



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
DE CHIMBOTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
CIVIL**

**EVALUACIÓN Y DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA
PARA LA PROTECCIÓN DEL RECREO
CAMPESTRE LOS SAUCES PONGORA
EMPLEANDO FOTOGRAMETRÍA EN EL CENTRO
POBLADO DE MUYURINA, DISTRITO DE
TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA,
DEPARTAMENTO DE AYACUCHO – 2023**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

**MACIZO CERVANTES, JULIO
ORCID: 0000-0001-9037-242X**

ASESOR:

**CAMARGO CAYSAHUANA, ANDRES
ORCID: 0000-0003-3509-4919**

CHIMBOTE-PERÚ

2023



FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

ACTA N° 0155-110-2023 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **20:10** horas del día **21** de **Agosto** del **2023** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

PISFIL REQUE HUGO NAZARENO Presidente
SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN Miembro
RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER Miembro
Dr. CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN Y DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL RECREO CAMPESTRE LOS SAUCES PONGORA EMPLEANDO FOTOGRAMETRÍA EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, DISTRITO DE TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2023**

Presentada Por :
(3101140007) **MACIZO CERVANTES JULIO**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **UNANIMIDAD**, la tesis, con el calificativo de **14**, quedando expedito/a el/la Bachiller para optar el TITULO PROFESIONAL de **Ingeniero Civil**.

Los miembros del Jurado de Investigación firman a continuación dando fe de las conclusiones del acta:

PISFIL REQUE HUGO NAZARENO
Presidente

SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN
Miembro

RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER
Miembro

Dr. CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES
Asesor



CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL RECREO CAMPESTRE LOS SAUCES PONGORA EMPLEANDO FOTOGAMETRÍA EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, DISTRITO DE TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO - 2023 Del (de la) estudiante MACIZO CERVANTES JULIO , asesorado por CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 15% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Por lo tanto, dichas coincidencias detectadas no constituyen plagio y la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Cabe resaltar que el turnitin brinda información referencial sobre el porcentaje de similitud, más no es objeto oficial para determinar copia o plagio, si sucediera toda la responsabilidad recaerá en el estudiante.

Chimbote, 10 de Enero del 2024



Mgtr. Roxana Torres Guzman
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

Dedicatoria

Expreso mi profundo amor, admiración y respeto a mis amados padres, quienes han sido los pilares fundamentales en mi formación y la brújula que guio mi camino hacia la realización de mis sueños.

Agradecimiento

Quiero expresar mi más profunda gratitud a todas aquellas personas que contribuyeron de manera significativa a la realización de este trabajo. En primer lugar, quiero agradecer:

- A Dios, por proporcionarme la fuerza y la determinación necesarias para enfrentar los desafíos de este proyecto. A mi familia, por su incansable apoyo y confianza en mí, que han sido fundamentales en cada paso de este largo viaje hacia la consecución de mis metas.
- A mis estimados profesores, cuya guía y conocimientos en las diferentes áreas de estudio han sido un recurso invaluable en mi formación académica. En particular, deseo expresar mi agradecimiento a mi asesor, cuya dedicación, sabiduría y apoyo incondicional han sido cruciales durante todo el proceso de este trabajo.

Para todos ellos, muchas gracias y que Dios los bendiga.

ÍNDICE GENERAL

Carátula	I
Dedicatoria	IV
Agradecimiento	V
Índice General	VI
Lista de Tablas	VIII
Lista de Figuras	IX
Resumen	X
Abstracts	XI
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes	15
2.2. Bases Teóricas	20
III. METODOLOGÍA	34
3.1. Nivel, tipo y diseño de investigación	34
6 3.2. Población y muestra..	35
3.3. Variables, definición y operacionalización	36
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de información	37
3.5. Método de análisis de datos	38
3.6. Aspectos éticos	40
IV. RESULTADOS	45
V. DISCUSIÓN	92
VI. CONCLUSIONES	94
VII. RECOMENDACIONES	96
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXO	100
Anexo 01. Matrix de consistencia	102
Anexo 02. Instrumento de recolección de información	104
Anexo 03. Validez del instrumento	
Anexo 04. Confiabilidad del instrumento	

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Estructura gruesa. “Defensas de márgenes y obras transversales”	16
2.2	Estructura delgada. “Defensas de márgenes y obras transversales”	17
2.3	Obra deflectora (Espigón). “Defensas de márgenes y obras transversales”	18
2.4	“Gaviòn tipo caja”. “(Maccaferri, 2008)”	21
2.5	Gaviòn tipo saco. “(Maccaferri, 2008)”	22
2.6	“Gaviòn tipo colchòn”. “(Maccaferri, 2008)”	23
2.7	“Gaviòn tipo colchòn. “(Maccaferri, 2008)”	23
2.8	“Sección transversal de un cauce afectado por socavación”.	25
5.1	Diagrama del proceso de la investigación para el recreo campestre Los Sauces Pongora.	46
5.2	Vista del río Niño Yucaes en el recreo Campestre Los Sauces Pongora.	48
5.3	Vista Aérea del río Niño Yucaes en el recreo Campestre Los Sauces Pongora.	48
5.4	Muros de concreto para protección por inundación.	49
5.5	“Gaviones existentes”.	50
5.6	Instrumentos utilizados para el levantamiento Fotogramétrico.	51
5.7	Toma de datos con el drone.	52
5.8	Toma de datos con el drone.	53
5.9	Ubicación de los puntos de control tomados de proyectos de investigación desarrollados en Ayacucho.	54
5.10	“Nube de puntos dispersa”.	57
5.11	“Modelo de nube de puntos denso en planta”.	58
5.12	“Clasificación del Modelo de nube de puntos denso”.	59
5.13	“Modelo tridimensional de mallas”.	60
5.14	“Modelo texturado”.	62
5.15	“Modelo texturado de perfil”.	62
5.16	“Ortofoto de la zona evaluada”.	64
5.17	“Modelo de curvas de nivel”.	65
5.18	“El DEM (modelo de elevación digital)”.	65
5.19	“El MDT (modelo digital del terreno)”.	66
5.20	“Sección del río Niño Yucaes”.	66

5.21	“Sección del río Niño Yucaes”.	67
5.22	“Sección del río Niño Yucaes”.	73
5.23	Medida de ancho del río Niño Yucaes.	76
5.24	Cálculo de caudal con el método del flotador.	77
5.25	Encuesta a pobladores.	86
5.26	Encuesta a pobladores.	86

ÍNDICE DE TABLAS

4.1	Matriz de operacionalización de variables.	35
4.2	Matriz de consistencia.	39
5.1	Puntos de control.	54
5.2	Datos de sección del río Niño Yucaes.	73
5.3	“Características de la cuenca río Yucaes”. “Héctor Gonzales (2016)”	80
5.4	Precipitación máxima en 24 horas de cada estación. “Héctor Gonzales (2016)”	82
5.5	Precipitación máxima total en 24 horas. “ Héctor Gonzales (2016)”	83
5.6	Precipitación máxima en 24 horas promedio para TR=50 años. “Hector Gonzales (2016)”	83
5.7	Caudales máximos. Fuente: “Héctor Gonzales (2016)”	84

Resumen

El **problema** principal de esta investigación fue: ¿Cómo se puede evaluar y diseñar una defensa ribereña para proteger el recreo campestre Los Sauces Pongora de Muyurina, ubicado en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho - 2023? El **objetivo general** evaluar y diseñar de defensa ribereña para la protección del recreo campestre los sauces Pongora empleando fotogrametría en el centro poblado de Muyurina, distrito de tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho **metodología** la investigación es aplicada de tipo descriptivo, de diseño no experimental. Tras el trabajo de campo se obtuvo como **resultado**. Esta reconstrucción permitió una visión más detallada de la zona, facilitando la identificación de los puntos que podrían ser afectados por desbordamientos del río. Se realizó una encuesta a los habitantes de la zona para entender el comportamiento del río en los últimos años. Con base en estos datos, y otros recopilados durante el estudio, se propuso una altura recomendada para el gavión.

Palabras clave: Caudal, Defensa Ribereña, Gaviones.

Abstracts

The main problem of this investigation was: How can a river defense be designed and evaluated to protect the Los Sauces Pongora de Muyurina countryside recreation, located in the district of Tambillo, province of Huamanga, department of Ayacucho - 2023? The general objective was to evaluate and propose a design for the riverside defense that protects the aforementioned country recreation. This research has as its methodology the level of qualitative research of a descriptive type, of a non-experimental design. After the field work, the following results were obtained: a laboratory study was carried out that included the 3D reconstruction of the evaluated area. This reconstruction allowed a more detailed vision of the area, facilitating the identification of the points that could be affected by overflows of the river. A survey was carried out on the inhabitants of the area to understand the behavior of the river in recent years. Based on these data, and others collected during the study, a recommended gabion height was proposed.

Keywords: Flow, Riparian Defense, Gabions.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

Los muros de defensa ribereña desempeñan un papel crucial en la protección y estabilización de áreas cercanas a ríos, lagos y cuerpos de agua, donde la erosión y la inundación son amenazas constantes. Estas estructuras proporcionan una barrera física que ayuda a prevenir el colapso de las riberas y protege las áreas adyacentes de posibles daños causados por el agua. La evaluación y diseño adecuados de los muros de defensa ribereña son fundamentales para garantizar su eficacia y durabilidad a largo plazo. Esto implica una comprensión profunda de los factores geotécnicos, hidráulicos y ambientales que influyen en la estabilidad de las riberas y en el rendimiento de los muros de protección. La evaluación de un sitio ribereño incluye el análisis detallado de la topografía, las características del suelo y la geología local, así como la dinámica del flujo de agua y los patrones de inundación. Esta información es crucial para determinar la altura, el ancho y el tipo de muro de defensa adecuado para proteger la zona de interés. El diseño de los muros de defensa ribereña implica la selección de materiales adecuados, como hormigón armado, mampostería, geotextiles o combinaciones de estos, dependiendo de las condiciones del sitio y los requisitos de resistencia. Además, se deben considerar aspectos como la erosión, la estabilidad de taludes y la capacidad de resistencia a las fuerzas hidráulicas generadas por el flujo del agua. La implementación de técnicas de ingeniería adecuadas, como el uso de anclajes, drenajes y sistemas de protección contra la corrosión, también juega un papel importante en el diseño de muros de defensa ribereña efectivos y duraderos.

Como establece La Autoridad Nacional del Agua, a través del Proyecto de Modernización de la Gestión de los Recursos Hídricos (1), “Nuestra geografía ha determinado la existencia de 159 cuencas hidrográficas en nuestro territorio, cada una de ellas tiene sus singularidades y necesidades de gestión de recursos hídricos adecuados, viene promoviendo la creación, instalación y gestión de los consejos de recursos hídricos por cuencas como uno de los modelos de gestión del agua más eficientes y adecuados para el país”

Como establece Rey (2), El agua es un recurso escaso. Ello contrasta con el hecho de que el 70% de la superficie del planeta está cubierta de agua. Esta escasez

tampoco se corresponde con las percepciones subjetivas de las personas que reciben el agua, de manera estable, a través de las redes hidráulicas.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema General

¿Cómo se puede diseñar y evaluar una defensa ribereña para proteger el recreo campestre Los Sauces Pongora de Muyurina, ubicado en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho – 2023?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cómo fue la evaluación de los componentes de la defensa ribereña para proteger el recreo campestre Los Sauces Pongora de Muyurina, ubicado en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho– 2023?
- ¿Cuál fue la mejora defensa ribereña para proteger el recreo campestre Los Sauces Pongora de Muyurina, ubicado en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho– 2023?

1.3 Justificación de la investigación

1.3.1 Justificación metodológica:

Esta investigación sobre la defensa ribereña segura es de suma importancia para prevenir los futuros desastres naturales ocasionados por las inmensas lluvias que provocan desbordes de los ríos que se dan en la región Ayacucho

Para prevenir

1.3.2 Justificación Práctica:

Esta investigación se justifica primordialmente por la motivación de prevenir futuros desastres naturales causados por el desbordamiento de los ríos, con especial interés en las zonas pobladas donde las pérdidas podrían ser mayores en caso de que ocurriese un desastre.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

2.1.1. Antecedentes Internacionales

MODOS DE FALLA Y CONFIABILIDAD DE LAS DEFENSAS CONTRA INUNDACIONES [1].

En Europa el artículo de Vrijling y Van Gelder (2017) (6) titulado "Failure modes and reliability of flood defences" se centra en los modos de falla y la confiabilidad de las defensas contra inundaciones. El estudio se realizó en el contexto del flujo de ríos y analiza diferentes aspectos relacionados con la evaluación de la confiabilidad de las estructuras de defensa. El artículo aborda la importancia de comprender los modos de falla de las defensas contra inundaciones para mejorar su diseño y eficacia. Se destacan diversos modos de falla comunes, como la erosión de la base, la rotura del talud, el fallo por sobrepresión interna y el deslizamiento del suelo. Además, se discuten las metodologías de análisis de confiabilidad utilizadas para evaluar el rendimiento de las defensas y predecir su vida útil. El estudio también destaca la importancia de considerar la incertidumbre en los análisis de confiabilidad y la variabilidad de las condiciones hidrológicas y geotecnias. Se presentan ejemplos de análisis de confiabilidad aplicados a diferentes tipos de estructuras de defensa, como diques y muros de contención. En resumen, el artículo proporciona una visión general de los modos de falla y la confiabilidad de las defensas contra inundaciones. Su enfoque en la evaluación de la confiabilidad y los métodos de análisis puede ser relevante para mejorar el diseño y la gestión de las estructuras de defensa ribereña en diferentes contextos.

En **Ecuador**, Tapia (7), 2019. En su tesis que lleva por título titulado "Diseño y optimización de diques fluviales utilizando un modelo analítico" presenta un enfoque para el diseño y la optimización de diques fluviales. El objetivo del estudio es desarrollar un modelo analítico que permita evaluar la estabilidad y la eficiencia de los diques, con el fin de mejorar su diseño y rendimiento. Los autores comienzan revisando los métodos tradicionales de

diseño de diques y destacando las limitaciones asociadas. Luego, proponen un modelo analítico basado en principios de equilibrio de fuerzas y considerando factores como la geometría del dique, las características del suelo y las cargas hidrostáticas. Utilizando este modelo, se lleva a cabo un estudio de caso para analizar diferentes configuraciones de diques y evaluar su estabilidad y eficiencia. Se realizan análisis detallados de la resistencia al deslizamiento, la estabilidad frente a la erosión y la capacidad de carga del dique. Los resultados del estudio demuestran la utilidad del modelo analítico propuesto para el diseño y la optimización de diques fluviales. Se identifican las configuraciones más eficientes y se sugieren mejoras en el diseño tradicional de los diques. En conclusión, ofrece un enfoque novedoso para el diseño de diques fluviales, utilizando un modelo analítico que permite evaluar la estabilidad y la eficiencia de los diques. Esto puede ser de gran utilidad para mejorar la protección contra inundaciones y garantizar la seguridad de las áreas ribereñas.

En **México**, Meneses (8), 2019, En su tesis que lleva por título **“Diagnóstico y mejoramiento de los servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento para la localidad del municipio de Zamora Michocan – México, 2018”**, investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil, determinada en la Universidad Politécnico Nacional determinando su **Objetivo**, fue Evaluar la cantidad actual de los servicios de agua potable, determinando su infraestructura y operatividad, diagnosticando una los requerimientos de los mismos, tanto actuales para luego realizar su mejoramiento. Su **metodología** es descriptivo cualitativo y no experimental. Sus **conclusiones** determinan que el mayor problema, es el poco caudal que brota de la captación, también cuenta con socavación debido a los años que se ha utilizado, sus estructuras hidráulicas, como la línea de conducción y red de distribución, contiene muchas fugas, cambios de presión brutas y problemas de contaminación en el caudal transportado.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

En **Lima**, Aliaga (9), 2020. En su tesis que lleva por título **“Implementación de una Defensa Ribereña como Prevención al Desborde**

del Rio Huaura, Distrito de Andajes, Oyon - 2020” investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil, determinada en la Universidad Cesar Vallejo, donde logro como **el objetivo** para esta presente tesis es diseñar una defensa ribereña como Prevención al desborde del Rio Huaura, Distrito de Andajes, Oyon - 2020, El presente proyecto de investigación tiene una metodología de tipo aplicada, ya que utiliza investigaciones y teorías anteriormente hechas, el tipo de nivel que presenta es explicativa, de acuerdo al diseño es experimental en el que se manipula intencionalmente una o más variables independientes. De acuerdo al enfoque es cuantitativo ya que podemos cuantificar los resultados obtenidos de la zona de estudio mediante los estudios básico de ingeniería con apoyo de Softwares River y el Hec-Ras para el dimensionamiento del muro de gavión que se llevó a cabo con un caudal máximo de 161.04m³/seg en un periodo de retorno de 50 años el cual se determinó la altura del gavión de 3.50 m, para los tramos critico frente al desborde e inundación del margen izquierdo del rio Huaura en el C.P chimba bajo , el cual fue identificados por medio del modelamiento con el software Hec-Ras .

En **Lima**, Lujan (10), 2018. En su tesis que lleva por título **“Uso de gaviones para mejorar la defensa ribereña del Rio Huaycoloro, zona de Huachipa distrito de Lurigancho, Lima 2017”**, investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil, determinada en la Universidad Cesar Vallejo, logro como **Objetivo general**, Determinar como el uso de gaviones mejora la resistencia a la erosión del rio Huaycoloro, zona Huachipa distrito de Lurigancho - Chosica 2017. aplicando la **metodología** de tipo tipo aplicada, ya que utiliza investigaciones y teorías anteriormente hechas, el tipo de nivel que presenta es explicativa. Logrando así las **conclusiones**, En este proyecto de tesis se llegó a la conclusión que, si es necesario construir el muro de gaviones para mejorar la protección ribereña el río huaycoloro, por el peligro de que nuevamente ocurra desbordamientos sin que estas riberas estén protegidas. A pesar de las dificultades de no contar con un pluviómetro que nos permita obtener los registros de precipitaciones en el área del río Huaycoloro. Se

encontró el caudal para el diseño del gavión, con la recopilación de datos y, con el levantamiento topográfico, incluyendo la medición de huellas dejadas por el último “Niño Costero”.

En **Trujillo**, Castro et al (11), 2019. En su tesis que lleva por título **“Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el río Moche, entre el tramo Cerro Blanco – Menocucho, Trujillo 2018”**

investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil, determinada en la Universidad Cesar Vallejo **Objetivo general** realizar el Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el río Moche, entre el tramo Cerro Blanco – Menocucho, Trujillo 2018. Su **Metodología** es tipo correlacional y transversal y se llegó a una **conclusión** obtuvimos que el levantamiento topográfico de una longitud de 7 481 Km tiene una topografía llana, esto significa que los desniveles del terreno no son tan considerados. El estudio de mecánica de suelos de 7 muestras en diferentes puntos nos permitió conocer el tipo de suelo, donde fue arena limosa sin plasticidad con un peso específico de promedio 1.582 g/cm³ y capacidad portante de 1.07 kg/cm². Se ha calculado caudales de diseño con tres métodos: Gumbel, Nash, Levediev, teniendo como resultado 29.63 m³ /s, 23.49 m³ /s, 24.64 m³ /s, respectivamente. El diseño hidráulico se ha considerado con un caudal de diseño de 29.63 m³ /s, dado por el método de Gumbel con un período de retorno de 20 años. El diseño estructural se consideró 4 metros de altura y 4 metros base con respecto al muro de gavión, de acuerdo con los puntos críticos, en cuanto al muro de contención se consideró una base de 3.20m con una altura de 5.40m. Los impactos ambientales generados por el proyecto serán de bajas magnitudes y finalmente el costo referencial del proyecto asciende a S/. 5 839 874.98 que incluye el costo directo, gastos generales, utilidad y IGV

2.1.3. Antecedentes Locales o regionales

En **Trujillo**, Gutierrez et al (12), 2019. En su tesis que lleva por título, **“Estudio de socavación e inundabilidad para el diseño de una defensa ribereña en el cauce del río Chicama tramo puente nazareno”** investigación

para optar el título profesional de Ingeniero Civil, determinada en la Universidad Cesar Vallejo, logro como **objetivo**, determinar las zonas de inundabilidad y de estimar la profundidad socavación, **Metodología** la cual del tipo cuantitativa descriptiva no experimental. Como conclusión - Se Concluye que con la topografía del río Chicama tramo puente Nazareno, se halló la pendiente en las zonas aguas arriba y aguas abajo del río tomando el valor de 5.6 % de pendiente (valor obtenido del promedio de todo el tramo de estudio), así mismo que presentara un lecho estable para todo el tramo de estudio, el área topográfica de 4.36 ha. - El caudal máximo de diseño de la estructura de protección fue calculado con el método de distribución gumbel, debido que los datos de los caudales de máximas avenidas se ajustan claramente a esta distribución. El caudal que obtuvimos fue 1154.7 m³/s, para un período de retorno de 170 años.

En **Tarapoto**, Chu et al (13), 2022. En su tesis que lleva por título, **“Propuesta de diseño de una defensa ribereña utilizando dron para mejorar la faja marginal del río Mayo, Maceda - 2021”**, investigación para optar el título profesional de Ingeniero Civil, determinada en la Universidad Cesar Vallejo, tuvo como **objetivo**, Proponer el diseño de una defensa ribereña utilizando dron para mejorar la faja marginal del río Mayo, Maceda – 2021, aplico su **metodología** es cuantitativa no experimental transversal, teniendo como **conclusión** Se delimito el área donde se realizó la propuesta de la defensa ribereña con la ayuda del levantamiento topográfico con dron, por ello se obtuvo los puntos BM y con eso se obtiene el área a realizar el trabajo puesto que los puntos BM se encuentran a los alrededores del área del proyecto y eso nos da 1.22 hectáreas aproximadamente.

En **Tacna**, Cuya et al (14), 2021. En su tesis que lleva por título, **“Diseño Hidráulico y Estructural de una Defensa Ribereña para el Río Seco Sector Valle 2000, Tacna – 2021”** se ha desarrollado con el **objetivo** general realizar el diseño de un tipo de defensa ribereña que permitirá mitigar las secuelas de una posible inundación en el sector Rio seco en Tacna. su **metodología** es cuantitativa no experimental transversal, se llegó a la **conclusión** realizar los

muros de gaviones tipo caja. Finalmente se realizó el diseño utilizando programas como el HEC-HMS 4.9, HEC-RAS 6.0, ARC-GIS 10.4.1, las características principales de nuestros gaviones tipo caja son: altura total de 5 metros, un ancho de 4 metros, con un 20 % de vacíos relativos, el ángulo de fricción de 37.37° , contará con una malla hexagonal de doble torsión, reducida con alambre de acero de bajo contenido de carbón, este diseño permitirá reducir el impacto negativo de las inundaciones en el aspecto económico (agricultura y ganadería del lugar), y trochas carrozables, este último, fundamental en el sector.

2.2. Bases Teóricas

2.1.1 Defensas ribereñas.

La defensa ribereña se refiere a un conjunto de técnicas, estructuras y medidas implementadas en las áreas ribereñas para protegerlas de los riesgos asociados a las inundaciones, erosiones y otros eventos hidrológicos. Estas medidas tienen como objetivo principal salvaguardar la integridad de las comunidades, infraestructuras y recursos naturales que se encuentran en las cercanías de los ríos, lagos y costas.

La implementación de la defensa ribereña se basa en el conocimiento y la aplicación de principios de ingeniería hidráulica y geotécnica, así como en el análisis de las características hidrológicas y geomorfológicas de la zona. Entre las estructuras más comunes utilizadas en la defensa ribereña se encuentran los diques, muros de contención, gaviones, enrocados y terraplenes. Estas estructuras se diseñan y construyen de manera adecuada para resistir las fuerzas del agua y reducir los riesgos de inundación.

La planificación y ejecución de la defensa ribereña requiere la participación de múltiples actores, incluyendo ingenieros especializados, geólogos, biólogos y expertos en gestión de riesgos. Además, es fundamental considerar las regulaciones y normativas locales, nacionales e internacionales relacionadas con la gestión de los recursos hídricos y la protección del medio ambiente.

La defensa ribereña no solo tiene como objetivo proteger a las comunidades y las infraestructuras, sino también preservar los ecosistemas ribereños y los servicios ambientales que estos proporcionan. Los ecosistemas ribereños desempeñan un papel crucial en la mitigación de inundaciones, la retención de sedimentos y la conservación de la biodiversidad. Por lo tanto, es fundamental diseñar e implementar medidas de defensa ribereña que minimicen los impactos ambientales y promuevan la sostenibilidad a largo plazo [12].

2.1.2 Obras longitudinales.

Las obras longitudinales en defensas ribereñas son estructuras complementarias diseñadas para controlar y direccionar el flujo del agua a lo largo de las riberas de los ríos, con el objetivo de prevenir la erosión y proteger las áreas adyacentes. Estas obras consisten en elementos lineales, como espigones, enrocados, terraplenes y diques, que se construyen de manera paralela a la dirección del flujo del agua. Su principal función es desviar la corriente y reducir la velocidad del agua, evitando así la formación de socavaciones y la erosión de las márgenes fluviales.

Según el estudio realizado por el Instituto Nacional del Agua (INA) de Argentina, las obras longitudinales en defensas ribereñas son estrategias efectivas para estabilizar las márgenes de los ríos y proteger las áreas cercanas contra los procesos erosivos. Estas estructuras redistribuyen el flujo de agua de manera controlada, creando zonas de baja velocidad en las inmediaciones de la ribera, lo que reduce el impacto de corriente sobre el suelo y disminuye el riesgo de desprendimientos y socavaciones [13].

2.1.2.1 Estructura gruesa.

Las estructuras gruesas, también conocidas como enrocados o espigones, consisten en la colocación de grandes bloques de roca o material resistente a lo largo de la ribera. Estas estructuras son robustas y están diseñadas para resistir el impacto del agua y reducir la velocidad de la corriente. Los enrocados forman una barrera física que disipa la energía del flujo, evitando la erosión y protegiendo la ribera de posibles desprendimientos [13].



Figura 2.1: Estructura gruesa.

Fuente: “Defensas de márgenes y obras transversales”

2.1.2.2 Estructura delgada.

Las estructuras delgadas, como los diques de tierra o los terraplenes, son elementos lineales contruidos con materiales menos densos, como suelo compactado o grava. Estas estructuras se caracterizan por su menor altura y anchura en comparación con los enrocados. Su función principal es guiar y redirigir el flujo del agua, creando zonas de baja velocidad y evitando la erosión de las márgenes fluviales.

Los diques y terraplenes también pueden ser utilizados para controlar la inundación y proteger áreas sensibles cercanas al río [13].



Figura 2.2: Estructura delgada.

Fuente: “Defensas de márgenes y obras transversales.”

2.1.2.3 Obras deflectoras.

Las obras deflectoras longitudinales son estructuras construidas a lo largo de las riberas de los ríos con el propósito de desviar o redirigir el flujo del agua y proteger las márgenes ribereñas contra la erosión. Estas obras se diseñan para alterar la dirección del flujo y crear corrientes secundarias que eviten el desgaste de los bancos y la formación de socavones.

Las obras deflectoras longitudinales pueden adoptar diversas formas, como muros deflectores, diques o estructuras en forma de V invertida. Estas estructuras se colocan estratégicamente en el lecho del río y se extienden a lo largo de la ribera en una configuración paralela al flujo. Su principal objetivo es modificar la dirección y velocidad del agua, creando corrientes secundarias que desvían la carga de sedimentos y reducen la erosión en áreas vulnerables de las márgenes fluviales.

Estas obras deflectoras longitudinales se utilizan en diferentes contextos, como la protección de áreas urbanas cercanas a los ríos, la prevención de inundaciones y la conservación de ecosistemas ribereños. Su diseño y ubicación dependen de enrocados o vegetación factores como el caudal del río, el tipo de suelo y la geomorfología local. Además, se pueden combinar con otras estructuras de protección, como enrocados o vegetación riverena, para fortalecer la defensa contra la erosión [13].



Figura 2.3: Obra deflectora (Espigón).

Fuente: “Defensas de márgenes y obras transversales”.

2.1.3 Colchones de gaviones.

Los colchones de gaviones son estructuras utilizadas en la ingeniería hidráulica y civil para proteger las riberas de los ríos y otras áreas costeras contra la erosión y el desgaste. Estas estructuras consisten en celdas o jaulas metálicas, generalmente hechas de alambre galvanizado, que se llenan con piedras o materiales granulares.

La literatura científica y las revistas especializadas en ingeniería hidráulica y obras de defensa ribereña suelen abordar el tema de los colchones de gaviones como parte de estudios más amplios sobre técnicas de protección de riberas y control de la erosión. Estos estudios evalúan aspectos como el diseño estructural de los colchones de gaviones, su rendimiento hidráulico, su capacidad para resistir la acción del flujo del agua y su efectividad en la estabilización de las riberas [14].

Según [15] las características de las estructuras de gaviones son las siguientes:

- ✓ **Monolitismo:** Se refiere a la capacidad de estas estructuras de formar una barrera continua y resistente cuando se ensamblan correctamente. Este concepto es fundamental para asegurar la estabilidad y la efectividad de los gaviones en la defensa ribereña.
- ✓ **Permeabilidad:** Es la capacidad de permitir el paso controlado del agua a través de la estructura. Esta característica es fundamental en las defensas ribereñas, ya que contribuye a la estabilidad de la estructura al reducir la presión hidrostática y evitar la acumulación de agua.
- ✓ **Flexibilidad:** Es una característica clave que les permite adaptarse a los cambios y deformaciones del terreno, absorber y distribuir cargas de manera eficiente, y resistir la erosión. Esta propiedad los convierte en una opción efectiva y confiable para las obras de defensa ribereña, donde se requiere una estructura capaz de responder a las condiciones cambiantes del entorno.
- ✓ **Durabilidad:** Se logra mediante la utilización de materiales resistentes a la corrosión, la selección de materiales de relleno adecuados y un diseño estructural robusto. Estas características permiten que los gaviones sean estructuras duraderas y confiables en aplicaciones de defensas ribereñas, contribuyendo a la protección de las áreas ribereñas a lo largo del tiempo.

- ✓ **Versatilidad:** La versatilidad de los gaviones radica en su capacidad de adaptarse a diferentes condiciones y aplicaciones. Su diseño modular, flexibilidad y amplio rango de usos los convierten en una opción versátil y efectiva en proyectos de ingeniería civil y ambiental, así como en proyectos de diseño paisajístico y urbano.
- ✓ **Integración con el medio ambiente:** La integración con el medio ambiente es un aspecto importante en el uso de gaviones, ya que estas estructuras pueden proporcionar beneficios ambientales significativos en diversos contextos. Al utilizar gaviones en proyectos de ingeniería civil y ambiental, se promueve la sostenibilidad y se minimiza el impacto negativo en el entorno natural.

2.1.4 Tipos de gaviones.

- ✓ Tipo caja: Los gaviones tipo caja son estructuras de contención y estabilización fabricadas con mallas metálicas que forman celdas rectangulares o cuadradas. Estas celdas se rellenan con materiales como piedras o rocas de diferentes tamaños, creando una estructura robusta y resistente. A continuación, se presenta una descripción ampliada de los gaviones tipo caja:
 - Los gaviones tipo caja son utilizados en una amplia variedad de aplicaciones, tanto en proyectos de ingeniería civil como en proyectos ambientales. Su diseño modular y flexible permite adaptarse a diferentes necesidades y condiciones del terreno.

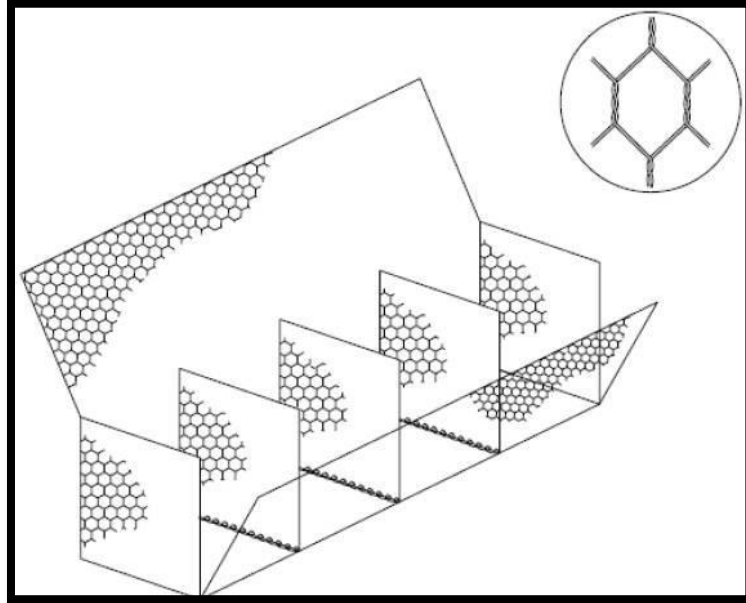


Figura 2.4: “Gavión tipo caja”.

Fuente: “(Maccaferri, 2008)”

- **Tipo Saco:** Los gaviones tipo saco son estructuras flexibles y permeables utilizadas en proyectos de ingeniería civil y ambiental. Están compuestos por bolsas o sacos fabricados con material geotextil resistente y rellenos de materiales granulares, como piedras o arena. A continuación, se proporciona una descripción ampliada de los gaviones tipo saco:

Los gaviones tipo saco son conocidos por su versatilidad y facilidad de instalación. Estas estructuras flexibles se adaptan a la topografía y las condiciones del terreno, lo que las hace ideales para proyectos en áreas con formas irregulares o terrenos difíciles.

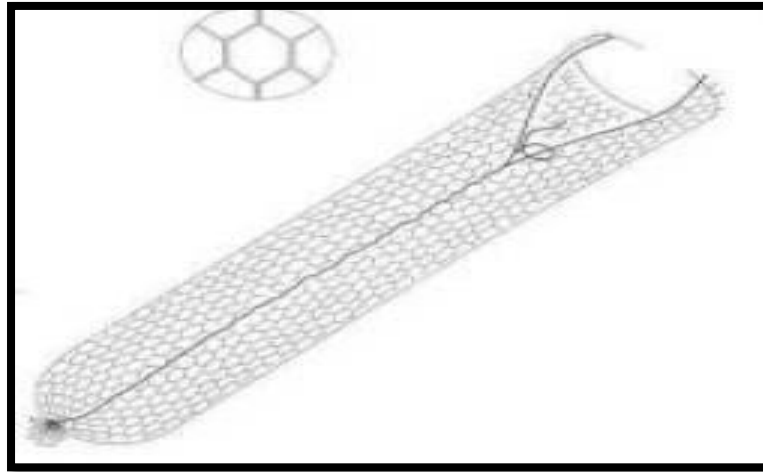


Figura 2.5: Gavión tipo saco.

Fuente: “(Maccaferri, 2008)”

- **Tipo Colchón:** Los gaviones tipo colchón son estructuras de contención utilizadas en el proyecto de ingeniería civil y ambiental. Están compuestos por celdas o compartimentos individuales fabricados con mallas metálicas o geotextiles, rellenos de materiales granulares como piedras o gravas. A continuación, se proporciona una descripción ampliada de los gaviones tipo colchón:

Los gaviones tipo colchón se caracterizan por su diseño plan y rectangular, similar a un colchón, de ahí su nombre. Cada colchón está formado por una serie de celdas o compartimentos individuales, generalmente de forma cuadrada o rectangular, que se ensamblan para crear una estructura continua. Estas celdas se fabrican con mallas metálicas resistentes o geotextiles de alta resistencia, que permiten la contención del relleno.

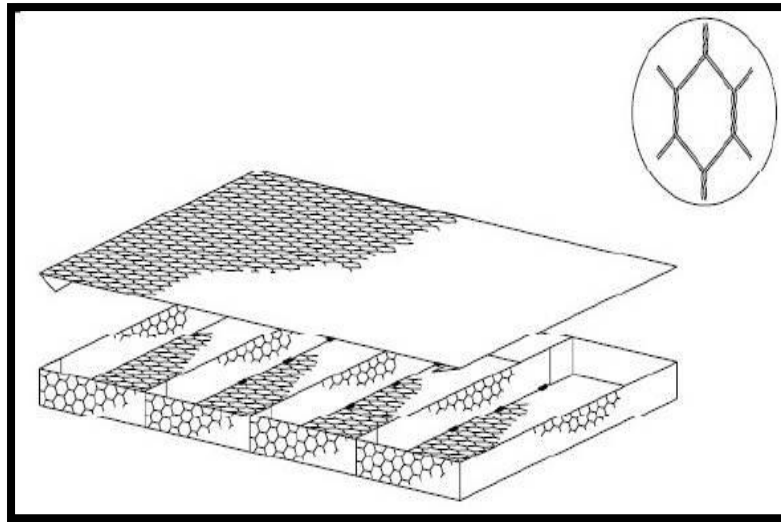


Figura 2.6: “Gavión tipo colchón”.

Fuente: “(Maccaferri, 2008)”

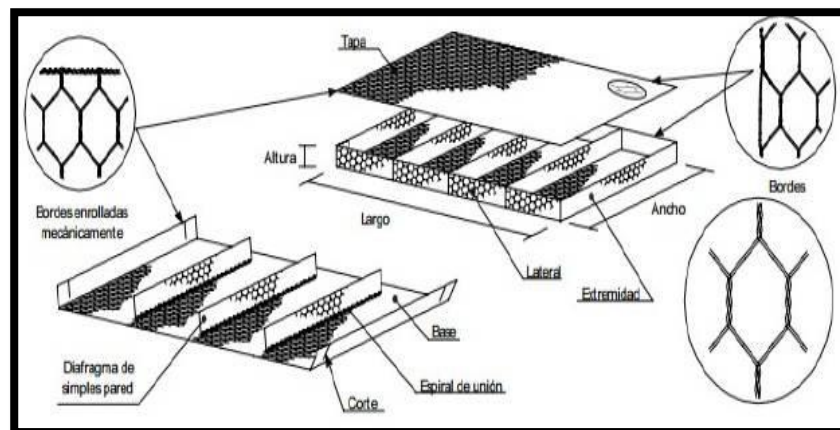


Figura 2.7: “Gavión tipo colchón.”

Fuente: “(Maccaferri, 2008)”

2.1.5 Cálculo del caudal de diseño.

El cálculo del caudal de diseño se refiere al proceso de determinar la cantidad de agua que debe ser considerada en el diseño de una infraestructura hidráulica, como canales, ríos, embalses, sistemas de drenaje, entre otros. Este cálculo es fundamental para garantizar que la infraestructura sea capaz de manejar y transportar el flujo de agua esperado durante diferentes eventos hidrológicos.

El caudal de diseño se calcula teniendo en cuenta diversos factores, como las características de la cuenca hidrográfica, el régimen de precipitaciones, la duración Los métodos y frecuencia de eventos extremos, así como consideraciones específicas del proyecto. y enfoques para calcular el caudal de diseño varían según la naturaleza del proyecto y la disponibilidad de datos hidrológicos. Algunos métodos comunes utilizados para calcular el caudal de diseño incluyen:

Análisis estadístico: Este enfoque se basa en el análisis de registros históricos de caudales y precipitaciones para determinar las características estadísticas de los eventos hidrológicos, como las curvas de intensidad-duración-frecuencia. Estas curvas permiten estimar el caudal de diseño para diferentes periodos de retorno, es decir, la probabilidad de que ocurra un evento de cierta magnitud en un año determinado.

1. **Modelos hidrológicos:** Estos modelos utilizan datos hidrológicos, topográficos y de uso del suelo para simular el comportamiento hidrológico de una cuenca y estimar los caudales en diferentes puntos de interés. Estos modelos pueden considerar variables como la infiltración, la escorrentía superficial y la interacción entre los diferentes componentes del sistema hidrológico.

Métodos empíricos: Estos métodos se basan en relaciones empíricas derivadas de estudios y observaciones en campo. Estas relaciones pueden estar vinculadas a características geomorfológicas de la cuenca, como el área de drenaje, el coeficiente de escorrentía y la pendiente, para estimar el caudal de diseño.

Es importante tener en cuenta que el cálculo del caudal de diseño implica cierto grado de incertidumbre, ya que está basado en datos y suposiciones. Por lo tanto, es común utilizar enfoques conservadores y considerar un margen de seguridad adicional en el diseño de infraestructuras hidráulicas para garantizar su capacidad de manejo de caudales extremos [16].

2.1.6 Fotogrametría

La fotogrametría mide a partir de fotografías tomadas en campo, logrando información sobre la geometría del terreno en estudio. A partir de este punto se trabajan con varias fotografías de la zona en común para tener una información tridimensional. El objetivo de esta técnica es estudiar las dimensiones y posición en un terreno cualquiera. (fenercom.com, 2015) Fundamentalmente, son fotografías tomadas con un dron, para luego realizar un cálculo y orientación de estos datos utilizando imágenes y puntos de referencia en terreno y área de intervención esto se debe realizar en cualquier proyecto de ingeniería. (fenercom.com, 2015)

2.1.7 Socavación.

La socavación es un proceso hidráulico en el cual se produce la erosión y remoción del material del lecho de un cuerpo de agua, como un río o un canal, debido al flujo de agua. Se produce cuando la fuerza del agua es capaz de arrastrar y transportar partículas del lecho, lo que provoca la formación de huecos o cavidades en el lecho y la exposición de estructuras o cimentaciones a la acción erosiva del agua.

La socavación es un fenómeno importante a tener en cuenta en el diseño y mantenimiento de estructuras hidráulicas, como puentes, diques, defensas ribereñas y sistemas de drenaje. La erosión resultante de la socavación puede debilitar las bases de estas estructuras, causar deslizamientos de tierra y, en casos extremos, provocar el colapso de las mismas.

El proceso de socavación puede ser causado por diferentes factores, como el flujo rápido del agua, la presencia de sedimentos sueltos en el lecho, la acción de remolinos y turbulencias, la presencia de obstáculos que generan perturbaciones en el flujo, entre otros. La velocidad y la intensidad del flujo de agua son determinantes en grado de socavación que puede ocurrir [17]

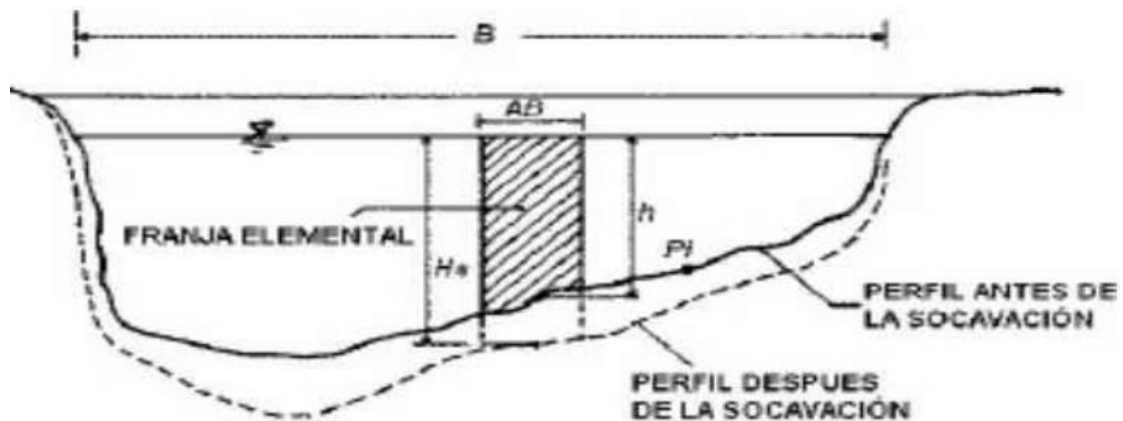


Figura 2.8: “Sección transversal de un cauce afectado por socavación”.

Fuente: “Mecánica de Suelos”.

Se sabe que la socavación de un cauce no se puede encontrar con exactitud; se toman valores de proximidad, que se obtienen a través de recetas observacionales, con información genuina del cauce, por ejemplo, corriente, material, medida de transporte de limo, entre otros.

2.1.7 Drones – sistemas aéreos no tripulados (UAV)

Un dron, también conocido como vehículo aéreo no tripulado (UAV, por sus siglas en inglés), es una aeronave sin piloto a bordo que es controlada de manera remota o se guía mediante sistemas de navegación autónomos. Los drones son utilizados en una amplia variedad de aplicaciones, desde fines recreativos y comerciales hasta usos militares y de investigación.

Los drones están equipados con diferentes componentes y tecnologías que les permiten volar y cumplir diversas funciones. Estos componentes incluyen una estructura ligera y aerodinámica, motores eléctricos o de combustión interna para la propulsión, sistemas de control de vuelo como giroscopios y acelerómetros, sensores para la navegación y la detección de obstáculos, cámaras y otros sensores para capturar imágenes y datos, y sistemas de comunicación para la transmisión de información entre el dron y la estación de control.

Los drones han encontrado aplicaciones en campos como la fotografía y videografía aérea, la cartografía y topografía, la inspección de infraestructuras y líneas de transmisión, la agricultura de precisión, la vigilancia y seguridad, la entrega de paquetes, la investigación científica, y muchas otras áreas. Su capacidad para volar de manera autónoma o ser controlados de forma remota permite acceder a lugares de difícil acceso o peligrosos para los seres humanos, y su versatilidad los convierte en herramientas útiles para diversas tareas.

El desarrollo de tecnologías como la inteligencia artificial y el aprendizaje automático ha permitido mejorar las capacidades de los drones, como la navegación autónoma, el reconocimiento de objetos la toma de decisiones en tiempo real. Además, los drones se han vuelto más accesibles y económicos, lo que ha facilitado su adopción en diferentes sectores.

Es importante destacar que el uso de drones está sujeto a regulaciones y restricciones en muchos países, especialmente en cuanto a la privacidad, la seguridad aérea y la protección de espacios restringidos. Los operadores de drones deben cumplir con las normativas vigentes y obtener los permisos necesarios para realizar vuelos de manera legal y segura [19].

III. METODOLOGÍA

3.1. Nivel, tipo y diseño de investigación

3.1.1. Nivel de investigación de la tesis

El nivel de investigación fue aplicado ya que este nivel tiene como objetivo resolver problemáticas concretas y practicas dentro de nuestro entorno social.

Según Zambrano (17), “Son determinantes buscando el conocimiento de la aplicación directa de los problemas hallados en la zona de investigación, o verifican el sector que nos produce resultados finales.”

3.1.2. Tipo de investigación

Se aplicó un tipo de investigación descriptivo, por el cual se tendrá que trabajar en campo, determinar todo lo que podamos observar y aplicar nuestras encuestas y fichas, se describirá todo detalladamente y se buscará una solución.

Según Ledesma (17), “Las investigaciones de tipo descriptivo, son aquellas que determinan el objeto de estudio, analizan y verifican el por qué se aplicara una investigación detalla.”

3.1.3. Diseño de investigación:

Se realizó esta investigación bajo un diseño no experimental, debido a que no se ejecutó el proyecto, solo se recolectará datos informativos en un pequeño plazo de tiempo en campo.

Según Concha “Se aplica sin tocar ninguna de las variables de investigación, este se basa en la observación directa de la problemática, (fenómenos), detallando de la mejor manera como se encuentran en su estado natural para analizarlos y encontrarles solución.”



Leyenda de diseño

M₁: Estructuras hidráulicas.

X₁: Defensa ribereña

O₁: Resultados.

Y₁: diseño de las defensas ribereñas

Población

La población de interés para esta investigación se encuentra conformada por las defensas ribereñas existentes en el recreo campestre los Sauces Pongora del centro poblado de Muyurina.

Al considerar la población de las defensas ribereñas en el departamento de Ayacucho, se abre la posibilidad de analizar diferentes aspectos relacionados con su diseño, construcción, mantenimiento y eficacia en la protección de las áreas circundantes. Esta población puede incluir una variedad de estructuras, como muros de contención, gaviones, enrocados, entre otros ubicados a lo largo de los ríos y afluentes de la región.

3.1.1. Muestra

La selección de la muestra para esta investigación se enfoca en las zonas cercanas al recreo campestre los Sauces Pongora del centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. La elección de esta muestra no se realizó de manera aleatoria, sino que fue determinada según el criterio del investigador.

“La muestra es un subconjunto de una población que será investigada, determinando en sí, que es la parte representativa de una población” (4)

3.3. Variables, definición y operacionalización

Tabla 1. Tabla de definición y operacionalización de las variables

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE MUROS DE DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL RECREO CAMPESTRE LOS SAUCES PONGORA EMPLEANDO FOTOGRAMETRÍA EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, DISTRITO DE TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO-2023

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente:		
-	Evaluación fotogramétrica de la defensa ribereña en las zonas aledañas del recreo campestre Los Sauces Pongora.	Caudal del río. - Longitud del río. - Tirante de diseño. - Espejo del río.
Evaluación del estado de funcionalidad de la defensa ribereña ubicada en la zona del recreo campestre Los Sauces Pongora.	Evaluación hidrológica del río Niño Yucaes en el centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho.	- Tipo de terreno. - Tipo de suelo. -Tipo de vegetación.
	Caracterización geomorfológica del cauce del río Niño Yucaes y terrenos aledaños al recreo campestre Los Sauces Pongora.	- Tipo de dron. -Fotos.
Variable dependiente:		- Tipo de GPS. Rango de valores.
Diseño de defensa ribereña aledaños al recreo campestre Los Sauces Pongora.	Diseño de la defensa ribereña considerando sus características, descriptivas.	- Altura de gavión

Fuente: Elaboración propia - 2023

4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el desarrollo de esta investigación, se emplearon diversas técnicas e instrumentos para la recolección de datos, con el propósito de obtener información precisa y completa sobre la zona evaluada:

- Se utilizó la técnica de evaluación visual, la cual constituye uno de los primeros pasos en el proceso de investigación. Mediante esta inspección visual, fue posible identificar y visualizar los lugares más vulnerables en la zona, lo que permitió enfocar el estudio en áreas de mayor importancia para la defensa ribereña.
- Para capturar las imágenes de la zona evaluada, se empleó una cámara fotográfica. Estas fotografías fueron una herramienta valiosa para la posterior reconstrucción en 3D y para realizar un análisis detallado de las características del terreno y la ribera del río.
- La utilización de un cuaderno para la toma de apuntes fue imprescindible durante la recolección de datos en campo. Este cuaderno permitió hacer anotaciones precisas y sistemáticas sobre los datos relevantes, garantizando una recopilación organizada de la información.
- Para medir las dimensiones de los gaviones, se empleó una wincha. Esta herramienta de medición fue crucial para obtener los datos de largo, ancho y altura necesarios para el diseño y construcción de las estructuras de defensa.
- Se recurrió a libros y manuales de referencia, lo que brindó un respaldo teórico sólido y una base de conocimientos amplia sobre los principios y las prácticas para la construcción de una defensa ribereña eficaz. La consulta de fuentes especializadas permitió tener en cuenta las mejores prácticas en este tipo de proyectos.
- La recolección de datos topográficos se realizó con equipos especializados, como una estación total y un GPS diferencial. Estos equipos fueron utilizados para tomar puntos de control con alta precisión, lo que fue esencial para obtener datos exactos sobre la topografía de la zona.
- Uno de los equipos principales utilizados en esta investigación fue un dron.

Este dispositivo fue fundamental para la obtención de imágenes aéreas de alta resolución, las cuales fueron clave para realizar la reconstrucción en 3D y obtener una visión más completa y detallada de la zona evaluada.

En este trabajo de investigación se emplearon diversas técnicas e instrumentos que permitieron obtener datos precisos y detallados sobre la zona de estudio. La combinación de evaluación visual, fotografías, herramientas de medición, referencias bibliográficas y equipos topográficos, junto con la incorporación del drone para la captura de imágenes, fue fundamental para desarrollar un estudio completo y bien fundamentado para el diseño y construcción de una defensa ribereña efectiva.

Plan de análisis.

El análisis de todos los datos recopilados en el campo se llevará a cabo mediante el uso de técnicas estadísticas descriptivas, lo que nos permitirá obtener resultados coherentes y representativos de lo evaluado en la zona de estudio. Los siguientes pasos fueron seguidos durante este proceso:

- En primer lugar, se realizó una inspección visual para seleccionar la muestra adecuada, eligiendo una de las zonas más vulnerables para su posterior análisis. Esta selección garantiza que los datos obtenidos sean representativos y relevantes para el propósito de la investigación.
- Luego, se procedió a elaborar un plan de vuelo apropiado para la toma de imágenes con el dron. La planificación meticulosa del vuelo permitió capturar imágenes detalladas y bien distribuidas de la zona evaluada, lo que resulta esencial para obtener una reconstrucción en 3D precisa y completa.
- Posteriormente, se llevó a cabo la toma de imágenes en campo, con un cuidadoso porcentaje de traslape entre cada fotografía. Este traslape es un factor crítico para asegurar resultados de alta calidad en la posterior fase de procesamiento de las imágenes.
- Una vez concluida la etapa de campo, se procedió al trabajo en gabinete. Esto

Implicó la descarga de las imágenes adquiridas con el dron y su posterior procesamiento en una computadora. La reunión de estas imágenes en una sola, así como la generación de diversos modelos, como las curvas de nivel y la reconstrucción 3D, fue un paso crucial en el análisis y comprensión de la topografía y características de la zona evaluada.

- Tras completar todas las etapas de evaluación y procesamiento de datos, se procedió a realizar el análisis de resultados. Este análisis permitió extraer conclusiones significativas y relevantes en relación a los objetivos del estudio.

el análisis de datos recolectados en campo fue llevado a cabo siguiendo una serie de pasos cuidadosamente planificados. Desde la inspección visual y la planificación del vuelo con el dron hasta la generación de modelos y la realización del análisis estadístico, cada una fue esencial para obtener resultados precisos y significativos. Los hallazgos y conclusiones obtenidos en este análisis serán fundamentales para proponer medidas de defensa ribereña efectivas y mitigar los riesgos de desbordamiento del río en la zona evaluada.

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE MUROS DE DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL RECREO CAMPESTRE LOS SAUCES PONGORA EMPLEANDO FOTOGRAMETRÍA EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, DISTRITO DE TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO-2023

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente:		
Evaluación del estado de funcionalidad de la defensa ribereña ubicada en la zona del recreo campestre Los Sauces Pongora.	Evaluación fotogramétrica de la defensa ribereña en las zonas aledañas del recreo campestre Los Sauces Pongora.	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal del río. - Longitud del río. - Tirante de diseño. - Espejo del río. - Tipo de terreno. - Tipo de suelo. - Tipo de vegetación.
Evaluación de defensa ribereña aledaños al recreo campestre Los Sauces Pongora.	Evaluación hidrológica del río Niño Yucaes en el centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho.	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de dron. - Fotos. - Tipo de GPS.
Variable dependiente:		
Diseño de defensa ribereña considerando sus características, descriptivas.	Diseño de la defensa ribereña considerando sus características, descriptivas.	Rango de valores.
Diseño de defensa ribereña considerando sus características, descriptivas.	Diseño de la defensa ribereña considerando sus características, descriptivas.	<ul style="list-style-type: none"> - Altura de gavión.

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.

Fuente: Fuente propia.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

En el desarrollo de esta investigación, se emplearon diversas técnicas e instrumentos para la recolección de datos, con el propósito de obtener información precisa y completa sobre la zona evaluada:

- Se utilizó la técnica de evaluación visual, la cual constituye uno de los primeros pasos en el proceso de investigación. Mediante esta inspección visual, fue posible identificar y visualizar los lugares más vulnerables en la zona, lo que permitió enfocar el estudio en áreas de mayor importancia para la defensa ribereña.
- Para capturar las imágenes de la zona evaluada, se empleó una cámara fotográfica. Estas fotografías fueron una herramienta valiosa para la posterior reconstrucción en 3D y para realizar un análisis detallado de las características del terreno y la ribera del río.
- La utilización de un cuaderno para la toma de apuntes fue imprescindible durante la recolección de datos en campo. Este cuaderno permitió hacer anotaciones precisas y sistemáticas sobre los datos relevantes, garantizando una recopilación organizada de la información.
- Para medir las dimensiones de los gaviones, se empleó una wincha. Esta herramienta de medición fue crucial para obtener los datos de largo, ancho y altura necesarios para el diseño y construcción de las estructuras de defensa.
- Se recurrió a libros y manuales de referencia, lo que brindó un respaldo teórico sólido y una base de conocimientos amplia sobre los principios y las prácticas para la construcción de una defensa ribereña eficaz. La consulta de fuentes especializadas permitió tener en cuenta las mejores prácticas en este tipo de proyectos.

- La recolección de datos topográficos se realizó con equipos especializados, como una estación total y un GPS diferencial. Estos equipos fueron utilizados para tomar puntos de control con alta precisión, lo que fue esencial para obtener datos exactos sobre la topografía de la zona.
- Uno de los equipos principales utilizados en esta investigación fue un dron. Este dispositivo fue fundamental para la obtención de imágenes aéreas de alta resolución, las cuales fueron clave para realizar la reconstrucción en 3D y obtener una visión más completa y detallada de la zona evaluada.

En este trabajo de investigación se emplearon diversas técnicas e instrumentos que permitieron obtener datos precisos y detallados sobre la zona de estudio. La combinación de evaluación visual, fotografías, herramientas de medición, referencias bibliográficas y equipos topográficos, junto con la incorporación del dron para la captura de imágenes, fue fundamental para desarrollar un estudio completo y bien fundamentado para el diseño y construcción de una defensa ribereña efectiva.

7.7. Plan de análisis.

El análisis de todos los datos recopilados en el campo se llevará a cabo mediante el uso de técnicas estadísticas descriptivas, lo que nos permitirá obtener resultados coherentes y representativos de lo evaluado en la zona de estudio. Los siguientes pasos fueron seguidos durante este proceso:

- En primer lugar, se realizó una inspección visual para seleccionar la muestra adecuada, eligiendo una de las zonas más vulnerables para su posterior análisis. Esta selección garantiza que los datos obtenidos sean representativos y relevantes para el propósito de la investigación.
- Luego, se procedió a elaborar un plan de vuelo apropiado para la toma de imágenes con el dron. La planificación meticulosa del vuelo permitió capturar

imágenes detalladas y bien distribuidas de la zona evaluada, lo que resulta esencial para obtener una reconstrucción en 3D precisa y completa.

- Posteriormente, se llevó a cabo la toma de imágenes en campo, con un cuidadoso porcentaje de traslape entre cada fotografía. Este traslape es un factor crítico para asegurar resultados de alta calidad en la posterior fase de procesamiento de las imágenes.
- Una vez concluida la etapa de campo, se procedió al trabajo en gabinete. Esto implicó la descarga de las imágenes adquiridas con el dron y su posterior procesamiento en una computadora. La reunión de estas imágenes en una sola, así como la generación de diversos modelos, como las curvas de nivel y la reconstrucción 3D, fue un paso crucial en el análisis y comprensión de la topografía y características de la zona evaluada.
- Tras completar todas las etapas de evaluación y procesamiento de datos, se procedió a realizar el análisis de resultados. Este análisis permitió extraer conclusiones significativas y relevantes en relación a los objetivos del estudio.

el análisis de los datos recolectados en campo fue llevado a cabo siguiendo una serie de pasos cuidadosamente planificados. Desde la inspección visual y la planificación del vuelo con el dron hasta la generación de modelos y la realización del análisis estadístico, cada paso fue esencial para obtener resultados precisos y significativos. Los hallazgos y conclusiones obtenidos en este análisis serán fundamentales para proponer medidas de defensa ribereña efectivas y mitigar los riesgos de desbordamiento del río en la zona evaluada.

4.7 Matriz de consistencia.

Ver la Tabla 4.2.

<p align="center">“EVALUACIÓN Y DISEÑO DE MUROS DE DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL RECREO CAMPESTRE LOS SAUCES PONGORA EMPLEANDO FOTOGRAMETRÍA EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, DISTRITO DE TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO-2023”</p>				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>¿En que estado se encontrara la defensa ribereña aledaña al recreo campestre Los Sauces Pongora, del distrito de Tambillo de la provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Determinar el estado de conservación de la defensa ribereña aledaña al recreo campestre Los Sauces Pongora, que pertenece al distrito de Tambillo, departamento de Ayacucho”.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>1. Determinar la altura de la defensa ribereña en las zonas aledañas del recreo campestre Los Sauces Pongora, que pertenece al distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.</p> <p>2. Determinar los factores de riesgo que ingrementa la posibilidad de desborde del río Niño Yucaes en las inmediaciones del recreo campestre Los Sauces Pongora, que pertenece al distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.</p>	<p>La investigación primordialmente se justifica por la motivación de prevenir futuros desastres, naturales causados por el desborde de los ríos, se pone primordial interes en las zonas donde existe población ya que es donde ocurriría más perdidas en caso sucedieran desastres.</p>	<p>1. En la investigación realizada no se ha formulado la hipótesis</p>	<p>Tipo: Descriptivo, de tipo exploratorio.</p> <p>Nivel: Aplicada</p> <p>Diseño: No experimental</p> <p>Universo y muestra:</p> <p>La población objetiva será las defensas ribereñas en zonas rurales, de las cuales se selecciona las inmediaciones del recreo campestre Los Sauces Pongora, del Centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho”.</p>

4.8 Principios éticos.

A. Ética en la recolección de datos.

Es de suma importancia asumir una elevada responsabilidad y mantener un compromiso inquebrantable con la verdad durante la recolección de datos en el campo para esta investigación. Cada detalle capturado debe ser un reflejo fiel de la realidad, sin distorsiones ni omisiones, porque solo así podemos garantizar la integridad y la confiabilidad del estudio.

Al seguir este enfoque riguroso, podemos asegurar que los análisis derivados de estos datos serán genuinos y precisos. Es esencial que cada pieza de información que se utilice en estos análisis sea veraz, ya que los resultados y las conclusiones que extraigamos se basarán en ellos. De esta manera, evitamos errores y sesgos, permitiéndonos producir resultados que sean verdaderamente representativos de la situación en el terreno.

Siguiendo esta metodología cuidadosa y meticulosa, estaremos en una posición más sólida para generar resultados que sean no solo adecuados, sino también altamente pertinentes y aplicables a lo que hemos estudiado, recopilado y evaluado. Así, la calidad de nuestros hallazgos estará a la par con el esfuerzo y la dedicación que hemos invertido en la recolección de datos, lo que nos permitirá formular recomendaciones sólidas y efectivas para la mejora de las defensas ribereñas en el área de estudio.

En última instancia, la precisión en la recopilación de datos y la verdad en los análisis no solo fortalecerán la integridad de nuestra investigación, sino que también contribuirán a la seguridad y bienestar de la comunidad que se beneficiará de nuestras conclusiones. Este compromiso con la exactitud y la veracidad, por lo tanto, tiene un impacto que va más allá del alcance de nuestra investigación; tiene el potencial de afectar positivamente las vidas de las personas y el entorno natural

en el área de estudio.

B. Ética para el inicio de la evaluación.

Es de vital importancia llevar a cabo un exhaustivo y meticuloso chequeo de los materiales y equipos que utilizaremos para nuestra evaluación visual en el campo antes de proceder a la recolección de datos. Este proceso no solo implica la revisión física de los equipos, sino también asegurarnos de que estén en perfecto estado de funcionamiento y sean adecuados para el propósito de la investigación. De esta manera, evitaremos contratiempos innecesarios y aseguraremos que nuestras observaciones sean precisas y válidas.

Además, debemos proceder de manera responsable y ética, asegurando que se hayan obtenido todos los permisos necesarios antes de visitar el sitio de estudio. Esto implica comunicarnos de forma clara y concisa con las autoridades relevantes y con las partes interesadas, explicándoles los objetivos y la justificación de nuestra investigación. Al hacerlo, no solo estamos cumpliendo con las normativas, sino que también estamos fomentando una relación de transparencia y colaboración con aquellos que podrían estar directamente afectados por nuestros estudios.

Explicar nuestras metas y la razón detrás de nuestra investigación nos permite compartir la relevancia y el valor de nuestro trabajo, ayudando a obtener el apoyo necesario para su realización. Este es un paso crucial para asegurar la aprobación para la ejecución del proyecto de investigación.

En resumen, una preparación cuidadosa, la adhesión a la ética de la investigación y una comunicación clara y abierta son esenciales para llevar a cabo una investigación exitosa y significativa. Al seguir estas pautas, nos aseguramos de que nuestra investigación sea realizada de manera eficiente, efectiva y respetuosa, y que los resultados obtenidos sean verdaderamente útiles y aplicables para mejorar la defensa ribereña en el área estudiada.

C. Ética en la solución de resultados.

La integridad y la honestidad son fundamentales en el proceso de interpretación y reporte de los resultados. A la hora de analizar las evaluaciones de las muestras recolectadas, es imprescindible garantizar la veracidad de los datos, incluyendo la precisión de las áreas obtenidas y la naturaleza de los daños detectados. Esto significa que los resultados deben reflejar fielmente las condiciones observadas en el terreno y no deben ser alterados ni distorsionados para ajustarse a ciertas expectativas o hipótesis.

El papel del evaluador es crucial en este proceso, por lo que su criterio debe ser riguroso y transparente. Se debe prestar especial atención a asegurar que los cálculos y evaluaciones efectuadas estén en concordancia con las condiciones reales observadas en la zona estudiada. Esta revisión crítica permite validar la precisión y fiabilidad de los resultados, y garantiza que las conclusiones sean respaldadas por evidencia sólida y empírica.

Además, el evaluador debe estar dispuesto a aceptar y reportar hallazgos inesperados o resultados que contradigan las suposiciones iniciales. La capacidad de mantener la objetividad y la neutralidad, incluso cuando los resultados desafían nuestras expectativas, es esencial para la integridad de la investigación.

Finalmente, la ética en la solución de resultados también implica una comunicación clara y transparente de los hallazgos. Los resultados deben ser presentados de manera que sean fácilmente comprensibles para todos los interesados, incluyendo a aquellos que no están familiarizados con la metodología o el lenguaje técnico del estudio. Al hacer esto, promovemos la transparencia, la rendición de cuentas y el diálogo abierto, lo cual contribuye a la confiabilidad y el impacto a largo plazo de la investigación.

D. Ética para la solución de análisis.

La ética en la realización del análisis es de suma importancia para garantizar la integridad y la relevancia del estudio. Se trata de abordar las cuestiones que

han afectado los elementos bajo evaluación de manera justa y completa. Al identificar los daños y problemas que han impactado el área de estudio, debemos ser meticulosos y considerar cada aspecto que podría haber influido en su estado actual.

Además, en el análisis es fundamental considerar y prever el futuro de la zona afectada. Esto implica no solo examinar lo que ha ocurrido, sino también anticipar las consecuencias y cómo se puede proceder a la rehabilitación del área dañada. Al proyectarnos hacia el futuro de la zona en cuestión, podemos abordar la tarea de rehabilitación con una visión clara y bien fundamentada.

Este enfoque ético para la solución de análisis también implica que debemos ser conscientes de las partes interesadas involucradas. Tanto la comunidad local como el medio ambiente pueden verse afectados por nuestras acciones y decisiones. Por lo tanto, al planificar la rehabilitación, debemos equilibrar las necesidades humanas con el cuidado y la preservación del medio ambiente.

En definitiva, la ética en la solución de análisis requiere una consideración detallada y justa de los problemas presentes, una visión proyectada hacia el futuro de la zona afectada, y un respeto constante por las partes interesadas y el medio ambiente. A través de este enfoque, podemos asegurar que nuestras acciones y decisiones estén en armonía con las necesidades tanto de las personas como del ecosistema en el que se inserta el proyecto.

V. RESULTADOS.

5.1 Evaluación de la estructura hidráulica.

Para realizar una evaluación completa del estado de la defensa ribereña cercana al recreo campestre Los Sauces Pongora, se consideraron diversos aspectos clave. Se emplearon técnicas de análisis fotogramétrico para obtener una visión detallada de la zona, lo que permitió visualizar el área desde diferentes ángulos y obtener imágenes de alta resolución para su posterior procesamiento.

Además, se realizó un análisis minucioso del suelo y la vegetación presentes en el área de estudio. Esta evaluación fue de gran importancia para comprender la resistencia y estabilidad del terreno, así como identificar posibles factores que puedan afectar la integridad de la defensa ribereña, como la presencia de raíces o la calidad del suelo.

Otro aspecto esencial fue la medición de propiedades relevantes del río, como el caudal, la velocidad del agua y la altura del nivel freático. Estos datos hidrológicos fueron cruciales para comprender el comportamiento hidráulico del río y determinar la altura adecuada de los gaviones, que son estructuras clave para proteger las ribereñas y evitar la erosión.

Gracias a la recopilación detallada de todos estos detalles y datos, fue posible proponer una altura óptima para los gaviones que se utilizarán en la defensa ribereña. Los gaviones, al ser rellenos de material pétreo y colocados estratégicamente, ofrecen una protección eficaz contra las fuerzas del agua y contribuyen a la estabilización de la ribera.

La propuesta de altura para los gaviones se basó en un análisis integral de las condiciones del terreno, la vegetación y el comportamiento hidráulico del río. De esta manera, se pudo diseñar una defensa ribereña efectiva y adecuada a las necesidades específicas de la zona cercana al recreo campestre Los Sauces Pongora.

Este enfoque holístico y detallado en la evaluación y propuesta de la defensa ribereña asegura que se tomen en cuenta todas las variables relevantes y se logre una solución sólida y duradera para proteger la zona de posibles desbordamientos y daños causados por el río.

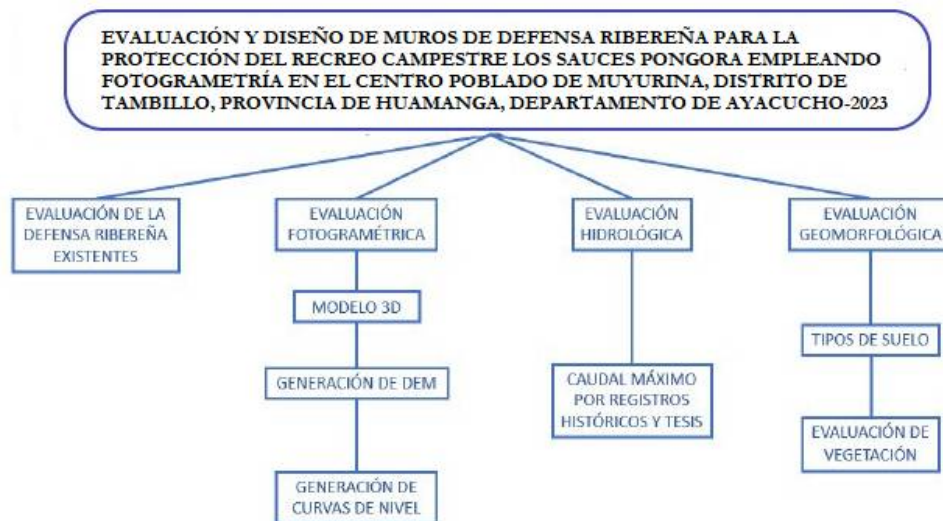


Figura 5.1: Diagrama del proceso de la investigación para el recreo campestre Los Sauces Pongora.
Fuente: "Elaboración propia".

5.1.1 Evaluación de defensa ribereña existente.

Una vez que se llevó a cabo una cuidadosa selección del lugar de evaluación, considerando su vulnerabilidad a los desbordes, se iniciaron una serie de actividades en el campo. El lugar elegido fue específicamente seleccionado debido a su mayor susceptibilidad a sufrir afectaciones en caso de desbordamientos.

El primer paso consistió en realizar una minuciosa evaluación de las defensas ribereñas ya existentes en la zona cercana al recreo campestre Los Sauces Pongora. Para ello, se llevaron a cabo mediciones precisas de la altura y el ancho de estas

estructuras defensivas, poniendo especial atención en las áreas más afectadas o con mayor probabilidad de ser impactadas en el futuro.

Estos datos adquiridos resultan de vital importancia para comprender el estado actual de las defensas ribereñas y determinar su capacidad para resistir las fuerzas del agua. Conociendo la altura y el ancho de estas estructuras, se puede evaluar su eficacia y determinar si es necesario llevar a cabo mejoras o implementar medidas adicionales para fortalecer su resistencia.

Además de las mediciones de las dimensiones de las defensas existentes, se realizaron inspecciones visuales detalladas para identificar posibles puntos de debilidad o daños en la estructura. También se tuvo en cuenta la presencia de vegetación y la cobertura del suelo en la zona, dado que estos elementos desempeñan un papel crucial en la protección contra la erosión y los deslizamientos ribereños.

La recopilación de toda esta información en el campo proporciona una base sólida para llevar a cabo una evaluación completa y precisa del estado de las defensas ribereñas. Los datos obtenidos permiten identificar áreas que requieren una atención especial, lo que a su vez facilita la propuesta de medidas de mitigación y mejora de las defensas existentes. Con estas acciones, se busca fortalecer la capacidad de la zona para enfrentar posibles desbordamientos y garantizar una mayor seguridad para el recreo campestre Los Sauces Pongora y sus alrededores.



Figura 5.2: Vista del río Niño Yucaes en el recreo Campestre Los Sauces Pongora.
Fuente: "Elaboración propia".



Figura 5.3: Vista Aerea del río Niño Yucaes en el recreo Campestre Los Sauces Pongora.
Fuente: "Elaboración propia".

Altura y ancho de gaviones de dos niveles.

Los gaviones evaluados estaban divididos en dos partes. Los primeros que ya existían tuvieron en total 2.20 metros de altura y un ancho de 0.95 metros respectivamente. Los últimos que están en construcción tienen son muros de contrafuerte debido al fuerte impacto del río que tenían 3.10 metros de altura y un largo de 11.80 metros



Figura 5.4: Muros de concreto para protección por inundación.

Fuente: “Elaboración propia”.



Figura 5.5: “Gaviones existentes”.

Fuente: “Elaboración propia”.

5.1.2 Evaluación fotogramétrica.

En esta fase del proyecto, se procedió a realizar una captura meticulosa de imágenes mediante el empleo de un dron. Gracias a esta tecnología avanzada, se logró llevar a cabo un levantamiento fotográfico completo y detallado de la zona de interés. Durante esta tarea, se puso un énfasis especial en la calidad de las fotografías adquiridas, asegurándose de obtener imágenes claras y nítidas que proporcionaran información precisa sobre el terreno.

Además de la calidad de las imágenes, se reconoció la importancia crítica de establecer un óptimo porcentaje de traslape entre cada una de las fotografías capturadas. El traslape, que se refiere a la superposición de áreas en imágenes adyacentes, resulta esencial para fusionar posteriormente las imágenes en un modelo tridimensional o para aplicar técnicas de análisis fotogramétrico. Un traslape adecuado asegura una mayor precisión en la reconstrucción del terreno y en la generación de modelos tridimensionales.

El uso del dron para la toma de imágenes brindó una perspectiva aérea única y una cobertura amplia de la zona evaluada. Gracias a esta tecnología, fue posible

capturar imágenes desde distintos ángulos y alturas, lo que proporcionó una visión completa y detallada del área de interés.

La toma de imágenes con el dron representó un elemento fundamental en este proyecto, permitiendo obtener una representación visual sumamente precisa del terreno estudiado. La combinación de imágenes de alta calidad y un adecuado traslape entre ellas aseguró una mayor exactitud en el análisis y la generación de resultados confiables para esta investigación.



Figura 5.6: Instrumentos utilizados para el levantamiento Fotogramétrico.

Fuente: "Elaboración propia".



Figura 5.7: Toma de datos con el dron.
Fuente: "Elaboración propia".

5.1.3 Recolección de los datos de campo y ubicación de los puntos de control:

Antes de llevar a cabo el vuelo con el dron, es esencial llevar a cabo una adecuada y oportuna colocación de los puntos de control. Estos puntos, obtenidos mediante tecnologías como el GPS diferencial o una estación total, tienen una función vital al proporcionar referencias geospaciales precisas que servirán como base para alcanzar la exactitud requerida en el trabajo. En el caso del río Niño Yucaes, la presencia de numerosos puntos de control de trabajos anteriores y obras de infraestructura y puentes desarrollados en la zona ya ha sido aprovechada para este proyecto.

La cantidad de puntos de control utilizados representa un factor clave para asegurar la precisión de los resultados obtenidos. En esta investigación específica, se seleccionaron y registraron un total de 10 puntos de control. Cuantos más puntos

de control se utilicen, mayor será la precisión del trabajo. Estos puntos estratégicos fueron distribuidos adecuadamente en la zona de interés, abarcando distintos puntos clave del terreno.

La colocación de los puntos de control se realiza de manera cuidadosa y se registran sus coordenadas con precisión. Estos puntos actúan como referencias esenciales para la posterior georreferenciación de las imágenes capturadas por el dron. Al establecer una relación precisa entre los puntos de control y las imágenes, se logra una mayor precisión en la generación de modelos tridimensionales, análisis fotogramétricos y mediciones en el terreno.

La correcta colocación de los puntos de control antes de realizar el vuelo con el dron es fundamental para garantizar la precisión y fiabilidad del trabajo. Estos puntos brindan referencias geoespaciales sólidas que constituyen la base para la obtención de resultados precisos. La utilización de 10 puntos de control en este proyecto refuerza la obtención de datos confiables y resultados más precisos en el análisis y evaluación de la zona de interés.



Figura 5.8: Puntos de control de tesis anteriores.

Fuente: "Elaboración propia".



Figura 5.9: Ubicación de los puntos de control tomados de proyectos de investigación desarrollados en Ayacucho.

Fuente: Elaboración propia”.

A continuación se muestra los 10 puntos de control tomados en campo y sus respectivas coordenadas.

PUNTOS DE CONTROL	NORTE (N)	ESTE (E)	ALTURA (Z)
1	8550198.518	587634.8714	2484.8709
2	8550204.991	587631.4577	2484.8662
3	8550103.067	587663.4752	2480.9552
4	8550044.292	587734.5627	2481.9107
5	8550022.435	587826.215	2482.6263
6	8550059.394	587927.0714	2483.1685
7	8550100.918	587987.5807	2483.2523
8	8550167.701	588080.4099	2482.9196
9	8550233.453	588181.5816	2483.7382
10	8550225.301	588329.4081	2484.8176

Tabla 5.1: Puntos de control.

Fuente: Fuente propia.

5.1.3.1 Calibración y ubicación de la cámara:

Para realizar la calibración del sistema de captura de imágenes, se empleó un patrón de calibración 2D, el cual fue fotografiado desde ocho puntos distintos, cada uno representando una vista única del patrón. La finalidad de esta calibración fue corregir posibles distorsiones presentes en las imágenes capturadas por el sistema de adquisición de datos.

En este proceso, se utilizó el modelo de distorsión gaussiano, que se emplea de manera efectiva para describir las distorsiones que pueden estar presentes en las imágenes. Para llevar a cabo la calibración, se tomaron como punto de partida parámetros aproximados de la focal que ya estaban incluidos en el software utilizado para el análisis. Además, se tomó una fotografía del patrón de calibración a una distancia conocida, lo que permitió obtener una aproximación de la posición del punto principal.

El patrón de calibración 2D es una herramienta esencial en el proceso de calibración de cámaras, ya que proporciona puntos de referencia precisos que permiten corregir las distorsiones inherentes a los sistemas ópticos. Al capturar el patrón desde diferentes vistas y ángulos, se obtienen datos variados que facilitan la calibración y ajuste de los parámetros de la cámara.

Es importante destacar que una calibración adecuada de la cámara resulta crucial para asegurar la precisión y la exactitud en el procesamiento de las imágenes capturadas. Al eliminar las distorsiones, se garantiza que las mediciones y análisis posteriores se realicen con alta fiabilidad y consistencia.

la calibración de la cámara utilizada en el proyecto se llevó a cabo mediante el uso de un patrón de calibración 2D y el modelo de distorsión gaussiano. Esta calibración permitió corregir las distorsiones presentes en las imágenes, lo que contribuyó a obtener resultados más precisos en el análisis y procesamiento de los datos capturados. La calibración es un paso esencial para garantizar la calidad y fiabilidad de los resultados obtenidos en el estudio.

5.1.3.2 Nube de puntos esparcida:

El proceso descrito en este proyecto se llevó a cabo mediante el uso del software Agisoft, que desplegó los algoritmos Structure from Motion (SfM) y Dense Multiview Stereo (DMVS) para generar un detallado modelo tridimensional a partir de las imágenes capturadas en campo.

El algoritmo Structure from Motion desempeñó un papel crucial en la reconstrucción de la estructura 3D a partir de la secuencia de imágenes 2D. Mediante el análisis de las características visuales y la geometría de las imágenes, el algoritmo pudo estimar la posición y orientación de la cámara en cada toma. Posteriormente, el algoritmo Dense Multiview Stereo empleó estas estimaciones para generar un modelo tridimensional más denso y preciso, añadiendo detalles adicionales a la reconstrucción.

Una vez que se completó la generación del modelo tridimensional, se procedió a fusionar todas las imágenes capturadas en campo para obtener una amplia y completa imagen panorámica del área de estudio. Esta imagen compuesta es el resultado de unir y superponer todas las imágenes individuales, proporcionando una vista detallada y holística de la zona evaluada.

Para asegurar la calidad de la imagen generada y eliminar posibles ruidos y artefactos, se realizó un proceso de limpieza. La eliminación de ruidos es de vital importancia para obtener una imagen clara y libre de interferencias, lo que contribuye a una mejor interpretación y análisis de los datos recopilados.

La utilización del programa Agisoft junto con los algoritmos Structure from Motion y Dense Multiview Stereo permitió generar un modelo tridimensional preciso y detallado a partir de las imágenes capturadas en campo. La fusión de las imágenes y el proceso de limpieza contribuyeron a obtener una imagen completa y libre de ruidos, asegurando la calidad de los datos utilizados en el análisis posterior. Este proceso de fotogrametría resultó esencial para obtener una representación visual precisa del terreno, proporcionando una base sólida para el estudio y la toma de decisiones en el proyecto.

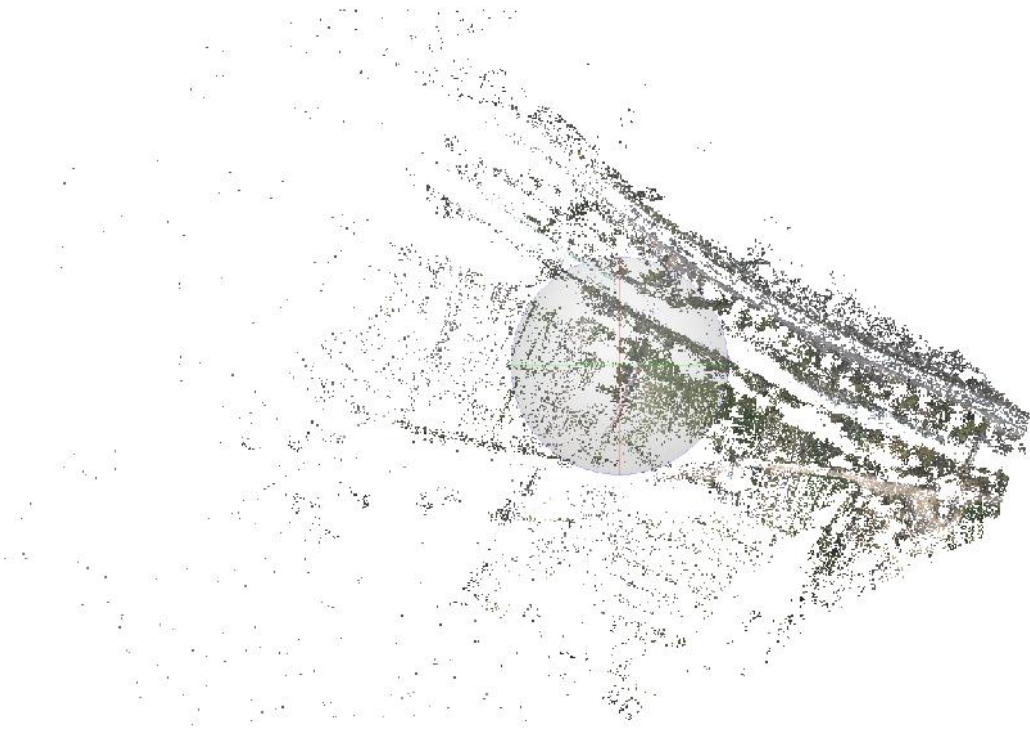


Figura 5.10: “Nube de puntos dispersa”.

Fuente: “Elaboración propia”.

5.1.3.3 Nube de puntos densa:

Una vez completada la fase de generación de la nube de puntos dispersa, se procede a crear la nube de puntos densa, una etapa fundamental en el análisis de los datos capturados en el terreno. En este proceso, se utilizó un enfoque con umbral medio en lugar de uno alto, debido al extenso tiempo de cálculo que implicaría este último. La selección de un umbral medio permitió obtener resultados de manera más eficiente, sin sacrificar la calidad del trabajo.

El procedimiento para la generación de la nube de puntos densa implica la conexión de líneas entre dos puntos previamente obtenidos en la nube dispersa y la posterior adición de puntos adicionales que se encuentren a la misma altura. Este proceso se repite para diferentes áreas de la nube de puntos dispersa, lo que aumenta progresivamente la densidad de puntos y mejora la representación del terreno con un nivel mayor de detalle.

Es importante tener en cuenta que la generación de la nube de puntos densa

puede requerir una cantidad significativa de recursos computacionales y tiempo para completarse. En este caso particular, el proceso tomó aproximadamente 2 horas. Sin embargo, el resultado final justifica el esfuerzo, ya que proporciona una representación más completa y precisa del entorno estudiado.

La generación de la nube de puntos densa tiene un papel crucial en el análisis de datos capturados mediante fotogrametría. Al aumentar la densidad de puntos, se logra una mayor resolución y se pueden identificar con mayor facilidad características y detalles importantes del terreno. Esto permite realizar mediciones y análisis más precisos, lo que resulta invaluable en aplicaciones como el estudio de la topografía, la geomorfología y la planificación de proyectos de ingeniería y construcción.

La generación de la nube de puntos densa, utilizando un enfoque con umbral medio, es una etapa esencial en la fotogrametría. Aunque puede requerir un tiempo significativo, el resultado obtenido es una representación más detallada y precisa del terreno, lo que facilita un análisis más profundo y preciso para diversas aplicaciones. La densidad mejorada de puntos en la nube proporciona una mayor resolución y permite identificar características clave, lo que resulta en una herramienta valiosa para la toma de decisiones informadas en diversos campos de estudio y proyectos.

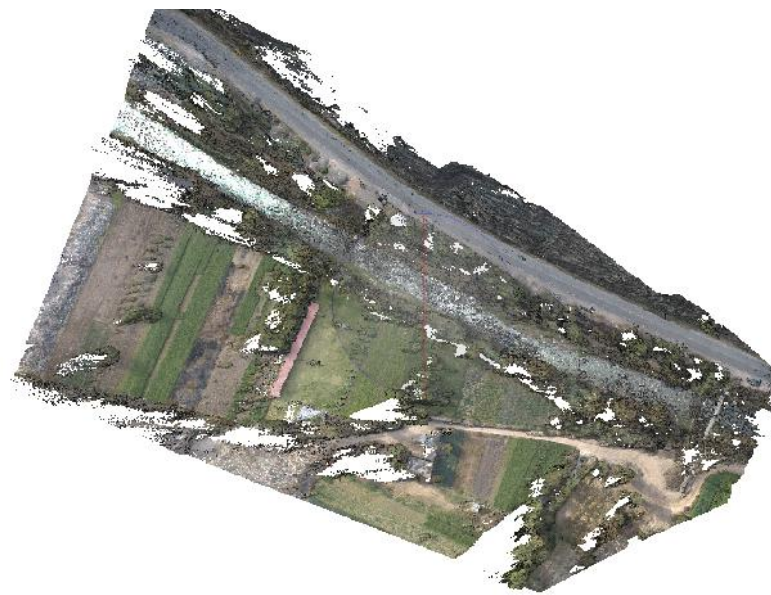


Figura 5.11: “Modelo de nube de puntos denso en planta”.

Fuente: “Elaboración propia”.

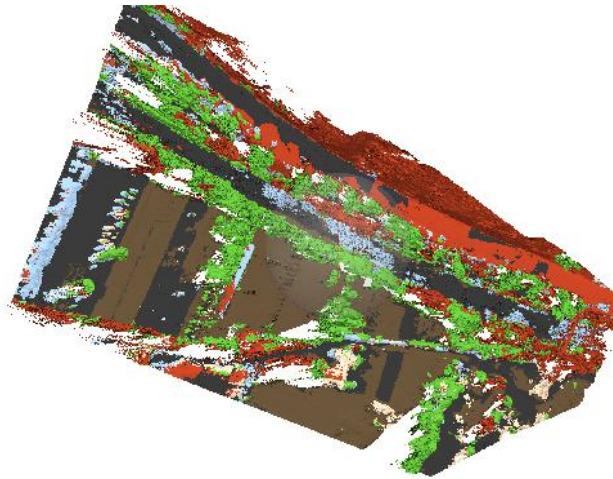


Figura 5.12: “Clasificación del Modelo de nube de puntos denso”.

Fuente: “Elaboración propia”.

5.1.3.4 Modelo tridimensional de mallas:

Una vez obtenido el modelo denso de la nube de puntos, se procede a realizar la triangulación, un paso esencial en el proceso de fotogrametría. Al igual que en la etapa anterior, se optó por trabajar con un umbral medio para lograr un equilibrio entre la precisión y el tiempo de procesamiento, asegurando resultados óptimos sin comprometer la eficiencia del trabajo.

El proceso de triangulación implica la interconexión de los puntos vecinos mediante la formación de triángulos, creando así una malla tridimensional que representa con mayor detalle la superficie del terreno. Esta malla tridimensional proporciona una representación más estructurada y precisa de los datos obtenidos en el campo, permitiendo visualizar de manera efectiva la topografía y las características del terreno estudiado.

Es relevante destacar que el proceso de triangulación puede ser intensivo en términos computacionales y, por lo tanto, requerir un tiempo significativo de procesamiento. En el caso específico de este proyecto, se estima que tomó aproximadamente una hora para completarse. A pesar de esto, la calidad del resultado obtenido justifica el tiempo invertido, ya que la malla tridimensional proporciona una base sólida para realizar mediciones precisas y análisis adicionales.

Una vez finalizado el proceso de triangulación, se obtiene una malla tridimensional detallada y estructurada que representa de manera más precisa la superficie del terreno evaluado. Esta malla es una herramienta esencial para realizar mediciones precisas, análisis de pendientes, volúmenes y otros parámetros relacionados con la topografía y la geomorfología.

La etapa de triangulación, realizada con un umbral medio, es un paso crítico en el proceso de fotogrametría. Al conectar los puntos vecinos y generar la malla tridimensional, se obtiene una representación más precisa y estructurada del terreno. Aunque requiere un tiempo considerable de procesamiento, la malla tridimensional resultante proporciona una base sólida para realizar mediciones y análisis adicionales, lo que hace que este paso sea esencial para obtener resultados confiables y precisos en estudios de topografía y geomorfología.

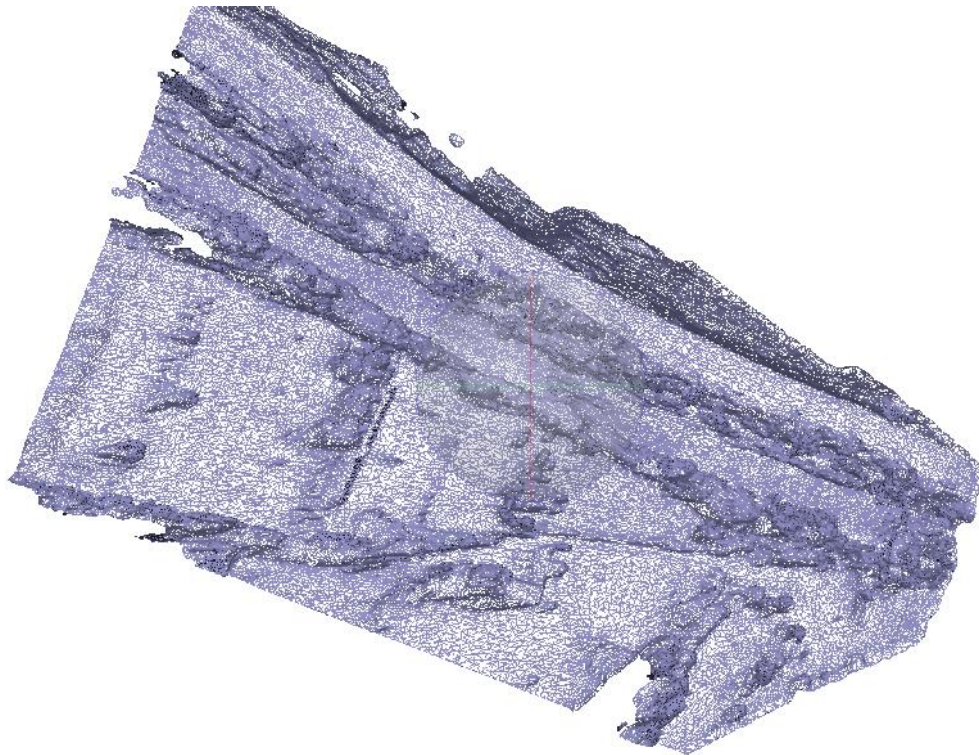


Figura 5.13: “Modelo tridimensional de mallas”.

Fuente: “Elaboración propia”.

5.1.3.5 Modelo texturado:

Una vez finalizada la etapa de triangulación, se entra en la fase de generación del modelo texturizado, un paso crucial para dotar al terreno de una apariencia más realista y detallada. En esta fase, se asignan colores o coordenadas a cada espectro de color (rojo, verde y azul) en la malla tridimensional previamente creada.

El modelo texturizado desempeña un papel fundamental al proporcionar una representación visual más vívida del terreno. Al asignar colores a cada punto de la malla, se logra una mejor comprensión de las características del terreno y se obtiene una vista más cercana a la realidad. Esto es especialmente útil en proyectos de cartografía, modelado de terrenos y análisis geomorfológicos.

Para llevar a cabo la generación del modelo texturizado, se aplican técnicas de mapeo de texturas que consisten en asignar valores de color adecuados a cada punto de la malla tridimensional. Esta información de color proviene de las imágenes capturadas durante la fase de adquisición de datos, lo que garantiza una correlación directa entre la información visual y la topografía real.

En el caso específico de este proyecto, el proceso de generación del modelo texturizado tomó aproximadamente 30 minutos. Durante este tiempo, se realizan cálculos y asignaciones de color para cada punto de la malla, creando una representación visualmente atractiva del terreno que ayuda a los investigadores y profesionales a comprender mejor las características y detalles del área de estudio.

La generación del modelo texturizado es un paso esencial en el proceso de fotogrametría. Mediante el mapeo de texturas y la asignación de colores a la malla tridimensional, se logra una representación visual más realista y detallada del terreno evaluado. Aunque el tiempo de procesamiento para esta etapa fue de aproximadamente 30 minutos, el resultado final proporciona una valiosa herramienta para análisis cartográficos y estudios geomorfológicos más precisos y comprensibles.

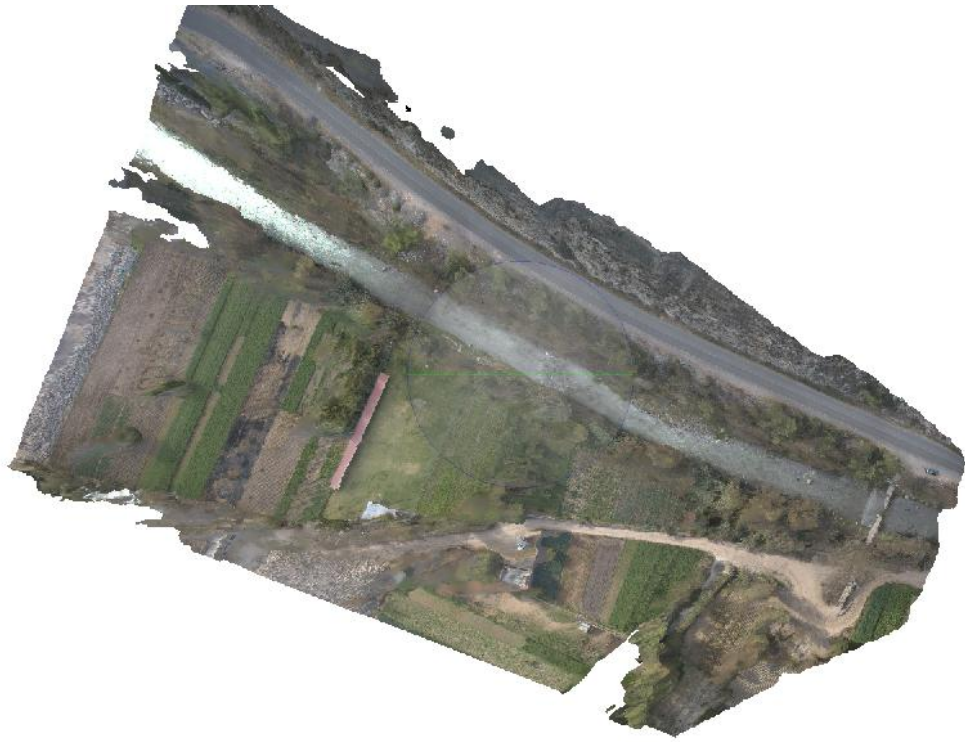


Figura 5.14: “Modelo texturado”.
Fuente: “Elaboración propia”.

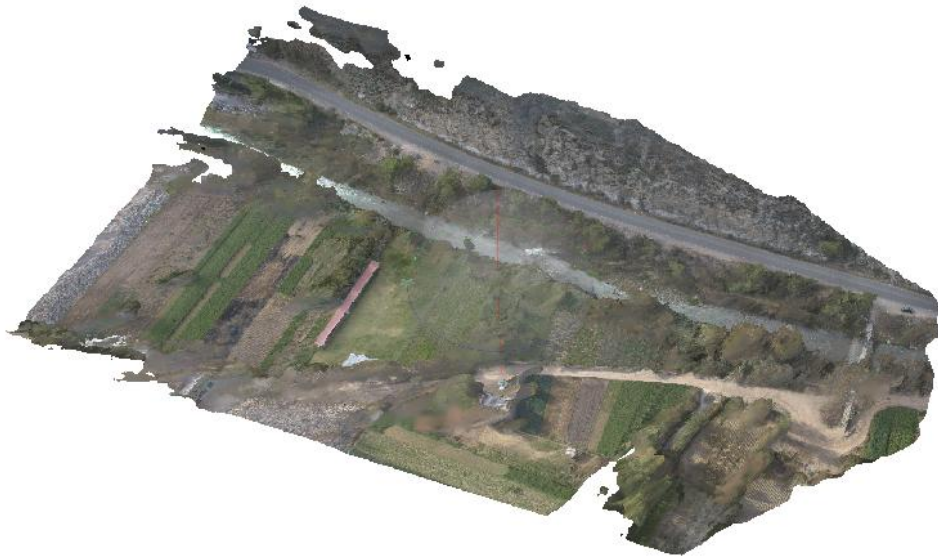


Figura 5.15: “Modelo texturado de perfil”.
Fuente: “Elaboración propia”.

5.1.3.6 Aplicaciones de las reconstrucciones 3D:

Una vez completada la etapa de generación del modelo texturizado, se prosiguió con la creación de diversos mapas esenciales para la evaluación detallada de la zona de investigación. Estos mapas incluyeron la ortofoto, el mapa de curvas de nivel, el Modelo Digital de Superficie (MDS) y el Modelo Digital del Terreno (MDT).

La ortofoto es una imagen que integra todas las características de la reconstrucción 3D obtenida mediante la fusión de todas las fotografías tomadas en el campo. Esta imagen proporciona una representación visual precisa y detallada de la zona evaluada, permitiendo observar con claridad los objetos, estructuras y el relieve del terreno. La ortofoto es especialmente valiosa para obtener una vista aérea realista y comprensiva de la superficie estudiada, lo que facilita la identificación de elementos significativos y la interpretación del entorno.

El mapa de curvas de nivel, por otro lado, consiste en polilíneas que conectan puntos del mismo nivel de elevación. Estas curvas se generan a partir de la ortofoto, utilizando la información de color y espacio de cada píxel de la imagen. Las curvas de nivel son una herramienta fundamental para entender la topografía y el relieve del terreno, lo que permite analizar la pendiente, identificar áreas planas o accidentadas y examinar las características geomorfológicas con mayor precisión.

Además, se generaron el Modelo Digital de Superficie (MDS) y el Modelo Digital del Terreno (MDT). El MDS representa tanto la elevación del terreno como las características de la superficie, incluyendo árboles, edificios y otros objetos presentes en el área. Por otro lado, el MDT muestra exclusivamente la elevación del terreno sin considerar la presencia de objetos en la superficie. Ambos modelos son valiosos para diversos análisis, como la planificación de infraestructuras, estudios hidrológicos y simulaciones de inundaciones, entre otros.

Estos mapas generados son fundamentales para el análisis y la evaluación exhaustiva de la zona estudiada. Al proporcionar información detallada sobre la topografía, las características de la superficie y la elevación del terreno, los mapas

permiten tomar decisiones informadas en diferentes áreas, como la planificación urbana, la gestión de recursos naturales y la evaluación de riesgos ambientales.

Una vez obtenido el modelo texturizado, se procedió a la creación de diversos mapas, como la ortofoto, el mapa de curvas de nivel, el MDS y el MDT. Estos mapas brindan una representación visual detallada y precisa de la zona evaluada, lo que facilita el análisis y la toma de decisiones fundamentadas en diversos campos de estudio. Su utilización es clave para obtener información relevante y fiable en proyectos de cartografía, planificación territorial y evaluación ambiental.

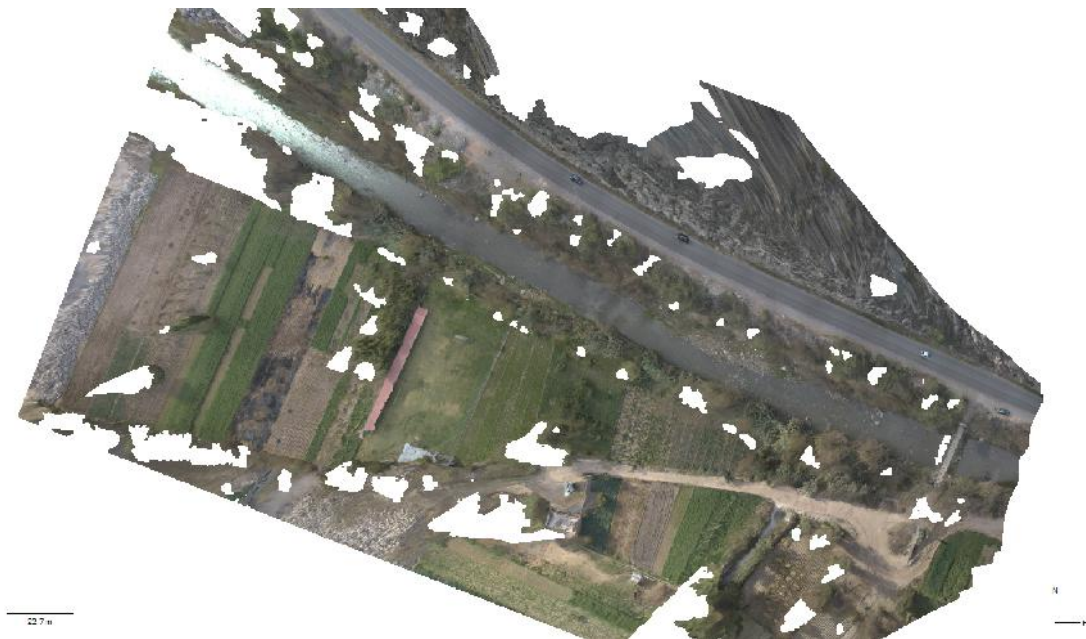


Figura 5.16: “Ortofoto de la zona evaluada”.

Fuente: “Elaboración propia”.

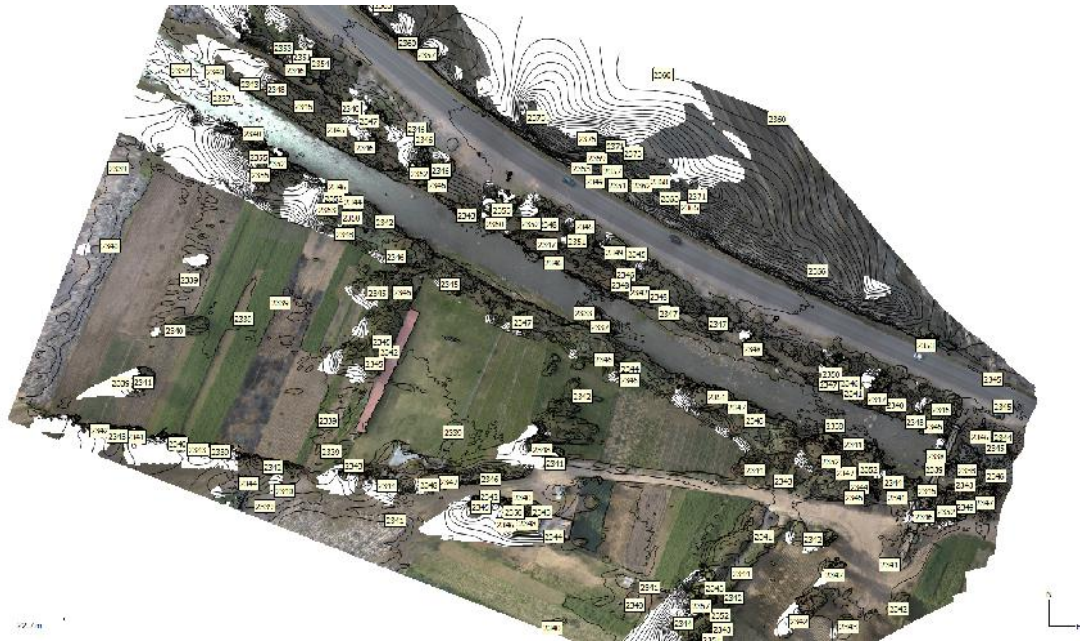


Figura 5.17: “Modelo de curvas de nivel”.
 Fuente: “Elaboración propia”.

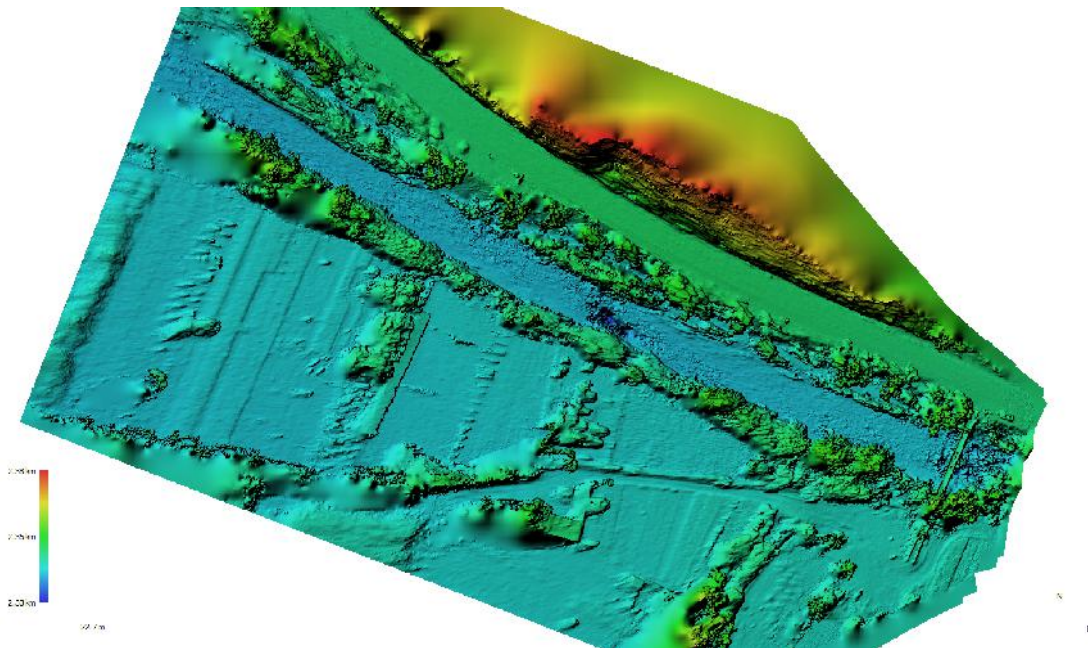


Figura 5.18: “El DEM(modelo de elevación digital)”.
 Fuente: Elaboración propia”.

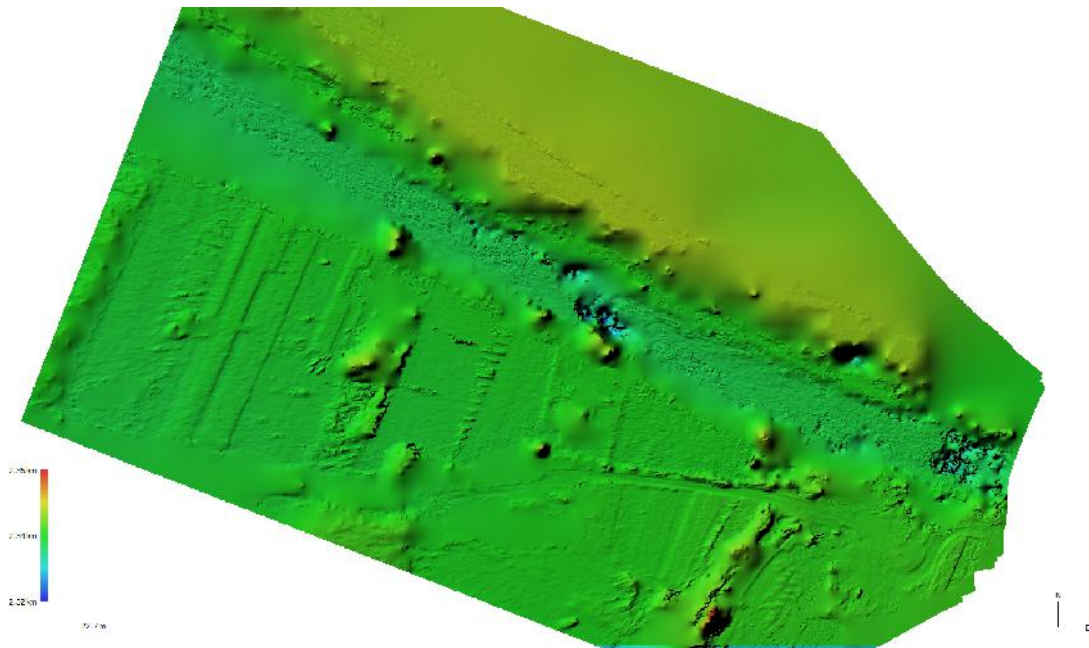


Figura 5.19: “El MDT (modelo digital del terreno)”.
Fuente: “Elaboración propia”.

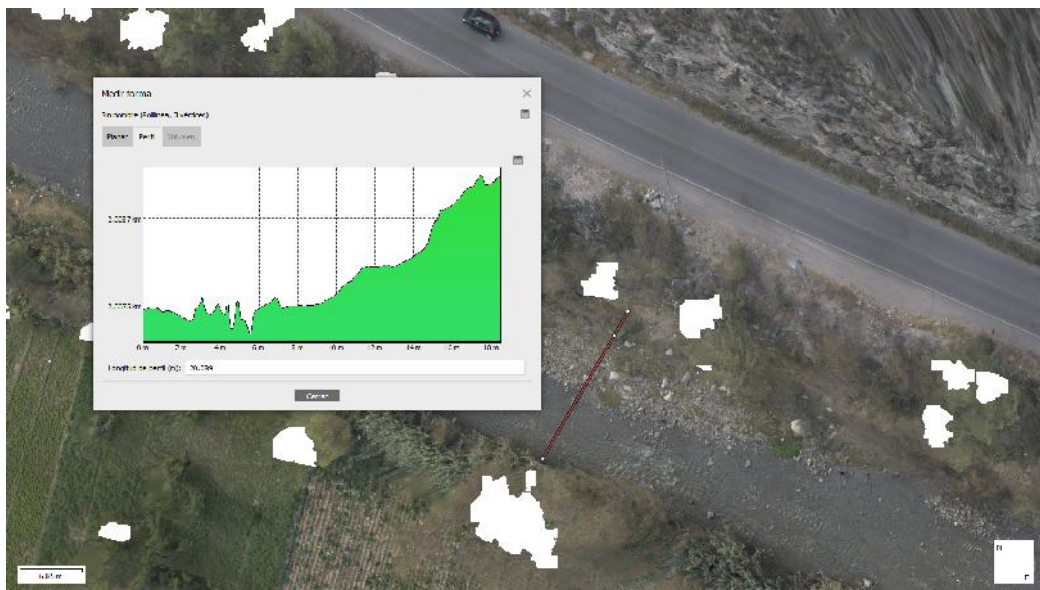


Figura 5.20: “Sección del río Niño Yucaes”.
Fuente: “Elaboración propia”.



Figura 5.21: “Sección del río Niño Yucaes”.

Fuente: “Elaboración propia”.

5.1.4 Evaluación hidrológica.

En esta etapa del proyecto, se realizó una evaluación exhaustiva de la hidrología en el río Niño Yucaes, enfocándonos especialmente en analizar y cuantificar el caudal máximo presente en este importante curso de agua. Reconocimos la importancia fundamental de comprender y medir con precisión el caudal máximo, ya que este parámetro es esencial para evaluar los riesgos asociados a posibles inundaciones y otros eventos hidrológicos extremos que puedan afectar la zona.

Para obtener datos precisos sobre el caudal máximo, implementamos rigurosas técnicas de medición y muestreo en diferentes puntos estratégicos a lo largo del río Niño Yucaes. Utilizamos equipos especializados y tecnología hidrológica avanzada para capturar información relevante, incluyendo el caudal volumétrico de agua que fluye en el río durante momentos de máxima afluencia.

Además, adoptamos un enfoque participativo y colaborativo al involucrar activamente a los pobladores locales de la zona en todo el proceso de evaluación hidrológica. Reconocimos que su conocimiento y experiencia sobre el río y su comportamiento a lo largo del tiempo serían invaluable para nuestra investigación.

Por lo tanto, llevamos a cabo encuestas y entrevistas con la comunidad local, buscando obtener una perspectiva más profunda y contextualizada sobre el comportamiento del río Niño Yucaes bajo diferentes condiciones y eventos hidrológicos.

Los pobladores, a través de sus experiencias y observaciones de generaciones pasadas, brindaron información valiosa y de primera mano sobre eventos hidrológicos previos, cambios en el caudal y patrones generales del río. Esta retroalimentación proporcionada por la comunidad enriqueció significativamente nuestros datos y análisis, aportando una dimensión más holística y completa a nuestra evaluación hidrológica.

Al combinar los datos obtenidos a través de mediciones y muestreos hidrológicos con el conocimiento local proporcionado por los pobladores, logramos obtener una evaluación integral y contextualizada de la hidrología del río Niño Yucaes. Este enfoque integrador nos permitió obtener una comprensión más completa de la dinámica fluvial y los riesgos asociados en la zona de estudio.

La evaluación hidrológica en el río Niño Yucaes se basó en un enfoque combinado de técnicas de medición y muestreo, junto con la participación activa de la comunidad local. Este enfoque nos permitió obtener datos precisos y una perspectiva más completa sobre el comportamiento del río, mejorando así nuestra comprensión de los riesgos hidrológicos en la zona evaluada. La colaboración con la comunidad resultó crucial para el éxito de nuestro análisis y enriqueció significativamente nuestros resultados finales. Esta información será de gran utilidad para la toma de decisiones informadas en la gestión de recursos hídricos y la mitigación de riesgos asociados a eventos hidrológicos extremos en el río Niño Yucaes y sus alrededores.

5.1.4.1 Cálculo de caudal máximo.

El caudal máximo de un río es un aspecto hidrológico esencial que se refiere a la máxima cantidad de agua que fluye a lo largo de su curso durante un período de tiempo determinado. Esta medida es de gran importancia en la hidrología, ya que proporciona

información clave para una variedad de cálculos y análisis relacionados con la gestión del agua y la evaluación de riesgos asociados con eventos hidrológicos extremos.

El caudal máximo del río está directamente relacionado con su capacidad de transporte de agua. Cuanto mayor sea el caudal máximo, más agua puede transportar el río en un momento dado. Esta información es crucial para evaluar la capacidad del río para hacer frente a las crecidas repentinas o eventos de inundación que puedan ocurrir en su cuenca. Además, el conocimiento del caudal máximo es fundamental para diseñar y dimensionar adecuadamente infraestructuras hidráulicas, como puentes, alcantarillas y sistemas de drenaje, garantizando su capacidad de manejar el flujo de agua durante condiciones extremas.

En la práctica, el caudal máximo se utiliza en una amplia gama de cálculos hidrológicos. Por ejemplo, es esencial en el diseño de embalses y presas, donde se necesita conocer la cantidad máxima de agua que debe almacenarse o controlarse para evitar desbordamientos y garantizar un suministro seguro y constante. También es un factor crítico en la planificación de recursos hídricos, la gestión de cuencas y la toma de decisiones relacionadas con el uso sostenible del agua.

La medición y el monitoreo constante del caudal máximo del río a lo largo del año son fundamentales para comprender su comportamiento hidrológico y tomar decisiones informadas en la gestión de recursos hídricos. Para obtener datos precisos de caudal, se utilizan estaciones de medición hidrológica ubicadas estratégicamente a lo largo del curso del río. Estas estaciones registran y analizan las variaciones en el flujo de agua, proporcionando información valiosa sobre los patrones estacionales y eventuales cambios en el caudal del río.

El caudal máximo del río es una medida crítica en hidrología que permite comprender su capacidad de transporte de agua y evaluar los riesgos asociados con inundaciones y eventos hidrológicos extremos. Su cálculo y seguimiento adecuado son fundamentales para una gestión responsable y efectiva de los recursos hídricos, garantizando la seguridad y el uso sostenible del agua en las cuencas hidrográficas.

La medición y el análisis continuo del caudal máximo son esenciales para tomar decisiones informadas y promover una planificación adecuada en la gestión de los recursos hídricos.

a) Evaluación realizada en campo.

Una de las primeras etapas de nuestra investigación en el río Niño Yucaes consistió en llevar a cabo una evaluación en campo para determinar su caudal. Para lograr esto, empleamos una técnica conocida como "el método del flotador". Esta metodología nos permitió obtener una estimación inicial del caudal del río de manera efectiva y con recursos limitados.

El método del flotador se basa en medir la sección transversal del río utilizando una cinta métrica y luego soltar un objeto flotante, en nuestro caso una botella, para observar cuánto tiempo tarda en recorrer una distancia conocida. Al registrar el tiempo que la botella flotante toma en recorrer esta distancia, podemos calcular la velocidad del flujo del agua en el río. A partir de esta velocidad y conociendo las dimensiones de la sección transversal del río, podemos estimar el caudal, que representa la cantidad de agua que fluye por unidad de tiempo.

Es importante tener en cuenta que, si bien esta técnica proporciona una estimación inicial del caudal y es especialmente útil en situaciones donde no se dispone de equipos hidrológicos más sofisticados o en áreas remotas, también tiene algunas limitaciones y posibles errores. La precisión de la medición del tiempo y la suposición de que la velocidad del flujo es uniforme en toda la sección transversal del río pueden afectar la exactitud de los resultados obtenidos.

En trabajos hidrológicos más complejos y precisos, es común utilizar dispositivos y métodos avanzados para medir el caudal, como correntómetros, estaciones de aforo o flujómetros. Estas tecnologías proporcionan datos más exactos y confiables, lo que es fundamental cuando se requiere una precisión más alta para estudios detallados o para tomar decisiones importantes relacionadas con la gestión de

recursos hídricos y la prevención de inundaciones.

Sin embargo, la técnica del flotador sigue siendo valiosa en ciertas situaciones y escenarios donde los recursos pueden ser limitados o cuando se necesita una estimación preliminar del caudal antes de implementar técnicas más avanzadas de medición hidrológica. Es una opción accesible y útil para obtener datos iniciales en proyectos de investigación y evaluación hidrológica.

La evaluación del caudal del río Niño Yucaes comenzó con el uso de la técnica del flotador en el campo. A través de esta metodología, estimamos el caudal del río a partir de la velocidad del flujo obtenida al medir el tiempo que una botella flotante tarda en recorrer una distancia conocida. Aunque es una aproximación inicial, esta metodología nos brindó datos valiosos para nuestros estudios iniciales antes de implementar técnicas más avanzadas de medición hidrológica.

Método del flotador.

El método descrito anteriormente es ampliamente empleado para calcular tanto la velocidad como el caudal del río Huatatas. Este enfoque sencillo pero efectivo requiere herramientas y equipos básicos, como una cinta métrica para medir la sección transversal del río, una botella de plástico que actuará como flotador y cronómetros para medir el tiempo que la botella tarda en recorrer una distancia específica.

El proceso comienza con la medición de la sección transversal del río utilizando la cinta métrica, lo que nos proporciona la información necesaria sobre el área de la sección. Posteriormente, dejamos caer la botella de plástico en el agua y registramos con precisión el tiempo que tarda en desplazarse de un punto a otro conocido. Este tiempo medido es esencial para calcular la velocidad del flujo del río.

Una vez obtenida la velocidad, podemos proceder a calcular el caudal del río. El caudal representa la cantidad de agua que fluye por unidad de tiempo y se obtiene multiplicando la velocidad por el área de la sección transversal previamente medida. Esta estimación inicial del caudal nos brinda una idea aproximada del flujo

de agua en el río y es especialmente útil en situaciones donde no contamos con equipos hidrológicos más sofisticados o en áreas remotas donde es complicado acceder a estaciones de medición establecidas.

Es importante destacar que la precisión de los resultados obtenidos mediante este método depende de la exactitud de las mediciones realizadas y de la suposición de que la velocidad del flujo es uniforme en toda la sección transversal del río. Para situaciones que requieran una mayor precisión, se recomienda utilizar equipos especializados, como correntómetros, que permiten mediciones más precisas y detalladas del caudal del río.

El método utilizado para calcular la velocidad y el caudal del río Huatatas involucra herramientas simples y accesibles, como una cinta métrica y una botella de plástico. Este enfoque nos proporciona estimaciones iniciales del caudal y es especialmente útil en situaciones donde se requieren datos preliminares o donde los recursos son limitados. Sin embargo, para análisis más detallados y precisos, se recomienda utilizar equipos especializados para obtener mediciones más confiables del caudal del río.

Se procedera a calcular el caudal máximo por la siguiente fórmula:

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q: Caudal

V: Velocidad

A: Área

Después de hacer todos los procedimientos en campo se paso al trabajo en gabinete en el cual se pudo tener la sección del río como se muestra en la figura siguiente:

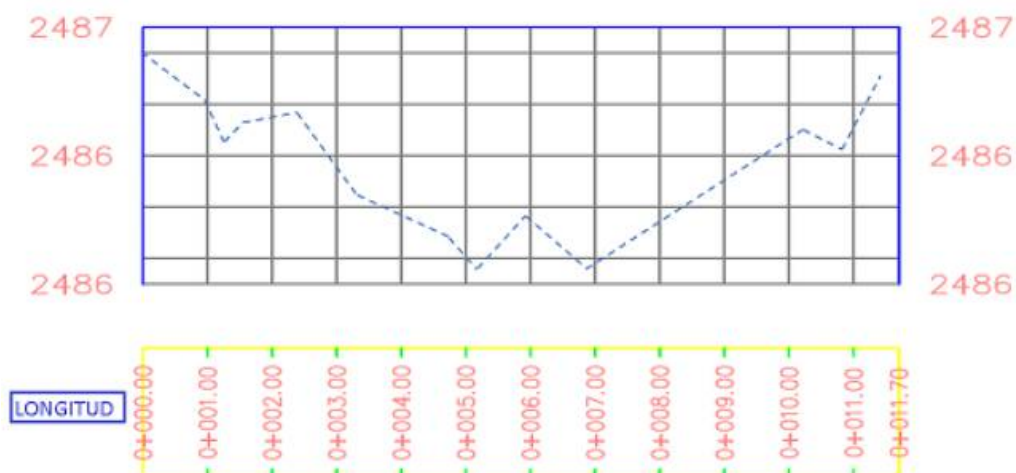


Figura 5.22: “Sección del río Niño Yucaes”.

Fuente: “Elaboración propia”.

PUNTOS	NORTE (N)	ESTE (E)	ALTURA (Z)
1	8550151.243	588638.6737	2486.6539
2	8550152.683	588638.5833	2486.5028
3	8550152.693	588638.6511	2486.494
4	8550154.092	588638.8484	2486.3461
5	8550154.075	588638.8575	2486.3563
6	8550155.635	588638.69894	2486.3964
7	8550156.888	588638.5759	2486.3463
8	8550156.946	588638.6191	2486.3415
9	8550158.614	588638.2557	2486.3794
10	8550158.550	588638.314	2486.3585
11	8550161.301	588638.073	2486.6439
12	8550161.325	588638.063	2486.651
13	8550161.255	588638.0644	2486.6334

Tabla 5.2: Datos de sección del río Niño Yucaes.

Fuente: Fuente propia.

Luego de completar los cálculos correspondientes, determinamos que el área de la sección evaluada del río Huatatas es de 63.25 metros cuadrados. Sin embargo,

durante nuestra observación en el terreno, notamos la presencia de huellas a una altura de 3.42 metros por encima de los datos tomados inicialmente. Estas huellas ocupaban un área adicional de 124.39 metros cuadrados.

Para obtener una estimación más precisa del área total de la sección transversal del río, multiplicamos la altura de las huellas por el ancho del río Huatatas en el tramo donde estábamos trabajando, que tenía una medida de 24.5 metros. Al considerar esta área adicional, pudimos obtener una evaluación más completa y precisa de la configuración real del lecho del río.

Es importante destacar que la velocidad del flujo de agua que registramos en campo fue de 8.32 metros por segundo. Esta información es un dato crucial para realizar cálculos posteriores relacionados con el caudal y otros análisis hidrológicos.

La incorporación de esta área adicional determinada por las huellas, junto con la velocidad del flujo de agua registrada, nos permite realizar una evaluación más precisa de diversos parámetros hidrológicos, como el caudal y la capacidad de transporte del río Huatatas. Estos datos son fundamentales para comprender el comportamiento hidrológico del río y evaluar adecuadamente los riesgos asociados a eventos de crecidas o inundaciones.

En resumen, al considerar el área adicional determinada por las huellas observadas en el terreno, logramos obtener el área total de la sección transversal del río Huatatas. La combinación de esta información con la velocidad del flujo de agua registrada en campo nos proporciona datos valiosos para realizar cálculos y análisis hidrológicos más precisos, lo que nos permite tener una comprensión más detallada y exacta de las características del río y su comportamiento hidrológico.

Cálculo de caudal.

Utilizando la fórmula proporcionada previamente, procedimos a calcular el caudal del río Niño Yucaes en el tramo cercano al recreo campestre Los Sauces Pongora. Para llevar a cabo este cálculo, sumamos el área inicialmente evaluada del

río con el área adicional correspondiente a las huellas observadas en el lugar. De esta manera, obtuvimos el área total de la sección transversal del río en el punto de interés. Asimismo, utilizamos la velocidad del flujo de agua que previamente habíamos registrado en el sitio.

Mediante la multiplicación de estos valores, conseguimos determinar el caudal del río en la ubicación mencionada. Este caudal es un dato crucial para comprender y evaluar el flujo de agua en el río Niño Yucaes, lo que nos posibilita realizar análisis hidrológicos más exhaustivos y tomar decisiones informadas en relación con la gestión de los recursos hídricos y la planificación de actividades que se llevan a cabo en las cercanías del río.

La utilización de fórmulas precisas y cálculos meticulosos es esencial para obtener estimaciones confiables del caudal, lo cual nos permite una comprensión más detallada de la dinámica del río Niño Yucaes. Estos datos son invaluable para los estudios de hidrología, la ingeniería civil y la gestión del agua, dado que nos permiten evaluar la capacidad de transporte del río, pronosticar posibles desbordamientos y adoptar medidas de mitigación cuando sea necesario.

Al emplear la fórmula mencionada anteriormente y sustituir los datos recopilados, hemos calculado con precisión el caudal del río Niño Yucaes en el tramo cercano al recreo campestre Los Sauces Pongora. Este cálculo nos brinda una medida cuantitativa del flujo de agua en el río, lo cual es fundamental para efectuar análisis hidrológicos detallados y tomar decisiones informadas en relación con la gestión de los recursos hídricos y la planificación de actividades en la zona del río.

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1.93 \times 70.05$$

$$Q = 139.520m^3/s$$



Figura 5.23: Medida de ancho del río Niño Yucaes.
Fuente: "Elaboración propia".



Figura 5.24: Cálculo de caudal con el metodo del flotador.

Fuente: "Elaboración propia".

b) Cálculo de caudal máximo por registro historico.

Para determinar el caudal máximo en el río Huatatas, llevamos a cabo una exhaustiva revisión y recopilación de diversos trabajos de investigación. Uno de los estudios clave que resultó de gran utilidad fue la tesis titulada "Análisis por riesgo de inundaciones en la cuenca del río Yuaces sector Muyurina, Ayacucho, 2014". Dicha investigación nos proporcionó valiosos registros históricos del caudal máximo obtenidos a través de diferentes métodos de análisis.

Al analizar y evaluar minuciosamente los registros históricos extraídos de esta tesis, logramos determinar el caudal máximo de diseño del río Huatatas. Este dato es de suma importancia en el ámbito de la hidrología, ya que nos permite comprender y estimar el nivel máximo de flujo que el río puede alcanzar en situaciones extremas, como inundaciones o eventos hidrológicos extremos.

El uso de registros históricos de caudal máximo provenientes de investigaciones anteriores es una práctica común y altamente valiosa en el campo de la hidrología.

Estos datos históricos constituyen una sólida base de información para llevar a cabo análisis de riesgo de inundaciones, diseñar infraestructuras de defensa ribereña adecuadas y tomar medidas preventivas y de mitigación en relación con los eventos extremos del río.

Es de suma importancia tener en cuenta y considerar estos estudios previos y los registros históricos en nuestros análisis hidrológicos del río Huatatas. Esto nos permite realizar una evaluación más completa y precisa de los riesgos asociados a las inundaciones y eventos extremos, así como adoptar estrategias adecuadas para la gestión del agua en la zona.

Gracias a la revisión y recopilación de diferentes trabajos de investigación, incluyendo la tesis mencionada, pudimos obtener registros históricos del caudal máximo del río Huatatas. Estos registros históricos representan información crucial para comprender y estimar el nivel de flujo máximo del río en situaciones extremas. La utilización de estos datos históricos es esencial para llevar a cabo análisis de riesgo, diseñar infraestructuras apropiadas y tomar medidas preventivas y de mitigación relacionadas con las inundaciones y eventos hidrológicos extremos que puedan ocurrir en el río Huatatas.

- **Cuenca del río Niño Yucaes:** La cuenca en cuestión se encuentra en la región de Ayacucho y tiene una superficie total de 421 km². La altitud promedio en esta área es de 3,525 metros sobre el nivel del mar. La pendiente media del terreno es aproximadamente del 3.16 por ciento. Según la curva hipsométrica que ha sido analizada, podemos clasificar el río que fluye por esta cuenca como maduro.

Una cuenca con estas características geográficas y altimétricas indica que el río ha alcanzado un nivel avanzado de desarrollo. El hecho de que la pendiente sea relativamente suave y que la curva hipsométrica muestre una distribución equilibrada de altitudes sugiere que este río ha experimentado un largo proceso de erosión y sedimentación. En un río maduro, se observa una amplia llanura aluvial y una amplia red de afluentes que contribuyen a su caudal.

La altitud media de 3,525 metros sugiere que la cuenca se encuentra en una región de montañas o sierra, donde la acción de los ríos ha tallado profundos valles a lo largo de los años. La pendiente media del 3.16 por ciento indica un flujo gradual del agua, lo que está en línea con la etapa madura del río. Esta pendiente relativamente suave es típica en cuencas que han experimentado una larga historia de erosión y sedimentación.

La clasificación del río como maduro es importante para entender su comportamiento hidrológico y su capacidad de transporte de sedimentos. En ríos maduros, es común encontrar una mayor estabilidad en los caudales y en la forma de su lecho, lo que influye en la morfología y en los procesos fluviales que ocurren en la cuenca.

La cuenca ubicada en la región de Ayacucho con una extensión de 421 km², una altitud media de 3,525 m.s.n.m. y una pendiente media de 3.16 por ciento, corresponde a un río maduro. Estas características geográficas y altimétricas indican que el río ha experimentado un largo proceso de erosión y sedimentación, resultando en un flujo gradual del agua y una mayor estabilidad en su caudal y lecho.

ITEM	PARAMETRO GEOMORFOLÓGICO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
1.01	Área de la cuenca	A =	693.86	Km ²
1.02	Perimetro de la cuenca	P =	203.10	Km
1.03	Longitud del Cauce principal/ Quebrada	L =	62.74	Km
1.04	Coef. de Compac. ó Índice de Gravelious	Kc =	2.18	Adim
1.05	Altitud mas baja de la cuenca	C _M =	2,506.00	m.s.n.m.
1.06	Altitud mas alta de la cuenca	C _m =	4,399.00	m.s.n.m.
1.07	Altitud alta del curso del río principal	C _R =	4,230.00	m.s.n.m.
1.08	Altitud media simple de la cuenca	H _{MS} =	3,452.50	m.s.n.m.
1.09	Desnivel de la cuenca	Hc =	1,893.00	m
1.10	Desnivel del cauce principal	Hr =	1,724.00	m
1.11	Rectangulo Equivalente: Lado Mayor	L =	94.22	Km
1.12	Pendiente de la microcuenca: H/L	S =	0.020	m/m
1.13	Pendiente de la cuenca:	S =	2.01	%
1.14	Pendiente del cauce principal	Sc =	0.02748	m/m
1.15	Tiempo de Concentración: Temez	Tc =	7.22	Hr

Tabla 5.3: "Características de la cuenca río Yucaes".

Fuente: "Hector Gonzales (2016)".

- **Caudal máximo de la cuenca Yucaes:** Los caudales máximos que se observan en la salida de la cuenca son el resultado de los hidrogramas generados por las diferentes subcuencas que la conforman. Para calcular estos caudales máximos, se utilizaron varios métodos, los cuales están detallados en el cuadro siguiente. Además, los caudales máximos se presentan para diferentes periodos de retorno. En el caso específico de las obras de defensa ribereña, se toma como referencia un periodo de retorno de 50 años. Esto significa que se considera el comportamiento hidrológico y los caudales máximos que ocurren en promedio cada 50 años. Utilizar un periodo de retorno de 50 años es una práctica común en ingeniería hidrológica y permite diseñar infraestructuras de protección y defensa ribereña con un margen adecuado de seguridad.

Es importante tener en cuenta que los caudales máximos varían dependiendo de la magnitud del evento hidrológico y del área de la cuenca que se esté analizando. Por lo tanto, es fundamental considerar diferentes periodos de retorno para tener una visión completa de los caudales máximos que pueden ocurrir en la cuenca en distintas situaciones.

El análisis de los caudales máximos y sus periodos de retorno es esencial para la planificación y el diseño de infraestructuras hidráulicas, como sistemas de drenaje, defensas ribereñas y embalses. Estas estructuras deben estar preparadas para enfrentar eventos hidrológicos extremos y proteger a las poblaciones y áreas aledañas de posibles inundaciones.

Los caudales máximos a la salida de la cuenca son resultado de los hidrogramas generados por las subcuencas y se calcularon utilizando diversos métodos y periodos de retorno. Para obras de defensa ribereña, se toma como referencia un periodo de retorno de 50 años para diseñar infraestructuras de protección adecuadas. El análisis de los caudales máximos es esencial para la planificación de infraestructuras hidráulicas y para proteger a las comunidades y áreas

cercanas de posibles inundaciones.

Precipitación máxima probable (mm)									
TR	P	1	2	3	4	5	6	7	8
2	0.500	25.97	29.36	24.07	27.81	32.19	38.36	23.77	24.37
5	0.800	33.04	35.80	31.77	32.89	40.40	51.00	29.43	29.57
10	0.900	37.73	40.07	36.87	36.26	45.83	59.36	33.18	33.01
25	0.960	43.65	45.46	43.31	40.52	52.70	69.93	37.92	37.37
50	0.980	48.04	49.45	48.09	43.67	57.79	77.77	41.44	40.60
75	0.987	50.59	51.78	50.87	45.61	60.75	82.33	43.48	42.47
100	0.990	52.40	53.42	52.83	46.81	62.85	85.56	44.93	43.80
300	0.997	59.28	59.68	60.31	51.76	70.83	97.84	50.43	48.86
500	0.998	62.47	62.59	63.79	54.05	74.53	103.54	52.99	51.21
1000	0.999	66.80	66.53	68.50	57.17	79.55	111.28	56.46	54.39

TR = Tiempo de retorno
P = Probabilidad de ocurrencia

1.- Estacion Huamanga	5.- Estacion Tambillo
2.- Estacion Quinua	6.- Estacion Sachabamba
3.- Estacion Wayllapampa	7.- Estacion Pampas
4.- Estacion Chontaca	8.- Estacion San Miguel

Tabla 5.4: Precipitación máxima en 24 horas de cada estación.

Fuente: "Hector Gonzales (2016)".

Precipitación máxima probable (mm)		
TR	P	1
2	0.500	44.30
5	0.800	53.37
10	0.900	59.37
25	0.960	66.95
50	0.980	72.58
75	0.987	75.85
100	0.990	78.16
300	0.997	59.28
500	0.998	91.06
1000	0.999	96.61

TR = Tiempo de retorno
P = Probabilidad de ocurrencia

1.- Total de Ppmax24 horas

Tabla 5.5: Precipitación máxima total en 24 horas.

Fuente: "A Hector Gonzales (2016)".

Estaciones climatológicas al entorno de la Subcuenca baja						Pmax24hr	Área	
ID	NOM_ESTAC	UBICACION	X-COORD	Y-COORD	Z	Tr50años	(km2)	Pp x Ai
1	HUAMANGA	AYACUCHO	584720	8546404	2773	48.04	13.415	644.470
2	QUINUA	QUINUA	593766	8558940	3316	49.45	11.437	565.561
3	WAYLLAPAMPA	QUINUA	584929	8555344	2470	55.16	5.557	306.532
5	TAMBILLO	TAMBILLO	596857	8538530	3328	57.79	3.759	217.256
Sumatoria de área total subcuenca (Por Thiessen)						A _T	34.169	
Sumatoria de Ppmax24hr_Tr50años x área de Influencia						$\sum_{i=1}^n P_i A_i$	=	1733.82
Precipitación max24hr_promedio sobre la subcuenca baja						Ppmax24hr_Tr50 =		50.74

Tabla 5.6: Precipitación máxima en 24 horas promedio para TR=50 años.

Fuente: "Hector Gonzales (2016)".

MÉTODOS DE CÁLCULO DEL CAUDAL CRECIENTE O AVENIDA	CAUDAL MÁXIMO O DE DISEÑO. (m ³ /s)			
	TR 25años	TR 50años	TR 100años	TR 500años
MÉTODO DE NIVEL DE HUELLAS	Directo	Qmin = 5.96	Qmax = 302.40	
MÉTODO REGIONAL (CREAGER)	Empirico	352.90	428.89	504.88
MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TEMEZ)	Empirico	322.59	381.29	442.44
MÉTODO DEL NUMERO DE CURVA (CN)	Empirico	356.32	426.43	499.49
MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR	Hidr. Unitario	313.99	380.78	451.18
MODELO HIDROLOGICO HEC-HMS V. 4.0	Aplicación	316.80	390.20	468.40
CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO (m ³ /seg)		332.52	401.52	473.28
				606.528

Tabla 5.7: Caudales máximos.

Fuente: "Hector Gonzales (2016)".

Para la presente tesis se trabajara con el caudal promedio obtenido en la tabla anterior para un periodo de retorno de 50 años.

c) Recopilación de informacion en la ficha de encuesta.

Para obtener una comprensión exhaustiva del comportamiento del río Niño Yucaes, realizamos una encuesta dirigida a los pobladores que vivían en la zona, con un enfoque especial en los residentes y propietarios del recreo campestre Los Sauces Pongora.

El propósito de esta encuesta fue recopilar datos relevantes sobre la relación de los pobladores con el río, sus experiencias y observaciones sobre su comportamiento a lo largo del tiempo. Diseñamos preguntas específicas que se centraron en aspectos clave, como las variaciones estacionales del caudal, los episodios de crecidas pasadas, los desbordamientos históricos y cualquier otro evento significativo relacionado con el río.

La información obtenida a través de las declaraciones de los habitantes y propietarios del recreo campestre Los Sauces Pongora es de gran valor, ya que proviene de individuos que interactúan con el río diariamente y poseen un conocimiento íntimo de su comportamiento. Sus perspectivas y experiencias locales complementan y enriquecen los datos científicos y técnicos recopilados mediante otras metodologías,

como mediciones in situ y análisis de registros históricos.

Al combinar la información cualitativa de la encuesta con los enfoques cuantitativos de otras técnicas de evaluación, podemos obtener una visión más holística y precisa del comportamiento del río Huatatas en el área específica cercana al recreo campestre Los Sauces Pongora. Esto nos permite tomar decisiones informadas y bien fundamentadas en cuanto a la gestión del agua y la planificación de actividades en la zona ribereña.

Es esencial reconocer la importancia de integrar diferentes fuentes de información en el estudio hidrológico de un río. Las perspectivas locales aportan un conocimiento valioso y práctico que puede ayudar a comprender mejor el comportamiento del río en su contexto real. Al tomar en cuenta tanto los datos técnicos como las experiencias locales, podemos mejorar la eficacia de nuestras estrategias de manejo de recursos hídricos y la prevención de riesgos asociados con el río Huatatas.

En conclusión, la encuesta realizada a los pobladores, especialmente a aquellos cercanos al recreo campestre Los Sauces Pongora, proporcionó información crucial sobre el comportamiento del río Niño Yucaes. Integrar esta información con datos científicos y técnicos nos permite obtener una visión más completa y precisa de la dinámica del río, lo que a su vez nos ayuda a tomar decisiones informadas y efectivas en relación con la gestión del agua y la planificación de actividades en la zona ribereña.



Figura 5.25: Encuesta a pobladores.
Fuente: "Elaboración propia".



Figura 5.26: Encuesta a pobladores.
Fuente: "Elaboración propia".

5.1.5 Evaluación geomorfológica.

La evaluación geomorfológica del río Niño Yucaes implicó un minucioso análisis visual de las áreas circundantes, enfocándose en examinar cuidadosamente diversos elementos presentes en la zona. Durante este proceso, se prestaron especial atención a la morfología del terreno, los rasgos geológicos y las formaciones naturales que caracterizan el entorno ribereño.

Un aspecto fundamental de esta evaluación fue el estudio detallado de la vegetación que se desarrolla en las áreas próximas al río. Se realizaron identificaciones exhaustivas y registros precisos de los distintos tipos de vegetación, incluyendo árboles, arbustos y otras especies de plantas. Además, se analizó su distribución y densidad, lo que brindó valiosa información sobre cómo la vegetación puede influir en la estabilización de las riberas y proporcionar protección contra la erosión.

Paralelamente, se llevó a cabo una cuidadosa evaluación de los diferentes tipos de suelo presentes en la zona. Para ello, se realizaron muestreos y análisis profundos para determinar sus características físicas y químicas, tales como textura, permeabilidad y capacidad de retención de agua. Estos datos resultan esenciales para comprender cómo el suelo puede absorber el agua y mantener su estabilidad durante crecidas y desbordes del río.

La evaluación geomorfológica, al ofrecer una visión completa y detallada de las características del entorno ribereño del río Huatatas, nos permitió obtener una comprensión más clara y precisa de los factores que influyen en la dinámica del río y cómo este interactúa con su entorno circundante.

La información obtenida es de gran relevancia para la planificación de medidas de manejo y conservación de la zona ribereña, así como para la implementación de estrategias de mitigación de riesgos. Al tener en cuenta los aspectos geomorfológicos, podemos tomar decisiones informadas y fundamentadas en lo que respecta a la gestión del agua y la protección de las áreas vulnerables a inundaciones y erosión.

En resumen, la evaluación geomorfológica del río Niño Yucaes fue un proceso detallado de inspección visual en las áreas cercanas. Mediante el análisis de distintos componentes, como la morfología del terreno, la vegetación y los tipos de suelo, se obtuvo información valiosa para comprender y tomar decisiones informadas sobre la gestión del agua y la protección de las áreas ribereñas.

5.1.5.1 Evaluación de tipo de suelo.

Durante la inspección visual llevada a cabo en la zona seleccionada para la investigación, se pudo distinguir una diversidad de tipos de suelos basándose en sus características observadas en ese momento. Entre los suelos identificados, se encontraron arenas profundas, suelos poco profundos depositados por la acción del viento, margas arcillosas y arcillas.

Se observaron áreas con la presencia de arenas profundas, que se destacan por su granulometría y su capacidad de retención de agua relativamente baja. Estos suelos suelen ser porosos y permiten una buena infiltración del agua, lo cual puede resultar beneficioso para prevenir encharcamientos y estancamientos del agua en la zona.

También se encontraron suelos poco profundos que son resultado de la deposición de materiales por la acción del viento. Estos suelos suelen tener una capa superficial delgada y una composición granular suelta. Debido a su poca profundidad, pueden presentar una menor capacidad de retención de agua y ser más susceptibles a la erosión por la acción del agua y el viento.

Asimismo, se identificaron áreas con presencia de margas arcillosas, que se caracterizan por tener una textura intermedia entre la arena y la arcilla. Estos suelos tienen una mayor capacidad de retención de agua y pueden ser más fértiles debido a su composición y estructura. Sin embargo, también pueden ser propensos a la compactación y a la formación de grietas en condiciones de sequía, lo que afecta su capacidad de infiltración y retención de agua.

Por último, se observaron áreas con la presencia de arcillas, que son suelos

de textura fina y gran capacidad de retención de agua. Las arcillas suelen ser muy compactas y pueden presentar una baja permeabilidad, lo que puede conducir a la acumulación de agua en la superficie y a problemas de drenaje en la zona.

La identificación y clasificación de estos diferentes tipos de suelos durante la inspección visual proporciona información valiosa sobre las características del suelo en la zona de estudio. Esta información es relevante para comprender la capacidad de infiltración del agua, la erosión del suelo y otros procesos hidrológicos que pueden influir en la dinámica del río Niño Yucaes y en su interacción con el entorno circundante. Así, esta comprensión más detallada de los suelos es esencial para la planificación y gestión adecuada del recurso hídrico y la conservación del entorno ribereño en la región de Ayacucho.

5.1.6 Cálculo de la altura de gavión propuesto.

Para determinar la altura propuesta del gavión, fue necesario seleccionar un período de retorno. En este caso, se decidió utilizar un período de 50 años, basándonos en la revisión bibliográfica sobre el diseño de defensas ribereñas, que recomienda tener en cuenta este valor para considerar las condiciones de riesgo a largo plazo.

Para realizar los cálculos necesarios, se empleó la siguiente fórmula, que permite determinar la altura adecuada del gavión en función de diversos factores y consideraciones específicas:

$$B_L = \phi \frac{V^2}{2g}$$

Donde:

ϕ : Factor de seguridad.

V: Velocidad media de máxima avenida.

g: Gravedad.

Mediante la aplicación de la fórmula mencionada anteriormente, se logró

determinar una altura propuesta para el gavión, teniendo en cuenta aspectos clave como las características del entorno ribereño, el comportamiento hidrológico del río Niño Yucaes y las recomendaciones de diseño para asegurar una protección adecuada y la estabilidad de la defensa ribereña.

Es importante destacar que estos cálculos y propuestas desempeñan un papel fundamental en la mitigación de posibles riesgos de desbordes y en la protección del recreo campestre Los Sauces Pongora y áreas circundantes contra posibles inundaciones. La altura diseñada para el gavión considera factores hidrológicos, geomorfológicos y de ingeniería, con el objetivo de brindar una solución efectiva y duradera para salvaguardar la zona ribereña y garantizar la seguridad de las personas y bienes que se encuentren en ella.

Los datos requeridos para realizar el cálculo de la altura propuesta del gavión se obtuvieron al remplazar los valores correspondientes en la ecuación mencionada anteriormente. Entre estos valores, el factor de seguridad desempeña un papel crucial, y su determinación se basó en la revisión de trabajos de tesis anteriores relacionados con el diseño de defensas ribereñas.

Específicamente, se consideró el trabajo titulado "Propuesta de defensa ribereña desde el puente de Piedra hasta el puente Auqui, en el distrito de Independencia, Huaraz-2017". Este estudio proporcionó información valiosa y relevante que permitió establecer el factor de seguridad necesario para asegurar la estabilidad y eficacia de la defensa ribereña en el área de estudio.

La incorporación de estos datos en la ecuación de cálculo nos brindó un valor concreto y confiable para la altura propuesta del gavión. Este proceso de revisión y referencia a trabajos previos es esencial para respaldar y fundamentar científicamente las decisiones de diseño y garantizar la efectividad de las medidas de protección implementadas en la defensa ribereña del río Huatatas y sus alrededores.

En conclusión, la aplicación de la fórmula para determinar la altura propuesta del gavión se basó en datos específicos y en la consideración del factor de seguridad

obtenido a través de la revisión de trabajos anteriores. Estos cálculos precisos y bien fundamentados son fundamentales para proteger adecuadamente la zona ribereña contra inundaciones y garantizar la seguridad de las personas y bienes en el área cercana al río Niño Yucaes.

$$B_L = \phi \frac{V^2}{2g}$$

$$B_L = 1.2 \frac{V^2}{2(9.81)}$$

$$B_L = 1.2 \frac{6.81^2}{2(9.81)}$$

$$B_L = 1.68$$

$$H = B_L + Y$$

$$H = 2.01 + 1.15$$

$$H = 3.16m$$

5.2 Discusion

- La realización de este trabajo de investigación es de suma importancia, ya que tiene como objetivo implementar medidas preventivas para evitar el desbordamiento del río Niño Yucaes y proteger las áreas ribereñas cercanas, especialmente el recreo campestre Los Sauces Pongora y el centro poblado de Muyurina, de posibles inundaciones. Para lograr este propósito, se busca establecer un caudal máximo de diseño con un período de retorno de 50 años, lo que proporcionará una base sólida para la construcción de una defensa ribereña efectiva y confiable.
- Una parte fundamental de este estudio fue la aplicación de levantamiento fotogramétrico utilizando un dron. Las fotografías capturadas por el dron permitieron realizar una reconstrucción tridimensional detallada de la zona de investigación, específicamente del río Niño Yucaes y sus alrededores. Este enfoque tecnológico avanzado proporcionó información precisa sobre la topografía, morfología y características del terreno, lo que fue esencial para el análisis y diseño de la defensa ribereña.
- Para llevar a cabo la evaluación hidrológica, se dividieron en dos etapas. En la primera etapa, se realizaron mediciones en campo utilizando el método del flotador. Se midió la longitud del río Niño Yucaes en las zonas cercanas al valle y se registró la velocidad del agua. También se observaron las huellas dejadas por el río en los muros durante sus máximas avenidas, lo que permitió obtener una estimación del caudal máximo. En la segunda etapa, se llevó a cabo una revisión literaria de tesis previas realizadas en el valle de Muyurina, donde se encontraron registros de caudales máximos para diferentes años. Estos datos fueron fundamentales para determinar un caudal de diseño adecuado para la defensa ribereña.

- Además de la recopilación de datos hidrológicos, se llevaron a cabo entrevistas con los pobladores de la zona para obtener información sobre el caudal máximo del río, así como la altura máxima que alcanzó durante inundaciones pasadas. Estos testimonios validaron las huellas dejadas por el río durante sus máximas avenidas y proporcionaron datos adicionales sobre posibles desbordamientos e inundaciones, enriqueciendo la comprensión del comportamiento del río Niño Yucaes y sus posibles impactos.
- También se realizó una inspección detallada de los alrededores del valle de Muyurina, lo que permitió observar que el río puede desbordarse en caso de que alguna estructura caiga en su cauce, lo que resalta la importancia de diseñar una defensa ribereña adecuada para prevenir riesgos. Además, se llevó a cabo una evaluación geomorfológica de la zona, analizando los diferentes tipos de suelos presentes y la vegetación del centro poblado de Muyurina. Estos datos son relevantes para comprender el entorno y considerar los factores ambientales en el diseño de la defensa ribereña, asegurando una solución acorde con el contexto local y los desafíos hidrológicos y geomorfológicos presentes.
- El análisis de resultados de este trabajo de investigación abarca una variedad de enfoques, incluyendo el levantamiento fotogramétrico, mediciones hidrológicas en campo, revisión de tesis previas, entrevistas con pobladores y evaluaciones geomorfológicas. Estos datos y conocimientos combinados proporcionan una base sólida para la implementación de medidas preventivas y la construcción de una defensa ribereña adecuada para proteger el área ribereña cercana al río Niño Yucaes de inundaciones y desbordamientos, garantizando la seguridad y bienestar de las comunidades locales y las infraestructuras en la zona.

VI. CONCLUSIONES.

- Con base en los resultados de esta investigación, se concluye que la implementación de una defensa ribereña efectiva es crucial para prevenir el desbordamiento del río durante las máximas avenidas. El exhaustivo estudio realizado utilizando tecnología de vanguardia, como el levantamiento fotogramétrico con drones, proporcionó una valiosa reconstrucción tridimensional de las áreas cercanas al recreo campestre Los Sauces Pongora. Esta información detallada es fundamental para el diseño y la ejecución precisa de la defensa ribereña, garantizando así una solución eficiente y duradera.
- Para mitigar los riesgos futuros y proteger adecuadamente las estructuras existentes, se destaca la necesidad de construir una nueva defensa ribereña o agregar gaviones para aumentar la altura de la actual. Dado que la altura máxima actual es de aproximadamente 3.15 metros, existe la posibilidad de que los muros colapsen durante las máximas avenidas. Por lo tanto, es esencial tomar medidas preventivas para asegurar la seguridad de las comunidades locales y las infraestructuras cercanas al río.
- El análisis de las referencias bibliográficas consultadas permitió identificar que la cuenca del río muestra una respuesta rápida ante las precipitaciones, debido a su forma convexa. Además, el tiempo de concentración en la cuenca es mayor en comparación con otros tipos de cuencas, lo que influye en el comportamiento hidrológico del río. Estos aspectos hidrológicos son fundamentales para comprender la dinámica del río durante eventos de máximas avenidas y diseñar

una defensa ribereña que se adapte adecuadamente a las características de la cuenca.

- Es esencial destacar que las aguas del río Niño Yucaes fluyen constantemente y su uso para riego es esencial para los campos de cultivo en la zona y aguas arriba. Dada esta importancia, es imprescindible construir defensas ribereñas también aguas arriba para proteger áreas vulnerables que podrían estar expuestas a un posible desbordamiento del río. La planificación integral de defensas ribereñas en toda la cuenca contribuirá a salvaguardar los recursos hídricos vitales y a proteger la infraestructura agrícola crucial para el desarrollo sostenible.
- Este proyecto presenta resultados fundamentales para la planificación y ejecución de una defensa ribereña efectiva en el río Niño Yucaes. El uso de tecnología avanzada y el análisis científico permiten establecer soluciones adecuadas para evitar desbordamientos y proteger las comunidades y los recursos en la zona ribereña. La construcción de una defensa ribereña sólida y completa, tanto en el área cercana al recreo campestre Los Sauces Pongora como aguas arriba, es esencial para la mitigación de riesgos y la seguridad a largo plazo. Este trabajo aporta valiosos conocimientos para la gestión de recursos hídricos y el desarrollo sostenible en la región de Ayacucho.

RECOMENDACIONES:

- **Mejorar la precisión del levantamiento fotogramétrico:** Para garantizar una reconstrucción en 3D aún más precisa de la zona, es esencial continuar mejorando la tecnología y los métodos utilizados en el levantamiento fotogramétrico. Se pueden explorar nuevas técnicas de procesamiento de imágenes y la utilización de drones más avanzados con sensores de alta resolución para obtener datos más detallados y precisos.
- **Planificación detallada del vuelo del dron:** Dado que la autonomía del dron es limitada, es importante realizar una planificación minuciosa del vuelo antes de la toma de datos. Se deben establecer rutas de vuelo eficientes y asegurarse de que el dron tenga suficiente batería para completar la captura de información sin interrupciones.
- **Medición del ancho del río:** Para evaluar con mayor precisión el caudal del río, se recomienda medir el ancho más amplio del río en la zona evaluada, especialmente durante las máximas avenidas. Esta medida proporcionará datos cruciales para el cálculo preciso del caudal del río y contribuirá a una gestión más efectiva de los recursos hídricos.
- **Uso de cronómetros adicionales:** Para obtener mediciones más precisas del tiempo de desplazamiento del objeto flotante utilizado en el método del flotador, se puede considerar el uso de varios cronómetros. Esto reducirá el margen de

error en las mediciones y mejorará la confiabilidad de los datos hidrológicos obtenidos.

- **Construcción de una nueva defensa ribereña:** Dado que la altura máxima actual de la defensa ribereña es de aproximadamente 3.15 metros y existe la posibilidad de colapsos durante máximas avenidas, se sugiere estudiar y planificar la construcción de una nueva defensa ribereña. Esta nueva estructura debe diseñarse cuidadosamente para prevenir desbordamientos del río y proteger los terrenos de cultivo, las viviendas y, lo más importante, salvaguardar la vida humana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. K. Vrijling and P. H. A. J. M. Van Gelder. Failure modes and reliability of flood defences. *In River Flow 2016 (pp. 767-773)*. CRC Press., 2017.
- [2] E. Toorman, N. Huybrechts, and P. De Maeyer. Design and optimization of river dikes using an analytical model. *Geotechnical Engineering Journal of the SEAGS AGSSEA*, 47(2), 27-32., 2016.
- [3] M. Bagheri and N. Su. Performance of gabion baskets as riverbank protection system. *Journal of Waterway, Port, Coastal, and Ocean Engineering*, 142(4), 04016006., 2016.
- [4] S. M. Santhosh and T. G. Sitharam. Analysis of riverbank stability using numerical and empirical methods. *Geotechnical and Geological Engineering*, 36(4), 2315-2331., 2018.
- [5] X. Hu and H. Nakamura. Development of a hybrid levee system considering the resilience against multiple river hazards. *Journal of Hydrology*, 573, 527-542., 2019.
- [6] X. Yang and W. Wu. Seepage analysis of river embankments based on the saturated-unsaturated flow theory. *Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering*, 12(3), 474-487., 2020.
- [7] Kebin Pareja Martinez. Evaluación y diseño para la defensa ribereña del río cachi margen derecho en el centro poblado de cangari-chihua, distrito de iguain, provincia de huanta, departamento de ayacucho - 2022. Master's thesis, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2023.
- [8] Bladimir Jorge Velarde. Evaluación y diseño de defensa ribereña del río rosaspata, en la localidad de rosaspata, distrito de vinchos, provincia de huamanga, departamento de ayacucho - 2022. Master's thesis, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2022.
- [9] Michael Nalvarte Vargas. Evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña para la protección del campo deportivo monumental de muyurina en el centro poblado de muyurina, empleando el algoritmo sfm-dmv en el distrito de tambillo, provincia de huamanga, departamento de ayacucho - 2022. Master's thesis, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2022.
- [10] Edwin Obregon Leon. Evaluación y diseño de estructuras hidráulicas para mejorar la defensa ribereña de los estribos del puente muyurina en el centro

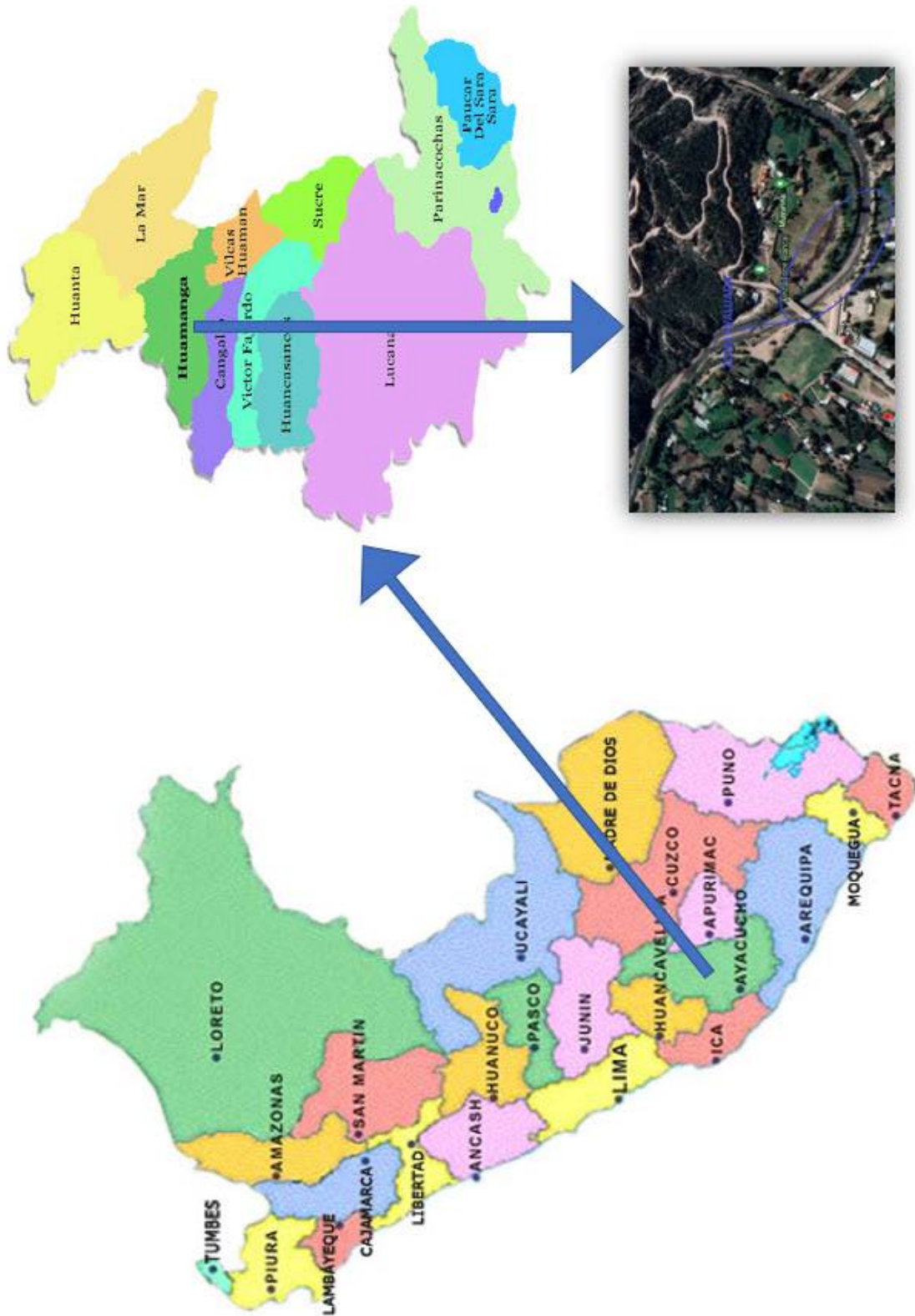
- poblado de muyurina, empleando el algoritmo sfm-dmv en el distrito de tambillo, provincia de huamanga, departamento de ayacucho, 2021. Master's thesis, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2022.
- [11] Yarumir Sedano Dominguez. Evaluación y diseño de estructuras hidráulicas para mejorar la defensa ribereña de los estribos del puente niño yucaes en el centro poblado de muyurina, distrito de tambillo, provincia de huamanga, departamento de ayacucho, 2021. Master's thesis, Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, 2022.
- [12] Sergio Miguel Hernández Urbina. Modelamiento hidráulico del río virú, desde la progresiva 20+ 364 hasta la progresiva 11+ 773, con fines de defensa ribereña, región la libertad. *Universidad privada de trujillo*, 2021.
- [13] Flavio César Alvétez Vásquez and Jerónimo Melquisedec Vela Llanos. Diseño hidráulico y estructural, con elementos prefabricados de concreto simple (tetrapodos), para la defensa ribereña en las márgenes del río chancay, tramo puente eten-monsefú, chiclayo, lambayeque. *Universidad Señor de Sipán*, 2021.
- [14] Daniel Alberto Aguilar Aguinaga. Comparación técnica entre el uso de gaviones y geoceldas como estructuras de defensa ribereña. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 2016.
- [15] M Neermal. The use of gabions in hydraulic applications. *Civil Engineering*, 10212000(20):5, 2012.
- [16] V. T. Chow, D. R. Maidment, and L. W. Mays. Applied hydrology. *McGraw-Hill.*, 1988.
- [17] M. F. Goodchild and J. A. Glennon. Crowdsourcing geographic information for disaster response: a research frontier. *International Journal of Digital Earth*, 3(3), 231-241., 2010.
- (18) Concha J. et al. Mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable [Tesis para optar título], pg: [178;01-47-78-101]. Lima, Perú: Universidad San Martín de Porres; 2014.
- (19) Uladech. Código de ética para la investigación, pg: [11]. Chimbote, Perú: Universidad Católica los Ángeles de Chimbote; 2020.

Part I

Anexos

Appendix A. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

1.1 Plano de Ubicación



Appendix B. RECOLECCIÓN DE DATOS

2.1 Instrumento de recolección de datos

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	
GEOMETRIA	
ANCHO	
0 - 5 m	
5 - 10 m	
10 - 15 m	
15 - 20 m	
20 - 25 m	
25 - 30 m	
LONG. DEL GAVIÓN	
ENTREVISTA	
PREGUNTAS	RESPUESTAS
1) ¿Qué tiempo vive por la zona?	
2) ¿En que año observo el mayor caudal del río?	
3) ¿Cuántas veces observo que el río se desbordara?	
4) ¿En que mes del año observo mayor caudal del río?	
5) ¿Alguna vez el río arrastro lodo?	
6) ¿Alguna vez el río arrastro piedras de grandes dimensiones?	
7) ¿Alguna vez su propiedad fue afectada por el desborde del río?	
8) ¿alguna vez observo que se inundara la calle paralela al río?	



 Ing. Juan Carlos Domínguez
 M. C. E. E. N. T. V. I.
 C. P. 8.308.91




 Ing. Juan Carlos Domínguez
 M. C. E. E. N. T. V. I.
 C. P. 8.308.91

Appendix C. PERMISOS

3.1 Asintimiento Informado


UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ANGELES
CHIMBOTE

"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

Ayacucho, 10 de julio del 2023

SEÑOR: YOHAN OMAR PELAEZ BLAS

PRESIDENTE DE LA COMUNIDAD CAMPESINA DE MUYURINA

Yo, **Julio Macizo Cervantes** identificado con DNI N° 42721767 estudiante de la escuela profesional de Ingeniería Civil – ULADECH Católica, con código universitario N° 3101140007 ante usted con el debido respeto me presento y expongo lo siguiente:

Asunto: Aceptación para realizar la investigación de tesis en el sistema de abastecimiento de agua potable

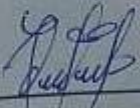
Referencia: Solicitud de permiso


Por medio de la presente me dirijo a Ud., para hacerle llegar un cordial saludo y a la vez, darle una respuesta favorable a la solicitud que presento pidiendo el permiso para la realización de la investigación de tesis, titulada

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE MUROS DE DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL RECREO CAMPESTRE LOS SAUCES PONGORA EMPLEANDO FOTOGAMETRÍA EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, DISTRITO DE TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO-2023 Por lo que ruego muy comedidamente disponer a quien corresponda, se me permita realizar la elaboración de tesis para cuyo trámite de titulación.

Seguro de su favorable atención, agradezco de manera infinita.

Atentamente




PRESIDENTE

St(a) YOHAN OMAR PELAEZ BLAS
DNI: 42148916

Appendix D. TRABAJO DE CAMPO

4.1 Curso del Rio



4.2 Contrafuerte en construcción



4.3 Instrumentos utilizados



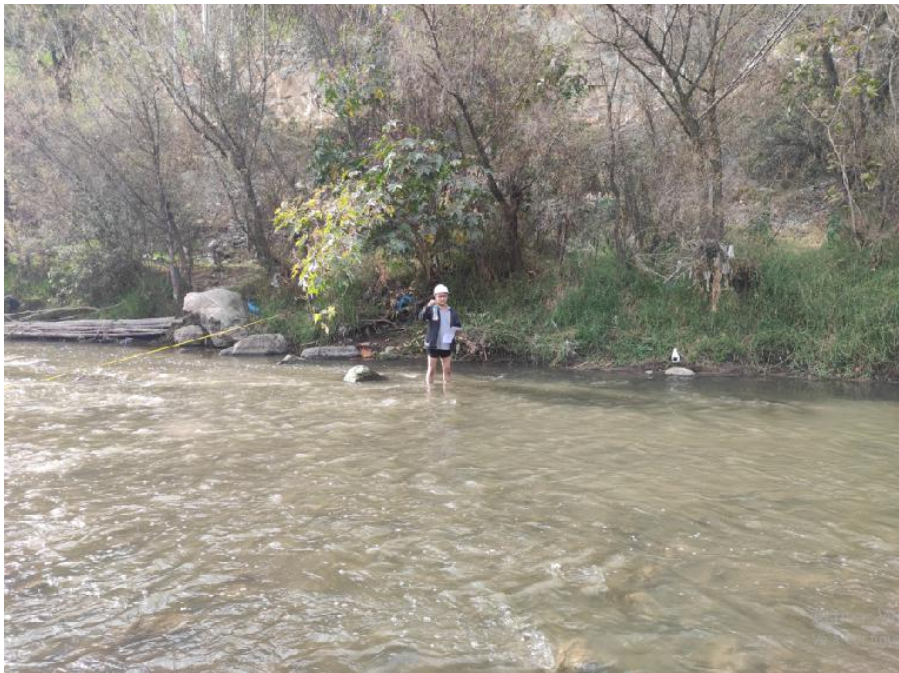
4.4 Dron Phantom 4 V. 2.0 en vuelo



4.5 Seccionamiento del Rio



4.6 Medición de la Velocidad por el metodo del Flotador



4.7 Entrevista a pobladora del lugar



4.8 Entrevista a poblador del lugar

