

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA CIVIL



TESIS

**“Vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río
Huacarmayo y su impacto en el distrito de Huacar, 2023”**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA CIVIL

AUTORA: Carrera Rosario, Shirley Tatiana

ASESOR: Mato Vicente, Rosner Nadler

HUÁNUCO – PERÚ

2024

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis (X)
- Trabajo de Suficiencia Profesional ()
- Trabajo de Investigación ()
- Trabajo Académico ()

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Hidráulica

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería civil

Disciplina: Ingeniería civil

D

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título
Profesional de Ingeniera Civil

Código del Programa: P07

Tipo de Financiamiento:

- Propio (X)
- UDH ()
- Fondos Concursables ()

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 48197784

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 41877736

Grado/Título: Maestro en gestión pública

Código ORCID: 0000-0003-3638-9284

H

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible.	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Taboada Trujillo, William Paolo	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental.	40847625	0000-0002-4594-1491
3	Jara Trujillo, Alberto Carlos	Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible.	41891649	0000-0001-8392-1769



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO

(A) CIVIL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 08:30 horas del día **martes 12 de marzo de 2024**, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron los **Jurados Calificadores** integrado por los docentes:

- ❖ DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS - PRESIDENTE
- ❖ MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO - SECRETARIO
- ❖ MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO - VOCAL

Nombrados mediante la RESOLUCIÓN N° 0494-2024-D-FI-UDH, para evaluar la Tesis intitulada: **"VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023"**, presentado por el (la) Bachiller. **Bach. Shirley Tatiana CARRERA ROSARIO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Civil.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **12** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47).

Siendo las **09:40** horas del día 12 del mes de marzo del año 2024, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS

DNI: 40895876

ORCID: 0000-0001-7920-1304

Presidente


MG. WILLIAM PAOLO TABOADA TRUJILLO

DNI: 40847625

ORCID: 0000-0002-4594-1491

Secretario


MG. ALBERTO CARLOS JARA TRUJILLO

DNI: 41891649

ORCID: 0000-0001-8392-1769

Vocal



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

DOCUMENTO PARA TRAMITE DEL TÍTULO PROFESIONAL

Yo, ..BERTHA LUCILA CAMPOS RIOS..... ,
asesor(a) del PA Ingeniería Civil..... y designado(a)
mediante documento ..RESOLUCIÓN N° 319-2020-D-FI-UDH..... del (los)
estudiante(s) **CARRERA ROSARIO SHIRLEY TATIANA**

....., de
la investigación titulada:

.....“**VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO...
HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023**”
.....
.....

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del.....¹⁹ %
verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el
Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no
constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de
Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime
conveniente.

Huánuco, 19..... de FEBRERO de .2024.

Mg. Campos Ríos, Bertha Lucila
DNI: 19939411
ORCID. 0000-0002-5662-554X

"VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023".docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

19% INDICE DE SIMILITUD	19% FUENTES DE INTERNET	3% PUBLICACIONES	6% TRABAJOS DEL ESTUDIANTE
-----------------------------------	-----------------------------------	----------------------------	--------------------------------------

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	7%
2	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
3	repositorio.uprit.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	distancia.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	sigrid.cenepred.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucss.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%

Mg. Campos Ríos, Bertha Lucila
DNI: 19939411
ORCID. 0000-0002-5662-554X

DEDICATORIA

A Nuestro creador, agradezco profundamente, ya que, sin su presencia en mi vida carecería de propósito. Siempre me ha brindado su protección a lo largo de mi trayecto vital.

A mi madre, le reconozco el haberme proporcionado las herramientas para superarme y por siempre desearme lo mejor en la vida.

A mis maestros, les estoy agradecida por compartir sus conocimientos y permitirme avanzar en este sendero que he elegido.

AGRADECIMIENTO

Primero expresar mi gratitud a nuestro creador, quien siempre me ha bendecido y ha sido mi guía en la consecución en mis objetivos personales. Además, me ha proporcionado la fortaleza necesaria en momentos de debilidad, infundiéndome la determinación constante para alcanzar todas mis metas.

También quiero agradecer a mi madre, quien ha sido un constante motivo para que siga adelante y sea el orgullo de aquellos que confiaron en mí. Su crianza basada en valores y principios esenciales ha contribuido significativamente a mi desarrollo, tanto personal como profesional.

Asimismo, deseo expresar mi agradecimiento a mis maestros, cuyos conocimientos y experiencias compartidas me han permitido instruirme en el campo que he elegido y aspirar a convertirme en una profesional sobresaliente.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	X
RESUMEN.....	XI
ABSTRACT	XII
INTRODUCCIÓN.....	XIII
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	16
1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	18
1.2.1 PROBLEMA GENERAL.....	18
1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	18
1.3 OBJETIVOS.....	19
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	19
1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA.....	19
1.4.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL.....	20
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	21
1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	21
CAPÍTULO II.....	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN.....	22
2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES	22
2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES	23

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES.....	26
2.2 BASES TEÓRICAS.....	27
2.2.1 GESTIÓN DE RIESGOS.....	27
2.2.2 VULNERABILIDAD	27
2.2.3 DEFENSAS RIBEREÑAS	32
2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	36
2.4 HIPÓTESIS.....	39
2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL.....	39
2.5 VARIABLES	39
2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE	39
2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE.....	40
2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	41
CAPÍTULO III.....	43
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	43
3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN	43
3.1.1. ENFOQUE	43
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	43
3.1.3. DISEÑO	43
3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA	44
3.2.1. POBLACIÓN.....	44
3.2.2. MUESTRA Y MÉTODO DE MUESTREO	44
3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .45	
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	45
3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	46
3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS...46	
3.3.3.1. PROCEDIMIENTO	46
3.3.3.2. ANÁLISIS DE DATOS	47
CAPÍTULO IV	48

RESULTADOS	48
4.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO	48
4.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO	49
4.2.1. DIAGNÓSTICO DE CUENCA	49
4.2.2. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA	52
4.2.3. ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS.....	53
4.2.4. PARÁMETROS DE DISTRIBUCIÓN.....	53
4.2.5. ANALISIS DE CONSISTENCIA	77
4.3 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO	80
4.3.1. PERFIL DEL SUELO	81
4.3.2. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN	82
4.4 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA	
83	
4.4.1. EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN FLUVIAL	83
4.4.2. EVALUACIÓN DE RIESGO DE COLAPSO DE LA DEFENSA	
RIBEREÑA.....	87
4.4.3. CALCULO ESTRUCTURAL.....	90
4.5 IMPACTO DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO	
97	
4.5.1. DIMENSIÓN SOCIAL	97
4.5.2. DIMENSIÓN ECONÓMICA.....	98
4.6 PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA	99
4.7 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.	104
4.7.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	104
CAPÍTULO V	106
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	106
5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS	106
5.2 APORTE CIENTÍFICO DE LA INVESTIGACIÓN	109
CONCLUSIONES	110

RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
ANEXOS.....	116

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables	41
Tabla 2 Tipo de estructura en las progresivas de estudio	48
Tabla 3 Coordenadas UTM del levantamiento topográfico.....	49
Tabla 4 Características de la estación de san Rafael	50
Tabla 5 Parámetros geomorfológicos de la subcuenca río Huacarmayo.....	51
Tabla 6 Ubicación y características de la estación climatológicas.....	52
Tabla 7 Resumen de resultados de bondad de ajuste	72
Tabla 8 Descripción del método del modelo meteorológico.	72
Tabla 9 Operación según progresiva	80
Tabla 10 Número y ubicación de calicata	81
Tabla 11 Parámetros de diseño geotécnico de la cimentación	82
Tabla 12 Parámetros de diseño geotécnico del muro de contención	82
Tabla 13 Unidades geomorfológicas.....	84
Tabla 14 Valores de tres predios, incluye el terreno y la construcción	86
Tabla 15 Precio total de viviendas	86
Tabla 16 Daños previsible a la infraestructura vial	86
Tabla 17 Descripción de condición tramo II	89
Tabla 18 Descripción de condición tramo III	89
Tabla 19 Baremos del cuestionario de impactos social.....	97
Tabla 20 Nivel de impacto social en los pobladores de Huácar	97
Tabla 21 Resultados de impacto social por ítems	97
Tabla 22 Baremos del cuestionario de impactos económico.....	98
Tabla 23 Nivel de impacto económico en los pobladores de Huácar	98
Tabla 24 Resultados de impacto económica por ítems	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Imagen Landsat de la subcuena del Río Huacarmayo	50
Figura 2 Perfil del cauce principal de la subcuena Huacarmayo	51
Figura 3 Régimen término anual – estación San Rafael	52
Figura 4 Precipitaciones máximas de la estación de Huánuco y San Rafael	52
Figura 5 Distribución de ajuste Normal, estación san Rafael	54
Figura 6 Distribución de ajuste Log-Normal de 2 parámetros, estación san Rafael	55
Figura 7 Distribución de ajuste Log-Normal de 3 parámetros, estación san Rafael	57
Figura 8 Distribución de ajuste Gamma de 2 parámetros, estación san Rafael	58
Figura 9 Distribución de ajuste Gamma de 3 parámetros, estación san Rafael	60
Figura 10 Distribución de ajuste Log-Pearson tipo III, estación san Rafael ..	61
Figura 11 Comprobación de la distribución Normal, estación san Rafael.....	63
Figura 12 Comprobación de la distribución Long-Normal, estación san Rafael	64
Figura 13 Comprobación de la distribución Long – Normal de 3 parámetros, estación san Rafael	66
Figura 14 Comprobación de la distribución Gamma 2 parámetros, estación san Rafael	68
Figura 15 Comprobación de la distribución Gamma3 parámetros, estación san Rafael	69
Figura 16 Comprobación de la distribución Log-Pearson tipo III, estación san Rafael	70
Figura 17 Resultados para periodos de retorno de avenida de 50 años	72
Figura 18 Resultados para periodos de retorno de avenida de 100 años	73
Figura 19 Información de la temperatura promedio.....	74
Figura 20 Información de la precipitación máxima por 24 horas	76
Figura 21 Datos de la estación base y estación de estudio para el análisis de consistencia.....	77

Figura 22 Datos de precipitaciones corregidos de las estaciones	79
Figura 23 Ubicación de las calicatas.....	81
Figura 24 Mapa de peligro por inundación fluvial en la localidad de Huácar	85
Figura 25 Muestra del colchón reno que presente deterioro por Abrasión ...	88
Figura 26 Rotura de la malla de acero y colapso de las camadas	88
Figura 27 Diseño de muro de gaviones	90
Figura 28 Diseño de muro ciclópeo	94
Figura 29 Sección de muro gavión	100
Figura 30 Sección de muro de concreto ciclópeo	103

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1	Cauce del río Huácar el periodo de alta precipitación	134
Fotografía 2	Acumulación de material pétreo en las riberas del río.....	134
Fotografía 3	Vista panorámica de la localidad de Huácar	135
Fotografía 4	Levantamiento topográfico de la faja marginal.....	135
Fotografía 5	Levantamiento topográfico del cauce del río.....	136
Fotografía 6	Levantamiento topográfico de la faja marginal.....	136
Fotografía 7	Medición del ancho de las riberas.....	137
Fotografía 8	Medición del ancho del cauce.....	137
Fotografía 9	Medición del ancho del cauce.....	138
Fotografía 10	Toma de altura de las secciones de la avenida	138
Fotografía 11	Toma de altura de las secciones de la avenida	139
Fotografía 12	Extracción de las muestras de suelos.....	139
Fotografía 13	Extracción de las muestras de suelos.....	140
Fotografía 14	Extracción de las muestras de suelos.....	140

RESUMEN

El propósito de este estudio fue evaluar el nivel de vulnerabilidad estructural y su impacto de la defensa ribereña en el río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023. la investigación adoptó un enfoque cuantitativo, un nivel explicativo y un diseño no experimental. La población examinada comprendió todo el tramo longitudinal que abarca las defensas ribereñas del río Huacarmayo, con una muestra censal compuesta por los puntos críticos, que presentaban deficiencias percibidas. se analizaron tres tramos: el primero, de 0+000 – 1 + 289km con un muro de gaviones, el segundo, 1+289 – 1+622km con un muro de concreto ciclópeo; y el tercero, 1+628 – 2 + 188km con un muro de gaviones. Los estudios de percepción realizados a los residentes revelaron que más del 100% de la población se ve afectada en aspectos sociales y económicos, limitando así su calidad de vida. En los estudios de campo, se determinó que los tramos de muro de gavión presentaban deficiencias y fallas por abrasión; causando roturas en el acero y colapso en los gaviones. En el caso del muro de concreto ciclópeo, se observó que fue construido en zona de desmonte, lo que provocó asentamientos. Los estudios básicos revelaron que la cuenca hidrográfica tiene una pendiente de 15.13%, un perímetro de 43.81Km y un área de 96.53km². Además, se determinaron las precipitaciones máximas y los caudales de diseño para un periodo de retorno de 100 años, siendo 139.64 m³/s. basándose en estos hallazgos, se propusieron mejoras específicas para cada tramo, como reforzar el colchón y las coronas, revestir con concreto de 175kg/cm² y utilizar geotextiles para prevenir filtraciones en el tramo I, ampliar con gaviones en el tramo II, en lo que respecta al tramo III, demoler el muro de concreto ciclópeo y proyectar un muro de gaviones. en resumen, se concluyó que las fallas estructurales en las defensas ribereñas están generando un impacto negativo en la población.

Palabras clave: Vulnerabilidad, Gaviones, Inundaciones, Riesgos, Defensa Ribereña

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the level of structural vulnerability and its impact of the riverside defense of the Huacarmayo River in the district of Huácar, 2023. Quantitative approach, explanatory level, non-experimental design. The population was made up of the entire longitudinal section that includes riverside defenses of the Huacarmayo River, the sample is census, it was made up of the critical points, where certain deficiencies have been perceived, in this case three sections were analyzed, and first of 0+000 – 1 + 289km gabion wall, the second 1+289 – 1+622km cyclopean concrete wall, and the third 1 + 628 – 2 + 188km gabion wall. Resident perception studies have determined that more than 100% are being affected socially and economically, which is limiting their quality of life. With regard to field studies, it has been determined that the gabion wall sections presented deficiencies and failures due to abrasion, generating breakage of the steel and collapse of the gabions. In other cases, such as the cyclopean concrete wall, they have been built in areas of clearing generating settlements. Basic studies have determined that the hydrographic basin has a slope of 15.13%, a perimeter of 43.81 km, and an area of 96.53 km²; Likewise, the maximum rainfall and design flows for a 100-year return period were determined to be 139.64 m³/s; Based on this, the proposal was made. In section I, the mattress and crowns must be improved and covered with 175kg/cm² concrete. Geotextiles must also be placed to prevent leaks that could damage the marginal strip. In section II, An extension will be made with gabions. Regarding section III, the cyclopean concrete wall will be demolished and a gabion wall will be projected. From this it was determined that the structural failures of the riverside defenses are generating a negative impact on the population.

Keywords: *Vulnerability, Gabions, Floods, Risks, Riparian Defense.*

INTRODUCCIÓN

En los últimos años, nuestro país está experimentando periodos de recesión en su actividad económica; esto se debe a múltiples factores. En las zonas rurales, donde la agricultura es la principal fuente de ingresos y sustento para el desarrollo social, se han registrado daños significativos debido a los repentinos cambios climáticos que afectan la producción. entre estos fenómenos climáticos se destacan las altas precipitaciones, que, en conjunto con la topografía de las cuencas, provocan el flujo masivo de agua a lo largo de la galería hidrológica; resultando en escorrentías de cauces de mayor envergadura. además, se identifican secciones variables que, en muchos casos, muestran su vulnerabilidad de erosión debido a rebalses e inundaciones.

El río Huacarmayo, ubicado en la localidad de Huácar, distrito de Huácar y provincia de Ambo, actualmente cuenta con una defensa ribereña que es altamente vulnerable a colapsos. esta vulnerabilidad se atribuye a diversos factores, como el diseño deficiente, los procesos constructivos, y la falta de estudios básicos adecuados. la estructura ha experimentado daños que generan preocupación entre los residentes y habitantes de la zona, ya que la percepción de riesgo asociado con el rendimiento inadecuado de estas defensas ha llevado a muchos a no proyectan sus cultivos y en algunos casos a abandonar la zona, alterando su calidad de vida.

En esta investigación, se detalló las condiciones de las defensas ribereñas, compuestas por concreto ciclópeo y gaviones, con el objetivo de realizar mejoras y extensiones longitudinales. para llevar a cabo este análisis se seleccionaron tres tramos específicos, para los cuales se realizaron estudios detallados, incluyendo aspectos topográficos, hidrológicos, hidráulicos y geotécnicos, con el fin de proponer soluciones. Además, se buscó comprender la percepción de la población en relación con las defensas y el impacto que estas están teniendo, realizando una encuesta a los residentes, para conocer sus opiniones y evaluar el nivel de conciencia sobre la situación.

La presente investigación abarca los siguientes elementos:

En el primer capítulo, se aborda el “Problema de investigación”, incluyendo la descripción y formulación del problema, así como los objetivos del estudio.

En el segundo capítulo, se presenta el “Marco teórico”, donde cada base y definición teórica es desarrollada exhaustivamente. Además, se detallan los aspectos operativos del estudio y se establecen las hipótesis.

el tercer capítulo expone la “Metodología de la investigación”, describiendo el nivel, tipo y diseño de estudio, así como los métodos y las técnicas con sus respectivos instrumentos que se emplearon.

El cuarto capítulo revela los “Resultados”, mediante el análisis descriptivo, inferencial y la contrastación de hipótesis.

El quinto capítulo aborda la “Discusión de resultados”. Finalmente, se presentan y explican cada conclusión y recomendación derivada de la investigación.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En diversas partes del mundo, se han manifestado una serie de desastres naturales en distintas formas, con consecuencia que van desde pérdidas humanas, materiales y económicas, generando un impacto significativo en la sociedad. El fenómeno del niño se destaca como uno de los eventos que comúnmente altera las condiciones geográficas, hidrológicas y obras civiles, especialmente aquellas que son más vulnerables. De acuerdo con SENAMHI (2016) las zonas donde mayor impacto va generar el fenómeno del niño son las zonas con mayor riesgo de colapso, ya que el cambio atmosférico altera las condiciones del agua, aumentando las presiones y caudales, arrasando con elementos susceptibles.

Las defensas ribereñas desempeñan un papel crucial al proteger las orillas de los cauces de los ríos y estabilizar taludes ante posibles erosiones, deslizamientos y desbordes. Conforme a lo indicado por CENEPRED (2014), las zonas de desborde se determinan de acuerdo a la peligrosidad y riesgo. Lo cual puede ser un indicador para catalogar la peligrosidad de las fallas superficiales y estructurales y el riesgo de colapso por dichas deficiencias.

Según el INDECI (2015), en el Perú existen 21 provincias donde se han generado inundaciones por desbordamiento de ríos en épocas de intensas lluvias, por el cual se ha recomendado ejecutar obras de defensa ribereña con materiales flexibles y económicos acorde a los estudios hidrológicos e hidráulicos de cada ámbito de estudio.

El departamento de Huánuco cuenta con tres cuencas hidrográficas: el río Marañón al oeste, el río Huallaga en la zona central y el río Pachitea al este. El río Huallaga atraviesa una parte significativa de la provincia de Huánuco, conformando valles interandinos en sus márgenes. Estos ríos reciben aportes de varios afluentes, que a su vez son alimentados por las escorrentías provenientes de las galerías hidrológicas de las cuencas altas y cabeceras de los ríos. Debido a la topografía, las pendientes y las extensas

áreas de las cuencas, en caso de fuertes lluvias, se produce un aumento en el caudal de los afluentes. Este aumento lleva consigo lechos granulares y pétreos, que, al llegar a las áreas llanas, provocan la erosión, sedimentación y colmatación del terreno. Este proceso altera la sección del cauce, los meandros, y especialmente, afecta a los tramos más reducidos, donde la capacidad de desbordamiento es mayor durante eventos de altas precipitaciones. Como consecuencia de estas condiciones, se han implementado dichas defensas con el propósito de mitigar el riesgo de desbordamiento e inundación que va afectar las zonas aledañas.

En el distrito de Huácar, tras realizar visitas inopinadas y emplear la técnica de observación directa en la defensa ribereña de tipo gaviones en el río Huacarmayo, ubicado en la provincia de Ambo, se ha detectado irregularidades en varios tramos de la obra de contener las riberas de los ríos. Estas fallas, tanto superficiales como estructurales, afectan la función de contención del talud y el encauzamiento del río. A pesar de que estas estructuras fueron construidas para controlar la erosión y la socavación fluvial durante las fuertes crecidas en épocas de precipitaciones intensas y deslizamientos de las riberas, se observan fallas que incluyen inclinaciones con respecto a su eje vertical, asentamientos, deformaciones y pandeos. Estos problemas pueden ser atribuidos a un diseño inadecuado, procesos constructivos deficientes, fenómenos naturales o factores humanos, y plantean un riesgo inminente de colapso. Este riesgo amenaza no solo la integridad de las viviendas y tierras de cultivo cercanas, sino también la seguridad de la población en general.

Otras de las causales, es el deficiente programa de limpieza y mantenimiento, lo que resulta en la colmatación de materiales de arrastre que alteran las secciones. La crecida del río provoca desbordes que afectan la estabilidad de las capas superiores en los gaviones. Además, en algunos casos, las mallas de carbono presentan roturas producto de la corrosión causadas por las propiedades químicas del agua y el efecto del rozamiento del lecho hidrológico. Este fenómeno puede deberse a las fuerzas de empuje del talud y la presión hidrostática, generando colapsos en las celdas por los esfuerzos en la gradación de ellos materiales pétreos.

En otros casos se ha observado asentamiento y deformaciones longitudinales en tramos de gaviones, causado por diversas razones. Entre ellas, la sobrecarga de la defensa en relación con la capacidad portante del suelo, así como filtración del lecho en las bases de los elementos estructurales.

Dichas fallas representan un riesgo significativo para la población, ya que, de concretarse el riesgo de colapso, podrían ocasionar pérdidas irreparables. Por tanto, esta investigación se centró en determinar los impactos sociales y económicos derivados del riesgo de colapso en la defensa ribereña del río Huacarmayo. Se llevo a cabo una evaluación de los puntos críticos y fallas mediante instrumentos y equipos de medición de resistencia, asentamientos, deformaciones y características técnicas. Además, respaldados por estudios geotécnicos e hidrológicos, se propuso un rediseño de la defensa ribereña con el fin de garantizar su estabilidad y resistencia.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad estructural y su impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023?

1.2.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son las condiciones topográficas, hidrológicas, hidráulicas, geotécnicas de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023?

¿Cuál es el nivel estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023?

¿Cuál es el nivel de impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023?

¿Cuál es la propuesta de defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Determinar el nivel vulnerabilidad estructural y su impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

Realizar los estudios topográficos, hidrológicos, hidráulicos, geotécnicos de las riberas del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023.

Describir la vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023.

Determinar el nivel de impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023.

Diseñar la propuesta de defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

De acuerdo a Bernal (2010) en un estudio la justificación hace referencia a los motivos del porqué y el para qué del estudio que está realizándose, dicho en otras palabras, “justificar un estudio se trata de decir los porqués es necesario que se lleve dicha investigación”

1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Los resultados de esta investigación representan un conjunto de conocimientos relevantes que se pondrán a disposición de las instancias competentes en el ámbito de la investigación, con el propósito de prevenir en los riesgos de colapso en obras de defensa Ribereña, influido por múltiples factores tales como los cambios climáticos, ambientales, hidrológicos, geológicos, entre otros. Además, se examina como estos

factores repercuten en los impactos sociales y económicos, alterando directamente la calidad de vida de los residentes adyacentes a la zona de estudio. La evaluación de parámetros e índices relacionados con la vulnerabilidad estructural y sus efectos contribuirá a comprender la sostenibilidad de las obras de defensa ribereña. Esto, a su vez, permitirá establecer nuevas políticas de diseño y mantenimiento de estas estructuras, orientadas a prolongar su vida útil frente a las presiones hidrológicas y geológicas a las que comúnmente se ven expuestas.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Los riesgos de colapso, ya sea debido a diseños deficientes, factores naturales imprevistos o a la actividad humana que altera las condiciones de las estructuras, son motivos cruciales para que las entidades encargadas proyecten obras de calidad con una vida útil óptima. con el objetivo de prevenir riesgos que puedan afectar a la población aledaña, estas entidades deben llevar a cabo monitoreos y, en algunos casos, realizar mantenimientos para garantizar la seguridad. Este proceso implica costos asociados a la identificación de fallas y los mantenimientos correspondiente, dependiendo de su gravedad. Los niveles de riesgos vinculados a la vulnerabilidad estructural representan una incertidumbre que lleva a muchos pobladores a optar por la migración a zonas urbanas, abandonando así las actividades agropecuarias primarias que sirven como fuente de abastecimiento para las ciudades. Por otro lado, si este riesgo llegase a concretarse, podría resultar en pérdidas tanto económicas como humanas, siendo responsabilidad para las instancias públicas por su mala planificación de medidas preventivas frente al potencial colapso de estas estructuras de defensa.

1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación abarco las siguientes condiciones para su desarrollo.

- La investigación incorpora estudios de campo, como la calidad estructural de la defensa existente, así como estudios geológicos, hidrológicos, climáticos, ambientales y sociales.
- En cuanto al acceso a la información, el presente estudio cuenta con el consentimiento informado por parte de las autoridades cercanas y los representantes del distrito de Huácar.

1.6 VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación es viable porque cumple con los requisitos necesarios, los cuales son los siguientes:

- Económico: la realización de esta investigación no implico costos significativos que afectaron el desarrollo independiente del estudio, ya que se tuvo en cuenta investigaciones referentes con la defensa ribereña.
- Metodológico: Los instrumentos, procedimientos y parámetros que se han tenido en cuenta han sido respaldados por normativas en estudios geológicos, hidrológicos, de resistencia estructural, entre otros.
- Recursos humanos: La investigación ha sido guiada con el soporte de un profesional especialista con amplia experiencia, y también conto con el respaldo del equipo técnico de las obras en estudio. Los colaboradores, contaron con una carta de consentimiento informado, el cual facilito el acceso para la recopilación de datos de campo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

2.1.1 ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Según Téllez (2012) en su tesis “Criterios de Análisis de Falla en Bordos de Protección en Ríos”; la finalidad fundamental fue en proponer una variedad de diseños y tomando de ese modo a 3 condiciones principales dirigidos a la estructura para proteger, utilizando la metodología es cuantitativo, fundamentándose en un contexto real, persiguiendo un proceso no experimental y las conclusiones se fundamentaron en información estadística que fueron parametrados en estudios que se hicieron antes, teniendo la conclusión que cuando se obtienen esos factores indicados orientados a la estructuración se utilizó un software SLOPE/ W con la finalidad de expresar los análisis geotécnicos, recoger información de acuerdo a los estudios con el fin de hacer el análisis fluvial y así mismo proponer ideas constructivas orientado a los recubrimientos se tomaron por el lado de las personas que han fabricado, de ese modo el escritor pudo llegar a la conclusión que para que se diseñe, los componentes a usarse y el proceso para construirse que se utilicen en los bordos van variando de acuerdo a los parámetros dependiendo del río, por último es recomendable que se tiene que tener en cuenta más requerimientos y que sean analizados a un parámetro turbulento del mismo modo haciendo un análisis batimétrico de las zonas admitirá reducir la inestabilidad del bordo y de este modo prevenir que colapse.

Según Soto (2017) en su tesis “Presupuesto para muro en gavión a gravedad – para protección de la ribera del río Magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de Guaduas Cundinamarca”, con el fin de lograr el grado de ingeniero civil, teniendo la finalidad de efectuar el diseño y calcular el presupuesto para muros de gravedad

para protección del río Magdalena de ese modo impedir que se esté erosionando la banca en el corregimiento de Puerto Bogotá del municipio de Guaduas Cundinamarca. Se pudo llegar a concluir que lo que se propone y la forma de cómo se estructura de los ocho gaviones con el fin de dar solución a las dificultades de inundación que son manifestadas en el corregimiento del puerto Bogotá, estando factible viéndolo de manera técnica.

2.1.2 ANTECEDENTES NACIONALES

Según Flores (2015), en su tesis: “Propuesta y análisis de diseño de defensas ribereñas en el río llave zona rural C.P. Santa Rosa de Huayllata-llave; Para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú”; nos indica que la finalidad principal es construir un diseño de la infraestructura de defensas ribereñas, para brindar soluciones frente a la seguida creciente del río llave, donde se llega a concluir que es fundamental construir una defensa ribereña a causa del alto riesgo a causa de que se inundan en esa área, la pérdida que se ocasiona vienen siendo económicas de acuerdo a las tareas de agricultura ganadería, el área transportista a causa de que se congestiona las vías y senderos por donde pasan carros, el área salubre a causa de los padecimientos y virus que podrían ocasionarse y teniendo el resultado del retraso y progreso de la comunidad de Santa Rosa de Huayllata. Con todo lo mencionado anteriormente se sugiere esta alternativa de construcción de diques de tierra con enrocado de revestimiento de acuerdo a las particularidades de Hidráulica fluvial del río llave, ya que tiene los requisitos necesarios a causa de ser la más coherente en comparación a la defensa ribereña de gaviones y muro de concreto, teniendo menores gastos, componentes que hay en el área, el sostenimiento que viene inherente y siendo ordinario en estas áreas rurales.

Según Otiniano y Cielo (2016) en su tesis: “Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del río Nepeña, sector puente

Huambacho –distrito de Nepeña – Santa-Ancash”; con la finalidad de tener el grado de Ingeniero Civil. Universidad Nacional del Santa, Chimbote, Perú; nos indican lo siguiente, la finalidad principal es proporcionar protección en las zonas de cultivos y hacia las personas que viven en el centro poblado la Huaca ubicadas al margen derecho del río Nepeña, del mismo modo de dar seguridad a la carretera Panamericana Norte, ya que hay muchas desembocaduras del río. En última instancia se expresa que el modo de flujo con el que se estudió, según las pendientes y las velocidades, establecen que se trata de subcríticos, supercríticos o mixtos dependiendo de los diversos trayectos que se evaluaron.

Según Álvaro y Henríquez (2016) en su tesis: “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama tramo puente Punta Moreno – Pampas de Jagüey aplicando el programa River”; con la finalidad de tener el grado de Ingeniero Civil. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú; nos indica que se tiene como finalidad principal que es brindar seguridad y protección a las zonas de cultivos ubicadas a lo largo de la margen izquierda del río Chicama, del mismo modo dar seguridad a la carretera que discurren por la margen izquierda, a causa de las constantes avenidas del río. Debido a todo esto se determina una oferta de diseño de defensa ribereña del río Chicama en la parte de Punta Moreno, pampas de Jagüey, teniendo en cuenta que, para elaborar el informe de hidrología tiene en consideración los datos hidrométricas que pertenecen a la estación de aforo llamado Salinar – El Tambo. Del mismo modo, nos indica que, cuando se usa el Programa River con el fin de hallar el caudal de diseño, utilizando el Método Estadístico, se puede decir que Pearson III es mucho más adecuado, ya que el caudal tiene el valor de 1,134.84 m³/Seg. Del mismo modo, se halla que, la defensa ribereña del río Hatunmayo en la parte del puente Punta Moreno – Pampas de Jagüey margen izquierda concluye estar siendo para el medio ambiente amigable, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas y diseños comprendidos en el expediente técnico y las prescripciones ambientales dadas en el Plan de Manejo Ambiental, este está dentro del Estudio de Impacto Ambiental.

Según Meza (2019) en su tesis: “Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río tarma en el sector de santo domingo – palca – tarma”; para obtener el grado de Ingeniero Civil. Universidad Católica Sedes Sapientiae, Tarma, Perú; teniendo como finalidad principal el estudio hidráulico de los máximos caudales, con el modelamiento hidráulico apropiado orientado a la simulación de los riesgos de inundación, en consecuencia a los desbordes probables, y elaborando una propuesta de diseño de estructural de defensa ribereña con la finalidad de dar prevención a las inundaciones a causa del río Tarma del área que se está investigando, con la finalidad de dar protección y constancia en el futuro cercano del sector Santo Domingo y asimismo del distrito de Palca. Se llega a la conclusión que el modelo hidráulico que se aplica en este río tarma, tuvo influencia determinantemente en la ejecución del estudio con la finalidad de identificar las áreas de peligro de inundación exponiendo que la zona de investigación, manifiesta vulnerabilidad de desborde del río. También, se halló que el programa Hec-Hms nos admite dar simulación a las actividades o máximas avenidas, relacionado con las guías de precipitación estos son brindados por SENAMHI y por un cierto periodo de retorno, las conclusiones de modelación con el programa Hec-Hms con 5 años de muestra 2001-2019.

Según Díaz (2014) en su tesis: “Evaluación del nivel hidráulico de la defensa ribereña de la quebrada Magllanal ante una máxima avenida en el sector oeste de la ciudad de Jaén- Cajamarca”; con el fin de tener el grado de Ingeniero Civil. Universidad Nacional de Cajamarca, Perú; teniendo la finalidad principal de medir el nivel hidráulico de la defensa ribereña de la quebrada Magllanal, ante una máxima avenida en la zona oeste de la ciudad de Jaén, utilizando datos informáticos pluviométricos recogidas del SENAMHI y organizaciones de la zona y levantamientos topográficos del cauce de la quebrada y la defensa. Por último, las conclusiones nos señalan que los muros son óptimos con el fin de defender ante una máxima avenida, pero los badenes por su bajo tirante y así como la interrupción de los muros por los caminos a las viviendas que se hallan junto a la defensa, son escasas y crean las zonas de

desborde o salida de la quebrada frente la máxima avenida de diseño en el sector oeste Magllanal.

2.1.3 ANTECEDENTES LOCALES

Según López (2014) en su tesis: “Simulación Hidráulica de inundación en la Zona Urbana de la Cuenca Baja del Río Higueras”, la finalidad principal, determinar el comportamiento hidráulico de inundación en las zonas urbanas de la cuenca baja del río Higueras, ya que nos admitirá hallar al establecimiento adecuado de diseños hidráulicos, con el fin de determinar la conducta hidráulica del río, en diversos tiempos de retorno. Esta investigación tiene como conclusiones finales, de acuerdo a lo que se simuló hidráulicamente hecha hallándose que el río Higueras se desborda en las zonas de margen de las ubicaciones de León de Huánuco y Viña del Río, teniendo el caudal mayor a 77.08 m³/seg, poseyendo un tirante crítico de 2.70 m está dentro de un tiempo de 25 años.

Según Mallqui, (2021) en su tesis “Nivel de riesgo por inundaciones la cuenca del río Huallaga San Rafael - Huánuco”; con la finalidad de establecer el nivel de riesgo por inundación en la cuenca del río Huallaga zona de San Rafael, en conclusión: realizándose una metodología de evaluación de riesgo y análisis de vulnerabilidad con el fin de hallar el nivel de riesgo mediante el peligro de inundación en la capital del distrito San Rafael - Huánuco. Mediante la metodología realizada hallándose que el nivel de riesgo por inundación en la cuenca del río Huallaga sector San Rafael se trata de nivel medio.

Según Berrospi, (2021) en su tesis “Propuesta de construcción de defensa ribereña para inundaciones en el centro poblado Los Laureles, distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco”; con el objetivo detallar cual es la defensa ribereña ante inundaciones para instalarse en el centro poblado Los Laureles, distrito de Castillo Grande, provincia de Leoncio Prado, región Huánuco, en conclusión: Se

trata de un lugar geográfico plano o cóncavo, por lo que el río Huallaga posee la característica de desborde, rebalse y no de socavación en periodos de grandes lluvias, según el estudio ejecutada, el diseño idóneo a colocarse siendo una defensa ribereña con diques de gaviones, teniendo gastos por debajo de lo normal, siendo versátiles arquitectónicamente, ya que es muy ágil para construirse, ya que aguanta los movimientos diferenciales, acomodándose a diversos modos de suelos y como es amigable con el contexto ambiental.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 GESTIÓN DE RIESGOS

Arguedas como se citó en Zeña y Santamaría (2021) donde considera que gestionar los riesgos e Ingeniería del Riesgo se trata del sustento principal de la Ingeniería para proteger, en el momento de los datos informativos considerándose la información histórica estadística, principios, investigaciones, metodologías y exámenes individuales, el parámetro final de frecuencias dependiendo de fenomenología logra ser manifestada en escalas de referencias planteadas.

2.2.2 VULNERABILIDAD

Como nos indica INDECI (2006) “Se trata del nivel de debilidades o exposiciones de componentes o conjuntos de mecanismos frente a la frecuencia de riesgos naturales o antrópicos de esas medidas proporcionadas” (p. 23).

- Vulnerabilidad física. Relacionada con las calidades o tipos de materiales utilizados (ladrillos, bloques de concretos, cementos y fierros, etc.) y los modos para construir las casas, lugares económicamente (comercial e industrial) y de servicios (salud, educación, lugar de instituciones públicas), y construcciones socioeconómicas (centrales hidroeléctricas, carreteras, puentes

y canales de riegos), con la finalidad de recepcionar las consecuencias de riesgo.

- Vulnerabilidad económica. Referido al acceso de la población de un determinado centro poblado a los activos económicos que le permiten enfrentarse a los desastres. “Se halla establecida, principalmente, de acuerdo a los parámetros de riesgos de inicio o las capacidades con el fin de dar satisfacción los requerimientos básicos de acuerdo a las poblaciones.
- Vulnerabilidad social. Cuando existe una buena organización y todos los ciudadanos participan en conjunto pueden enfrentar y prevenir contextos de peligro. La sociedad estructurada (formales e informalmente) logra sobrepasar muy simple estas conclusiones de una catástrofe, que esas comunidades que no se hallan estructuradas, en consecuencia, su capacidad preventiva y dando respuestas a los contextos de emergencia siendo efectivos y rápidos.

Según Maskrey (1993), La vulnerabilidad es definida teniendo en cuenta: el nivel de susceptibilidades orientados a los peligros o amenazas, siendo compactado por la comunidad y diferentes elementos del progreso de la humanidad, en ellos se resalta la utilización del suelo, las viviendas, los equipos, las infraestructuras y servicios, siendo viables y transportes, estos se hallan mostrados de las conclusiones de los "fenómenos destructivos", logrando padecer peligros.

Según la Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo (2013), es conceptualizada como las probabilidades que es un nexo a las sociedades, expuestas a las amenazas naturales, de acuerdo al nivel de fragilidad de los propios componentes (infraestructuras, viviendas, tareas productivas, nivel de organización, metodologías de alerta, progreso políticos-institucionales y etc.), logre padecer peligros de las personas y componentes. El nivel de aquellos peligros, asimismo, además se relaciona con los niveles de vulnerabilidad.

Dice González (2009) que “una persona, hogares o comunidades estando vulnerables dando conclusiones de los efectos en montones de

varios componentes de peligros que conforman las situaciones o síndromes de vulnerabilidades sociales” (p. 2).

2.2.2.1 EVALUACIÓN DE VULNERABILIDAD E INCERTIDUMBRE

Según Eleuterio (2012), la información de vulnerabilidad hace referencia exclusivamente a los datos relativos a los activos y su exposición en inundaciones. Se trata de diversificar los activos y establecer particularidades de ocupación, particulares constructivas y particularidades de la conducta humana. Pese a de que es grandemente se halla en originar responsabilidades de peligro en el lugar que se está investigando, debido a que mayormente no es viable a causa de la nulidad de información o el recurso de periodos con el fin de hallar el estudio. Haciendo uso de las funcionalidades de peligro originada en diversas zonas es otro inicio de indecisión.

2.2.2.2 RIESGO DE INUNDACIÓN

Una inundación es cuando un área que no estaba cubierta por agua es decir estaba seca, luego es cubierta con líquido. Dicho en otras palabras, incluyéndose las inundaciones ocasionadas por río, torrente, corrientes de agua efímera mediterránea e inundaciones originadas por el mar en lugares de la Costa. (Marín Cubas, 2019).

El riesgo se trata de la compactación de las probabilidades de manifestación específicos eventos peligrosos y esas grandes conclusiones desfavorables, dicho en otras palabras, la vulnerabilidad, dicho de la salud de las personas, el contexto del ambiente, los patrimonios culturales o aquellas acciones financieras (Escuder, Matheu, y Castillo, 2010). Debido a ello esos 2 elementos fundamentales de los peligros vienen siendo: las amenazas y la vulnerabilidad.

2.2.2.3 CAUSAS DE LAS INUNDACIONES

a. Causas naturales. Tal como mencionan Álvaro y Henríquez (2014):

- Meteorológicas. Son fuertes precipitaciones que se generan de manera ordinaria, fundamentalmente para que se dé una inundación, ya que también existen diversos componentes que se tienen que tener en consideración como el exceso de precipitación.
- No Meteorológicas. Las invasiones del mar, deshielos.

b. Causas no naturales (Antrópicas)

- Rotura de Presas. “En el momento que se quiebra una presa la mayoría del agua que se almacenó en el embalse se libera de manera brutal, formándose inmensas inundaciones que son dañinas” (Álvaro y Henríquez 2014, p. 24).
- Actividades Humanas. Pueden ser el resultado de algunas actividades que realizan como las siguientes (Álvaro y Henríquez 2014):
- Cuando realizan el asfaltado de superficies vuelven impermeables la superficie terrestre, ya que dificulta que los líquidos se desborden a causa de la superficie terrestre y hace más fácil que las aguas de los ríos lleguen al cauce con mayor rapidez por medio del desagüe y cuneta.
- Las canalizaciones son una solución para el problema de inundaciones ya que, en diversas zonas de los ríos, en cambio perjudican a diversos lugares en donde los líquidos llegan con gran fluidez.
- El espacio que ocupan el cauce de las viviendas se limita a las áreas útiles con la finalidad realizar la evacuación de los fluidos y disminuye las capacidades de la llanura de inundación del río. Y como conclusión de ello las aguas

suben a un nivel más elevado y que llega gran cantidad de agua en tramos posteriores del río, debido a que no ha podido ser embalsada por la llanura de inundación, ocasionando un mayor desbordamiento. (p. 24-25).

- c. Causas no naturales (Antrópicas).** “Diversas situaciones logran originarse a causa de inundaciones debido a lo que se rompió las obras hidráulicas, originados por orígenes de la meteorología” (Álvaro y Henríquez, 2014, p. 25).
- d. Proteger contra inundaciones** “Las metodologías con la finalidad de controlar acerca de una venida fuera de lo común tiende a relacionarse principalmente como acciones preventivas con la finalidad de contrarrestar ese desbordamiento e inundaciones de los ríos, que sea de manera imposible tener un control” (Mamani, 2017, p.45).

2.2.2.4 PARÁMETROS ESTRUCTURALES PARA LA REDUCIR EL RIESGO DE INUNDACIONES

Según Marín (2019), los parámetros de estructura, que está dentro de un gran parámetro de obras que pertenecen al área civil, se encuentran establecidas a causa de las edificaciones que disminuyen o previenen los posibles riesgos de las inundaciones. Se halla partido en tres grupos:

1. Estructura de retención: se trata de las que previenen diversa inundación en la mayoría de causas, que tiene la misión de retención de líquidos; a causa de que ellas nos producen peligros en consideración incluyendo que fracase las estructuras para retener o de muchas obras que hay en los líquidos de abajo. La estructura que es ordinaria viene siendo encarceladas y represas que se hallan líquidos arriba de ciudades. (Marín, 2019)
2. Estructura para proteger: Impiden que entre los líquidos en las ciudades para protegerlas de maneras directas. A causa de esto constituyen dique en lo que

esto se compone de ordinarios muros verticalmente que se halla los líquidos discurriendo a causa de lugares determinados. Esos componentes para construir impermeablemente, mejorando de las configuraciones de los edificios o la fortificación del sótano y la transformación de la utilización de los suelos en zonas de primer nivel de construcciones, siendo metodologías con la finalidad de disminuir esas causas de inundaciones a las construcciones y edificios. (Marín, 2019)

3. Sistema de drenajes: Se diseñan con la finalidad de gestionar los líquidos de escorrentía que se originaron por las lluvias en los lugares urbanos y el contexto que los rodea. Hallan diversos sistemas imbornales, arqueta, tubería, colector, estación de bombeo, entre otros. Pertenece a los sistemas de drenaje de las urbes logrando la distinción en 2 zonas: los sistemas que pertenecen a las alcantarillas y los sistemas principales que drenan las aguas superficiales o los flujos excedentes.

2.2.3 DEFENSAS RIBEREÑAS

Se tratan de estructuras construidas con el fin de dar protección a esas fajas marginales de los ríos, frente a eventos erosivos de los bordes, producto de la acelerada velocidad de las aguas, ya que tiene la tendencia de empujar los materiales ribereños y generar socavaciones, a causa de los regímenes de lluvias en su mayoría generalmente en épocas de inviernos, debido a que originan las desestabilizaciones de los taludes inferiores y de las plataformas de las carreteras. Aquellas edificaciones se hallan en zonas localizadas, exclusivamente con la finalidad de dar protección en diversas zonas y, particularmente, los medios para comunicarse, esas logran ser eficientes hacia las zonas particulares que protegen, en cambio transforman los regímenes

naturales de los flujos y poseen causas acerca de zonas cercanas, en donde se logran analizar previamente a la construcción de edificaciones.

Con finalidad de diseñar las estructuras de defensas fluviales principalmente es necesario tener una secuencia de datos anteriores o referencias donde se admite tener un diagnóstico acerca de los problemas para poder brindarle soluciones, por ejemplo: hidrológico, topográfico y geomorfológico. Del mismo modo es necesario tener referencias acerca de inundaciones que ya pasaron, peligros que se provocaron, lugares afectados, entre otras.

Esas edificaciones de defensa ribereña se encuentran bajo diversas causas, principalmente por los requerimientos hidráulicos, y de acuerdo a los terrenos fundados. Aquellos efectos se mencionan:

- Deformabilidades y resistencias de la fundación.
- Posibilidades de las socavaciones de las bases.
- Estabilidades.
- Efectos abrasivos por transporte de materiales de fondos.
- Empujes de tierras detrás de las estructuras.

Así mismo, esas edificaciones a pesar de ser eficientes, tienen que ser no tan costosas, debido a esto es considerable diversos componentes: Disponibilidades y costos de componentes constructivos:

- Costos de construcciones.
- Costos de mantenimientos.
- Durabilidades de las edificaciones.
- Circunstancias de construcción.
- Correspondencias con obra colindante.

2.2.3.1 CLASIFICACIÓN DE LA DIVERSIDAD DE DEFENSA

De acuerdo a las edificaciones que se expusieron, siendo los de tipos flexibles y los de tipos rígidos.

a. Muro de gaviones. Se trata de paralelepípedo rectangular edificados fundamentalmente de los tejidos de alambres de aceros, los cuales llevan métodos exclusivos de proteger como los galvanizados y las plastificaciones.

Colocándose en base de obra desarmados y posteriormente de piedras de canto rodados o piedras chancadas con determinados tamaños y pesos específicos, ese componente admite tener técnicas constructivas sencillas, flexible, versátiles, económico y que logren compactarse considerablemente válidas viéndolo desde el eje técnico con la finalidad de edificar muros de contención teniendo diversos contextos, climas y estaciones. Aquellas edificaciones vienen siendo eficiente, ya que no requiere mano de obra especializada o sistemas técnicos individuales, constantemente las piedras que sirven para rellenarse hallándose cerca. Poseen la superioridad de soportar magnas imperfecciones aun teniendo mucha resistencia. Lo que se ha mencionado formaba unas mallas de aberturas hexagonales unidas por tres veces la torsión con el fin de originar espacios rellenables de modo que diversas roturas puntuales de los alambres sin despejar la malla. Las rejas hacen que los cantos vayan deslizándose en ellos y la superficie terrestre, frenando las caídas bruscas, o exclusivamente que permanezcan retienes en el deslizamiento.

Las características primordiales son:

- Flexibilidades.
- Permeabilidades.
- Versatilidades.
- Economías.
- Estéticas.

b. Gaviones tipo cajas. Se trata de paralelepípedo regular de medidas diferentes, que posee la altura de 1.0 metro a 0.50 metro; originados de acuerdo a unas mallas metálicas tejidas a doblemente torsiones con el fin de rellenarse en obras con piedras duras y pesos apropiados.

2.2.3.2 ESTABILIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA

Según Valladares (2015): Es entendido que la estabilización se trata de proteger los volúmenes de superficies terrestres debido a los deslizamiento o fallas, a causa de eso que los taludes sean estables o se hallen equilibrados dependiendo de los esfuerzos de las composiciones de esos componentes, ya que asimismo la fuerza que actúa en donde se van a realizar o tener discontinuidad donde se halle. Teniendo en cuenta para lograr estabilizarse constantemente de los taludes siendo importante poseer en diversos componentes, debido a que se incrementa las fuerzas que interactúan o disminuyendo los esfuerzos cortantes siendo así que alcanza a poseer fallas en las laderas. Esas modificaciones de aquellos componentes son ocasionadas por los efectos ordinarios y tareas para los seres humanos (p. 3-47).

2.2.3.3 PARÁMETROS DE ESTABILIDAD

a. Verificación al volteo. Es considerada como fuerzas estabilizadoras, los pesos propios de las estructuras o diversas que ejerza frente del periodo de volteo. Teniendo impulsos desestabilizadores los empujes activos de los rellenos y los empujes de las sobrecargas que están dentro de los rellenos.

b. Verificación de deslizamiento. Con la finalidad de verificar los deslizamientos se calculan las fuerzas de roce que evitan los deslizamientos de las estructuras, que son horizontales, incremento de las fuerzas verticales de los pesos propios de los diseños por esos coeficientes de roce entre los suelos y gaviones, $\mu = \tan\theta$.

c. Verificación de los núcleos centrales. La fuerza que ejercen acerca del diseño, como los empujes y los pesos concluyen en un resultado, ya que se transmite dirigido a los terrenos. Esas verificaciones son fundamentales con el fin de evadir las inclinaciones de los muros a causa de base que se diferencian en los soportes.

2.3 DEFINICIONES CONCEPTUALES

- a. **Asentamientos.** Hace énfasis a la variación del nivel en la estabilidad de una estructura por efecto de la compresión en el suelo de fundación.
- b. **Avenida.** hace mención a la elevación del curso de agua, incrementó su volumen que en algunos casos puede desbordarse del lecho del río.
- c. **Camadas.** Son estructuras de piedra de canto rodado en una caja de malla de acero inoxidable que se instalan uno encima del otro, con fin de proteger riberas vulnerables a erosionar y colapsar.
- d. **Colapso.** Surge cuando los elementos o estructuras pierden desempeño en su función por acción de ciertos eventos, que consecuentemente puede generar su destrucción.
- e. **Colchones.** Son estructuras bases que se instalan en la parte inferior del dique de una defensa ribereña con el fin de evitar socavaciones y desestabilizar la estructura.
- f. **Corrosión.** Desgaste que sufren los metales por contacto con los factores climáticos hasta carbonizarse, perdiendo su desempeño para el que fue diseñado.
- g. **Cuencas hidrográficas.** es todo el terreno, delimitado por las cumbres, que permiten la captación de las aguas de las precipitaciones y su escurrimiento a través de su superficie hacia pequeños afluentes y este alimentador de los ríos.
- h. **Defensa ribereña.** son estructuras construidas con fin de proteger las zonas aledañas de los cursos de agua con el fin de evitar deterioros, erosiones o socavaciones.
- i. **Deformaciones.** Cambios en su morfología de la estructura por efecto de fuerzas externas o factores climáticos, sufriendo deflexiones o desplazamientos.
- j. **Desastres naturales.** son eventos generados por la propia naturaleza, por ejemplo, un terremoto, una inundación, un tsunami, deslizamiento de tierra, etc.
- k. **Desborde.** es cuando por la crecida de los ríos en períodos de altas precipitaciones, estos salen de su lecho o curso e inundan extensiones de terreno.

- l. Deslizamiento.** Deformaciones que van a sufrir las masas por acción de la gravedad.
- m. Drenaje.** Consiste en la filtración de líquidos de forma superficial o subterránea por cauces o ductos respectivamente.
- n. Encauzamiento.** hace mención a generar una dirección a las corrientes de agua a través de obras hidráulicas, o en su defecto las aguas por su gravedad y presión generan un cauce por donde escurrir.
- o. Estabilidad.** Dar un equilibrio a un cuerpo expuesto a múltiples fuerzas externas, donde sumado es igual a cero.
- p. Falla estructural.** Es cuando el elemento pierde su capacidad de resistencia por el que fue diseñado ante evento de cargas u otros fenómenos naturales o antrópicos. La estructura, como consecuencia de la falla, empieza a sufrir cambios físicos, como grietas, fisuras, desintegración, erosión, ante otros efectos.
- q. Falla superficial.** Son daños que se generan en la superficie de la estructura por contacto de fuerzas externas o eventos climáticos.
- r. Fenómeno del niño.** Es un fenómeno que se genera cada ciertos periodos o ciclos de tiempo, por el calentamiento del pacífico. Este evento, genera ciertos desastres naturales como inundaciones por desbordes de cuencas hidrológicas, deslizamiento de material detrítico que destruye grandes hectáreas de cultivos, entre otros.
- s. Gaviones.** son estructuras que tienen forma de paralelepípedo, compuesto de mallas de acero inoxidable, piedras de canto rodado, que sirve para controlar desbordes de ríos, y reducir socavaciones por impacto del lecho hidráulico.
- t. Geotécnico.** Parte de la geología que se encarga de caracterizar las propiedades físicas, mecánicas, químicas, entre otros indicadores de los suelos con fin de tener parámetros que serán útiles para el diseño de ciertos elementos estructurales.
- u. Hidráulica.** Se encarga de estudiar las propiedades mecánicas y físicas de los líquidos y su comportamiento por efectos de factores como el clima, la topografía, entre otros, que hacen variar su interacción.
- v. Impacto.** Variación de las condiciones actuales de los fenómenos que pueden ser favorable o desfavorable por efecto de algún evento que se

desarrolla en el tiempo. Por ejemplo, los cambios pueden ser intangibles como la percepción de los pobladores, o intangibles como cambios de daños estructurales de un elemento de concreto.

- w. Integridad de población.** Mantener la plenitud de cada persona sin alterar su bienestar emocional y físico, que comprometa un riesgo para su salud. Es no afectar los intereses de su calidad de vida de los pobladores que tienen miras de sostenerse en su zona de confort.
- x. Lecho hidrológico.** Es el flujo de agua que discurre por las escorrentías o valles, que tiene como confinamiento las riberas de los cañones. Es un flujo compuesto por material granular, detritos, sedimentos, coloides, entre otros atributos, que generan una masa, y que se transporta por efecto de la gravedad y la depresión del relieve.
- y. Mantenimiento.** Conservar las condiciones de los elementos con fin de darle sostenimiento a su capacidad de desempeño, darle esa disponibilidad para operar de forma eficiente ante eventos. Es un acto preventivo con fin de darle la vida útil que se ha sido proyectado para un elemento.
- z. Obras civiles.** Son infraestructuras creadas y gestionadas por entidades públicas o privadas con fin de mejorar la calidad de vida de la población, y buscar su desarrollo económico y social.
- aa. Obras de contención.** Son infraestructuras de soporte y protección ejecutadas para tolerar esfuerzos laterales u horizontales de socavación, erosión, deslizamientos, empujes de tierra, entre otros eventos geológicos. Estos reducen el riesgo de sufrir una falla geológica.
- bb. Peligrosidad.** Es todo evento natural que puede causar daño si no se controlan o reduce en su efecto de interactuar con la población.
- cc. Precipitaciones.** Son partículas de agua en estado líquido o sólido que se emanan hacia la superficie terrestre por los cambios climáticos. Estos por su filtración en la cuenca pueden discurrir y concentrarse en afluentes y conectarse con ríos incrementando su volumen y poniendo en riesgo de desborde su cauce.
- dd. Presión hidrostática.** Es la fuerza que ejerce el agua sobre un objeto sumergido bajo el agua. Esto va depender de la altura, cuanto mayor sea la altura mayor será la fuerza de presión que se aplique.

- ee. Proceso constructivo.** Está comprendido por procedimientos, actividades y tareas que se ejecutan de forma progresiva y jerárquica con fin de ejecutar un proyecto. En lo que respecta los proyectos civiles se cuentan con partidas, esto a su vez con subpartidas y cada uno de ello tiene sus especificaciones técnicas y memoria descriptiva para poder desarrollar de forma correcta las partidas. Asimismo, cada una de las partidas tiene sus controles de calidad y metas respectivos que garanticen el adecuado desempeño de la obra.
- ff. Riesgo.** Probabilidad de ocurrencia de un evento natural que tiene que ser reducido o controlado con fin de evitar las consecuencias que comprometan la integridad de los pobladores de una zona vulnerable.
- gg. Rozamiento.** Es una resistencia al deslizamiento que se genera en el contacto de dos cuerpos, que por ciertas imperfecciones en su superficie evitan el normal movimiento en sus direcciones de trayectoria.
- hh. Socavación.** Son los desgastes que han sufrido las riberas, acantilados, bordes de un cauce por impacto de las corrientes del agua. Esto se da por los cambios de velocidad del agua que son alterados por los cambios climáticos y precipitaciones, asimismo por su mezcla con los materiales detritos, que hacen que aumenten su energía de acción con los bordes del río generando una erosión hídrica.

2.4 HIPÓTESIS

2.4.1 HIPÓTESIS GENERAL

Hi: La vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo genera un impacto negativo, distrito de Huácar, 2023.

Ho: La vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo no genera un impacto negativo, distrito de Huácar, 2023.

2.5 VARIABLES

2.5.1 VARIABLE DEPENDIENTE

Vulnerabilidad Estructural

2.5.2 VARIABLE INDEPENDIENTE

Impacto de la Defensa Ribereña

2.6 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable	Técnicas e Instrumentos
Variable independiente Vulnerabilidad Estructural de la Defensa Ribereña	Se refiere a la susceptibilidad que la estructura presenta frente a posibles daños generados por evento y/o fenómenos naturales o generados por el hombre	Condiciones Hidrológicas e Hidráulicas	Precipitaciones Caudal de diseño Tirante máximo Pendiente Coeficiente de rugosidad Profundidad de socavación y/o erosión	Cuantitativa Continua	<ul style="list-style-type: none"> Observación directa e indirecta Fichas técnicas de recopilación de datos. Resultados de laboratorio.
		Estabilidad Estructural	Fallas superficiales Asentamientos Desplazamientos	Cuantitativa Continua	
		Condiciones Geotécnicas	Fuerzas de empuje Capacidad Portante del suelo Angulo de fricción y cohesión Densidad	Cuantitativa Continua	
Variable dependiente: Impacto	Es la obtención de información cuantitativa y cualitativa sobre los cambios generados en las personas, grupos o comunidades, sobre cómo se han producido esas	Impacto social	Daños de viviendas Daños de cultivos Percepciones sobre las condiciones de las defensas	Cualitativa ordinal	<ul style="list-style-type: none"> Encuesta Cuestionario Entrevista Guía de entrevista Análisis documental
Impacto económico		Prevención	Cualitativa ordinal		

Variable	Definición conceptual	Dimensiones	Indicadores	Tipo de variable	Técnicas e Instrumentos
	transformaciones, y de manera comparativa y robusta.		Condiciones del cauce, del río, lluvia.		Ficha técnica de contenido

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1. ENFOQUE

La investigación fue de enfoque cuantitativo, ya que se procedió a describir y cuantificar los datos relativos a las variables de estudio, para posteriormente explicar su asociación.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Fue explicativo, debido a que existe una causa y un efecto, es decir, en qué medida las condiciones de las defensas ribereñas actuales con sus respectivas deficiencias y fallas, están generando el impacto, sea positivo o negativo en la percepción de sus pobladores. Según Hernández et al., (2006) “La investigación explicativa pretende definir las causas de los eventos que se están investigando” (p.108).

3.1.3. DISEÑO

La investigación se clasificó como no experimental, ya que no hubo ninguna alteración de las variables de estudio, se enfocó en describir las condiciones iniciales, como es el caso de las fallas de defensas ribereñas construidas con gavión y concreto ciclópeo, y como estas afectan el riesgo, perturbando el bienestar de la población y su desarrollo económico. La metodología de la investigación fue transversal y prospectivo, es decir, que se levantaron información primaria en un único momento.

Según Hernández et al. (2010), un diseño es no experimental porque no hay una manipulación de las variables de estudio, se

caracteriza en su forma natural, se registra los datos y se estudia estadísticamente para evidenciar su asociación o dependencia.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

Estuvo conformado por todos los tramos de defensa ribereña, los cuales consistían en muros de contención de tipo gavión y concreto ciclópeo, asentadas en las riberas del río Huacarmayo. Según Hernández, et al. (2010), están conformados por todos los objetos de estudios que tienen características similares.

3.2.2. MUESTRA Y MÉTODO DE MUESTREO

Según Hernández et al. (2010), es un subconjunto de la población, representativo, que contribuye en la generalización de las hipótesis.

La muestra es censal o poblacional, es decir se estudió a todos los tramos identificados de los muros tipo gavión y concreto ciclópeo, para evidenciar su vulnerabilidad de acuerdo a sus fallas o deficiencias.

Las condiciones más vulnerables están las siguientes progresivas:

Tramo	Progresiva	Tipo de estructura
1	0+000 – 1 + 289km	Gaviones
2	1+289 – 1 + 622km	Concreto ciclópeo
3	1+628 – 2 + 188km	Gaviones

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1.1 TÉCNICAS

“Viene a ser los procedimientos de obtención de la información de las variables de estudio, con fin de conocer sus particularidades” (Arias, 2006, p.53).

Las técnicas que se empleó en este estudio fueron los que se detallan a continuación:

Análisis documental. Se realizó la revisión de estudios precedentes como estudios de pre inversión, perfiles, expedientes técnicos. Asimismo, se hizo la revisión de documentos bibliográficos y normativas nacionales relacionadas con el diseño de las obras de defensa Ribereña, con fines de hacer una mejor descripción de las variables y un análisis más preciso y exacto.

Observación directa e indirecta. Se levantó y registró datos de la observación de los estudios de campo y laboratorio mediante fichas técnicas de recolección de datos. Ver anexos.

3.3.1.2 INSTRUMENTOS

Chavez (2017) “Son herramientas que se utilizan para recopilar información cuantitativa o cualitativa de las variables de estudio” (p. 173).

Fichas técnicas de recolección de datos. Este instrumento fue diseñado según los indicadores de las dimensiones de las variables de estudio, donde se registró los datos hidrológicos, hidráulicos y geotécnicos, como también estructurales de la evaluación de las condiciones actuales.

Fichas de contenido. Este instrumento permitió sintetizar la información de SENAMHI recabar datos de precipitaciones de las estaciones, en este caso de la localidad de San Rafael, datos de INDECI, SIGRID, CENEPRED con la finalidad de conocer las condiciones meteorológicas y conocer los riesgos de inundación.

3.3.2. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de los datos se utilizó por defecto los registros y reportes estándares de los laboratorios.

- 1º. En lo que respecta al estudio de suelos se utilizaron los reportes e informes modelos de los laboratorios para presentar la información.
- 2º. En lo que respecta el estudio hidrológico e hidráulico se utilizaron los reportes del programa HEC HMS, y hojas de cálculo en los demás métodos de determinación de caudal máximo.
- 3º. En lo que respecta al análisis de riesgo se utilizó el manual de análisis de riesgo con sus respectivos parámetros y ponderaciones y son presentados en sus tablas estándares.
- 4º. En lo que respecta a las encuestas los resultados fueron presentados en tablas y figuras de frecuencias relativas para cada ítem de cada dimensión, asimismo se aplicó el baremo para calificar la percepción de los pobladores respecto a los riesgos de inundación y colapso de las deficiencias de las defensas ribereñas.

3.3.3. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

3.3.3.1. PROCEDIMIENTO

- Consentimiento informado a la localidad de Huácar
- Solicitud de la documentación existente respecto a la defensa ribereña.
- Análisis de la información mediante las fichas de contenido.
- Se realizó los estudios geológicos, hidrológicos y estructurales de las defensas existentes.
- Describir las fallas superficiales, estructurales y de desempeño de las defensas ribereñas actuales.

- Se evaluaron los impactos sociales.
- Y según los resultados se hizo la propuesta de diseño de las defensas ribereñas de tipo gaviones con el fin de reducir los riesgos de colapso e inundación.

3.3.3.2. ANÁLISIS DE DATOS

Los datos recopilados fueron analizados con fórmulas de ingeniería para lo que es la variable vulnerabilidad estructural y con respecto a la variable impacto social se ha evaluado mediante un cuestionario con respuestas de escala cualitativa que, para determinar su relación y dependencia, se utilizó la prueba de regresión lineal y el coeficiente R al cuadrado, como también se utilizó la prueba de Pearson para evidenciar el nivel de relación. Los datos de dependencia serán evaluados con una significancia de 0.05.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Se realizó la descripción planimétrica y altimétrica de todo el ámbito de estudio, que estuvo comprendido por el cauce del río Huacarmayo donde se levantó datos de la sección, ancho del río y longitud, las riberas, las fajas marginales y las cuencas, con fin de conocer sus pendientes y en qué medida estos podrían influir en los desbordes de las riberas.

Asimismo, se hizo la intervención en los tramos donde existe muro de contención de tipo gavión y concreto ciclópeo, donde se evidencio sus condiciones topográficas.

Tabla 2

Tipo de estructura en las progresivas de estudio

Tramo	Progresiva	Pendiente	Longitud	Estructura
I	0+000 – 1 + 289km	6%	1289ml	Gaviones
II	1+289 – 1+622km	5%	333 ml	Concreto Ciclópeo
III	1+628 – 2 + 188km	5%	560ml	Gaviones

Este estudio se realizó en soporte de todo el equipo topográfico, en este caso con una estación total. En apoyo de unos formatos se registró algunos puntos clave y que posteriormente se procesó en el civil 3d.

En la tabla 2 se evidencia una síntesis de los puntos de un total de 1572 puntos que se han recopilado de toda la avenida y sus márgenes de estudio.

Tabla 3*Coordenadas UTM del levantamiento topográfico*

N° DE PUNTOS	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (msnm)
1	362873	8876951	2212
2	362981.98	8876963.01	2206.76
3	362978.42	8876967.34	2206.77
4	362821.18	8876927.77	2213.17
5	362822.23	8876924.18	2213.16
6	362819.93	8876931.55	2213.36
7	362817.29	8876937.07	2214.66
8	362822.68	8876923.15	2213.95
9	362809.51	8876942.28	2214.58
10	362823.12	8876921.58	2214.29
11	362823.46	8876920.29	2214.41
12	362835.93	8876912.6	2218.38
13	362833.36	8876918.52	2218.58
14	362842.68	8876936.42	2212.38
15	362835.69	8876946.67	2211.9
16	362843.17	8876935.84	2212.88
17	362834.18	8876947.06	2212.87
18	362847.22	8876926.71	2213.43
19	362840.08	8876941.36	2212.04
20	362833.14	8876949.05	2212.88
21	362856.68	8876945.91	2211.46
22	362853.00	8876950.95	2211.35
23	362849.52	8876956.95	2211.07
24	362857.41	8876943.97	2212.36
25	362859.53	8876935.12	2212.44
26	362866.36	8876971.62	2210.44
27	362866.06	8876972.05	2210.71
28	362869.18	8876967.65	2209.91
1572	364842.69	8876955.5	2116.74

El margen derecho del río Huacarmayo cuenta aproximadamente con 2213 ml. La topografía es semi ondulada.

4.2 ESTUDIO HIDROLÓGICO

4.2.1. DIAGNÓSTICO DE CUENCA

Debido a que la localidad de Huácar no cuenta con estaciones que registran datos de las precipitaciones, se ha optado por tomar datos de la estación de precipitaciones de San Rafael, es base a estos datos se hicieron los cálculos de los caudales máximos de las avenidas.

La cuenca del alto Huallaga tiene su nacimiento en el departamento de Pasco, una pequeña porción representa la sub cuenca del río Huacarmayo.

Tabla 4

Características de la estación de san Rafael

Nombre	Coordenadas	Altitud	Parámetro	
San Rafael	10°19'45.27''	76°10'35.24''	2,772	Precipitación total mensual
				T° max. Media mensual
				T° min. Media mensual
				T° Media mensual
				Humedad media relativa
				Velocidad y dirección de viento

El río Huacarmayo está ubicado en la Inter cuenca del río Huallaga.

Figura 1

Imagen Landsat de la subcuenca del Río Huacarmayo

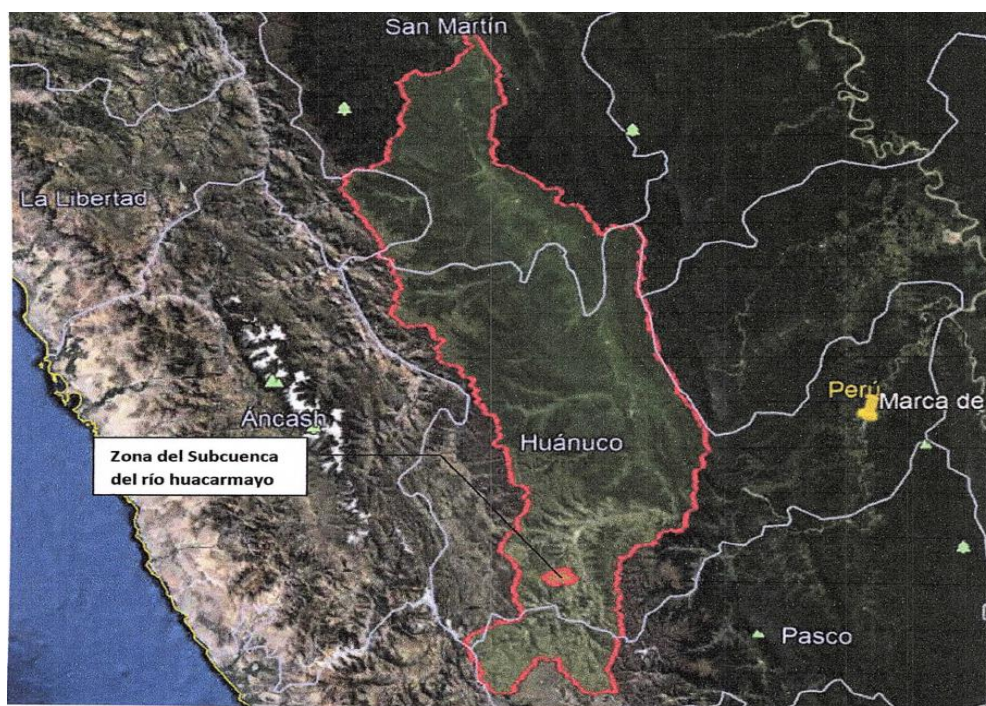


Figura 2

Perfil del cauce principal de la subcuenca Huacarmayo

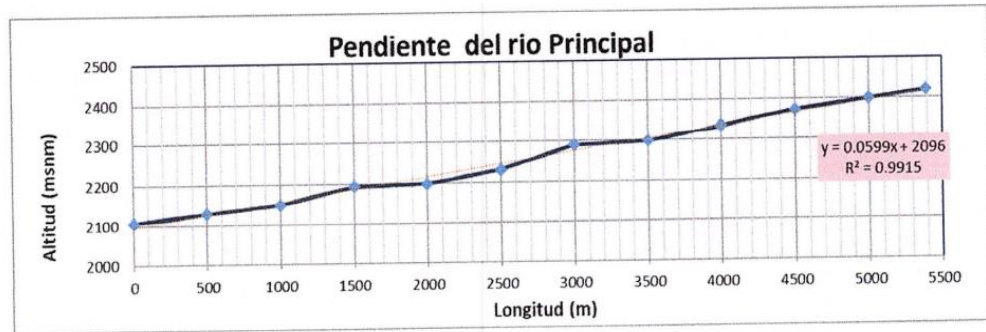


Tabla 5

Parámetros geomorfológicos de la subcuenca río Huacarmayo

Subcuenca del Río Huacarmayo		
Parámetros	Resultados	Unidades
De la superficie		
Área de la sub cuenca	96.53	Km2
Perímetro de la sub cuenca	43.81	Km
Cotas		
Cota mínima	2,070.00	msnm
Cota máxima	4,500.00	msnm
Centroide (PSC:WGS84 UTM Zona 18S)		
X centroide	362851.89	
Y centroide	8885525.22	
Altitud		
Altitud media	3,800.00	msnm
Altitud más frecuente	3.507.20	msnm
Altitud de frecuencia media (1/2)	3,285.00	msnm
Pendiente		
Pendiente promedio de la cuenca	15.13	%
De la Red Hídrica		
Longitud del curso principal	5.39	km
Pendiente promedio del curso principal	2.70	%
Parámetros generados		
Tiempo de concentración	69.85	Hrs.
Pendiente del cauce principal	2.70	m/km
Factor de forma	0.3743	Adim.
Índice de compacidad	1.258	Adim.

4.2.2. CLIMATOLOGÍA Y METEOROLOGÍA

Tabla 6

Ubicación y características de la estación climatológicas

N°	Estación	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)
1	San Rafael	10°19'45"	76°10'35"	2,772

Temperatura máxima, mínima y media mensual en la estación San Rafael

T°	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Prom
Max.	27.80	26.40	26.40	26.90	26.40	25.80	25.80	26.70	27.40	28.20	29.20	27.90	27.1
Prom.	16.44	16.14	15.98	16.83	17.82	18.05	18.12	18.55	18.48	18.13	18.72	17.50	17.6
Min.	6.20	6.60	7.80	5.10	5.20	2.20	0.40	2.60	2.50	4.70	3.90	6.00	4.4

Figura 3

Régimen término anual – estación San Rafael

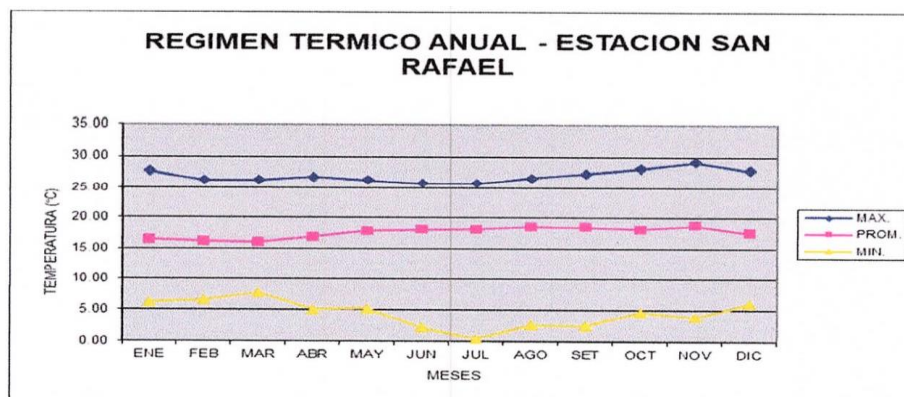
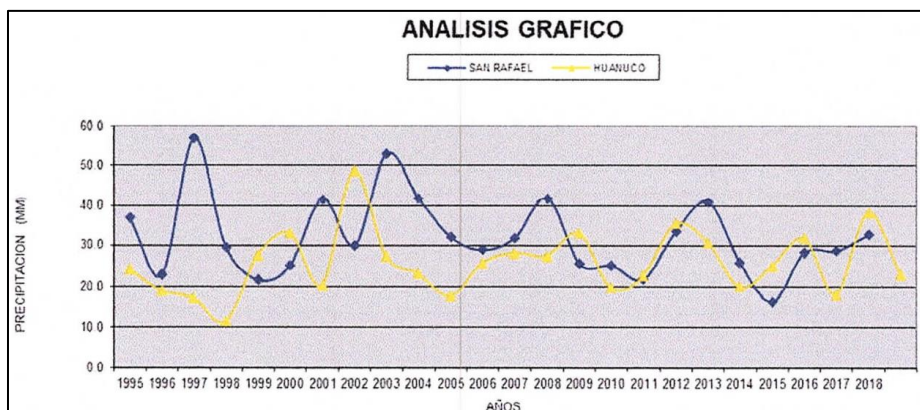


Figura 4

Precipitaciones máximas de la estación de Huánuco y San Rafael



4.2.3. ANÁLISIS DE MÁXIMAS AVENIDAS

Para calcular las precipitaciones máximas se utilizó los modelos estadísticos de probabilidad, en base a ello se determinó en que mejor bondad de ajuste posee.

Tabla 7

Función de probabilidad que más se ajusta a los datos de la estación

Nombre	Años de Registro	Función de probabilidad
Huánuco	1994-2018	Gamma 3
San Rafael	1994-2018	Gamma 3

Tabla 8

Precipitaciones máximas de 24 horas para diferentes periodos de retorno

Estación	Periodos de Retornos	Pmax (24 hrs) mm	N° Curva (CN)	Precipitación efectiva
San Rafael	50	162.77	50	34.26
	100	173.48		39.96

Tabla 9

Caudales diseño promedio según los métodos utilizados para periodos de retorno de 50 y 100 años

Periodo de retorno	Método HEC HMS Qmax (m3/s)	Método Regional Qmax (m3/s)	Método del hidrograma triangular Qmax (m3/s)	Promedio ponderado Qmax (m3/s)
50	156.4	112.61	94.79	111.02
100	169.4	132.56	134.44	139.64

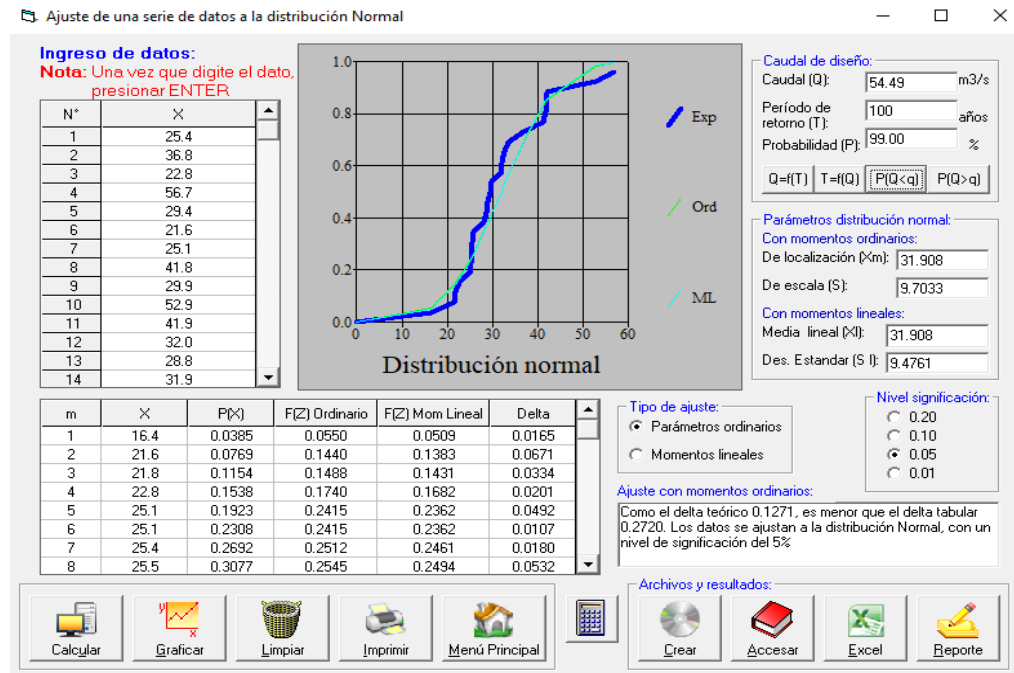
Para el cálculo de nivel de corona, diámetro de roca y socavación se tomó como el caudal de diseño obtenido del periodo de retorno de 100 años.

4.2.4. PARÁMETROS DE DISTRIBUCIÓN

Se determinó la mejor distribución de ajustes para el diseño:

Figura 5

Distribución de ajuste Normal, estación san Rafael



Serie de datos X:

N°	X
1	25.4
2	36.8
3	22.8
4	56.7
5	29.4
6	21.6
7	25.1
8	41.8
9	29.9
10	52.9
11	41.9
12	32.0
13	28.8
14	31.9
15	42.1
16	25.5
17	25.1
18	21.8
19	33.5
20	41.1
21	25.7
22	16.4
23	28.2
24	28.6
25	32.7

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	16.4	0.0385	0.0550	0.0509	0.0165
2	21.6	0.0769	0.1440	0.1383	0.0671
3	21.8	0.1154	0.1488	0.1431	0.0334
4	22.8	0.1538	0.1740	0.1682	0.0201
5	25.1	0.1923	0.2415	0.2362	0.0492
6	25.1	0.2308	0.2415	0.2362	0.0107
7	25.4	0.2692	0.2512	0.2461	0.0180
8	25.5	0.3077	0.2545	0.2494	0.0532
9	25.7	0.3462	0.2612	0.2562	0.0850
10	28.2	0.3846	0.3512	0.3478	0.0334
11	28.6	0.4231	0.3666	0.3635	0.0565
12	28.8	0.4615	0.3744	0.3715	0.0872
13	29.4	0.5000	0.3980	0.3956	0.1020
14	29.9	0.5385	0.4180	0.4161	0.1204
15	31.9	0.5769	0.4997	0.4997	0.0773
16	32.0	0.6154	0.5038	0.5039	0.1116
17	32.7	0.6538	0.5325	0.5333	0.1213
18	33.5	0.6923	0.5652	0.5667	0.1271
19	36.8	0.7308	0.6929	0.6972	0.0378
20	41.1	0.7692	0.8283	0.8340	0.0590
21	41.8	0.8077	0.8460	0.8517	0.0383
22	41.9	0.8462	0.8484	0.8542	0.0023
23	42.1	0.8846	0.8532	0.8589	0.0314
24	52.9	0.9231	0.9847	0.9866	0.0617
25	56.7	0.9615	0.9947	0.9956	0.0332

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.1271, es menor que el delta tabular 0.2720. Los datos se ajustan a la distribución Normal, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución normal:

Con momentos ordinarios:
Parámetro de localización (X_m)= 31.908
Parámetro de escala (S)= 9.7033

Con momentos lineales:
Media lineal (X_l)= 31.908
Desviación estándar lineal (S_l)= 9.4761

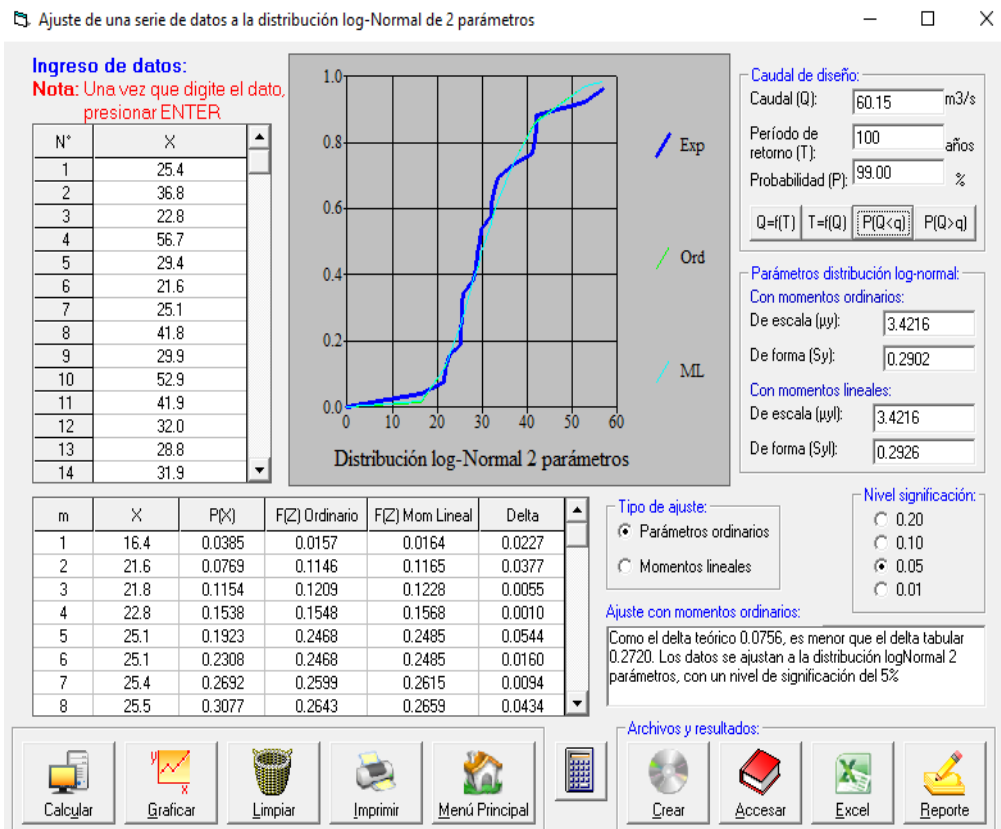
Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, es 54.49

Fuente: Software Hidroesta.

Figura 6

Distribución de ajuste Log-Normal de 2 parámetros, estación san Rafael



Serie de datos X:

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

Nº	X	m	X	P(X)	F(Z) Ordinario	F(Z) Mom Lineal	Delta
1	25.4	1	16.4	0.0385	0.0157	0.0164	0.0227
2	36.8	2	21.6	0.0769	0.1146	0.1165	0.0377
3	22.8	3	21.8	0.1154	0.1209	0.1228	0.0055
4	56.7	4	22.8	0.1538	0.1548	0.1568	0.0010
5	29.4	5	25.1	0.1923	0.2468	0.2485	0.0544
6	21.6	6	25.1	0.2308	0.2468	0.2485	0.0160
7	25.1	7	25.4	0.2692	0.2599	0.2615	0.0094
8	41.8	8	25.5	0.3077	0.2643	0.2659	0.0434
9	29.9	9	25.7	0.3462	0.2731	0.2748	0.0730
10	52.9	10	28.2	0.3846	0.3884	0.3893	0.0038
11	41.9	11	28.6	0.4231	0.4071	0.4079	0.0159
12	32.0	12	28.8	0.4615	0.4165	0.4171	0.0451
13	28.8	13	29.4	0.5000	0.4444	0.4448	0.0556
14	31.9	14	29.9	0.5385	0.4674	0.4677	0.0710
15	42.1	15	31.9	0.5769	0.5562	0.5558	0.0207
16	25.5	16	32.0	0.6154	0.5605	0.5600	0.0549
17	25.1	17	32.7	0.6538	0.5897	0.5890	0.0642
18	21.8	18	33.5	0.6923	0.6217	0.6208	0.0706
19	33.5	19	36.8	0.7308	0.7369	0.7352	0.0061
20	41.1	20	41.1	0.7692	0.8448	0.8429	0.0756
21	25.7	21	41.8	0.8077	0.8583	0.8564	0.0506
22	16.4	22	41.9	0.8462	0.8602	0.8582	0.0140
23	28.2	23	42.1	0.8846	0.8638	0.8618	0.0208
24	28.6	24	52.9	0.9231	0.9702	0.9692	0.0472
25	32.7	25	56.7	0.9615	0.9831	0.9824	0.0216

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0756, es menor que el delta tabular 0.2720. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución logNormal:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de escala (μ_y)= 3.4216

Parámetro de forma (S_y)= 0.2902

Con momentos lineales:

Parámetro de escala (μ_l)= 3.4216

Parámetro de forma (S_l)= 0.2926

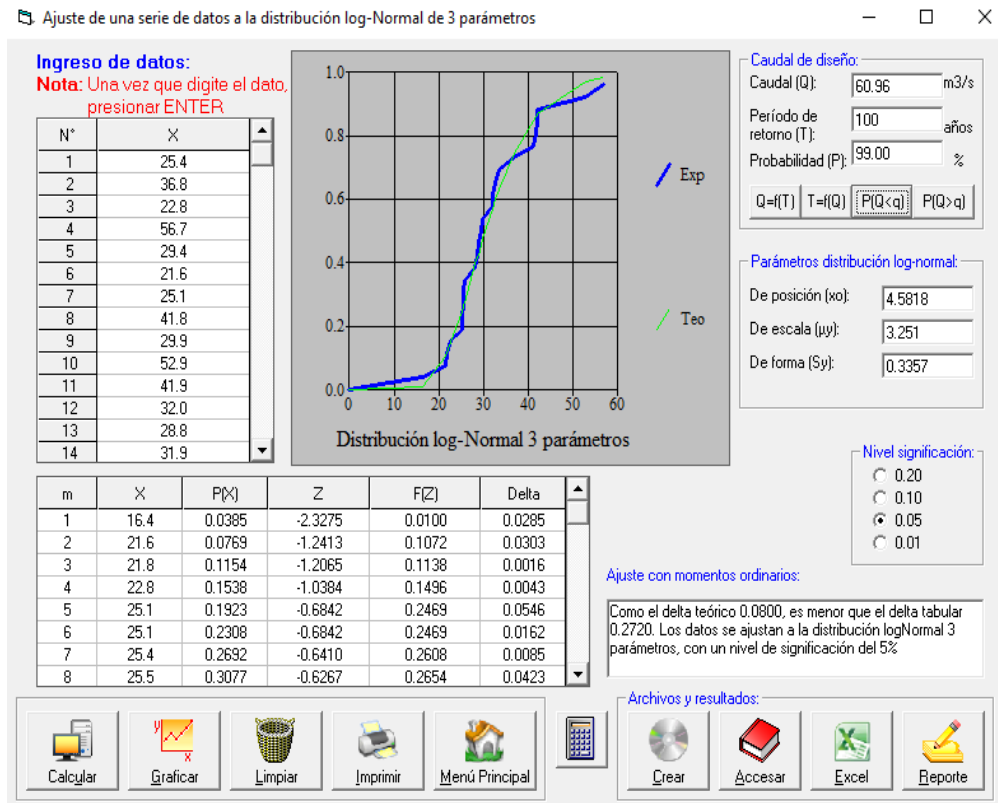
Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, es 60.15

Fuente: Software Hidroesta.

Figura 7

Distribución de ajuste Log-Normal de 3 parámetros, estación san Rafael



Serie de datos X:

N°	X
1	25.4
2	36.8
3	22.8
4	56.7
5	29.4
6	21.6
7	25.1
8	41.8
9	29.9
10	52.9
11	41.9
12	32.0
13	28.8
14	31.9
15	42.1
16	25.5
17	25.1
18	21.8
19	33.5
20	41.1
21	25.7
22	16.4
23	28.2
24	28.6
25	32.7

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	Z	F(Z)	Delta
1	16.4	0.0385	-2.3275	0.0100	0.0285
2	21.6	0.0769	-1.2413	0.1072	0.0303
3	21.8	0.1154	-1.2065	0.1138	0.0016
4	22.8	0.1538	-1.0384	0.1496	0.0043
5	25.1	0.1923	-0.6842	0.2469	0.0546
6	25.1	0.2308	-0.6842	0.2469	0.0162
7	25.4	0.2692	-0.6410	0.2608	0.0085
8	25.5	0.3077	-0.6267	0.2654	0.0423
9	25.7	0.3462	-0.5983	0.2748	0.0713
10	28.2	0.3846	-0.2651	0.3955	0.0109
11	28.6	0.4231	-0.2150	0.4149	0.0082
12	28.8	0.4615	-0.1903	0.4245	0.0370
13	29.4	0.5000	-0.1174	0.4533	0.0467
14	29.9	0.5385	-0.0580	0.4769	0.0616
15	31.9	0.5769	0.1685	0.5669	0.0100
16	32.0	0.6154	0.1794	0.5712	0.0442
17	32.7	0.6538	0.2544	0.6004	0.0534
18	33.5	0.6923	0.3380	0.6323	0.0600
19	36.8	0.7308	0.6599	0.7453	0.0146
20	41.1	0.7692	1.0331	0.8492	0.0800
21	41.8	0.8077	1.0897	0.8621	0.0544
22	41.9	0.8462	1.0976	0.8638	0.0177
23	42.1	0.8846	1.1136	0.8673	0.0173
24	52.9	0.9231	1.8672	0.9691	0.0460
25	56.7	0.9615	2.0927	0.9818	0.0203

Fuente: Software Hidroesta.

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0800, es menor que el delta tabular 0.2720. Los datos se ajustan a la distribución logNormal 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Parámetros de la distribución lognormal:

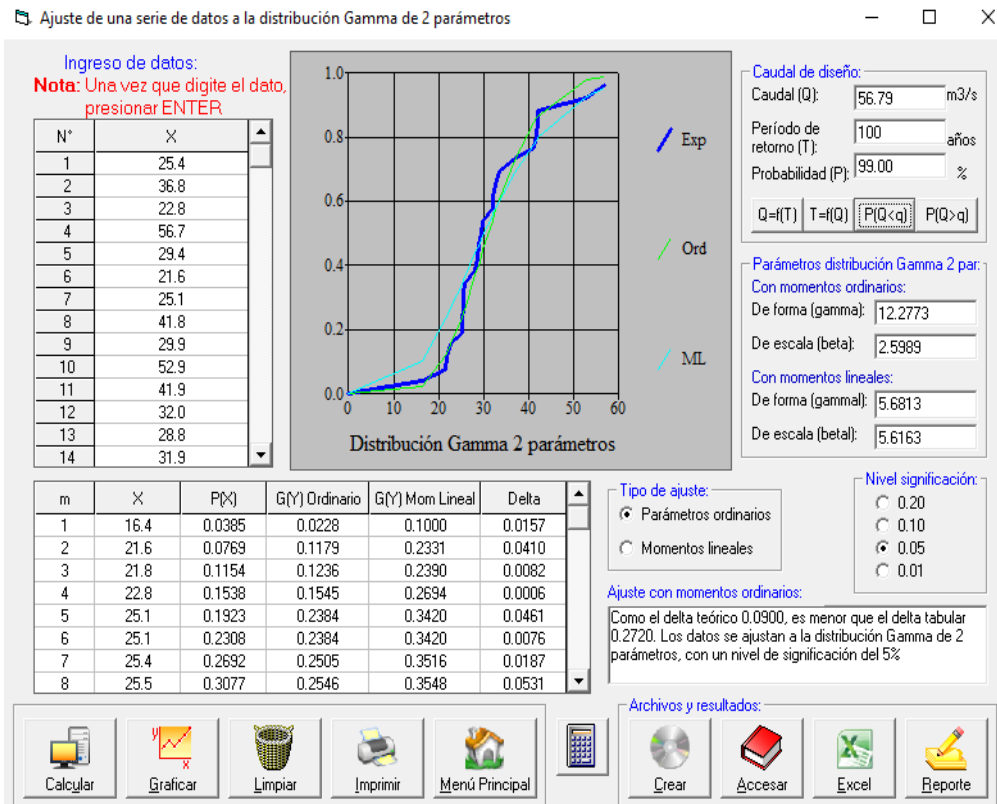
Parámetro de posición (x_0)= 4.5818
 Parámetro de escala (μy)= 3.251
 Parámetro de forma (Sy)= 0.3357

Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, es 60.96

Figura 8

Distribución de ajuste Gamma de 2 parámetros, estación san Rafael



Serie de datos X:

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

Nº	X	m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	25.4	1	16.4	0.0385	0.0228	0.1000	0.0157
2	36.8	2	21.6	0.0769	0.1179	0.2331	0.0410
3	22.8	3	21.8	0.1154	0.1236	0.2390	0.0082
4	56.7	4	22.8	0.1538	0.1545	0.2694	0.0006
5	29.4	5	25.1	0.1923	0.2384	0.3420	0.0461
6	21.6	6	25.1	0.2308	0.2384	0.3420	0.0076
7	25.1	7	25.4	0.2692	0.2505	0.3516	0.0187
8	41.8	8	25.5	0.3077	0.2546	0.3548	0.0531
9	29.9	9	25.7	0.3462	0.2628	0.3613	0.0834
10	52.9	10	28.2	0.3846	0.3715	0.4417	0.0131
11	41.9	11	28.6	0.4231	0.3896	0.4544	0.0335
12	32.0	12	28.8	0.4615	0.3986	0.4607	0.0629
13	28.8	13	29.4	0.5000	0.4258	0.4796	0.0742
14	31.9	14	29.9	0.5385	0.4485	0.4952	0.0900
15	42.1	15	31.9	0.5769	0.5376	0.5556	0.0393
16	25.5	16	32.0	0.6154	0.5420	0.5585	0.0734
17	25.1	17	32.7	0.6538	0.5720	0.5788	0.0819
18	21.8	18	33.5	0.6923	0.6052	0.6013	0.0871
19	33.5	19	36.8	0.7308	0.7278	0.6869	0.0030
20	41.1	20	41.1	0.7692	0.8460	0.7786	0.0767
21	25.7	21	41.8	0.8077	0.8608	0.7914	0.0531
22	16.4	22	41.9	0.8462	0.8628	0.7931	0.0167
23	28.2	23	42.1	0.8846	0.8668	0.7967	0.0178
24	28.6	24	52.9	0.9231	0.9786	0.9264	0.0555
25	32.7	25	56.7	0.9615	0.9898	0.9504	0.0282

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.0900, es menor que el delta tabular 0.2720. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 2 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Los 2 parámetros de la distribución Gamma:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de forma (gamma)= 12.2773

Parámetro de escala (beta)= 2.5989

Con momentos lineales:

Parámetro de forma (gammal)= 5.6813

Parámetro de escala (betal)= 5.6163

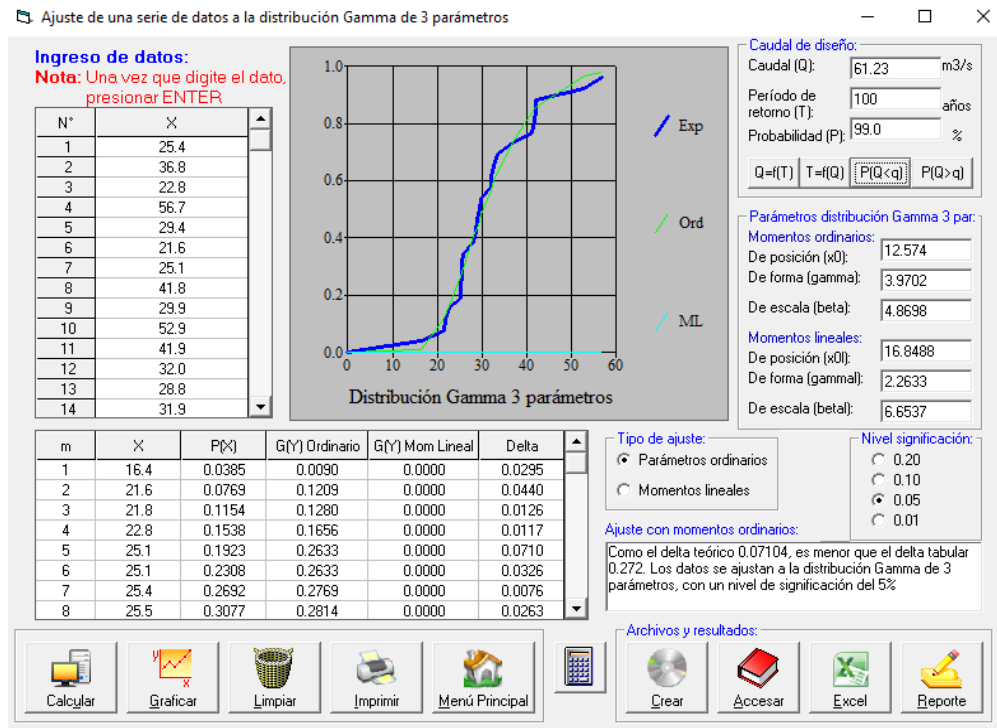
Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, es 56.79

Fuente: Software Hidroesta.

Figura 9

Distribución de ajuste Gamma de 3 parámetros, estación san Rafael



Serie de datos X:

Nº	X
1	25.4
2	36.8
3	22.8
4	56.7
5	29.4
6	21.6
7	25.1
8	41.8
9	29.9
10	52.9
11	41.9
12	32.0
13	28.8
14	31.9
15	42.1
16	25.5
17	25.1
18	21.8
19	33.5
20	41.1
21	25.7
22	16.4
23	28.2
24	28.6
25	32.7

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	16.4	0.0385	0.0090	0.0000	0.0295
2	21.6	0.0769	0.1209	0.0000	0.0440
3	21.8	0.1154	0.1280	0.0000	0.0126
4	22.8	0.1538	0.1656	0.0000	0.0117
5	25.1	0.1923	0.2633	0.0000	0.0710
6	25.1	0.2308	0.2633	0.0000	0.0326
7	25.4	0.2692	0.2769	0.0000	0.0076
8	25.5	0.3077	0.2814	0.0000	0.0263
9	25.7	0.3462	0.2905	0.0000	0.0556
10	28.2	0.3846	0.4056	0.0000	0.0210
11	28.6	0.4231	0.4239	0.0000	0.0008
12	28.8	0.4615	0.4330	0.0000	0.0286
13	29.4	0.5000	0.4599	0.0000	0.0401
14	29.9	0.5385	0.4821	0.0000	0.0564
15	31.9	0.5769	0.5665	0.0000	0.0105
16	32.0	0.6154	0.5705	0.0000	0.0449
17	32.7	0.6538	0.5980	0.0000	0.0558
18	33.5	0.6923	0.6281	0.0000	0.0642
19	36.8	0.7308	0.7363	0.0000	0.0055
20	41.1	0.7692	0.8392	0.0000	0.0700
21	41.8	0.8077	0.8523	0.0000	0.0446
22	41.9	0.8462	0.8541	0.0000	0.0079
23	42.1	0.8846	0.8576	0.0000	0.0270
24	52.9	0.9231	0.9660	0.0000	0.0429
25	56.7	0.9615	0.9803	0.0000	0.0188

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.07104, es menor que el delta tabular 0.272. Los datos se ajustan a la distribución Gamma de 3 parámetros, con un nivel de significación del 5%

Los 3 parámetros de la distribución Gamma:

Con momentos ordinarios:
 Parámetro de localización (X_0)= 12.574
 Parámetro de forma (gamma)= 3.9702
 Parámetro de escala (beta)= 4.8698

Con momentos lineales:
 Parámetro de localización (X_{0l})= 16.8488
 Parámetro de forma (gamma_l)= 2.2633
 Parámetro de escala (beta_l)= 6.6537

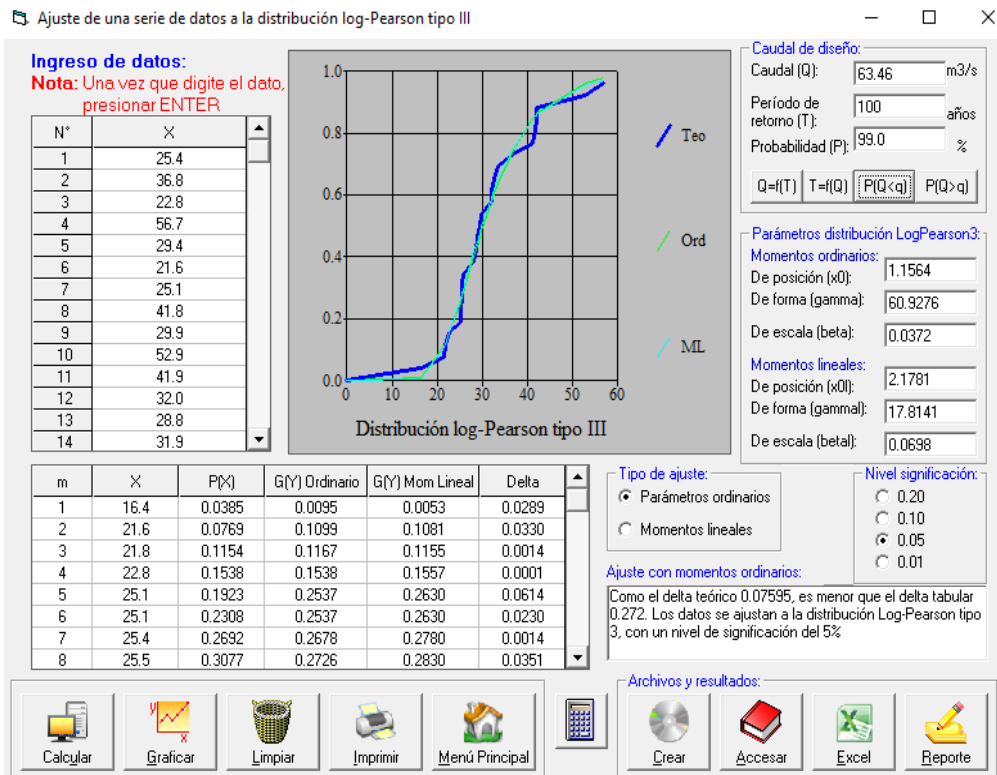
Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, es 61.23

Fuente: Software Hidroesta.

Figura 10

Distribución de ajuste Log-Pearson tipo III, estación san Rafael



Serie de datos X:

Cálculos del ajuste Smirnov Kolmogorov:

Nº	X	m	X	P(X)	G(Y) Ordinario	G(Y) Mom Lineal	Delta
1	25.4	1	16.4	0.0385	0.0095	0.0053	0.0289
2	36.8	2	21.6	0.0769	0.1099	0.1081	0.0330
3	22.8	3	21.8	0.1154	0.1167	0.1155	0.0014
4	56.7	4	22.8	0.1538	0.1538	0.1557	0.0001
5	29.4	5	25.1	0.1923	0.2537	0.2630	0.0614
6	21.6	6	25.1	0.2308	0.2537	0.2630	0.0230
7	25.1	7	25.4	0.2692	0.2678	0.2780	0.0014
8	41.8	8	25.5	0.3077	0.2726	0.2830	0.0351
9	29.9	9	25.7	0.3462	0.2821	0.2930	0.0641
10	52.9	10	28.2	0.3846	0.4036	0.4184	0.0190
11	41.9	11	28.6	0.4231	0.4229	0.4379	0.0002
12	32.0	12	28.8	0.4615	0.4325	0.4476	0.0290
13	28.8	13	29.4	0.5000	0.4610	0.4761	0.0390
14	31.9	14	29.9	0.5385	0.4843	0.4993	0.0541
15	42.1	15	31.9	0.5769	0.5727	0.5858	0.0042
16	25.5	16	32.0	0.6154	0.5769	0.5898	0.0385
17	25.1	17	32.7	0.6538	0.6053	0.6172	0.0485
18	21.8	18	33.5	0.6923	0.6363	0.6469	0.0560
19	33.5	19	36.8	0.7308	0.7453	0.7499	0.0145
20	41.1	20	41.1	0.7692	0.8452	0.8432	0.0759
21	25.7	21	41.8	0.8077	0.8576	0.8548	0.0499
22	16.4	22	41.9	0.8462	0.8593	0.8563	0.0131
23	28.2	23	42.1	0.8846	0.8626	0.8595	0.0220
24	28.6	24	52.9	0.9231	0.9635	0.9568	0.0404
25	32.7	25	56.7	0.9615	0.9772	0.9711	0.0156

Ajuste con momentos ordinarios:

Como el delta teórico 0.07595, es menor que el delta tabular 0.272. Los datos se ajustan a la distribución Log-Pearson tipo 3, con un nivel de significación del 5%

Los 3 parámetros de la distribución Log-Pearson tipo 3:

Con momentos ordinarios:

Parámetro de localización (X_0)= 1.1564
Parámetro de forma (γ)= 60.9276
Parámetro de escala (β)= 0.0372

Con momentos lineales:

Parámetro de localización (X_{0l})= 2.1781
Parámetro de forma (γ_{ml})= 17.8141
Parámetro de escala (β_{ml})= 0.0698

Caudal de diseño:

El caudal de diseño para un periodo de retorno de 100 años, es 63.46

Fuente: Software Hidroesta.

Se comprobó las distribuciones de ajuste de probabilidad arrojadas por el software hidroesta.

Figura 11

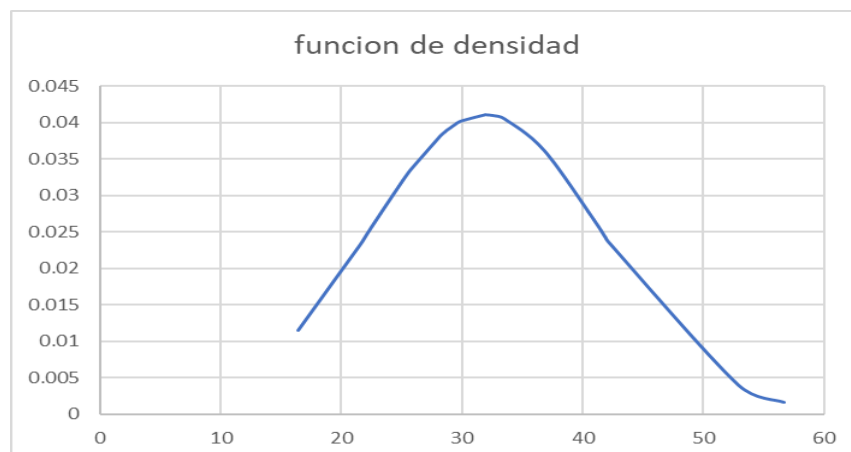
Comprobación de la distribución Normal, estación san Rafael

Orden	precipitacion mm	funcion de densidad	funcion distribucion de probabilidad	distribucion teorica	diferencia
1	16.4	0.0115	0.0550	0.0385	0.0165
2	21.6	0.0234	0.1440	0.0769	0.0671
3	21.8	0.0239	0.1488	0.1154	0.0334
4	22.8	0.0265	0.1740	0.1538	0.0201
5	25.1	0.0321	0.2415	0.1923	0.0492
6	25.1	0.0321	0.2415	0.2308	0.0107
7	25.4	0.0328	0.2512	0.2692	0.0180
8	25.5	0.0331	0.2545	0.3077	0.0532
9	25.7	0.0335	0.2612	0.3462	0.0850
10	28.2	0.0382	0.3512	0.3846	0.0334
11	28.6	0.0388	0.3666	0.4231	0.0565
12	28.8	0.0391	0.3744	0.4615	0.0872
13	29.4	0.0398	0.3980	0.5000	0.1020
14	29.9	0.0402	0.4180	0.5385	0.1204
15	31.9	0.0411	0.4997	0.5769	0.0773
16	32	0.0411	0.5038	0.6154	0.1116
17	32.7	0.0410	0.5325	0.6538	0.1213
18	33.5	0.0406	0.5652	0.6923	0.1271
19	36.8	0.0362	0.6929	0.7308	0.0378
20	41.1	0.0262	0.8283	0.7692	0.0590
21	41.8	0.0245	0.8460	0.8077	0.0383
22	41.9	0.0242	0.8484	0.8462	0.0023
23	42.1	0.0237	0.8532	0.8846	0.0314
24	52.9	0.0040	0.9847	0.9231	0.0617
25	56.7	0.0016	0.9947	0.9615	0.0332

diferencia mayor **0.12715**

promedio 31.908

desviacion 9.7033



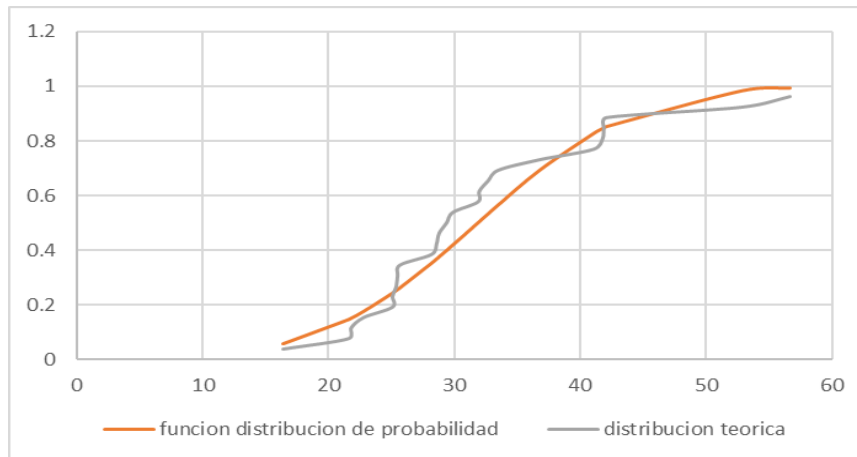


Figura 12

Comprobación de la distribución Long-Normal, estación san Rafael

Orden	precipitacion mm	$y=\ln(x)$	funcion de densidad	funcion distribucion de probabilidad	distribucion teorica	diferencia
1	16.4	2.7973	0.1359	0.0157	0.0385	0.0227
2	21.6	3.0727	0.6674	0.1146	0.0769	0.0377
3	21.8	3.0819	0.6930	0.1209	0.1154	0.0055
4	22.8	3.1268	0.8205	0.1548	0.1538	0.0010
5	25.1	3.2229	1.0874	0.2468	0.1923	0.0544
6	25.1	3.2229	1.0874	0.2468	0.2308	0.0160
7	25.4	3.2347	1.1174	0.2599	0.2692	0.0094
8	25.5	3.2387	1.1271	0.2643	0.3077	0.0434
9	25.7	3.2465	1.1460	0.2731	0.3462	0.0730
10	28.2	3.3393	1.3206	0.3884	0.3846	0.0038
11	28.6	3.3534	1.3373	0.4071	0.4231	0.0159
12	28.8	3.3604	1.3445	0.4165	0.4615	0.0451
13	29.4	3.3810	1.3613	0.4444	0.5000	0.0556
14	29.9	3.3979	1.3701	0.4674	0.5385	0.0710
15	31.9	3.4626	1.3611	0.5562	0.5769	0.0207
16	32	3.4657	1.3589	0.5605	0.6154	0.0549
17	32.7	3.4874	1.3398	0.5897	0.6538	0.0642
18	33.5	3.5115	1.3102	0.6217	0.6923	0.0706
19	36.8	3.6055	1.1246	0.7369	0.7308	0.0061
20	41.1	3.7160	0.8217	0.8448	0.7692	0.0756
21	41.8	3.7329	0.7732	0.8583	0.8077	0.0506
22	41.9	3.7353	0.7664	0.8602	0.8462	0.0140
23	42.1	3.7400	0.7528	0.8638	0.8846	0.0208
24	52.9	3.9684	0.2329	0.9702	0.9231	0.0472
25	56.7	4.0378	0.1443	0.9831	0.9615	0.0216

diferencia mayor **0.07562**

promedio 3.4216
desviacion 0.2902

Parametros

$$y = \ln(x)$$

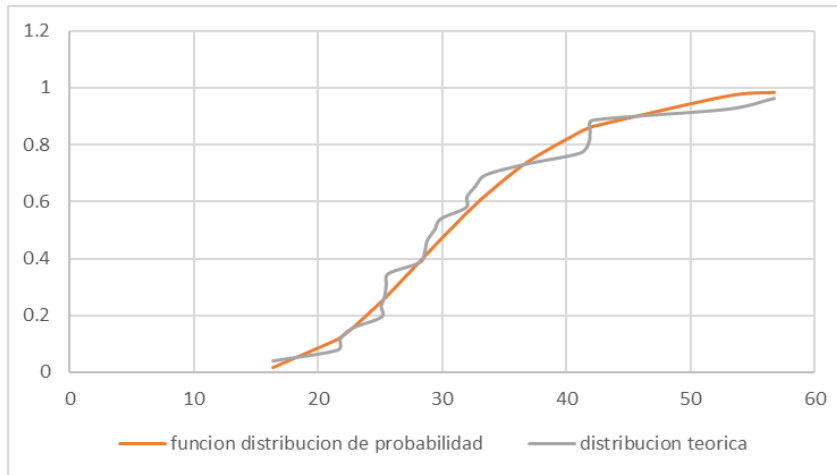
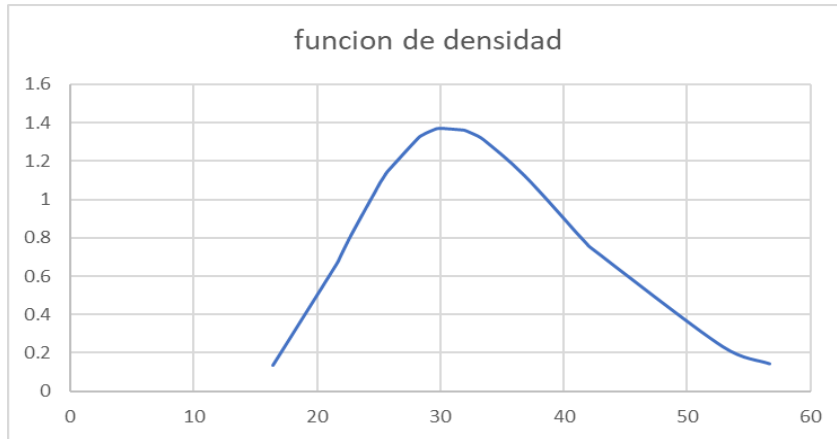


Figura 13

Comprobación de la distribución Long – Normal de 3 parámetros, estación san Rafael

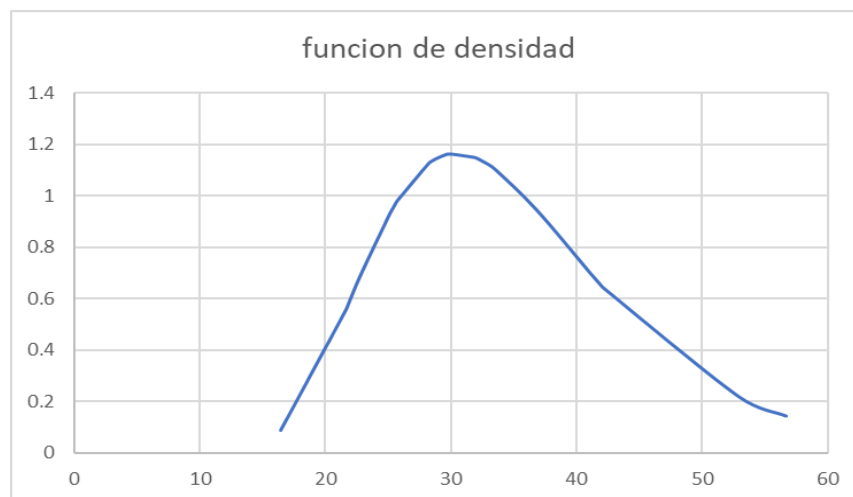
Orden	precipitacion mm	y=ln(X-Xo)	funcion de densidad	funcion distribucion de probabilidad	distribucion teorica	diferencia
1	16.4	2.4696	0.0865	0.0113	0.0385	0.0272
2	21.6	2.8343	0.5557	0.1119	0.0769	0.0350
3	21.8	2.8460	0.5789	0.1186	0.1154	0.0032
4	22.8	2.9024	0.6940	0.1545	0.1538	0.0006
5	25.1	3.0213	0.9300	0.2513	0.1923	0.0590
6	25.1	3.0213	0.9300	0.2513	0.2308	0.0205
7	25.4	3.0358	0.9560	0.2650	0.2692	0.0042
8	25.5	3.0406	0.9643	0.2696	0.3077	0.0381
9	25.7	3.0501	0.9805	0.2789	0.3462	0.0673
10	28.2	3.1620	1.1258	0.3975	0.3846	0.0129
11	28.6	3.1788	1.1388	0.4166	0.4231	0.0065
12	28.8	3.1871	1.1443	0.4260	0.4615	0.0355
13	29.4	3.2116	1.1567	0.4542	0.5000	0.0458
14	29.9	3.2315	1.1625	0.4773	0.5385	0.0611
15	31.9	3.3076	1.1486	0.5656	0.5769	0.0114
16	32	3.3112	1.1465	0.5697	0.6154	0.0456
17	32.7	3.3364	1.1287	0.5984	0.6538	0.0554
18	33.5	3.3645	1.1022	0.6297	0.6923	0.0626
19	36.8	3.4725	0.9447	0.7410	0.7308	0.0103
20	41.1	3.5978	0.6976	0.8443	0.7692	0.0751
21	41.8	3.6168	0.6585	0.8572	0.8077	0.0495
22	41.9	3.6195	0.6530	0.8589	0.8462	0.0128
23	42.1	3.6248	0.6421	0.8624	0.8846	0.0222
24	52.9	3.8778	0.2184	0.9663	0.9231	0.0433
25	56.7	3.9535	0.1423	0.9798	0.9615	0.0183

diferencia mayor **0.07505**

mediana 29.4000
 Xo 4.5818
 promedio 3.2510
 desviacion 0.342624559

Parametros

$$x_0 = \frac{X_1 X_0 - X_{mediana}^2}{X_1 X_0 - 2X_{mediana}^2} \quad y = \ln(x - x_0)$$



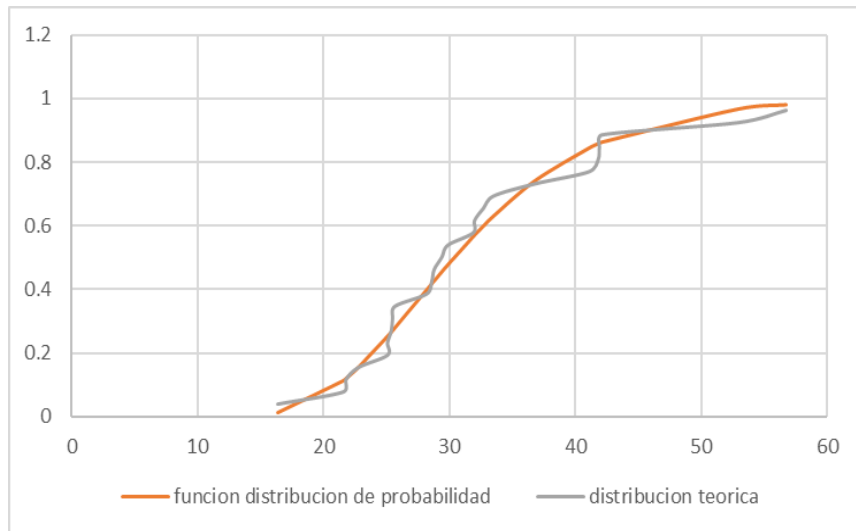


Figura 14

Comprobación de la distribución Gamma 2 parámetros, estación san Rafael

Orden	precipitacion mm	funcion de densidad	funcion distribucion de probabilidad	distribucion teorica	diferencia
1	16.4	0.0093	0.0228	0.0385	0.0157
2	21.6	0.0282	0.1179	0.0769	0.0410
3	21.8	0.0290	0.1236	0.1154	0.0082
4	22.8	0.0327	0.1545	0.1538	0.0006
5	25.1	0.0399	0.2384	0.1923	0.0461
6	25.1	0.0399	0.2384	0.2308	0.0076
7	25.4	0.0406	0.2505	0.2692	0.0187
8	25.5	0.0409	0.2546	0.3077	0.0531
9	25.7	0.0413	0.2628	0.3462	0.0834
10	28.2	0.0450	0.3715	0.3846	0.0131
11	28.6	0.0452	0.3896	0.4231	0.0335
12	28.8	0.0453	0.3986	0.4615	0.0629
13	29.4	0.0454	0.4258	0.5000	0.0742
14	29.9	0.0453	0.4485	0.5385	0.0900
15	31.9	0.0435	0.5376	0.5769	0.0393
16	32	0.0434	0.5420	0.6154	0.0734
17	32.7	0.0423	0.5720	0.6538	0.0819
18	33.5	0.0408	0.6052	0.6923	0.0871
19	36.8	0.0331	0.7278	0.7308	0.0030
20	41.1	0.0220	0.8460	0.7692	0.0767
21	41.8	0.0203	0.8608	0.8077	0.0531
22	41.9	0.0201	0.8628	0.8462	0.0167
23	42.1	0.0196	0.8668	0.8846	0.0178
24	52.9	0.0040	0.9786	0.9231	0.0555
25	56.7	0.0020	0.9898	0.9615	0.0282

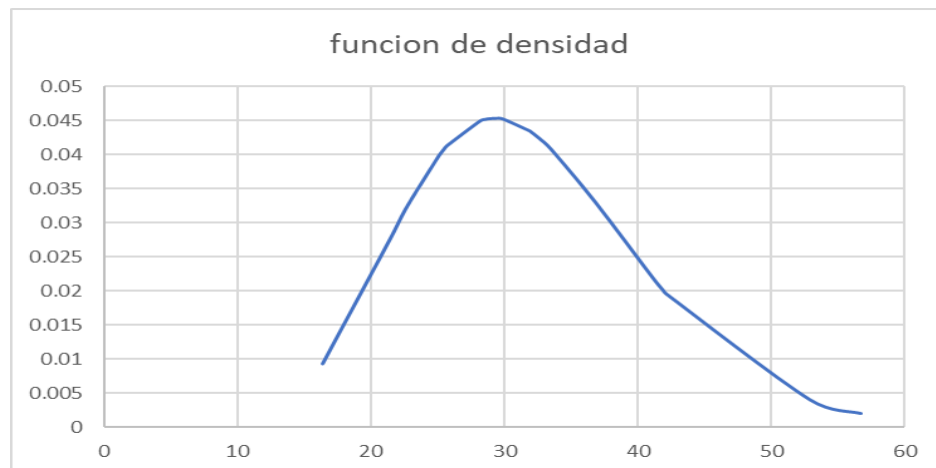
diferencia mayor **0.0900**

principales de datos

promedio (x) 31.9080
 desviacion (sx) 9.7033

parametros

beta 2.5989
 gamma 12.2773



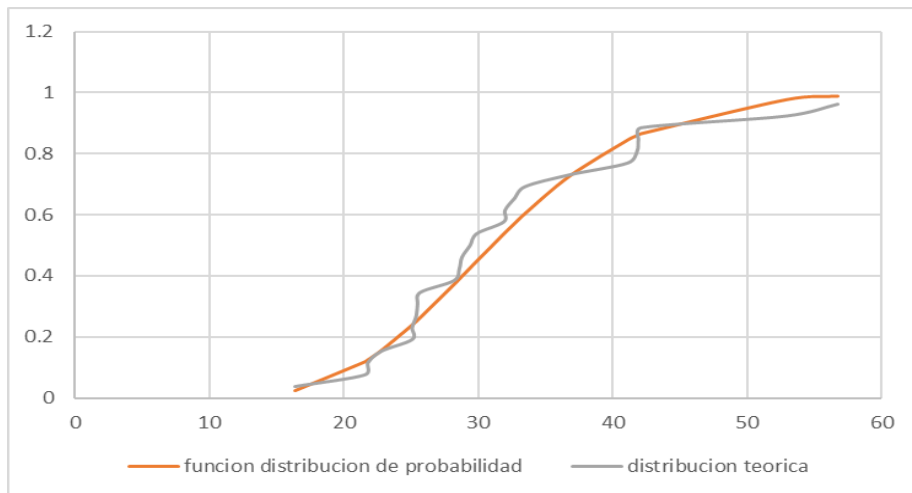


Figura 15

Comprobación de la distribución Gamma3 parámetros, estación san Rafael

Orden	precipitacion mm	$y=\ln X_0$	funcion de densidad	funcion distribucion de probabilidad	distribucion teorica	diferencia
1	16.4	2.7973	0.0079	0.0090	0.0385	0.0295
2	21.6	3.0727	0.0348	0.1209	0.0769	0.0440
3	21.8	3.0819	0.0356	0.1280	0.1154	0.0126
4	22.8	3.1268	0.0394	0.1656	0.1538	0.0117
5	25.1	3.2229	0.0449	0.2633	0.1923	0.0710
6	25.1	3.2229	0.0449	0.2633	0.2308	0.0326
7	25.4	3.2347	0.0453	0.2769	0.2692	0.0076
8	25.5	3.2387	0.0454	0.2814	0.3077	0.0263
9	25.7	3.2465	0.0456	0.2905	0.3462	0.0556
10	28.2	3.3393	0.0458	0.4056	0.3846	0.0210
11	28.6	3.3534	0.0455	0.4239	0.4231	0.0008
12	28.8	3.3604	0.0453	0.4330	0.4615	0.0286
13	29.4	3.3810	0.0446	0.4599	0.5000	0.0401
14	29.9	3.3979	0.0439	0.4821	0.5385	0.0564
15	31.9	3.4626	0.0403	0.5665	0.5769	0.0105
16	32	3.4657	0.0401	0.5705	0.6154	0.0449
17	32.7	3.4874	0.0386	0.5980	0.6538	0.0558
18	33.5	3.5115	0.0367	0.6281	0.6923	0.0642
19	36.8	3.6055	0.0288	0.7363	0.7308	0.0055
20	41.1	3.7160	0.0194	0.8392	0.7692	0.0700
21	41.8	3.7329	0.0180	0.8523	0.8077	0.0446
22	41.9	3.7353	0.0178	0.8541	0.8462	0.0079
23	42.1	3.7400	0.0175	0.8576	0.8846	0.0270
24	52.9	3.9684	0.0048	0.9660	0.9231	0.0429
25	56.7	4.0378	0.0029	0.9803	0.9615	0.0188

diferencia mayor **0.07104**

principales de datos

promedio (x)	31.9080
desviacion (sx)	9.7033
coeficiente asimetrico (gx)	1.0037
N° de datos	25

parametros

beta	4.8698
gamma	3.9702
Xo	12.5740

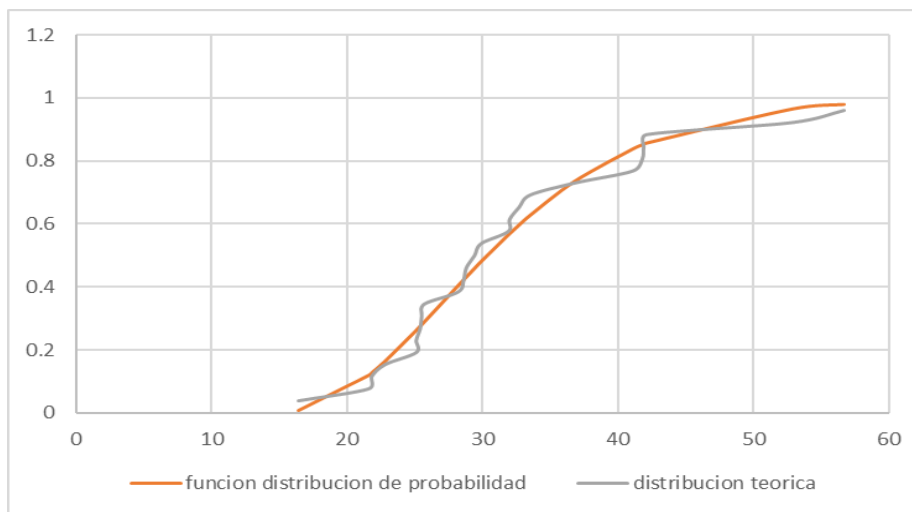
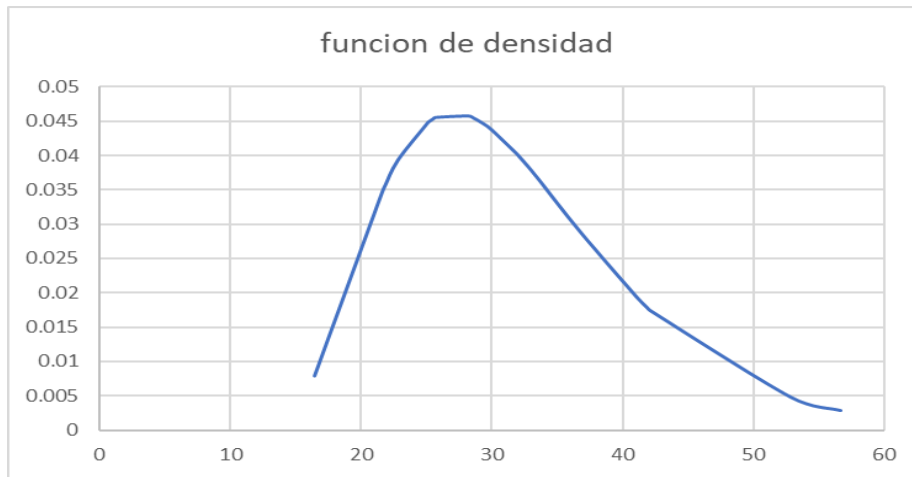


Figura 16

Comprobación de la distribución Log-Pearson tipo III, estación san Rafael

Orden	precipitacion mm	$y=\ln X_0$	funcion de densidad	funcion distribucion de probabilidad	distribucion teorica	diferencia
1	16.4	2.7973	0.1094	0.0095	0.0385	0.0289
2	21.6	3.0727	0.7243	0.1099	0.0769	0.0330
3	21.8	3.0819	0.7536	0.1167	0.1154	0.0014
4	22.8	3.1268	0.8964	0.1538	0.1538	0.0001
5	25.1	3.2229	1.1730	0.2537	0.1923	0.0614
6	25.1	3.2229	1.1730	0.2537	0.2308	0.0230
7	25.4	3.2347	1.2015	0.2678	0.2692	0.0014
8	25.5	3.2387	1.2106	0.2726	0.3077	0.0351
9	25.7	3.2465	1.2280	0.2821	0.3462	0.0641
10	28.2	3.3393	1.3671	0.4036	0.3846	0.0190
11	28.6	3.3534	1.3761	0.4229	0.4231	0.0002
12	28.8	3.3604	1.3794	0.4325	0.4615	0.0290
13	29.4	3.3810	1.3841	0.4610	0.5000	0.0390
14	29.9	3.3979	1.3827	0.4843	0.5385	0.0541
15	31.9	3.4626	1.3352	0.5727	0.5769	0.0042

16	32	3.4657	1.3313	0.5769	0.6154	0.0385
17	32.7	3.4874	1.3009	0.6053	0.6538	0.0485
18	33.5	3.5115	1.2600	0.6363	0.6923	0.0560
19	36.8	3.6055	1.0494	0.7453	0.7308	0.0146
20	41.1	3.7160	0.7563	0.8452	0.7692	0.0759
21	41.8	3.7329	0.7121	0.8576	0.8077	0.0499
22	41.9	3.7353	0.7059	0.8593	0.8462	0.0131
23	42.1	3.7400	0.6937	0.8626	0.8846	0.0220
24	52.9	3.9684	0.2387	0.9635	0.9231	0.0404
25	56.7	4.0378	0.1592	0.9772	0.9615	0.0156

diferencia mayor 0.07595

principales de datos

promedio (x) 31.9080
desviacion (sx) 9.7033
N° de datos 25

promedio ln

promedio (x) 3.4216
desviacion (sx) 0.2902
coeficiente asimetrico 0.2562
N° de datos 25

parametros

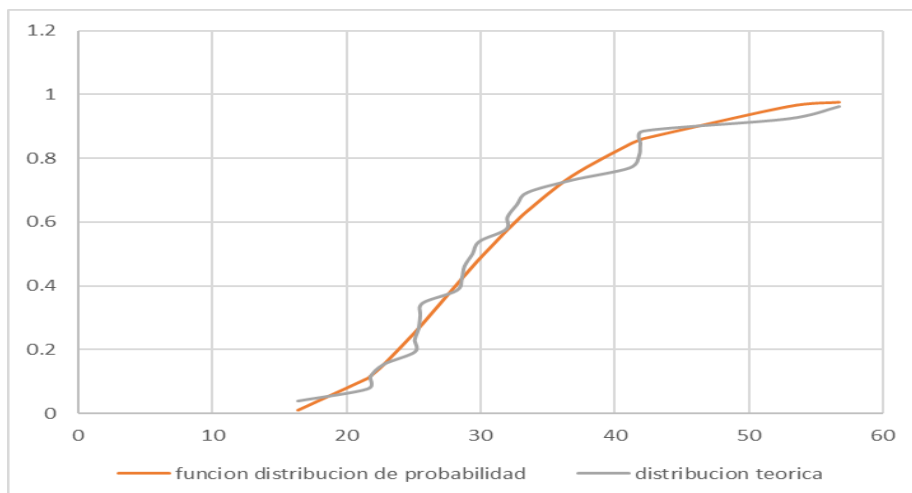
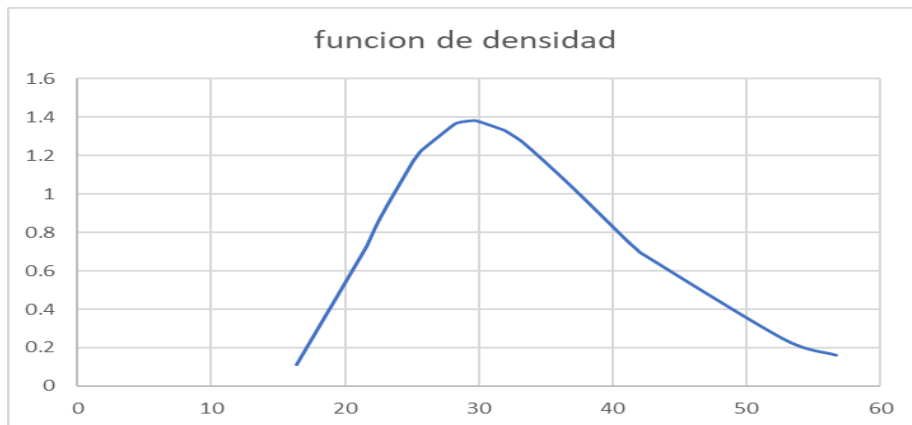
beta 0.0372
gamma 60.9276
Xo 1.1564

Parametros

$$\alpha = \sqrt{\frac{(Sx^2)}{\beta}}$$

$$\beta = \left(\frac{2}{gx}\right)^2$$

$$\Gamma = X - \sqrt{Sx^2 * \beta}$$



Resumen de resultados de bondad de ajustes:

Tabla 7

Resumen de resultados de bondad de ajuste

Distribución	Δ Teórico	Se ajusta
Normal	0.1271	SI
Log – Normal 2	0.0756	SI
Log – Normal 3	0.0800	SI
Gamma 2	0.0900	SI
Gamma 3	0.07104	SI
Log – Pearson tipo III	0.07595	SI

Menor Δ tabular =0.2720

La distribución que mejor se ajusta es la distribución: **Gamma 3**

- Resultados de simulación

En la Fig. N° 17 se muestra los resultados del programa para la avenida de 50 años, y en la Fig. N° 18 se muestra los resultados del programa para la avenida de 100 años. Anexos 8.5- HMS).

Los resultados obtenidos son:

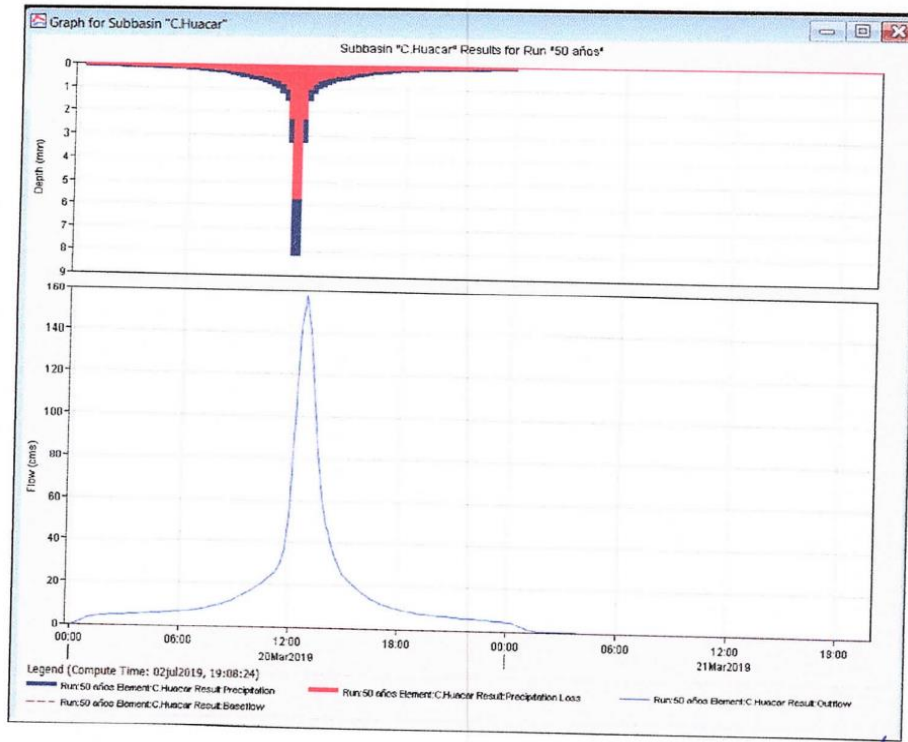
Tabla 8

Descripción del método del modelo meteorológico.

Periodo de retorno T	Q max (m3/s)
50	156.4
100	169.4

Figura 17

Resultados para periodos de retorno de avenida de 50 años



Global Summary Results for Run "50 años"

Project: Huacar Simulation Run: 50 años

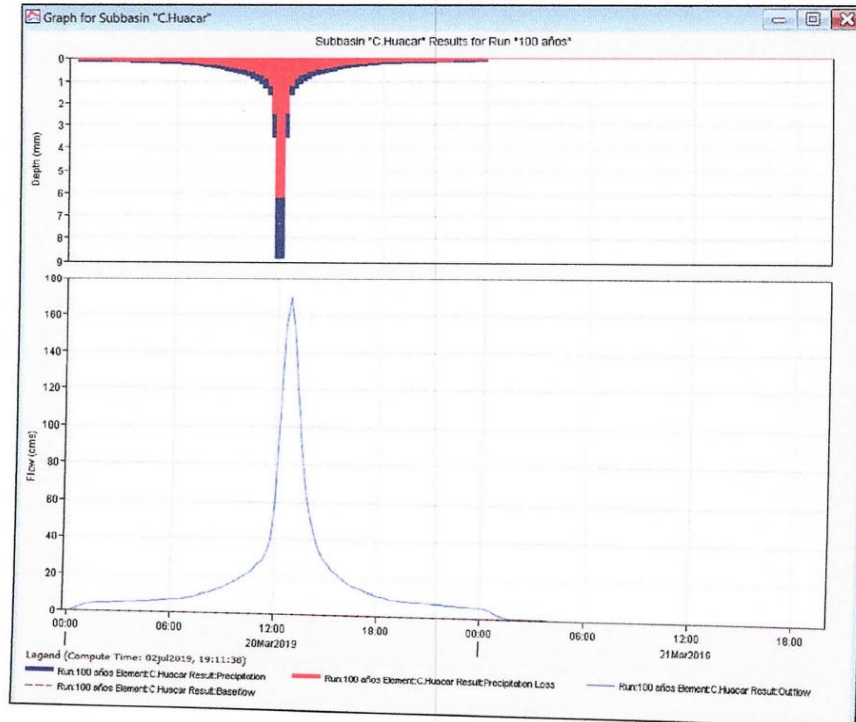
Start of Run: 20mar2019, 00:00 Basin Model: CuencaHuacar
 End of Run: 21mar2019, 20:00 Meteorologic Model: Meteorologico 50 años
 Compute Time: 02jul2019, 19:08:24 Control Specifications: Control Specifications

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
C.Huacar	96,53	156,5	20mar2019, 12:45	17,06
Tramo1	0,00	0,0	20mar2019, 00:00	n/a
Salida1	96,53	156,5	20mar2019, 12:45	17,06

Figura 18

Resultados para periodos de retorno de avenida de 100 años



Global Summary Results for Run "100 años"

Project: Huacar Simulation Run: 100 años

Start of Run: 20mar2019, 00:00 Basin Model: CuencaHuacar
 End of Run: 21mar2019, 20:00 Meteorologic Model: Meteorologico 100 años
 Compute Time: 02Jul2019, 19:11:38 Control Specifications: Control Specifications

Show Elements: All Elements Volume Units: MM 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
C.Huacar	96,53	169,4	20mar2019, 12:45	18,66
Tramo1	0,00	0,0	20mar2019, 00:00	n/a
Salida1	96,53	169,4	20mar2019, 12:45	18,66

Figura 19

Información de la temperatura promedio

INFORMACIÓN TEMPERATURA PROMEDIO

ESTACIÓN: CO SAN RAFAEL LAT.: 10° 19' 45.27" S DPTO: HUÁNUCO
 PERIODO: 2014 - 2018 LONG. 76° 10' 35.47" W PROV.: AMBO
 PARAMETRO: TEMPERATURA PROMEDIO (°C) ALT.: 2,772 msnm DIST.: HUÁCAR

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM.	MAX. ANUAL
2014	S/D	S/D	S/D	20.2	20.6	22.0	21.1	21	20.9	20.0	22.1	20.8	21.0	20.0
2015	19.8	19.7	19.7	19	19.8	21.2	21.9	22.9	22.8	22.4	22.8	20.6	21.1	19.0
2016	23.5	20.6	20.9	22	23.1	22.1	22.6	22.9	22.8	22.6	24.3	21.3	22.4	20.6
2017	18.9	19.6	19.3	20.2	21.2	22.2	21.7	22.8	21.5	23.3	21.2	20.6	21.0	18.9
2018	20	20.8	20	19.6	22.2	20.8	21.4	21.7	22.9	20.5	21.9	21.7	21.1	19.6
Prom.	16.4	16.1	16.0	16.8	17.8	18.1	18.1	18.6	18.5	18.1	18.7	17.5	17.6	18.7
Max	23.5	20.8	20.9	22.0	23.1	22.2	22.6	22.9	22.9	23.3	24.3	21.7	22.5	24.3
Min	18.9	19.6	19.3	19.0	19.8	20.8	21.1	21.0	20.9	20.0	21.2	20.6	20.2	21.2
Desv. Stan	2.02	0.61	0.68	1.12	1.30	0.62	0.57	0.87	0.92	1.43	1.18	0.48	1.0	2.0
C. Variabl.	0.12	0.04	0.04	0.07	0.07	0.03	0.03	0.05	0.05	0.08	0.06	0.03	0.1	0.1

Fuente: <https://www.Senamhi.gob.pe>

ESTACIÓN: CO SAN RAFAEL LAT.: 10° 19' 45.27" S DPTO: HUÁNUCO
 PERIODO: 2014-2018 LONG. 76° 10' 35.47" W PROV.: AMBO
 PARAMETRO: TEMPERATURA MAXIMA, MINIMA (°C) ALT.: 2,772 msnm DIST.: HUÁCAR

T°	MESES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM.
Max.	27.80	26.40	26.40	26.90	26.40	25.80	25.80	26.70	27.40	28.20	29.20	27.90	27.1
Prom.	16.44	16.14	15.98	16.83	17.82	18.05	18.12	18.55	18.48	18.13	18.72	17.50	17.6
Min	6.20	6.60	7.80	5.10	5.20	2.20	0.40	2.60	2.50	4.70	3.90	6.00	4.4
D.Est.	10.80	20.58	28.25	17.06	8.48	5.66	3.71	8.39	12.30	29.21	19.51	19.51	19.5

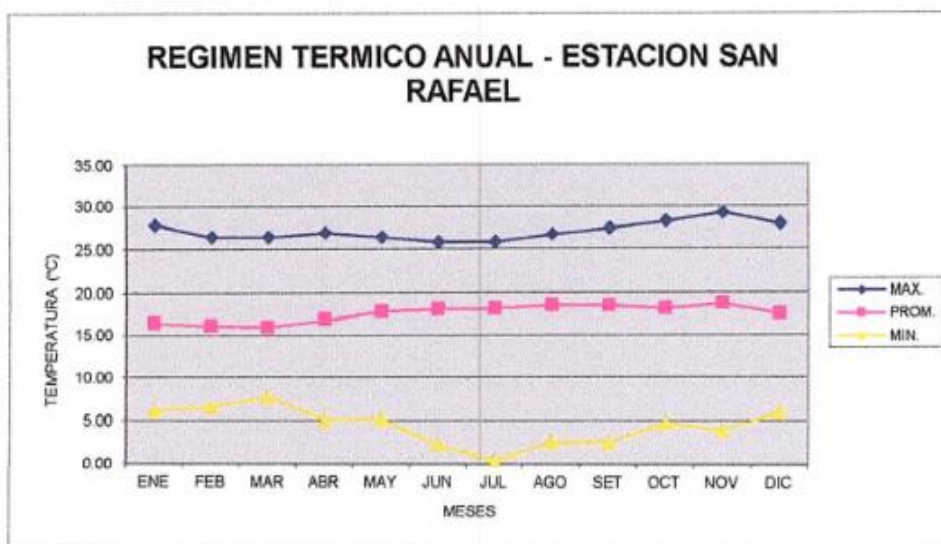


Figura 20

Información de la precipitación máxima por 24 horas

INFORMACIÓN PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS

ESTACIÓN: CO SAN RAFAEL

PERIODO: 1995 - 2018

PARAMETRO: PRECIPITACION 24 HORAS (mm)

LAT.: 10° 19' 45.27" S"

LONG. 76° 10' 35.47" W"

ALT.: 2,772 msnm

DPTO: HUÁNUCO

PROV.: AMBO

DIST.: SAN RAFAEL

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM.	MAX. ANUAL
1995	25.5	30	36.8	16	18.5	13.0	1.5	3.5	18	22.0	26.3	31.7	20.2	36.8
1996	18	17.4	22.8	22.2	8	6	0.9	3.7	21.1	3.5	19.5	19.3	13.5	22.8
1997	13	18.6	10.2	12.2	4.5	0.0	0	7	8.7	22.4	14.3	56.7	14.0	56.7
1998	29.4	27.5	22.5	7.2	4.4	7.8	0	5.1	6.2	19.8	19	24.6	14.5	29.4
1999	S/D	21	21.6	9	7.9	9.7	2.4	12.8	14.3	6.6	19.2	14.7	12.7	21.6
2000	15.9	19.8	20.7	12.8	2.9	14.5	3.5	12.3	12.2	9.4	5.9	25.1	12.9	25.1
2001	24.4	18.8	17.6	16	5.1	5.6	5.3	7.9	9.2	16.2	41.8	26.1	16.2	41.8
2002	10.2	16	20.2	9.6	11.4	2.7	17.6	0.7	7.0	29.9	12	25	13.5	29.9
2003	7.5	8.6	15.2	52.9	1.9	7.2	0	22.8	9.4	6.7	27.3	18.6	14.8	52.9
2004	29.6	16.3	20.2	10.8	15	8.0	3	4.3	27.4	22.8	24.1	41.9	18.6	41.9
2005	9.9	32	25.9	S/D	1.3	0.0	1.9	9.3	10.6	13	16.1	10.1	11.8	32.0
2006	13.9	13.7	12.7	9	0.6	5.3	5.6	5.8	16.3	16.5	28.8	15.7	12.0	28.8
2007	22.5	11.1	25.8	8.8	8.8	0.7	31.9	3.5	12.0	17.1	12	22.6	14.4	31.9
2008	17	28.2	8.6	6.1	6.3	6.1	1.2	1.8	42.1	15.3	24.5	17.6	14.6	42.1
2009	16.1	17.6	25.5	14.7	14.7	3.6	7.1	4.9	9.3	12.7	16.3	22.9	13.8	25.5
2010	25.1	19.8	20.9	20.8	17.5	4.4	7.7	5.4	3.9	11.8	9	23	14.1	25.1
2011	16.4	18.2	10.4	21.8	14.4	0.8	1.4	4.5	10.3	20.1	12.2	16.1	12.2	21.8
2012	13.2	19.5	15.3	24.3	5	6.1	1.7	6.4	1.9	14.8	21.3	33.5	13.6	33.5
2013	15.6	24.8	15.9	12.2	4.7	9.9	3.1	29	9.1	24.6	27	41.1	18.1	41.1
2014	18.5	16.9	25.7	10.4	8.9	2.7	0	3.4	21.3	3.5	9.2	11.2	11.0	25.7
2015	13.4	9.7	16.4	12.1	13.6	0.6	6.9	3.2	4.9	10.9	13.6	15.6	10.1	16.4
2016	8.5	20.5	12.5	21.3	9.1	1.0	1.9	1.2	4.7	14.3	10.7	28.2	11.2	28.2
2017	15	28.4	20.8	7.2	12.1	0.9	14	7	13.3	13.6	19.7	28.6	15.1	28.6
2018	30.2	26.0	30.2	22.2	9.9	10.0	7	8.7	17.2	32.7	27.4	18.2	20.0	32.7
Prom.	17.0	19.2	19.0	14.9	8.2	5.1	5.0	7.0	12.4	15.2	18.3	23.5	13.7	23.5
Max	30.2	32.0	36.8	52.9	18.5	14.5	31.9	29.0	42.1	32.7	41.8	56.7	34.9	56.7
Min	7.5	8.6	8.6	6.1	0.6	0.0	0.0	0.7	1.9	3.5	5.9	10.1	4.5	10.1
Desv. Stan	6.81	6.30	6.73	9.95	5.17	4.17	7.18	6.57	8.74	7.54	8.30	10.73	7.3	10.7
C. Variabi.	0.40	0.33	0.35	0.67	0.63	0.82	1.43	0.94	0.70	0.50	0.45	0.46	0.6	1.4

INFORMACIÓN PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS

ESTACIÓN: CP HUÁNUCO

PERIODO: 1994 - 2018

PARAMETRO: PRECIPITACION MAX. 24 HORAS (mm)

LAT.: 9° 57' 7.24" S"

LONG. 76° 14' 54.8" W"

ALT.: 1947 msnm

DPTO: HUÁNUCO

PROV.: HUÁNUCO

DIST.: PILLCOMARCA

AÑO	ENE.	FEB.	MAR.	ABR.	MAY.	JUN.	JUL.	AGO.	SET.	OCT.	NOV.	DIC.	PROM.	MAX. ANUAL
1994	S/D	8.7	10.9	24	15	0.0	S/D	0	20.5	19.0	7.3	20.6	12.6	24.0
1995	8	18.9	17.5	8.9	1.8	0.7	1.2	0.4	3.0	8.9	13.9	12.3	8.0	18.9
1996	13.5	9.1	15.9	17.1	10.4	0.0	0.1	3.5	1.4	9.3	15.1	8.1	8.6	17.1
1997	10.5	6.6	11.4	10.6	4.2	1.9	0	4.1	5.3	8.3	11.2	7.8	6.8	11.4
1998	17.9	16.5	27.5	1	2.7	1.8	0	1.5	3.2	13.4	26	7.2	9.9	27.5
1999	13.1	28	15.2	5.4	9.2	8.1	4.7	0.6	33.0	5.6	10.7	13.7	12.3	33.0
2000	10.8	14.2	16.3	7.7	5.3	7.3	2.4	12.1	4.0	2.8	20.3	19.3	10.2	20.3
2001	11.3	8.9	10.6	25.7	7.4	0.8	3.2	5	2.0	10	48.7	10.8	12.0	48.7
2002	13	19.4	14.9	27.2	9.7	2.1	5.2	1.3	2.8	22.9	7.8	5.2	11.0	27.2
2003	12.3	6.4	9.4	14.9	3	0.1	0.1	6.9	4.4	12.5	23	18.1	9.3	23.0
2004	7.6	8.1	11.9	10.5	11.7	1.4	2.1	4.6	11.3	6.4	13	17.6	8.9	17.6
2005	5.9	16.6	25.5	2.4	0.6	0.0	0.8	7.5	3.5	11	8.7	20.1	8.6	25.5
2006	28	11.3	18.9	8.3	1.9	3.6	1.6	2	7.2	18.9	21.7	18.2	11.8	28.0
2007	8.7	2.4	12.3	7.5	5.3	1.2	3.3	2.9	2.3	25.8	13.7	27.3	9.4	27.3
2008	7.9	12.5	16.6	15.8	2.7	1.8	0.1	0.7	14.2	11.7	33.1	30.6	12.3	33.1
2009	19.6	10	19.4	10.6	7.3	9.0	4	3.4	2.3	16.8	8.5	9.1	10.0	19.6
2010	4.9	17.4	22.6	6.8	2.4	1.2	3.8	5	9.6	12	21.8	19.9	10.6	22.6
2011	13.6	11.6	35.4	8	9.5	3.9	0.9	1.5	11.4	20.4	19.3	18.1	12.8	35.4
2012	16.3	12.3	11.6	16.3	5.7	1.9	4.7	2.5	2.6	16.2	29.6	30.7	12.5	30.7
2013	7.9	13.8	14.7	13.6	1.9	4.7	5.5	14.1	2.4	13.4	11.1	19.9	10.3	19.9
2014	15.4	21.9	20.6	24.8	18.2	3.2	1.3	0.3	11.7	23.2	9.3	14.1	13.7	24.8
2015	20.1	8.3	12.4	31.7	10.5	1.2	2.2	0.7	1.3	10.5	21	6.5	10.5	31.7
2016	11.2	13	18	2.8	0.1	0.5	0.2	0.6	1.0	12.9	13	14.2	7.3	18.0
2017	12.5	20.9	15.5	10.6	9.4	2.0	4.3	2.1	5.9	13.3	12.9	38.2	12.3	38.2
2018	14.1	18.2	16.5	18	7.2	4.2	1.3	4.6	12.4	19.3	10.8	22.9	12.5	22.9
Prom.	12.2	12.9	16.2	12.7	6.3	2.4	2.1	3.4	6.9	13.3	16.6	16.6	10.1	16.6
Max	28.0	28.0	35.4	31.7	18.2	9.0	5.6	14.1	33.0	25.8	48.7	38.2	26.3	48.7
Min	4.9	2.4	9.4	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	1.0	2.8	7.2	5.2	2.8	9.4
Desv. Stan	5.18	5.85	5.98	8.26	4.62	2.51	1.85	3.56	7.35	5.84	9.61	8.34	5.7	9.6
C. Variabi.	0.43	0.45	0.37	0.65	0.74	1.04	0.87	1.05	1.07	0.44	0.58	0.50	0.7	1.1

4.2.5. ANALISIS DE CONSISTENCIA

Donde:

Est. 1 estación Base X: Huánuco

Est. 2 estación Base Y: San Rafael

Se procederá a calcular los datos faltantes mediante el método de regresión lineal donde:

Desviación estándar

$$\sigma_x = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

Varianza

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum(v_1 - v_2)^2}{n}$$

y se tiene las siguientes fórmulas para el cálculo del análisis de consistencia:

$$Sd = Sp \left[\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right]^{1/2}$$

$$Sp = \left[\frac{(n_1 - 1)S_1^2 + (n_2 - 1)S_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \right]^{1/2}$$

$$tc = \frac{(x_1 - x_2)}{Sd}$$

$$Fc = \frac{S_1^2}{S_2^2} \quad \text{si } S_1^{2(x)} > S_2^{2(x)}$$

Figura 21

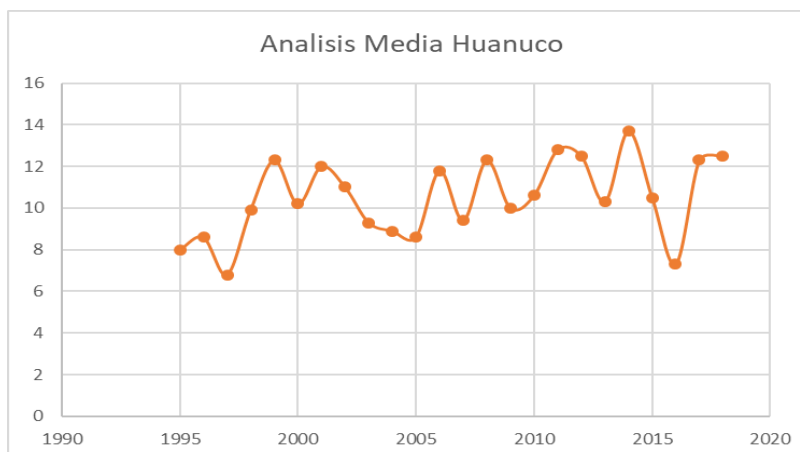
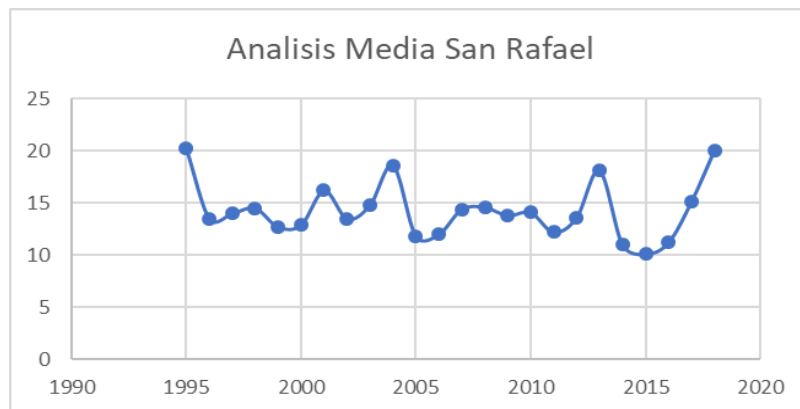
Datos de la estación base y estación de estudio para el análisis de consistencia

Nro	Año	Est. 1	Est. 2
1	1995	20.2	8
2	1996	13.5	8.6
3	1997	14	6.8
4	1998	14.5	9.9
5	1999	12.7	12.3
6	2000	12.9	10.2
7	2001	16.2	12
8	2002	13.5	11
9	2003	14.8	9.3
10	2004	18.6	8.9
11	2005	11.8	8.6
12	2006	12	11.8
13	2007	14.4	9.4

14	2008	14.6	12.3
15	2009	13.8	10
16	2010	14.1	10.6
17	2011	12.2	12.8
18	2012	13.6	12.5
19	2013	18.1	10.3
20	2014	11	13.7
21	2015	10.1	10.5
22	2016	11.2	7.3
23	2017	15.1	12.3
24	2018	20	12.5

Se tiene los siguientes resultados:

	Est. 1	Est. 2
Promedio	14.2875	10.4833
desviacion	2.6835	1.8742
cantidad	24	24
varianza	7.2011	3.5128
Sp	11.9123	
Sd	3.4388	
Tc	11.2389	
Fc	2.0500	



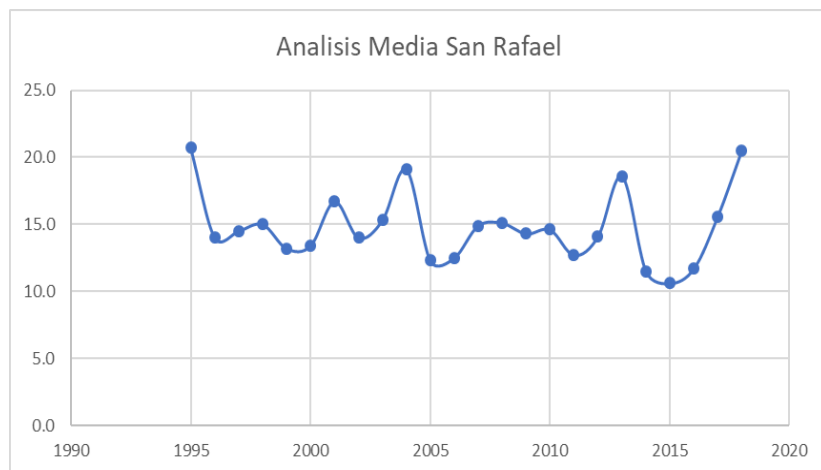
Se realiza la corrección:

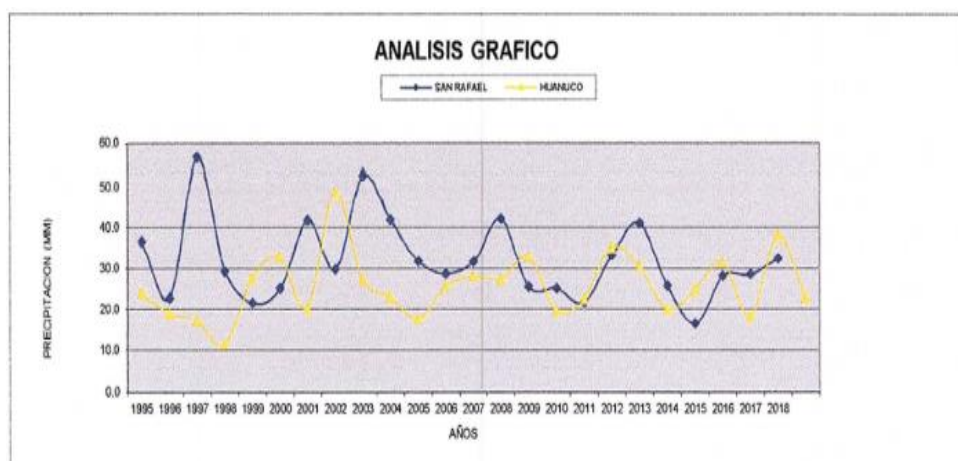
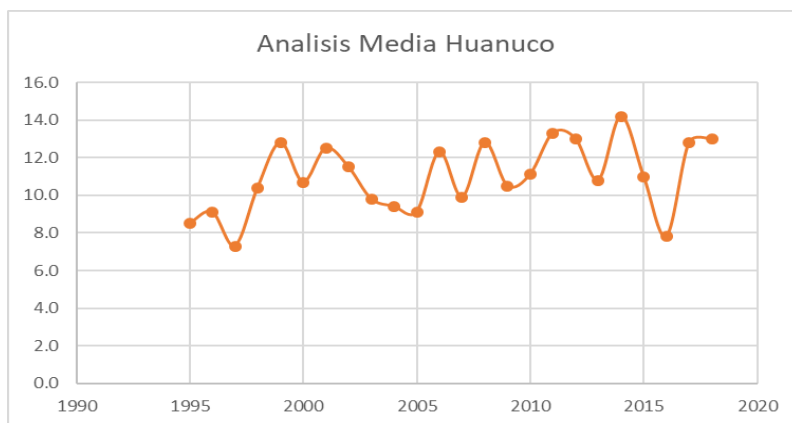
$$X(t) = \frac{x_t - x_1}{s_1(x)} * s_2(x) + x_2$$

Figura 22

Datos de precipitaciones corregidos de las estaciones

Nro	Año	Est. 1	Est. 2	Precipitaciones Corregidos Est. 1	Precipitaciones Corregidos Est. 2
1	1995	20.2	8	20.7	8.5
2	1996	13.5	8.6	14.0	9.1
3	1997	14	6.8	14.5	7.3
4	1998	14.5	9.9	15.0	10.4
5	1999	12.7	12.3	13.2	12.8
6	2000	12.9	10.2	13.4	10.7
7	2001	16.2	12	16.7	12.5
8	2002	13.5	11	14.0	11.5
9	2003	14.8	9.3	15.3	9.8
10	2004	18.6	8.9	19.1	9.4
11	2005	11.8	8.6	12.3	9.1
12	2006	12	11.8	12.5	12.3
13	2007	14.4	9.4	14.9	9.9
14	2008	14.6	12.3	15.1	12.8
15	2009	13.8	10	14.3	10.5
16	2010	14.1	10.6	14.6	11.1
17	2011	12.2	12.8	12.7	13.3
18	2012	13.6	12.5	14.1	13.0
19	2013	18.1	10.3	18.6	10.8
20	2014	11	13.7	11.5	14.2
21	2015	10.1	10.5	10.6	11.0
22	2016	11.2	7.3	11.7	7.8
23	2017	15.1	12.3	15.6	12.8
24	2018	20	12.5	20.5	13.0





4.3 ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

El proyecto planteó mejorar 1074 metros lineales de muro gavión y construir 865 metros lineales de muro gavión en el margen derecho del río Huacarmayo, localidad de Huácar.

Tabla 9

Operación según progresiva

Tramo	Operación	Tipo de Muro	Progresiva	Longitud
Tramo I	Construcción	Gavión	0+000 al 0+530	530
Tramo I	Mejoramiento	Gavión	0+530 al 0+694	163
Tramo I	Construcción	Gavión	0+694 al 0+775	80
Tramo I	Mejoramiento	Gavión	0+775 al 1+013	240
Tramo I	Mejoramiento	Gavión	0+013 al 1+193	180
Tramo I	Mejoramiento	Gavión	1+193 al 1+289	96
Tramo II	Buena condición	Concreto ciclópeo	1+289 al 1+367	78
Tramo II	Construcción	Gavión	1+367 al 1+622	255

Tramo III	Mejoramiento	Concreto ciclópeo por Gavión	1+628 al 1+813	185
Tramo III	Mejoramiento	Gavión	1+813 al 2+188	375

Para la exploración del suelo, se realizó 3 calicatas con 3m de profundidad cada uno. En el proceso de excavación se ha determinado el perfil de suelos y en su clasificación se ha determinado como único estrato. Las muestras fueron derivadas al laboratorio para su análisis correspondiente.

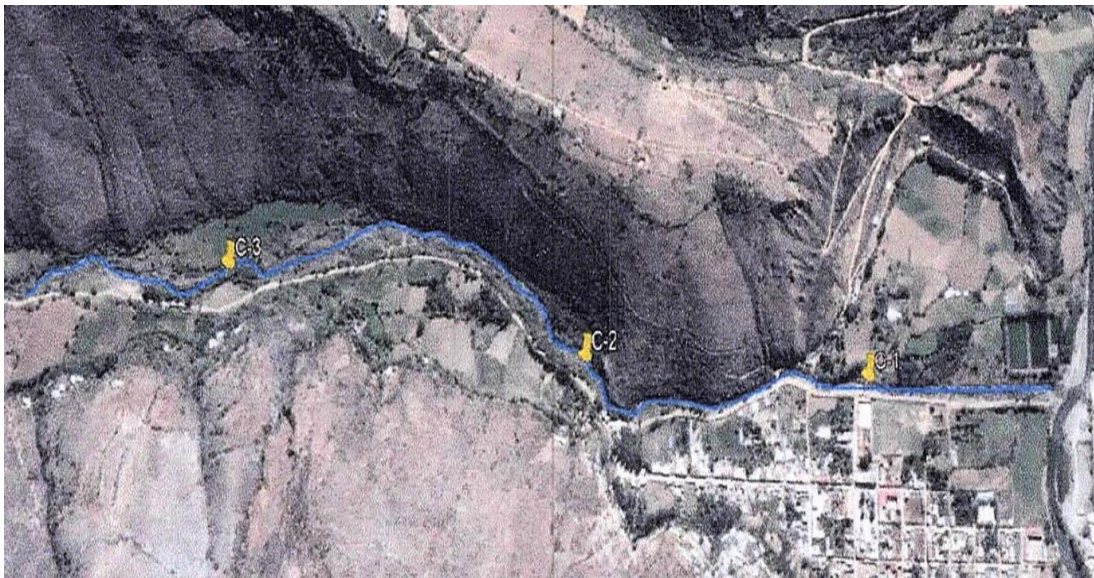
Tabla 10

Número y ubicación de calicata

Calicata	Coordenadas		
	Este (m)	Norte (m)	Altitud (msnm)
C - 01	364,484.00	8,876,813.00	2,144.00
C - 02	363,911.00	8,876,835.00	2,123.00
C - 03	363,204.00	8,876,956.00	2,104.00

Figura 23

Ubicación de las calicatas



4.3.1. PERFIL DEL SUELO

Es homogéneo y está formado por un depósito de la era cenozoico, sistema cuaternario, serie reciente y dentro de la unidad lito estratigráfica depósitos aluviales (Q-al).

4.3.2. ANÁLISIS DE CIMENTACIÓN

Para la construcción de los muros tipo gaviones se utilizará las rocas de canto rodado provenientes de las riberas del río y los mismos depósitos detritos que han sido arrastrados por el río, con una caja de malla de acero inoxidable.

Este muro se asentará en cimientos continuos por tramos sobre suelos estables, en caso de no ser así, se mejorará con medio mecánicos como compactaciones o concreto ciclópeo.

Tabla 11

Parámetros de diseño geotécnico de la cimentación

Parámetros		Datos
Ángulo de fricción	(θ)	31.00°
Capacidad admisible		2.92kg/cm ²
Cohesión interna	(c)	0.000kg/cm ²
Peso volumétrico efectivo	(γ_m)	1.85tn/m ³
Ancho (B)		Variable
Largo (L)		Longitud unitaria
Desplante (D_f)		2.20m
Napa freática		A 3.00 m en toda la profundidad excavada

Tabla 12

Parámetros de diseño geotécnico del muro de contención

Parámetros		Datos
Estado de tensión		Efectivo
Peso unitario	γ	1.85ton/m ³
Cohesión de suelos (suelo granular)	C_{ef}	0.00kg/cm ²
Ángulo de fricción	θ	31.00°
Ángulo de fricción estructura – suelo	$Tan(\delta)$	0.60

Al recibir esta carga el suelo sufrirá asentamientos instantáneos, son propios de los materiales granulares, que luego se corregirán.

4.4 VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA

4.4.1. EVALUACIÓN DE RIESGOS POR INUNDACIÓN FLUVIAL

Como primera instancia, se recopiló información de investigaciones precedentes respecto a los peligros inminentes en el ámbito de estudio. Asimismo, se recopiló datos de instituciones como INDECI, INEI, IGP, INGEMMET, etc.

Segunda, se realizó la inspección y delimitación del área de estudio.

Tercero, se realizó la estimación del peligro por inundación haciendo uso del protocolo de CENEPRED.

Según INEI (2017), la localidad de Huácar cuenta con 2019 habitantes, de los cuales el 49.9% son hombres y el 51.1% son mujeres. La localidad cuenta con 262 viviendas, 171 de material de adobe, 1 de madera y 90 de material noble. Un 72.54% cuenta con servicios básicos de agua y desagüe y energía eléctrica, y el 27.45% no cuenta con estos servicios. Cuenta con el siguiente equipamiento urbano, un ACLAS Huácar, 4 centros educativos, campo deportivo, viviendas, monumento nacional del templo San Miguel Arcángel. En lo que respecta al aspecto económico, la agricultura es su fuente de sustento donde el 78% es para la comercialización, el cultivo del maíz representa el 63% del todo los cultivos.

El clima es templado cuya temperatura fluctúa entre 17°C a 27°C, la época de lluvia es entre los meses de noviembre a abril. En las riberas del río se han observado depósitos fluviales cuaternarios, como bloques, gravas y arenas.

La zona urbana de la localidad de Huácar se encuentra ubicada sobre terrenos cuyas pendientes no superan 40°, mientras que las zonas inundables tienen pendientes menores a 10°.

La localidad está comprendida por estas unidades geomorfológicas:

Tabla 13*Unidades geomorfológicas*

Modelado	Tipo de paisaje	Unidad	Área (%)
Erosional	Fluvial	Lecho fluvial	7%
		Llanura de inundación	25%
		Terraza aluvial	13%
Estructural	Montaña	Laderas montañosas	55%

El ancho promedio del cauce es de 30m, hasta donde se han depositado materiales de origen fluvial (bloques, gravas y arenas gruesas). Las llanuras de inundación presentan una pendiente de 4° - 6°, se conforman por materiales granulares que los ríos han depositado en ambas márgenes.

4.4.1.1 DETERMINACIÓN DE NIVEL DE PELIGROSIDAD

En base a la descripción de los factores económicos, servicios básicos, equipamiento, descripción climatológica, topográfica, geomorfológica, hidrográfica, entre otros, se procedió a realizar una evaluación de los riesgos originados por fenómenos naturales. Para estimar la peligrosidad de inundaciones provocadas por el desbordamiento del río Huácar, se utilizaron los parámetros del manual de la evaluación de riesgos del SIGRID, el cual permitió cuantificar la peligrosidad ante este evento.

De la estimación de peligro se ha determinado que la localidad de Huácar tiene un nivel de peligro “Muy alto” por inundación.

Figura 24

Mapa de peligro por inundación fluvial en la localidad de Huácar



Fuente: Estudio de evaluación de riesgo de la Municipalidad distrital de Huácar

4.4.1.2 ANÁLISIS DE VULNERABILIDAD

Para determinar el nivel de vulnerabilidad de la localidad de Huácar se realizó el análisis de factores de exposición, fragilidad y resiliencia de las dimensiones social y económica. Luego del análisis jerárquico de los factores de dimensión económica se obtuvo un IC igual a 0.009 y RC igual a 0.017; y en lo que respecta a la dimensión social se obtuvo un IC igual a 0.018 y un RC igual a 0.016. De ello se ha determinado que existen zonas que tienen una alta vulnerabilidad.

4.4.1.3 CÁLCULO DEL RIESGO

El cálculo del nivel de riesgo se realiza en función al nivel de peligrosidad y vulnerabilidad a través de un método matricial de riesgo. En el eje X están los indicadores de vulnerabilidad y en el eje Y están los indicadores de la peligrosidad.

Del análisis de riesgo se ha determinado que el nivel está entre muy alto y alto, es decir tiene riesgo alto de una inundación.

4.4.1.4 CÁLCULO DE POSIBLES PÉRDIDAS

Las viviendas que son de material noble, adobe y quincha están expuestas a los riesgos de inundación por el colapso de las

riberas del río Huacarmayo, y ante ese evento las pérdidas tasadas serían significativas por lo que concluye que el riesgo de inundación y pérdidas es muy alto.

Tabla 14

Valores de tres predios, incluye el terreno y la construcción

Nº	Precio de la construcción (S/.)	Precio de terreno (S/.)	Precio de terreno (S/.)
1	7022.7	4870	11,892.70
2	7583.85	4871	12,453.85
3	10140.5	4872	15,010.50

Valorización de tres viviendas en el distrito de Huácar en base al cuadro de valores unitarios de edificaciones establecido por la Resolución Ministerial N° 220-211 del Ministerio de Viviendas.

Tabla 15

Precio total de viviendas

Viviendas	Precio de terreno (S/.)	Precio total de viviendas (S/)
442	12453.85	5504601.7

Tabla 16

Daños previsible a la infraestructura vial

Tipo de infraestructura	Unidad	Cantidad	Costo de Reconstrucción	
			Precio unitario (S/.)	Total (miles de S/.)
Caminos rurales	Km	2.2	83,500.00	183.70
Carrera de reconstrucción	Km	0	97,720.00	0.00
Reposición de Baden	ml	2	16,213.00	32.43
Pontones de 3.0 metros de luz	ml	0	4,206.80	8.41
				224.54

Ante el evento de desborde del río Huacarmayo por los altos volúmenes de caudal generado en periodo de altas precipitaciones, el riesgo de una inundación sería muy alto.

Sobre el nivel de aceptabilidad y tolerancia del riesgo se ha catalogado como un riesgo inaceptable, ante ello se tienen que implementar políticas de reducción del riesgo de inundación mediante servicios de obras de descolmatación y limpieza, mejora de las defensas ribereñas, entre otros, y reducir el riesgo de pérdidas económicas y humanas.

De acuerdo al nivel de priorización es de II (Inaceptable), el cual indica que su intervención es inmediata mediante la ejecución de acciones que prevengan y reduzcan los desastres potenciales.

4.4.2. EVALUACIÓN DE RIESGO DE COLAPSO DE LA DEFENSA RIBEREÑA

Tramo I

Desde la progresiva 0+000 al 0+530 se ha evidenciado un desgaste de las riberas por la abrasión de las corrientes del agua, estas partes han sido socavadas arrastrado el material fino y dejando descubierto materiales pétreos como rocas de canto rodado, y que por el intemperismo ante los cambios climáticos suelen erosionar.

Desde la progresiva 0+530 al 0+694 se ha evidenciado que la corona y el colchón han fallado por abrasión por impacto del lecho hidrológico, una mezcla de agua, sedimentos y material pétreo. Esto ha hecho que el gavión carezca de un buen desempeño ante un cauce de alto volumen poniendo el riesgo una inundación que es permisible según el análisis de riesgos naturales. Esta falla se evidencia a lo largo de 163m del Colcho Reno que tiene las dimensiones de 5.00x3.00x0.30m y la corona de gavión de 5.00x1.00x0.50.

Figura 25

Muestra del colchón reno que presente deterioro por Abrasión



Figura 26

Rotura de la malla de acero y colapso de las camadas



De la misma manera, de la progresiva 0+694 al 0+775 se evidencia un desgaste de las riberas por la abrasión de las corrientes del agua, estas partes han sido socavadas arrastrado el material fino y dejando al descubierto materiales pétreos como rocas de canto rodado, y que por el intemperismo ante los cambios climáticos suelen erosionar.

Asimismo, de la progresiva 0+775 al 1+289 se ha evidenciado que la corona y el colchón han fallado por abrasión por impacto del lecho hidrológico, una mezcla de agua, sedimentos y material pétreo. Esto ha hecho que el gavión carezca de un buen desempeño ante un cauce de alto volumen poniendo el riesgo una inundación que es permisible

según el análisis de riesgos naturales. Esta falla se evidencia a lo largo de 514m del Colcho Reno que tiene las dimensiones de 5.00x3.00x0.30m y la corona de gavión de 5.00x1.00x0.50.

Tramo II

Tabla 17

Descripción de condición tramo II

Progresiva	Elemento	Longitud	Descripción de su condición
1+289 al 1+367	Muro de concreto ciclópeo	78m	Presento un buen estado, su cota de corona no fue superado por las máximas avenidas de años anteriores
1+367 al 1+622	Muro gavión	255m	Se ha evidenciado un desgaste de las riberas por la abrasión de las corrientes del agua, estas partes han sido socavadas arrastrado el material fino y dejante descubierto materiales pétreo como rocas de canto rodado, y que por el intemperismo ante los cambios climáticos suelen erosionar

Tramo III

Tabla 18

Descripción de condición tramo III

Progresiva	Elemento	Longitud	Descripción de su condición
1+628 al 1+813	Muro de concreto ciclópeo	185m Altura variable	Según los estudios este muro se encuentra asentado sobre una fundación de relleno de desmonte.

Progresiva	Elemento	Longitud	Descripción de su condición
1+813 al 2+188	Muro Gavión	375	Se ha evidenciado que la corona y el colchón han fallado por abrasión por impacto del lecho hidrológico, una mezcla de agua, sedimentos y material pétreo. Esto ha hecho que el gavión carezca de un buen desempeño ante un cauce de alto volumen poniendo el riesgo una inundación que es permisible según el análisis de riesgos naturales. Esta falla se evidencia a lo largo de 163m del Colchón Reno que tiene las dimensiones de 5.00x3.00x0.30m y la corona de gavión de 5.00x1.00x0.50.

4.4.3. CALCULO ESTRUCTURAL

4.4.3.1 MUROS DE GAVIONES

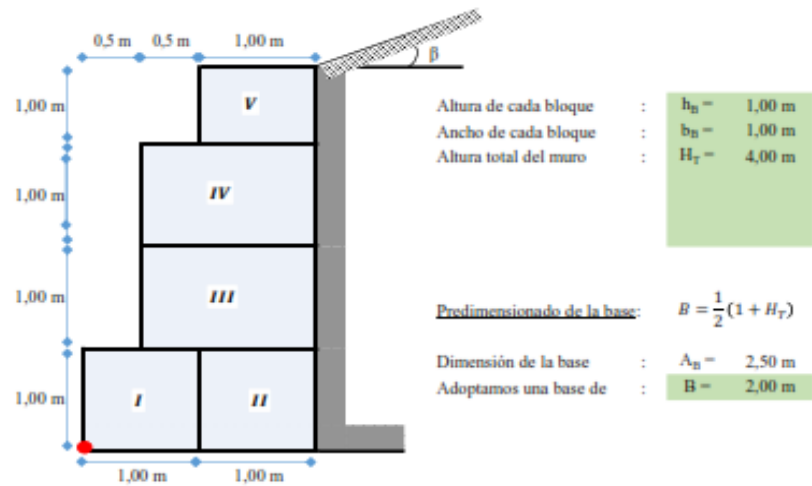
Se utilizó una hoja de cálculo donde se consideró la información fundamental obtenida del estudio de mecánica de suelos. A continuación, se presenta el resultado de este proceso:

Figura 27

Diseño de muro de gaviones

DISEÑO DE MURO CON GAVIONES	
PROYECTO	: VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023
UBICACIÓN	: LOCALIDAD DE HUACAR, DISTRITO: HUACAR, PROVINCIA DE AMBO
FECHA	: OCTUBRE DEL 2023
DATOS PARA EL DISEÑO:	
- Peso del terreno	: $\gamma_s = 1,85 \text{ tn/m}^3$
- Peso de la piedra	: $\gamma_r = 2,70 \text{ tn/m}^3$
- Ángulo de fricción	: $\phi = 31,00^\circ$
- Ángulo que forma el relleno	: $\beta = 8,53^\circ$
- Capacidad portante	: $\sigma_s = 2,92 \text{ kg/cm}^2$

GEOMETRÍA DEL MURO:



CÁLCULO DEL EMPUJE ACTIVO:

- EMPUJE ACTIVO:

Coefficiente de empuje activo:

$$K_a = \cos \beta \cdot \left(\frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta^2 - \cos^2 \phi^2}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta^2 - \cos^2 \phi^2}} \right)$$

$$K_a = 0,330759873$$

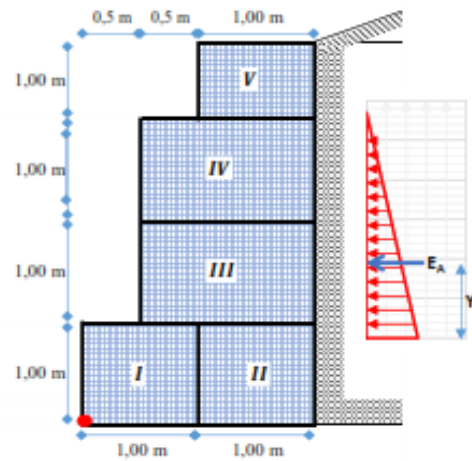
Cálculo del empuje activo:

$$E_A = \frac{1}{2} \cdot K_a \cdot \gamma_s \cdot H_T^2$$

$$E_A = 4,8952 \text{ tn}$$

Altura de aplicación del empuje activo:

$$Y = \frac{H_T}{3} = 1,333 \text{ m}$$



ANÁLISIS DE LA ESTABILIDAD:

- CÁLCULO DEL PESO TOTAL Y MOMENTO RESISTENTE:

FIG.	TIPO	ÁREA (m ²)	PESO UNITARIO	PESO PARCIAL	BRAZO X (m)	MOMENTO (tn-m)
I	Gavión	1,000	2,70 tn/m ³	2,70 tn/m	0,500	1,3500
II	Gavión	1,000	2,70 tn/m ³	2,70 tn/m	1,500	4,0500
III	Gavión	1,500	2,70 tn/m ³	4,05 tn/m	1,250	5,0625
IV	Gavión	1,500	2,70 tn/m ³	4,05 tn/m	1,250	5,0625
V	Gavión	1,000	2,70 tn/m ³	2,70 tn/m	1,500	4,0500
			Σ =	16,20 tn/m	Σ =	19,575

$$P = 16,20 \text{ tn}$$

$$M_r = 19,6 \text{ tn-m}$$

- CÁLCULO DE LAS FUERZAS ACTUANTES EN EL MURO DE CONTENCIÓN:

Momento producido por el empuje activo : $M_A = E_A \cdot Y$

$$M_A = 4,895 \text{ tn} \times 1,333 \text{ m}$$

$$M_A = 6,527 \text{ tn-m}$$

- VERIFICACIÓN POR DESLIZAMIENTO: FSD = 1,50

$$\frac{f \cdot P}{E_A} \geq FSD \quad ; \quad \text{donde:} \quad f = tg\phi \leq 0,60$$

$$f = 0,600$$

$$FSD = 1,99 > 1,50 \quad \dots \text{ Conforme}$$

- VERIFICACIÓN POR VOLTEO: FSV = 2,00

$$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$$

$$FSV = 3,00 > 2,00 \quad \dots \text{ Conforme}$$

- VERIFICACIÓN DE PRESIONES SOBRE EL TERRENO:

Punto de aplicación de la fuerza resultante:

$$X_0 = \frac{M_r - M_A}{P} = 0,81 \text{ m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante:

$$e = \frac{B}{2} - X_0 \quad e = 0,1946 \text{ m}$$

Se debe cumplir que: $e < \frac{B}{6} = 0,33 \text{ m} \quad \dots \text{ Ok: cae dentro del tercio central}$

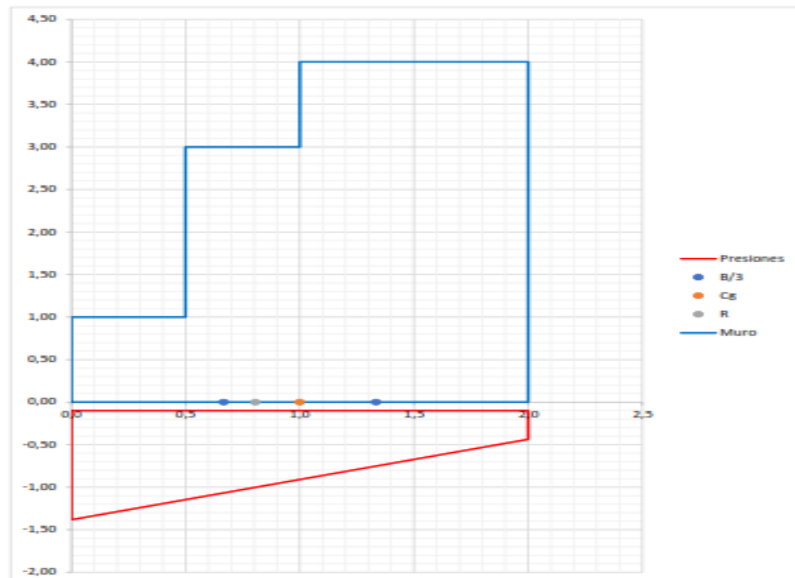
Verificamos las presiones de contacto entre el suelo y el muro:

$$\sigma = \frac{P}{B} \left[1 \pm \frac{6 \cdot e}{B} \right]$$

$$\sigma_1 = 1,28 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_a = 2,92 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{ Conforme}$$

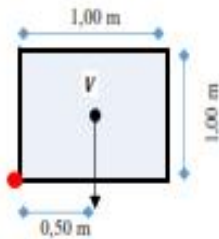
$$\sigma_2 = 0,34 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_a = 2,92 \text{ kg/cm}^2 \quad \dots \text{ Conforme}$$

- ESQUEMA DE PRESIONES:



VERIFICACIÓN ENTRE BLOQUE Y BLOQUE:

- PRIMER BLOQUE:



Fuerzas estabilizantes:

Peso (V) = 1,00 x 1,00 x 2,70 = 2,70000 tn

Momento (V) = 2,70 tn x 0,50 = 1,35000 tn-m

Fuerzas desestabilizantes:

Empuje = $E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 = 0,3060$ tn

Momento = $M_A = E_A * Y = 0,10198$ tn-m

Verificación por deslizamiento: FSD = 1,50

$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$ $f = 0,500$

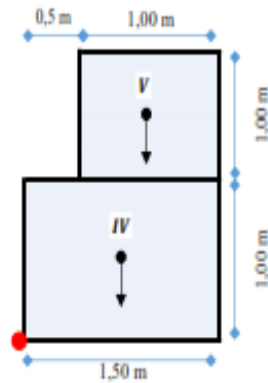
FSD = 4,41 > 1,50 ... **Conforme**

Verificación por volteo: FSV = 2,00

$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$

FSV = 13,24 > 2,00 ... **Conforme**

- SEGUNDO BLOQUE:



Fuerzas estabilizantes:

Peso (V) = 1,00 x 1,00 x 2,70 = 2,70000 tn

Peso (IV) = 1,00 x 1,50 x 2,70 = 4,05000 tn
Σ = 6,75000 tn

Momento (V) = 2,70 tn x 1,00 m = 2,70000 tn-m

Momento (IV) = 4,05 tn x 0,75 m = 3,03750 tn-m
Σ = 5,7375 tn-m

Fuerzas desestabilizantes:

Empuje = $E_A = \frac{1}{2} * K_a * \gamma_S * H_T^2 = 1,2238$ tn

Momento = $M_A = E_A * Y = 0,81587$ tn-m

Verificación por deslizamiento: FSD = 1,50

$\frac{f * P}{E_A} \geq FSD$ $f = 0,500$

FSD = 2,76 > 1,50 ... **Conforme**

Verificación por volteo: FSV = 2,00

$\frac{M_r}{M_A} \geq FSV$

FSV = 7,03 > 2,00 ... **Conforme**

4.4.3.2 MUROS DE CONCRETO CICLOPEO

Se utilizó una hoja de cálculo donde se consideró la información fundamental obtenida del estudio de mecánica de suelos. A continuación, se presenta el resultado de este proceso:

Figura 28

Diseño de muro ciclopeo

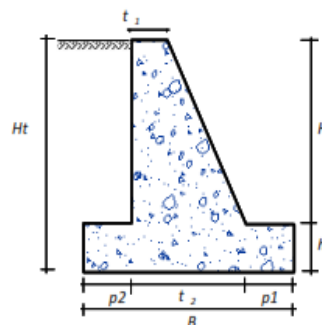
CALCULO DE MURO CICLOPEO

PROYECTO : "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023"
 LOCALIDAD : HUACAR PROVINCIA: HUANUCO
 DISTRITO : AMBO REGION : HUANUCO

DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN - H(NETA)=3.5 m

1.00 DATOS

Longitud del muro	L =	0.00 m
Altura de pantalla:	H =	3.50 m
Sobrecarga	s/c =	0.50 Tn/m ²
Peso específico del terreno	=	1.80 Tn/m ³
Ang. fricción interna del terreno ϕ_s =		31.00 °
Capacidad portante del terreno σ_1 =		29.20 Tn/m ²
Peso específico del concreto =		2.40 Tn/m ³



2.00 PREDIMENSIONAMIENTO

Ancho superior de pantalla: "t₁"
 $t_1 = 0.08 H, t_1 \geq 0.30 m$
 $t_1 = 0.08 \times 3.50 m$
 $t_1 = 0.28$
 Adoptar $t_1 = 0.35 m$

Altura de la zapata: "hz"
 $hz = 0.12 H$ a $0.16 H$
 $hz = 0.16 H = 0.16 \times 3.50 = 0.56 m$
 Adoptar $hz = 1.00 m$

Dimensión del talón del muro: "p1"
 $p1 = hz / 2$ a hz
 $p1 = 0.50 \approx 1.00$
 Adoptar $p1 = 0.50 m$ 2.7

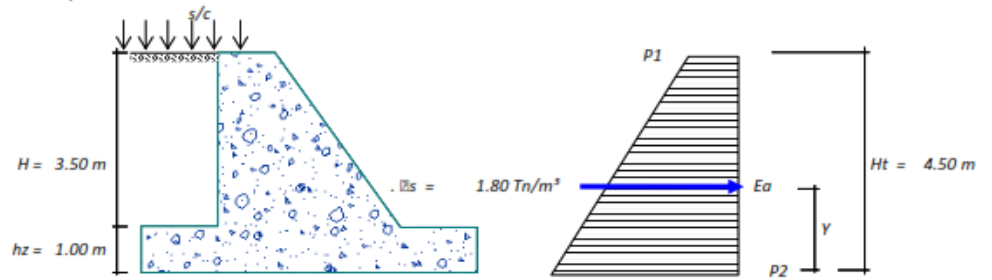
Dimensión del talón del muro: "p2"
 $p2 = hz / 2$ a hz
 $p2 = 0.50 \approx 1.00$
 Adoptar $p2 = 0.50 m$

Ancho de la zapata: "B"
 $B = 0.5 H t$ a $0.75 H t$
 $B = 0.60 \times 4.50$
 $B = 2.70 m$
 Adoptar $B = 2.70 m$

Ancho inferior de la pantalla: "t₂"
 $t_2 = B - p1 - p2$
 $t_2 = 2.70 - 0.50 - 0.50$
 $t_2 = 1.70 m$

3.00 CALCULOS PREVIOS

Cálculo de presiones laterales



Cálculo de K_a :

$$K_a = \tan^2(45 - \phi / 2)$$

$$K_a = \tan^2(45 - 31^\circ / 2)$$

$$K_a = 0.320$$

Presión de la sobrecarga

$$P1 = K_a \cdot S/C$$

$$P1 = 0.320 \times 0.50$$

$$P1 = 0.16 \text{ Tn/m}^2$$

Presión del suelo

$$P2 = K_a \cdot \gamma_s \cdot (H + hz + hs/c)$$

$$hs/c = S/C / \gamma_s = 0.50 / (1.80 \times 1.00) = 0.28 \text{ m}$$

$$P2 = 0.320 \times 1.80 \times (3.50 + 1.00 + 0.28)$$

$$P2 = 2.75 \text{ Tn/m}^2$$

Cálculo del Empuje activo:

$$Ea = (P1 + P2) \cdot (H + hz) / 2$$

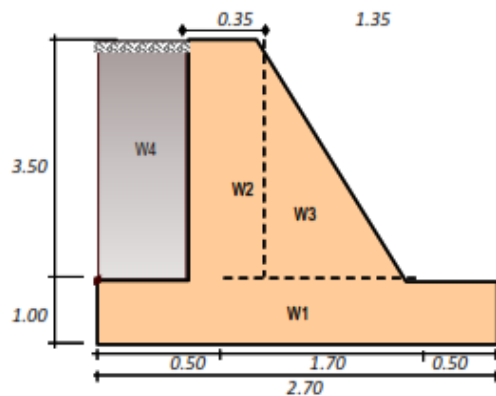
$$Ea = 6.56 \text{ Tn/m}$$

Ubicación del punto de aplicación del empuje activo: Y

$$Y = \frac{Ht}{3} \frac{(2P1 + P2)}{(P1 + P2)}$$

$$Y = 1.58 \text{ m}$$

4.00 VERIFICACION DE LA ESTABILIDAD DEL MURO



W_i	Pesos (Tn)	x (m)	$W \cdot x$ (Tn-m)
W1	6.48	1.350	8.75
W2	2.94	2.025	5.95
W3	5.67	1.400	7.94
W4	1.58	2.450	3.86
Σ	16.67		26.50

Factor de seguridad al deslizamiento:

$$FSD = 1.50$$

$$FSD = \frac{f \times \sum W_{resistentes}}{\sum F_{actuales}}$$

$$FSD = \frac{0.601 \times 16.67}{6.56}$$

$$FSD = 1.53 \text{ OK!, Si cumple}$$

$$f = \tan \phi = \tan 31$$

$$f = 0.601$$

Factor de seguridad al volteo

$$FSV = 2.00$$

$$FSV = \frac{\sum M_{resistentes}}{\sum M_{actuales}}$$

$$FSV = \frac{26.50}{6.56 \times 1.58}$$

$$FSV = 2.56 \text{ OK!, Si cumple}$$

Excentricidad de la estructura:

$$X_o = \frac{\sum Mr - \sum Ma}{\sum W_i}$$

$$X_o = \frac{26.50 - 10.36}{16.67}$$

$$X_o = 0.97 \text{ m}$$

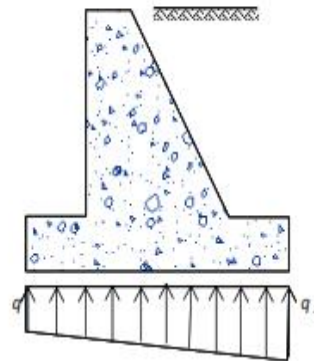
$$B/6 = 0.45 \text{ m}$$

$$e = B/2 - X_o$$

$$e = 2.70 / 2 - 0.97$$

$$e = 0.38 \text{ m} < B/6, \text{ Si cumple}$$

Presiones del terreno



$$q_1 = \frac{W}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) = 11.41$$

$$q_2 = \frac{W}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) = 0.938$$

$< \sigma_t = 29.20 \text{ Tn/m}^2$
OK, SI CUMPLE

4.5 IMPACTO DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO

4.5.1. DIMENSIÓN SOCIAL

Tabla 19

Baremos del cuestionario de impactos social

Rangos	Dimensión Social	
Números de Ítems	10	
Amplitud / k	40,00	13,33
Min / Max	10	50
Bajo	10,0	23,3
Regular	23,4	36,7
Alto	36,8	50,0

Tabla 20

Nivel de impacto social en los pobladores de Huácar

Nivel	Dimensión Social	
	f _i	%
Malo	40	100%
Regular	0	0%
Bueno	0	0%
Total	40	100%

Tabla 21

Resultados de impacto social por ítems

Ítems	Muy Malo		Malo		Regular	
	n	fi	n	fi	n	fi
1. Cómo califica el peligro socio natural que se evidencia periódicamente en el cauce	17	42,5%	21	52,5%	2	5,0%
2. Cómo califica la intensidad de las lluvias frente al incremento del caudal del río	13	32,5%	24	60,0%	3	7,5%
3. Cómo percibe una posible afectación de las unidades productivas de servicios que existe en su zona de convivencia.	7	17,5%	32	80,0%	1	2,5%
4. Cómo percibe las variaciones bruscas en el caudal del río en temporadas de intensas lluvias.	23	57,5%	16	40,0%	1	2,5%
5. Cómo percibe la erosión y socavación que viene afectando la plataforma de terrenos.	10	25,0%	21	52,5%	9	22,5%
6. Cómo percibe la gestión de las autoridades con fines de prevenir riesgos de desbordamientos	15	37,5%	24	60,0%	1	2,5%
7. Cómo percibe el interés en proteger las riberas del río por parte de los pobladores y autoridades.	15	37,5%	24	60,0%	1	2,5%

Ítems	Muy Malo		Malo		Regular	
	n	fi	n	fi	n	fi
8. Cómo percibe el reiterado ensanchamiento del cauce del río y el aumento de la altura del caudal.	16	40,0%	22	55,0%	2	5,0%
9. Cómo percibe la colmatación y sedimentación actual del río que pone en riesgo el desborde.	13	32,5%	24	60,0%	3	7,5%
10. Cómo percibe la intención de una posible migración	9	22,5%	21	52,5%	10	25,0%

4.5.2. DIMENSIÓN ECONÓMICA

Tabla 22

Baremos del cuestionario de impactos económico

Rangos	Satisfacción del sistema tradicional	
Números de Ítems	16	
Amplitud / k	64,00	21,33
Min / Max	16	80
Bajo	16,0	37,3
Regular	37,4	58,7
Alto	58,8	80,0

Tabla 23

Nivel de impacto económico en los pobladores de Huácar

Nivel	Satisfacción del sistema tradicional	
	f _i	%
Malo	40	100%
Regular	0	0%
Bueno	0	0%
Total	40	100%

Tabla 24

Resultados de impacto económica por ítems

Ítems	Muy Malo		Malo		Regular	
	n	fi	n	fi	n	fi
Cómo percibe el riesgo de daño a su actividad económica ante un evento de colapso o desborde del cauce	9	22,5%	29	72,5%	2	5,0%
Cómo percibe el riesgo de daño a su integridad	3	7,5%	36	90,0%	1	2,5%
Cómo califica la calidad constructiva de su vivienda.	11	27,5%	25	62,5%	4	10,0%
Cómo percibe el riesgo del daño de las superficies agrícolas	11	27,5%	25	62,5%	4	10,0%

Ítems	Muy Malo		Malo		Regular	
	n	fi	n	fi	n	fi
Cómo percibe el riesgo de daño a los servicios públicos.	11	27,5%	24	60,0%	5	12,5%
Cómo califica su nivel de daño en las obras civiles, caminos, carreteras, canales de riego, otros.	8	20,0%	27	67,5%	5	12,5%
Cómo califica la seguridad de su vivienda ante evento de inundación y/o deslizamientos	13	32,5%	24	60,0%	3	7,5%
Cómo califica el riesgo de inundación podría afectar su bienestar social y calidad de vida	8	20,0%	27	67,5%	5	12,5%
Cómo califica el riesgo de daño de su afectación económica ante un posible suceso de inundación	9	22,5%	29	72,5%	2	5,0%
Cómo califica el riesgo de daño por el desabastecimiento del recurso hídrico	3	7,5%	36	90,0%	1	2,5%
Cómo califica su nivel de confianza respecto a las evaluaciones de riesgo realizadas en la zona	14	35,0%	24	60,0%	2	5,0%
Cómo califica su nivel de habilidad de adaptarse y superar un evento de inundación	13	32,5%	23	57,5%	4	10,0%
Cómo califica su nivel de conciencia para una evacuación de la zona de riesgo	7	17,5%	28	70,0%	5	12,5%
Cómo califica sus medidas de mitigación adoptadas para que pueda habitar en la zona	9	22,5%	29	72,5%	2	5,0%
Cómo califica su nivel de reacción y/o respuesta ante un evento de inundación.	3	7,5%	36	90,0%	1	2,5%
Cómo califica su experiencia de residir en una zona riesgosa	10	25,0%	28	70,0%	2	5,0%

4.6 PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA

La propuesta de diseño se ha elaborado en función al Reglamento Nacional de Edificaciones considerando su Norma CE.20 Estabilización de suelos y taludes.

La propuesta se hizo en base a los tres tramos de estudio. Se describen a continuación.

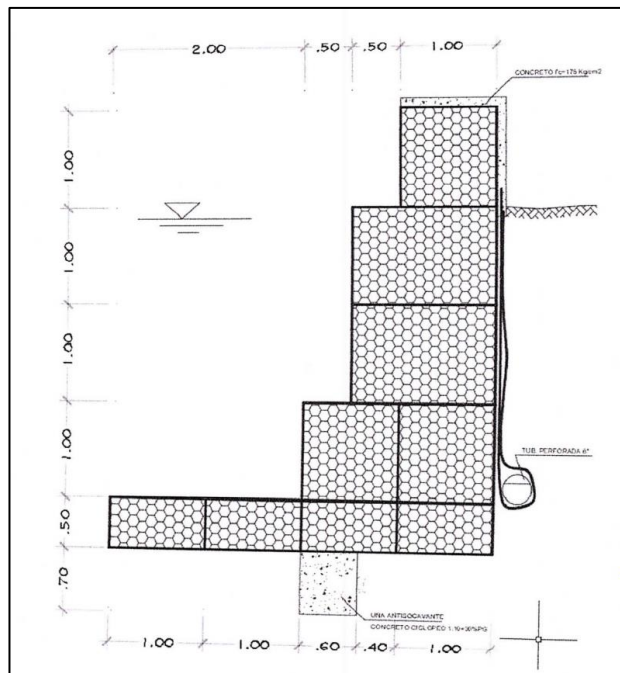
Tramo I

Desde la Progresiva 0+000 al 0+530; se proyectó la construcción de un muro de gavión cuya longitud es 530m lineales, con sección típica 1 (Ver

figura). Consta de un colchón reno de gavión de 5.00 x 2.00 x 0.50 m y un dique de 4.00 m de altura conformado por cajas de gaviones con relleno de piedra o canto rodado. En la parte superior se revestirá con concreto $f'c=175$ kg/cm² de $e=0.10$ m debido a que se desea evitar las filtraciones a la carretera en épocas de avenida, asimismo se plantea un sistema de drenaje con geotextil no tejido y tubería HOPE de diámetro 4" perforada. Se considera además una uña antisocavante de concreto ciclópeo de (0.60 x 0.70 m) a lo largo del tramo.

Figura 29

Sección de muro gavión



Desde la progresiva 0+530 – 0+694: se proyectó reemplazar el dique existente debido a que la corona y colchón reno ha fallado por abrasión, debido a ello actualmente carece la estructura de un buen desempeño ante inundaciones. Se reemplazará a lo largo de 164m, el Colchón Reno (5.00 x 3.00 x 0.30 m) y la corona de gavión (5.00 x 1.00 x 0.50m): por un Colchón Reno (5.00 x 2.00 x 0.50 m) y dos cajas de gaviones en la parte superior (5.00 x 1.50 x 1.00 m y 5.00 x 1.00 x 1.00 m) respectivamente. La altura total del muro de contención proyectado es de 4.00m, con revestimiento en la parte superior con concreto $f'c=175$ kg/cm² y $e=0.10$ m para evitar las filtraciones a

la carretera en épocas de avenida, asimismo se plantea un sistema de drenaje con geotextil no tejido y tubería HOPE de diámetro 4" perforada. Carece de una uña antisocavante.

Desde la progresiva 0+694 – 0+775: en esta parte se proyectó la construcción de un muro de gavión cuya longitud es 81 m lineales, con sección típica 1 (Ver figura). Consta de un colchón reno de gavión de 5.00 x 2.00 x 0.50 m y un dique de 4.00 m de altura conformado por cajas de gaviones con relleno de piedra o canto rodado. En la parte superior se revestirá con concreto $f'c=175$ kg/cm² de $e=0.10$ m debido a que se desea evitar las filtraciones a la carretera en épocas de avenida, asimismo se plantea un sistema de drenaje con geotextil no tejido y tubería HOPE de diámetro 4" perforada. Se considera además una uña antisocavante de concreto ciclópeo de (0.60 x 0.70 m) a lo largo del tramo.

Desde la progresiva 0+775 – 1+013: se proyectó reemplazar el dique existente debido a que la corona y colchón reno ha fallado por abrasión, debido a ello actualmente carece la estructura de un buen desempeño ante inundaciones. Se reemplazará a lo largo de 238m, el Colchón Reno (5.00 x 3.00 x 0.30 m) y la corona de gavión (5.00 x 1.00 x 0.50m): por un Colchón Reno (5.00 x 2.00 x 0.50 m) y dos cajas de gaviones en la parte superior (5.00 x 1.50 x 1.00 m y 5.00 x 1.00 x 1.00 m) respectivamente. La altura total del muro de contención proyectado es de 4.00m, con revestimiento en la parte superior con concreto $f'c=175$ kg/cm² y $e=0.10$ m para evitar las filtraciones a la carretera en épocas de avenida, asimismo se plantea un sistema de drenaje con geotextil no tejido y tubería HOPE de diámetro 4" perforada. Carece de una uña antisocavante.

Desde la progresiva 1+013 – 1+193: se plantea reemplazar el dique existente debido a que la corona y colchón reno ha fallado por abrasión, debido a ello actualmente carece la estructura de un buen desempeño ante inundaciones. Se reemplazará a lo largo de 180m, el Colchón Reno (5.00 x 3.00 x 0.30 m) y la corona de gavión (5.00 x 1.00 x 0.50m): por un Colchón Reno (5.00 x 2.00 x 0.50 m) y dos cajas de gaviones en la parte superior (5.00 x 1.50 x 1.00 m y 5.00 x 1.00 x 1.00 m) respectivamente. La altura total del muro de contención proyectado es de 4.00m, con revestimiento en la parte superior con concreto $f'c=175$ kg/cm² y $e=0.10$ m para evitar las filtraciones a

la carretera en épocas de avenida, asimismo se plantea un sistema de drenaje con geotextil no tejido y tubería HOPE de diámetro 4" perforada. Carece de una uña antisocavante.

Desde la progresiva 1+193 – 1+289: se plantea reemplazar el dique existente debido a que la corona y colchón reno ha fallado por abrasión, debido a ello actualmente carece la estructura de un buen desempeño ante inundaciones. Se reemplazará a lo largo de 96m, el Colchón Reno (5.00 x 3.00 x 0.30 m) y la corona de gavión (5.00 x 1.00 x 0.50m): por un Colchón Reno (5.00 x 2.00 x 0.50 m) y dos cajas de gaviones en la parte superior (5.00 x 1.50 x 1.00 m y 5.00 x 1.00 x 1.00 m) respectivamente. La altura total del muro de contención proyectado es de 4.00m, con revestimiento en la parte superior con concreto $f'c=175$ kg/cm² y $e=0.10$ m para evitar las filtraciones a la carretera en épocas de avenida, asimismo se plantea un sistema de drenaje con geotextil no tejido y tubería HOPE de diámetro 4" perforada. Carece de una uña antisocavante.

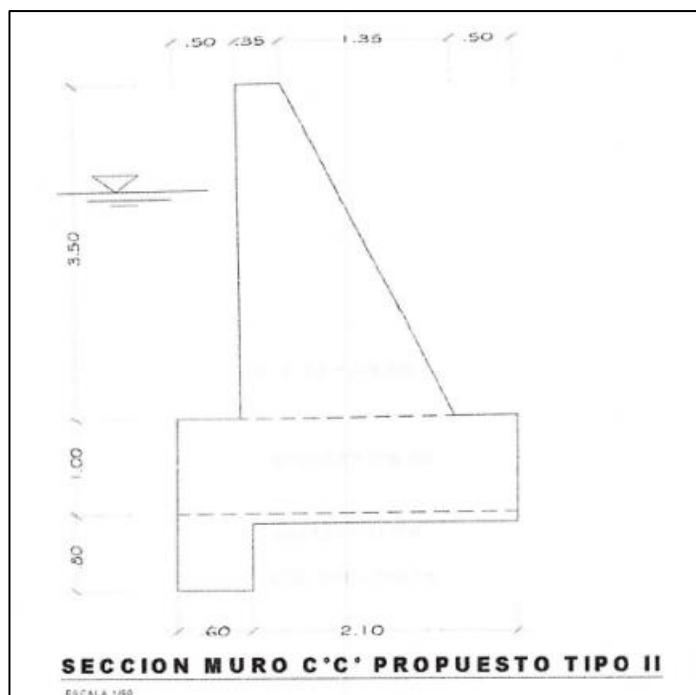
Tramo II

Desde la progresiva 1+289 – 1+367: en esta parte del tramo existe un muro de concreto ciclópeo cuya longitud es de 78m de altura variable, la cual presenta buen estado de conservación y su cota de corona no fue superado por las máximas avenidas de años anteriores.

Desde la progresiva 1+367 – 1+622: se proyectó la construcción de un muro de concreto ciclópeo cuya longitud es de 255m lineales, ver figura. El muro de concreto ciclópeo de 1:8 + 30%PG para cimiento y 1:8+25%PM para la pantalla cuya base inferior es de 2.70m y una base superior de 0.35m, su altura total de la pantalla es de 3.50m y su zapata de 1.00m.

Figura 30

Sección de muro de concreto ciclópeo



Tramo III

Desde la progresiva 1+628 – 1+813: en esta parte del tramo, existe un muro de concreto ciclópeo cuya longitud es de 185m de ancho variable, la cual será demolida, debido a que se encuentra cimentado sobre relleno de desmonte. Sobre la explanación realizada se proyectó edificar un muro de gavión de 4m de altura, la que consta de un colchón reno gavión de 5.00x2.00x0.50m y cuya altura está formado por cajas de gaviones con relleno de piedra o canto rodado. En la parte superior se revestirá con concreto de $f'c = 175\text{kg/cm}^2$ de $e=0.10\text{m}$ debido a que se desea evitar las filtraciones a la carretera en épocas de avenidas, asimismo se plantea un sistema de drenaje con geotextil no tejido y tubería HDPE de diámetro 4" perforada. Se considera además una uña antisocavante de concreto ciclópeo de (0.60x0.70m) a lo largo del tramo.

Desde la progresiva 1+813 – 2+188: se plantea reemplazar el dique existente debido a que la corona y colchón reno ha fallado por abrasión, debido a ello actualmente carece la estructura de un buen desempeño ante inundaciones. Se reemplazará a lo largo de 375m, el Colchón Reno (5.00 x 3.00 x 0.30 m) y la corona de gavión (5.00 x 1.00 x 0.50m): por un Colchón

Reno (5.00 x 2.00 x 0.50 m) y dos cajas de gaviones en la parte superior (5.00 x 1.50 x 1.00 m y 5.00 x 1.00 x 1.00 m) respectivamente. La altura total del muro de contención proyectado es de 4.00m, con revestimiento en la parte superior con concreto $f'c=175$ kg/cm² y $e=0.10$ m para evitar las filtraciones a la carretera en épocas de avenida, asimismo se plantea un sistema de drenaje con geotextil no tejido y tubería HDPE de diámetro 4" perforada. Carece de uña antisocavante.

4.7 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

Viéndolo como parte técnica, no admite una hipótesis a través de una investigación, ya que no nos brinda evidencias en su contra o a favor (Hernández Sampieri et al., 2016). Mientras más estudios den soporte a una hipótesis, será más veraz; y, por supuesto, será válida con el ambiente (lugar, tiempo y sujetos participantes) en que se comprobó. Cabe decir, siguiendo con el enunciado de antes usado para verificar que las hipótesis planteadas fue dar evidencia a las conclusiones que se obtengan, mediante pronósticos, comprobando si estas son de verdad o de mentira, con la finalidad de llegar a la conclusión que las hipótesis valen o no.

4.7.1. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Hipótesis general

Hi: La vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo genera un impacto negativo, distrito de Huácar, 2023.

Ho: La vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo no genera un impacto negativo, distrito de Huácar, 2023.

Conclusión:

A partir del análisis de las defensas ribereñas, se ha identificado que existen ciertas fallas. En el tramo I, se observó una falla por

abrasión, indicando que las fuerzas de las corrientes del lecho hidrológico han dañado la malla de acero, causando rupturas y carbonización debido a la exposición y propiedades químicas y mecánicas de agua, impactadas por los materiales pétreos arrastrados.

En el tramo II, se evidencio un asentamiento en las estructuras, debido a que su cimiento está sobre material de relleno, sufriendo asentamiento por filtración del agua. En el tramo III, aunque existen los muros de contención, la filtración del agua desde la faja marginal o el borde de la ribera está generando inestabilidad, y se observa que algunas partes carecen de estructuras de estabilización, provocando erosión. en relación con la percepción de los residentes, aproximadamente 40 individuos seleccionados mediante un criterio probabilístico sistematizado y pertenecientes a la zona adyacente del río, calificaron lo siguiente: el 100% indico que los daños periódicos de las riberas, que alteran la sección del cauce y afectan las defensas ribereñas existentes, generando un impacto negativo en los aspectos sociales y económicos.

Asimismo, el 100% señalo que no se están tomando medidas preventivas, lo que podría llevar al abandono de la zona donde desarrollan sus actividades económicas, alterando su calidad de vida.

Ante ello, la presente investigación si acepta la hipótesis de investigación: “La vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo genera un impacto negativo, distrito de Huácar, 2023”.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1 DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del análisis de vulnerabilidad han determinado que algunos tramos de las defensas ribereñas presentan riesgo de colapso. En el tramo I, se identificaron deficiencias en los gaviones, específicamente en el tramo de la progresiva 0+530 al 0+694, donde tanto la corona como el colchón reno han fallado por abrasión, uno causado por factores antrópicos y el otro por el impacto y rozamiento del flujo de agua con material detritos. Estos problemas han generado daños en la malla de acero, ocasionando inestabilidad y disminuyendo su capacidad de resistencia ante las fuerzas del caudal. Se implementarán mejoras en este tramo para reducir el riesgo de inundación. En el tramo II, se observó que el muro de concreto ciclópeo se encuentra en un buen estado de conservación, ya que su cota de corona no ha sido superada por las máximas avenidas. En lo que respecta al tramo III, los estudios geotécnicos indicaron que una sección de 20m lineales de muro de concreto ciclópeo está asentada sobre un relleno de desmonte y planea demoler y reemplazar esta parte con gaviones. Ante estas deficiencias, se ha determinado que la estructura presenta una vulnerabilidad al colapso, ante un evento de inundación y desborde del río Huacarmayo, poniendo en riesgo la integridad y seguridad de los pobladores adyacentes a la localidad de Huácar. Esto ha generado una reacción negativa en los pobladores afectando tanto su estatus social como económico, y, como consecuentemente ha provocado un retraso en la mejora de la calidad de vida.

El deficiente desempeño de los gaviones será controlado con la nueva propuesta de mejora de la estructura. Esta propuesta tiene en cuenta factores como las avenidas máximas, la seguridad sísmica y estática al determinar la capacidad carga de los cimientos. Esto permitirá que la estructura tenga un mejor rendimiento ante acciones de impacto por parte del lecho hidrológico, Esta afirmación se respalda con lo que menciona Téllez (2012), quien aduce que el diseño de los bordos de protección es distinto para cada condición de

río, y que se debe de tener en cuenta otros criterios, como un régimen turbulento y realizar un estudio batimétrico con fin de reducir la inestabilidad y un posible colapso. Los muros gaviones son estructuras económicas y flexibles que tienen un desempeño óptimo siempre en cuanto se diseñe correctamente de acuerdo a los parámetros hidrológicos, geotécnicos y riesgos naturales, ratificándose con lo que menciona Soto (2017), quien presupuestó un muro gavión para la protección del río Magdalena para el corregimiento del puesto de Bogotá -Colombia, y ha determinado que es viable desde el punto de vista técnico. Asimismo, Berrospi, (2021) en su propuesta de construcción de defensa ribereña para inundaciones ha determinado que debe instalarse una defensa ribereña con diques de gaviones, por ser de menor costo, por ser versátil arquitectónicamente, por ser muy rápida su construcción, por soportar los movimientos diferenciales, adaptación a todo tipo de suelos y por su integración al medio ambiente. Sin embargo, esta acotación se contradice con lo que ha identificado Flores (2015), quien menciona que los diques de tierra con enrocado de revestimiento por las características de Hidráulica fluvial del río Llave, pues reúne las condiciones necesarias debido a que es la más apropiada comparada a la defensa ribereña de gaviones y muro de concreto, en un menor costo, materiales existentes en la zona, el mantenimiento que este implica y de ser el más común en zonas rurales.

Estas defensas ribereñas propuestas como mejoramiento y construcción van a reducir el impacto negativo que se está generando en los pobladores, ya que los daños y perjuicios que ocasionaría retrasaría su desarrollo económico y perjudicaría la calidad de vida, esto se complementa con la mención de Otiniano y Cielo (2016), quien afirma que las defensas ribereñas proporcionan protección a las áreas de cultivo y demás unidades productoras de servicio. Estas riberas de los ríos por su cauce, sección y pendiente se evidencian distintos puntos críticos que son más vulnerables de socavación y erosión por la abrasión del lecho el cual tiene que ser intervenido con una obra civil.

De los datos recopilados, luego al procesamiento y análisis se puede afirmar que, para realizar un estudio idóneo con todas las precisiones técnicas es necesario contar con estudios básicos de calidad, estos estudios nos

ayudaron a calificar su estabilidad, desempeño y servicio de las defensas ribereñas. El estudio de suelos es un factor importante ya que de él depende la capacidad de carga que debe de sostener de las camadas del gavión; el estudio hidrológico nos ayudó a determinar la precipitación máxima y los caudales en avenidas máximas que va tolerar el elemento estructural, se hizo tres evaluaciones con tres métodos (Método HEC HMS, Método Regional, Método del hidrograma triangular) de las cuales se promedió los caudales determinándose un valor más confiable de 139.64 m³/s por la aplicación de los tres métodos, y en función a ello se hizo la proyección estructural de las camadas del gavión; en lo que respecta Álvaro y Henríquez (2016) para realizar el diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del río Chicama utilizaron el Programa River empleando el método estadístico, donde concluyeron que Pearson III es el más apropiado, pues el caudal es de 1,134.84 m³/seg. Asimismo, esta conclusión se reafirma con Meza (2019), quien en su diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña optó por utilizar Hec-Hms y que esto le permitió modelar los eventos hidráulicos e identificar zonas de riesgo de inundación, concluyendo que el río presente vulnerabilidad de desborde. Por otra parte, Díaz (2014) como resultado de su investigación determinó que los muros existentes tiene la capacidad de tolerar las avenidas de la quebrada Magllanal de la ciudad de Jaen Cajamarca, sin embargo los badenes por su limitado tirantes y diseño de muros de protección de las viviendas aledañas alteran el flujo regular del agua generando desborde o salidas de las avenidas.

La aplicación del Método HEC HMS en el modelamiento hidráulico nos ha permitido ratificar el comportamiento de las máximas avenidas en comparación con los demás métodos. Según López (2014) en su estudio de simulación Hidráulica de inundación en la zona urbana de la Cuenca Baja del Río Higuera ha identificado que esto se desborda por el margen de las urbanizaciones León de Huánuco y Viña del Río, con un caudal superior a 77.08 m³/seg, teniendo un tirante crítico de 2.70 m que corresponde a un periodo de 25 años. De la misma forma Mallqui (2021) en su estudio del Nivel de riesgo por inundaciones en la cuenca del río Huallaga San Rafael – Huánuco determinó que el nivel de riesgo por inundación en la cuenca del río Huallaga sector San Rafael es de nivel medio.

5.2 APORTE CIENTÍFICO DE LA INVESTIGACIÓN

Se ha identificado el impacto negativo que afecta el bienestar social y económico de las residentes, generando riesgos que comprometen la calidad de vida y el desarrollo de la localidad de Huácar, asimismo, se han señalado las deficiencias estructurales en los tramos de estudio y se proponen las siguientes mejoras:

El diseño de muro de contención con gaviones propuesto es adecuado para el tramo I y III del presente proyecto, ya que no se observaron variaciones significativas de altura en las secciones transversales naturales, por lo que no se requiere otro tipo de diseño.

En el tramo II se proyecta un muro de concreto ciclópeo entre las progresivas 1 +367 a 1 + 622 se sugiere proteger la cimentación del muro de contención con uñas antisocavante de concreto ciclópeo (C^oC^o 1:8+ 30%PM), el cual tendrá una altura de 0.60 m.

El diseño propuesto considera un adecuado sistema de drenaje en el trasdós del muro, por lo que se requiere rellenar con material propio de descolmatación seleccionado. Requiriéndose un sistema de tubería HDPE perforada que recolectará las filtraciones tras el muro de contención para proteger la carretera vecinal.

El diseño propuesto considera factores de seguridad tanto para cargas estáticas como sísmicas.

Para el diseño del muro de contención, se contempla el escenario más desfavorable al que puede desempeñarse, considerando un tirante en máxima avenida del río Huacarmayo, un nivel freático alto y se respetan los factores de seguridad de acuerdo a la normativa internacionales y nacionales.

CONCLUSIONES

1. Se ha determinado que existe una alta vulnerabilidad estructural en la defensa ribereña, donde algunos tramos de muro de gaviones presentan fallas por abrasión; mientras que en otros tramos de muro de concreto ciclópeo se detectan problemas de estabilidad ya que han sido asentadas sobre relleno de desmonte. Por otro lado, se observa que las riberas del río han sufrido socavación y erosión como consecuencia del impacto provocado por el alto volumen de la avenida el cual ha arrastrado lodos, sedimentos y material pétreo, obstruyendo el cauce y generando un riesgo inminente de inundación. Este peligro está ocasionando una problemática social y económica entre los pobladores, ya que el 100% de la población manifiesta estar afectada por este problema, preocupados por las posibles pérdidas, que podrían sufrir ante un desbordamiento del río Huacarmayo.
2. Se ha realizado el estudio topográfico de todo el río Huacarmayo, abarcando una longitud total de 2213ml, con una pendiente promedio de 15.13% y con una topografía semi ondulada. En cuanto al estudio hidrológico, se ha evidenciado que pertenece a la Inter cuenca del río Huallaga, con una precipitación máxima de 173mm y un caudal máximo de 139.64m³/s para un periodo de retorno de 100 años. Respecto al estudio geotécnico, se realizaron tres sondajes de calicatas a una profundidad de 3m, permitiendo la determinación de los parámetros geotécnicos necesarios para la cimentación y el diseño del muro de contención.
3. Se ha establecido que la vulnerabilidad estructural alcanza un nivel alto; de acuerdo con la evaluación de riesgos, se ha determinado que la localidad de Huácar enfrenta un nivel de peligro "Muy alto" por inundación. En relación con la vulnerabilidad, se ha identificado que ciertas zonas presentan un grado significativo de vulnerabilidad. En cuanto al riesgo, se ha concluido que se sitúa entre muy alto y alto, lo que indica un riesgo alto de una inundación. En lo que corresponde al riesgo de colapso de los

elementos, en los muros gaviones, se ha evidenciado en algunos tramos que la corona y el colchón han fallado por abrasión provocado por impacto del lecho hidrológico. En el caso de los muros de concreto ciclópeo, se han detectado problemas de estabilidad, atribuibles a su asentamiento sobre relleno de desmonte.

4. Se ha constatado que la magnitud del impacto es alta, ante los riesgos de colapso. Los pobladores tienen cierto temor por los posibles daños y perjuicios que ocasionaría un evento natural, manifestando su malestar al ver afectada su tranquilidad, planes productivos, estabilidad económica, entre otros aspectos.

5. Se realizó el diseño de muros de contención tipo gavión y concreto ciclópeo, con objetivo de mejorar y ampliar las defensas en las riberas del río Huacarmayo. El muro de gaviones, compuestos por cajas rellenas de piedra o canto rodado, consta de un colchón reno (5.00 x 2.00 x 0.50 m) y dos cajas de gaviones en la parte superior (5.00 x 1.50 x 1.00 m y 5.00 x 1.00 x 1.00 m) respectivamente, formando un dique de 4.00 m de altura. En la parte superior se revestirá con concreto $f'c=175 \text{ kg/cm}^2$ de espesor $e=0.10 \text{ m}$, con el propósito evitar filtraciones hacia la carretera durante periodos de crecida. Asimismo, se plantea la implementación de un sistema de drenaje con geotextil no tejido y tubería HOPE de diámetro 4" perforada. Se considera también una uña antisocavante de concreto ciclópeo de (0.60 x 0.70 m) a lo largo del tramo I y III. En lo que respecta al muro de concreto ciclópeo se propone una proporción de 1:8 + 30%PG para cimiento y 1:8+25%PM para la pantalla. La base inferior de la pantalla mide 2.70m, la base superior de 0.35m, y la altura total de la pantalla es de 3.50m, con una zapata de 1.00m. Este diseño corresponde al tramo II.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere a las instancias competentes, como Defensa Civil y la Municipalidad Distrital de Huácar, tomar medidas preventivas en base a los resultados de la presente investigación. Esta investigación destaca la relación directa que existe entre las deficiencias en las defensas tipo gavión y concreto ciclópeo, así como su impacto en las respuestas emocionales y la calidad de vida de los habitantes.
2. Se recomienda ampliar los estudios básicos, como estudio ambiental, estudios de seguridad, estudios socioeconómicos, con fin proponer soluciones más integrales y sostenibles que promuevan el desarrollo económico.
3. Se aconseja a la Municipalidad Distrital de Huácar intervenir de forma inmediata en la mejora y ampliación de la defensa ribereña del río Huacarmayo. Esto tiene como fin reducir el riesgo clasificado como “Muy alto” de inundación y prevenir posibles pérdidas materiales y humanas que pueden causar daños emocionales.
4. Se recomienda llevar a cabo un estudio económico y social para evidenciar los cambios que ha sufrido la actividad económica en la actualidad y evidenciar su comportamiento a lo largo del tiempo, especialmente si no se realiza una intervención inmediata.
5. Se recomienda llevar a nivel de expediente técnico, los estudios realizados y la propuesta de mejoramiento y ampliación derivada de la presente investigación. Este paso permitirá presupuestar y determinar la viabilidad técnica de las recomendaciones planteadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achic Chata, J. (2004). *Diseño De Defensa Ribereña Para La Urbanización Sol De Huampaní - Margén Derecha Del Río Rímac*. Lima: (Tesis de pregrado, Universidad Nacional De Ingeniera).
- Álvaro, L., & Henríquez, F. (2016). *Diseño Hidráulico Y Estructural De Defensa Ribereña Del Rio Hatunmayo Tramo Puente Punta Moreno – Pampas De Jaguey Aplicando El Programa River*. Trujillo: (Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego).
https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/683/1/REP_ING.CIVIL_LUTHER.ALVARO_LUIS.HENRIQUEZ_DISE%c3%91O.HIDRAULICO.ESTRUCTURAL.DEFENSA.RIBERE%c3%91A.RIO.CHICAMA.TRAMO.PUENTE.PUNTA.MORENO.PAMPAS.JAGUEY.APLICANDO.PROGRAMA.RIVER.pdf
- Berrosipi Lucero, A. (2021). *Propuesta De Construcción De Defensa Ribereña Para Inundaciones En El Centro Poblado Los Laureles, Distrito De Castillo Grande, Provincia De Leoncio Prado*. Huánuco: (Tesis de pregrado, Universidad De Huánuco).
- Díaz, D. (2014). *Evaluación Del Nivel Hidráulico De La Defensa Ribereña De La Quebrada Magllanal Ante Una Máxima Avenida En El Sector Oeste De La Ciudad De Jaén Cajamarca*. (Tesis de pregrado, Universidad Nacional De Cajamarca).
- Eleutério, J. (2012). *Análisis de riesgo de inundación: impacto de la incertidumbre en el modelado de peligros y evaluaciones de vulnerabilidad sobre estimaciones de daños*. Francia: (Tesis doctoral). Universidad de Estrasburgo. <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel00821011/document>
- Flores, O. (2015). *Propuesta y análisis de diseño de defensas ribereñas en el río llave zona rural C.P Santa Rosa de Huayllata-Ilave*. Universidad Nacional del Altiplano , Puno.
- Henríquez, F., & Álvaro , L. (2016). *Diseño Hidráulico Y Estructural De Defensa Ribereña Del Rio Hatunmayo Tramo Puente Punta Moreno – Pampas De Jaguey Aplicando El Programa River*. Trujillo.

<http://repositorio.uprit.edu.pe/bitstream/handle/UPRIT/537/IC-TESES-CCAPATINTA%20SOLIS-HURTADO%20QUISPE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2005). *Plan Nacional de prevención y atención de desastres*.
- Instituto Nacional de Defensa Civil. (2006). *Manual básico para la estimación de riesgo*.
- Jhony, C. Q. (2018). *El proceso de formalización de la minería en el distrito de Ananea y su influencia en el desarrollo económico de la provincia de San Antonio de Putina - periodo 2015*. Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- López Cabello, J. (2014). *Simulación Hidráulica de Inundación en la Zona Urbana de la Cuenca Baja del Río Higueras*. Huánuco: (Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco).
- Mamani, F. A. (2017). *Diseño De Defensas Ribereñas En El Rio Callazas Tramo Critico (Km 0+000.00-2+500.00)*. Tacna - Perú.
- Marin Cubas, G. R. (2019). *DISEÑO ESTRUCTURAL – HIDRAULICO DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO CHICAMA TRAMO PUENTE SAN POLO – BAÑOS CHIMÚ, 2018*. UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO. (Tesis de Pregrado).
- Maskrey, A. (1993). *Los desastres no son naturales. LA RED Tercer mundo Editores*.
- Montoya Orozco, A. (2009.). *Confiabilidad en Estabilidad de Taludes*. MEXICO.
- Otiniano, D., & Cielo, J. (2016). *Diseño Hidráulico Y Estructural De La Defensa Ribereña Del Río Nepeña, Sector Puente Huambacho –Distrito De Nepeña – Santa-Ancash*. Chimbote: (Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Santa).
- Subsecretaría de Desarrollo Regional y Administrativo. (2013). *Guía de análisis y zonificación de cuencas hidrográficas para el ordenamiento territorial . Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Primera Edición, ISBN: 978-956-8468-42-2*.

Téllez Quintanar, C. (2012). *Criterios de Análisis de Falla en Bordos de Protección en Ríos*. MÉXICO : UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO.

Vela, V. V. (2015). Variación de Precio en los Contratos de ejecución de obra pública. *Derechos y sociedad*.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACION

Carrera Rosario, S. (2024). *Vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo y su impacto en el distrito de Huacar, 2023*. [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://>

... .

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables / dimensiones	Tipo y diseño de investigación	Población y muestra
<p>Problema General ¿Cuál es el nivel de vulnerabilidad estructural y su impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023?</p> <p>Problemas específicos - ¿Cuáles son las condiciones hidrológicas, hidráulicas, geotécnicas de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023? - ¿Cuál es el nivel estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023? - ¿Cuál es el nivel de impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023? - ¿Cuál es el nivel de relación entre la</p>	<p>Objetivo General Determinar el nivel de vulnerabilidad estructural y su impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023.</p> <p>Objetivos específicos -Determinar las condiciones hidrológicas, hidráulicas, geotécnicas de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023. -Determinar el nivel estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023. -Determinar el nivel de impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2022. -Determinar el nivel de relación entre la vulnerabilidad estructural y el impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023.</p>	<p>Hipótesis general Hi: La vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo genera un impacto negativo, distrito de Huácar, 2023.</p> <p>Ho: La vulnerabilidad estructural de la defensa ribereña del río Huacarmayo no genera un impacto negativo, distrito de Huácar, 2023.</p>	<p>Variable Independiente Vulnerabilidad Estructural</p> <p>Dimensiones Condiciones Hidrológicas e Hidráulicas Estabilidad Estructural Condiciones Geotécnicas</p> <p>Variable Dependiente Impacto de la defensa ribereña</p> <p>Dimensiones Impacto social Impacto económico</p>	<p>Tipo: Básica</p> <p>Nivel: Descriptiva Explicativa</p> <p>Diseño de Investigación: No experimental</p>	<p>Población: La población estará conformada por todos los puntos críticos de la defensa ribereña del río Huacarmayo.</p> <p>Muestra: La muestra es censal o poblacional, es decir se estudiará todos los puntos críticos identificados del muro de gaviones y muros de concreto ciclópeo para evidenciar su vulnerabilidad. Así mismo se estudiará sus condiciones a las que se encuentran expuestos sea hidrológicos,</p>

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables / dimensiones	Tipo y diseño de investigación	Población y muestra
vulnerabilidad estructural y el impacto de la defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023? - ¿Cuál es la propuesta de defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023?	-Diseñar la propuesta de defensa ribereña del río Huacarmayo del distrito de Huácar, 2023.				hidráulicos y geotécnicos.

ANEXO 2 INSTRUMENTOS

CUESTIONARIO “IMPACTO SOCIAL”

Estimado señor(a) el presente cuestionario, es parte de una investigación científica, por lo cual se le pide a usted, por favor poder colaborar, llenando este cuestionario en todas sus preguntas.

Toda la información consignada será únicamente utilizada y publicada en conglomerados, y al mismo tiempo el cuestionario es llenada opcionalmente de manera anónima.

De parte del ejecutor muchas gracias por su colaboración:

I DATOS GENERALES (opcional)

.....

II. PREGUNTAS

Marque con una “X” según corresponda, donde:

- 5 Muy óptimo
- 4 Bueno
- 3 Regular
- 2 Malo
- 1 Muy Malo

N°	ITEMS	1	2	3	4	5
1	Cómo califica el peligro socio natural que se evidencia periódicamente en el cauce					
2	Cómo califica la intensidad de las lluvias frente al incremento del caudal del río					
3	Cómo percibe una posible afectación de las unidades productivas de servicios que existe en su zona de convivencia.					
4	Cómo percibe las variaciones bruscas en el caudal del río en temporadas de intensas lluvias.					
6	Cómo percibe que la erosión y socavación que viene afectando la plataforma de terrenos.					
7	Cómo percibe la gestión de las autoridades con fines de prevenir riesgos de desbordamientos					
8	Cómo percibe el interés en proteger las riberas del río por parte de los pobladores y autoridades.					
9	Cómo percibe el reiterado ensanchamiento del cauce del río y el aumento de la altura del caudal.					
10	Cómo percibe la colmatación y sedimentación actual del río que en riesgo el desborde.					
11	Cómo percibe la intención de una posible migración					

Nota. Fuente: (Jhony, 2018)

CUESTIONARIO “IMPACTO ECONÓMICO”

Estimado señor(a) el presente cuestionario, es parte de una investigación científica, por lo cual se le pide a usted, por favor poder colaborar, llenando este cuestionario en todas sus preguntas.

Toda la información consignada será únicamente utilizada y publicada en conglomerados, y al mismo tiempo el cuestionario es llenada opcionalmente de manera anónima.

De parte del ejecutor muchas gracias por su colaboración:

I DATOS GENERALES (opcional)

.....

II. PREGUNTAS

Marque con una “X” según corresponda, donde:

- 5 Muy óptimo
- 4 Bueno
- 3 Regular
- 2 Malo
- 1 Muy Malo

N°	ITEMS	1	2	3	4	5
1	Cómo califica el nivel de daño a su actividad económica ante un evento de colapso o desborde del cauce					
2	Cómo califica el nivel de daño a su integridad					
3	Cómo califica el nivel de calidad constructivo de su vivienda.					
4	Cómo califica el nivel de daño de las superficies agrícolas					
5	Cómo califica su nivel del daño a los servicios públicos.					
6	Cómo califica su nivel del daño en las obras civiles, caminos, carreteras, canales de riego, otros.					
7	Cómo califica el nivel de seguridad de su vivienda ante evento de inundación y/o deslizamientos					
8	Cómo califica el nivel de riesgo de inundación podría afectar su bienestar social y calidad de vida					
9	Cómo califica el nivel de daño de su afectación económica ante un posible suceso de inundación					
10	Cómo califica el nivel de daño por el desabastecimiento del recurso hídrico					
11	Cómo califica su nivel de confianza respecto a las evaluaciones de riesgo realizadas en la zona					
12	Cómo califica su nivel de habilidad de adaptarse y superar un evento de inundación					
13	Cómo califica su nivel su nivel de conciencia para una evacuación de la zona de riesgo					
14	Cómo califica sus medidas de mitigación adoptadas para que pueda habitar en la zona					

- 15 Cómo califica su nivel de reacción y/o respuesta ante un evento de inundación.
- 16 Cómo califica su experiencia de residir en una zona riesgosa

Nota. Fuente: (Jhony, 2018)

FICHA DE CAMPO

CONDICIONES HIDROLÓGICAS					
Precipitación máxima		Caudal de diseño		Tirante máximo	
Pendiente		Coefficiente de rugosidad		Profundidad de socavación y/o erosión	
ESTABILIDAD ESTRUCTURAL					
Descripción de fallas superficiales					
Descripción de fallas estructurales					
Desplazamientos					
Asentamientos					
Deformaciones					
Rotación o volteos					
CONDICIONES GEOTÉCNICAS					
Fuerzas de empuje					
Capacidad portante del suelo					
Ángulo de fricción y cohesión					
Densidad					
Socavaciones					

ANEXO 3

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Título de la investigación: “VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023”.

INVESTIGADOR:

Consentimiento / Participación voluntaria

He leído o me ha sido leída la información proporcionada.

He tenido la oportunidad de preguntar dudas sobre ello y se me ha respondido satisfactoriamente. Consiento voluntariamente participar en este estudio y entiendo que tengo el derecho de retirarme en cualquier momento de la intervención sin que me afecte de ninguna manera.

Firmas de consentimiento

Firma del o la participante



Firma del investigador responsable

Huella digital si el caso lo amerita

ANEXO 4 ESTUDIO GEOTÉCNICO



REGISTRO DE EXCAVACION				SONDAJE N°: C-1		
PROYECTO: VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBERENA DEL RIO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2022* UBICACIÓN: LOCALIDAD DE HUACAR, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - REGION HUANUCO				COTA: - NIVEL FREÁTICO: 2.00 m REGISTRADO POR: HSS REVISADO POR: FECHA: octubre del 2023		
TIPO DE SONDEO: Calicata excavada a mano (1.20x0.70) PROFUNDIDAD: 3.00 m OSQ:						
PROF. (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION	MUESTRA		ENSAYOS IN SITU
	SUCSI AASHTO	SIMBOLO		IDEN.	TIPO	
0.50	IT	IT	0.00 - 0.50 Suelo orgánico con raíces, de consistencia media, con presencia de botonaria de tamaño 15 cm de diámetro de color marrón.			
3.00	CI* CM A-1*	CI*	0.50 - 3.00 Grava pobre con alto contenido de limo y arena (suelo sucio) medianamente densa, ligemente húmeda, color plomo, con presencia de cantos redondeados y botonarias de 20" de diámetro	M1	MAD	
<small> M1b - Muestra obtenida en bolsa M1c - Muestra inyectada en bloque M1d - Muestra inyectada en tubo M1e - Muestra obtenida en caja </small>						



- Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
 - Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velasco Alvarado)
Pilco Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com
 +51 982 008 201

REGISTRO DE EXCAVACION				SONDAJE: C-02		
PROYECTO: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBERENA DEL RIO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2022" UBICACIÓN: LOCALIDAD DE HUACAR, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - REGIÓN HUÁNUCO				COMA: - NIVEL FREÁTICO: 1.58m REGISTRADO POR: FGG REVISADO POR: FECHA: setiembre del 2023		
TIPO DE SONDADO: Colores excavado a mano (1:20x0.15) PROFUNDIDAD: 3.00 m OGS:						
PROF. (m)	CLASIFICACIÓN		DESCRIPCIÓN	MUESTRA		ENSAYOS IN SITU
	SUCSI /AGUITO	SÍMBOLO		IDCM	TIPO	
0.40	1*		0.00 - 0.40 Suelo orgánico, de consistencia media, de regular humedad, color marrón	1H	1M0	
	CW A-1-a		0.40 - 3.00 Grava bien graduada con arena, medianamente densa, ligeramente húmeda, color plomo con presencia de cantos redondos de manera aislada, y bituminosa de 5".			
3.00	1H* : Muestra almacenada en bolsa 1M* : Muestra almacenada en bloque 1B* : Muestra almacenada en tubo 1Mw* : Muestra almacenada en lata					



REGISTRO DE EXCAVACION				SONDAJE: C-03	
PROYECTO: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA HEREDERA DEL INO HUACAIMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAI, 2023" UBICACIÓN: LOCALIDAD DE HUACAI, DISTRITO DE HUACAI - PROVINCIA DE AMBO - REGION HUANUCO				COTA: - NIVEL HORIZONTAL: 1.80 m REVISADO POR: NSS REVISADO POR: NSS FECHA: setiembre del 2023	
TIPO DE SONDEO: Calicata excavada a mano (1.20x0.70) PROFUNDIDAD: 3.00 m OBS.:					
PROF. (m)	CLASIFICACION		DESCRIPCION	MUESTRA	
	SUCSI AASHTO	SÍMBOLO		IDEN.	TIPO
0.60	PT		0.60 - 0.80 Suelo orgánico con raíces, de consistencia media, de regular humedad, color marrón. El cual se encuentra mezclado relleno artificial no controlado		
	GM A-4		0.80 - 3.00 Grava limosa con arena, medianamente densa, ligeramente húmeda, color amarillo con presencia de cantos redondos y boloneras de 10" de diámetro.	MI	MAS
3.00					
Maso : Muestra obtenida en masa Mbo : Muestra obtenida en bloques Mti : Muestra obtenida en tubo Mse : Muestra obtenida en lote					





GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

PROYECTO : "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023"
UBICACION : LOCALIDAD DE HUACAR, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - REGION HUANUCO
CALICATA : C-01
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

ANALISIS GRANULOMETRICO

TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumulado (%)	Retenido (arcial)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	178.30	91.97	8.03	8.03
1"	25.40	299.30	78.50	21.50	13.47
3/4"	19.05	246.00	67.42	32.58	11.07
1/2"	12.70	156.20	60.39	39.61	7.03
3/8"	9.53	125.30	54.75	45.25	5.64
1/4"	6.35	178.80	46.70	53.30	8.05
No 4	4.76	158.80	39.55	60.45	7.15
No 10	2.00	105.50	34.80	65.20	4.75
No 20	0.84	363.90	18.42	81.58	16.38
No 30	0.59	47.10	16.30	83.70	2.12
No 40	0.43	73.20	13.01	86.99	3.30
No 50	0.30	19.30	12.14	87.86	0.87
No 60	0.25	56.40	9.60	90.40	2.54
No 100	0.15	13.40	8.99	91.01	0.60
No 200	0.07	35.90	7.38	92.62	1.62
CAZOLE	0.00	163.9	0.00	100.00	7.38
TOTAL		2221.30			

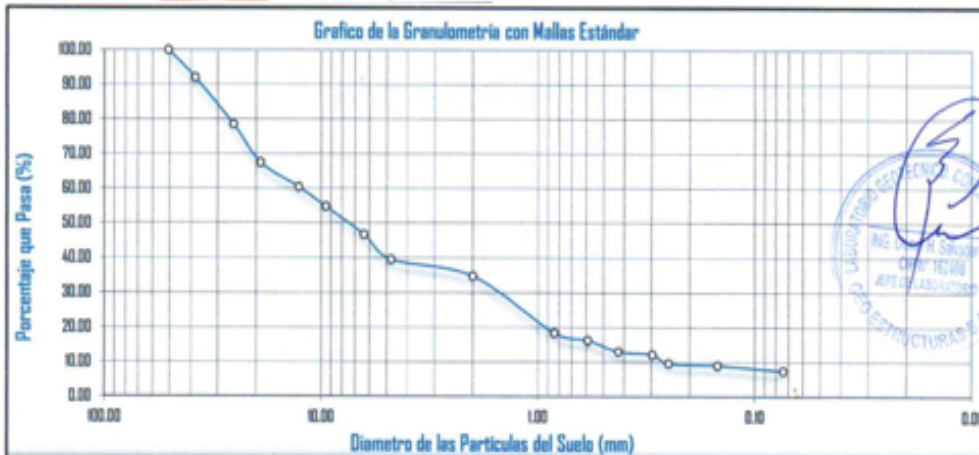
Peso de la muestra Humeda	2291.70 gr
Peso de la muestra Seca	2221.30 gr
Peso de la muestra Seca Lavada	1979.40 gr
Peso de la tara	0.00 gr

LIMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO

Limite liquido LL	NP	Cantidad de Grava	60.45%
Limite plástico LP	NP	Cantidad de Arena	32.17%
Ind. de Plasticidad IP	NP	Cant. de Limo-Arcilla	7.38%
Material granular equivalente a:			92.62%

Pasa tamiz Nº 4 :	16.30 %
Pasa tamiz Nº 200:	7.38 %
D60(diámetro efectivo):	13.11 mm
D30(diámetro efectivo):	1.66 mm
D10 (diámetro efectivo):	0.26 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	50.92
Grado de curvatura (Cc):	0.82

OBSERVACIONE
NINGUN



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas. (Nomenclatura con símbolo doble).
Grava mal graduada con limo GP GM

Clasificación de suelos: AASHTO

~~Oricavilvaranuri~~
Excelente a bueno como subgrado

A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena

Valor del índice de grupo:

Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
 - Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
 Píllco Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com
 +51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

PROYECTO : "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023"
UBICACION : LOCALIDAD DE HUACAR, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - REGION HUANUCO
CALICATA : C-02
FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

ANALISIS GRANULOMETRICO

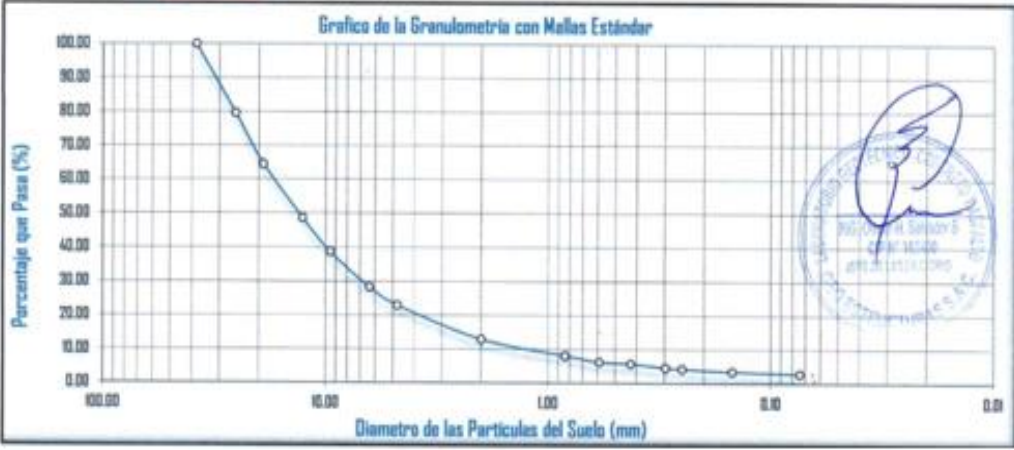
TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Pasante (%)	Retenido acumulado	Retenido (Parcial)
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	432.60	79.60	20.40	20.40
3/4"	19.05	320.70	64.47	35.53	15.13
1/2"	12.70	336.20	48.62	51.38	15.86
3/8"	9.53	210.50	38.69	61.31	9.93
1/4"	6.35	220.00	28.31	71.69	10.38
No 4	4.76	113.10	22.98	77.02	5.33
No 10	2.00	213.40	12.91	87.09	10.06
No 20	0.84	102.80	8.06	91.94	4.85
No 30	0.59	39.60	6.20	93.80	1.87
No 40	0.43	10.70	5.69	94.31	0.50
No 50	0.30	25.20	4.50	95.50	1.19
No 60	0.25	7.30	4.16	95.84	0.34
No 100	0.15	15.60	3.42	96.58	0.74
No 200	0.07	14.00	2.76	97.24	0.66
CAZOLE	0.00	58.6	0.00	100.00	2.76
TOTAL		2120.30			

Peso de la muestra Humeda	2187.00 gr
Peso de la muestra Seca	2120.30 gr
Peso de la muestra Seca Lavada	2065.70 gr
Peso de la tara	0.00 gr

LIMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO			
Límite líquido LL	NP	Cantidad de Grava	77.02%
Límite plástico LP	NP	Cantidad de Arena	20.21%
Ind. de Plasticidad IP	NP	Cont. de Limo-Arcilla	2.76%
Material granular equivalente a:			97.24%

Pasa tamiz Nº 4:	6.20 %
Pasa tamiz Nº 200:	2.76 %
D60 (diámetro efectivo):	17.26 mm
D30 (diámetro efectivo):	6.87 mm
D10 (diámetro efectivo):	1.30 mm
Coef. de uniformidad (Cu):	13.25
Grado de curvatura (Cc):	2.10

OBSERVACIONES:
NINGUNA



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)
 Suelo de partículas gruesas. Suelo limpio.
 Grava bien graduada GW

Clasificación de suelos: AASHTO
MATERIAL GRANULAR:
 Excelente a bueno como subgrado
 A-1-a Fragmentos de roca, grava y arena **Valor del índice de grupo:**

- Urb. Marabamba N° Parc, 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
 - Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
 Pílico Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com
 +51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

PROYECTO: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023"

SOLICITANTE: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE HUACAR

UBICACIÓN: LOCALIDAD DE HUÁCAR, DISTRITO DE HUÁCAR - PROVINCIA DE AMBO - REGIÓN HUÁNUCO

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

Estado: Remoldeado

clasificación: Grava mal graduada con limo GP GM

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
Esfuerzo Normal	Kg/cm2	0.56		1.11		2.22		
Etapas		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura	mm	19.07	17.06	19.04	16.33	19.05	16.04	
Lado	mm	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	
Humedad	%	36.09	28.66	36.09	26.35	36.09	23.02	
Densidad Seca	g/cm3	1.793	2.004	1.793	2.091	1.793	2.129	
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformación Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm2	Esfuerzo Normalizado Kg/cm2	Deformación Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm2	Esfuerzo Normalizado Kg/cm2	Deformación Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm2	Esfuerzo Normalizado Kg/cm2
0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
0.05	0.03	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.03
0.10	0.04	0.08	0.10	0.09	0.08	0.10	0.11	0.05
0.20	0.06	0.10	0.20	0.13	0.12	0.20	0.19	0.08
0.35	0.08	0.14	0.35	0.16	0.14	0.35	0.25	0.11
0.50	0.09	0.16	0.50	0.19	0.17	0.50	0.34	0.15
0.75	0.11	0.19	0.75	0.23	0.21	0.75	0.44	0.20
1.00	0.13	0.23	1.00	0.28	0.25	1.00	0.50	0.22
1.25	0.14	0.25	1.25	0.31	0.28	1.25	0.54	0.25
1.50	0.16	0.28	1.50	0.34	0.31	1.50	0.61	0.27
1.75	0.17	0.31	1.75	0.37	0.33	1.75	0.66	0.30
2.00	0.18	0.32	2.00	0.39	0.36	2.00	0.70	0.32
2.50	0.20	0.36	2.50	0.43	0.39	2.50	0.77	0.35
3.00	0.22	0.39	3.00	0.47	0.42	3.00	0.83	0.37
3.50	0.23	0.41	3.50	0.50	0.45	3.50	0.87	0.39
4.00	0.24	0.43	4.00	0.53	0.48	4.00	0.92	0.41
4.50	0.25	0.45	4.50	0.55	0.49	4.50	0.98	0.44
5.00	0.26	0.46	5.00	0.59	0.53	5.00	1.01	0.45
6.00	0.28	0.50	6.00	0.61	0.55	6.00	1.06	0.48
7.00	0.29	0.52	7.00	0.63	0.57	7.00	1.13	0.51
8.00	0.30	0.54	8.00	0.67	0.61	8.00	1.18	0.53
9.00	0.31	0.56	9.00	0.71	0.64	9.00	1.21	0.55
10.00	0.31	0.55	10.00	0.71	0.64	10.00	1.24	0.56
11.00	0.30	0.54	11.00	0.70	0.63	11.00	1.28	0.57
12.00	0.30	0.54	12.00	0.70	0.63	12.00	1.29	0.58
13.00	0.30	0.54	13.00	0.69	0.63	13.00	1.31	0.59
14.00	0.30	0.53	14.00	0.69	0.62	14.00	1.31	0.59
15.00	0.29	0.53	15.00	0.69	0.62	15.00	1.31	0.59
16.00	0.29	0.52	16.00	0.68	0.61	16.00	1.31	0.59
17.00	0.29	0.52	17.00	0.67	0.61	17.00	1.32	0.59
18.00	0.28	0.51	18.00	0.67	0.60	18.00	1.32	0.59

Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Peral de Potracancha)
Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (frente al Colegio J. Velasco Alvarado)
Pícco Marca - Huánuco.



geoestructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201



PROYECTO: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023

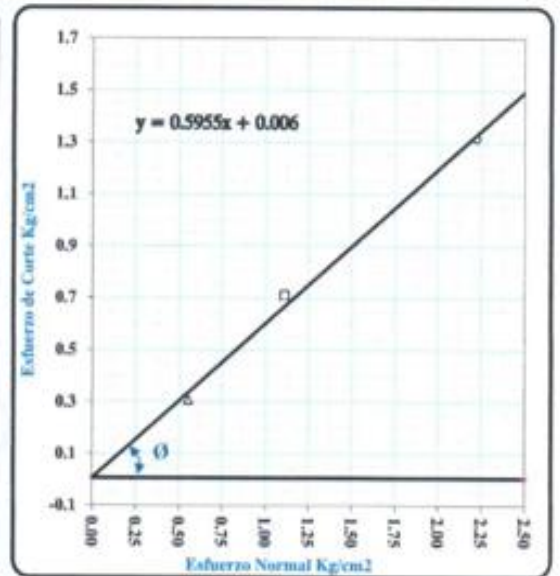
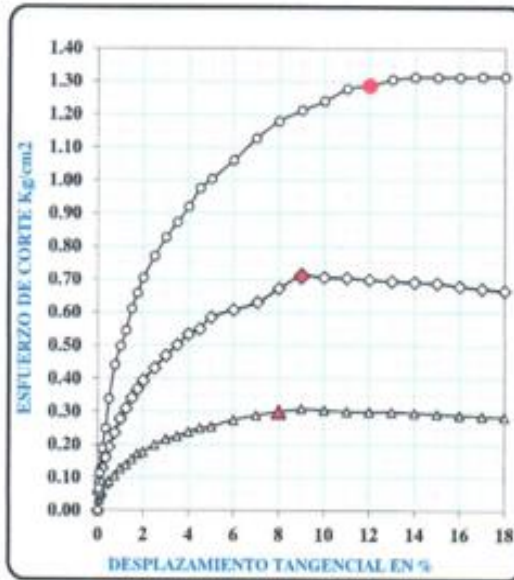
UBICACIÓN: LOCALIDAD DE HUÁCAR, DISTRITO DE HUÁCAR - PROVINCIA DE AMBO - REGIÓN HUÁNUCO

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

Estado: Remoldeado

clasificación: Grava mal graduada con limo GP GM

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236



$\theta = 31^\circ$
 $c = 0.006 \text{ Kg/cm}^2$



Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)
Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velazco Alvarado)
Pillco Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com
+51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

PROYECTO : "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023"

UBICACION : LOCALIDAD DE HUÁCAR, DISTRITO DE HUÁCAR - PROVINCIA DE AMBO - REGIÓN HUÁNUCO

CALICATA : C-03

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

LIMITES DE CONSISTENCIA

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO (ASTM D - 423)

Nº DE GOLPES	12	20	26	40
S. Humedo + Tarro	24.50	25.05	28.85	28.57
S. seco + Tarro	19.94	20.07	24.48	22.27
Peso de Tarro	4.88	4.07	21.77	4.10
Peso del Agua	5.45	5.88	4.37	6.19
Peso de Suelo Seco	14.26	16.06	12.72	18.28
HUMEDAD %	38.23	36.65	34.35	33.87

DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO (ASTM D - 424)

Nº DE GOLPES	01	02	03	04
S. Humedo + Tarro	5.04	6.81	5.08	5.83
S. seco + Tarro	4.71	6.43	4.75	5.50
Peso de Tarro	3.64	5.28	3.79	4.42
Peso del Agua	0.33	0.38	0.33	0.33
Peso de Suelo Seco	1.07	1.15	0.96	1.08
HUMEDAD %	30.93	32.77	34.65	30.43

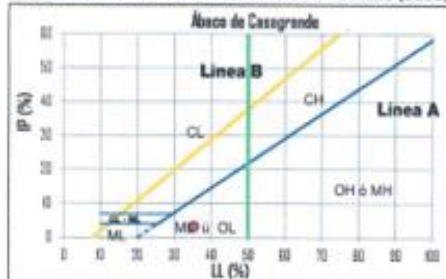


LÍMITE LÍQUIDO (LL) : 35.34%

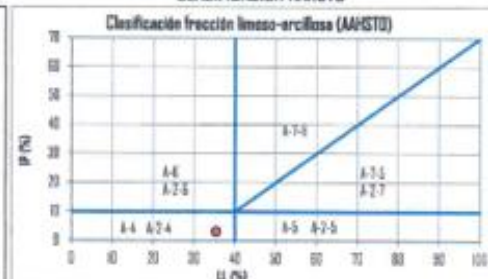
LÍMITE PLÁSTICO (LP) : 32.20%

ÍNDICE PLÁSTICO (IP) : 3.15%

SISTEMA UNIFICADO DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS (SUCS)



CLASIFICACIÓN AASHTO



Clasificación de suelos: Sistema unificado de clasificación de suelos (S.U.C.S.)

Suelo de partículas gruesas: Suelo de partículas gruesas con finos (suelo sucio).

Grave limosa GM

Clasificación de suelos: AASHTO

A-4 Suelo limoso

Valor del índice de grupo:

- Urb. Marabamba N° Parc. 35 CPMen. Marabamba, (cerca al Penal de Potracancha)

- Car. Central N° 3033 CPMen Vilcar Cayhuayra (Frente al Colegio J. Velasco Alvarado)

Pillico Marca - Huánuco.

geo-estructuras2020@gmail.com

+51 982 008 201



GEO ESTRUCTURAS

Especialistas en Geotecnia

PROYECTO : "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023"

UBICACION : LOCALIDAD DE HUACAR, DISTRITO DE HUACAR - PROVINCIA DE AMBO - REGION HUANUCO

CALICATA : C-03

FECHA : SETIEMBRE DEL 2019

ANALISIS GRANULOMETRICO

TAMIZ Nº	Tamiz (mm)	Peso Retenido	Porcentaje (%)	Retenido acumulado (parcial) (%)	Retenido
3"	76.20	0.00	100.00	0.00	0.00
2"	50.80	0.00	100.00	0.00	0.00
1 1/2"	38.10	0.00	100.00	0.00	0.00
1"	25.40	263.30	90.08	9.92	9.92
3/4"	19.05	216.40	81.93	18.07	1.15
1/2"	12.70	137.60	76.74	23.26	5.18
3/8"	9.53	110.30	72.59	27.41	4.16
1/4"	6.35	157.30	66.66	33.34	5.93
No 4	4.76	139.70	61.40	38.60	5.26
No 10	2.00	92.80	57.90	42.10	3.50
No 20	0.84	320.20	45.84	54.16	12.06
No 30	0.59	41.50	44.27	55.73	1.56
No 40	0.43	64.40	41.35	58.15	2.43
No 50	0.30	17.00	41.21	58.79	0.64
No 60	0.25	49.30	39.35	60.65	1.66
No 100	0.15	12.00	38.90	61.10	0.45
No 200	0.07	20.30	38.13	61.87	0.76
CAZOLETA	0.00	102.10	0.00	100.00	38.13
TOTAL		2654.20			

Peso de la muestra Humeda	2763.40 g
Peso de la muestra Seca	2654.20 g
Peso de la muestra Seca Lavada	2456.30 g
Peso de la Tara	0.00 g

LÍMITES DE CONSISTENCIA Y CONTENIDO			
Límite líquido LL	35.34%	Cantidad de Grava	38.60%
Límite plástico LP	32.20%	Cantidad de Arena	23.27%
Ind. de Plasticidad I	3.15%	Cant. de Limo-Arcilla	38.13%
Material granular equivalente a:		61.87%	

Pasa tamiz Nº 4 :	44.27 %
Pasa tamiz Nº 200:	38.13 %
D60(diámetro efectivo):	3.66 mm
D30(diámetro efectivo):	mm
D10 (diámetro efectivo):	mm
Coef. de uniformidad (Cu):	
Grado de curvatura (Cc):	

OBSERVACIONES: NINGUNA



Urb. Marabamba N° Parc, 35 CPMen, Marabamba, (cerca al Ponal de Potacancha)
 - Car. Central N° 3033 CPMen Vilca Cayhuayna (Frente al Colegio J. Velasco Alvarado)
 Pícco Marca - Huánuco.

geo.estructuras2020@gmail.com
 +51 982 008 201

PROYECTO: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023"

UBICACIÓN: LOCALIDAD DE HUÁCAR, DISTRITO DE HUÁCAR - PROVINCIA DE AMBO - REGIÓN HUÁNUCO

FECHA: 1 SETIEMBRE DEL 2023

Estado: Remoldeado

clasificación: Grava limosa GM

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236

DATOS DEL ESPECIMEN		ESPECIMEN 01		ESPECIMEN 02		ESPECIMEN 03		
Esfuerzo Normal	Kg/cm ²	0.56		1.11		2.22		
Etapas		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Altura	mm	19.07	17.06	19.04	16.33	19.05	16.04	
Lado	mm	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	60.00	
Humedad	%	36.09	28.66	36.09	26.35	36.09	23.02	
Densidad Seca	g/cm ³	1.793	2.004	1.793	2.091	1.793	2.129	
ESPECIMEN 01			ESPECIMEN 02			ESPECIMEN 03		
Deformación Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado Kg/cm ²	Deformación Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado Kg/cm ²	Deformación Tangencial %	Esfuerzo de Corte Kg/cm ²	Esfuerzo Normalizado Kg/cm ²
0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0.00	0.00	0.00
0.05	0.04	0.07	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.03
0.10	0.05	0.09	0.10	0.09	0.08	0.10	0.12	0.05
0.20	0.06	0.11	0.20	0.13	0.12	0.20	0.19	0.09
0.35	0.09	0.15	0.35	0.16	0.15	0.35	0.26	0.12
0.50	0.10	0.18	0.50	0.20	0.18	0.50	0.35	0.16
0.75	0.12	0.21	0.75	0.24	0.21	0.75	0.46	0.21
1.00	0.14	0.25	1.00	0.28	0.25	1.00	0.52	0.23
1.25	0.15	0.28	1.25	0.31	0.28	1.25	0.56	0.25
1.50	0.17	0.31	1.50	0.35	0.31	1.50	0.63	0.28
1.75	0.19	0.34	1.75	0.37	0.34	1.75	0.68	0.31
2.00	0.20	0.35	2.00	0.40	0.36	2.00	0.73	0.33
2.50	0.22	0.40	2.50	0.44	0.40	2.50	0.80	0.36
3.00	0.24	0.43	3.00	0.48	0.43	3.00	0.86	0.39
3.50	0.25	0.45	3.50	0.51	0.46	3.50	0.91	0.41
4.00	0.26	0.48	4.00	0.54	0.49	4.00	0.95	0.43
4.50	0.28	0.50	4.50	0.56	0.50	4.50	1.01	0.46
5.00	0.28	0.51	5.00	0.58	0.52	5.00	1.04	0.47
6.00	0.30	0.55	6.00	0.62	0.56	6.00	1.10	0.50
7.00	0.32	0.58	7.00	0.65	0.59	7.00	1.17	0.53
8.00	0.33	0.60	8.00	0.69	0.62	8.00	1.22	0.55
9.00	0.34	0.62	9.00	0.72	0.65	9.00	1.26	0.57
10.00	0.34	0.62	10.00	0.74	0.67	10.00	1.29	0.58
11.00	0.35	0.63	11.00	0.75	0.67	11.00	1.32	0.60
12.00	0.35	0.63	12.00	0.76	0.68	12.00	1.33	0.60
13.00	0.35	0.64	13.00	0.76	0.68	13.00	1.35	0.61
14.00	0.36	0.65	14.00	0.76	0.69	14.00	1.36	0.61
15.00	0.36	0.65	15.00	0.76	0.69	15.00	1.36	0.61
16.00	0.37	0.66	16.00	0.77	0.69	16.00	1.36	0.61
17.00	0.37	0.67	17.00	0.77	0.69	17.00	1.36	0.61
18.00	0.37	0.66	18.00	0.77	0.69	18.00	1.36	0.61



PROYECTO: "VULNERABILIDAD ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO HUACARMAYO Y SU IMPACTO EN EL DISTRITO DE HUACAR, 2023"

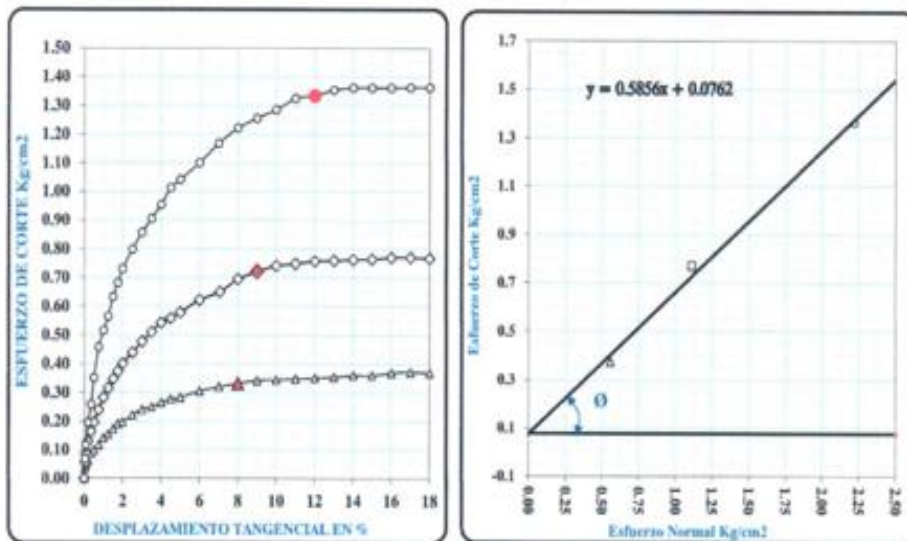
UBICACIÓN: LOCALIDAD DE HUÁCAR, DISTRITO DE HUÁCAR - PROVINCIA DE AMBO - REGIÓN HUÁNUCO

FECHA : SETIEMBRE DEL 2023

Estado Remoldeado

clasificación Grava limosa GM

CORTE DIRECTO ASTM D - 3080, AASHTO T - 236



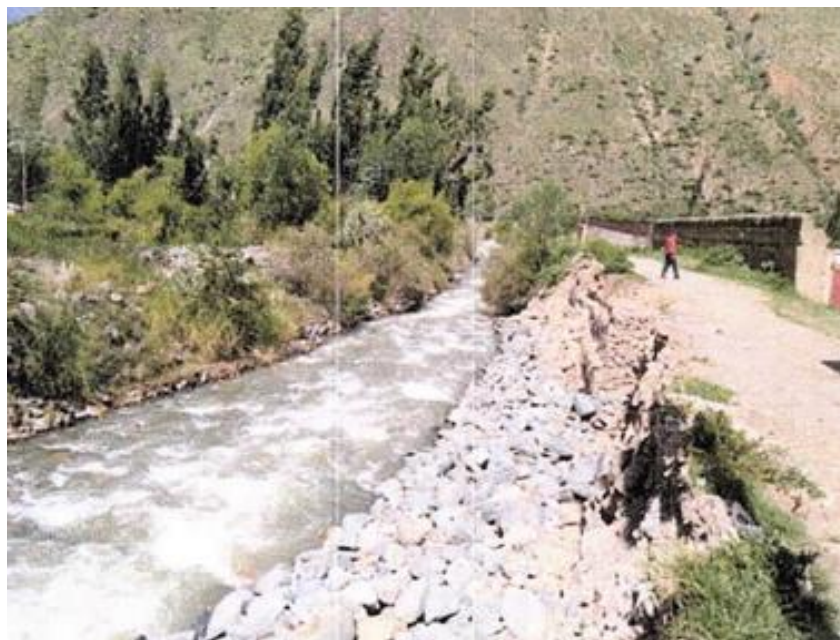
$\theta = 31^\circ$
 $c = 0.0768 \text{ Kg/cm}^2$



ANEXO 5
PANEL FOTOGRÁFICO



Fotografía 1: Cauce del río Huácar el periodo de alta precipitación



Fotografía 2: Acumulación de material pétreo en las riberas del río



Fotografía 3: Vista panorámica de la localidad de Huácar



Fotografía 4: Levantamiento topográfico de la faja marginal



Fotografía 5: Levantamiento topográfico del cauce del río



Fotografía 6: Levantamiento topográfico de la faja marginal



Fotografía 7: Medición del ancho de las riberas



Fotografía 8: Medición del ancho del cauce



Fotografía 9: Medición del ancho del cauce



Fotografía 10: Toma de altura de las secciones de la avenida



Fotografía 11: Toma de altura de las secciones de la avenida



Fotografía 12: Extracción de las muestras de suelos



Fotografía 13: Extracción de las muestras de suelos



Fotografía 14: Extracción de las muestras de suelos