priorización
> a 15.0 m/s	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
10.0 - 15.0 m/s	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
5.0 - 10.0 m/s	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
2.5 - 5.0 m/s	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 World GIS
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

< 2.5 m/s	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 34: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro de velocidad del flujo

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.5 Susceptibilidad del territorio

La susceptibilidad está referida a la mayor o menor predisposición de que un evento suceda u ocurra sobre un determinado ámbito geográfico, en este caso se evaluó la susceptibilidad para el área EVAR, teniendo en cuenta a los factores condicionantes y desencadenantes.

Entonces de acuerdo al análisis para el área geográfica en evaluación, se determinó la susceptibilidad en base a factores condicionantes tales como la pendiente del territorio, unidades geológicas y unidades geomorfológicas; el factor desencadenante en este caso las anomalías de precipitación, a continuación, se indica el proceso metodológico de análisis jerárquico mediante la metodología de matriz de Saaty, de acuerdo a sus parámetros y descriptores

Cuadro N° 35: Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad

Factor desencadenante	Factor condicionante
Anomalías de precipitación (mm)	Pendiente
	Und. Geomorfológicas
	Und. Geológicas

Fuente: Elaboración propia

#### 3.5.1 Análisis del 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: Anomalía de precipitación

Cuadro N° 36: Descriptores del parámetro anomalías de precipitación

Parámetro	Descriptores	N° de descriptores	Descriptores	
Precipitación	PP1	5	96.7 - 110.4 mm	superior a su normal climática
	PP2		82.9 - 96.6 mm	superior a su normal climática
	PP3		69.1 - 82.8 mm	superior a su normal climática
	PP4		55.3 - 69.0 mm	superior a su normal climática
	PP5		41.4 - 55.2 mm	superior a su normal climática

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 37: Matriz de comparación de pares del parámetro anomalías de precipitación

Precipitación	96.7 - 110.4 mm	82.9 - 96.6 mm	69.1 - 82.8 mm	55.3 - 69.0 mm	41.4 - 55.2 mm
96.7 - 110.4 mm	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
82.9 - 96.6 mm	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
69.1 - 82.8 mm	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
55.3 - 69.0 mm	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
41.4 - 55.2 mm	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 38: Matriz de normalización del parámetro anomalías de precipitación

Precipitación	96.7 - 110.4 mm	82.9 - 96.6 mm	69.1 - 82.8 mm	55.3 - 69.0 mm	41.4 - 55.2 mm	Vector priorización
96.7 - 110.4 mm	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
82.9 - 96.6 mm	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
69.1 - 82.8 mm	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
55.3 - 69.0 mm	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
41.4 - 55.2 mm	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 39: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro anomalías de precipitación

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia

### 3.5.2 Análisis del factor condicionante

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: Unidades de pendiente

Cuadro N° 40: Descriptores del parámetro unidades de pendiente

Parámetro	Descriptores	N° de descriptores	Descriptores
Unidades de Pendiente	PE1	5	< 5°
	PE2		5 - 15°
	PE3		15 - 25°
	PE4		25 - 45°
	PE5		> 45°

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 41: Matriz de comparación de pares del parámetro unidades de pendiente

Unidades de Pendiente	< 5°	5 - 15°	15 - 25°	25 - 45°	> 45°
< 5°	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
5 - 15°	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
15 - 25°	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
25 - 45°	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
> 45°	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 42: Matriz de normalización del parámetro unidades de pendiente

Unidades de Pendiente	< 5°	5 - 15°	15 - 25°	25 - 45°	> 45°	Vector priorización
< 5°	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
5 - 15°	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
15 - 25°	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
25 - 45°	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
> 45°	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 43: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades de pendiente

IC	0.012
RC	0.010

Fuente: Elaboración propia

## b) Parámetro: Unidades geomorfológicas

Cuadro N° 44: Descriptores del parámetro de unidades geomorfológicas

Parámetro	Descriptores	N° de descriptores	Descriptores
Unidades geomorfológicas	UGE1	5	Quebradas
	UGE2		Cauce fluvial
	UGE3		Terraza aluvial
	UGE4		Colina de roca volcánica
	UGE5		Montaña de roca volcánica

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 45: Matriz de comparación de pares del parámetro de unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Quebradas	Cauce fluvial	Terraza aluvial	Colina de roca volcánica	Montaña de roca volcánica
Quebradas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
Cauce fluvial	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
Terraza aluvial	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

Colina de roca volcánica	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
Montaña de roca volcánica	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
<b>SUMA</b>	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
<b>1/SUMA</b>	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 46: Matriz de normalización del parámetro de unidades geomorfológicas

Unidades geomorfológicas	Quebradas	Cauce fluvial	Terraza aluvial	Colina de roca volcánica	Montaña de roca volcánica	Vector Priorización
Quebradas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
Cauce fluvial	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
Terraza aluvial	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
Colina de roca volcánica	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
Montaña de roca volcánica	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 47: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades geomorfológicas

<b>IC</b>	0.061
<b>RC</b>	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia

### c) Parámetro: Unidades geológicas

Cuadro N° 48: Descriptores del parámetro de unidades geológicas

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptores
Unidades geológicas	UG1	5	Depósitos aluviales recientes
	UG2		Depósito fluvial
	UG3		Depósitos aluviales antiguos
	UG4		Depósitos coluvio deluviales
	UG5		Formación Chahuarma

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 49: Matriz de comparación de pares del parámetro de unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósitos aluviales recientes	Depósito fluvial	Depósitos aluviales antiguos	Depósitos coluvio - deluviales	Formación Chahuarma
Depósitos aluviales recientes	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
Depósito fluvial	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
Depósitos aluviales antiguos	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00



	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 World GIS
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

Depósitos coluvio - deluviales	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
Formación Chahuarma	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 50: Matriz de normalización del parámetro de unidades geológicas

Unidades geológicas	Depósitos aluviales recientes	Depósito fluvial	Depósitos aluviales antiguos	Depósitos coluvio - deluviales	Formación Chahuarma	Vector priorización
Depósitos aluviales recientes	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
Depósito fluvial	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
Depósitos aluviales antiguos	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
Depósitos coluvio - deluviales	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
Formación Chahuarma	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 51: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades geológicas

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración propia

#### d) Análisis de los parámetros del factor condicionante

Cuadro N° 52: Parámetros del factor condicionante

Factores condicionantes	Simbología	Peso
Und. de Pendiente	PE	<b>0.633</b>
Und. Geomorfológicas	UGE	<b>0.260</b>
Und. Geológicas	UG	<b>0.106</b>

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 53: Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor condicionante

Factores condicionantes	Und. Pendiente	Und. Geomorfológicas	Und. Geológicas
Und. Pendiente	1.00	3.00	5.00
Und. Geomorfológicas	0.33	1.00	3.00
Und. Geológicas	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.53	4.33	9.00



*Ing. Becker Boza Sulca*  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J



*Ing. Roosevelt Solano Peralta*  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

1/SUMA	0.65	0.23	0.11
--------	------	------	------

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 54: Matriz de normalización de los parámetros del factor condicionante

Factores condicionantes	Und. Pendiente	Und. Geomorfológicas	Und. Geológicas	Vector Priorización
Und. Pendiente	0.652	0.692	0.556	<b>0.633</b>
Und. Geomorfológicas	0.217	0.231	0.333	<b>0.260</b>
Und. Geológicas	0.130	0.077	0.111	<b>0.106</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 55: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro utilizado para el factor condicionante

IC	0.019
RC	0.037

Fuente: Elaboración propia

### e) Análisis de ponderación

Cuadro N° 56: Análisis de ponderación

MATRIZ DE PELIGRO				
Parámetros de evaluación	Factores de Susceptibilidad			
0.60	0.40			
Altura del flujo <b>0.60</b> Velocidad del flujo <b>0.40</b>	Factores condicionantes <b>0.60</b>		Factores desencadenantes <b>0.40</b>	
	Unidad de Pendiente	<b>0.633</b>	Anomalia de precipitación	<b>1.00</b>
	Unidades geomorfológicas	<b>0.260</b>		
	Unidades geológicas	<b>0.106</b>		

Fuente: Elaboración propia

### 3.6 Definición del escenario

Se ha considerado pertinente establecer el escenario muy alto a partir de los mayores umbrales de precipitación registrados en el área de evaluación "Precipitaciones Extremadamente Lluviosas (PP > 25,2 mm), con una precipitación anómala de hasta 110.4 mm, para un periodo de retorno de 100 años.

### 3.7 Análisis de los elementos expuestos

Para identificar los elementos expuestos, se consideró todo elemento dentro del área de evaluación o área de influencia del peligro.

#### a) Población

Se consideró a toda la población dentro del área de evaluación

Cuadro N° 57: Población expuesta

Cantidad	Centro poblado
160 habitantes	Chahuarma

Fuente: Elaboración propia

**b) Lotes**

Se consideró a todos los lotes dentro del área en evaluación

Cuadro N° 58: Lotes por manzana

LOTES EXPUESTOS			
MANZANA	DESCRIPCIÓN	CODIFICACIÓN	TOTAL
A	LOTE - OCUPADO	1 - 6	6
B	LOTE - OCUPADO	7 - 16	10
C	LOTE - OCUPADO	17 - 18	2
D	LOTE - OCUPADO	19 - 29	11
E	LOTE - OCUPADO	30 - 34	5
F	LOTE - OCUPADO	35 - 39	5
G	LOTE - OCUPADO	40 - 45	6
H	LOTE - OCUPADO	46 - 52	7
I	LOTE - OCUPADO	53 - 62	10
J	LOTE - OCUPADO	63 - 76	14
K	LOTE - OCUPADO	77 - 88	12
L	LOTE - OCUPADO	89 - 109	21
<b>TOTAL</b>			<b>109</b>

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 59: Lotes de acuerdo al tipo de uso

N°	Característica	Cantidad
01	Centro de Salud	01
02	Instituciones educativas	03
03	Local comunal	01
04	Tambo	01
05	Vivienda – comercio	02
06	Viviendas	101
<b>TOTAL</b>		<b>109</b>

Fuente: Elaboración propia

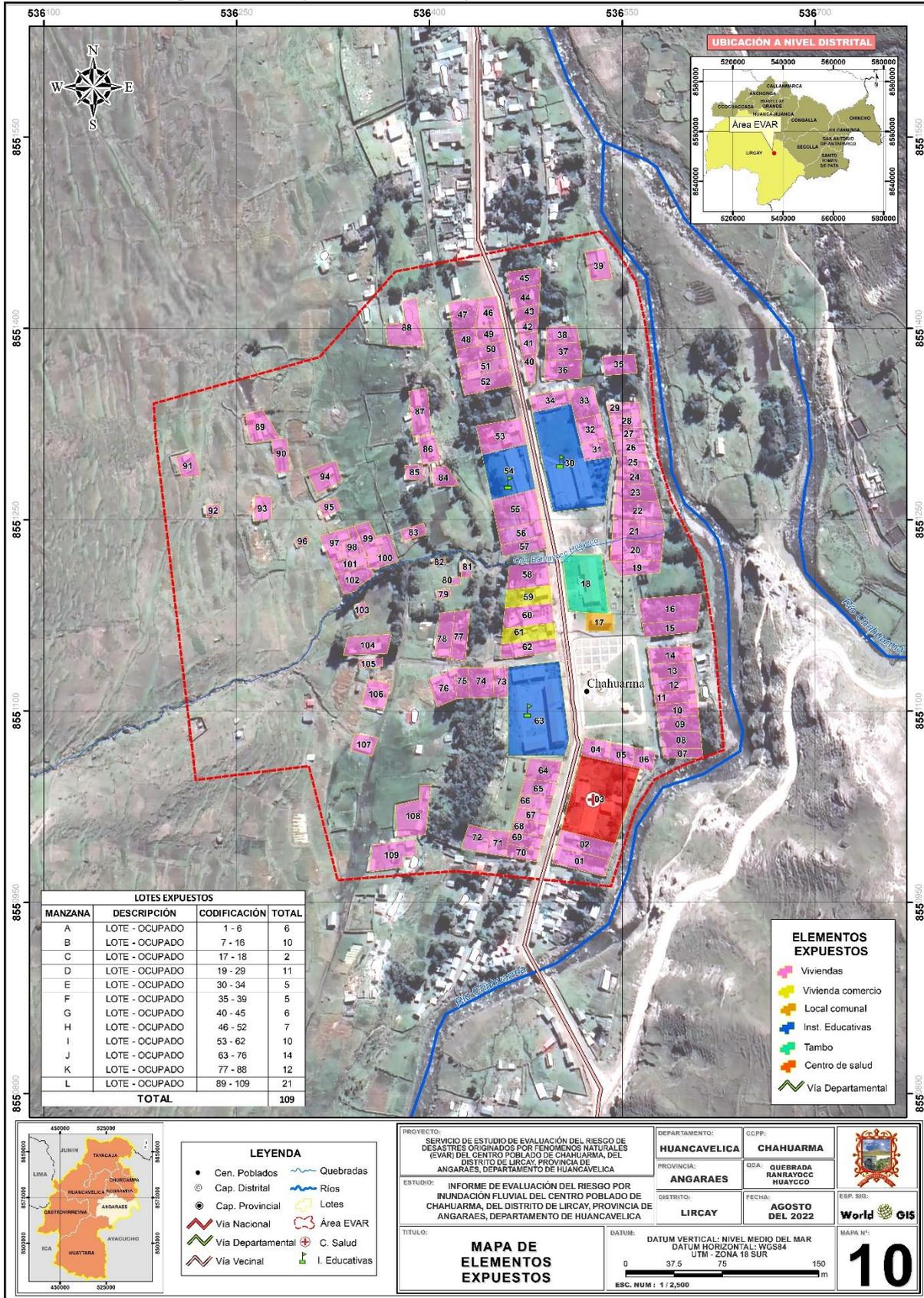
  

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 123-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Figura N° 33: Mapa de elementos expuestos del área en evaluación



Fuente: Elaboración propia

  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

### 3.8 Ponderación del peligro

Finalmente, la determinación de los niveles de peligro a inundación fluvial, se realiza sumando el resultado de la multiplicación del valor del fenómeno y de la susceptibilidad por el peso de ambos.

Cuadro N° 60: Cálculo de susceptibilidad y parámetros de evaluación

FACTORES CONDICIONANTES (FC)				FACTOR DESENCADENANTE (FD)	SUSCEPTIBILIDAD (S)	PARÁMETROS DE EVALUACIÓN DEL FENÓMENO (PE)			PELIGRO (P)
0.60				0.40	0.40	0.60	0.40	0.6	
UNIDADES GEOLÓGICAS	UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS	UNIDADES DE PENDIENTE	VALOR FC	ANOMALIA DE PRECIPITACIÓN (mm)	(FC)x(p)+(FD)x(p)	ALTURA DE FLUJO (m)	VELOCIDAD DEL FLUJO (m/s)	VALOR DEL PARÁMETRO	VALOR DEL PELIGRO
0.106	0.260	0.633							
0.468	0.503	0.468	0.477	0.503	0.488	0.468	0.468	0.468	0.476
0.268	0.260	0.268	0.266	0.260	0.264	0.268	0.268	0.268	0.266
0.144	0.134	0.144	0.141	0.134	0.138	0.144	0.144	0.144	0.142
0.076	0.068	0.076	0.074	0.068	0.071	0.076	0.076	0.076	0.074
0.044	0.035	0.044	0.042	0.035	0.039	0.044	0.044	0.044	0.042

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 61: Cálculo de peligro

Susceptibilidad (S)	Parámetros de evaluación del fenómeno (PE)	Peligro (P)
0.60	0.40	
Susceptibilidad	Altura de flujo (m) Velocidad de flujo (m/s)	Valor del peligro
0.488	0.468	0.476
0.264	0.268	0.266
0.138	0.144	0.142
0.071	0.076	0.074
0.039	0.044	0.042

Fuente: Elaboración propia

### 3.9 Estratificación del nivel de peligro

En la siguiente Cuadro se muestra la estratificación de la matriz de peligro obtenido:

Cuadro N° 62: Estratificación del peligro a inundación fluvial

NIVELES DE PELIGRO	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTO	Sectores con una altura de flujo > a 1.0 m y una velocidad de flujo > a 15 m/s; geológicamente conformada por depósitos aluviales recientes; unidad geomorfológica de quebrada; con pendiente suave y/o terrenos llanos < 5; con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 96.7 - 110.4 mm.	$0.266 \leq P \leq 0.476$
ALTO	Sectores con una altura de flujo de 0.75 - 1.0 m y una velocidad de flujo de 10 - 15 m/s; geológicamente conformada por depósitos fluviales; unidad geomorfológica de cauce fluvial; con pendiente moderada de 5° - 15°; con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 96.7 - 110.4 mm.	$0.142 \leq P < 0.266$

<b>MEDIO</b>	Sectores con una altura de flujo de 0.50 - 0.75 m y una velocidad de flujo de 5 - 10 m/s; geológicamente conformada por depósitos coluvio - deluviales; unidad geomorfológica de terraza aluvial; con pendiente fuerte de 15° - 25°; cauce fluvial; con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 96.7 - 110.4 mm.	<b>0.074 ≤ P &lt; 0.142</b>
<b>BAJO</b>	Sectores con una altura de flujo de 0.25 - 0.50 m o < 0.25 m y una velocidad de flujo de 2.5 - 5 m/s o < 2.5 m/s; geológicamente conformada por depósitos coluvio deluviales o formación Chahuarma; unidad geomorfológica de colinda de roca volcánica o montaña de roca volcánica; con pendiente muy fuerte de 25° - 45° o con pendientes escarpadas > 45°; con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 96.7 - 110.4 mm.	<b>0.042 ≤ P &lt; 0.074</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.10 Niveles del peligro

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

Cuadro N° 63: Niveles de peligro

Nivel	Rango		
<b>MUY ALTO</b>	<b>0.266</b>	<b>≤ P ≤</b>	<b>0.476</b>
<b>ALTO</b>	<b>0.142</b>	<b>≤ P &lt;</b>	<b>0.266</b>
<b>MEDIO</b>	<b>0.074</b>	<b>≤ P &lt;</b>	<b>0.142</b>
<b>BAJO</b>	<b>0.042</b>	<b>≤ P &lt;</b>	<b>0.074</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.11 Mapa de peligro

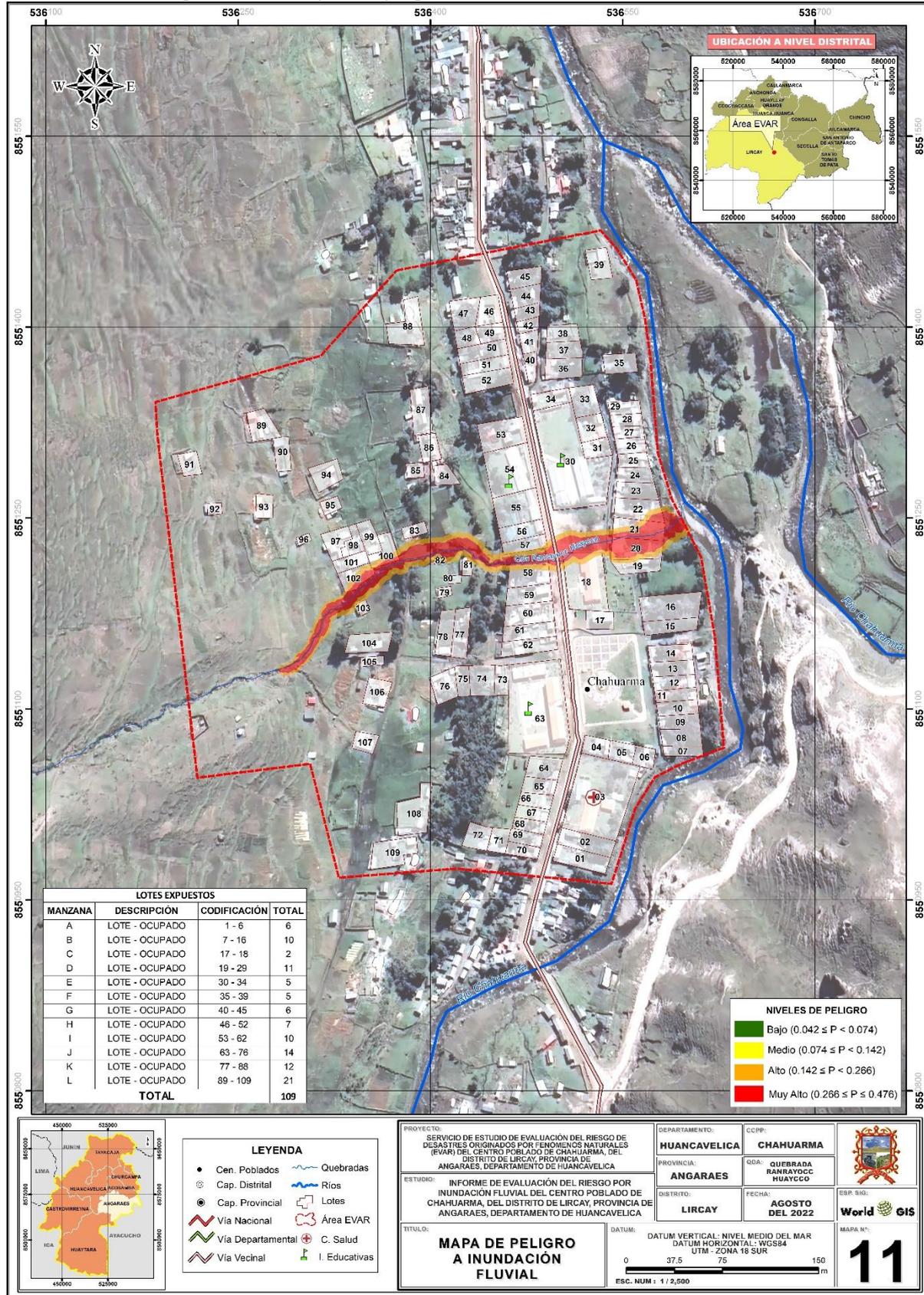
  

**Ing. Becker Boza Sulica**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Figura N° 034. Mapa de peligro a inundación fluvial, del área en evaluación.



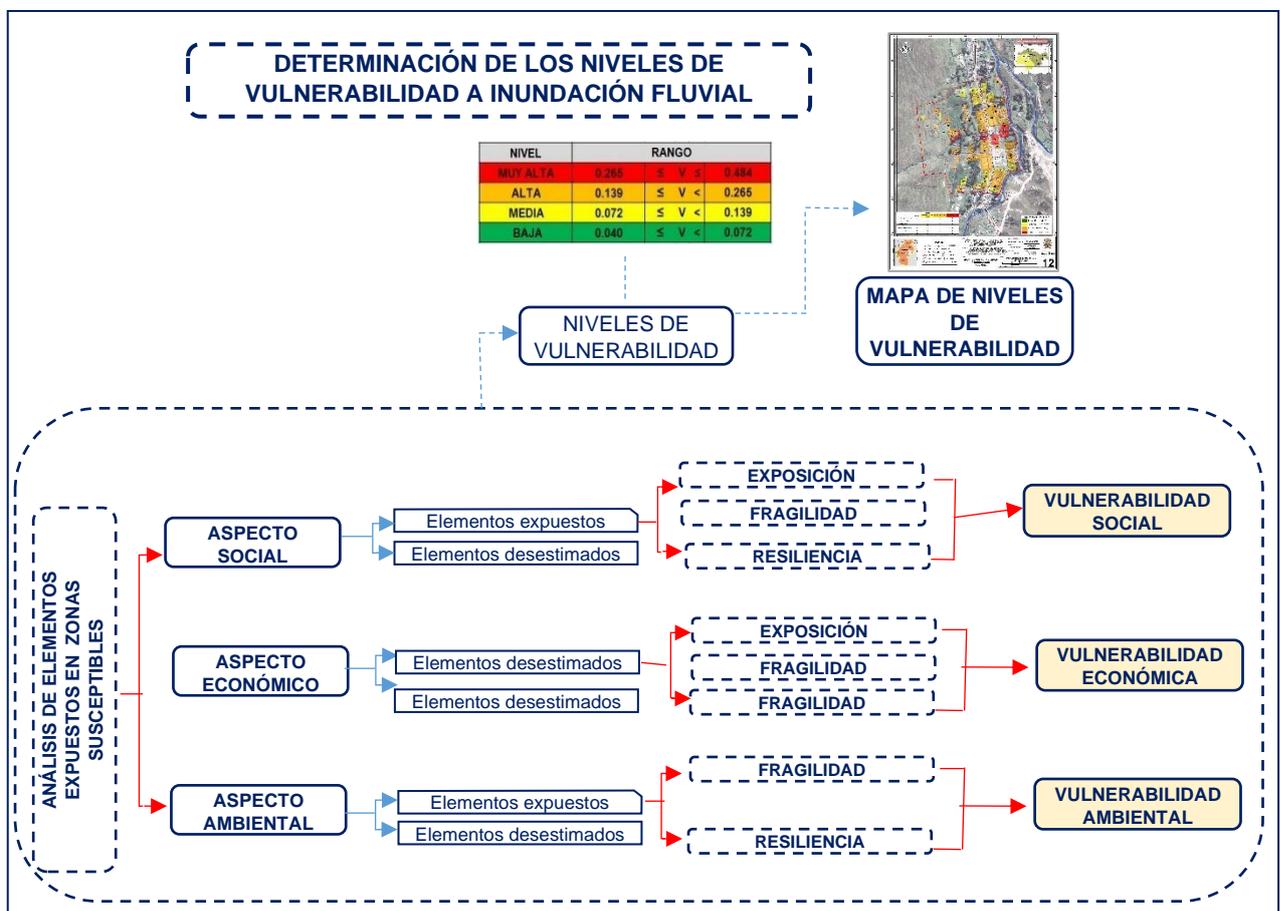
Fuente: Elaboración propia

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LA VULNERABILIDAD

### 4.1 Metodología para el análisis de la vulnerabilidad

En el marco de la Ley N° 29664 del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres y su Reglamento (D.S. N°048-2011-PCM) se define la vulnerabilidad como la susceptibilidad de la población, la estructura física o las actividades socioeconómicas, de sufrir daños por acción de un peligro o amenaza. En tal sentido para el análisis de la vulnerabilidad para el área en evaluación, se tendrá en cuenta su exposición, fragilidad y resiliencia tanto en la dimensión social, económico y ambiental. Para realizar el análisis de vulnerabilidad, se utiliza la siguiente metodología como se muestra en el gráfico:

Gráfico N° 17: Metodología para determinar el Nivel de Vulnerabilidad



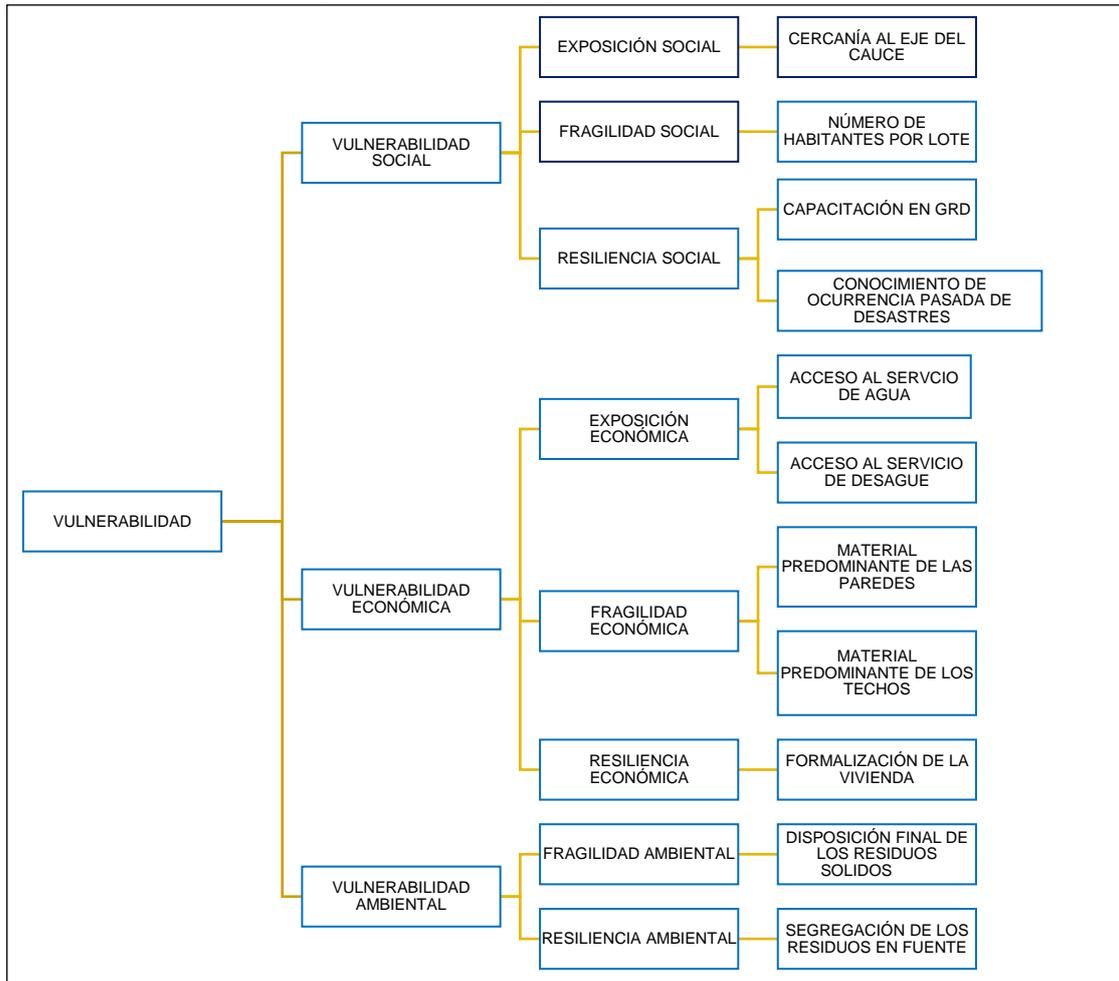
Fuente. Elaboración propia en base al Manual CENEPRED

Para determinar los niveles de vulnerabilidad para el área en evaluación, se ha considerado realizar el análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social, económica y ambiental, utilizando los parámetros de evaluación según detalle en el siguiente gráfico:

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Gráfico N° 18: Esquema metodológico para determinar el Nivel de Vulnerabilidad

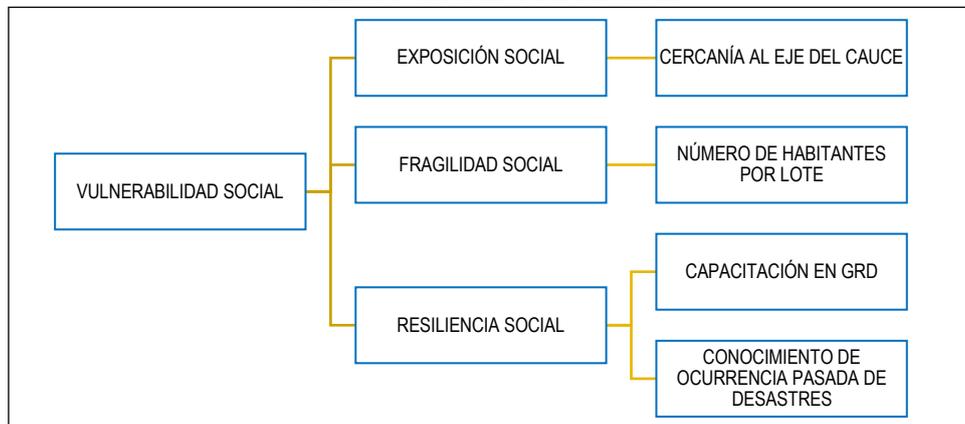


Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2 Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión social

El análisis de la dimensión social consiste en identificar las cualidades y características de los pobladores y su medio, en referencia al peligro. Se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición, fragilidad y resiliencia.

Gráfico N° 19: Vulnerabilidad social



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.1 Análisis de la exposición social – Ponderación de parámetros

Cuadro N° 64: Parámetros y ponderación

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Exposición social	CC	1	Cercanía al eje del cauce	1.0

Fuente: Elaboración propia

##### a) Parámetro: Cercanía al eje del cauce

Cuadro N° 65: Descriptores del parámetro cercanía al eje del cauce

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Cercanía al eje del cauce	CC1	5	≤ 10 m
	CC2		11 - 25 m
	CC3		26 - 50 m
	CC4		51 - 100 m
	CC5		Mayor a 100 m

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 66: Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía al eje del cauce

Cercanía al eje del cauce	CC1: ≤ 10 m	CC2: 11 - 25 m	CC3: 26 - 50 m	CC4: 51 - 100 m	CC5: Mayor a 100 m
CC1: ≤ 10 m	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
CC2: 11 - 25 m	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
CC3: 26 - 50 m	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
CC4: 51 - 100 m	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
CC5: Mayor a 100 m	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 67: Matriz de normalización del parámetro cercanía al eje del cauce

Cercanía al eje del cauce	CC1: ≤ 10 m	CC2: 11 - 25 m	CC3: 26 - 50 m	CC4: 51 - 100 m	CC5: Mayor a 100 m	Vector priorización
CC1: ≤ 10 m	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
CC2: 11 - 25 m	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
CC3: 26 - 50 m	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
CC4: 51 - 100 m	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
CC5: Mayor a 100 m	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Cuadro N° 68: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro cercanía al eje del cauce

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.2 Análisis de la fragilidad social – Ponderación de parámetros

Cuadro N° 69: Parámetros y ponderación

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Resiliencia social	<b>NH</b>	<b>1</b>	Número de habitantes por lote	<b>1.000</b>

Fuente: Elaboración propia

##### a) Parámetro: Número de habitantes por lote

Cuadro N° 70: Descriptores del parámetro número de habitantes por lote

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Número de habitantes por lote	<b>NH1</b>	<b>5</b>	≥ 9 habitantes
	<b>NH2</b>		Entre 7 y 8 habitantes
	<b>NH3</b>		Entre 5 y 6 habitantes
	<b>NH4</b>		Entre 3 y 4 habitantes
	<b>NH5</b>		≤ 2 habitantes

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 71: Matriz de comparación de pares del parámetro número de habitantes por lote

Capacitación en GRD	NH1: ≥ 9 habitantes	NH2: Entre 7 y 8 habitantes	NH3: Entre 5 y 6 habitantes	NH4: Entre 3 y 4 habitantes	NH5: ≤ 2 habitantes
NH1: ≥ 9 habitantes	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
NH2: Entre 7 y 8 habitantes	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
NH3: Entre 5 y 6 habitantes	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
NH4: Entre 3 y 4 habitantes	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
NH5: ≤ 2 habitantes	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 72: Matriz de normalización del parámetro número de habitantes por lote

Capacitación en GRD	NH1: ≥ 9 habitantes	NH2: Entre 7 y 8 habitantes	NH3: Entre 5 y 6 habitantes	NH4: Entre 3 y 4 habitantes	NH5: ≤ 2 habitantes	Vector priorización
NH1: ≥ 9 habitantes	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
NH2: Entre 7 y 8 habitantes	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
NH3: Entre 5 y 6 habitantes	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
NH4: Entre 3 y 4 habitantes	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
NH5: ≤ 2 habitantes	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

Cuadro N° 73: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro habitantes por lote

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2.3 Análisis de la resiliencia social – Ponderación de parámetros

Cuadro N° 74: Parámetros y ponderación

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Resiliencia social	CR	2	Capacitación en GRD	0.5
	CO		Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres	0.5

Fuente: Elaboración propia

##### a) Parámetro: Capacitación en GRD

Cuadro N° 75: Descriptores del parámetro capacitación en GRD

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Capacitación en GRD	CR1	5	Nunca
	CR2		hace 5 años
	CR3		hace 3 años
	CR4		hace 2 años
	CR5		hace 1 año

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 76: Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD

Capacitación en GRD	CR1: Nunca	CR2: hace 5 años	CR3: hace 3 años	CR4: hace 2 años	CR5: hace 1 año
CR1: Nunca	1.00	2.00	4.00	6.00	8.00
CR2: hace 5 años	0.50	1.00	2.00	4.00	6.00
CR3: hace 3 años	0.25	0.50	1.00	2.00	4.00
CR4: hace 2 años	0.17	0.25	0.50	1.00	2.00
CR5: hace 1 año	0.13	0.17	0.25	0.50	1.00
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 77: Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD

Capacitación en GRD	CR1: Nunca	CR2: hace 5 años	CR3: hace 3 años	CR4: hace 2 años	CR5: hace 1 año	Vector priorización
CR1: Nunca	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	0.468
CR2: hace 5 años	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	0.268
CR3: hace 3 años	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	0.144
CR4: hace 2 años	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	0.076
CR5: hace 1 año	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	0.044
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 78: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro capacitación en GRD

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración propia

**b) Parámetro: Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres**

Cuadro N° 79: Descriptores del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres	CO1	5	Sin conocimiento
	CO2		Conocimiento erróneo
	CO3		Conocimiento limitado
	CO4		Con conocimiento, pero sin interés
	CO5		Con conocimiento

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 80: Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de d.

Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres	CO1: Sin conocimiento	CO2: Conocimiento erróneo	CO3: Conocimiento limitado	CO4: Con conocimiento, pero sin interés	CO5: Con conocimiento
CO1: Sin conocimiento	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
CO2: Conocimiento erróneo	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
CO3: Conocimiento limitado	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
CO4: Con conocimiento, pero sin interés	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
CO5: Con conocimiento	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 81: Matriz de normalización del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres

Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres	CO1: Sin conocimiento	CO2: Conocimiento erróneo	CO3: Conocimiento limitado	CO4: Con conocimiento, pero sin interés	CO5: Con conocimiento	Vector priorización
CO1: Sin conocimiento	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
CO2: Conocimiento erróneo	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
CO3: Conocimiento limitado	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
CO4: Con conocimiento, pero sin interés	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
CO5: Con conocimiento	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 82: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres

IC	0.061
RC	0.054

Fuente: Elaboración propia

### Análisis de ponderación en la dimensión social

Cuadro N° 83: Análisis de ponderación social

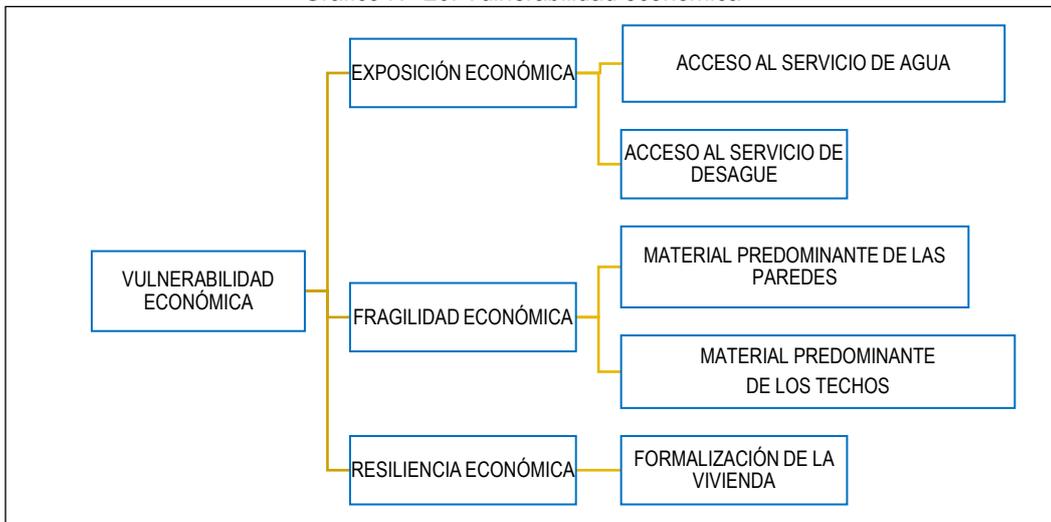
DIMENSIÓN SOCIAL		
Exposición <b>0.539</b>	Fragilidad <b>0.297</b>	Resiliencia <b>0.164</b>
Cercanía al eje del cauce <b>1.0</b>	Número de habitantes por lote <b>1.0</b>	Capacitación en GRD <b>0.5</b>
		Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres <b>0.5</b>

Fuente: Elaboración propia

### 4.3 Análisis de la vulnerabilidad en la dimensión económica

En el análisis de la dimensión económica del área en evaluación, se identificaron y seleccionaron parámetros de evaluación agrupados en las componentes de exposición y fragilidad.

Gráfico N° 20: Vulnerabilidad económica



Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.1 Análisis de la exposición económica - Ponderación de parámetros

Cuadro N° 84: Parámetros de la exposición económica

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Exposición económica	AA	2	Acceso al servicio de agua	0.5
	AD		Acceso al servicio de desagüe	0.5

Fuente: Elaboración propia

a) **Parámetro: Acceso al servicio de agua**

Cuadro N° 85: Descriptores del parámetro acceso al servicio de agua

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Acceso al servicio de agua	AA1	5	No tiene
	AA2		Pozo, acequia o riachuelo
	AA3		Pilón de uso público
	AA4		Red pública de agua fuera de la vivienda
	AA5		Red pública de agua dentro de la vivienda

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 86: Matriz de comparación de pares del parámetro acceso al servicio de agua

Acceso al servicio de agua	AA1: No tiene	AA2: Pozo, acequia o riachuelo	AA3: Pilón de uso público	AA4: Red pública de agua fuera de la vivienda	AA5: Red pública de agua dentro de la vivienda
AA1: No tiene	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00	8.00
AA2: Pozo, acequia o riachuelo	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00
AA3: Pilón de uso público	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00
AA4: Red pública de agua fuera de la vivienda	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00
AA5: Red pública de agua dentro de la vivienda	0.13	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 87: Matriz de normalización del parámetro acceso al servicio de agua

Acceso al servicio de agua	AA1: No tiene	AA2: Pozo, acequia o riachuelo	AA3: Pilón de uso público	AA4: Red pública de agua fuera de la vivienda	AA5: Red pública de agua dentro de la vivienda	Vector Priorización
AA1: No tiene	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
AA2: Pozo, acequia o riachuelo	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
AA3: Pilón de uso público	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
AA4: Red pública de agua fuera de la vivienda	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
AA5: Red pública de agua dentro de la vivienda	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 World GIS
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

Cuadro N° 88: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro acceso al servicio de agua

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración propia

### b) Parámetro: Acceso al servicio de desagüe

Cuadro N° 89: Descriptores del parámetro acceso al servicio de desagüe

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Acceso al servicio de desagüe	AD1	5	No tiene
	AD2		Río, acequia o canal
	AD3		Pozo séptico y pozo negro, letrina
	AD4		Unidad básica de saneamiento
	AD5		Red Pública de desagüe dentro de la vivienda

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 90: Matriz de comparación de pares del parámetro acceso al servicio de desagüe

Acceso al servicio de desagüe	AD1: No tiene	AD2: Río, acequia o canal	AD3: Pozo séptico y pozo negro, letrina	AD4: Unidad básica de saneamiento	AD5: Red pública de desagüe dentro de la vivienda
AD1: No tiene	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
AD2: Río, acequia o canal	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
AD3: Pozo séptico y pozo negro, letrina	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
AD4: Unidad básica de saneamiento	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
AD5: Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 91: Matriz de normalización del parámetro acceso al servicio de desagüe

Acceso al servicio de desagüe	AD1: No tiene	AD2: Río, acequia o canal	AD3: Pozo séptico y pozo negro, letrina	AD4: Unidad básica de saneamiento	AD5: Red pública de desagüe dentro de la vivienda	Vector priorización
AD1: No tiene	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
AD2: Río, acequia o canal	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
AD3: Pozo séptico y pozo negro, letrina	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
AD4: Unidad básica de saneamiento	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>

AD5: Red pública de desagüe dentro de la vivienda	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 92: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro acceso al servicio de desagüe

IC	0.061
RC	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.2 Análisis de la fragilidad económica - Ponderación de parámetros

Para el análisis de la fragilidad en la dimensión económica, se evaluaron los siguientes parámetros.

Cuadro N° 93: Parámetros de fragilidad económica

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Fragilidad económica	MP	2	Material predominante de las paredes	<b>0.50</b>
	MT		Material predominante de los techos	<b>0.50</b>

Fuente: Elaboración propia

##### a) Parámetro: Material predominante de las paredes

Cuadro N° 94: Descriptores del parámetro material predominante de las paredes

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Material predominante de las paredes	MP1	5	Calamina y/o estera
	MP2		Madera
	MP3		Adobe o tapia sin recubrimiento
	MP4		Adobe o tapia con recubrimiento
	MP5		Ladrillo o bloque de cemento

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 95: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes

	MP1: Calamina y/o estera	MP2: Madera	MP3: Adobe o tapia sin recubrimiento	MP4: Adobe o tapia con recubrimiento	MP5: Ladrillo o bloque de cemento
Material predominante de las paredes					
MP1: Calamina y/o estera	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00	8.00
MP2: Madera	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00
MP3: Adobe o tapia sin recubrimiento	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00
MP4: Adobe o tapia con recubrimiento	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00
MP5: Ladrillo o bloque de cemento	0.13	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 96: Matriz de normalización del parámetro material predominante de las paredes

Material predominante de las paredes	MP1: Calamina y/o estera	MP2: Madera	MP3: Adobe o tapia sin recubrimiento	MP4: Adobe o tapia con recubrimiento	MP5: Ladrillo o bloque de cemento	Vector Priorización
MP1: Calamina y/o estera	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
MP2: Madera	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
MP3: Adobe o tapia sin recubrimiento	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
MP4: Adobe o tapia con recubrimiento	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
MP5: Ladrillo o bloque de cemento	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 97: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de las paredes

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración propia

#### b) Parámetro: Material predominante de los techos

Cuadro N° 98: Descriptores del parámetro material predominante de los techos

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Material predominante de los techos	MT1	5	Teja artesanal
	MT2		Calamina
	MT3		Fibraforte (polipropileno) y/o eternit
	MT4		Chapa metálica
	MT5		Losa de concreto armado

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 99: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de los techos

Material predominante de los techos	MT1: Teja artesanal	MT2: Calamina	MT3: Fibraforte (polipropileno) y/o eternit	MT4: Chapa metálica	MT5: Losa de concreto armado
MT1: Teja artesanal	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
MT2: Calamina	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
MT3: Fibraforte (polipropileno) y/o eternit	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00
MT4: Chapa metálica	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
MT5: Losa de concreto armado	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 100: Matriz de normalización del parámetro material predominante de los techos

Material predominante de los techos	MT1: Teja artesanal	MT2: Calamina	MT3: Fibraforte (polipropileno) y/o eternit	MT4: Chapa metálica	MT5: Losa de concreto armado	Vector Priorización
-------------------------------------	---------------------	---------------	---	---------------------	------------------------------	---------------------

MT1: Teja artesanal	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
MT2: Calamina	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
MT3: Fibraforte (polipropileno) y/o eternit	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
MT4: Chapa metálica	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
MT5: Losa de concreto armado	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 101: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de los techos

IC	0.061
RC	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.3.3 Análisis de la resiliencia económica - Ponderación de parámetros

Para el análisis de la resiliencia en la dimensión económica, se evaluó el siguiente parámetro:

Cuadro N° 102: Parámetros de resiliencia económica

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Resiliencia económica	<b>FV</b>	<b>1</b>	Formalización de la vivienda	<b>1.0</b>

Fuente: Elaboración propia

#### c) Parámetro: Formalización de la vivienda

Cuadro N° 103: Descriptores del parámetro formalización de la vivienda

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Formalización de la vivienda	<b>FV1</b>	<b>5</b>	Invasión
	<b>FV2</b>		En litigio / reasentamiento
	<b>FV3</b>		Comunidad campesina
	<b>FV4</b>		Predio urbano en trámite
	<b>FV5</b>		Predio urbano de uso

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 104: Matriz de comparación de pares del parámetro formalización de la vivienda

Formalización de la vivienda	FV1: Invasión	FV2: En litigio / reasentamiento	FV3: Comunidad campesina	FV4: Predio urbano en trámite	FV5: Predio urbano en uso
FV1: Invasión	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00	9.00
FV2: En litigio / reasentamiento	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00	7.00
FV3: Comunidad campesina	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00	5.00

FV4: Predio urbano en trámite	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>	3.00
FV5: Predio urbano en uso	0.11	0.14	0.20	0.33	<b>1.00</b>
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 105: Matriz de normalización del parámetro formalización de la vivienda

Formalización de la vivienda	FV1: Invasión	FV2: En litigio / reasentamiento	FV3: Comunidad campesina	FV4: Predio urbano en trámite	FV5: Predio urbano en uso	Vector Priorización
FV1: Invasión	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	<b>0.503</b>
FV2: En litigio / reasentamiento	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	<b>0.260</b>
FV3: Comunidad campesina	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	<b>0.134</b>
FV4: Predio urbano en trámite	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	<b>0.068</b>
FV5: Predio urbano en uso	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	<b>0.035</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 106: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro formalización de la vivienda

IC	0.061
RC	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Análisis de ponderación en la dimensión económica

Cuadro N° 107: Análisis de ponderación económica

DIMENSIÓN ECONÓMICA		
Exposición <b>0.503</b>	Fragilidad <b>0.297</b>	Resiliencia <b>0.164</b>
Acceso al servicio de agua <b>0.5</b>	Material predominante de las paredes <b>0.5</b>	Formalización de la vivienda <b>1.0</b>
Acceso al servicio de desagüe <b>0.5</b>	Material predominante de los techos <b>0.5</b>	

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4 Análisis de la vulnerabilidad ambiental

Para el análisis de la dimensión ambiental se consideraron los componentes de fragilidad y resiliencia.

Gráfico N° 21: Vulnerabilidad ambiental



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4.1 Análisis de la fragilidad ambiental - Ponderación de parámetros

Para el análisis de la fragilidad en la dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes parámetros.

Cuadro N° 108: Parámetros de fragilidad ambiental

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Fragilidad ambiental	DF	1	Disposición final de residuos sólidos	1.00

Fuente: Elaboración propia

##### a) Parámetro: Disposición final de residuos sólidos

Cuadro N° 109: Descriptores del parámetro de disposición final de los residuos sólidos

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Disposición final de los residuos sólidos	DF1	5	Ríos y quebradas
	DF2		Botadero
	DF3		Botadero controlado
	DF4		Relleno sanitario
	DF5		Planta de reciclaje

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 110: Matriz de comparación de pares del parámetro disposición final de residuos sólidos

Disposición final de RR SS	DF1: Ríos y quebradas	DF2: Botadero	DF3: Botadero controlado	DF4: Relleno sanitario	DF5: Planta de reciclaje
DF1: Ríos y quebradas	1.00	3.00	5.00	7.00	9.00
DF2: Botadero	0.33	1.00	3.00	5.00	7.00
DF3: Botadero controlado	0.20	0.33	1.00	3.00	5.00
DF4: Relleno sanitario	0.14	0.20	0.33	1.00	3.00
DF5: Planta de reciclaje	0.11	0.14	0.20	0.33	1.00
SUMA	1.79	4.68	9.53	16.33	25.00
1/SUMA	0.56	0.21	0.10	0.06	0.04

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 111: Matriz de normalización del parámetro disposición final de residuos sólidos

Disposición final de RR SS	DF1: Ríos y quebradas	DF2: Botadero	DF3: Botadero controlado	DF4: Relleno sanitario	DF5: Planta de reciclaje	Vector Priorización
DF1: Ríos y quebradas	0.560	0.642	0.524	0.429	0.360	0.503
DF2: Botadero	0.187	0.214	0.315	0.306	0.280	0.260
DF3: Botadero controlado	0.112	0.071	0.105	0.184	0.200	0.134
DF4: Relleno sanitario	0.080	0.043	0.035	0.061	0.120	0.068
DF5: Planta de reciclaje	0.062	0.031	0.021	0.020	0.040	0.035
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

  
 Ing. Becker Boza Sulica  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPREL-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPREL-J

Cuadro N° 112: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro disposición final de residuos sólidos

IC	0.061
RC	<b>0.054</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.4.2 Análisis de la resiliencia ambiental - Ponderación de parámetros

Para el análisis de la resiliencia en la dimensión ambiental, se evaluaron los siguientes parámetros.

Cuadro N° 113: Parámetros de resiliencia ambiental

Dimensión social	Parámetro	N° de parámetros	Parámetro	Ponderación
Resiliencia ambiental	<b>SR</b>	<b>1</b>	Segregación de residuos en fuente	<b>1.00</b>

Fuente: Elaboración propia

#### a) Parámetro: Segregación de residuos en fuente

Cuadro N° 114: Descriptores del parámetro segregación de residuos en fuente

Parámetro	Descriptor	N° de descriptores	Descriptor
Segregación de residuos en fuente	SR1	5	Sin segregación de residuos
	SR2		Orgánicos y aprovechables
	SR3		Orgánicos, aprovechables y no aprovechables
	SR4		Orgánicos, aprovechables, no aprovechables y peligrosos
	SR5		Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 115: Matriz de comparación de pares del parámetro segregación de residuos en fuente

Segregación de residuos en fuente	SR1: Sin segregación de residuos	SR2: Orgánicos y aprovechables	SR3: Orgánicos, aprovechables y no aprovechables	SR4: Orgánicos aprovechables, no aprovechables y peligrosos	SR5: Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros
SR1: Sin segregación de residuos	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00	8.00
SR2: Orgánicos y aprovechables	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00	6.00
SR3: Orgánicos, aprovechables y no aprovechables	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00	4.00
SR4: Orgánicos aprovechables, no aprovechables y peligrosos	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>	2.00
SR5: Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros	0.13	0.17	0.25	0.50	<b>1.00</b>
SUMA	2.04	3.92	7.75	13.50	21.00
1/SUMA	0.49	0.26	0.13	0.07	0.05

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 116: Matriz de normalización del parámetro segregación de residuos en fuente

Segregación de residuos en fuente	SR1: Sin segregación de residuos	SR2: Orgánicos y aprovechables	SR3: Orgánicos, aprovechables y no aprovechables	SR4: Orgánicos, aprovechables, no aprovechables y peligrosos	SR5: Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros	Vector Priorización
SR1: Sin segregación de residuos	0.490	0.511	0.516	0.444	0.381	<b>0.468</b>
SR2: Orgánicos y aprovechables	0.245	0.255	0.258	0.296	0.286	<b>0.268</b>
SR3: Orgánicos, aprovechables y no aprovechables	0.122	0.128	0.129	0.148	0.190	<b>0.144</b>
SR4: Orgánicos aprovechables, no aprovechables y peligrosos	0.082	0.064	0.065	0.074	0.095	<b>0.076</b>
SR5: Orgánicos, aprovechables, no aprovechables, peligrosos y otros	0.061	0.043	0.032	0.037	0.048	<b>0.044</b>
	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 117: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro segregación de residuos en fuente

IC	0.012
RC	<b>0.010</b>

Fuente: Elaboración propia

#### Análisis de ponderación en la dimensión ambiental

Cuadro N° 118: Análisis de ponderación ambiental

DIMENSIÓN AMBIENTAL	
Fragilidad <b>0.5</b>	Resiliencia <b>0.5</b>
Disposición final de residuos sólidos <b>1.00</b>	Segregación de residuos en fuente <b>1.00</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5 Ponderación de la vulnerabilidad

Cuadro N° 119: Calculo de la vulnerabilidad social

VULNERABILIDAD SOCIAL (VS)														VALOR DIMENSIÓN SOCIAL	PESO DIMENSIÓN SOCIAL
EXPOSICIÓN SOCIAL (ES)				FRAGILIDAD SOCIAL (FS)				RESILIENCIA SOCIAL (RS)							
Cercanía al eje del cauce	Valor Exposición Social	Peso Exposición Social	Número de habitantes por lote	Valor Fragilidad Social	Peso Fragilidad Social	Capacitación en GRD		Conocimiento de ocurrencia pasada de desastres		Valor Resiliencia Social	Peso Resiliencia Social				
						Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc						
1.000	0.468	0.468	0.539	1.000	0.503	0.503	0.297	0.500	0.468	0.500	0.503	0.486	0.164	0.481	0.633
1.000	0.268	0.268	0.539	1.000	0.260	0.260	0.297	0.500	0.268	0.500	0.260	0.264	0.164	0.265	0.633
1.000	0.144	0.144	0.539	1.000	0.134	0.134	0.297	0.500	0.144	0.500	0.134	0.139	0.164	0.140	0.633
1.000	0.076	0.076	0.539	1.000	0.068	0.068	0.297	0.500	0.076	0.500	0.068	0.072	0.164	0.073	0.633
1.000	0.044	0.044	0.539	1.000	0.035	0.035	0.297	0.500	0.044	0.500	0.035	0.039	0.164	0.041	0.633

Fuente: Elaboración propia

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Cuadro N° 120: Calculo de la vulnerabilidad económica

VULNERABILIDAD ECONÓMICA (VE)																	
EXPOSICIÓN ECONÓMICA (EE)				FRAGILIDAD ECONÓMICA (FE)								RESILIENCIA ECONÓMICA (RE)				VALOR DIMENSIÓN ECONÓMICA	PESO DIMENSIÓN ECONÓMICA
Acceso al servicio de agua		Acceso al servicio de desagüe		Valor Exposición Económica	Peso Exposición Económica	Material predominante de las paredes		Material predominante de los techos		Valor Fragilidad Económica	Peso Fragilidad Económica	Formalización de la vivienda		Valor Resiliencia Económica	Peso Resiliencia Económica		
Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc	Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc
0.500	0.468	0.500	0.503	0.486	0.539	0.500	0.468	0.500	0.503	0.486	0.297	1.000	0.503	0.503	0.164	0.488	0.260
0.500	0.268	0.500	0.260	0.264	0.539	0.500	0.268	0.500	0.260	0.264	0.297	1.000	0.260	0.260	0.164	0.264	0.260
0.500	0.144	0.500	0.134	0.139	0.539	0.500	0.144	0.500	0.134	0.139	0.297	1.000	0.134	0.134	0.164	0.138	0.260
0.500	0.076	0.500	0.068	0.072	0.539	0.500	0.076	0.500	0.068	0.072	0.297	1.000	0.068	0.068	0.164	0.071	0.260
0.500	0.044	0.500	0.035	0.039	0.539	0.500	0.044	0.500	0.035	0.039	0.297	1.000	0.035	0.035	0.164	0.039	0.260

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 121: Calculo de la vulnerabilidad ambiental

VULNERABILIDAD AMBIENTAL (VA)									
FRAGILIDAD AMBIENTAL (FA)				RESILIENCIA AMBIENTAL (RA)				VALOR DIMENSIÓN AMBIENTAL	PESO DIMENSIÓN AMBIENTAL
Disposición final de residuos sólidos		Valor Fragilidad Ambiental	Peso de Fragilidad Ambiental	Segregación de residuos en fuente		Valor Resiliencia Ambiental	Peso de Resiliencia Ambiental		
Ppar	Pdesc			Ppar	Pdesc				
1.000	0.503	0.503	0.500	1.000	0.468	0.468	0.500	0.486	0.106
1.000	0.260	0.260	0.500	1.000	0.268	0.268	0.500	0.264	0.106
1.000	0.134	0.134	0.500	1.000	0.144	0.144	0.500	0.139	0.106
1.000	0.068	0.068	0.500	1.000	0.076	0.076	0.500	0.072	0.106
1.000	0.035	0.035	0.500	1.000	0.044	0.044	0.500	0.039	0.106

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 122: Cálculo de la vulnerabilidad

Vulnerabilidad Social (VS)	Vulnerabilidad Económica (VE)	Vulnerabilidad Ambiental (VA)	VULNERABILIDAD (V)
0.633	0.260	0.106	
0.481	0.488	0.486	0.484
0.265	0.264	0.264	0.265
0.140	0.138	0.139	0.139
0.073	0.071	0.072	0.072
0.041	0.039	0.039	0.040

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6 Estratificación de la vulnerabilidad

En el siguiente cuadro se muestra la estratificación de los niveles de vulnerabilidad obtenido:

Cuadro N° 123: Estratificación de la vulnerabilidad

NIVELES DE VULNERABILIDAD	DESCRIPCIÓN	RANGO
MUY ALTA	Viviendas con una cercanía al eje del cauce $\leq 10$ m, $\geq 9$ habitantes por lote, pobladores que nunca fueron capacitados en GRD, sin conocimiento de ocurrencia pasada de desastres, sin acceso al servicio de agua, sin acceso al servicio de desagüe, viviendas con paredes en base a calamina y/o estera, con techos en base a teja artesanal, viviendas obtenidas de invasión, con disposición final de RR SS a ríos y quebradas y sin segregación de residuos.	$0.265 \leq V \leq 0.484$

<b>ALTA</b>	Viviendas con una cercanía al eje del cauce de 11 - 25 m, entre 7 y 8 habitantes por lote, pobladores que fueron capacitados hace 5 años en GRD, con conocimiento erróneo de ocurrencia pasada de desastres, acceso de agua de pozo, acequia o riachuelo, desecha sus residuos al río, acequia o canal, viviendas con paredes en base a madera, con techos en base a calamina, viviendas en litigio o reasentamiento, con disposición final de RR SS en botadero, con segregación en fuente en orgánicos y aprovechables.	<b>0.139 ≤ V &lt; 0.265</b>
<b>MEDIA</b>	Viviendas con una cercanía al eje del cauce de 26 - 50 m, entre 5 y 6 habitantes por lote, pobladores que fueron capacitados hace 3 años en GRD, con conocimiento limitado de ocurrencia pasada de desastres, acceso de agua de pilón de uso público, con acceso a pozo séptico o letrina, viviendas con paredes en base a adobe o tapia sin recubrimiento, con techos en base a Fibraforte (polipropileno) y/o eternit, viviendas de comunidades campesinas, con disposición final de RR SS en botadero controlado, con segregación en fuente en Orgánicos, aprovechables y no aprovechables.	<b>0.072 ≤ V &lt; 0.139</b>
<b>BAJA</b>	Viviendas con una cercanía al eje del cauce de 51 - 100 m o mayor a 100 m, entre 3 y 4 o ≤ 2 habitantes por lote, pobladores que fueron capacitados hace 2 años o hace 1 año en GRD, con conocimiento pero sin interés o con conocimiento total de la ocurrencia pasada de desastres, con acceso de agua de la red pública de agua fuera de la vivienda o dentro de la vivienda, con servicio de desagüe de unidad básica de saneamiento o red pública de desagüe dentro de la vivienda, viviendas con paredes en base a adobe o tapia con recubrimiento, o en base a ladrillo y cemento, con techos en base a chapa metálica o losa de concreto armado, predios urbanos en trámite o predio urbano en uso, con disposición final de RR SS en relleno sanitario o planta de reciclaje, con segregación en fuente en Orgánicos, aprovechables, no aprovechables y peligrosos.	<b>0.040 ≤ V &lt; 0.072</b>

Fuente: Elaboración propia

#### 4.7 Niveles de vulnerabilidad

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

Cuadro N° 124: Niveles de vulnerabilidad

NIVEL	RANGO			
<b>MUY ALTA</b>	<b>0.265</b>	≤	<b>V</b>	≤ <b>0.484</b>
<b>ALTA</b>	<b>0.139</b>	≤	<b>V</b>	< <b>0.265</b>
<b>MEDIA</b>	<b>0.072</b>	≤	<b>V</b>	< <b>0.139</b>
<b>BAJA</b>	<b>0.040</b>	≤	<b>V</b>	< <b>0.072</b>

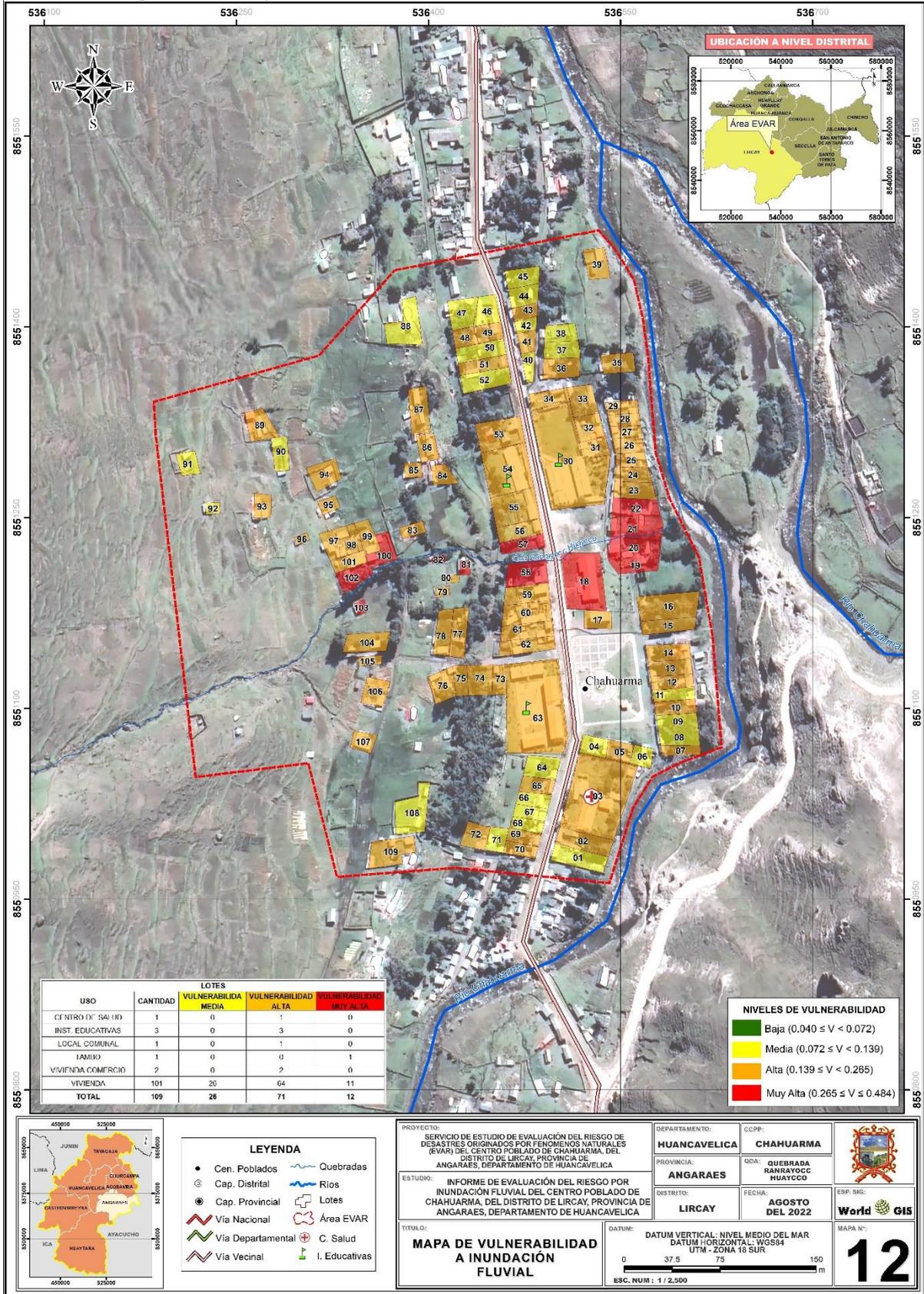
Fuente: Elaboración propia

#### 4.8 Mapa de vulnerabilidad

  
 **Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 **Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Figura N° 35: Mapa de vulnerabilidad a inundación fluvial, del área en evaluación



Fuente: Elaboración propia

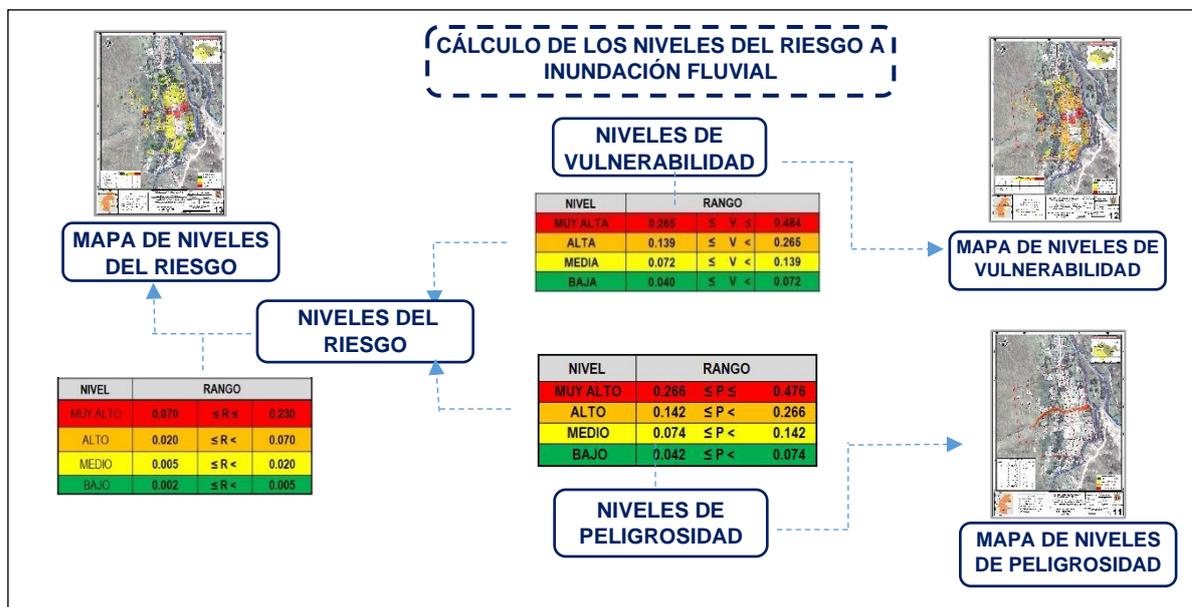
## CAPÍTULO V: CÁLCULO DEL RIESGO

Para calcular los niveles del riesgo por inundación fluvial para el área en evaluación, se tuvieron en cuenta lo siguiente; en primer lugar, se tuvo que identificar y caracterizar el peligro al que está expuesto, segundo se realizó el respectivo análisis de vulnerabilidad en su dimensión económica, social y ambiental, tomando en cuenta su exposición, fragilidad y resiliencia y por último se realiza una multiplicación en base a los valores obtenidos de peligro y vulnerabilidad.

### 5.1 Metodología para la determinación de los niveles del riesgo

Para la determinación el cálculo del riesgo del área en evaluación, se utiliza el siguiente procedimiento:

Gráfico N° 22. Flujograma para calcular los niveles del riesgo



Fuente. Elaboración propia en base al Manual CENEPRED.

### 5.2 Matriz del riesgo

#### a) Cálculo del riesgo a inundación fluvial

Los niveles de riesgo a inundación fluvial de los elementos expuestos del centro poblado de Chahuarma, están en función del Peligro por la Vulnerabilidad, en tal sentido se considera los siguientes puntos:

- Estimación de impactos significativos y las consecuencias negativas potenciales.
- Cuantificación de costos aproximados de las pérdidas y/o daños ocasionados a los elementos expuestos.
- Determinación del Nivel de Riesgo, sobre la base del peligro y el análisis de la vulnerabilidad.
- Elaboración del mapa de Niveles de Riesgo.
- Planteamiento de medidas de prevención y reducción de desastres estructurales y no estructurales.

Cuadro N° 125: Producto del peligro y vulnerabilidad para el cálculo del riesgo

VALOR DEL PELIGRO (P)	VALOR DE LA VULNERABILIDAD (V)	RIESGO (P*V=R)
0.476	0.484	0.230
0.266	0.265	0.070
0.142	0.139	0.020
0.074	0.072	0.005
0.042	0.040	0.002

Fuente. Elaboración propia

Cuadro N° 126: Niveles de matriz del riesgo

MATRIZ DEL RIESGO					
PMA	0.476	0.034	0.066	0.126	0.230
PA	0.266	0.019	0.037	0.070	0.129
PM	0.142	0.010	0.020	0.037	0.068
PB	0.074	0.005	0.010	0.020	0.036
		0.072	0.139	0.265	0.484
		VB	VM	VA	VMA

Fuente. Elaboración propia

### 5.3 Estratificación del riesgo

Cuadro N° 127: Estratificación del riesgo

NIVELES DE RIESGO	DESCRIPCIÓN	RANGO
<b>MUY ALTO</b>	Sectores con una altura de flujo > a 1.0 m y una velocidad de flujo > a 15 m/s; geológicamente conformada por depósitos aluviales recientes; unidad geomorfológica de quebrada; con pendiente suave y/o terrenos llanos < 5° ; con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 96.7 - 110.4 mm. Viviendas con una cercanía al eje del cauce ≤ 10 m, ≥ 9 habitantes por lote, pobladores que nunca fueron capacitados en GRD, sin conocimiento de ocurrencia pasada de desastres, sin acceso al servicio de agua, sin acceso al servicio de desagüe, viviendas con paredes en base a calamina y/o estera, con techos en base a teja artesanal, viviendas obtenidas de invasión, con disposición final de RR SS a ríos y quebradas y sin segregación de residuos.	<b>0.070 ≤ R ≤ 0.230</b>
<b>ALTO</b>	Sectores con una altura de flujo de 0.75 - 1.0 m y una velocidad de flujo de 10 - 15 m/s; geológicamente conformada por depósitos fluviales; unidad geomorfológica de cauce fluvial; con pendiente moderada de 5° - 15°; con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 96.7 - 110.4 mm. Viviendas con una cercanía al eje del cauce de 11 - 25 m, entre 7 y 8 habitantes por lote, pobladores que fueron capacitados hace 5 años en GRD, con conocimiento erróneo de ocurrencia pasada de desastres, acceso de agua de pozo, acequia o riachuelo, desecha sus residuos al río, acequia o canal, viviendas con paredes en base a madera, con techos en base a calamina, viviendas en litigio o reasentamiento, con disposición final de RR SS en botadero, con segregación en fuente en orgánicos y aprovechables.	<b>0.020 ≤ R &lt; 0.070</b>
<b>MEDIO</b>	Sectores con una altura de flujo de 0.50 - 0.75 m y una velocidad de flujo de 5 - 10 m/s; geológicamente conformada por depósitos coluvio - deluviales; unidad geomorfológica de	<b>0.005 ≤ R &lt; 0.020</b>

	terrazza aluvial; con pendiente fuerte de 15° - 25°; cauce fluvial; con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 96.7 - 110.4 mm. Viviendas con una cercanía al eje del cauce de 26 - 50 m, entre 5 y 6 habitantes por lote, pobladores que fueron capacitados hace 3 años en GRD, con conocimiento limitado de ocurrencia pasada de desastres, acceso de agua de pilón de uso público, con acceso a pozo séptico o letrina, viviendas con paredes en base a adobe o tapia sin recubrimiento, con techos en base a Fibraforte (polipropileno) y/o eternit, viviendas de comunidades campesinas, con disposición final de RR SS en botadero controlado, con segregación en fuente en Orgánicos, aprovechables y no aprovechables..	
<b>BAJO</b>	Sectores con una altura de flujo de 0.25 - 0.50 m o < 0.25 m y una velocidad de flujo de 2.5 - 5 m/s o < 2.5 m/s; geológicamente conformada por depósitos coluvio deluviales o formación Chahuarma; unidad geomorfológica de colinda de roca volcánica o montaña de roca volcánica; con pendiente muy fuerte de 25° - 45° o con pendientes escarpadas > 45° ; con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 96.7 - 110.4 mm. Viviendas con una cercanía al eje del cauce de 51 - 100 m o mayor a 100 m, entre 3 y 4 o ≤ 2 habitantes por lote, pobladores que fueron capacitados hace 2 años o hace 1 año en GRD, con conocimiento pero sin interés o con conocimiento total de la ocurrencia pasada de desastres, con acceso de agua de la red pública de agua fuera de la vivienda o dentro de la vivienda, con servicio de desagüe de unidad básica de saneamiento o red pública de desagüe dentro de la vivienda, viviendas con paredes en base a adobe o tapia con recubrimiento, o en base a ladrillo y cemento, con techos en base a chapa metálica o losa de concreto armado, predios urbanos en trámite o predio urbano en uso, con disposición final de RR SS en relleno sanitario o planta de reciclaje, con segregación en fuente en Orgánicos, aprovechables, no aprovechables y peligrosos.	<b>0.002 ≤ R &lt; 0.005</b>

Fuente. Elaboración propia

#### 5.4 Niveles del riesgo

Se estratificaron cuatro niveles, cuyas características y valores se detallan en la siguiente Cuadro:

Cuadro N° 128: Niveles del riesgo a inundación fluvial

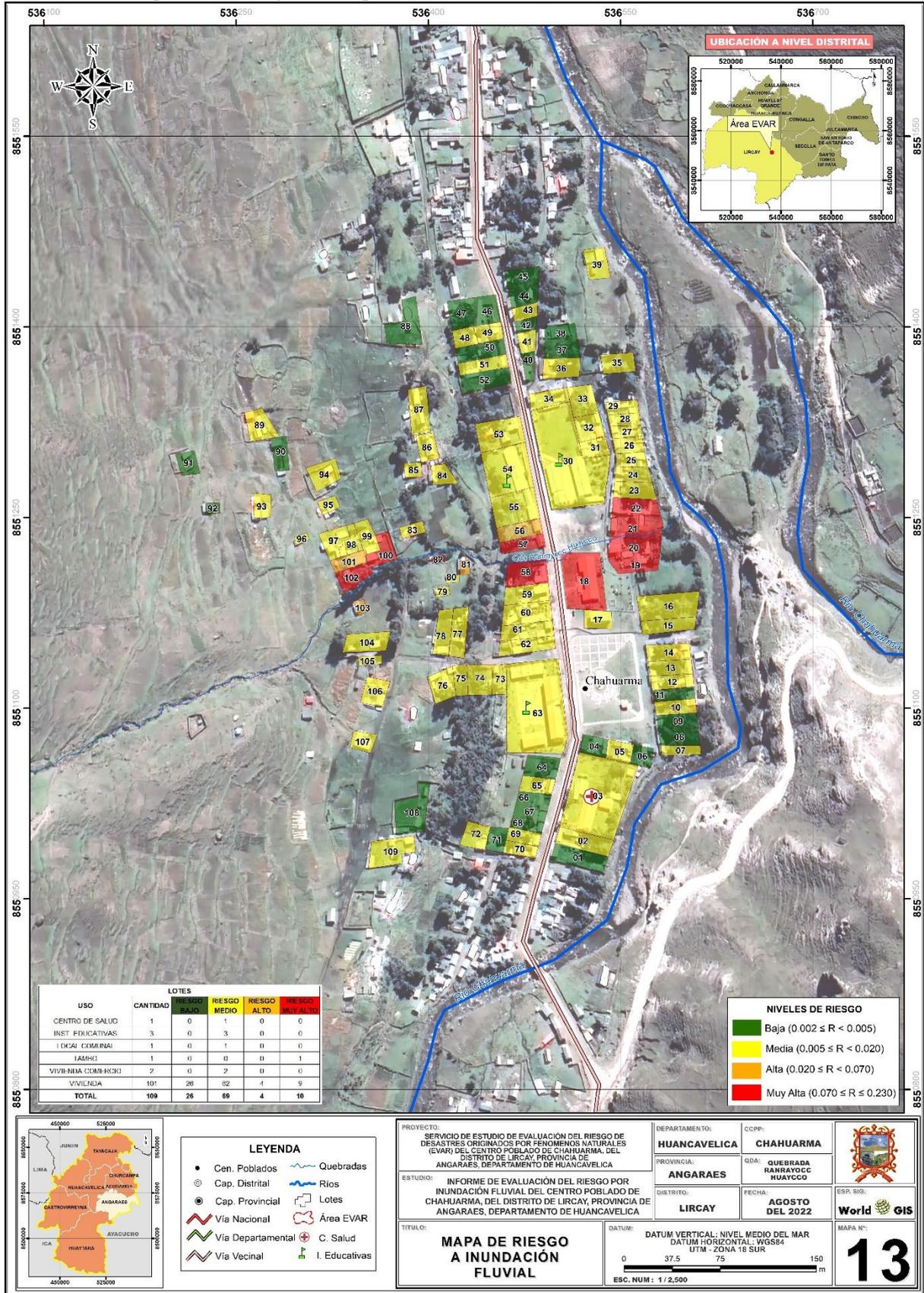
NIVELES DE RIESGO			
NIVEL	RANGO		
MUY ALTO	0.070	≤ R ≤	0.230
ALTO	0.020	≤ R <	0.070
MEDIO	0.005	≤ R <	0.020
BAJO	0.002	≤ R <	0.005

Fuente: Elaboración propia

#### 5.5 Mapa del riesgo

	
 <b>Ing. Becker Boza Sulca</b> EVALUADOR DEL RIESGO R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J	 <b>Ing. Roosevelt Solano Peralta</b> EVALUADOR DEL RIESGO R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Figura N° 36: Mapa del riesgo a inundación fluvial, del área en evaluación



Fuente: Elaboración propia

## 5.6 Cálculo de los efectos probables

En esta parte de la evaluación se ha analizado los efectos probables, cuantificado en daños y/o pérdidas debido al impacto del peligro por inundación fluvial, generado por el desborde de la quebrada Ranrayocc Huaycco, a nivel del área de evaluación del centro poblado de Chahuarma; en tal sentido, en el siguiente cuadro se indican los costos estimados para los efectos probables, los cuales ascienden a S/. 1,644,965.85 de los cuales corresponden a los daños probables la suma de S/. 1,590,565.85 y las pérdidas probables la suma de S/. 54,400.00. Costos estimados a valor unitario promedio del valor de edificaciones por metro cuadrado, sobre la base de un área construida promedio, además el análisis de efectos probables, aplicado en viviendas de nivel de riesgo ALTO Y MUY ALTO

Cuadro N° 129: Efectos probables

EFFECTOS PROBABLES	UNID.	CANT.	COSTO UNITARIO	TOTAL	DAÑOS PROBABLES	PÉRDIDAS PROBABLES
<b>DAÑOS PROBABLES (Soles S/.)</b>						
<b>Población de la localidad del barrio de Miraflores</b>						
Adobe o tapia sin recubrimiento, calamina	M2	4,486.54	214.02	960,209.29	96,0209.29	
Ladrillo o bloque de cemento, losa de concreto armado	M2	1,379.73	403.05	556,100.18	556,100.18	
Adobe o tapia sin recubrimiento, teja artesanal	M2	346.96	214.02	74,256.38	74,256.38	
<b>PÉRDIDAS PROBABLES</b>						
Costos de adquisición de carpas	Und	14	2,100.00	29,400.00		29,400.00
Gastos de atención de la emergencia	Glb	01	25,000.00	25,000.00		25,000.00
<b>TOTAL</b>				<b>1,644,965.85</b>	<b>1,590,565.85</b>	<b>54,400.00</b>

Fuente. Elaboración propia

La autoridad competente, deberá utilizar el presente informe de evaluación del riesgo a inundación fluvial, según lo estipulado en la normatividad vigente, con la finalidad de prevenir y/o reducir el riesgo, en tal sentido, se recomienda la evaluación de las siguientes medidas de prevención y reducción del riesgo.

Así mismo, podemos indicar que, para el cálculo de los efectos probables se tomó en referencia la tabla de costo de edificaciones, donde nos indica los valores unitarios por partidas por metro cuadrado de área, esta tabla fue obtenida del manual de evaluación del riesgo de desastres 2V – CENEPRED.

  
 **Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 **Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Cuadro N° 130: Costo de edificaciones

TIPOLOGÍA	VALORES UNITARIOS POR PÁRTIDAS POR METRO CUADRADO DE ÁREA							SUB TOTAL
	ESTRUCTURALES		ACABADOS			INSTALACIONES	S/.	
	Muros y columnas	Techos	Pisos	Puertas y ventanas	Revestimiento	Baños		Eléctricas y sanitarias
<b>Adobe</b>	104.83	10.26	16.51	19.68	42.07	8.37	12.3	<b>214.02</b>
<b>Albañilería</b>	152.62	112.6	26.39	35.77	42.07	11.23	22.37	<b>403.05</b>
<b>Concreto armado</b>	214.61	112.6	43.01	55.69	113.06	35.8	40.67	<b>615.44</b>

Fuente: Manual EVAR 2V - CENEPRED

## CAPÍTULO VI: CONTROL DEL RIESGO

### 6.1 De la evaluación de las medidas

#### 6.1.1 Aceptabilidad / Tolerabilidad

**Tipo de Peligro:** Inundación fluvial

**Tipo de Origen:** Hidrometeorológico

**Elementos Expuestos:** Población, viviendas, local comunal, instituciones educativas, centro de salud, tambo y vías de acceso dentro del área de evaluación del centro poblado Chahuarma.

#### Valoración de las Consecuencias

Sabiendo que, en el distrito de Lircay y zonas aledañas, según SINPAD, se registran antecedentes de afectaciones por peligros originados por lluvias intensas (inundaciones) y además que estos peligros generaron pérdidas cuantiosas a la población y fueron gestionados con recursos propios, en tal sentido se califica de **Nivel 3 – ALTA** a la valoración de consecuencias.

Cuadro N° 131: Valoración 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	MEDIA	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: Elaboración propia

#### Valoración de frecuencia de ocurrencia

Según reportes, del SINPAD, quienes registran con fechas los eventos suscitados a nivel del distrito de Lircay, donde para el área en evaluación, se tiene registros frecuentes de eventos pasados, ante el peligro a inundación, además sabiendo que este tipo de peligro es generado por lluvias intensas y que estas lluvias esta siempre presente anualmente; entonces podemos indicar que, la valoración de la frecuencia de recurrencia para el área en evaluación sería de **Nivel 3– ALTA**.

Cuadro N° 132: Valoración de la 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	MEDIA	Puede ocurrir en periodos de tiempo largos según las circunstancias.
1	BAJA	Puede ocurrir en circunstancias excepcionales.

Fuente: Elaboración propia

### Matriz de consecuencia y daño

El nivel Alta se obtiene al interceptar consecuencia (**Alta**) y Frecuencia (**Alta**).

Cuadro N° 133: Matriz de consecuencia y daños (Matriz)

CONSECUENCIA	NIVEL	ZONA DE CONSECUENCIAS Y DAÑOS			
MUY ALTA	4	ALTA	ALTA	MUY ALTA	MUY ALTA
ALTA	3	MEDIA	ALTA	ALTA	MUY ALTA
MEDIA	2	MEDIA	MEDIA	ALTA	ALTA
BAJA	1	BAJA	MEDIA	MEDIA	ALTA
	NIVEL	1	2	3	4
	FRECUENCIA	BAJA	MEDIA	ALTA	MUY ALTA

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido se obtiene que el nivel de consecuencia y daño de acuerdo a la calificación cualitativa para el área en evaluación es **Nivel 3 – ALTA**.

Cuadro N° 134: 135: Medidas cualitativas de consecuencias y daños

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Muy alta	Muerte de personas, enorme pérdida y bienes y financieros
3	Alta	Lesiones grandes en las personas, pérdida de la capacidad de producción, pérdida de bienes y financieras importantes
2	Media	Requiere tratamiento médico en las personas, pérdidas de bienes y financieras altas
1	Bajo	tratamiento de primeros auxilios a las personas, pérdidas de bienes y financieras altas

Fuente: Elaboración propia

### Aceptabilidad y tolerancia

Cuadro N° 135: Nivel de Aceptabilidad

VALOR	DESCRIPTOR	DESCRIPCIÓN
4	Inadmisible	Se debe aplicar inmediatamente medidas de control físico y de ser posible transferir inmediatamente recursos económicos para reducir el riesgo.
3	Inaceptable	Se deben desarrollar actividades INMEDIATAS y PRIORITARIAS para el manejo del riesgo.

2	Tolerable	Se deben desarrollar actividades para el manejo del riesgo.
1	Aceptable	El riesgo no presenta un peligro significativo.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro anterior, podemos indicar que el nivel de la aceptabilidad es de **Nivel 3 - INACEPTABLE**.

### Matriz de aceptabilidad y tolerancia

Cuadro N° 136: Matriz de Aceptabilidad y/o tolerancia

NIVEL DE ACEPTABILIDAD Y/O TOLERANCIA			
Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile	Riesgo Inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inadmisibile
Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable	Riesgo Inaceptable
Riesgo Aceptable	Riesgo Tolerable	Riesgo Tolerable	Riesgo Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

En tal sentido, del cuadro anterior se determina que el nivel de aceptabilidad y tolerancia es **RIESGO INACEPTABLE**, este nivel será considerado para las acciones y los proyectos destinados a la reducción del riesgo ante inundación fluvial, en el área de evaluación del centro poblado de Chahuarma.

### Nivel de priorización

Cuadro N° 137: Prioridad de Intervención

VALOR	DESCRIPTOR	Nivel de priorización
4	Inadmisibile	i
3	Inaceptable	II
2	Tolerable	III
1	Aceptable	IV

Fuente: Elaboración propia

Del cuadro anterior se obtiene que el nivel de priorización es de nivel de priorización **II - INACEPTABLE**, del cual constituye se debe desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para el control del riesgo, tomando en consideración las medidas de prevención y reducción del riesgo recomendado en la presente evaluación.

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 World GIS
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

## 6.2 Medidas de prevención y reducción del riesgo

### 6.2.1 Medidas de prevención

#### a. De orden estructural

- Se debe realizar la conservación, encausamiento y el mantenimiento del cauce de la Qda. Ranrayocc Huaycco, evitando arrojar residuos de basura al cauce, retiro de rocas arrastradas por el cauce.

#### b. De orden no estructural

- La municipalidad provincial de Angaraes, debe elaborar el Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- **Implementar sistemas de alerta temprana. 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.

### 6.2.2 Medidas de reducción del riesgo

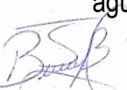
#### a. De orden estructural

Teniendo en consideración que, para el área en evaluación, existen sectores que presentan niveles de riesgo de nivel ALTO Y MUY ALTO a inundación fluvial por el desborde de la quebrada Ranrayocc Huaycco; en tal sentido se recomienda a la Municipalidad de Angaraes, realizar la implementación de las siguientes medidas estructurales, dentro de la propuesta para poder mitigar los niveles de riesgo.

Se sugiere la descolmatación de las partes altas afectadas de la quebrada donde existe acumulación de roca y la construcción de un canal de concreto, considerando las siguientes sugerencias:

las siguientes características que nos recomiendan la norma RNE y el manual de criterios de diseños de obras hidráulicas para la formulación de proyectos hidráulicos multisectoriales y de afianzamiento hídrico - ANA;

- Las características y material con que se construyan los canales serán determinados en función al caudal y calidad del agua.
- La velocidad del flujo no debe de producir depósitos ni erosiones y en ningún caso será menor de 0.6 m/s.
- Los canales deberán ser diseñados y construidos teniendo en cuenta las condiciones de seguridad que garanticen su funcionamiento permanente y preserven la cantidad de agua.

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

- Se sugiere realizar un canal de concreto hidráulico de una resistencia a la compresión de  $f_c=200 \text{ kg/cm}^2$ .

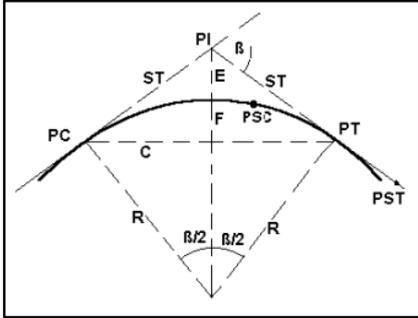
El radio mínimo, elementos de una curva, rasante del canal, sección hidráulica óptima, sección hidráulica y criterios de espesor de revestimiento a utilizar en el diseño del canal de concreto se dará a conocer a continuación:

**a. Radios mínimos en canales:**

Capacidad del canal	Radio mínimo
20 m <sup>3</sup> /s	100 m
15 m <sup>3</sup> /s	80 m
10 m <sup>3</sup> /s	60 m
5 m <sup>3</sup> /s	20 m
1 m <sup>3</sup> /s	10 m
0,5 m <sup>3</sup> /s	5 m

Fuente: Ministerio de Agricultura y Alimentación, Boletín Técnico Nº 7 "Consideraciones Generales sobre Canales Trapezoidales" Lima 1978.

**b. Elementos de una curva:**



A	=	Arco, es la longitud de curva medida en cuerdas de 20 m
C	=	Cuerda larga, es la cuerda que sub – tiende la curva desde PC hasta PT.
$\beta$	=	Angulo de deflexión, formado en el PI.
E	=	External, es la distancia de PI a la curva medida en la bisectriz.
F	=	Flecha, es la longitud de la perpendicular bajada del punto medio de la curva a la cuerda larga.
G	=	Grado, es el ángulo central.
LC	=	Longitud de curva que une PC con PT.
PC	=	Principio de una curva.
PI	=	Punto de inflexión.
PT	=	Punto de tangente.
PSC	=	Punto sobre curva.
PST	=	Punto sobre tangente.
R	=	Radio de la curva.
ST	=	Sub tangente, distancia del PC al PI.

**c. Diseño de sección hidráulica:**

$$Q = \frac{1}{n} AR^{2/3} S^{1/2}$$

d. Rugosidad:

**Donde:**

**Q** = Caudal (m<sup>3</sup>/s)

**n** = Rugosidad

**A** = Área (m<sup>2</sup>)

**R** = Radio hidráulico = Área de la sección húmeda / Perímetro húmedo

En la tabla N° 6, se muestran las secciones más utilizadas.

**Tabla N° 5 - Valores de rugosidad "n" de Manning**

n	Superficie
0.010	Muy lisa, vidrio, plástico, cobre.
0.011	Concreto muy liso.
0.013	Madera suave, metal, concreto frotachado.
0.017	Canales de tierra en buenas condiciones.
0.020	Canales naturales de tierra, libres de vegetación.
0.025	Canales naturales con alguna vegetación y piedras esparcidas en el fondo
0.035	Canales naturales con abundante vegetación.
0.040	Arroyos de montaña con muchas piedras.

**e. Talud apropiado según el tipo de material:**

**Tabla N° 7 - Taludes apropiados para distintos tipos de material**

MATERIAL	TALUD (h : v)
Roca	Prácticamente vertical
Suelos de turba y detritos	0.25 : 1
Arcilla compacta o tierra con recubrimiento de concreto	0.5 : 1 hasta 1:1
Tierra con recubrimiento de piedra o tierra en grandes canales	1:1
Arcilla firme o tierra en canales pequeños	1.5 : 1
Tierra arenosa suelta	2:1
Greda arenosa o arcilla porosa	3:1

Fuente: Aguirre Pe, Julián, "Hidráulica de canales", Dentro Interamericano de Desarrollo de Aguas y Tierras – CIDIAT, Merida, Venezuela, 1974

**f. Velocidades máximas y mínimas permisibles:**

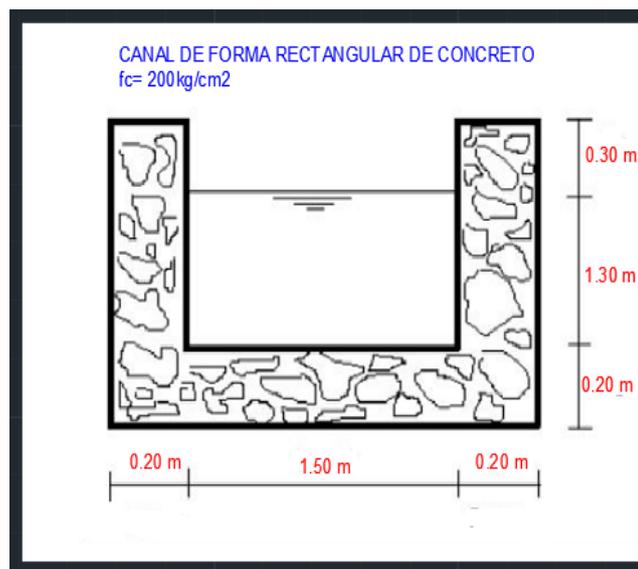
**Tabla N° -10 -. Velocidades máximas en hormigón en función de su resistencia.**

RESISTENCIA, (kg/cm <sup>2</sup> )	PROFUNDIDAD DEL TIRANTE (m)				
	0.5	1	3	5	10
50	9.6	10.6	12.3	13.0	14.1
75	11.2	12.4	14.3	15.2	16.4
100	12.7	13.8	16.0	17.0	18.3
150	14.0	15.6	18.0	19.1	20.6
200	15.6	17.3	20.0	21.2	22.9

Fuente: Krochin Sviatoslav. "Diseño Hidráulico", Ed. MIR, Moscú, 1978

**g. Criterios de espesor de revestimiento:**

No existe una regla general para definir los espesores de recubrimiento o revestimiento de concreto, sin embargo, según la experiencia acumulada en la construcción de canales en el país, se puede usar un espesor de 5.5 a 7cm para canales pequeños y medianos, 10 a 15 cm para canales medianos y grandes, siempre que estos se diseñen sin armadura.



Fuente: Elaboración propia

Características del canal; tirante de agua es de 1.30m, borde libre es de 0.30m, altura total del canal es de 1.80m, base del canal es de 1.90m y corona del canal e de 0.20m.

**b. De orden no estructural**

- La municipalidad provincial de Angaraes, mediante la gerencia de defensa civil, deben realizar programas de capacitación y de sensibilización dirigido a la población e instituciones, en temas de gestión de riesgos de desastres.

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRD-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

## CONCLUSIONES

- Para el área en evaluación del poblado de Chahuarma, las viviendas se encuentran altamente expuestas al peligro y además de acuerdo a sus características físicas, se ha obtenido sectores críticos (peligro Alto y Muy Alto) ante la ocurrencia de INUNDACIÓN FLUVIAL; esto debido a que en el área expuesta se presenta niveles de flujo de 0.75 – 1.0m o > a 1.0 m y una velocidad de flujo de 10 – 15 m/s o > a 15 m/s; geológicamente conformada por depósitos aluviales recientes; unidad geomorfológica de quebrada; con pendiente moderada de 5° - 15° o suave y/o terrenos llanos < 5° ; con precipitaciones superiores a su normal climática de hasta 96.7 - 110.4 mm.
- Mediante el análisis de vulnerabilidad, se logró determinar que, de los 109 lotes evaluados dentro del área de evaluación del poblado de Chahuarma; 26 lotes presentan niveles de vulnerabilidad Media y 71 presenta nivel de vulnerabilidad Alta y 12 Muy Alta, tal como se indica en el siguiente cuadro:

LOTES				
USO	CANTIDAD	VULNERABILIDAD MEDIA	VULNERABILIDAD ALTA	VULNERABILIDAD MUY ALTA
CENTRO DE SALUD	1	0	1	0
INST. EDUCATIVAS	3	0	3	0
LOCAL COMUNAL	1	0	1	0
TAMBO	1	0	0	1
VIVIENDA COMERCIO	2	0	2	0
VIVIENDA	101	26	64	11
<b>TOTAL</b>	<b>109</b>	<b>26</b>	<b>71</b>	<b>12</b>

Fuente: Elaboración propia

- Del mismo modo, de acuerdo al cálculo del riesgo, se logró determinar que, de los 109 lotes evaluados dentro del área de evaluación del poblado de Chahuarma; 26 presentan niveles de riesgo Bajo, 69 Medio, 04 Alto y 10 riesgo Muy Alto.

LOTES					
USO	CANTIDAD	RIESGO BAJO	RIESGO MEDIO	RIESGO ALTO	RIESGO MUY ALTO
CENTRO DE SALUD	1	0	1	0	0
INST. EDUCATIVAS	3	0	3	0	0
LOCAL COMUNAL	1	0	1	0	0
TAMBO	1	0	0	0	1
VIVIENDA COMERCIO	2	0	2	0	0
VIVIENDA	101	26	62	4	9
<b>TOTAL</b>	<b>109</b>	<b>26</b>	<b>69</b>	<b>4</b>	<b>10</b>

Fuente: Elaboración propia

- El nivel de aceptabilidad y/o tolerancia del riesgo calculado es INACEPTABLE, el cual indica que se deben desarrollar actividades inmediatas y prioritarias para mitigar el riesgo evaluado.
- El cálculo de los efectos probables para los elementos expuestos dentro del área en evaluación del relleno sanitario, asciende a la suma de S/. S/. 1,644,965.85.

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 <b>World GIS</b>
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

## RECOMENDACIONES

- La municipalidad provincial de Angaraes, mediante el estudio presentado deberá hacer de conocimiento los niveles de peligro, vulnerabilidad y riesgos, el cual presenta el área de evaluación del poblado Chahuarma, frente a la inundación fluvial, a fin de que las autoridades y la población se organicen y tomen medidas preventivas y correctivas.
- La municipalidad provincial de Angaraes, debe elaborar un Plan de Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- La municipalidad provincial de Angaraes, mediante la gerencia de defensa civil, deben realizar programas de capacitación y de sensibilización en temas de gestión de riesgos de desastres, a la población.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 World GIS
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

## BIBLIOGRAFÍA

- Gobierno regional de Huancavelica (2013), Estudio especializado de Zonificación Ecológica y Económica – ZEE Huancavelica, memoria descriptiva.
- <https://vertex.daac.asf.alaska.edu/>
- Ala-Mantaro (2010). Evaluación de recursos hídricos superficiales en la Cuenca del Rio Mantaro, Autoridad Nacional del Agua, Ministerio de Agricultura, 137 páginas.
- 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.
- ENFEN, 2017. Informe Técnico Extraordinario N° 001- 2017/ENFEN. El Niño Costero 2017, 31pp.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2016. Sistema de Información Estadístico de apoyo a la prevención a los efectos del Fenómeno de El Niño y otros Fenómenos Naturales.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), 2017. Censo de Población, Vivienda e infraestructura Pública afectada por “El Niño Costero”
- MINAGRI- SENAMHI. 2013. Normales Decadales de temperatura y precipitación y calendario de siembras y cosechas. Lima, Perú. 439 pp.
- SENAMHI, 1988. Mapa de Clasificación Climática del Perú. Método de Thornthwaite. Eds. SENAMHI Perú, 14 pp.
- SENAMHI, 2014. Estimación de Umbrales de Precipitaciones Extremas para la Emisión de Avisos meteorológicos, 11pp.
- SENAMHI, 2019. Monitoreo diario de lluvias en los distritos de Santo Domingo, Sondorillo, Chalaco, Quiruvilca, Julcán, Cachicadán, Salpo, Pariacoto, Ocros, Cabana, Huaytará y San Pedro de Huacarpansa, para el periodo enero – abril 2017.
- <http://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/mapa> (plataforma virtual del geo servidor SIGRID)
- <https://geocatmin.ingemmet.gob.pe/geocatmin/> (plataforma virtual del geo servidor GEOCATMIN)
- [http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id\\_seccion=I0178090300000000000000](http://www.imarpe.gob.pe/imarpe/index2.php?id_seccion=I0178090300000000000000)

  
 **Ing. Becker Boza Sulca**  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 **Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Imagen del cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco. ....	7
Figura 02. Imagen del cauce en la zona intermedia de la quebrada Ranrayocc Huaycco. ....	8
Figura 03. Imagen del levantamiento de la unidad hidrográfica en estudio. ....	8
Figura N° 04. Ubicación del área en evaluación. ....	12
Figura N° 05. Mapa de ubicación del área EVAR, del CC PP de Chahuarma. ....	13
Figura N° 06. Ruteo al área de evaluación. ....	14
Figura N° 07. Depósitos aluviales antiguas en contactos con los depósitos aluviales reciente en la quebrada. ....	21
Figura N° 08. Depósitos aluviales recientes cubriendo el cauce de quebrada Ranrayocc Huaycco, conformado por bloques de roca heterométrico. ....	21
Figura N° 09. Depósitos coluvio deluvial, conformado por bloque caídas en matriz de material más fino cubriendo la colina. ....	22
Figura N° 010. Depósitos fluviales granulares en el cauce del rio Condorpacha. ....	22
Figura N° 011. Afloramientos de roca volcánica de la formación Chahuarma. ....	23
Figura N° 012: Mapa de Unidades Geológicas del área en evaluación. ....	24
Figura N° 013. Vista del Cauce fluvial por donde discurre el río Chahuarma. Acumulación de bolonería de diámetro promedio de 30 cm y de origen andesítico. ....	25
Figura N° 014. Vista de la terraza aluvial formada por la dinámica fluvial de los ríos Chahuarma y Condorpacha. Sobre esta se ubica la zona urbana de la zona de interés. ....	26
Figura N° 015. Vista de la quebrada Ranrayocc Huaycco, de cauce angosto y que descarga directamente hacia la zona urbana. ....	26
Figura N° 016. Cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco, colmatada de bolonería y gravas gruesas. ....	27
Figura N° 017. Vista de la unidad de colina en roca volcánica. Esta geoforma divide dicha localidad en esa área. ...	27
Figura N° 018. Vista de la unidad de montaña en roca volcánica, fuerte pendiente y relieves escapados en la cima de montaña. ....	28
Figura N° 019: Mapa de Unidades Geomorfológicas del área en evaluación. ....	29
Figura N° 020. Sectores con pendientes planas. ....	30
Figura N° 021. Sectores con pendientes moderada. ....	30
Figura N° 022. Sectores con pendientes fuertes. ....	31
Figura N° 23: Mapa de pendientes del área en evaluación. ....	32
Figura N° 24. Anomalía de la Temperatura superficial del mar (°C) en el Pacífico ecuatorial para el periodo mayo 2010 – abril 2011. ....	34
Figura N° 25. Precipitación diaria acumulada en la estación meteorológica Lircay. ....	35
Figura N° 26: Mapa de precipitación anómala del área en evaluación. ....	37
Figura N° 027. Mapa de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco (área de drenaje). ....	41
Figura N° 028. Imagen del cauce en la zona de la población. ....	42
Figura N° 029. Mapa de geometría de la Qda. Ranrayocc Huaycco (área de drenaje). ....	43
Figura N° 030. Mapa de velocidades de flujo de la Qda. Ranrayocc Huaycco (área de drenaje). ....	45
Figura N° 031. Mapa de niveles de flujo de la Qda. Ranrayocc Huaycco (área de drenaje). ....	46
Figura N° 032. Viviendas expuestas al paso del cauce de la Qda Ranrayocc Huaycco. ....	49
Figura N° 33: Mapa de elementos expuestos del área en evaluación. ....	59
Figura N° 034. Mapa de peligro a inundación fluvial, del área en evaluación. ....	62
Figura N° 35: Mapa de vulnerabilidad a inundación fluvial, del área en evaluación. ....	81
Figura N° 36: Mapa del riesgo a inundación fluvial, del área en evaluación. ....	85
Fotografía N° 05: Vista hacia el oeste de la zona superior de bofedales de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco, identificando la zona con un poblador de la zona. ....	104
Fotografía N° 12: Vista hacia el oeste del brusco cambio de nivel del recorrido de la quebrada Ranrayocc Huaycco, este sector esta ubicado dentro de la zona poblada. ....	107

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico N° 01. Número de habitantes de Chahuarma, según sexo. ....	15
Gráfico N° 02. Material predominante de las paredes del CC. PP. Chahuarma. ....	16
Gráfico N° 03. Material predominante en los techos de las viviendas del centro poblado de Chahuarma. ....	16

Gráfico N° 04. Tipo de abastecimiento de agua, poblado de Chahuarma. ....	17
Gráfico N° 05. Tipo de servicios higiénicos en las viviendas, poblado de Chahuarma. ....	18
Gráfico N° 06. Tipo de alumbrado de Chahuarma. ....	18
Gráfico N° 07. Actividad económica de su centro de labor. ....	20
Gráfico N° 08. Comportamiento temporal de la temperatura del aire y precipitación promedio en la estación meteorológica Lircay. ....	33
Gráfico N° 09. Frecuencia promedio de lluvias extremas durante el verano del 2011 en el distrito Lircay. ....	35
Gráfico N° 010. Curva intensidad – duración – frecuencia. ....	39
Gráfico N° 011. Comparación de los caudales para diferentes periodos de retorno. ....	40
Gráfico N° 012. Modelación hidráulica – vista de secciones transversales. ....	44
Gráfico N° 013: Clasificación de peligros generados por fenómenos de origen natural. ....	47
Gráfico N° 14: Metodología general para determinar el nivel de peligrosidad. ....	48
Gráfico N° 15: Flujograma general del proceso de análisis de información. ....	49
Gráfico N° 16: Parámetros Generales de evaluación del fenómeno. ....	50
Gráfico N° 17: Metodología para determinar el Nivel de Vulnerabilidad. ....	63
Gráfico N° 18: Esquema metodológico para determinar el Nivel de Vulnerabilidad. ....	64
Gráfico N° 19: Vulnerabilidad social. ....	64
Gráfico N° 20: Vulnerabilidad económica. ....	69
Gráfico N° 21: Vulnerabilidad ambiental. ....	75
Gráfico N° 22. Flujograma para calcular los niveles del riesgo. ....	82

## LISTA DE CUADROS

Cuadro N° 01. Registro de ocurrencia de eventos por precipitaciones, según SINPAD. ....	9
Cuadro N° 02. Ubicación del área del proyecto. ....	12
Cuadro N° 03. Vías de acceso al centro poblado de Chahuarma. ....	14
Cuadro N° 04. Población de Chahuarma, según sexo. ....	15
Cuadro N° 05. Material predominante de las paredes del CC. PP. Chahuarma. ....	15
Cuadro N° 06. Material predominante de las paredes del CC. PP. Chahuarma. ....	16
Cuadro N° 07. Tipo de abastecimiento de agua del CC. PP. Chahuarma. ....	17
Cuadro N° 08. Tipo de servicios higiénicos en las viviendas del CC. PP. Chahuarma. ....	18
Cuadro N° 9. Tipo de alumbrado de Chahuarma. ....	18
Cuadro N° 10. Instituciones educativas del poblado de Chahuarma. ....	19
Cuadro N° 11. Centros de salud del centro del CC. PP. Chahuarma. ....	19
Cuadro N° 12. Actividad económica de su centro de labor. ....	19
Cuadro N° 13: Priorización de unidades geológicas. ....	23
Cuadro N° 14: Priorización de unidades geomorfológicas. ....	28
Cuadro N° 15: Priorización de pendientes. ....	31
Cuadro N° 16. Anomalía de precipitación durante el mes de febrero del 2011 para el distrito de Lircay. ....	36
Cuadro N° 17. Percentiles de la estación meteorológica estación Lircay. ....	36
Cuadro N° 018. Parámetros asociados a la forma de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco. ....	38
Cuadro N° 019. Parámetros asociados al relieve de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco. ....	38
Cuadro N° 020. Parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco. ....	38
Cuadro N° 021. Parámetros asociados al drenaje de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco. ....	39
Cuadro N° 22. Intensidades – duración – frecuencia. ....	39
Cuadro N° 23. Comparación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno. ....	40
Cuadro N° 24. Comparación de caudales máximo para diferentes periodos de retorno. ....	40
Cuadro N° 25. Caudales máximos para diferentes periodos de retorno. ....	44
Cuadro N° 26. Valores del coeficiente de rugosidad de Manning (n). ....	44
Cuadro N° 27: Descriptores del parámetro altura del flujo. ....	50
Cuadro N° 28: Matriz de comparación de pares del parámetro altura del flujo. ....	50
Cuadro N° 29: Matriz de normalización del parámetro altura del flujo. ....	51
Cuadro N° 30: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro de altura del flujo. ....	51
Cuadro N° 31: Descriptores del parámetro velocidad del flujo. ....	51

Cuadro N° 32: Matriz de comparación de pares del parámetro velocidad del flujo .....	51
Cuadro N° 33: Matriz de normalización del parámetro velocidad del flujo .....	51
Cuadro N° 34: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro de velocidad del flujo.....	52
Cuadro N° 35: Parámetros a considerar en la evaluación de la susceptibilidad .....	52
Cuadro N° 36: Descriptores del parámetro anomalías de precipitación .....	52
Cuadro N° 37: Matriz de comparación de pares del parámetro anomalías de precipitación.....	53
Cuadro N° 38: Matriz de normalización del parámetro anomalías de precipitación .....	53
Cuadro N° 39: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro anomalías de precipitación .....	53
Cuadro N° 40: Descriptores del parámetro unidades de pendiente .....	53
Cuadro N° 41: Matriz de comparación de pares del parámetro unidades de pendiente .....	54
Cuadro N° 42: Matriz de normalización del parámetro unidades de pendiente.....	54
Cuadro N° 43: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades de pendiente .....	54
Cuadro N° 44: Descriptores del parámetro de unidades geomorfológicas.....	54
Cuadro N° 45: Matriz de comparación de pares del parámetro de unidades geomorfológicas.....	54
Cuadro N° 46: Matriz de normalización del parámetro de unidades geomorfológicas .....	55
Cuadro N° 47: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades geomorfológicas.....	55
Cuadro N° 48: Descriptores del parámetro de unidades geológicas.....	55
Cuadro N° 49: Matriz de comparación de pares del parámetro de unidades geológicas.....	55
Cuadro N° 50: Matriz de normalización del parámetro de unidades geológicas .....	56
Cuadro N° 51: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro unidades geológicas .....	56
Cuadro N° 52: Parámetros del factor condicionante .....	56
Cuadro N° 53: Matriz de comparación de pares de los parámetros del factor condicionante.....	56
Cuadro N° 54: Matriz de normalización de los parámetros del factor condicionante .....	57
Cuadro N° 55: Índice (IC) y relación de consistencia (RC) del análisis jerárquico para el parámetro utilizado para el factor condicionante .....	57
Cuadro N° 56: Análisis de ponderación .....	57
Cuadro N° 57: Población expuesta.....	58
Cuadro N° 58: Lotes por manzana .....	58
Cuadro N° 59: Lotes de acuerdo al tipo de uso.....	58
Cuadro N° 60: Cálculo de susceptibilidad y parámetros de evaluación .....	60
Cuadro N° 61: Cálculo de peligro .....	60
Cuadro N° 62: Estratificación del peligro a inundación fluvial.....	60
Cuadro N° 63: Niveles de peligro .....	61
Cuadro N° 64: Parámetros y ponderación .....	65
Cuadro N° 65: Descriptores del parámetro cercanía al eje del cauce .....	65
Cuadro N° 66: Matriz de comparación de pares del parámetro cercanía al eje del cauce .....	65
Cuadro N° 67: Matriz de normalización del parámetro cercanía al eje del cauce.....	65
Cuadro N° 68: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro cercanía al eje del cauce.....	66
Cuadro N° 69: Parámetros y ponderación .....	66
Cuadro N° 70: Descriptores del parámetro número de habitantes por lote .....	66
Cuadro N° 71: Matriz de comparación de pares del parámetro número de habitantes por lote .....	66
Cuadro N° 72: Matriz de normalización del parámetro número de habitantes por lote.....	66
Cuadro N° 73: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro habitantes por lote.....	67
Cuadro N° 74: Parámetros y ponderación .....	67
Cuadro N° 75: Descriptores del parámetro capacitación en GRD.....	67
Cuadro N° 76: Matriz de comparación de pares del parámetro capacitación en GRD.....	67
Cuadro N° 77: Matriz de normalización del parámetro capacitación en GRD .....	67

Cuadro N° 78: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro capacitación en GRD .....	68
Cuadro N° 79: Descriptores del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres .....	68
Cuadro N° 80: Matriz de comparación de pares del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de d.....	68
Cuadro N° 81: Matriz de normalización del parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres .....	68
Cuadro N° 82: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro conocimiento de ocurrencia pasada de desastres.....	69
Cuadro N° 83: Análisis de ponderación social .....	69
Cuadro N° 84: Parámetros de la exposición económica .....	69
Cuadro N° 85: Descriptores del parámetro acceso al servicio de agua .....	70
Cuadro N° 86: Matriz de comparación de pares del parámetro acceso al servicio de agua.....	70
Cuadro N° 87: Matriz de normalización del parámetro acceso al servicio de agua .....	70
Cuadro N° 88: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro acceso al servicio de agua .....	71
Cuadro N° 89: Descriptores del parámetro acceso al servicio de desagüe.....	71
Cuadro N° 90: Matriz de comparación de pares del parámetro acceso al servicio de desagüe .....	71
Cuadro N° 91: Matriz de normalización del parámetro acceso al servicio de desagüe .....	71
Cuadro N° 92: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro acceso al servicio de desagüe .....	72
Cuadro N° 93: Parámetros de fragilidad económica .....	72
Cuadro N° 94: Descriptores del parámetro material predominante de las paredes.....	72
Cuadro N° 95: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de las paredes.....	72
Cuadro N° 96: Matriz de normalización del parámetro material predominante de las paredes .....	73
Cuadro N° 97: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de las paredes.....	73
Cuadro N° 98: Descriptores del parámetro material predominante de los techos .....	73
Cuadro N° 99: Matriz de comparación de pares del parámetro material predominante de los techos .....	73
Cuadro N° 100: Matriz de normalización del parámetro material predominante de los techos.....	73
Cuadro N° 101: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro del material predominante de los techos .....	74
Cuadro N° 102: Parámetros de resiliencia económica.....	74
Cuadro N° 103: Descriptores del parámetro formalización de la vivienda.....	74
Cuadro N° 104: Matriz de comparación de pares del parámetro formalización de la vivienda .....	74
Cuadro N° 105: Matriz de normalización del parámetro formalización de la vivienda .....	75
Cuadro N° 106: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro formalización de la vivienda .....	75
Cuadro N° 107: Análisis de ponderación económica .....	75
Cuadro N° 108: Parámetros de fragilidad ambiental.....	76
Cuadro N° 109: Descriptores del parámetro de disposición final de los residuos sólidos .....	76
Cuadro N° 110: Matriz de comparación de pares del parámetro disposición final de residuos sólidos .....	76
Cuadro N° 111: Matriz de normalización del parámetro disposición final de residuos sólidos .....	76
Cuadro N° 112: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro disposición final de residuos sólidos.....	77
Cuadro N° 113: Parámetros de resiliencia ambiental.....	77
Cuadro N° 114: Descriptores del parámetro segregación de residuos en fuente.....	77
Cuadro N° 115: Matriz de comparación de pares del parámetro segregación de residuos en fuente .....	77
Cuadro N° 116: Matriz de normalización del parámetro segregación de residuos en fuente .....	78
Cuadro N° 117: Índice (IC) y Relación de Consistencia (RC) obtenido del proceso de análisis jerárquico para el parámetro segregación de residuos en fuente.....	78
Cuadro N° 118: Análisis de ponderación ambiental.....	78
Cuadro N° 119: Cálculo de la vulnerabilidad social .....	78
Cuadro N° 120: Cálculo de la vulnerabilidad económica.....	79
Cuadro N° 121: Cálculo de la vulnerabilidad ambiental.....	79
Cuadro N° 122: Cálculo de la vulnerabilidad .....	79

Cuadro N° 123: Estratificación de la vulnerabilidad.....	79
Cuadro N° 124: Niveles de vulnerabilidad .....	80
Cuadro N° 125: Producto del peligro y vulnerabilidad para el cálculo del riesgo.....	83
Cuadro N° 126: Niveles de matriz del riesgo.....	83
Cuadro N° 127: Estratificación del riesgo.....	83
Cuadro N° 128: Niveles del riesgo a inundación fluvial.....	84
Cuadro N° 129: Efectos probables.....	86
Cuadro N° 130: Costo de edificaciones .....	87
Cuadro N° 131: Valoración de consecuencias .....	87
Cuadro N° 132: Valoración de la frecuencia de ocurrencia .....	88
Cuadro N° 133: Matriz de consecuencia y daños (Matriz) .....	88
Cuadro N° 134: 135: Medidas cualitativas de consecuencias y daños .....	88
Cuadro N° 135: Nivel de Aceptabilidad .....	88
Cuadro N° 136: Matriz de Aceptabilidad y/o tolerancia .....	89
Cuadro N° 137: Prioridad de Intervención.....	89

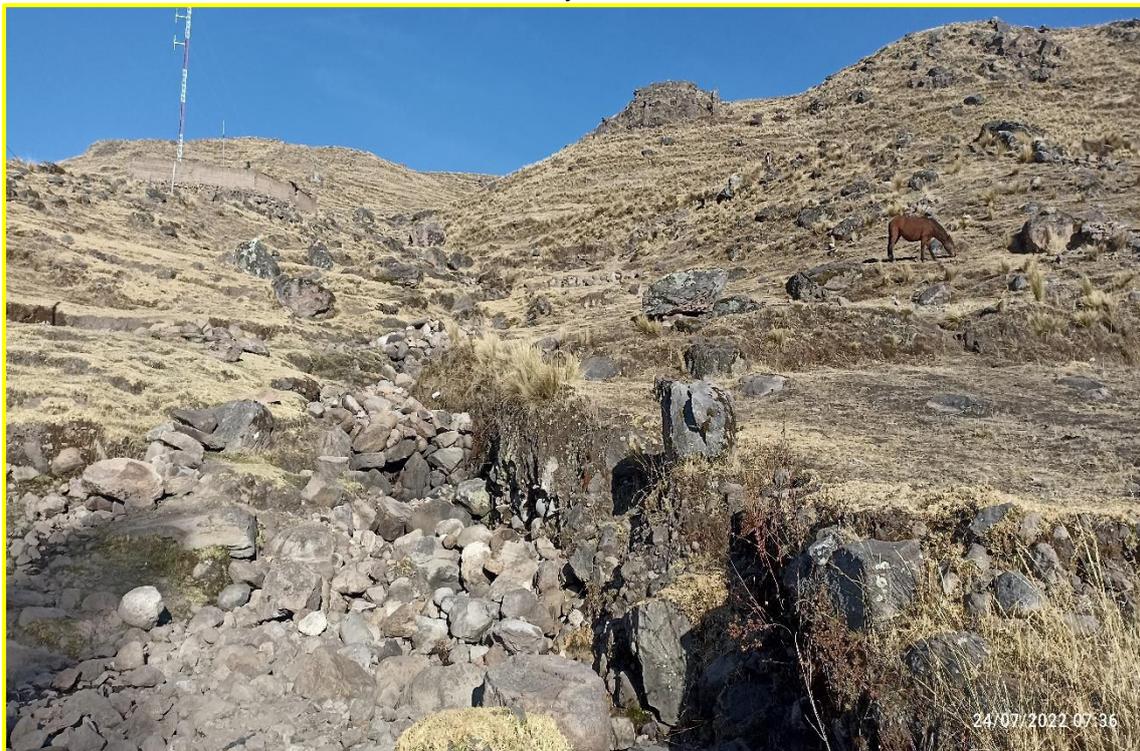
  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

## ANEXO 01: LISTADO DE FOTOS



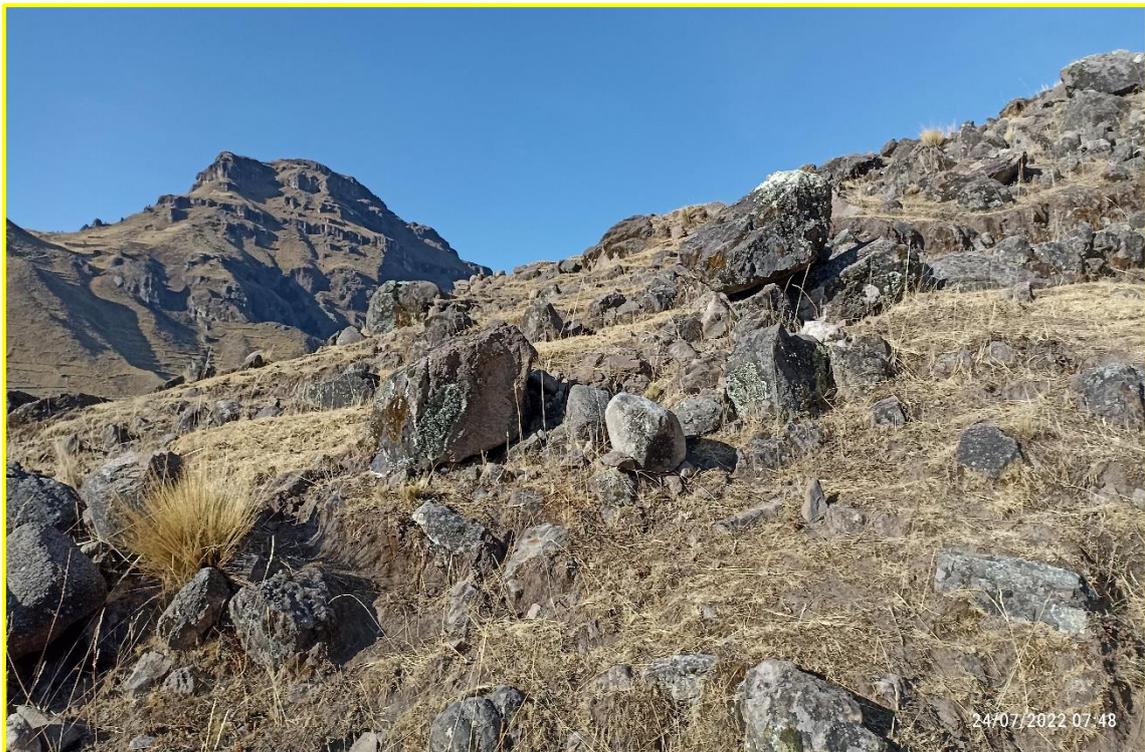
Fotografía N° 01: Vista hacia el oeste del estado del cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco.



Fotografía N° 02: Vista hacia el oeste de la zona superior del cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco notándose la presencia de grandes rocas.



Fotografía N° 03: Vista hacia el este de la quebrada Ranrayocc Huaycco y de fondo el poblado de Chahuarma, nótese en la imagen la gran cantidad de rocas arrastras por el cauce.



Fotografía N° 04: Vista hacia el oeste de la zona superior de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco, donde se visualiza afloramiento rocoso.



Fotografía N° 0537: Vista hacia el oeste de la zona superior de bofedales de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco, identificando la zona con un poblador de la zona.



Fotografía N° 06: Levantamiento del cauce en la zona más alta de la quebrada Ranrayocc Huaycco donde se nota la presencia de piedras que obstruyen el cauce.

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRD-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J



Fotografía N° 07: Levantamiento del cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco identificando daños y obstrucciones, debido al arrastre de rocas por el caudal.



Fotografía N° 08: Vista hacia el este del cauce de la quebrada Ranrayocc Huaycco, desde este sector el cauce pasa por medio del poblado de Chahuarma.

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



Fotografía N° 09: Vista hacia el oeste del levantamiento de la quebrada Ranrayocc Huaycco, nótese en la imagen viviendas muy cerca al cauce.



Fotografía N° 10: Levantamiento de la quebrada constatando a simple vista el gran daño de la sección natural, además nótese que colinda con viviendas.



Fotografía N° 11: Vista del paso de la quebrada Ranrayocc Huaycco, se nota una tubería de alimentación de agua para los pobladores de la zona.



Fotografía N° 1238: Vista hacia el oeste del brusco cambio de nivel del recorrido de la quebrada Ranrayocc Huaycco, este sector esta ubicado dentro de la zona poblada.



Fotografía N° 13: Vista del cauce de la quebrada Ranrayocco Huaycco, este sector se encuentra en la parte baja, zona poblada.



Fotografía N° 14: Vista hacia el este de un canal totalmente obstruido por el arrastre de piedras por el cauce de la quebrada Ranrayocco Huaycco.

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peraita**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



Fotografía N° 15: Vista hacia el este, desembocadura de la quebrada al río Chahuarma.



Fotografía N° 16 Vista de viviendas expuestas, dentro del área en evaluación.

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



Fotografía N° 17: Vista la I. E. Miguel Grau, considerado dentro del área en evaluación.



Fotografía N° 18: Vista de la I. E. Inicial construida de material rustico, altamente vulnerable.

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRD-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J



Fotografía N° 19: Vista del Tambo Chahuarma, considerada dentro del área en evaluación.



Fotografía N° 20: Vista de viviendas altamente vulnerables, construidas del material rustico.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J



Fotografía N° 21: Vista del servicio de desagüe del tipo letrina.



Fotografía N° 22: Equipo técnico de trabajo

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRD-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 <b>World GIS</b>
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

## ANEXO 02: CÁLCULOS HIDROLÓGICOS DE LA UNIDAD HIDROGRÁFICA (Área de drenaje) DE LA Qda. RANRAYOCC HUAYCCO

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

# 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

## 1.1 Ubicación geográfica

### 1.1.1 Área de evaluación

El área de evaluación comprende el centro poblado de Chahuarma ubicado en la zona Sur de la ciudad Lircay, a una distancia aproximada de 23 km del centro de la ciudad.

Cuadro N° 0138. Ubicación del área de estudio

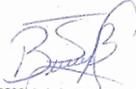
Área del proyecto	
Departamento:	Huancavelica
Provincia:	Angaraes
Distrito:	Lircay
Altitud promedio:	3697 m.s.n.m.
Centro poblado:	Chahuarma.
Coordenadas UTM:	E 536532.82; N 8551117.97

Fuente: Elaboración propia.

Figura 039. Ubicación del área en evaluación



Fuente: Elaboración propia.

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

## 1.2 Estación meteorológica

El desarrollo de este estudio ha considerado como fuente de información la estación Lircay, cuyas características se describen en la siguiente tabla:

Cuadro N° 0139. Datos de la estación Lircay.

Características de la estación	
Nombre:	Estación Lircay
Latitud:	12°58'53.25"
Longitud:	74°43'5.13"
Altitud:	3303 m.s.n.m.
Parámetro:	Precipitación máxima en 24 h
Departamento:	Huancavelica
Provincia:	Angaraes
Distrito:	Lircay

Fuente: Elaboración propia.

## 1.3 Caracterización de la unidad hidrográfica

### 1.3.1 Parámetros asociados a la forma de la unidad hidrográfica

#### a) Área (A)

Es la proyección horizontal de toda la superficie de drenaje de un sistema de escorrentía dirigido directa o indirectamente a un mismo cauce natural, corresponde a la superficie limitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio y se expresa en km<sup>2</sup>.

#### b) Perímetro (P)

Es la longitud sobre un plano horizontal, que recorre la divisoria de aguas, este se mide en unidades de longitud y se expresa en km.

#### c) Longitud de la cuenca (L)

Es la distancia horizontal desde la desembocadura de la cuenca (estación de aforo) hasta otro punto aguas arriba donde la tendencia general del río o quebrada principal corte la línea de contorno de la microcuenca.

#### d) Ancho de la cuenca (B)

Se define de la siguiente ecuación:

$$B = \frac{A}{L} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde:

A : área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

L : longitud de la cuenca (km).

### e) Orientación

La orientación se determina de acuerdo a la orientación del río o quebrada principal de la microcuenca en relación al Norte y se considera su influencia especialmente en las zonas de ladera en donde la inclinación de las vertientes afectará la influencia solar. La orientación de la cuenca con respecto al movimiento del sol y a la interposición de las cadenas montañosas con respecto a las corrientes de aire, es un factor que influye en su comportamiento hidro-meteorológico.

### f) Factor de forma de Horton (Kf)

Intenta medir cuan cuadrada (alargada) puede ser la cuenca. Una cuenca con un factor de forma bajo, esta menos sujeta a crecientes que una de la misma área y mayor factor de forma. Principalmente, los factores geológicos son los encargados de moldear la fisiografía de una región y la forma que tienen las cuencas hidrográficas. Un valor de Kf superior a la unidad proporciona el grado de achatamiento de ella o de un río o quebrada principal corto y por consecuencia con tendencia a concentrar el escurrimiento de una lluvia intensa formando fácilmente grandes crecidas. Por lo tanto, se define de la siguiente ecuación:

$$K_f = \frac{A}{L^2} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde:

A : área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

L : longitud de la cuenca (km).

### g) Coeficiente de compacidad (kc)

Propuesto por Gravelius, compara la forma de la cuenca con la de una circunferencia, cuyo círculo inscrito tiene la misma área de la cuenca en estudio. Se define como la razón entre el perímetro de la cuenca que es la misma longitud del parteaguas o divisoria que la encierra y el perímetro de la circunferencia. Este coeficiente adimensional, independiente del área estudiada tiene por definición un valor de uno para cuencas imaginarias de forma exactamente circular. Nunca los valores del coeficiente de compacidad serán inferiores a uno. El grado de aproximación de este índice a la unidad indicará la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, siendo más acentuado cuanto más cercano a uno sea, es decir mayor concentración de agua.

La razón para usar la relación del área equivalente a la ocupada por un círculo es porque una cuenca circular tiene mayores posibilidades de producir avenidas superiores dadas su simetría; por lo cual se tiene la siguiente tabla:

Cuadro N° 0140. Características de la microcuenca de acuerdo al valor kc.

Valores de kc	Forma
1 - 1.25	Redonda a oval redonda
1.25 - 1.50	De oval redonda a oval oblonga
1.50 - 1.75	De oval oblonga a rectangular oblonga

Asimismo, esto se define con la siguiente ecuación:

$$K_c = \frac{P}{P_c} = \frac{P}{2\pi R} = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

Donde:

P : perímetro de la cuenca (km).

P<sub>c</sub> : perímetro de la circunferencia (km).

R : radio de la circunferencia (km).

#### h) Relación de elongación (Re)

Se define con la siguiente ecuación:

$$R_e = 1.128 \frac{\sqrt{A}}{L} \quad (\text{Ecuación 4})$$

Donde:

A : área de la microcuenca (km<sup>2</sup>).

L : longitud de la microcuenca (km).

El valor de la relación de elongación se acerca a la unidad cuando la cuenca es muy plana y circular, cuando la cuenca es plana con porciones accidentales, la relación de elongación está entre 0.5 y 0.8.

En función de los parámetros citados, se presente el Cuadro N° 018:

Cuadro N° 0141. Parámetros asociados a la forma de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

Parámetros asociados a la forma	Descripción
Área (A)	0.663 km <sup>2</sup>
Perímetro (P)	5.109 km
Longitud de la microcuenca (L)	2.286 km
Ancho de la microcuenca (B)	0.290 km
Orientación	Sureste
Factor de forma de Horton (Kf)	0.127
Coefficiente de compacidad o índice de Gravelius (kc)	1.757
Relación de elongación (Re)	0.402

En el Cuadro N° 018 N°141 se aprecian los parámetros asociados a la forma de la unidad hidrográfica en estudio la cual consiste en área, perímetro, longitud, ancho, orientación, factor de forma de Horton, coeficiente de compacidad y relación de elongación, destaca el valor obtenido de factor de forma de Horton (Kf) es 0.127 siendo menor a la unidad lo que significa que la unidad hidrográfica no presenta una forma achatada y por lo tanto, posee baja susceptibilidad a las avenidas, respecto al coeficiente de compacidad o índice de Gravelius el resultado fue de 1.757 lo cual indica que la forma de la unidad es oval oblonga o rectangular oblonga y la relación de

elongación resultó 0.402 lo cual representa que la unidad en estudio es plana con porciones accidentadas.

### 1.3.2 Parámetros asociados al relieve de la unidad hidrográfica

#### a) Altura y elevación

Es uno de los parámetros más determinantes de la oferta hídrica y del movimiento del agua a lo largo de la cuenca, de ella dependen en gran medida la cobertura vegetal, la biota, el clima, el tipo y uso del suelo y otras características fisiográficas de un territorio. A continuación, se describen los elementos más representativos de las cuencas, derivados de la elevación:

Cota mayor de la cuenca (CM): Es la mayor altura a la cual se encuentra la divisoria de la cuenca (msnm.).

Cota menor de la cuenca (Cm): Es la cota sobre la cual la cuenca entrega sus aguas a un cauce superior (msnm.).

Elevación promedio del relieve: Es la elevación promedio de la cuenca referida al nivel del mar.

#### b) Pendiente (S)

Es el valor medio del declive del terreno y la inclinación, respecto a la horizontal, de la vertiente sobre la cual se ubica la cuenca.

De acuerdo a lo detallado en este numeral, se tiene:

Cuadro N° 0142. Parámetros asociados al relieve de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

Parámetros asociados al relieve	Descripción	
Altura y elevación		
Cota mayor de la microcuenca (CM)	4398	msnm
Cota menor de la microcuenca (Cm)	3698	msnm
Elevación promedio del relieve	4048	msnm
Pendiente (S)	0.344	m/m

El Cuadro N° 142 especifica los parámetros asociados al relieve de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco, tal como la cota mayor, menor, elevación promedio y pendiente de la microcuenca.

### 1.3.3 Parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica

#### a) Cota mayor del cauce (CMc)

Elevación del punto más alto del cauce (msnm.).

#### b) Cota menor del cauce (Cmc)

Coincide con la cota menor de la cuenca (msnm.).

#### c) Pendiente promedio del cauce (S0)

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Con base en el perfil altimétrico a lo largo del río o quebrada se puede encontrar la pendiente de la recta ajustada a parejas de valores obtenidos en intervalos iguales a lo largo del cauce.

#### d) Longitud de cauce principal (Lc)

Corresponde a la longitud del cuerpo de agua que le da nombre a la cuenca de estudio, en este parámetro se tienen en cuenta la sinuosidad del cauce.

De acuerdo a lo detallado en este numeral, se tiene las siguientes tablas:

Cuadro N° 0143. Parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

Parámetros asociados al perfil	Descripción	
Cota mayor del cauce (CMc)	4061	msnm
Cota menor del cauce (Cmc)	3698	msnm
Pendiente promedio del cauce (S0)	0.289	m/m
Longitud de cauce principal (Lc)	1257.2	m

El Cuadro N° 143 muestra los parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco, siendo estos la cota mayor, menor, pendiente promedio y longitud de cauce principal en la microcuenca.

### 1.3.4 Parámetros asociados al drenaje

#### a) Orden de los cauces

El orden de las corrientes es una clasificación que proporciona el grado de bifurcación dentro de la cuenca. Existen varios métodos para realizar tal clasificación. En este caso se optó por el método de Horton, el cual se fundamenta en los siguientes criterios: Se consideran corrientes de primer orden, aquellas corrientes fuertes, portadoras de aguas de nacimientos y que no tienen afluentes. Cuando dos corrientes de orden uno se une, resulta una corriente de orden dos. De manera general, cuando dos corrientes de orden  $i$  se unen, resulta una corriente de orden  $i+1$ . Cuando una corriente se une con otra de orden mayor, resulta una corriente que conserva el mayor orden.

#### b) Longitud de los cauces de orden uno (L1)

Una vez establecidos los cauces de orden uno, se miden las longitudes de dichas corrientes.

#### c) Densidad de drenaje (Dd)

Este índice relaciona la longitud de la red de drenaje y el área de la cuenca sobre la cual drenan las corrientes hídricas.

$$D_d = \frac{\text{Longitud de corrientes (km)}}{\text{Área de la microcuenca (km}^2\text{)}} \quad (\text{Ecuación 5})$$

Con el fin de catalogar una cuenca como bien o mal drenada, analizando su densidad de drenaje, se puede considerar que valores de densidad de drenaje próximo a 0.5 km/km<sup>2</sup> indican que existe un mal drenaje, mientras que valores cercanos a 3.5 km/km<sup>2</sup>, indican mejor drenaje.

#### d) Coeficiente de torrencialidad (Ct)

Índice que mide el grado de torrencialidad de la cuenca, por medio de la relación del número de cauces de orden uno con respecto al área total de la misma. A mayor magnitud, mayor grado de torrencialidad presenta una cuenca.

$$C_t = \frac{N^{\circ} \text{ de cauces de orden 1}}{\text{Área de la microcuenca (km}^2\text{)}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

La descripción de las características morfométricas, fisiográficas, hidrológicas e hidráulicas entre otros, permite un mejor entendimiento del comportamiento del flujo de agua en la cuenca.

#### e) Tiempo de concentración (Tc)

Es considerado como el tiempo de viaje de una gota de agua de lluvia que escurre superficialmente desde el lugar más lejano de la cuenca hasta el punto de salida. Para su cálculo se pueden emplear diferentes fórmulas que se relacionan con otros parámetros propios de la cuenca. Para la estimación del tiempo de concentración se recomienda emplear varias ecuaciones empíricas disponibles en la literatura científica, se considera apropiado incluir al menos cinco estimaciones diferentes.

De acuerdo a Kirpich (1942) se tiene la siguiente ecuación:

$$T_c = 0.02L^{0.77} S_0^{-0.385} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde:

Tc : tiempo de concentración (min).

L : longitud del cauce principal (m).

S0 : pendiente promedio del cauce principal (m/m)

De acuerdo a lo detallado en este numeral, se tiene las siguientes tablas:

Cuadro N° 0144. Parámetros asociados al drenaje de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

Parámetros asociados al drenaje	Descripción
Orden de los cauces	5
Longitud de los cauces de orden uno (L1)	0.893 km
Densidad de drenaje (Dd)	3.11 Km/km <sup>2</sup>
Coefficiente de torrencialidad (Ct)	7.54
Tiempo de concentración (Tc)	7.15 min

El Cuadro N° 144 muestra los parámetros asociados al perfil de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco, siendo estos el orden de los cauces, la longitud de los cauces de orden uno, la densidad de drenaje, el coeficiente de torrencialidad y el tiempo de concentración.

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

## 2. CÁLCULO HIDROLÓGICO

### 2.1 Fórmulas de cálculo

#### 2.1.1 Máxima avenida

Es un caudal de gran magnitud, que desborda los ríos, quebradas u otros cauces; se debe calcular o estimar el caudal de diseño en función a los caudales máximos, estando este en función directa del período de retorno seleccionado para el diseño, el mismo que a su vez depende de la importancia o trascendencia de la obra, así como de la vida útil de la misma.

#### a) Análisis de datos dudosos u Outlier

Este método se basa en las directrices para determinar la frecuencia de crecida de los caudales del Consejo de Recursos Hídricos de los Estados Unidos (WRC US, por sus siglas en inglés).

Este análisis es aplicado a un grupo de datos obtenidos a partir de la toma de datos de estaciones de conteo hidrográfico con el fin de determinar la validez de los datos, pues puede darse la publicación de datos erróneos debido a errores humanos o fallos en los instrumentos de medición.

Su objetivo es la determinación la existencia de valores atípicos que se apartan de manera significativa de la tendencia de los datos restantes y por lo tanto ocasionarían errores en los procedimientos de cálculo.

En primer lugar, toma en cuenta los valores máximos de precipitaciones máximas diarias en 24 horas ocurridas en cada año de estudio. Posteriormente se halla el coeficiente de sesgo del método a través del coeficiente de asimetría de los valores logarítmicos de todos los valores en estudio.

A continuación, se hace la evaluación para la existencia de datos dudosos altos a través de la Ecuación 8 y datos dudosos bajos a través de la Ecuación 9.

$$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s \quad (\text{Ecuación 8})$$

$$x_H = \bar{x} - k_n \cdot s \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde:

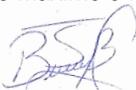
n : número de datos

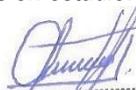
Kn : valor recomendado obtenido del Cuadro N° 0145

$\bar{x}$  : media de los valores logarítmicos de los datos en estudio.

S : desviación estándar de los valores logarítmicos de los datos en estudio.

$x_H$  : límite máximo o mínimo para los datos en estudio.

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Cuadro N° 0145. Valores recomendados para análisis Outlier.

Valores $K_n$ para la prueba de datos dudosos							
Tamaño de muestra $n$	$K_n$	Tamaño de muestra $n$	$K_n$	Tamaño de muestra $n$	$K_n$	Tamaño de muestra $n$	$K_n$
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: U. S. Water Resources Council, 1981. Esta tabla contiene valores de  $K_n$  de un lado con un nivel de significancia del 10% para la distribución normal.

### b) Método de distribución Gumbel o doble exponencial

Este método es basado en las siguientes fórmulas (Chow, 1994):

$$F(x) = e^{-e^{-\alpha(x-\beta)}} \quad \text{(Ecuación 10)}$$

$$\alpha = \frac{1.2825}{\sigma} \quad \text{(Ecuación 11)}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma \quad \text{(Ecuación 12)}$$

Donde:

$\alpha$ : parámetro de concentración

$\beta$ : parámetro de localización; además se tiene:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x \quad \text{(Ecuación 13)}$$

Donde:

$x$ : valor una probabilidad dada.

$\bar{x}$ : es la media de la serie.

$k$ : es el factor de la frecuencia.

### c) Curva Intensidad – Duración – Frecuencia

Es un elemento de diseño que relaciona la intensidad de la lluvia, su duración y su frecuencia (probabilidad de ocurrencia o periodo de retorno); el modelo general es el siguiente:

$$I = \frac{KT^m}{t^n} \quad \text{(Ecuación 14)}$$

Donde:

$I$  : intensidad de la lluvia máxima (mm/h).

$K, m$  y  $n$  : coeficientes característicos de la zona de estudio.

$T$  : periodo de diseño.

$t$  : duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min).

#### d) Elección del periodo de retorno

De acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones en el Manual de hidrología, hidráulica y drenaje menciona que, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, presentándose la siguiente fórmula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n \quad (\text{Ecuación 15})$$

Donde:

R: riesgo de falla admisible.

T: periodo de retorno.

n : vida útil en años.

Cuadro N° 146. Valores de periodo de retorno T en años.

Riesgo admisible R	Vida útil de las obras (n en años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.1	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.2	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	118	35	70	87	174	348	695
0.5	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

Fuente: Manual de hidrología, hidráulica y drenaje (MTC, 2008).

El Cuadro N° 146 propone valores de periodos de retorno de acuerdo a lo estipulado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

#### e) Hietograma de diseño

Se obtiene a partir de las curvas de intensidad, duración y frecuencia con el método del Bloque Alternativo, el mismo que se fundamenta en la siguiente fórmula:

$$Td = n\Delta t \quad (\text{Ecuación 16})$$

#### f) Método SCS para abstracciones

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPREDEJ

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPREDEJ

Este método se desarrolló en 1972 y se denomina Soil Conservation Service para calcular las abstracciones de la precipitación de una tormenta, de esto se tiene que, la escorrentía directa  $P_e$  es siempre menor o igual a la profundidad de precipitación  $P$ ; para ello se tiene los siguientes:

$$\frac{Fa}{S} = \frac{Pe}{P-Ia} \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde se cumple el principio de continuidad:

$$P = Pe + Ia + Fa \quad (\text{Ecuación 18})$$

Igualando las ecuaciones se tiene:

$$Pe = \frac{(P-Ia)^2}{P-Ia+S} \quad (\text{Ecuación 19})$$

Reemplazando  $la = 0.2S$  resulta:

$$Pe = \frac{(P-0.2S)^2}{P+0.8S} \quad (\text{Ecuación 20})$$

### g) Número curva

Transforma la precipitación total en precipitación efectiva, basándose en el uso del suelo y considera las siguientes variables:

Precipitación en un periodo de tiempo determinado.

Complejidad del suelo e hidrología que considera la interrelación suelo y cobertura vegetal.

Los valores del número de curva se encuentran tabulados entre 0 y 100, y se fundamenta en la siguiente fórmula:

$$s = \frac{100}{CN} - 10 \quad (\text{Ecuación 21})$$

Dónde: CN es el número de curva y S es la diferencia potencial máxima entre la precipitación y el caudal en una hora iniciada la tormenta representando proporcionalmente la pérdida de escorrentía por infiltración, interceptación y almacenamiento superficial.

Cuadro N° 147. Número de curva de escorrentía para usos.

Descripción del uso de tierra	Grupo hidrológico del suelo			
	A	B	C	D
Tierra cultivada: sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales: condiciones pobres	68	79	86	89
condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: condiciones óptimas	30	58	71	78
Bosques: troncos delgados, cubierta pobre, sin hierbas,	45	66	77	83
cubierta buena <sup>1</sup>	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques, campos de golf, cementerios, etc.:				
óptimas condiciones: cubierta de pasto en el 75 % o más	39	61	74	80
condiciones aceptables: cubierta de pasto en el 50 al 75 %	49	69	79	84
Áreas comerciales de negocios (85 % impermeables)	89	92	94	95

Districtos industriales (72 % impermeables)	81	88	91	93
Residencial <sup>2</sup> :				
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable <sup>3</sup>			
1/8 acre o menos	65	77	85	90
1/4 acre	38	61	75	83
1/3 acre	30	57	72	81
1/2 acre	25	54	70	80
1 acre	20	51	68	79
Parqueaderos pavimentados, techos, accesos, etc. <sup>4</sup>	98	98	98	98
Calles y carreteras:				
Pavimentados con cunetas y alcantarillados <sup>4</sup>	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	72	82	87	89
Fuente: Chow (1994).				
1 Una buena cubierta está protegida del pastizales, y los desechos del retiro de la cubierta del suelo.				
2 Los números de curva se calculan suponiendo que la escorrentía desde las casas y de los accesos se dirige hacia la calle, con un mínimo de agua del techo dirigida hacia el césped donde puede infiltración adicional.				
3 Las áreas permeables restantes (césped) se consideran como pastizales en buena condición para estos números de curva.				
4 En algunos países con climas más cálidos se pueden utilizar 95 como número de curva.				

El Cuadro N° 147 muestra los valores de número curva de acuerdo a los diferentes usos de suelo que se presenta en una cuenca hidrográfica, el mismo que servirá para el cálculo de la escorrentía; mediante su ponderación correspondiente por la presencia de varios tipos de uso de suelo.

## 2.2 Cálculo de la máxima avenida

### 2.2.1 Datos requeridos para la máxima avenida

#### a) Precipitación máxima en 24 horas

Los datos de precipitación máxima en 24 horas, fueron obtenidos de los registros de lluvias medidos en mm por la estación Lircay, ya que es la estación de medición más cercana a la unidad hidrográfica en estudio.

Cuadro N° 148. Precipitación máxima en 24 horas – estación Lircay.

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
1965	0.0	12.3	22.3	12.1	15.0	0.0	0.0	7.3	18.1	14.3	27.9	26.4
1966	20.8	10.5	20.5	12.0	16.4	0.0	5.2	0.0	13.4	27.6	26.6	20.2
1967	14.5	29.7	18.8	10.9	0.0	7.2	8.3	7.3	14.5	23.2	9.5	19.5
1968	16.2	23.6	39.5	5.6	10.7	14.4	18.6	15.4	19.9	20.0	31.5	13.2
1969	11.8	24.0	20.4	13.7	0.0	2.4	6.4	3.8	13.9	18.8	21.3	32.6
1970	21.0	15.4	22.3	22.3	14.2	1.4	2.7	7.1	35.3	11.8	5.5	23.7
1971	25.4	28.2	18.5	15.3	13.2	10.3	2.1	7.0	0.7	11.9	7.1	20.0
1972	14.7	22.7	23.9	17.3	5.9	0.0	16.3	4.0	16.6	14.0	11.2	14.5
1973	26.0	27.6	22.5	20.2	6.6	6.6	2.8	11.9	21.2	21.8	27.7	33.6
1974	31.0	27.9	30.1	12.3	6.5	8.2	5.9	33.2	8.8	8.0	12.4	30.8
1975	22.2	13.8	15.2	11.0	17.9	1.4	5.0	6.9	13.3	9.7	18.3	13.5

1976	22.5	18.1	20.2	12.8	17.2	9.5	12.5	3.2	19.8	2.2	10.6	15.0
1977	18.9	21.8	19.9	6.9	11.6	0.3	4.6	0.5	11.8	9.2	17.3	18.6
1978	18.8	19.7	27.4	22.0	1.4	8.2	0.6	2.8	11.9	15.8	14.0	9.5
1979	11.0	16.3	20.0	15.5	12.2	6.8	10.4	9.5	10.3	15.6	11.2	16.0
1980	24.7	14.2	0.0	20.6	14.0	4.7	14.2	10.4	17.8	18.4	10.4	19.6
1981	24.7	24.2	20.4	16.0	7.4	14.2	0.0	18.7	16.1	26.1	24.0	21.6
1982	17.4	40.1	16.0	24.0	10.2	2.2	0.0	14.8	21.2	19.7	13.8	0.0
1983	0.0	13.1	18.5	17.4	9.2	0.0	3.8	2.8	25.2	14.0	3.8	17.3
1984	18.6	23.4	10.9	18.7	14.4	14.0	0.0	9.9	12.1	21.1	13.6	14.4
1985	11.4	19.4	20.2	16.7	7.8	7.2	7.4	0.0	14.6	6.8	6.4	18.9
1986	21.2	13.6	23.5	25.2	16.8	0.0	14.8	10.2	24.8	9.4	12.4	34.8
1987	11.1	14.5	16.4	25.4	35.2	7.1	4.1	4.0	0.4	11.8	16.1	21.8
1988	13.9	30.8	18.5	13.5	2.4	2.3	0.0	0.0	0.0	24.0	15.7	20.2
1989	16.8	18.5	19.2	18.8	9.3	4.6	2.6	7.4	8.0	14.4	9.5	10.0
1990	17.4	5.5	23.1	9.2	9.1	20.2	5.7	14.9	6.4	13.8	0.0	22.7
1991	18.2	25.7	30.4	8.5	12.0	23.3	7.7	2.7	6.0	16.1	12.2	13.5
1992	16.7	16.4	11.5	22.9	0.0	7.2	6.8	8.1	11.6	16.2	6.7	12.5
1993	39.0	24.4	13.0	18.4	11.0	4.5	8.3	7.8	10.3	19.9	49.7	23.0
1994	31.7	38.0	36.3	16.0	12.8	4.6	0.5	0.0	6.4	16.9	13.3	12.5
1995	20.5	37.1	14.6	8.0	10.8	0.0	3.4	7.0	8.2	12.6	13.7	12.5
1996	27.5	24.5	21.2	19.8	8.4	0.0	0.0	8.9	7.2	9.8	12.0	11.0
1997	32.5	26.5	10.5	19.8	5.9	1.9	0.0	9.0	20.7	7.9	16.1	33.3
1998	36.2	19.7	19.2	17.5	0.0	6.1	0.0	2.5	8.9	17.4	20.6	16.0
1999	13.4	15.0	13.8	20.0	16.3	6.4	18.1	0.0	5.6	12.5	10.2	14.9
2000	18.1	26.6	15.9	5.0	12.6	13.5	16.2	8.8	6.7	21.4	7.6	20.0
2001	29.2	19.0	16.3	17.4	15.0	2.5	5.2	6.6	17.2	10.1	12.4	29.9
2002	26.5	41.2	28.7	19.0	18.4	5.1	15.1	5.7	11.1	22.1	19.6	28.0
2003	20.2	27.4	18.3	10.0	14.5	0.4	3.2	8.2	8.8	9.2	19.3	21.7
2004	19.3	26.0	13.5	6.7	9.3	10.6	8.0	4.5	8.7	6.2	9.9	17.1
2005	13.1	22.1	21.3	13.8	14.6	1.4	13.6	2.7	13.2	19.6	6.4	17.7
2006	20.2	21.3	18.6	8.1	1.2	2.4	1.9	8.7	6.1	9.6	13.4	20.0
2007	19.3	11.2	29.7	10.3	10.4	0.0	17.9	1.2	5.6	9.3	9.1	18.4
2008	48.0	23.4	9.6	9.6	6.5	6.0	3.5	1.7	4.9	8.3	3.6	14.0
2009	22.0	23.1	14.9	15.2	6.3	2.1	13.6	2.5	7.8	14.0	33.6	24.5
2010	25.7	16.0	19.7	9.7	12.7	4.8	0.0	1.2	4.8	7.0	9.9	0.0
2011	21.1	35.5	28.5	14.5	7.9	2.4	8.3	5.2	11.2	9.4	10.9	16.4
2012	14.2	46.3	17.2	19.3	9.0	9.9	2.9	1.4	13.8	15.0	13.0	31.3
2013	15.4	15.5	21.1	7.1	14.2	2.9	3.1	9.5	3.6	12.2	6.2	17.5
2014	21.7	21.3	13.3	21.9	8.7	7.0	4.5	14.0	11.8	28.4	6.0	12.1
2015	20.3	16.9	24.2	12.6	10.9	2.3	3.6	9.5	3.2	6.2	0.0	0.0

En el Cuadro N° 148 se muestra las precipitaciones máximas mensuales de acuerdo a la estación meteorológica Lircay.

**b) Análisis de datos dudosos (Outlier)**

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRD-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

Los datos de precipitación máxima registrados por la estación más cercana a la cuenca de estudio fueron examinados a través del método de análisis de datos dudosos con el fin de determinar la existencia de valores atípicos que se alejan de manera significativa de la tendencia de los datos restantes que pudieron producirse debido a errores de medición, y de darse el caso realizar una corrección de datos.

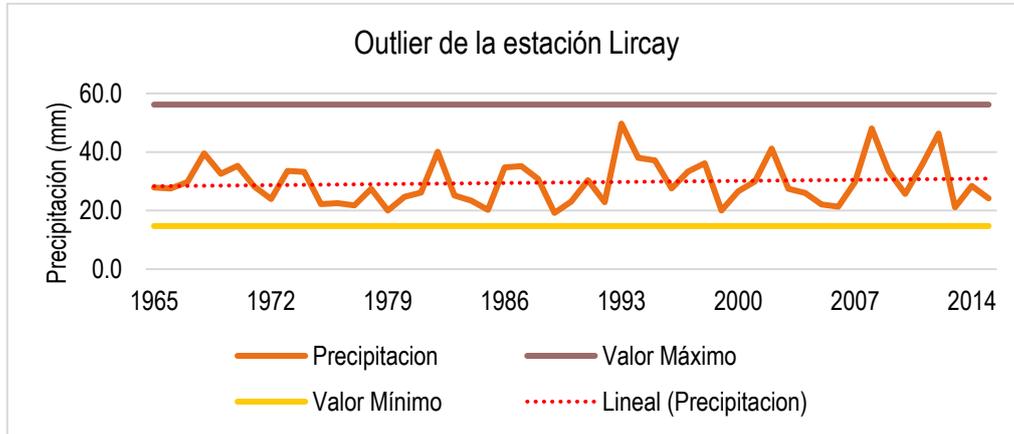


Gráfico N° 01. Análisis de datos dudosos de datos de precipitación de la estación Lircay.

En el Gráfico N° 01 se muestran los resultados del análisis de datos dudosos, debido a que no existen datos fuera de los valores mínimos y máximos se determina que los datos no requieren de ningún tipo de corrección y por lo tanto son aptos para usarse en los cálculos de la máxima avenida.

### c) Análisis de frecuencia

Los registros de precipitaciones máximas en 24 horas ya verificados por el método Outlier fueron analizados estadísticamente por los métodos de distribución Normal, Log Normal de 2 y 3 parámetros, Log Pearson tipo III, Gumbel y Gamma de 2 parámetros bajo un nivel de significancia de 5 % a través del software HidroEsta tal como se muestra en los siguientes gráficos:

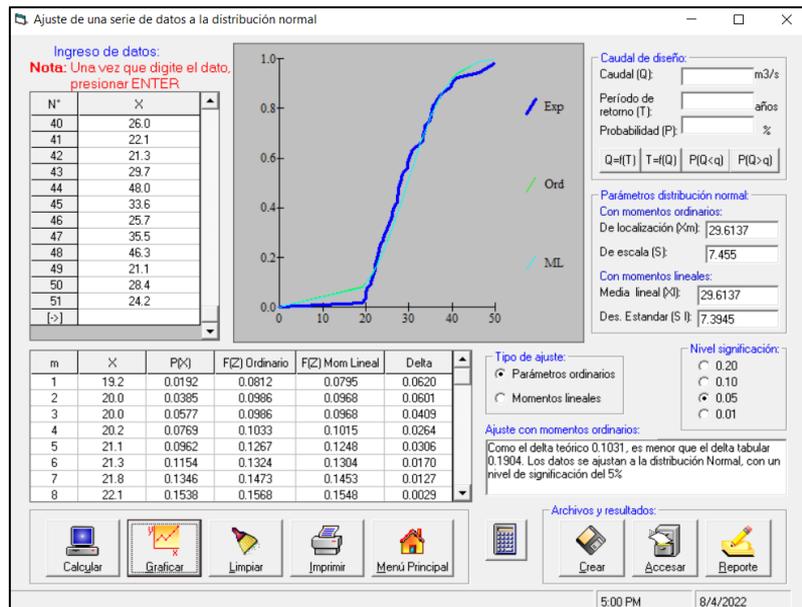


Gráfico N° 02. Cálculo de distribución normal.

En el Gráfico N° 02 se muestra el resultado del ajuste de los datos procesados del registro de volúmenes de precipitación registrados por la estación meteorológica de Lircay a la distribución normal, indicando que el delta teórico es de 0.1031 y el delta tabular es de 0.1904.

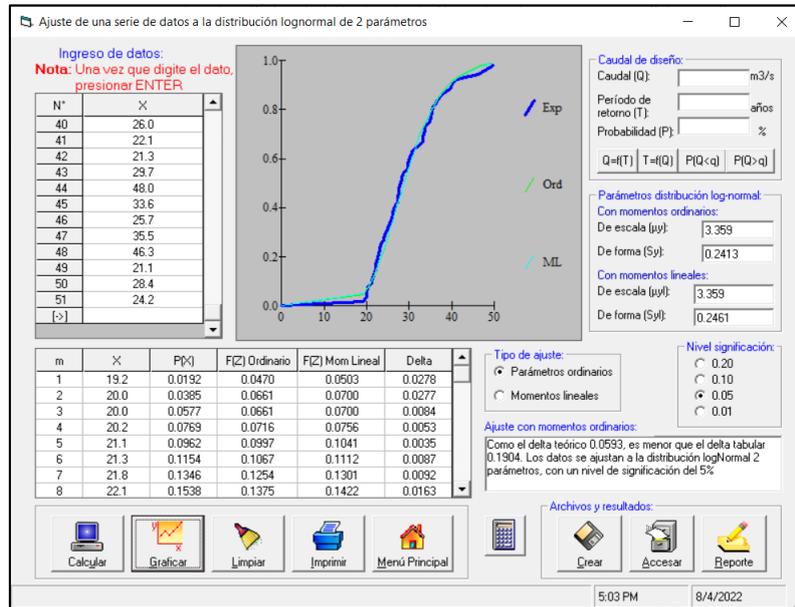


Gráfico N° 03. Cálculo de distribución LogNormal de 2 parámetros

En el Gráfico N° 03 se tiene el análisis para los datos de precipitación en la distribución LogNormal de 2 parámetros, indicando que el delta teórico es de 0.0593 y el delta tabular de 0.1904.

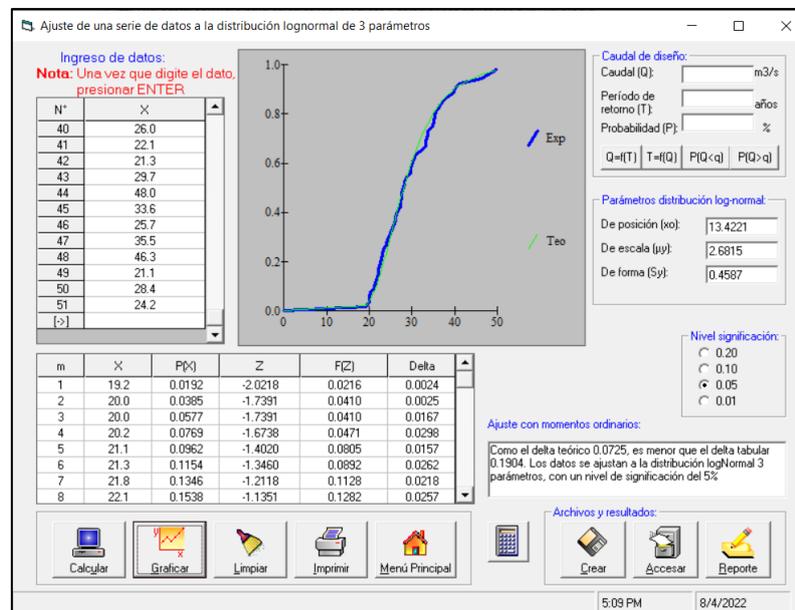


Gráfico N° 04. Cálculo de distribución LogNormal de 3 parámetros.

Se tiene el ajuste de los datos procesados del registro de volúmenes de precipitación registrados por la estación meteorológica de Lircay a la distribución LogNormal de 3 parámetros como se expone en el Gráfico N° 04, indicando que el delta teórico es de 0.0725 y el delta tabular también de 0.1904.

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 123-2018-CENEPRED-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

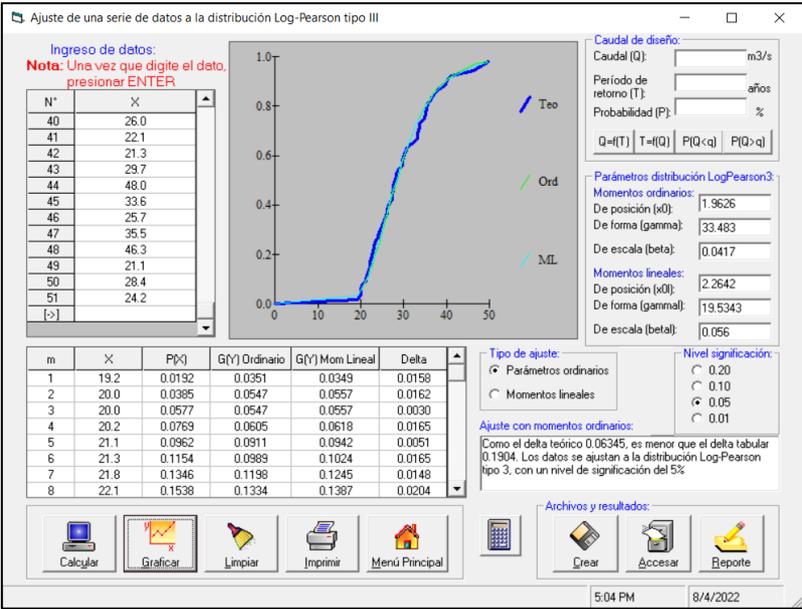


Gráfico N° 05. Cálculo de distribución Log-Pearson tipo III

El Gráfico N° 05 muestra el resultado del análisis de la distribución Log-Pearson tipo III, indicando que el delta teórico es de 0.06345 y el delta tabular en concordancia con los demás análisis es de 0.1904.

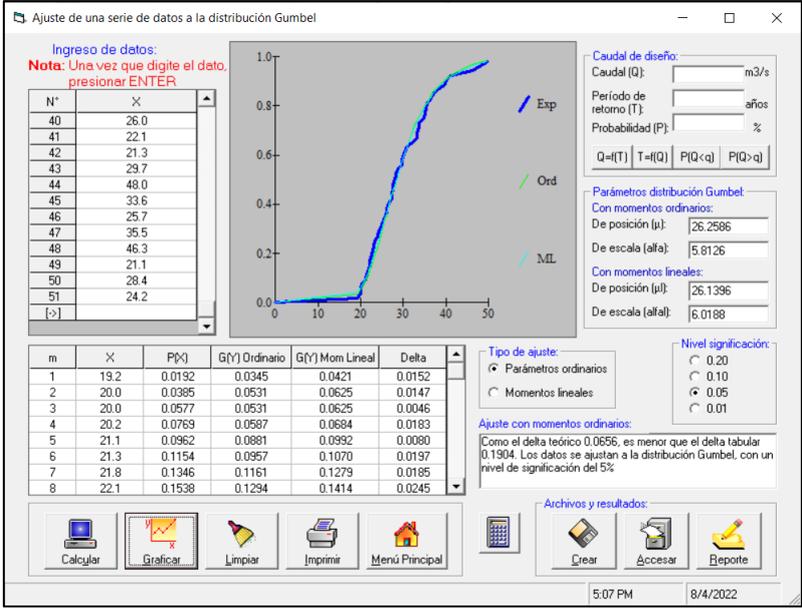


Gráfico N° 06. Cálculo de distribución de Gumbel.

En el Gráfico N° 06 se aprecian los resultados del análisis de distribución de Gumbel para los datos de precipitación de la extracción Lircay, teniendo como delta teórico 0.0725 y como delta tabular también 0.1904.

  <b>Ing. Becker Boza Sulca</b> EVALUADOR DEL RIESGO R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J	  <b>Ing. Roosevelt Solano Peralta</b> EVALUADOR DEL RIESGO R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J
---	--

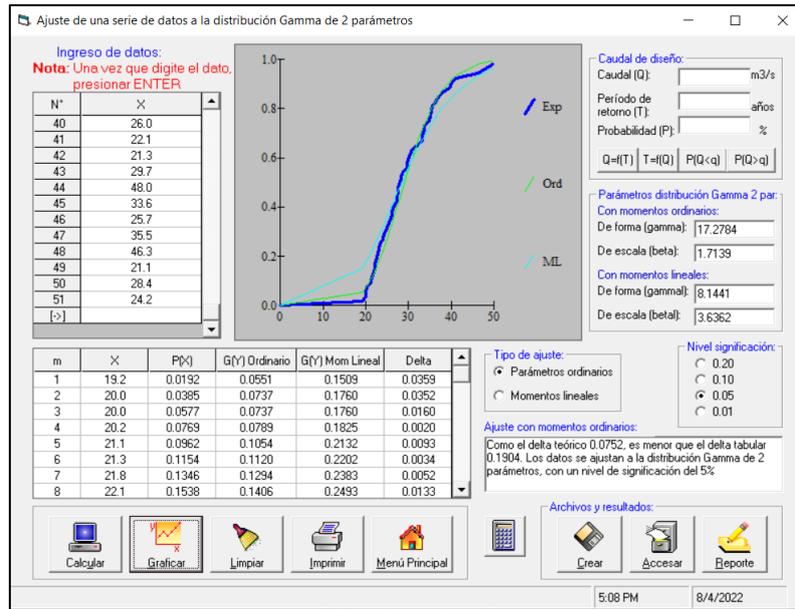


Gráfico N° 07. Cálculo de distribución Gamma de 2 parámetros

Finalmente, el Gráfico N° 07 muestra los resultados del análisis de los datos para distribución Gamma de 2 parámetros con un delta teórico de 0.0752, y un delta tabular de 0.1904.

Cuadro N° 149. Análisis de frecuencias.

Distribución	Delta teórico	Delta tabular
Normal	0.1031	0.1904
LogNormal de 2 parámetros	0.0593	
LogNormal de 2 parámetros	0.0725	
Log Pearson tipo III	0.06345	
Gümbel	0.0656	
Gamma de 2 parámetros	0.0752	

En el Cuadro N° 149 se muestra el resumen del análisis de frecuencias en función de los seis tipos de distribuciones analizados donde los deltas teóricos obtenidos son menores al delta tabular de 0.1904 en todos los casos, siendo el aplicado en este estudio la distribución Gumbel.

**d) Distribución probabilística de Gümbel**

Dado que los análisis de frecuencia demostraron que los registros de precipitaciones máximas en 24 horas se ajustan a todas las distribuciones, incluyendo la distribución probabilística de Gümbel, por lo tanto, se decidió usar esta distribución para continuar con el cálculo de la máxima avenida.

Cuadro N° 150. Precipitaciones diarias máximas probables para distintas frecuencias.

Periodo de retorno (años)	Variable reducida (YT)	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia (F(xT))	Corrección de intervalo fijo (XT (mm))
2	0.3665	28.3891	0.5000	32.0797
5	1.4999	34.9773	0.8000	39.5243
10	2.2504	39.3392	0.9000	44.4533
25	3.1985	44.8505	0.9600	50.6811
50	3.9019	48.9391	0.9800	55.3012
100	4.6001	52.9975	0.9900	59.8872

e) Curva I-D-F

Cuadro N° 151. Intensidades – duración – frecuencia.

Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	324.1	211.0	164.1	137.3	119.6	106.8	97.1	89.4	83.1	77.9	73.4	69.6
10	362.1	235.8	183.4	153.5	133.7	119.4	108.5	99.9	92.9	87.0	82.0	77.7
25	419.4	273.1	212.4	177.8	154.8	138.3	125.7	115.7	107.6	100.8	95.0	90.0
50	468.7	305.2	237.4	198.7	173.0	154.5	140.5	129.3	120.2	112.6	106.2	100.6
100	523.8	341.0	265.3	222.0	193.4	172.7	157.0	144.5	134.4	125.9	118.7	112.4

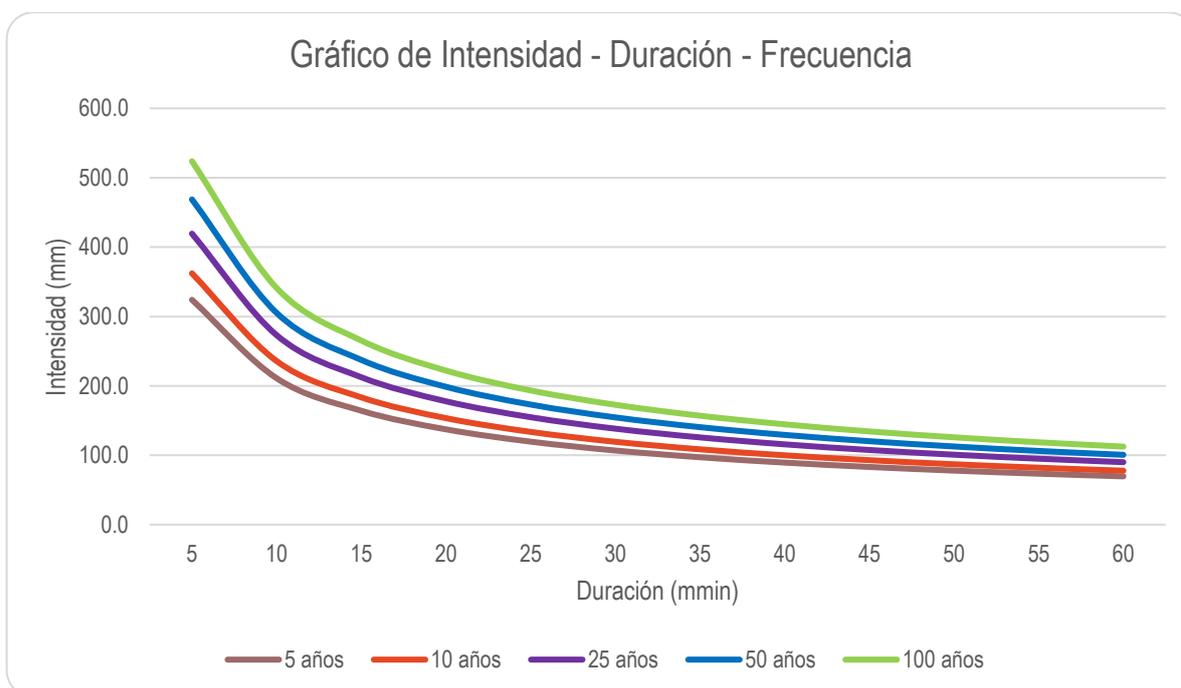


Gráfico N° 08. Curva intensidad – duración – frecuencia.

En la Cuadro N° 22 y Gráfico N° 08 se aprecia los resultados del estudio de intensidad, duración y frecuencia de precipitaciones.

f) Hietograma según tiempo de retorno para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

Cuadro N° 152. Hietograma para un tiempo de retorno de 5 años para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
5	324.05	27.00	27.00	27.00	0	5	2.27
10	210.96	35.16	8.16	8.16	5	10	2.40
15	164.12	41.03	5.87	5.87	10	15	2.73
20	137.33	45.78	4.75	4.75	15	20	3.23
25	119.61	49.84	4.06	4.06	20	25	4.06
30	106.84	53.42	3.58	3.58	25	30	5.87
35	97.11	56.65	3.23	3.23	30	35	27.00
40	89.41	59.60	2.95	2.95	35	40	8.16

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

45	83.12	62.34	2.73	2.73	40	45	4.75
50	77.87	64.89	2.55	2.55	45	50	3.58
55	73.40	67.29	2.40	2.40	50	55	2.95
60	69.55	69.55	2.27	2.27	55	60	2.55

Cuadro N° 153. Hietograma para un tiempo de retorno de 10 años para la unidad hidrográfica Ranrayocco Huaycco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
5	362.14	30.18	30.18	30.18	0	5	2.53
10	235.75	39.29	9.11	9.11	5	10	2.68
15	183.41	45.85	6.56	6.56	10	15	3.06
20	153.48	51.16	5.31	5.31	15	20	3.61
25	133.67	55.70	4.54	4.54	20	25	4.54
30	119.40	59.70	4.00	4.00	25	30	6.56
35	108.53	63.31	3.61	3.61	30	35	30.18
40	99.91	66.61	3.30	3.30	35	40	9.11
45	92.89	69.66	3.06	3.06	40	45	5.31
50	87.02	72.52	2.85	2.85	45	50	4.00
55	82.03	75.20	2.68	2.68	50	55	3.30
60	77.73	77.73	2.53	2.53	55	60	2.85

Cuadro N° 154. Hietograma para un tiempo de retorno de 25 años para la unidad hidrográfica Ranrayocco Huaycco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
5	419.45	34.95	34.95	34.95	0	5	2.93
10	273.06	45.51	10.56	10.56	5	10	3.10
15	212.43	53.11	7.60	7.60	10	15	3.54
20	177.76	59.25	6.15	6.15	15	20	4.18
25	154.82	64.51	5.25	5.25	20	25	5.25
30	138.29	69.15	4.64	4.64	25	30	7.60
35	125.70	73.33	4.18	4.18	30	35	34.95
40	115.73	77.15	3.82	3.82	35	40	10.56
45	107.58	80.69	3.54	3.54	40	45	6.15
50	100.79	83.99	3.30	3.30	45	50	4.64
55	95.01	87.10	3.10	3.10	50	55	3.82
60	90.03	90.03	2.93	2.93	55	60	3.30

Cuadro N° 155. Hietograma para un tiempo de retorno de 50 años para la unidad hidrográfica Ranrayocco Huaycco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
5	468.75	39.06	39.06	39.06	0	5	3.28
10	305.16	50.86	11.80	11.80	5	10	3.47

15	237.40	59.35	8.49	8.49	10	15	3.95
20	198.66	66.22	6.87	6.87	15	20	4.67
25	173.02	72.09	5.87	5.87	20	25	5.87
30	154.55	77.27	5.18	5.18	25	30	8.49
35	140.48	81.94	4.67	4.67	30	35	39.06
40	129.33	86.22	4.27	4.27	35	40	11.80
45	120.23	90.17	3.95	3.95	40	45	6.87
50	112.64	93.86	3.69	3.69	45	50	5.18
55	106.18	97.33	3.47	3.47	50	55	4.27
60	100.61	100.61	3.28	3.28	55	60	3.69

Cuadro N° 156. Hietograma para un tiempo de retorno de 100 años para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

Duración (min)	Intensidad (mm/hr)	P. acumulada (mm)	Profundidad incremental	Profundidad ordenada	Tiempo (min)		Precipitación
					De	A	
5	523.84	43.65	43.65	43.65	0	5	3.66
10	341.02	56.84	13.18	13.18	5	10	3.88
15	265.30	66.33	9.49	9.49	10	15	4.42
20	222.01	74.00	7.68	7.68	15	20	5.22
25	193.36	80.56	6.56	6.56	20	25	6.56
30	172.71	86.36	5.79	5.79	25	30	9.49
35	156.99	91.58	5.22	5.22	30	35	43.65
40	144.53	96.35	4.78	4.78	35	40	13.18
45	134.36	100.77	4.42	4.42	40	45	7.68
50	125.88	104.90	4.12	4.12	45	50	5.79
55	118.66	108.77	3.88	3.88	50	55	4.78
60	112.44	112.44	3.66	3.66	55	60	4.12

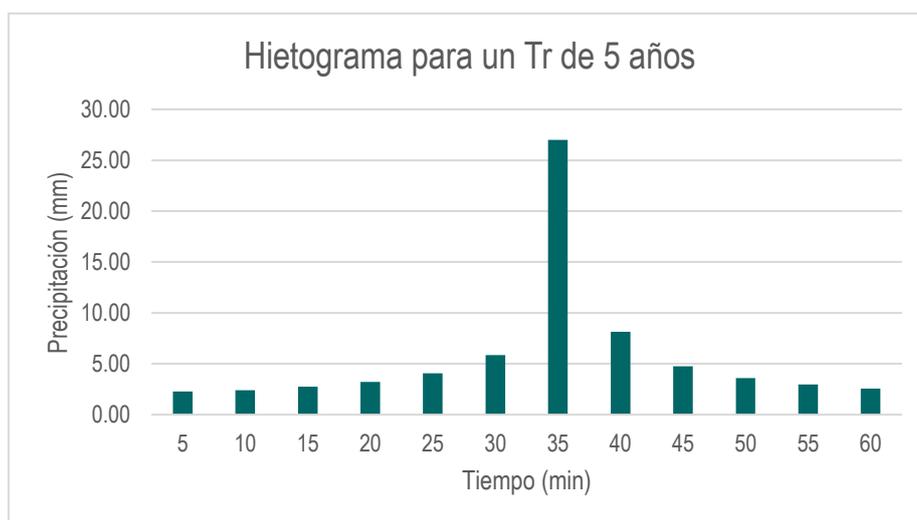


Gráfico N° 09. Hietograma para un tiempo de retorno de 5 años para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

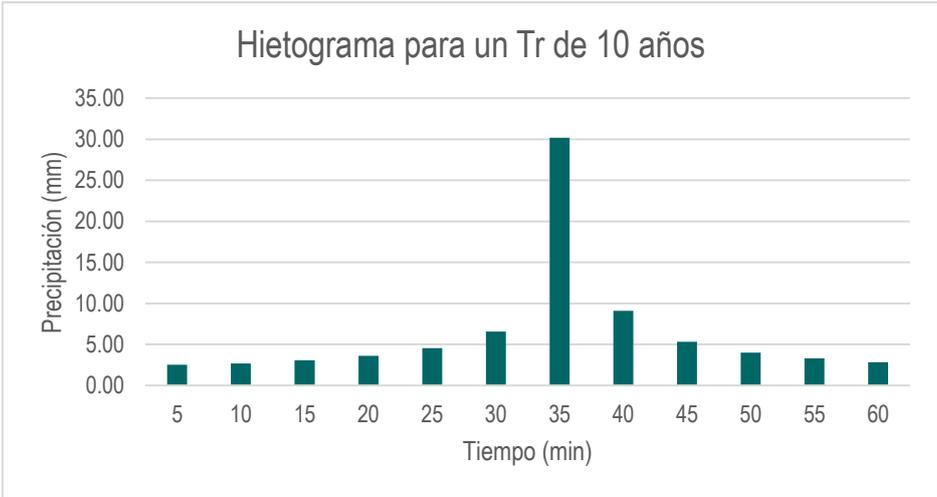


Gráfico N° 10. Hietograma para un tiempo de retorno de 10 años para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

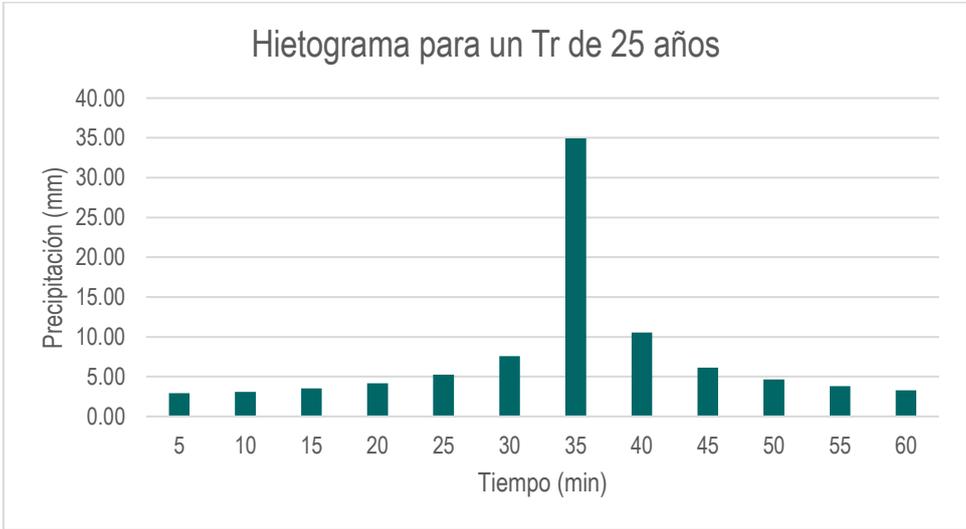


Gráfico N° 11. Hietograma para un tiempo de retorno de 25 años para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

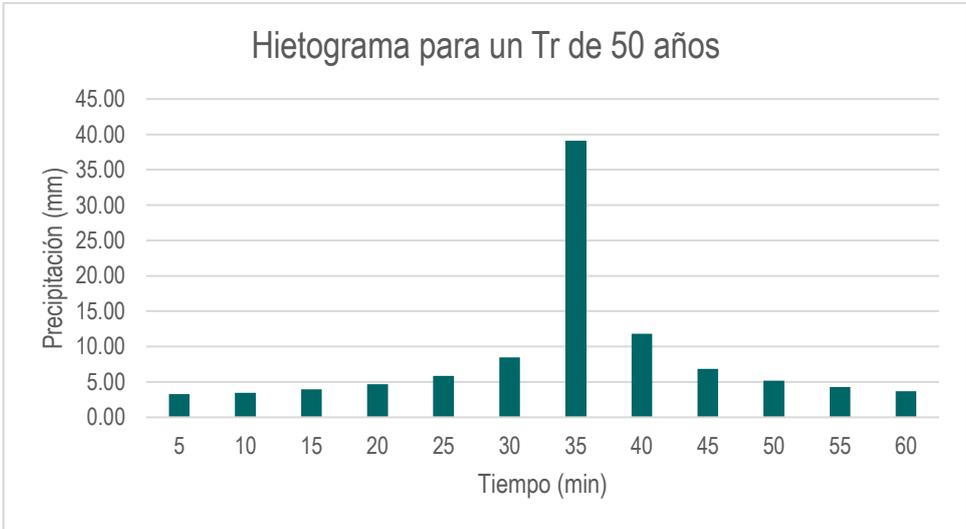


Gráfico N° 12. Hietograma para un tiempo de retorno de 50 años para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

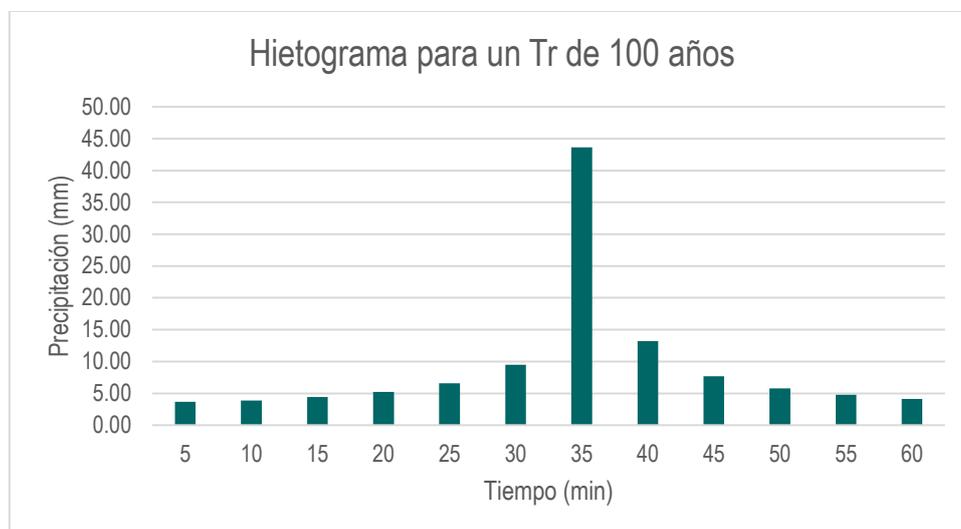


Gráfico N° 13. Hietograma para un tiempo de retorno de 100 años para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco.

Desde el Cuadro N° 152 al Cuadro N° 156 y desde el Gráfico N° 09 al Gráfico N° 13 se muestran los hietogramas de diseño para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco, de acuerdo al método de bloque alterno a periodos de tiempo de 5, 10, 25, 50 y 100 años.

#### g) Número de curva para las microcuencas

La estimación del número de curva fue realizada de manera ponderada, debido a los diferentes usos de suelos existentes en la zona de estudio.

Los resultados del análisis ponderado se muestran en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 157. Número de curva para la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco

Uso de suelo	Área (km <sup>2</sup> )	Porcentaje (%)	CN	Producto
Pastizales pobres	0.318	48.051	74	35.558
Cultivos	0.344	51.949	88	45.715
Total	0.663	100.000	Ponderado:	81.273

Fuente: Elaboración propia.

Como se describe en la en el cuadro anterior, el valor promedio del número de curva ponderado será de 81.273.

#### h) Esquema del modelamiento en HEC-HSM

Con la información obtenida de la oficina de estadística e informática del Servicio Nacional de Meteorológica e Hidrología (SENAMHI), se procedió a efectuar el cálculo de lluvia para determinar la capacidad de las estructuras dentro del periodo de vida.

Se estimó la probabilidad de las lluvias para diferentes periodos de retorno (5, 10, 25 y 50 años), para lo cual previamente se determinó la distribución de valores extremos como: Normal, Log Normal, Log Pearson tipo III, Gumbel y Gamma, siendo así que, se consideró la distribución Gumbel

para el cálculo de la curva I-D-F; luego se procedió al cálculo los caudales de los flujos que discurren a través de la quebrada Ranrayocc Huaycco mediante el método de Soil Conservation Service (1972) SCS con ayuda del modelo HEC – HMS.

El modelamiento de las máximas caudales en diferentes periodos de retorno (5, 10, 25, y 50 años) se realizó mediante el modelo Hec-Hms.

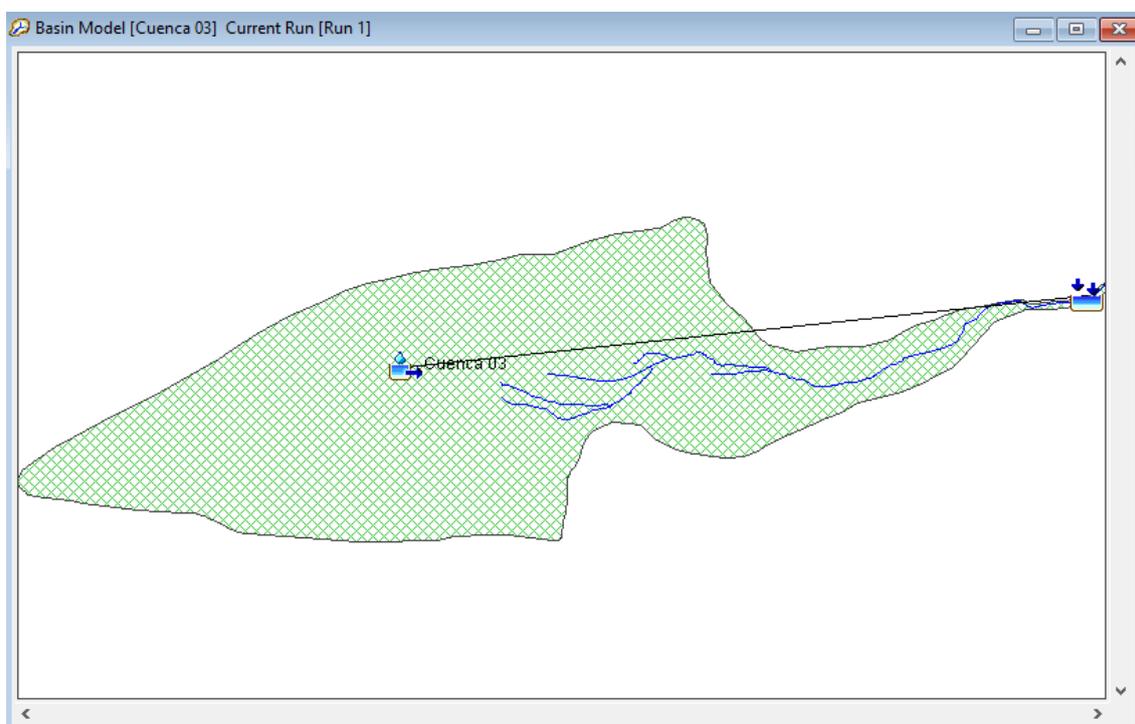


Gráfico N° 14. Esquema de las microcuencas en el modelo Hec-Hms.

### i) Características de las microcuencas y método de cálculo

La estimación del caudal máximo en la zona de estudio está en función a las especificaciones del modelo HEC-HMS, los cuales se detalla a continuación:

Cuadro N° 158. Características de modelamiento de la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco con HEC-HMS.

Características	Ranrayocc Huaycco
Área (Km <sup>2</sup> )	0.663
Loss Method	SCS Curve Number
Transform Method	SCS Unit Hydrograph
Número Curva	81.273
Impermeabilidad (%)	0.000
Lag Time (min)	4.29

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.2 Máximas avenidas en la unidad hidrográfica Ranrayocc Huaycco

Como se ha mencionado, la estimación fue realizada mediante la aplicación del modelo HEC-HMS, obteniéndose de esta manera valores del caudal máximo en diferentes periodos de retorno.

En el Cuadro N° 159 se muestra la evolución del caudal en la zona de estudio para un periodo de retorno de 5 años, donde se puede destacar que el máximo valor alcanzable es de 15.90 m<sup>3</sup>/s.

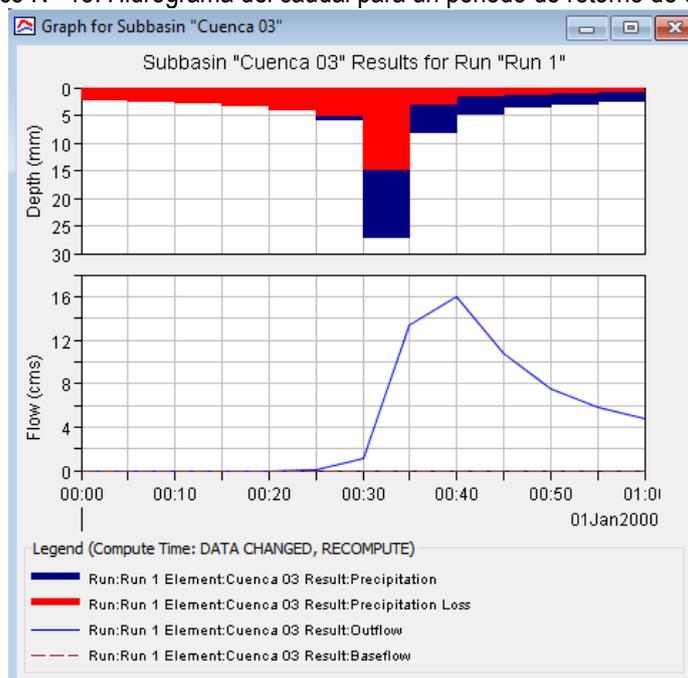
Cuadro N° 159. Caudales generados para un periodo de retorno de 5 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m³/s)	Caudal base (m³/s)	Caudal - Tr 5 (m³/s)
00:00			0.00	0.00	0.00
00:05	2.27	2.27	0.00	0.00	0.00
00:10	2.4	2.4	0.00	0.00	0.00
00:15	2.73	2.73	0.00	0.00	0.00
00:20	3.23	3.23	0.00	0.00	0.00
00:25	4.06	3.96	0.10	0.00	0.10
00:30	5.87	4.92	1.10	0.00	1.10
00:35	27.00	14.72	13.40	0.00	13.40
00:40	8.16	2.92	15.90	0.00	15.90
00:45	4.75	1.49	10.80	0.00	10.80
00:50	3.58	1.04	7.50	0.00	7.50
00:55	2.95	0.81	5.80	0.00	5.80
01:00	2.55	0.66	4.80	0.00	4.80

Fuente: Elaboración propia.

La esquematización de la anterior tabla se muestra en la siguiente figura, donde se puede observar el desarrollo del caudal máximo en al zona de estudio.

Gráfico N° 15. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 5 años.



Fuente: Elaboración propia.

La estimación del caudal máximo para el periodo de retorno de 10 años, se muestra en el Cuadro N° 160, donde se puede detallar que el máximo valor alcanzado es de 19.50 m³/s.

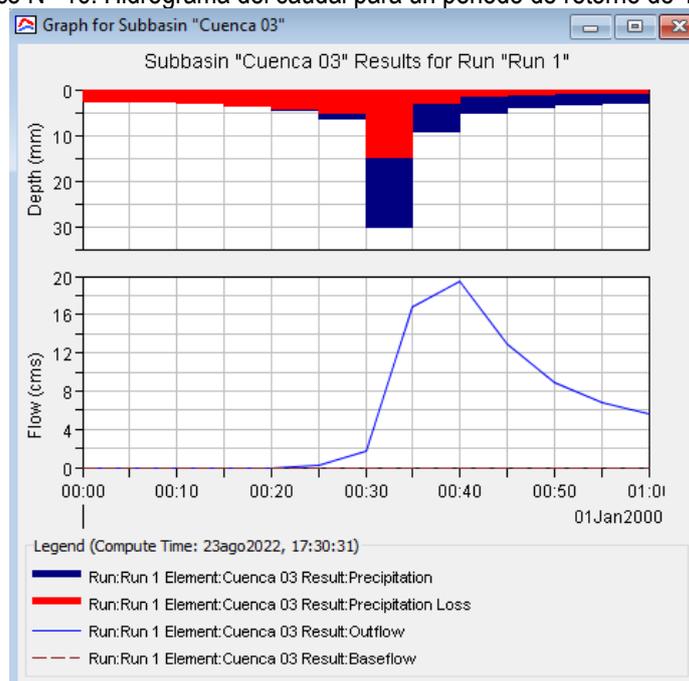
Cuadro N° 160. Caudales generados para un periodo de retorno de 10 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m³/s)	Caudal base (m³/s)	Caudal - Tr 10 (m³/s)
00:00			0.00	0.00	0.00
00:05	2.53	2.53	0.00	0.00	0.00
00:10	2.68	2.68	0.00	0.00	0.00
00:15	3.06	3.06	0.00	0.00	0.00
00:20	3.61	3.61	0.00	0.00	0.00
00:25	4.54	4.25	0.30	0.00	0.30
00:30	6.56	5.16	1.70	0.00	1.70
00:35	30.18	14.98	16.80	0.00	16.80
00:40	9.11	2.89	19.50	0.00	19.50
00:45	5.31	1.47	13.00	0.00	13.00
00:50	4	1.02	8.90	0.00	8.90
00:55	3.30	0.79	6.80	0.00	6.80
01:00	2.85	0.65	5.60	0.00	5.60

Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfico N° 16 se muestra el comportamiento esquemático del caudal y la precipitación para un periodo de retorno de 10 años.

Gráfico N° 16. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 10 años.



Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro N° 161 se muestra los valores procesados para un periodo de retorno de 25 años, en ella se puede destacar que el valor máximo obtenido será 25.10 m³/s, para un periodo de tormenta de 01:00 hora.

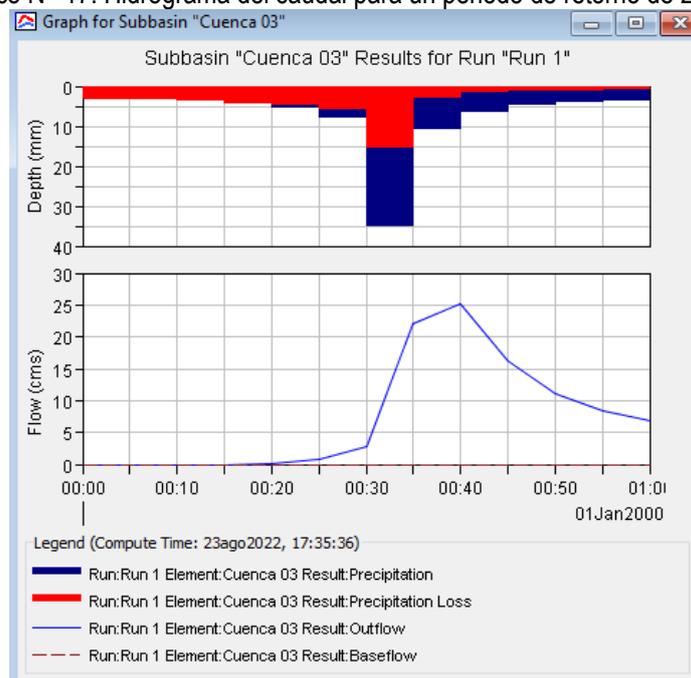
Cuadro N° 161. Caudales generados para un periodo de retorno de 25 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m³/s)	Caudal base (m³/s)	Caudal - Tr 25 (m³/s)
00:00			0.00	0.00	0.00
00:05	2.93	2.93	0.00	0.00	0.00
00:10	3.1	3.1	0.00	0.00	0.00
00:15	3.54	3.54	0.00	0.00	0.00
00:20	4.18	4.14	0.00	0.00	0.00
00:25	5.25	4.58	0.70	0.00	0.70
00:30	7.6	5.46	2.80	0.00	2.80
00:35	34.95	15.21	22.20	0.00	22.20
00:40	10.56	2.83	25.10	0.00	25.10
00:45	6.15	1.43	16.30	0.00	16.30
00:50	4.64	0.99	11.10	0.00	11.10
00:55	3.82	0.76	8.40	0.00	8.40
01:00	3.3	0.62	6.90	0.00	6.90

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura, se muestra cómo se dio el desarrollo del caudal máximo para un periodo de retorno de 25 años, en la que se puede destacar que el mayor caudal se dará en un periodo de 40 minutos.

Gráfico N° 17. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 25 años.



Fuente: Elaboración propia.

Los datos obtenidos para un periodo de retorno de 50 años se muestran en el Cuadro N° 162. Donde se destaca que el valor máximo será de 30.00 m³/s.

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRD-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

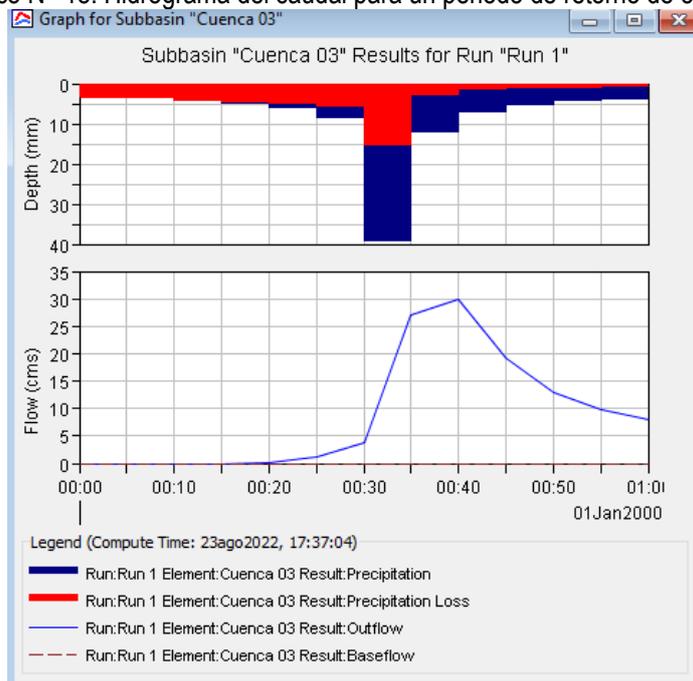
Cuadro N° 162. Caudales generados para un periodo de retorno de 50 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m³/s)	Caudal base (m³/s)	Caudal - Tr 50 (m³/s)
00:00			0.00	0.00	0.00
00:05	3.28	3.28	0.00	0.00	0.00
00:10	3.47	3.47	0.00	0.00	0.00
00:15	3.95	3.95	0.00	0.00	0.00
00:20	4.67	4.5	0.20	0.00	0.20
00:25	5.87	4.82	1.20	0.00	1.20
00:30	8.49	5.66	3.80	0.00	3.80
00:35	39.06	15.27	27.00	0.00	27.00
00:40	11.8	2.77	30.00	0.00	30.00
00:45	6.87	1.39	19.20	0.00	19.20
00:50	5.18	0.95	12.90	0.00	12.90
00:55	4.27	0.73	9.70	0.00	9.70
01:00	3.69	0.6	7.90	0.00	7.90

Fuente: Elaboración propia.

En la Gráfico N° 18 se muestra el comportamiento del caudal máximo para un periodo de retorno de 50 años, en esta se puede destacar que la escorrentía se genera 20 minutos después de haberse iniciado la precipitación.

Gráfico N° 18. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 50 años.



Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, en el Cuadro N° 163 se muestra los valores del caudal máximo que se alcanza con un periodo de retorno de 100 años, siendo el valor máximo de 35.60 m³/s.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

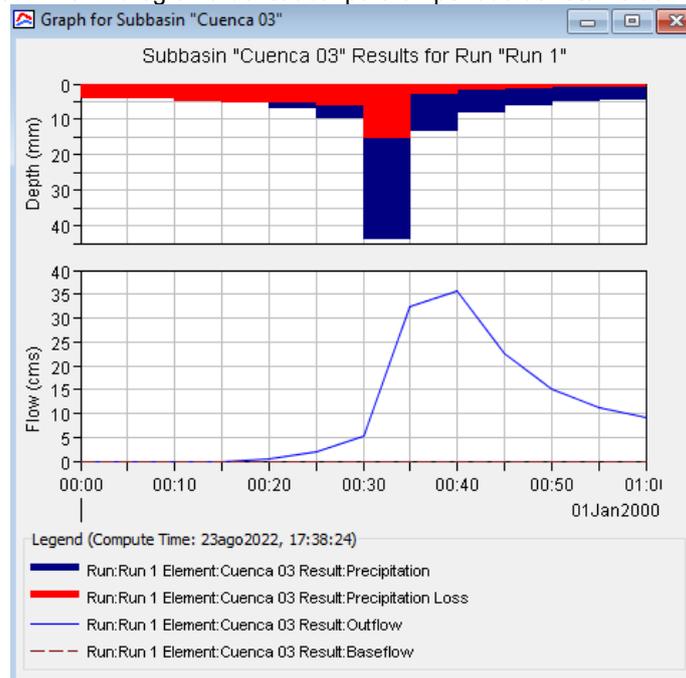
Cuadro N° 163. Caudales generados para un periodo de retorno de 100 años.

H:min	Precipitación (mm)	Pérdida (mm)	Caudal generado (m³/s)	Caudal base (m³/s)	Caudal - Tr 100 (m³/s)
00:00			0.00	0.00	0.00
00:05	3.66	3.66	0.00	0.00	0.00
00:10	3.88	3.88	0.00	0.00	0.00
00:15	4.42	4.42	0.00	0.00	0.00
00:20	5.22	4.83	0.40	0.00	0.40
00:25	6.56	5.05	1.90	0.00	1.90
00:30	9.49	5.83	5.10	0.00	5.10
00:35	43.65	15.25	32.50	0.00	32.50
00:40	13.18	2.69	35.60	0.00	35.60
00:45	7.68	1.34	22.50	0.00	22.50
00:50	5.79	0.92	15.00	0.00	15.00
00:55	4.78	0.71	11.20	0.00	11.20
01:00	4.12	0.57	9.10	0.00	9.10

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente figura se muestra la cantidad de escorrentía generada por una precipitación con un periodo de retorno de 100 años, destacándose que dicho valor máximo será alcanzado en un tiempo de 40 minutos después de haber iniciado la precipitación.

Gráfico N° 19. Hidrograma del caudal para un periodo de retorno de 100 años.



Fuente: Elaboración propia.

Para una mejor comprensión de los valores descritos, en el Cuadro N° 23 se ha realizado la comparación de los caudales máximos obtenidos para cada periodo de retorno en una tormenta de 60 minutos.

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Cuadro N° 164. Comparación de caudales máximos para diferentes periodos de retorno.

Tiempo (H:m)	Caudal (m³/s)				
	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
00:00:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:05:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:10:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:15:00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
00:20:00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.40
00:25:00	0.10	0.30	0.70	1.20	1.90
00:30:00	1.10	1.70	2.80	3.80	5.10
00:35:00	13.40	16.80	22.20	27.00	32.50
00:40:00	15.90	19.50	25.10	30.00	35.60
00:45:00	10.80	13.00	16.30	19.20	22.50
00:50:00	7.50	8.90	11.10	12.90	15.00
00:55:00	5.80	6.80	8.40	9.70	11.20
01:00:00	4.80	5.60	6.90	7.90	9.10
Caudal máximo	15.90	19.50	25.10	30.00	35.60

Complementariamente, en la siguiente figura se puede apreciar cómo es la variación del caudal máximo en los diferentes periodos de retorno analizados.

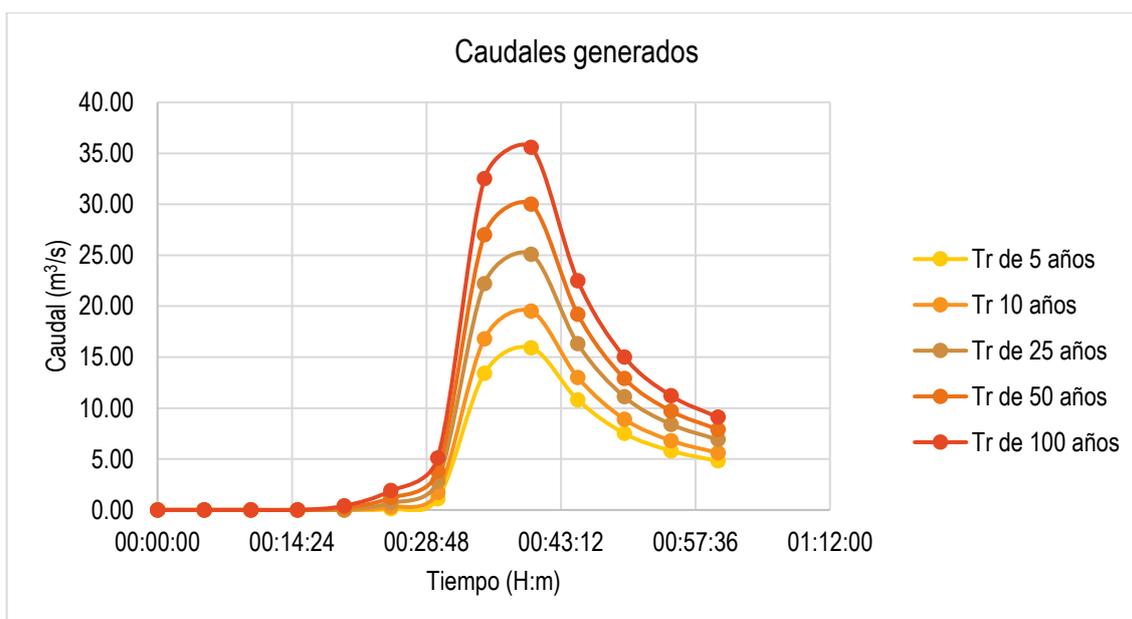
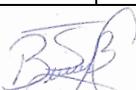


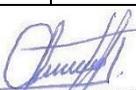
Gráfico N° 20. Comparación de los caudales para diferentes periodos de retorno.

Finalmente, en el siguiente cuadro se resumen los caudales máximos de cada periodo de retorno analizado.

Cuadro N° 165. Comparación de caudales máximo para diferentes periodos de retorno.

Periodo	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
Q máx. (m³/s)	15.90	19.50	25.10	30.00	35.60

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRD-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

## CORRECCIÓN DE DATOS DUDOSOS

Cuadro N° 166. Registro de datos.

### REGISTRO DE PRECIPITACIÓN MÁXIMA DE 24 HORAS (mm)

Estación:	<b>Estación Lircay</b>	Latitud:	12°58'53.25"	Dpto:	Huancavelica
Parámetro:	Precipitación Máxima 24 hr (mm)	Longitud:	74°43'5.13"	Prov:	Angaraes
		Altitud:	3303	Dist:	Lircay

Año	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	Pmax24	Log(P24hr)
1966	20.8	10.5	20.5	12.0	16.4	0.0	5.2	0.0	13.4	27.6	26.6	20.2	27.6	1.44
1967	14.5	29.7	18.8	10.9	0.0	7.2	8.3	7.3	14.5	23.2	9.5	19.5	29.7	1.47
1968	16.2	23.6	39.5	5.6	10.7	14.4	18.6	15.4	19.9	20.0	31.5	13.2	39.5	1.60
1969	11.8	24.0	20.4	13.7	0.0	2.4	6.4	3.8	13.9	18.8	21.3	32.6	32.6	1.51
1970	21.0	15.4	22.3	22.3	14.2	1.4	2.7	7.1	35.3	11.8	5.5	23.7	35.3	1.55
1971	25.4	28.2	18.5	15.3	13.2	10.3	2.1	7.0	0.7	11.9	7.1	20.0	28.2	1.45
1972	14.7	22.7	23.9	17.3	5.9	0.0	16.3	4.0	16.6	14.0	11.2	14.5	23.9	1.38
1973	26.0	27.6	22.5	20.2	6.6	6.6	2.8	11.9	21.2	21.8	27.7	33.6	33.6	1.53
1974	31.0	27.9	30.1	12.3	6.5	8.2	5.9	33.2	8.8	8.0	12.4	30.8	33.2	1.52
1975	22.2	13.8	15.2	11.0	17.9	1.4	5.0	6.9	13.3	9.7	18.3	13.5	22.2	1.35
1976	22.5	18.1	20.2	12.8	17.2	9.5	12.5	3.2	19.8	2.2	10.6	15.0	22.5	1.35
1977	18.9	21.8	19.9	6.9	11.6	0.3	4.6	0.5	11.8	9.2	17.3	18.6	21.8	1.34
1978	18.8	19.7	27.4	22.0	1.4	8.2	0.6	2.8	11.9	15.8	14.0	9.5	27.4	1.44
1979	11.0	16.3	20.0	15.5	12.2	6.8	10.4	9.5	10.3	15.6	11.2	16.0	20.0	1.30
1980	24.7	14.2	0.0	20.6	14.0	4.7	14.2	10.4	17.8	18.4	10.4	19.6	24.7	1.39
1981	24.7	24.2	20.4	16.0	7.4	14.2	0.0	18.7	16.1	26.1	24.0	21.6	26.1	1.42
1982	17.4	40.1	16.0	24.0	10.2	2.2	0.0	14.8	21.2	19.7	13.8	0.0	40.1	1.60
1983	0.0	13.1	18.5	17.4	9.2	0.0	3.8	2.8	25.2	14.0	3.8	17.3	25.2	1.40
1984	18.6	23.4	10.9	18.7	14.4	14.0	0.0	9.9	12.1	21.1	13.6	14.4	23.4	1.37
1985	11.4	19.4	20.2	16.7	7.8	7.2	7.4	0.0	14.6	6.8	6.4	18.9	20.2	1.31
1986	21.2	13.6	23.5	25.2	16.8	0.0	14.8	10.2	24.8	9.4	12.4	34.8	34.8	1.54
1987	11.1	14.5	16.4	25.4	35.2	7.1	4.1	4.0	0.4	11.8	16.1	21.8	35.2	1.55
1988	13.9	30.8	18.5	13.5	2.4	2.3	0.0	0.0	0.0	24.0	15.7	20.2	30.8	1.49
1989	16.8	18.5	19.2	18.8	9.3	4.6	2.6	7.4	8.0	14.4	9.5	10.0	19.2	1.28
1990	17.4	5.5	23.1	9.2	9.1	20.2	5.7	14.9	6.4	13.8	0.0	22.7	23.1	1.36
1991	18.2	25.7	30.4	8.5	12.0	23.3	7.7	2.7	6.0	16.1	12.2	13.5	30.4	1.48
1992	16.7	16.4	11.5	22.9	0.0	7.2	6.8	8.1	11.6	16.2	6.7	12.5	22.9	1.36
1993	39.0	24.4	13.0	18.4	11.0	4.5	8.3	7.8	10.3	19.9	49.7	23.0	49.7	1.70
1994	31.7	38.0	36.3	16.0	12.8	4.6	0.5	0.0	6.4	16.9	13.3	12.5	38.0	1.58
1995	20.5	37.1	14.6	8.0	10.8	0.0	3.4	7.0	8.2	12.6	13.7	12.5	37.1	1.57
1996	27.5	24.5	21.2	19.8	8.4	0.0	0.0	8.9	7.2	9.8	12.0	11.0	27.5	1.44
1997	32.5	26.5	10.5	19.8	5.9	1.9	0.0	9.0	20.7	7.9	16.1	33.3	33.3	1.52
1998	36.2	19.7	19.2	17.5	0.0	6.1	0.0	2.5	8.9	17.4	20.6	16.0	36.2	1.56
1999	13.4	15.0	13.8	20.0	16.3	6.4	18.1	0.0	5.6	12.5	10.2	14.9	20.0	1.30
2000	18.1	26.6	15.9	5.0	12.6	13.5	16.2	8.8	6.7	21.4	7.6	20.0	26.6	1.42
2001	29.2	19.0	16.3	17.4	15.0	2.5	5.2	6.6	17.2	10.1	12.4	29.9	29.9	1.48
2002	26.5	41.2	28.7	19.0	18.4	5.1	15.1	5.7	11.1	22.1	19.6	28.0	41.2	1.61
2003	20.2	27.4	18.3	10.0	14.5	0.4	3.2	8.2	8.8	9.2	19.3	21.7	27.4	1.44
2004	19.3	26.0	13.5	6.7	9.3	10.6	8.0	4.5	8.7	6.2	9.9	17.1	26.0	1.41
2005	13.1	22.1	21.3	13.8	14.6	1.4	13.6	2.7	13.2	19.6	6.4	17.7	22.1	1.34
2006	20.2	21.3	18.6	8.1	1.2	2.4	1.9	8.7	6.1	9.6	13.4	20.0	21.3	1.33
2007	19.3	11.2	29.7	10.3	10.4	0.0	17.9	1.2	5.6	9.3	9.1	18.4	29.7	1.47
2008	48.0	23.4	9.6	9.6	6.5	6.0	3.5	1.7	4.9	8.3	3.6	14.0	48.0	1.68
2009	22.0	23.1	14.9	15.2	6.3	2.1	13.6	2.5	7.8	14.0	33.6	24.5	33.6	1.53
2010	25.7	16.0	19.7	9.7	12.7	4.8	0.0	1.2	4.8	7.0	9.9	0.0	25.7	1.41
2011	21.1	35.5	28.5	14.5	7.9	2.4	8.3	5.2	11.2	9.4	10.9	16.4	35.5	1.55
2012	14.2	46.3	17.2	19.3	9.0	9.9	2.9	1.4	13.8	15.0	13.0	31.3	46.3	1.67
2013	15.4	15.5	21.1	7.1	14.2	2.9	3.1	9.5	3.6	12.2	6.2	17.5	21.1	1.32
2014	21.7	21.3	13.3	21.9	8.7	7.0	4.5	14.0	11.8	28.4	6.0	12.1	28.4	1.45
2015	20.3	16.9	24.2	12.6	10.9	2.3	3.6	9.5	3.2	6.2	0.0	0.0	24.2	1.38

Cuadro N° 167. Estimación de datos dudosos.

Parámetros estadísticos	P24hr	Log(P24hr)
número de datos (n)	51.00	51.000
Sumatoria	1510.30	74.399
Valor Máximo	49.70	1.696
Valor Mínimo	19.20	1.283
Media:	29.61	1.459
Varianza:	55.58	0.011
Desviación Estándar:	7.45	0.105
Coefficiente Variación:	0.25	0.072
Coefficiente de Sesgo:	0.84	0.3456
Se Considera:	<b>Aplicar pruebas para detectar datos dudosos altos y bajos</b>	

n= 51.00		
Kn= 2.7752	(Por interpolación)	2.7752
Kn: Valor recomendado, varía según el valor de n (significancia:10%)		

Umbral de datos dudosos altos (xH: unidad. Logaritmicas)

$$x_H = \bar{x} + k_n \cdot s$$

xH= 1.75

Precipitación máxima aceptaba

PH= 10<sup>xH</sup>

PH= 56.19 mm

**NO EXISTEN DATOS DUDOSOS ALTO DE LA MUESTRA**

Umbral de datos dudosos bajos (xL: unidad. Logaritmicas)

$$x_L = \bar{x} - k_n \cdot s$$

xL= 1.17

Precipitación mínima aceptaba

PH= 10<sup>xH</sup>

PL= 14.72 mm

**NO EXISTEN DATOS DUDOSOS MINIMO DE LA MUESTRA**

## ESTIMACIÓN DE LAS CURVAS I-D-F

Cuadro N° 168. Distribución de probabilidades con Gumbel.

N°	Año	Mes	Precipitación (mm)		N°	Año	Mes	Precipitación (mm)	
		Máx. Precip.	xi	(xi - x)²			Máx. Precip.	xi	(xi - x)²
1	1965	27.9	27.9	2.94	27	1991	30.4	30.4	0.62
2	1966	27.6	27.6	4.06	28	1992	22.9	22.9	45.07
3	1967	29.7	29.7	0.01	29	1993	49.7	49.7	403.46
4	1968	39.5	39.5	97.74	30	1994	38	38	70.33
5	1969	32.6	32.6	8.92	31	1995	37.1	37.1	56.04
6	1970	35.3	35.3	32.33	32	1996	27.5	27.5	4.47
7	1971	28.2	28.2	2	33	1997	33.3	33.3	13.59
8	1972	23.9	23.9	32.65	34	1998	36.2	36.2	43.38
9	1973	33.6	33.6	15.89	35	1999	20	20	92.42
10	1974	33.2	33.2	12.86	36	2000	26.6	26.6	9.08
11	1975	22.2	22.2	54.96	37	2001	29.9	29.9	0.08
12	1976	22.5	22.5	50.61	38	2002	41.2	41.2	134.24
13	1977	21.8	21.8	61.05	39	2003	27.4	27.4	4.9
14	1978	27.4	27.4	4.9	40	2004	26	26	13.06
15	1979	20	20	92.42	41	2005	22.1	22.1	56.46
16	1980	24.7	24.7	24.14	42	2006	21.3	21.3	69.12
17	1981	26.1	26.1	12.35	43	2007	29.7	29.7	0.01
18	1982	40.1	40.1	109.96	44	2008	48	48	338.06
19	1983	25.2	25.2	19.48	45	2009	33.6	33.6	15.89
20	1984	23.4	23.4	38.61	46	2010	25.7	25.7	15.32
21	1985	20.2	20.2	88.62	47	2011	35.5	35.5	34.65
22	1986	34.8	34.8	26.9	48	2012	46.3	46.3	278.43
23	1987	35.2	35.2	31.21	49	2013	21.1	21.1	72.48
24	1988	30.8	30.8	1.41	50	2014	28.4	28.4	1.47
25	1989	19.2	19.2	108.45	51	2015	24.2	24.2	29.31
26	1990	23.1	23.1	42.43	51		Suma	1510.3	2778.8

Cuadro N° 169. Estimación de las máximas precipitaciones probables diarias para diferentes periodos de retorno.

Periodo de retorno (años)	Variable reducida (YT)	Precip. (mm)	Prob. de ocurrencia (F(xT))	Corrección de intervalo fijo (XT (mm))
2	0.3665	28.3891	0.5000	32.0797
5	1.4999	34.9773	0.8000	39.5243
10	2.2504	39.3392	0.9000	44.4533
25	3.1985	44.8505	0.9600	50.6811
50	3.9019	48.9391	0.9800	55.3012
100	4.6001	52.9975	0.9900	59.8872

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

Cuadro N° 170. Distribución de la máxima precipitación en diferentes tiempos de duración.

Tiempo de duración	Cociente	Precipitación máxima Pd (mm) por tiempos de duración					
		2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	X24	32.08	39.52	44.45	50.68	55.30	59.89
18 hr	X18 = 91%	29.19	35.97	40.45	40.54	50.32	54.50
12 hr	X12 = 80%	25.66	31.62	35.56	40.54	44.24	47.91
8 hr	X8 = 68%	21.81	26.88	30.23	34.46	37.60	40.72
6 hr	X6 = 61%	19.57	24.11	27.12	30.92	33.73	36.53
5 hr	X5 = 57%	18.29	22.53	25.34	28.89	31.52	34.14
4 hr	X4 = 52%	16.68	20.55	23.12	26.35	28.76	31.14
3 hr	X3 = 46%	14.76	18.18	20.45	23.31	25.44	27.55
2 hr	X2 = 39%	12.51	15.41	17.34	19.77	21.57	23.36
1 hr	X1 = 30%	9.62	11.86	13.34	15.20	16.59	17.97

Cuadro N° 171. Estimación de la intensidad de lluvia para diferentes tiempos de duración.

Tiempo de duración		Intensidad de la lluvia (mm /hr) según el Periodo de Retorno					
Hr	min	2 años	5 años	10 años	25 años	50 años	100 años
24 hr	1440	1.34	1.65	1.85	2.11	2.30	2.50
18 hr	1080	1.62	2.00	2.25	2.25	2.80	3.03
12 hr	720	2.14	2.63	2.96	3.38	3.69	3.99
8 hr	480	2.73	3.36	3.78	4.31	4.70	5.09
6 hr	360	3.26	4.02	4.52	5.15	5.62	6.09
5 hr	300	3.66	4.51	5.07	5.78	6.30	6.83
4 hr	240	4.17	5.14	5.78	6.59	7.19	7.79
3 hr	180	4.92	6.06	6.82	7.77	8.48	9.18
2 hr	120	6.26	7.71	8.67	9.88	10.78	11.68
1 hr	60	9.62	11.86	13.34	15.20	16.59	17.97

Cuadro N° 172. Estimación de parámetros de regresión de la intensidad de precipitación para un periodo de retorno de  $T_r=2$  años.

Periodo de retorno para $T = 2$ años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) <sup>2</sup>
1	1440	1.34	7.27	0.29	2.11	52.89
2	1080	1.62	6.98	0.48	3.38	48.79
3	720	2.14	6.58	0.76	5.00	43.29
4	480	2.73	6.17	1.00	6.19	38.12
5	360	3.26	5.89	1.18	6.96	34.65
6	300	3.66	5.70	1.30	7.40	32.53
7	240	4.17	5.48	1.43	7.83	30.04
8	180	4.92	5.19	1.59	8.27	26.97
9	120	6.26	4.79	1.83	8.78	22.92
10	60	9.62	4.09	2.26	9.27	16.76
10	4980	39.71	58.16	12.13	65.18	346.94
Ln (d) =	4.7981	d =	121.2780	n =	-0.6164	

  
 Ing. Becker Boza Sulica  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

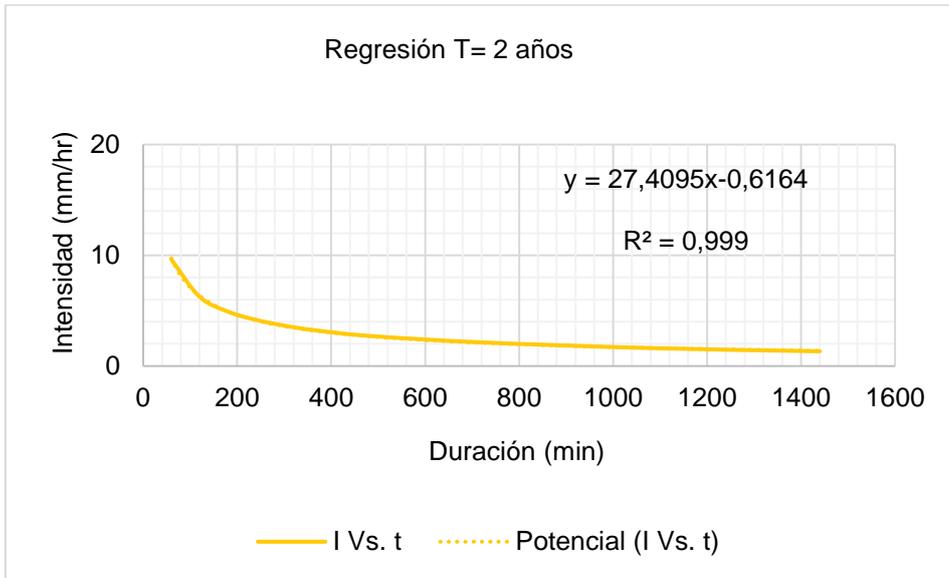


Gráfico N° 21. Regresión de la intensidad para una regresión de 2 años.

Cuadro N° 173. Estimación de parámetros de regresión de la intensidad de precipitación para un periodo de retorno de  $T_r=5$  años.

Periodo de retorno para $T = 5$ años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.65	7.27	0.50	3.63	52.89
2	1080	2.00	6.98	0.69	4.84	48.79
3	720	2.63	6.58	0.97	6.37	43.29
4	480	3.36	6.17	1.21	7.48	38.12
5	360	4.02	5.89	1.39	8.19	34.65
6	300	4.51	5.70	1.51	8.59	32.53
7	240	5.14	5.48	1.64	8.97	30.04
8	180	6.06	5.19	1.80	9.36	26.97
9	120	7.71	4.79	2.04	9.78	22.92
10	60	11.86	4.09	2.47	10.13	16.76
10	4980	48.93	58.16	14.22	77.32	346.94
Ln (d) =	5.0068	d =	149.4226	n =	-0.6164	

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

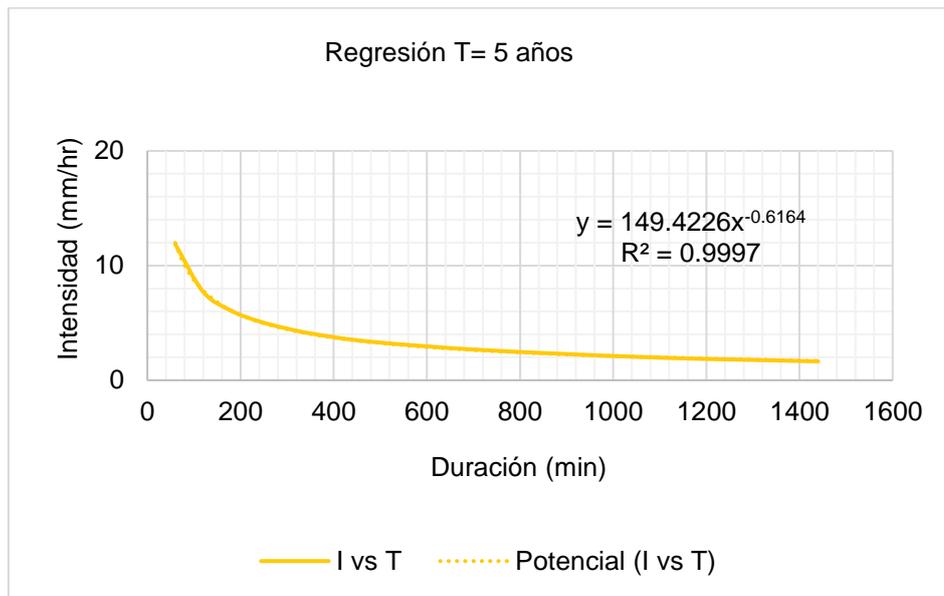


Gráfico N° 22. Regresión de la intensidad para una regresión de 5 años.

Cuadro N° 174. Estimación de parámetros de regresión de la intensidad de precipitación para un periodo de retorno de  $T_r=10$  años.

Periodo de retorno para $T = 10$ años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	1.85	7.27	0.62	4.48	52.89
2	1080	2.25	6.98	0.81	5.66	48.79
3	720	2.96	6.58	1.09	7.15	43.29
4	480	3.78	6.17	1.33	8.21	38.12
5	360	4.52	5.89	1.51	8.88	34.65
6	300	5.07	5.70	1.62	9.26	32.53
7	240	5.78	5.48	1.75	9.61	30.04
8	180	6.82	5.19	1.92	9.97	26.97
9	120	8.67	4.79	2.16	10.34	22.92
10	60	13.34	4.09	2.59	10.61	16.76
10	4980	55.03	58.16	15.40	84.16	346.94
Ln (d) =	5.1243	d =	168.0568	n =	-0.6164	

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

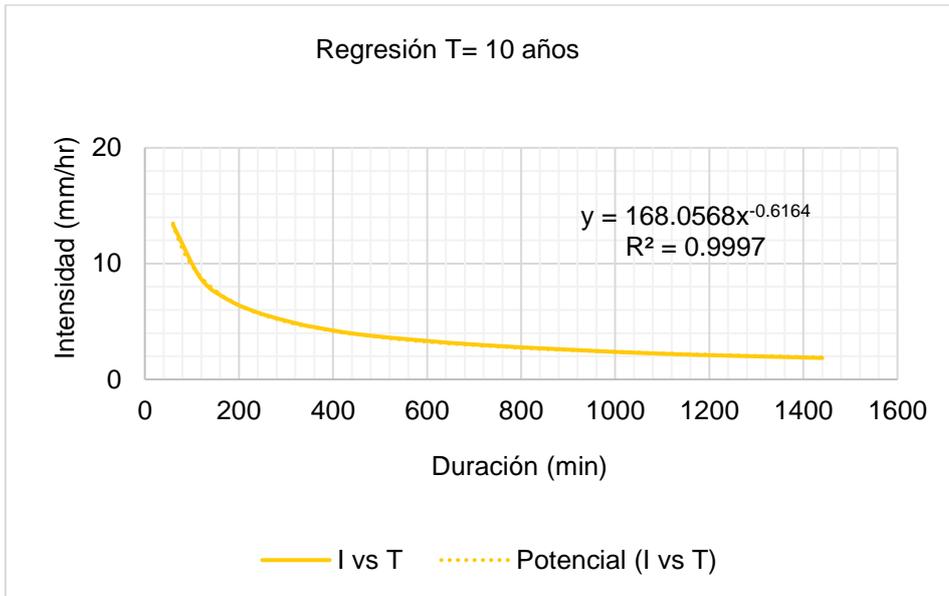


Gráfico N° 23. Regresión de la intensidad para una regresión de 10 años.

Cuadro N° 175. Estimación de parámetros de regresión de la intensidad de precipitación para un periodo de retorno de  $T_r=25$  años.

Periodo de retorno para T = 25 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.11	7.27	0.75	5.44	52.89
2	1080	2.25	6.98	0.81	5.67	48.79
3	720	3.38	6.58	1.22	8.01	43.29
4	480	4.31	6.17	1.46	9.02	38.12
5	360	5.15	5.89	1.64	9.65	34.65
6	300	5.78	5.70	1.75	10.00	32.53
7	240	6.59	5.48	1.89	10.33	30.04
8	180	7.77	5.19	2.05	10.65	26.97
9	120	9.88	4.79	2.29	10.97	22.92
10	60	15.20	4.09	2.72	11.14	16.76
10	4980	62.43	58.16	16.58	90.88	346.94
Ln (d) =	5.3428	d =		n =	-0.6336	

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRD-J

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRD-J

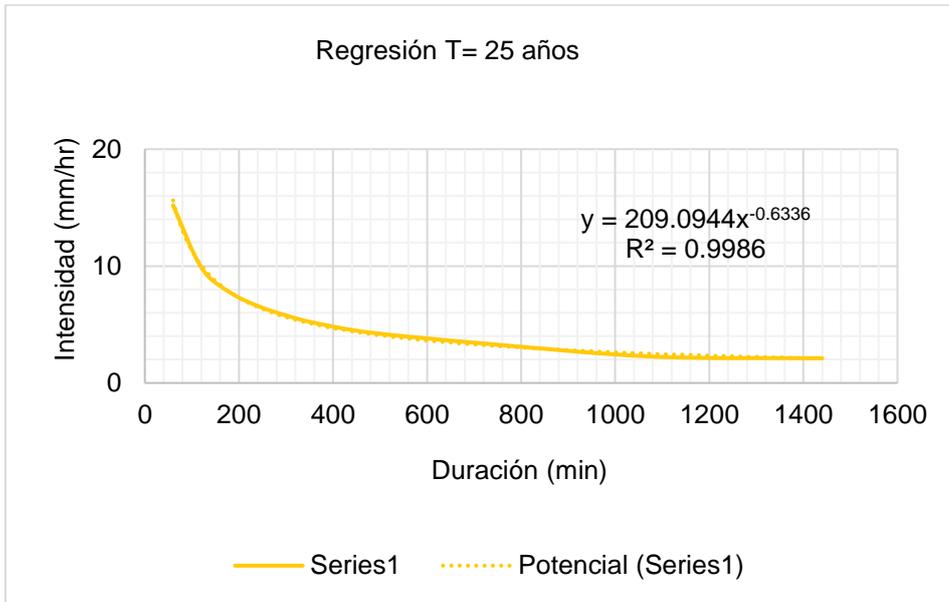


Gráfico N° 24. Regresión de la intensidad para una regresión de 25 años.

Cuadro N° 176. Estimación de parámetros de regresión de la intensidad de precipitación para un periodo de retorno de  $T_r=50$  años.

Periodo de retorno para T = 50 años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.30	7.27	0.83	6.07	52.89
2	1080	2.80	6.98	1.03	7.18	48.79
3	720	3.69	6.58	1.30	8.58	43.29
4	480	4.70	6.17	1.55	9.56	38.12
5	360	5.62	5.89	1.73	10.16	34.65
6	300	6.30	5.70	1.84	10.50	32.53
7	240	7.19	5.48	1.97	10.81	30.04
8	180	8.48	5.19	2.14	11.10	26.97
9	120	10.78	4.79	2.38	11.38	22.92
10	60	16.59	4.09	2.81	11.50	16.76
10	4980	68.46	58.16	17.58	96.85	346.94
Ln (d) =	5.3427	d =	209.0676	n =	-0.6164	

  
  
Ing. Becker Boza Sulca  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
  
Ing. Roosevelt Solano Peralta  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

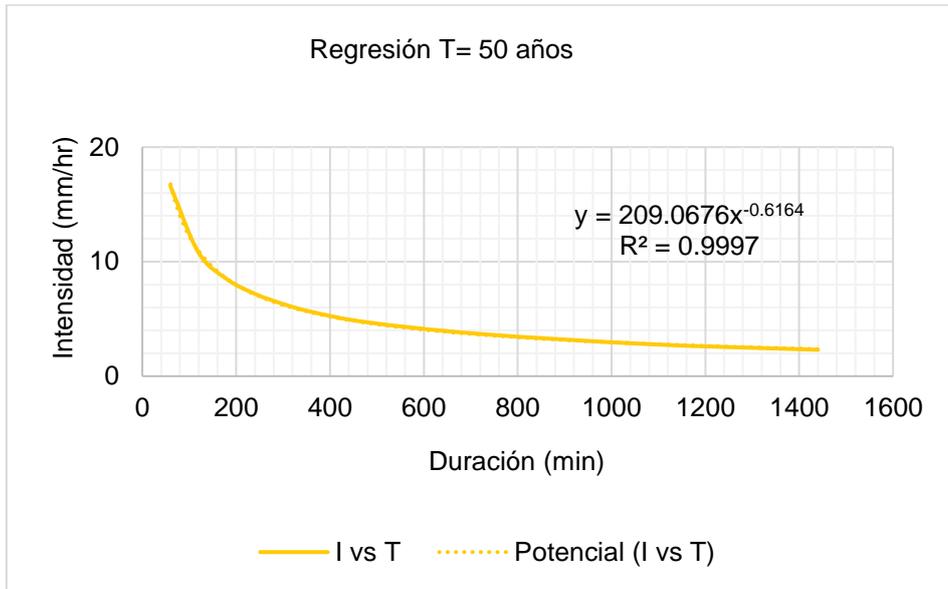


Gráfico N° 25. Regresión de la intensidad para una regresión de 50 años.

Cuadro N° 177. Estimación de parámetros de regresión de la intensidad de precipitación para un periodo de retorno de  $T_r=100$  años.

Periodo de retorno para $T = 100$ años						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx)^2
1	1440	2.50	7.27	0.91	6.65	52.89
2	1080	3.03	6.98	1.11	7.74	48.79
3	720	3.99	6.58	1.38	9.11	43.29
4	480	5.09	6.17	1.63	10.05	38.12
5	360	6.09	5.89	1.81	10.63	34.65
6	300	6.83	5.70	1.92	10.96	32.53
7	240	7.79	5.48	2.05	11.25	30.04
8	180	9.18	5.19	2.22	11.51	26.97
9	120	11.68	4.79	2.46	11.77	22.92
10	60	17.97	4.09	2.89	11.83	16.76
10	4980	74.13	58.16	18.38	101.49	346.94
Ln (d) =	5.4223	d =	226.4052	n =	-0.6164	

  
 **Ing. Becker Boza Sulca**  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
 **Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
EVALUADOR DEL RIESGO  
R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

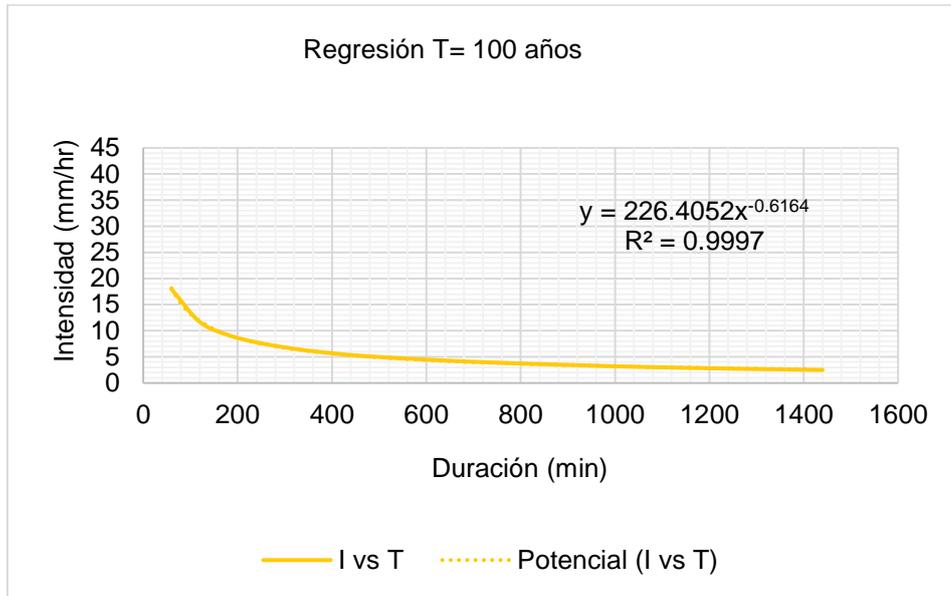


Gráfico N° 26. Regresión de la intensidad para una regresión de 100 años.

Cuadro N° 178. Resumen de los parámetros de regresión.

Resumen de aplicación de regresión potencial		
Periodo de retorno (años)	Término cte. de regresión (d)	Coef. de regresión [n]
2	121.27798342	-0.61638609
5	149.42258805	-0.61638609
10	168.05676526	-0.61638609
25	209.09444444	-0.63362500
50	209.06762825	-0.61638609
100	226.40518882	-0.61638609
Promedio =	180.55409971	-0.61925924

Cuadro N° 179. Estimación de los parámetros K y m, para el cálculo de las curvas IDF.

Regresión potencial						
N°	x	y	ln x	ln y	ln x*ln y	(lnx) <sup>2</sup>
1	2	121.2780	0.6931	4.7981	3.3258	0.4805
2	5	149.4226	1.6094	5.0068	8.0581	2.5903
3	10	168.0568	2.3026	5.1243	11.7991	5.3019
4	25	209.0944	3.2189	5.3428	17.1978	10.3612
5	50	209.0676	3.9120	5.3427	20.9006	15.3039
6	100	226.4052	4.6052	5.4223	24.9707	21.2076
6	192	1083.3246	16.3412	31.0369	86.2521	55.2453
Ln (K) =	4.7362	K =	113.9966	m =	0.1603	

  
 Ing. Becker Boza Sulca  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPREP-J

  
 Ing. Roosevelt Solano Peralta  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPREP-J

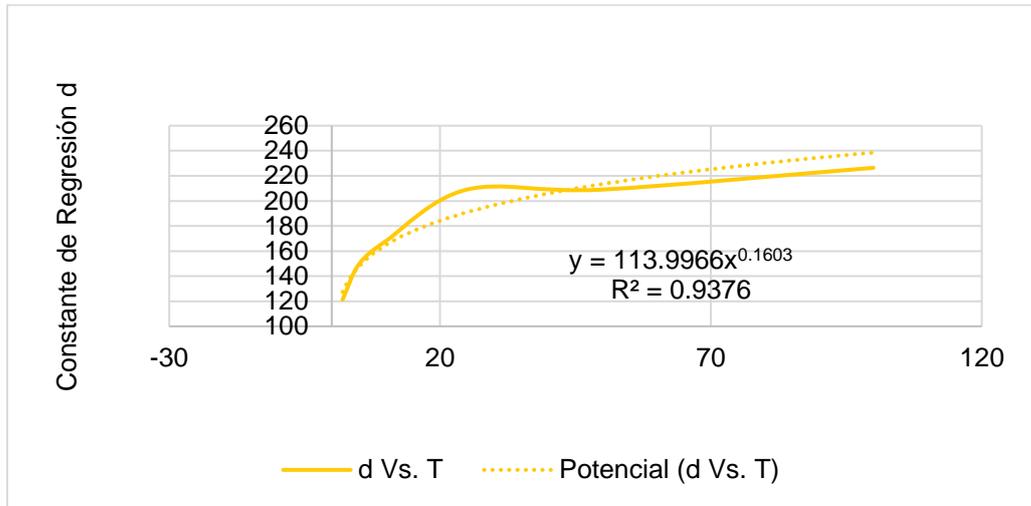


Gráfico N° 27. Distribución de los coeficientes de regresión.

Cuadro N° 180. Valores de la intensidad, duración y frecuencia para diferentes periodos de retorno.

Frecuencia en años	Duración en minutos											
	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
5	324.1	211.0	164.1	137.3	119.6	106.8	97.1	89.4	83.1	77.9	73.4	69.6
10	362.1	235.8	183.4	153.5	133.7	119.4	108.5	99.9	92.9	87.0	82.0	77.7
25	419.4	273.1	212.4	177.8	154.8	138.3	125.7	115.7	107.6	100.8	95.0	90.0
50	468.7	305.2	237.4	198.7	173.0	154.5	140.5	129.3	120.2	112.6	106.2	100.6
100	523.8	341.0	265.3	222.0	193.4	172.7	157.0	144.5	134.4	125.9	118.7	112.4

**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

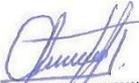
  

**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.J. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J

	Unidad Ejecutora	Informe de evaluación del riesgo por inundación fluvial del centro poblado de Chahuarma del distrito de Lircay, provincia de Angaraes, departamento de Huancavelica	 <b>World GIS</b>
	Municipalidad provincial de Angaraes - Lircay		

## ANEXO 03: MAPAS TEMÁTICOS

  
  
**Ing. Becker Boza Sulca**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 122-2018-CENEPRED-J

  
  
**Ing. Roosevelt Solano Peralta**  
 EVALUADOR DEL RIESGO  
 R.L. Esp. N° 132-2018-CENEPRED-J