

---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**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.**

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

**AUTOR:**

**OBREGON LEÓN, EDWIN  
ORCID: 0000-0003-2945-3989**

**ASESOR:**

**RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER  
ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**AYACUCHO - PERÚ  
2021**

# **TÍTULO DE LA TESIS**

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.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Edwin Obregon León  
ORCID:0000-0003-2945-3989  
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote  
Estudiante de Pregrado  
Ayacucho-Perú

### **ASESOR**

Retamozo Fernández, Saúl Walter  
ORCID: 0000-0002-3637-8780  
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote  
Facultad de Ingeniería  
Escuela profesional de Ingeniería Civil  
Ayacucho-Perú

### **JURADO**

Sotelo Urbano, Johanna del Carmen  
ORCID: 0000-0001-9298-4059  
Cordova Cordova, Wilmer Oswaldo  
ORCID: 0000-0003-2435-5642  
Bada Alayo, Delva Flor  
ORCID: 0000-0002-8238-679X

## FIRMA DE JURADO Y ASESOR

---

Retamozo Fernández, Saúl Walter  
ORCID: 0000-0002-3637-8780  
**Asesor**

---

Sotelo Urbano, Johanna del Carmen  
ORCID: 0000-0001-9298-4059  
**Presidente**

---

Cordova Cordova, Wilmer Oswaldo  
ORCID: 0000-0003-2435-5642  
**Miembro**

---

Bada Alayo, Delva Flor  
ORCID: 0000-0002-8238-679X  
**Miembro**

## AGRADECIMIENTOS

En el largo camino de mi formación académica he tenido el gusto de conocer a muchas personas que me brindaron su amistad. Por esta y muchas razones más, me gustaría expresar gratitud a:

- A Dios por la guía y permitirme el haber llegado hasta este momento muy importante de mi vida, a toda mi familia que es lo mejor y más valioso que Dios me ha dado.
- A mis docentes, los cuales han compartido sus conocimientos a lo largo de toda mi formación profesional.

Para ellos: **Muchas gracias y que Dios los bendiga a todos.**

## **DEDICATORIA**

*Con todo respeto, amor, admiración y gratitud a mis queridos padres, los cuales fueron el pilar y mi guía para lograr mis sueños.*

## RESUMEN

---

Esta investigación tuvo como problema ¿El diseño y evaluación de la defensa ribereña del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, mejorara considerablemente el estado de desgaste de los estribos del puente Muyurina? y tuvo como objetivo general evaluar y diseñar la defensa ribereña del para prevenir el daño a los estribos del puente Muyurina distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho. La metodología a realizar será acorde a la naturaleza de la investigación y es de tipo descriptivo, nivel cuantitativo, diseño no experimental y corte transversal. Para la recolección de datos se realizó entrevista a la persona directamente afectada así mismo se realizó levantamientos fotogramétricos, para tener una mejor visión de la zona evaluada, así mismo se realizo la inspección de los gaviones existentes de la zona para el posterior diseño de la estructura, después de realizar los trabajos se llevo a la conclusión de que las defensas ribereñas son muy necesarias para la protección de la zona y así poder evitar grandez desastres por desborde del río ya que el río Niño Yucaes en los meses de diciembre a marzo suele aumentar demasiado de caudal.

**Palabras clave:** Caudal, Defensa, Enrocado y Gaviones.

---

## ABSTRACT

---

This investigation had as a problem: Will the design and evaluation of the riverine defense of the district of Tambillo, province of Huamanga department of Ayacucho, considerably improve the state of wear of the abutments of the Muyurina bridge? and its general objective was to evaluate and design the riverine defense to prevent damage to the abutments of the Muyurina bridge, Tambillo district, Huamanga province, Ayacucho department. The methodology to be carried out will be according to the nature of the research and is descriptive, quantitative, non-experimental design and cross-sectional. For data collection, an interview was conducted with the person directly affected, as well as photogrammetric surveys, to have a better view of the evaluated area, and an inspection of the existing gabions in the area was carried out for the subsequent design of the structure. After carrying out the work, it was concluded that the river defenses are very necessary for the protection of the area and thus be able to avoid major disasters due to overflowing of the river since the Niño Yucaes river in the months of December to March usually increases too much flow.

**Keywords:** Flow, Defense, Rocky and Gabions.

---



# ÍNDICE GENERAL

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>i</b>
<b>EQUIPO DE TRABAJO</b>	<b>ii</b>
<b>FIRMA DE JURADO Y ASESOR</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xiv</b>
<b>I INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>II REVISIÓN DE LA LITERATURA.</b>	<b>3</b>
2.1 Antecedentes. . . . .	3
2.1.1 Antecedentes Locales. . . . .	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales. . . . .	5
2.1.3 Antecedentes Internacionales. . . . .	12

2.2	Marco teórico. . . . .	14
2.2.1	Las defensas ribereñas. . . . .	14
2.2.1.1	Controladores para defensa ribereñas. . . . .	14
2.2.2	Obras longitudinales. . . . .	15
2.2.3	El enrocado. . . . .	17
2.2.3.1	Partes del enrocado. . . . .	18
2.2.3.2	Fines generales del enrocado. . . . .	18
2.2.3.3	Desventajas y ventajas del enrocado. . . . .	19
2.2.4	Revisión de la normativa legal vigente y estándares nacionales e internacionales aplicables. . . . .	19
2.2.5	Cálculo del caudal de diseño. . . . .	19
2.2.6	Periodo de retorno (T). . . . .	20
2.2.7	Socavación. . . . .	21
2.2.7.1	Profundidad de Socavación. . . . .	21
2.2.7.2	Clases se Socavación. . . . .	22
2.2.8	Erosión de Suelos. . . . .	22
2.2.9	Drones – sistemas aéreos no tripulados (UAS) . . . . .	23
2.2.9.1	Tecnología de un dron . . . . .	23
2.2.9.2	Movimiento de un dron . . . . .	23
2.2.9.3	(Dron) Phantom 4 Pro V2.0 . . . . .	24
2.2.9.4	Usos de la cámara de los drones . . . . .	24
2.2.9.5	Aplicación de los drones en la ingeniería civil . . . . .	25
2.2.10	Levantamiento con drones . . . . .	25
2.2.11	Structure From Motion . . . . .	27
2.2.12	Procesamiento de imagenes . . . . .	28
2.2.12.1	Ajuste de paquetes . . . . .	28
2.2.13	Reconstrucciones tridimensionales . . . . .	28
2.2.13.1	Técnicas de integración de mallas . . . . .	28

<b>III HIPÓTESIS.</b>	<b>31</b>
3.1 Hipótesis general. . . . .	31
3.2 Hipótesis específicas. . . . .	31
<b>IV METODOLOGÍA.</b>	<b>32</b>
4.1 Diseño de la investigación. . . . .	32
4.2 Tipo de investigación. . . . .	33
4.3 Nivel de la investigación. . . . .	33
4.4 Población y muestra. . . . .	33
4.4.1 Población. . . . .	33
4.4.2 Muestra. . . . .	33
4.4.3 Muestreo. . . . .	34
4.5 Definición y operacionalización de variables e indicadores. . . . .	34
4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos. . . . .	36
4.7 Plan de análisis. . . . .	36
4.7 Matriz de consistencia. . . . .	37
4.8 Principios éticos. . . . .	39
4.8.1 Protección de personas. . . . .	39
4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad. . . . .	39
4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado. . . . .	39
4.8.4 Beneficencia no Maleficencia. . . . .	40
4.8.5 Justicia. . . . .	40
4.8.6 Integridad física. . . . .	40
<b>V RESULTADOS.</b>	<b>41</b>
5.1 Evaluación de la estructura hidráulica. . . . .	41
5.1.1 Evaluación de defensa ribereña existente. . . . .	41
5.1.2 Evaluación fotogramétrica. . . . .	47

5.1.3	Recolección de los datos de campo y ubicación de los punto de control: . . . . .	47
5.1.3.1	Calibración y ubicación de la camara: . . . . .	50
5.1.3.2	Nube de puntos esparcida: . . . . .	50
5.1.3.3	Nube de puntos densa: . . . . .	51
5.1.3.4	Modelo tridimensional de mallas: . . . . .	53
5.1.3.5	Modelo texturado: . . . . .	54
5.1.3.6	Aplicaciones de las reconstrucciones 3D: . . . . .	55
5.1.4	Evaluación hidrológica. . . . .	59
5.1.4.1	Cálculo de caudal máximo. . . . .	59
5.1.5	Evaluación geomorfológica. . . . .	69
5.1.5.1	Evaluación de tipo de suelo. . . . .	70
5.1.5.2	Evaluación de tipo de vegetación. . . . .	70
5.1.6	Cálculo de la altura de gavión propuesto. . . . .	71
5.2	Análisis de resultados. . . . .	73
	<b>VI CONCLUSIONES.</b>	<b>75</b>
	<b>ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.</b>	<b>76</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Obra longitudinal (Estructura gruesa). <b>Fuente:</b> Defensas de márgenes y obras transversales . . . . .	15
2.2	Obra longitudinal (Estructura delgada). <b>Fuente:</b> Defensas de márgenes y obras transversales . . . . .	16
2.3	Obra deflectora (Espigón). <b>Fuente:</b> Defensas de márgenes y obras transversales . . . . .	17
2.4	Protección con enrocado. <b>Fuente:</b> Suarez, (2004) . . . . .	18
2.5	Partes del enrocado. <b>Fuente:</b> Suarez, (2004) . . . . .	18
2.6	Determinación del periodo de retorno a partir del riesgo admisible. <b>Fuente:</b> Chow, (1994) . . . . .	20
2.7	Sección transversal de un cauce afectado por socavación. <b>Fuente:</b> Mecánica de Suelos. . . . .	21
2.8	Drone usado para el trabajo. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	24
2.9	Levantamiento y toma de fotos. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	27
5.1	Diagrama de flujo de la investigación. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	41
5.2	Vista del río Niño Yucaes. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	42
5.3	Medición de la altura de gavión. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	42
5.4	Medición de la altura de gavión. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	43
5.5	Medición del ancho de gavión. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	43
5.6	Medición de la altura de gavión. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	44
5.7	Medición de la altura de gavión. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	45
5.8	Medición de la altura de gavión. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	45

5.9	Medición de la altura de gavión. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	46
5.10	Medición del ancho de gavión. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	46
5.11	Toma de datos con el drone. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	47
5.12	Ubicación de los puntos de control tomados. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . .	48
5.13	Ubicación de los puntos de control tomados. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . .	48
5.14	Ubicación de los puntos de control tomados. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . .	49
5.15	Zona evaluada para la investigación. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	49
5.16	Nube de puntos dispersa. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	51
5.17	Modelo de nube de puntos denso en planta. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . .	52
5.18	Modelo de nube de puntos denso. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	52
5.19	Modelo tridimensional de mallas. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	53
5.20	Modelo texturado. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	54
5.21	Modelo texturado de perfil. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	55
5.22	Ortofoto de la zona evaluada. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	56
5.23	Modelo de curvas de nivel. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	57
5.24	El MDT (modelo digital del terreno). <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	57
5.25	El DEM( modelo de elevación digital). <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	58
5.26	Sección del río Niño Yucaes. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	58
5.27	Sección del río Niño Yucaes.. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	59
5.28	Sección del río Niño Yucaes. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	61
5.29	Medida de ancho del río Niño Yucaes. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	63
5.30	Cálculo de caudal. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	63
5.31	Cálculo de caudal. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	64
5.32	Tomando encuesta al poblador. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	69
5.33	Vegetación presenta en la cuenta río Yuaces. <b>Fuente:</b> Hector Gonzales (2016). . .	71

## ÍNDICE DE TABLAS

4.1	Matriz de operacionalización de variables. <b>Fuente:</b> Fuente propia. . . . .	35
4.2	Matriz de consistencia. <b>Fuente:</b> Fuente propia. . . . .	38
5.1	Puntos de control. <b>Fuente:</b> Fuente propia. . . . .	50
5.2	Datos de sección del río Niño Yucaes. <b>Fuente:</b> Fuente propia. . . . .	61
5.3	Características de la cuenca río Yucaes. <b>Fuente:</b> Hector Gonzales (2016). . . . .	65
5.4	Precipitación máxima en 24 horas de cada estación. <b>Fuente:</b> Hector Gonzales (2016). . . . .	66
5.5	Precipitación máxima total en 24 horas. <b>Fuente:</b> AHector Gonzales (2016). . . . .	67
5.6	Precipitación máxima en 24 horas promedio para TR=50 años. <b>Fuente:</b> Hector Gonzales (2016). . . . .	67
5.7	Caudales máximos. <b>Fuente:</b> Hector Gonzales (2016). . . . .	68

# I. INTRODUCCIÓN.

En muchos países del mundo es bastante común que se sufra de desastres naturales muchos de estos son causados por el desborde de los ríos, lagos y mares provocando a su paso grandes pérdidas materiales y humanas afectando así a la vida de las personas así mismo se afecta su economía ya que muchas de estos desbordamientos provocan la pérdida de cultivos y viviendas.

Al analizar la problemática se llegó a la siguiente **pregunta de investigación**: ¿El diseño y evaluación de la defensa ribereña del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, mejorara considerablemente el estado de desgaste de los estribos del puente Muyurina?

Para resolver la pregunta de investigación se planteó como **objetivo general**; Evaluar y diseñar la defensa ribereña del para prevenir el daño a los estribos del puente Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho. Además, se plantearon dos **objetivos específicos**. El primero fue evaluar el estado de la defensa ribereña existente en las zonas aledañas al puente Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El segundo fue describir y evaluar el estado de los estribos del puente Muyurina. del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, para mejorar e incrementar la vida útil del puente con la construcción de una defensa ribereña.

Como **justificación**, La investigación se justifica primordialmente por la necesidad de prevenir futuros desastres causados por el desborde de los ríos muchas veces al aumentar el caudal de los ríos provoca inundaciones o huaycos en las zonas aledañas al río provocando pérdidas de tierras de cultivo, pérdida de animales por ello



consideramos de vital importancia este tipo de investigaciones.

La **metodología** de la investigación tuvo las siguientes características. El **tipo** es exploratorio. El **nivel** de la investigación será de carácter cualitativo. El **diseño** de la investigación se va a priorizar en evaluar el estado de la defensa ribereña existente en las zonas aledañas al puente Muyurina del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El **universo o población** de la investigación es indeterminada. La población objetiva está compuesta por las defensas ribereñas en zonas rurales, de las cuales se selecciona el Centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

### 2.1 Antecedentes.

#### 2.1.1 Antecedentes Locales.

ESTUDIO HIDROLOGICO E HIDRÁULICO DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE LA COMUNIDAD DE VILCANCHOS [1]:

- **Objetivos:** Realizar el diseño de estructuras de defensa ribereña en la Comunidad de Vilcanchos considerando los caudales máximos, socavación y transporte de sólidos para evitar la inundación de terrenos aledaños al río pampas.
- **Metodología:** La metodología utilizada para la generación de los caudales de máximas avenidas se sustenta en la utilización del modelo hidrológico HEC-HMS que utiliza los siguientes componentes: modelos de cuenca, modelos meteorológicos, especificaciones de control y datos de entrada.
- **Resultados:** Del análisis de datos que se tuvo en el estudio hidrológico podemos ver que para el caso del método de análisis que se realizó, se calculó un caudal de diseño de 602.401 m<sup>3</sup>/seg, estos datos se obtuvieron para un periodo de retorno de 100 años. Del diseño la estructura hidráulicas a lo largo de los 923.93m de análisis en el Río Pampas, adyacente a la Comunidad de Vilcanchos, se determinó una altura de dique de 3.00m, analizando para enrocado y gavión.
- **Conclusión:** Se eligió como estructura de defensa ribereña para el presente estudiob estructura de gavión por tener en material de relleno en el mismo lecho

de la zona de estudio, mientras para defensa con enrocado no se tiene una cantera adecuada en la zona de estudio o próximo a esta.

#### CONTROL DE EROSIÓN EN DEFENSAS DE RÍOS MEDIANTE GAVIONES Y COLCHONES RENO [2]:

- **Objetivos:** Diseño hidrológico, hidrológico e hidráulica para la adecuada instalación de defensa ribereña en dos tramos críticos a lo largo del Río Chillón.
- **Resultados:** Se ha determinado el análisis de estabilidad para cada una de las estructuras hidráulicas propuestas, considerando las características geotécnicas de la base el relleno posterior, mediante el programa GAWAC, obteniéndose factores de seguridad aceptables mayores que 1.5 para deslizamiento y volteo.

#### DISEÑO HIDRAULICO DE ESTRUCTURAS DE RETENCION DE SOLIDOS PROVENIENTES DE LADERAS DEL CERRO LA PICOTA-AYACUCHO [3]:

- **Objetivos:** Realizar el diseño de estructuras de retención de sólidos provenientes de las laderas del cerro la Picota considerando transporte de sólidos, erosión hídrica y control de erosión hídrica para evitar colapso en sistema de drenaje existente.
- **Resultados:** La simulación hidráulica, comprendió unos tres tramos de la quebrada Prolongación San Martín o Paraíso 1, en ambos márgenes, con una longitud de 0.553 Km. El Tratamiento 1: son 60 m., gavión tipo 1 y el gavión tipo 2; el Tratamiento 2: son 10 m., gavión tipo 3.
- **Conclusión:** Si se considera tres niveles de respuesta de una microcuenca (como crecientes), a la precipitación: lenta, moderada y rápida. Por los parámetros analizados, la microcuenca de la quebrada Prolongación San Martín, tendría una respuesta "moderada" a las precipitaciones.

## APLICACIÓN DE LAS ECUACIONES DE SAINT VENANT AL MODELAMIENTO BIDIMENSIONAL DE CUENCAS Y RÍOS [4]:

- **Objetivos:** Estudiar el proceso de transformación de lluvia en escorrentía dentro de una cuenca hidrográfica, así como el tránsito hidráulico de flujo no permanente en canales, mediante la solución de las ecuaciones de Saint-Venant a nivel bidimensional, con la ayuda de los programas Hec-Ras e Iber.
- **Resultados:** El proceso de transformación de lluvia en escorrentía dentro de una cuenca hidrográfica, así como el tránsito hidráulico de flujo no permanente en canales, mediante la solución de las ecuaciones de Saint-Venant a nivel bidimensional, con la ayuda de los programas Hec-Ras e Iber. Demuestran que son una alternativa adecuada para estudios hidrológicos e hidráulicos, por que permiten caracterizar mejor la superficie por donde se transita la escorrentía superficial de una forma mas real y completa, de modo que los resultados representan soluciones mucho mas con  
  
ables de acuerdo a los diversos análisis de resultados obtenidos tanto en la cuenca como en el río.
- **Conclusión:** El coeficiente de rugosidad de Manning es un parámetro que se debe seleccionar correctamente apoyándose en mapa de usos de suelo, imágenes satelitales, visita al lugar y fotografías que ayuden caracterizar mejor la cobertura de la superficie, porque su incidencia en el proceso de transformación de lluvia en escorrentía (Hidrograma) genera una considerable variabilidad en los resultados.

### 2.1.2 Antecedentes Nacionales.

DISEÑO DE UNA DEFENSA RIBEREÑA MEDIANTE ROCA AL VOLTEO EN LA MARGEN DERECHA DEL RIO PATIVILCA. TRAMO: KM 16 AL KM 20 [5]:

- **Objetivos:** Diseñar una defensa ribereña mediante roca al volteo en la margen derecha del río Pativilca. Tramo: km 16 al km 20.
- **Resultados:** Se realizó los estudios básicos de topografía, mecánica de suelos e hidrología, obteniendo los siguientes resultados, una pendiente suave, promedio de 1.37% un ángulo de fricción de interna de 35.81° y cohesión 0.04 kg/cm<sup>2</sup>, siendo este un suelo granular no cohesivo y un caudal de diseño de 510.47 m<sup>3</sup>/seg, a un tiempo de retorno de 35 años.
- **Conclusión:** Se hizo el diseño de la defensa ribereña mediante roca al volteo en la margen derecha del río Pativilca en los 4 kilómetros correspondiente , la cual permitirá la disminución de la erosión de laderas en ambas márgenes, reduciendo el ensanchamiento del Ancho de Cauce y la pérdida de vegetación.

BASES TEORICAS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL – HIDRAULICO DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO CHICAMA TRAMO PUENTE SAN POLO – BAÑOS CHIMÚ [6]:

- **Objetivos:** Tiene como objetivo presentar las bases teóricas para determinar el diseño estructural - hidráulico que se debe considerar para el diseño estructural hidráulico de la defensa ribereña del Río Chicama, Tramo Puente San Polo – Baños Chimú.
- **Resultados:** Los resultados, el método Gumbel es el más adecuado según el método gráfico, siendo que, el caudal en un periodo de retorno de 50 años será de 757.53 m<sup>3</sup>/s, determinando la capacidad portante del suelo de 1.75 kg/cm<sup>2</sup> y su profundidad de socavación de 2 m.
- **Conclusión:** En la presente investigación se establecieron las bases teóricas para el diseño estructural - hidráulico de la defensa ribereña del Río Chicama, Tramo Puente San Polo – Baños Chimú. Se analizaron los contenidos tomados como

referencia de las publicaciones de Tesis referidas al tema del diseño hidráulico de contención de ríos.

PROPUESTA DE DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO PLANTANOYACU, C. P. PACAYZAPA, DISTRITO DE ALONSO DE ALVARADO – PROVINCIA DE LAMAS – SAN MARTÍN, 2019 [7]:

- **Objetivos:** Realizar la propuesta de diseño de defensa ribereña en la margen izquierda del río plantanoyacu, Centro Poblado de Pacayzapa, Distrito de Alonso de Alvarado, Provincia de Lamas, Región San Martín, 2019.
- **Resultados:** Se realizó el diseño de la defensa ribereña en la margen izquierda del río Plantanoyacu, donde después de analizar los resultados, hemos considerado para el muro de encauzamiento con gavión tipo caja una altura de 4.00 m por 4.00 m de base, debido a que la H total (2.51m) calculada matemáticamente, se ubicaba por debajo del hombro de la ribera. Además, al presentarse en el cálculo una socavación de 2.28m, hemos considerado una sardinel de 2.00 m para proteger la estructura y evitar que la socavación penetre o desestabilice la estructura.
- **Conclusión:** Los estudios que se consideraron fueron granulometría; que fue necesario para determinar el dm y el tamaño de las partículas, los límites de Atterberg; para saber la consistencia del suelo.

PROPUESTA DE DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA, EN LA CARRETERA REQUENA- SAN MARTIN KM 1+000, MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO SISA, PROVINCIA EL DORADO, REGION SAN MARTIN, 2019 [8]:

- **Objetivos:** Plantear la propuesta de diseño de una defensa ribereña en la carretera Requena- San Martín km 1+000, en la margen izquierda del Río Sisa, Provincia El Dorado- Región San Martín, 2019.

- **Resultados:** Se trabajó con 35 años de precipitación obtenidas del SENAMHI, utilizando los métodos de distribución probabilística como Gumbe, Person Tipo III, Log Pearson Tipo II, analizando para dos periodos de retorno, la primero de 140 años con caudal de diseño de 610.80 m<sup>3</sup>/s y la segunda de 500 años con caudal de diseño de 772.90 m<sup>3</sup>/s.
- **Conclusión:** En el presente trabajo se ha logrado plantear la propuesta de diseño de defensa riberena en la margen izquierda del Rio Sisa, en la carretera Requena-San Martin km+ 1+000, en el distrito de San Martin, provincia El Dorado, empleando gaviones. Mediante los estudios de suelos, topográficos, hidrológico e hidráulico.

DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBERENA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RIO PIURA TRAMO REPRESA LOS EJIDOS AL PUENTE CACERES CASTILLA – PIURA 2019 [9]:

- **Objetivos:** Realizar el diseño estructural de la defensa ribereña en la margen Izquierda del rio Piura en el tramo Represa los Ejidos al Puente Cáceres en el Sector de Castilla.
- **Resultados:** De la progresiva 0 + 000 a 0 + 300 identificaron afloramiento de areniscas finas a areniscas arcósicas (Formación Zapallal alterada), cuyo espesor de Este a Oeste va disminuyendo de cota de 28.50 a 18.70 msnm. Por tanto, el espesor del manto eólico superficial aumenta. La fundación de las obras civiles se efectuaran en formación Zapallal algo alterada a alterada, por lo que el manto eólico debe ser evacuado en su totalidad. De la progresiva 0+300 a 0+390, superficialmente se registro una importante cobertura de arenas y escasas transiciones de suelos limosos; en esta área particularmente se infiere que la Formación Zapallal presenta su menor cota y en cota superior sobreyace una importante cobertura arenosa de gradación fina con espesores variables

- **Conclusión:** En la margen izquierda estudiada, se recomienda que la fundación de estructuras y obras civiles deban corresponder a las mejores características geo-mecánicas y geotécnicas, donde la consistencia sea como mínimo firme a muy firme.

DIMENSIONAMIENTO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO MAYO EN LA LOCALIDAD DE SHANAO – LAMAS – REGIÓN SAN MARTÍN [10]:

- **Objetivos:** Proponer el diseño hidráulico y estructural que permita proteger de la erosión e inundaciones causadas por las aguas del río Mayo a la zona urbana ribereña de la localidad de Shanao en época de avenidas máximas y su posterior empleo en la elaboración del perfil y expediente técnico del proyecto por parte de las autoridades locales.
- **Resultados:** Desde el punto de vista hidrológico, la cuenca colectora del río Mayo (hasta el punto de interés), tiene sus nacientes en la zona del alto mayo, desde la localidad de Aguas Claras. Tiene una longitud de 307.50 km y una altura que oscila entre los 1,800 y 275.00 m.s.n.m, en el tramo que comprende la cuenca colectora, es decir, hasta la localidad de Shanao.
- **Conclusión:** Para la elaboración del presente proyecto se contó con los estudios básicos como: la topografía (áreas, ubicación), la hidrología (ocurrencia, ciclo hidrológico) y la mecánica de suelos (análisis granulométrico).

OPTIMIZACIÓN DEL PRESUPUESTO DE OBRA UTILIZANDO LA PROGRAMACIÓN LINEAL EN LA PARTIDA DE ENCAUZAMIENTO DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO CHICAMA: SECTOR CAREAGA -CARTAVIO –LA LIBERTAD [11]:

- **Objetivos:** Demostrar que aplicando un modelo matemático de programación lineal, para los movimientos de tierra, en la partida de encauzamiento de la defensa ribereña del río Chicama ubicado en el sector Careaga.



- **Resultados:** Los resultados que se obtuvo al aplicar el Modelo Matemático de Programación Lineal fueron los nuevos valores de los rendimientos de la máquina, costo unitario de cada partida, el metrado a movilizar cada grupo de máquina. Datos que nos permite determinar el nuevo presupuesto para cada grupo de maquina en función a la progresiva del cauce y su relación con la progresiva del dique.
- **Conclusión:** Se podrá optimizar el uso de los recursos, tanto para la distribución de volúmenes de materiales que deben transportarse desde el centro de producción (cauce de rio) hasta el centro de consumo (Dique), así como también obtener una mejor planificación para disminuir el plazo de la ejecución de las obra, elevar el rendimiento de las máquinas y disminuir costo unitario .

MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO VIRÚ, DESDE LA PROGRESIVA 20+364 HASTA LA PROGRESIVA 11+773, CON FINES DE DEFENSA RIBEREÑA, REGIÓN LA LIBERTAD [12]:

- **Objetivos:** Plantear una estructura de defensa ribereña con un ancho estable, teniendo en cuenta bases teóricas y métodos establecidos e identificando zonas críticas y de mayor afectación producido en el periodo de avenida.
- **Resultados:** Para obtener los parámetros de diseño primero se realizó un levantamiento topográfico planimétrico y altimétrico, obteniendo una pendiente de 0.24%. Luego se realizó un análisis hidrológico del cual se determinó un caudal de diseño de 378.716 m<sup>3</sup>/seg, con un periodo de retorno de 140 años, una vida útil de la obra de 40 años y con un riesgo admisible de 25%. Para el estudio de mecánica de suelos se realizaron 2 calicatas para obtener la muestra de suelo se obtuvo un índice de plasticidad 8.93% y 5.87%, una densidad unitaria promedio de 1.76 y 1.69 gr/cm<sup>3</sup>, con contenido de humedad de 3.00 % y 1.6% y una clasificación de suelos unificados SUCS de SC y SC/SM respectivamente. Del análisis hidráulico, el número de Froude promedio fue

0.43, con una velocidad máxima de 4.74 m/seg y un tirante hidráulico máximo de 6.64.m dicha información nos permitió identificar zonas críticas con alta erosión y probabilidad de inundación.

- **Conclusión:** Se planteó defensas ribereñas con una altura de dique de 2.40m y 2.30 m, con un ancho de corona de 4.00 m, con talud de 1:2, y profundidad de uña de 1.80 m y 3.10 m, y un diámetro de enrocado de defensa de D50 de 0.40 m y anchos estables de 87 m y 86 m., tomando en consideración el uso de un filtro de grava con un geotextil.

#### IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INUNDABLES Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA DEL SECTOR SALINAS KM 89 EN EL RIO CHANCAY – 2017 [13]:

- **Objetivos:** Identificar la influencia de las zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector Salinas km 89 en el rio Chancay – 2017.
- **Resultados:** Según el resultado logrado los parámetros geotécnicos del lugar se logró calcular la capacidad portante sabiendo que se debe cumplir que  $Q_{adm} < F$ , por lo que se obtuvo que  $F = 5040 \text{ kg/m}^2$ . Por parte del terreno tenemos:  $Q_{adm} = 8061 \text{ kg/m}^2$  con lo que nos garantizamos el comportamiento adecuado del terreno, esto conlleva que para la propuesta saber qué protección de talud se debe usar y el recubrimiento sé que usara por la ubicación es ambiental mente rural por lo tiene baja corrosión.
- **Conclusión:** Para mejor identificación de las zonas inundables se utilizó el HEC – RAS, este nos brindó las posibles zonas que necesitarían un sistema de defensas a lo largo de nuestra zona de estudio para ello la estructura a utilizar fue la protección tipo gavión de caja ya que tras el resultado obtenidos de cada uno de los parámetros estudiados, puesto que anteriormente se realizó una protección de enrocado y esta fallo por los tres parámetros estudiados.

### 2.1.3 Antecedentes Internacionales.

ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN MEDIANTE GAVIONES [14]:

- **Objetivos:** Diseñar la estructura de retención de con gaviones y plantear diferentes alternativas con la que se puede hacer este sistema.
- **Metodología:** Descriptivo de enfoque cuantitativo.
- **Resultados:** Con el desarrollo de los métodos de construcción se encontró un sistema que cumple con lineamiento con el medio ambiente estos son los gaviones y mallas de seguridad.
- **Conclusión:** Los gaviones son una buena construcción que sirve para la retención de suelos y para la prevención de deslizamiento.

DESCRIPCIÓN DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS [15]:

- **Objetivos:** Describir los tipos de defensas que se deben utilizar para proteger estructuras cercanas al río.
- **Resultados:** Las inundaciones registradas en el río Neverí, se debió a la gran pluviosidad de la cuenca trayendo como consecuencia un aumento anormal de niveles y el posterior colapso de los diques, lo que provocó el desbordamiento del caudal.
- **Conclusión:** Llegando a concluir que el muro de gavión, es uno del más apropiado, ya que es una obra construida con materiales flexibles, que cumplen con las exigencias establecidas, y puede adecuarse a deformaciones que puedan producirse una vez puesta en funcionamiento.

INFLUENCIA DE LA HUMEDAD INICIAL EN LA EROSIÓN HÍDRICA DE UN TALUD [16]:

- **Objetivos:** Analizar la influencia de la humedad inicial del suelo en la erosión hídrica de un talud en forma experimental.
- **Resultados:** Cuando aumenta la duración de los ensayos la tendencia se transforma en lineal, obteniendo un aumento de 2,2 veces la cantidad de material erodado para un rango de humedad de 32 % de humedad en comparación a un rango de 13%, a medida que aumenta la duración de los ensayos para un mismo rango de humedad, la tendencia de aumento de material erodado es lineal, los dos rangos de humedad más baja poseen pendientes de aumento similares de 42 y 60 g/m<sup>2</sup> /min, en cambio el rango de humedad de 32% presenta una pendiente de aumento de casi el doble en comparación a los otros rangos.
- **Conclusión:** Llegando a concluir la humedad inicial tiene una influencia directa en la erosión hídrica de taludes, el material erodado presenta una tendencia exponencial a medida que aumenta la humedad inicial, obteniéndose aumentos de 0,5; 1,5 y 4 veces la cantidad de material erodado para rangos de 19 %, 32 % y 40 % de humedad inicial respectivamente en comparación a un rango de 13%.

#### METODOLOGÍA PARA LA ESTABILIZACIÓN DEL CAUCE DE UN RÍO DE LLANURA PARA LA PROTECCIÓN DE PUENTES [17]:

- **Objetivos:** Establecer una metodología para la estabilización del cauce de un río de llanura para la protección de puentes, mediante el empleo de espigones sucesivos que controlen de una manera definitiva la erosión sus riberas.
- **Metodología:** Fue de enfoque cuantitativo del tipo descriptivo.
- **Conclusión:** El uso de modelos hidráulicos fusionados con las predicciones matemáticas, resultan herramientas de gran ayuda y alcance, que permiten de una manera económica y práctica, predecir comportamientos más cercanos a la realidad.

## DISEÑO DE ENCAUZAMIENTO Y DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO MOTUPE-SECTOR PUEBLO JOVEN EL SALVADOR [18]:

- **Objetivos:** Proponen una estructura de encauzamiento y defensa de márgenes mediante espigones, teniendo en cuenta los aspectos técnicos económicos
- **Metodología:** Fue de enfoque cuantitativo del tipo descriptivo.
- **Resultados:** construcción roca de cantera y siendo 14 el número de espigones necesarios, de los cuales 12 son de formación y 2 de lanzamiento. Calcularon una descarga máxima instantánea de  $Q=1350 \text{ m}^3/\text{s}$  , pero debido a que el cauce del rio Motupe no puede evacuar todo ese caudal, la Dirección Ejecutiva del Proyecto Olmos-Tinajones (Depolti) realiza trabajos para derivar el rio Motupe por su cauce antiguo y evacuar un caudal de 800 a 1000  $\text{m}^3/\text{s}$ .

## 2.2 Marco teórico.

### 2.2.1 Las defensas ribereñas.

Son estructuras que se construyen con la finalidad de proteger de las avenidas del río las zonas aledañas a los cursos de agua. En la protección contra la inundación se incluye medios no estructurales como las estructurales que mitigan el riesgo de inundación [19].

#### 2.2.1.1 Controladores para defensa ribereñas.

En Perú muchas viviendas de encuentras asentadas cerca de los ríos estas estructuras son las más expuestas al peligro de inundación y sufrir daños. La determinación de cuándo ocurrirá un incremento de caudal que puede inundar las zonas más críticas es difícil de conocer, pero se debe tener en consideración que si alguna vez ocurrió un incremento de caudal este volverá a ocurrir en el futuro. Esta afirmación es conocida como el periodo de retorno de un evento. Es así como las zonas más

propensas a sufrir inundación aquellas zonas donde la donde el incremento del caudal se presenta de forma imprevisible. En consecuencias, no solo se puede perder los bienes si no también vidas humanas [19].

### **2.2.2 Obras longitudinales.**

Con estas se delimitan el cauce natural y aprovechan los terrenos aledaños, protegiendo las márgenes contra la erosión o inundación, recuperando terreno de las riberas y obras de toma. De acuerdo de la situación local y su propósito, se puede diversificar en estructura gruesa y delgada [20].

#### **a) Estructura gruesa.**

Protegen las márgenes de la erosión, estabilizando el talud del canal natural [20].



Figura 2.1: Obra longitudinal (Estructura gruesa).

Fuente: Defensas de márgenes y obras transversales

#### **b) Estructura delgada.**

Se usa para cubrir los márgenes naturales o artificiales, protegiéndolas ante la erosión. Estas construcciones deben afectar en forma mínima al medio ambiente. Se

recomiendan usar gaviones enmallados, gaviones con saco, geo mantas, etc. estos se acomodan según las especificaciones técnicas y constructivas [20].



Figura 2.2: Obra longitudinal (Estructura delgada).

**Fuente:** Defensas de márgenes y obras transversales

### **c) Obras deflectoras.**

Existiendo la necesidad de dirigir el cauce de los ríos y recobrar los terrenos aledaños afectados por la erosión, es necesario construir la estructura deflectora, mejor conocidas como espigones [20].



Figura 2.3: Obra deflectora (Espigón).  
**Fuente:** Defensas de márgenes y obras transversales

### **2.2.3 El enrocado.**

Una de las estructuras para protección ribereña es el enrocado que consiste en acomodación de rocas sueltas en forma un poco ordenada para proteger el talud [19].



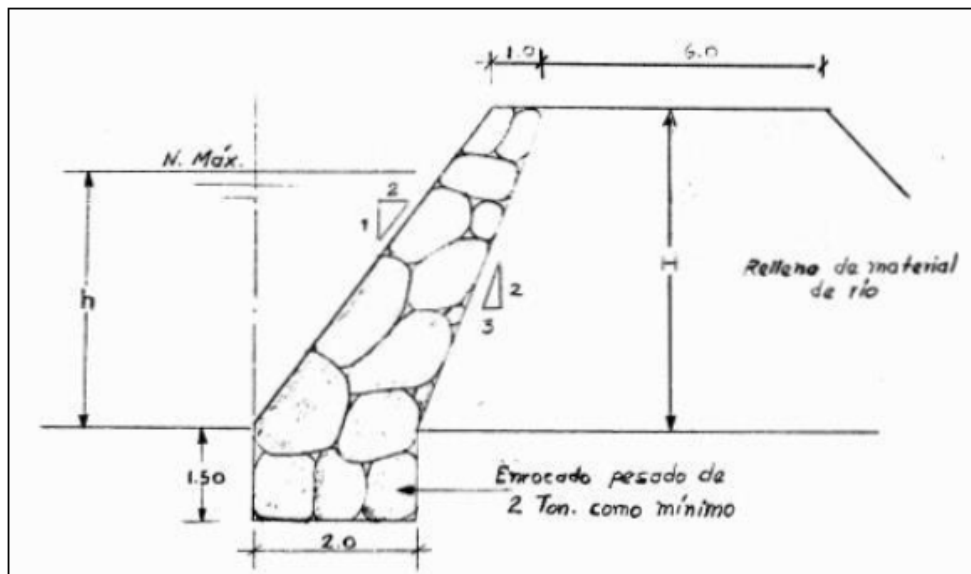


Figura 2.4: Protección con enrocado.

Fuente: Suarez, (2004)

Las ecuaciones consideradas para el diseño de un enrocado en general tienen algunas limitaciones las cuales son la velocidad del flujo de agua debe ser tangencial al talud y con un nivel de turbulencia normal [19].

### 2.2.3.1 Partes del enrocado.

Entre las partes de muros con enrocado tenemos los siguientes [21]:



Figura 2.5: Partes del enrocado.

Fuente: Suarez, (2004)

### 2.2.3.2 Fines generales del enrocado.

Según [21] se puede considerar los siguientes fines:

- Mitigar la erosión de las márgenes.
- Mantener un ancho del río fijo.

Una de sus principales funciones es la protección del talud cuando se presentan las avenidas extraordinarias para disminuir la posibilidad de inundación y daño a las personas que viven en los alrededores del río.

#### **2.2.3.3 Desventajas y ventajas del enrocado.**

La desventaja se da en encontrar una cantera de roca apropiada y cerca donde se hayan realizado ensayos de durabilidad, entre otros. Como ventaja de tiene el bajo costo, facilidad de mantenimiento y flexibilidad con el reacomodo de las piedras [21].

#### **2.2.4 Revisión de la normativa legal vigente y estándares nacionales e internacionales aplicables.**

En una parte de la Constitución Política del Perú de 1993, artículo 2, inciso 22 se indica que toda persona tiene derecho a gozar de un adecuado de desarrollo de vida y un ambiente equilibrado. Además, el derecho de propiedad es protegido por la constitución de esta forma lo garantiza el estado. Se señala que a nadie se le puede privar de su propiedad (Art. 70). Pero, para la ejecución de proyectos de interés nacional, establecido por la Ley, se puede expropiar propiedades para el desarrollo del proyecto previa indemnización de las personas afectadas [21].

#### **2.2.5 Cálculo del caudal de diseño.**

Los métodos estadísticos, se basan en considerar que el caudal máximo anual, es una variable aleatoria que tiene una cierta distribución (Villón, 2002). Para utilizar se requiere tener como datos, el registro de caudales máximos anuales, cuanto mayor sea el tamaño del registro, mayor será la aproximación del cálculo del caudal de diseño.

La magnitud del caudal de diseño es función directa del periodo de retorno que se le asigne, el que a su vez depende de la importancia de la obra y de la vida útil [21].

### 2.2.6 Periodo de retorno (T).

El tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igual o superado una vez cada “T” años, se le denomina periodo de retorno [21].

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

**Donde: R:** Riesgo de falla admisible **T:** Periodo de retorno **n:** Vida útil en años  
Si la obra tiene una vida útil de n años, la formula anterior permite calcular el periodo de retorno T, fijando el riesgo de fallo admisible en R.

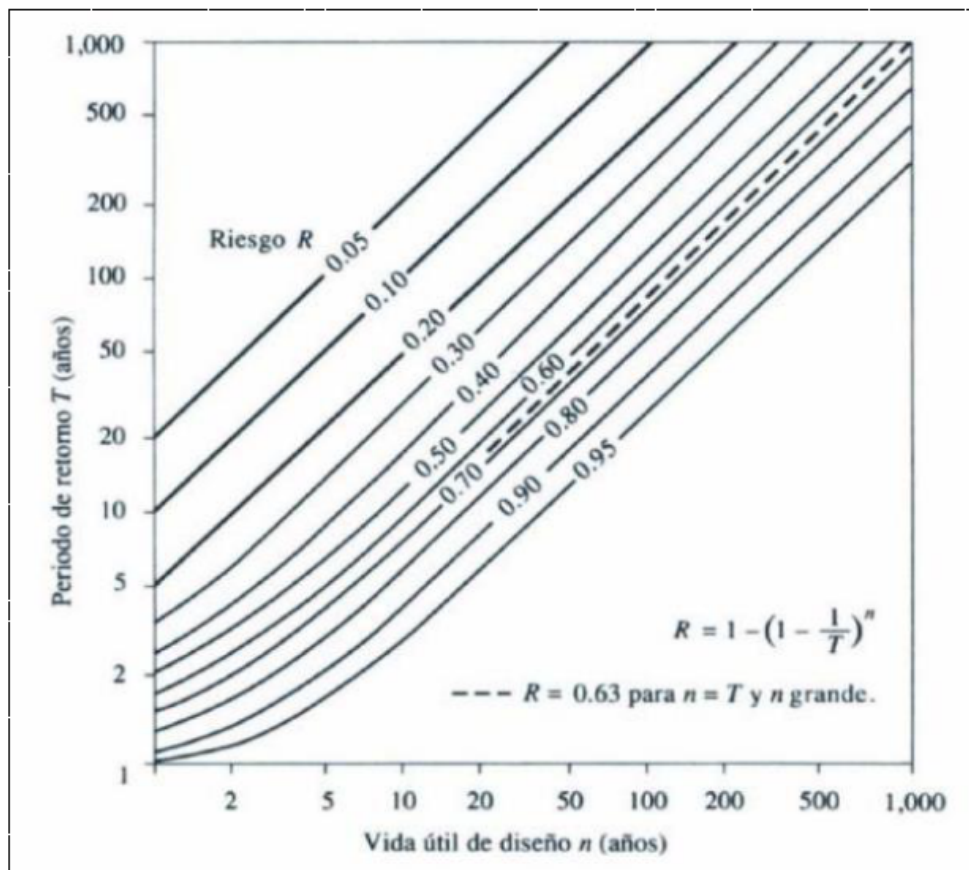


Figura 2.6: Determinación del periodo de retorno a partir del riesgo admisible.

Fuente: Chow, (1994)

## 2.2.7 Socavación.

La socavación normal o general es el movimiento, arrastre o suspensión de las partículas sólidas propias del lecho, generadas por la capacidad que presenta el flujo que se desplaza por el cauce. Este fenómeno ocurre según factores como la geología y topografía del río, bntambién de las propiedades hidráulicas del flujo y de las partículas de arrastre [20].

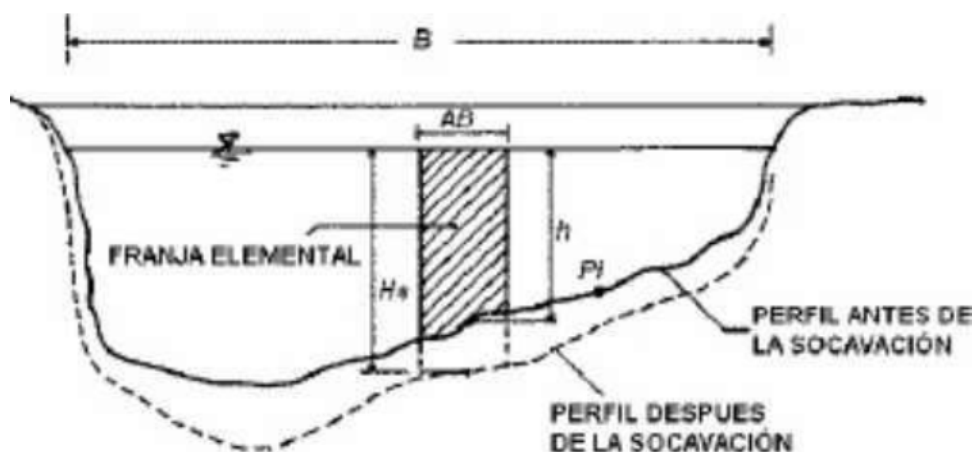


Figura 2.7: Sección transversal de un cauce afectado por socavación.

Fuente: Mecánica de Suelos.

Debido a que la socavación de un cauce no se puede calcular con exactitud, se toman valores de proximidad, que se obtienen a través de fórmulas empíricas, con datos reales del cauce, como caudal, material, cantidad de transporte de sedimentos, entre otros.

### 2.2.7.1 Profundidad de Socavación.

Segun [20] relata que las causas de socavación se originan por:

- **Aumento de caudal:** Ocurre cuando se da las máximas avenidas, por lo que aumentan su fuerza tractiva, velocidad media, y capacidad de transporte.
- **Interrupción del transporte sólido:** Se produce cuando se reduce el transporte de sedimentos, por lo que se genera una capacidad menor de transporte de

sedimentos y como efecto se tiene erosión y profundidad de socavación.

- **Estrechamiento del cauce:** Se ocasiona por la presencia de una estructura en el tramo, generando el incremento de velocidad del flujo y arrastre de sólidos, ocasionando una profundidad en el cauce.
- **Caudal en tramos curvos:** En las curvas fluviales hay tendencia de erosión y la socavación tendría lugar en la margen interior
- **Confluencia Fluvial:** Esto se realiza cuando se recibe aguas de un afluente.
- **Pilares y Estribos:** Se produce cuando se tiene una estructura como pilares de puentes o estribos, dando paso a la erosión local debido a la formación de vórtices que ejerce con esta estructura.

#### **2.2.7.2 Clases de Socavación.**

Se tiene dos tipos de socavación: Socavación general la que se da en todo el cauce sin que haya alguna estructura, ya sea un puente, bocatoma, etc. Y la socavación local, la que se da por la existencia de una estructura en el cauce [20].

- **Socavación General:** La socavación general es el resultado de disminución del nivel del fondo de cauce y del nivel del flujo del agua; además esta socavación puede ocurrir tanto en longitud y ancho del río debido a la ocurrencia de una avenida. La socavación general se analizará con la fórmula de Lischtvan – Levediev debido que es el que más se ajusta a los trabajos ejecutados en cauces naturales.

#### **2.2.8 Erosión de Suelos.**

Es el desbroce de suelo de la superficie, mayormente por acción del agua, ya sea en precipitación, escorrentía o máximas avenidas, desprendiendo las partículas de suelo. Demasiados diseños exigen la eliminación de vegetación y excavaciones

de terreno ocasionando daños en la naturaleza, afectando las márgenes del río por el aumento de la sedimentación. La erosión edáfica se da de manera natural. Los principales procesos de eliminación de la sedimentación es el transporte en cantidad [20].

## **2.2.9 Drones – sistemas aéreos no tripulados (UAS)**

Los drones son vehículo aéreo no tripulado (UAV), es un equipo que en la actualidad ha mejorado el mundo de la disciplina de la fotogrametría y cartografía, debido a que por su disponibilidad y bajo costo se puede obtener mayor precisión en el proceso de levantamiento fotogramétrico [22].

### **2.2.9.1 Tecnología de un dron**

Un Dron es un equipo dirigido por control remoto que puede sobrevolar por medio de un controlador de vuelo [23]. Por otra parte un dron, se puede conceptualizar como un cuadricóptero con diferentes motores que por medio de propulsión e impulsión se mueve y vuela. Este aparato se mantiene en vuelo debido a que una parte de sus hélices gira en un sentido y la otra parte gira en sentido contrario.

### **2.2.9.2 Movimiento de un dron**

Para su correcto funcionamiento, lo más habitual es que use cuatro hélices, o más: dos giran en un sentido y dos sentido contrario; y trabajan al mismo tiempo para elevarlo en el aire. Si variamos el empuje ejercido en cada hélice podemos conseguir una completa estabilidad del Dron [24].

#### **El Dron tiene cuatro tipos de movimiento:**

**Yaw :** Es el movimiento hacia la derecha o izquierda del eje vertical.

**Roll :** Es el que desarrolla un movimiento hacia la derecha o izquierda del eje longitudinal.

**Picth:** Este movimiento se desarrolla a partir de la rotación hacia delante o hacia atrás con respecto al eje transversal o lateral del dron.

**Altitud:** Es el movimiento de elevación en vertical.

### 2.2.9.3 (Dron) Phantom 4 Pro V2.0

El Phantom4 Pro V2.0 está equipado con un sensor de 1 pulgada y 20 megapíxeles, capaz de grabar vídeos a 4K a 60 fps y fotografiar en modo disparo en ráfaga a 14 fps. Además, el sistema FlightAutonomy incluye sensores dobles de visión trasera y sensores infrarrojos para un total de 5 direcciones de detección de obstáculos y un sistema anticolidión en 4 direcciones. Sistema de procesamiento de vídeo que permite capturar foto de alta calidad y producción optimizada DCI 4K / 60 (4096 x 2160 / 60 fps) a un ratio de bits de 100 Mbps, lo que te permite obtener fotos de alta resolución en cámara lenta.



Figura 2.8: Dron usado para el trabajo.

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.9.4 Usos de la cámara de los drones

”Una de las principales funciones de los drones es la capacidad de volar por las zonas de un terreno con diversas ventajas respecto a las naves pilotadas [24]”:

- Pueden volar en terrenos de difícil alcance y disminuyen el riesgo de pilotaje.
- Las exploraciones se hacen con menor presupuesto así mismo se gasta menos en mantenimiento.
- Se tiene mayor seguridad ya que no se requiere un piloto.

Lo primordial de un dron es la cámara integrada, ya que de ella depende la calidad de imágenes captadas. Las cámaras de los drones son esenciales ya que a mayor calidad de cámara se tendrá mejores resultados en la toma de datos llegando a grandes precisiones. En la actualidad hay muchas formas de usar los drones por los diferentes beneficios que brinda hay aplicaciones de proyectos realizados con drones donde el uso de tratamientos de imágenes es esencial como es el caso de la generación de DEM de alta resolución.

#### **2.2.9.5 Aplicación de los drones en la ingeniería civil**

La aplicación de los drones dentro de la ingeniería civil es muy amplia, teniendo algunas áreas, como, por ejemplo [25]:

- Elaboración de cartografía básica.
- Elaboración de levantamientos de catastro.
- Levantamiento de cuencas para diseño de presas y represas, entre otras áreas.

Los drones en el área de la topografía dependerán mucho del tiempo de vuelo, la capacidad de la cámara, la altura de vuelo, los puntos georreferenciados en el terreno (puntos de control base).

#### **2.2.10 Levantamiento con drones**

Para el levantamiento con drones se debe tener las siguientes consideraciones según [26]:



**Datos preliminares de la zona de vuelo de la vía:** Es importante recolectar información de mapas, planos, fotos aéreas. Para poder realizar la planificación de vuelo, también la información nos servirá para determinar zonas de despegue aterrizaje del dron, sin poner en riesgo personal y material. Se puede utilizar fotos aéreas de Google earth, sin embargo, es indispensable conocer la vía de forma personal para levantar la vía con el uso del dron, este reconocimiento de campo también nos ayudara para poder determinar en donde se ubicarán los puntos de control terrestre georeferenciados.

**Requerimientos preliminares del dron:** Teniendo en consideración la información básica de la zona vía, como, tipo de relieve; podremos determinar las características que tendrá que tener el dron a emplear en el levantamiento fotogramétrico de la vía. Estos datos nos ayudaran determinar el tamaño de fotografías, la precisión y la exactitud.

**Análisis de riesgos y peligros de vuelo:** Antes de iniciar el vuelo tendremos que hacer un análisis de riesgos y peligros del uso del dron en la zona de la vía a levantar.

**Despegue del dron :** Ubicar una zona de la vía libre de obstáculos, en donde el dron pueda realizar la maniobra de despegue, se recomienda una zona plana, donde no exista interferencia. El piloto tendrá que estar ubicado a una distancia donde no esté en riesgo al momento del despegue del dron.



Figura 2.9: Levantamiento y toma de fotos.  
**Fuente:** Elaboración propia.

Es necesario realizar un check list del dron, verificando, lo siguiente:

- Batería cargada al 100% del dron, si es posible tener baterías adicionales.
- Verificar la colocación de las hélices del dron según el manual del usuario.
- Verificar el emparejamiento del control remoto y el dron.
- Verificar que la memoria se encuentre formateada, en este dispositivo se almacenara todas las fotografías capturadas, recomendable que sea mayor a 6 GB.
- Retirar todos los seguros que contenga el dron antes del encendido y posterior despegue.

### **2.2.11 Structure From Motion**

Es un algoritmo que nos permite obtener puntos en 3D, este algoritmo permite llevar a partir de un imagen en dos dimensiones podemos obtener imagenes en tres dimensiones. "El algoritmo Structure from Motion (SfM) se entiende como la

estimación de la estructura 3D de un objeto rígido y el movimiento relativo de la cámara entre imágenes 2D, cuando los parámetros externos son desconocidos pero se trasladan [27]”. Dicho de otro forma este método está sustentado en la obtención de la translación y la rotación de un punto entre dos imágenes.

## **2.2.12 Procesamiento de imágenes**

En esta sección se explica los procedimientos para generar los modelos 3D partiendo de estudios de fotogrametría (todas estas tomadas haciendo uso de un dron). Posteriormente se presentan los conceptos teóricos existentes para medir la precisión de modelos 3D.

### **2.2.12.1 Ajuste de paquetes**

A partir de las características de la imagen  $u_{ij}$ , el algoritmo SFM da un estimado inicial de las matrices de proyección  $P_i$  y puntos 3D  $X_j$ . Usualmente sera necesario refinar este estimado usando una optimización iterativa no-lineal para minimizar una apropiada función de costo. Este proceso es conocido como un ajuste de paquetes [28]. El ajuste de paquetes trabaja minimizando una función costo que esta relacionado a una suma de pesos de errores de re-proyección cuadrada. En este proceso se utiliza usualmente la iteración de Gauss-Newton considerando un paso apropiado para una convergencia rápida.

## **2.2.13 Reconstrucciones tridimensionales**

### **2.2.13.1 Técnicas de integración de mallas**

La integración de mallas vienen a ser el proceso de construir el modelo 3D de mallas. Existen cuatro métodos para lograr este propósito que son los métodos basados en: Delaunay, superficies, superficies paramétricas y superficies volumétricas.

#### **a) Métodos basados en Delaunay:**

Estos métodos usan el complejo de Delaunay  $D(S)$  asociado a un conjunto de puntos  $S$  en  $\mathbb{R}^3$ . Esta variable impone una estructura de conectividad de los puntos y los métodos extraídos a sub-complejos de  $D(S)$  para representar la superficie. Esta clase de algoritmos trabaja sobre una nube de puntos, [29]. Presenta una revisión de ellos. La limitación de estos algoritmos es que son sensitivos al ruido porque interpolan los datos. Estos algoritmos son costosos en rendimiento, ya que usualmente limitan el tamaño de los datos que pueden ser procesados.

#### **b) Métodos basados en superficie:**

Estos métodos crean o manipulan directamente las superficies. En cada rango de vista se define una superficie parcial del objeto, construido a partir del proceso de triangulación de los puntos vecinos en la malla del rango de vista. Estos algoritmos pueden fallar en regiones de alta curvatura. Estos métodos usan fragmentos de los modelos 3D de cada vista. Por lo tanto, genera ruido en cada vista [30].

#### **c) Superficies paramétricas:**

Están basados en deformar una aproximación inicial del objeto a través del uso de fuerzas externas, reacciones internas y constantes. Se puede imaginar que esto es como un balón al que inflamos o desinflamos para asumir la forma del objeto. Otros enfoques utilizan uno o mas superficies generadas automáticamente para representar el modelo integrado. Una limitación del método es la dificultad en representar la forma de las esquinas, ya que la mayoría de los métodos asume una función diferenciable continua para representar la superficie. Otro problema es encontrar el balance entre los efectos de suavizado y la no eliminación del ruido superficial que pueden llenar agujeros incorrectamente [30].

#### **d) Métodos volumétricos:**

La idea básica de estos métodos es crear una representación volumétrica del modelo final basado en vóxels. Cada vóxel tiene un valor que corresponde a la distancia entre el vóxel y la superficie integrada. El signo de la distancia indica si el vóxel está dentro o fuera del objeto. La superficie del objeto es definida por la iso-superficie con un valor de distancia 0. Esta iso-superficie es extraída con el algoritmo MC (Cubes, 1995; Lorensen y Cline, 1987). Esta representación es también llamada campo de distancia señalada y es ampliamente usada en computadoras gráficas. La limitación principal de estos métodos es su rendimiento en términos de uso de memoria y tiempo de procesamiento [30].

### **III. HIPÓTESIS.**

#### **3.1 Hipótesis general.**

Es posible evaluar la defensa ribereña para la protección de los estribos del puente Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.

#### **3.2 Hipótesis específicas.**

- Se va lograr la protección de los estribos del puente Muyurina mediante la instalación de defensa ribereña en el centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.
- Se va lograr describir el estado de la defensa ribereña existente en el puente Muyurina del centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.

## **IV. METODOLOGÍA.**

### **4.1 Diseño de la investigación.**

El diseño de la investigación comprende:

- Búsqueda de antecedentes y elaboración del marco conceptual, para evaluar el planteamiento de defensas ribereñas en el Centro Poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho para prevenir el desgaste de los estribos del puente Muyurina.
- Analizar criterios de diseño para prevenir e incrementar la vida útil de los estribos del puente en el Centro Poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.
- Diseño del instrumento de evaluación que permita el correcto recogo de información para plantear una solución adecuada para la protección del puente Muyurina en el Centro Poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.
- Aplicar los instrumentos para elaborar el diseño de defensa ribereña en el puente Muyurina en el Centro Poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. bajo estudio de acuerdo al marco de trabajo, estableciendo conclusiones.

## **4.2 Tipo de investigación.**

La investigación será de tipo exploratorio, ya que la investigación busca comprender más el tema pero sin dar resultados concluyentes.

## **4.3 Nivel de la investigación.**

Esta investigación estará en el nivel cuantitativo, no experimental. Las investigaciones no experimentales son aquellas que se realizan sin manipular deliberadamente las variables, es decir, no se varía intencionalmente la variable independiente.

## **4.4 Población y muestra.**

El universo o población de la investigación es indeterminada.

### **4.4.1 Población.**

La población objetiva está compuesta por las defensas ribereñas en zonas rurales, de las cuales se selecciona el Centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

### **4.4.2 Muestra.**

La muestra a considerar será las zonas aledañas al puente Muyurina, del centro poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho.



#### **4.4.3 Muestreo.**

Son el ancho y la altura de la defensa ribereña, aledañas al puente Muyurina, del centro poblado de Muyurina, distrito Tambillo, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho así mismo se considera el caudal máximo del río Niño Yucaes.

#### **4.5 Definición y operacionalización de variables e indicadores.**

**Operacionalización de variables:**

Ver la Tabla ??.

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.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p><b>Variable independiente:</b></p> <p>Evaluación del estado de la defensa ribereña ubicada en el puente Muyurina, de la localidad de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.</p>	<p>Evaluación fotogramétrica de la defensa ribereña en el puente Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho.</p> <p>Evaluación hidrológica del río Niño Yucaes en el centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho.</p> <p>Caracterización geomorfológica del cauce del río Niño Yucaes y terrenos aledaños al puente Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caudal del río.</li> <li>- Longitud del río.</li> <li>- Tirante de diseño.</li> <li>- Espejo del río.</li> <li>- Tipo de terreno.</li> <li>- Tipo de suelo.</li> <li>- Tipo de vegetación.</li> </ul>
<p><b>Variable dependiente:</b></p> <p>Diseño de defensa ribereña aledaños al puente Muyurina del centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de ayacucho.</p>	<p>Diseño de la defensa ribereña considerando sus características, descriptivas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tipo de drone.</li> <li>-Fotos.</li> <li>- Tipo de GPS.</li> </ul> <p><b>Rango de valores.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Altura de gavión.</li> </ul>

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.

Fuente: Fuente propia.

## 4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos de recolección de datos:

- **Técnicas de evaluación visual:** Se hará una primera inspección visual del lugar en estudio y las poblaciones que serán beneficiadas.
- **Cámara fotográfica:** Nos permitirá tomar imágenes con respecto a la situación actual de los terrenos aledaños al río.
- **Cuaderno para la toma de apuntes:** Para registrar las variables los datos correspondientes.
- **Wincha:** Para realizar las mediciones correspondientes de las defensas ribereñas.
- **Libros y/o manuales de referencia:** Para tener información acerca de la descripción, medición y relación de estado de defensas ribereñas.
- **Equipos topográficos:** Los equipos topográficos utilizados fueron la estación total. Fueron utilizados para el realizar el levantamiento de los puntos de control.
- **Equipos adicionales:** Se utilizo un dron para hacer el vuelo y tener una mejor ubicación de toda la zona con la cual se realizo una reconstrucción 3D.

## 7.7. Plan de análisis.

El análisis de los datos se realizará haciendo uso de técnicas estadísticas descriptivas que permitan obtener resultados y conclusiones a través de indicadores cuantitativos y/o cualitativos.

- Los fotografías obtenidas fueron almacenadas en la memoria del dron las cuales fueron usadas en gavineta para la reconstrucción 3D.

- Con la reconstrucción 3D pudimos obtener una mayor visión de las zonas evaluadas las cuales fueron zonas aledañas al puente Muyurina.
- Se tomaron medidas de los gaviones existentes en las inmediaciones del puente de Muyurina.
- Se determinará el tipo de suelo y la vegetación existente en las inmediaciones del puente Muyurina.
- Se realizaron tomas de datos del caudal en campo por el método del flotador.
- Finalmente se revisaron trabajos de investigaciones anteriores en el río Niño Yucaes para así obtener el caudal máximo de diseño para nuestra defensa ribereña.

## **4.7 Matriz de consistencia.**

Ver la Tabla 4.2.

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.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>¿El diseño y evaluación de la defensa ribereña del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, mejorara considerablemente el estado de desgaste de los estribos del puente Muyurina?</p>	<p><b>Objetivo general:</b>            Evaluar y diseñar la defensa ribereña del para prevenir el daño a los estribos del puente Muyurina distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b>            1. Evaluar el estado de la defensa ribereña existente en las zonas aledañas al puente Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.</p> <p>2. Describir y evaluar el estado de los estribos del puente Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho, para mejorar e incrementar la vida útil del puente con la construcción de una defensa ribereña.</p>	<p>La investigación se justifica primordialmente por la necesidad de prevenir futuros desastres causados por el desborde de los ríos muchas veces al aumentar el caudal de los ríos provoca inundaciones o huaycos en las zonas aledañas al río provocando pérdidas de tierras de cultivo, pérdida de animales por ello consideramos de vital importancia este tipo de investigaciones.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b>            Es posible evaluar la defensa ribereña para la protección de los estribos del puente Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b>            1. Se va lograr la protección de los estribos del puente Muyurina mediante la instalación de defensa ribereña en el centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.</p> <p>2. Se va lograr describir el estado de la defensa ribereña existente en el puente Muyurina del centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.</p>	<p><b>Tipo:</b>            El proyecto de investigación es del tipo exploratorio.</p> <p><b>Nivel:</b>            El proyecto de investigación tiene un nivel cualitativo.</p> <p><b>Enfoque:</b>            El proyecto de investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p><b>Diseño:</b>            Elaborar encuestas, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para la evaluación de la defensa ribereña del centro poblado de Muyurina, departamento de Ayacucho.</p> <p><b>Universo y muestra:</b>            El universo o población es indeterminada. La población objetiva será las defensas ribereñas en zonas rurales, de las cuales se selecciona el Centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p>

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.  
 Fuente: Fuente propia.

## **4.8 Principios éticos.**

### **4.8.1 Protección de personas.**

La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En las investigaciones en las que se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no sólo implica que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente y dispongan de información adecuada, sino también involucra el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular, si se encuentran en situación de vulnerabilidad.

### **4.8.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.**

Las investigaciones que involucran el medio ambiente, plantas y animales, deben tomar medidas para evitar daños. Las investigaciones deben respetar la dignidad de los animales y el cuidado del medio ambiente incluido las plantas, por encima de los fines científicos; para ello, deben tomar medidas para evitar daños y planificar acciones para disminuir los efectos adversos y maximizar los beneficios.

### **4.8.3 Libre participación y derecho a estar informado.**

Las personas que desarrollan actividades de investigación tienen el derecho a estar bien informados sobre los propósitos y finalidades de la investigación que desarrollan, o en la que participan; así como tienen la libertad de participar en ella, por voluntad propia. En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas como sujetos investigados o titular de los datos consiente el uso de la información para los

fines específicos establecidos en el proyecto.

#### **4.8.4 Beneficencia no Maleficencia.**

Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

#### **4.8.5 Justicia.**

El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.

#### **4.8.6 Integridad física.**

La integridad o rectitud deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador resulta especialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

## V. RESULTADOS.

### 5.1 Evaluación de la estructura hidráulica.

Para hacer la evaluación de la estructura hidráulica para así poder plantear mejoras en el diseño de la defensa ribereña existente en el valle de Muyurina, para la protección del puente de Muyurina del departamento de Ayacucho, tuvo los siguientes detalles.



Figura 5.1: Diagrama de flujo de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.1.1 Evaluación de defensa ribereña existente.

En esta sección del trabajo de investigación se procedió a la evaluación de la defensa ribereña existente aledañas a la zona evaluada, las cuales están instaladas al margen de río Niño Yucaes, las defensas ribereñas encontradas en la zona son los gaviones, el cual cuenta en ciertas zonas con gaviones de dos niveles y en otras secciones se observó gaviones de tres niveles, las cuales están construidas a base de



piedras, se procedió a medir las dimensiones de cada uno de los gaviamos de dos y tres niveles respectivamente teniendo los siguientes resultados:



Figura 5.2: Vista del río Niño Yucaes.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **Altura y ancho de gaviones de dos niveles.**

Los gaviones encontrados midieron un total de 2.20 metros de altura y un ancho de 0.85 metros



Figura 5.3: Medición de la altura de gavión.

**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.4: Medición de la altura de gavión.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.5: Medición del ancho de gavión.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.6: Medición de la altura de gavión.

Fuente: Elaboración propia.

### **Altura y ancho de gaviones de tres niveles.**

Los gaviones encontrados midieron un total de 2.40 metros de altura y un ancho de 0.85 metros



Figura 5.7: Medición de la altura de gavión.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.8: Medición de la altura de gavión.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.9: Medición de la altura de gavión.

**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.10: Medición del ancho de gavión.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.1.2 Evaluación fotogramétrica.**

La evaluación fotogramétrica se realizó haciendo el levantamiento de la zona evaluada con la ayuda de un drone, con el cual se recolecto fotos los cuales fueron procesados posteriorenente para obtener su reconstrucción 3D de la zona.



Figura 5.11: Toma de datos con el drone.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.1.3 Recolección de los datos de campo y ubicación de los punto de control:**

El levantamiento con GPS diferencial fue realizado para ubicar 11 puntos, los cuales fueron distribuidos en la zona evaluada los cuales seran llamados puntos de control, de estos puntos depende la precisión de los trabajos realizados, estos puntos de control se ubicarón a los largo de la zonas aledañas al puente Muyurina en el río Niño Yucaes.



Figura 5.12: Ubicación de los puntos de control tomados.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.13: Ubicación de los puntos de control tomados.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.14: Ubicación de los puntos de control tomados.

**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.15: Zona evaluada para la investigación.

**Fuente:** Elaboración propia.

A continuación se muestra los 11 puntos de control tomados y sus respectivas coordenadas.



<b>PUNTOS DE CONTROL</b>	<b>NORTE (N)</b>	<b>ESTE (E)</b>	<b>ALTURA (Z)</b>
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
11	8550174.328	588488.557	2485.8821

Tabla 5.1: Puntos de control.

Fuente: Fuente propia.

### **5.1.3.1 Calibración y ubicación de la cámara:**

Se trabaja con un patrón de calibración 2D que se fotografía desde ocho puntos de vista distintos, el modelo de distorsión que utiliza es el gaussiano, partiendo de unos parámetros aproximados de la focal que ya vienen incluidas en el software y de una posición del punto principal que se obtiene aproximadamente con una fotografía del patrón a una distancia conocida.

### **5.1.3.2 Nube de puntos esparcida:**

Se han cargado al programa Agisoft las fotografías. Después se han aplicado los algoritmos structure from motion y dense multiview stereo se han obtenido de ello una nube de puntos esparcida. La nube de puntos esparcida inicial siempre tiende a tener ruido, ocasionados por granos de polvo en el aire. Por lo tanto se tuvo que limpiar manualmente todo el ruido posible.

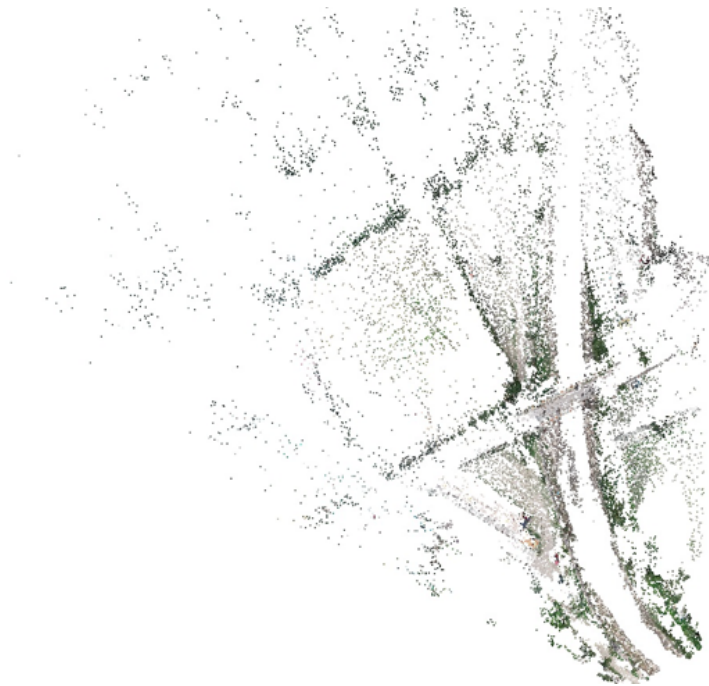


Figura 5.16: Nube de puntos dispersa.

**Fuente:** Elaboración propia.

### **5.1.3.3 Nube de puntos densa:**

Una vez obtenida la nube de puntos esparcida el siguiente paso es obtener la nube de puntos densa, se elige un umbral entre dos puntos y se intersecta entre ellos para obtener mas puntos, dando como resultado la nube de puntos densa. El umbral elegido para la nube de puntos densa fue de calidad media y demoro 1 hora de procesamiento en la workstation.

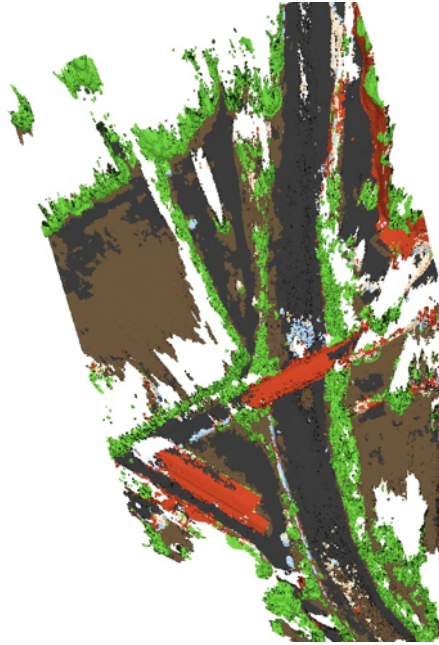


Figura 5.17: Modelo de nube de puntos denso en planta.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.18: Modelo de nube de puntos denso.  
**Fuente:** Elaboración propia.

#### 5.1.3.4 Modelo tridimensional de mallas:

Una vez obtenido la nube de puntos densa se realiza el enmallado del modelo. Se elige un umbral de calidad para seleccionar el tamaño de las mallas triangulares irregulares. El modelo de mallas inicial ha tenido información faltante el cual se muestra como huecos en el modelo. Se ha utilizado el algoritmo de relleno que intersecta los puntos perimetrales del hueco tal como se muestran en las imágenes.

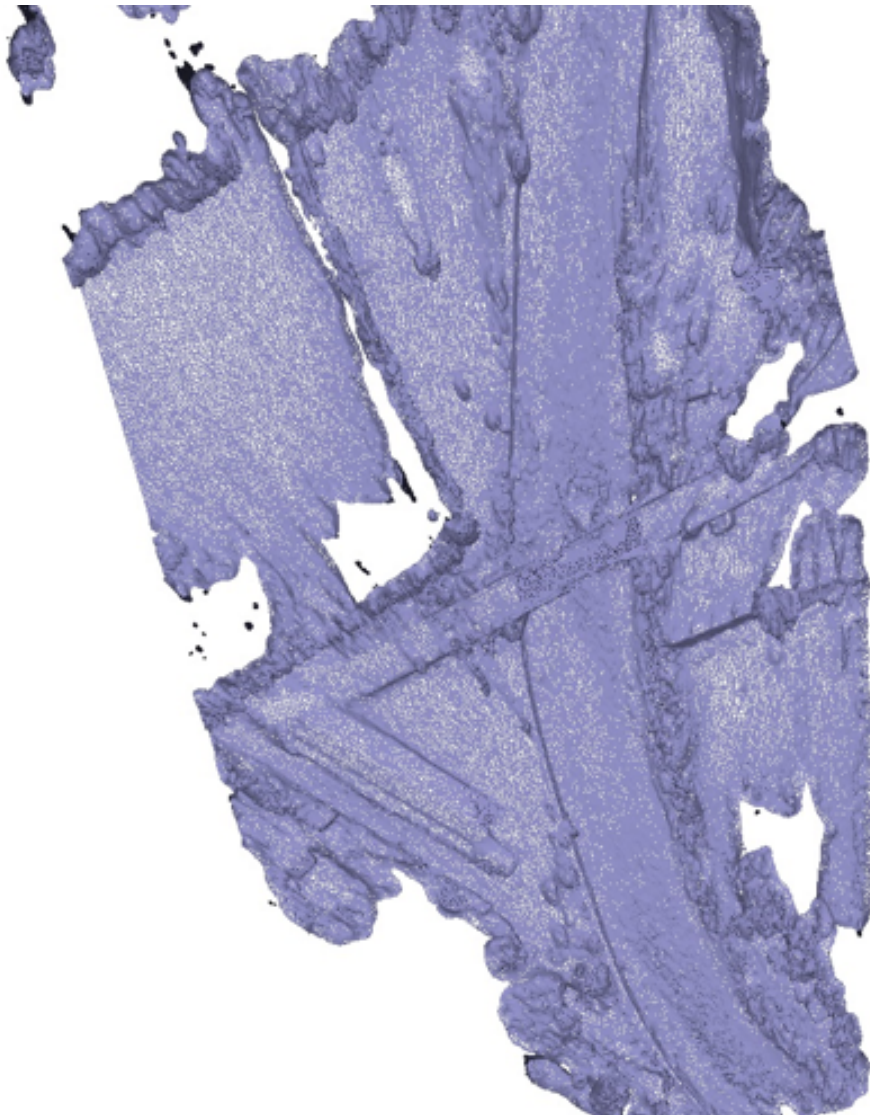


Figura 5.19: Modelo tridimensional de mallas.

**Fuente:** Elaboración propia.

### 5.1.3.5 Modelo texturado:

Una vez calculado el modelo de mallas se procede hacer el modelo texturado, se le asigna a la resultante de cada triángulo sus coordenadas en cada espectro de color ( Red, Green y Blue) , el modelo fue procesado en 26 minutos.



Figura 5.20: Modelo texturado.

**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.21: Modelo texturado de perfil.

Fuente: Elaboración propia.

#### **5.1.3.6 Aplicaciones de las reconstrucciones 3D:**

Una vez calculado el modelo de texturas se procede a crear las mapas necesarias para la evaluación de la zona escogida para la investigación. Dentro de estas proyecciones se encuentran la ortofoto, mapa curvas de nivel, el MDS( modelo digital de superficie) y el MDT (modelo digital del terreno). La ortofoto es una imagen en la cual se muestran todas las características de la reconstrucción 3D y se calcula mediante la unión de todas las fotografías tomadas en campo. El mapa curvas de nivel son polilíneas que unen los puntos de una misma altura y se hallan a partir de la ortofoto, ya que cada pixel tiene información de color de espacio. El MDS es un mapa que

representa la proyección en el plano de todos los puntos de la superficie incluyendo la vegetación, edificaciones, terreno etc. El MDT es un mapa que representa la proyección del plano unicamente de los puntos del terreno.



Figura 5.22: Ortofoto de la zona evaluada.

**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.23: Modelo de curvas de nivel.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.24: El MDT (modelo digital del terreno).  
**Fuente:** Elaboración propia.



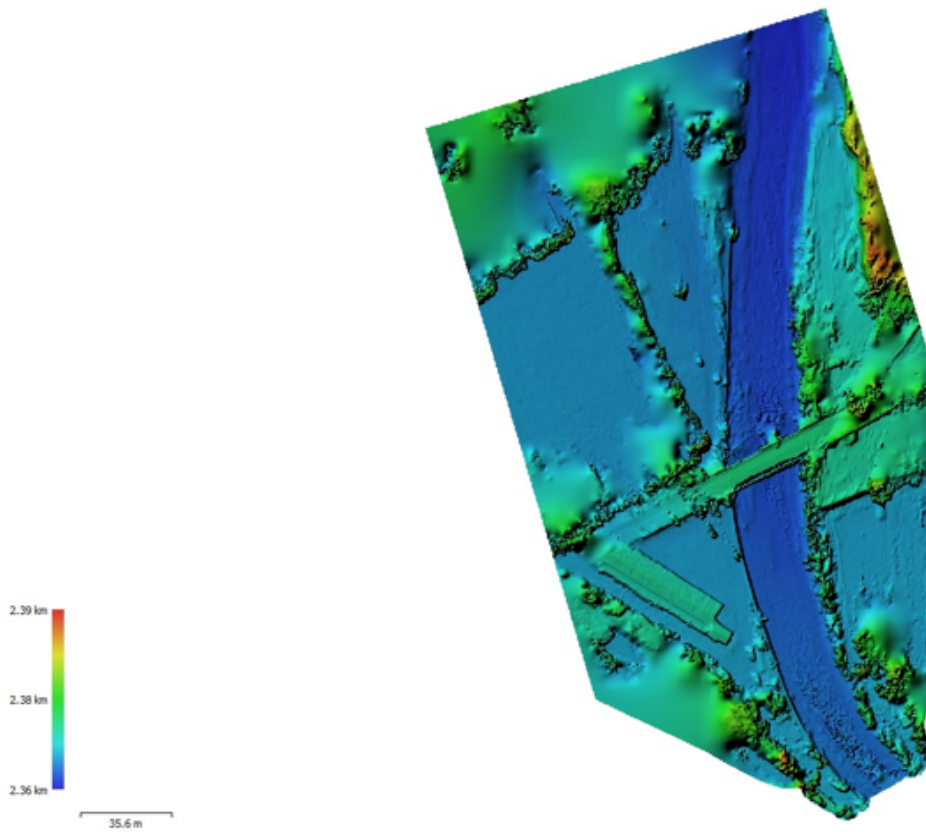


Figura 5.25: El DEM( modelo de elevación digital).  
**Fuente:** Elaboración propia.

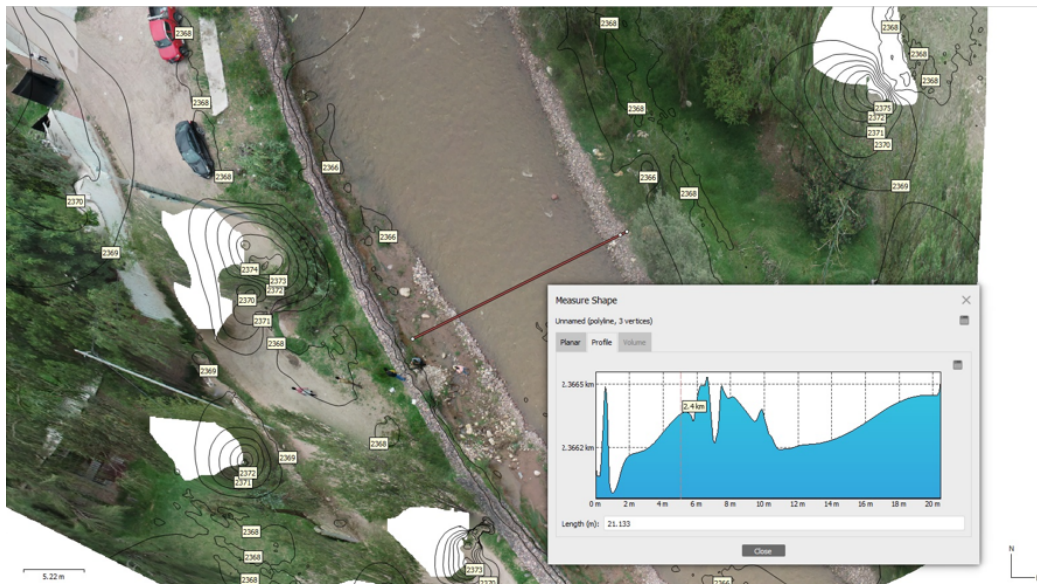


Figura 5.26: Sección del río Niño Yucaes.  
**Fuente:** Elaboración propia.

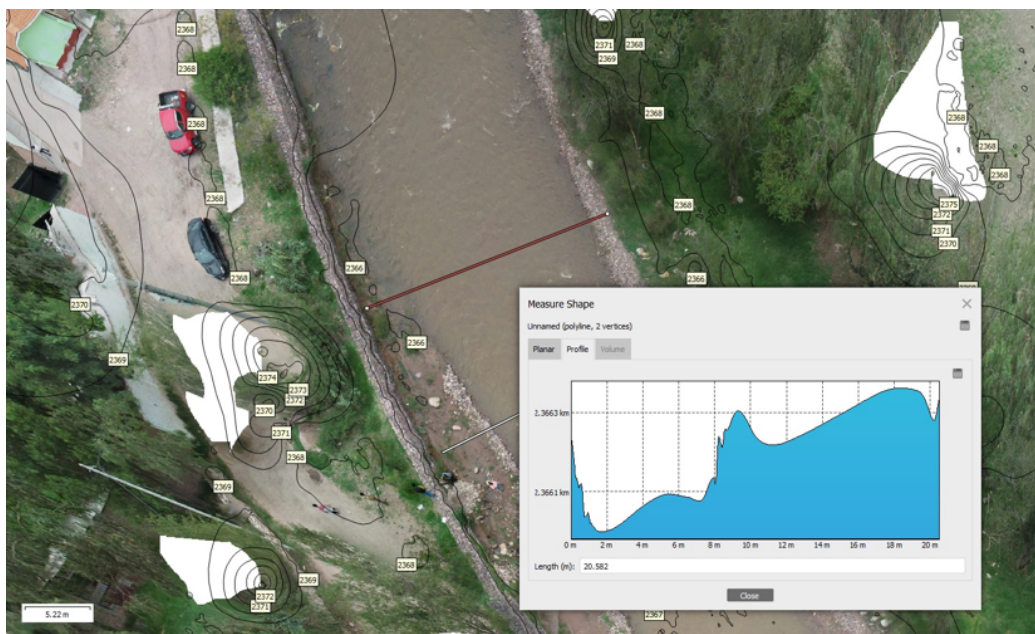


Figura 5.27: Sección del río Niño Yucaes..

Fuente: Elaboración propia.

## 5.1.4 Evaluación hidrológica.

En esta sección se realizó el cálculo del caudal máximo del río Niño Yucaes, el caudal máximo se estimó con trabajo de campo y a su vez con datos de bibliografías anteriores como son los trabajos de tesis.

### 5.1.4.1 Cálculo de caudal máximo.

El caudal máximo, es un valor que permite asociar la cantidad de agua que fluye en un determinado tiempo, procedente de una cuenca hidrográfica específica; dicho valor es útil en una gran diversidad de proyectos de tipo civil e hidráulico.

#### a) Evaluación realizada en campo.

En campo se realizó la recolección de datos como fue la longitud de una sección del río Niño Yucaes, para poder tener la sección aproximada del río en la zona evaluada, así mismo se procedió a medir el ancho del río Niño Yucaes, el cual se realizó con la finalidad de diseñar y evaluar la defensa ribereña del puente Muyurina, esto se realizó

con la ayuda de una wincha, también se calculó el caudal con la ayuda de un objeto flotante, el cual en nuestro trabajo fue una botella de plástico para poder medir el caudal máximo. Para calcular el caudal máximo por el método del flotador se tuvo los siguientes detalles.

### **Método del flotador.**

Con este método se mide la velocidad del agua superficial que discurre de la fuente tomando el tiempo que demora un objeto flotante en llegar de un punto a otro en una sección uniforme. Se toma un trecho de la corriente; se mide el área de la sección; se lanza un cuerpo que flote, aguas arriba de primer punto de control, y al paso del cuerpo por dicho punto se inicia la toma del tiempo que dura el viaje hasta el punto de control corriente abajo. Para este método se usó los siguientes instrumentos:

- Cuerda.
- Wincha.
- Flexómetro.
- Cronómetro.
- Flotador.

Se procedió 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:

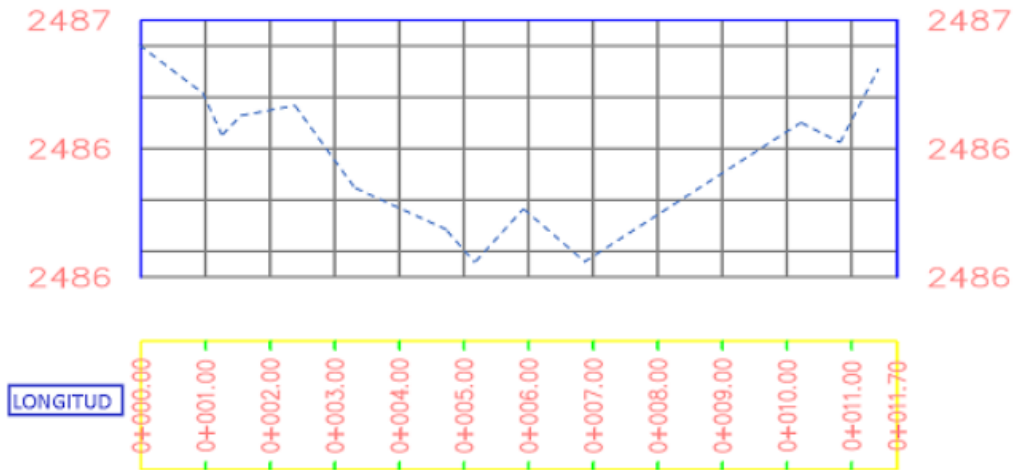


Figura 5.28: Sección del río Niño Yucaes.

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.

Después de hacer los cálculos necesarios obtuvimos el área de la sección evaluada fue 32.85 metros cuadrados al cual se le agrego un área de 37.2 metros cuadrados esto debido que segun las huellas observadas en campo dejadas se encontro una atura de 1.52 metros cuadrados por encima del data tomado en campo esto se multiplico por el ancho del río en el tramo evaluado en cual fue un total de 24.5 metros, la velocidad obtenida en campo fue 1.93 m/s.

### **Cálculo de caudal.**

Haciendo uso de la siguiente fórmula se remplaza los datos respectivos para obtener el caudal del rio Ñino Yucaes en el tramo alledaño al puente Muyurina.

$$Q = V \times A$$

$$Q = 1.93 \times 70.05$$

$$Q = 135.20m^3/s$$



Figura 5.29: Medida de ancho del río Niño Yucaes.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.30: Cálculo de caudal.  
**Fuente:** Elaboración propia.



Figura 5.31: Cálculo de caudal.

Fuente: Elaboración propia.

#### b) Cálculo de caudal máximo por registro histórico.

Para tener el caudal máximo por registro histórico se procedió a revisar diferentes trabajos de investigación realizados años anteriores en el río Niño Yucaes de la revisión se tuvo los siguientes datos los cuales nos sirvieron para posteriormente calcular la altura de la defensa ribereña, en esta relación de trabajos realizados años anteriores en el río Niño Yucaes se tomó en especial interés al trabajo de tesis titulado "Análisis por riesgo de inundaciones en la cuenca del río Yucaes sector Muyurina, Ayacucho, 2014".

- **Cuenca del río Yucaes:** Está ubicado en la región de Ayacucho y drena una área de 421. Km<sup>2</sup> de extensión. Tiene una altitud media de 3,525 m.s.n.m. Una pendiente media en el orden de 3.16 Por ciento y de acuerdo a la curva hipsométrica mostrada corresponde a un río maduro. El factor de forma determinado es 0.96.

ITEM	PARAMETRO GEOMORFOLÓGICO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
1.01	Área de la cuenca	A =	693.86	Km <sup>2</sup>
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 <sub>M</sub> =	2,506.00	m.s.n.m.
1.06	Altitud mas alta de la cuenca	C <sub>m</sub> =	4,399.00	m.s.n.m.
1.07	Altitud alta del curso del río principal	C <sub>R</sub> =	4,230.00	m.s.n.m.
1.08	Altitud media simple de la cuenca	H <sub>MS</sub> =	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 resultantes a la salida de la cuenca son producto de los hidrogramas generados por las subcuencas. Los caudales de máximos se calcularon con diversos metodos los cuales tenemos en el cuadr siguiente asu vez los caudales estan divididos para diversos perioddos de retorno, para obras de defenza ribereña se toma 50 años de periodo de retorno.

TR	P	Precipitación maxima probable (mm)							
		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 = Porbabilidad de ocurrencia

1.- Estacion Huamanga	5.- Estacion Tambillo
2.- Estacion Quinoa	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: AHector 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 <sub>T</sub>	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 =		<b>50.74</b>

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 <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /seg)		332.52	<b>401.52</b>	<b>473.28</b>

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.

En esta sección del trabajo de investigación se procedió a recolectar información de los propietarios de las terrenos agrícolas aledaños a la zona evaluada mediante una pequeña encuesta en la cual se les consulto sobre lo que habian observado del río durante los años que viven en la zona, con esta encuesta se pudo saber cuantas veces el río se desbordo y en que fechas solia suceder este evento.



Figura 5.32: Tomando encuesta al poblador.

Fuente: Elaboración propia.

### **5.1.5 Evaluación geomorfológica.**

La evaluación geomorfológica que se realizó nos sirvió para poder clasificar los tipos de suelo que se encuentran presente en las zonas aledañas al río Niño Yucaes, esta reconocimiento se realizó basado en evaluación visual, de la forma, cantidad y color de los suelos presentes en la zona evaluada.

### **5.1.5.1 Evaluación de tipo de suelo.**

Al hacer una inspección visual de la zona evaluada se pudo observar los siguientes grupos de suelos según las características presentes al momento de la inspección visual se definen cuatro grupos de suelos:

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

### **5.1.5.2 Evaluación de tipo de vegetación.**

Se obtuvo información de la institución de AGRO RURAL. Quienes manejan la información del programa PRONAMACH, con la ayuda esta información se determinó la presencia de áreas con vegetal dentro de su influencia de la cuenca en estudio. De acuerdo a lo que se aprecia en nuestro mapa hay zonas con mayor cantidad de áreas verdes. Así mismo de la inspección visual que hicimos en la zona evaluada podemos agregar que hay presencia de gran cantidad de arbustos en las zonas altas, y en la secciones aledañas al río hay gran cantidad de sembríos y plantaciones de árboles.

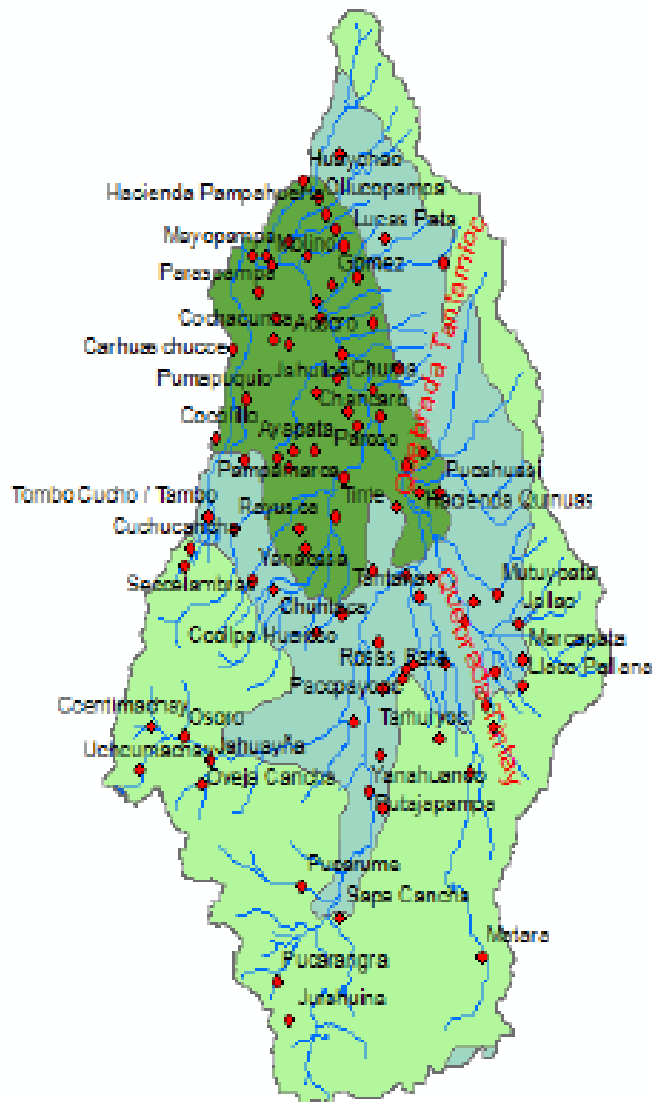


Figura 5.33: Vegetación presente en la cuenta río Yuaces.  
Fuente: Hector Gonzales (2016).

### 5.1.6 Cálculo de la altura de gavión propuesto.

Para adoptar el periodo de retorno se toma en cuenta, el periodo de retorno de diseños recomendados, donde establece que la el periodo de 50 años es para muros de encauzamiento esto puede aumentar si estas obras protegen centros poblados o comunidades. Para el calculo de la altura del gavión se uso la siguiente formula.

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

**Donde:**

$\phi$ : Factor de seguridad.

**V:** Velocidad media de máxima avenida.

**g:** Gravedad.

Remplazando datos en la ecuación anterior se tendra lo siguiente: El factor de seguridad se obtuve de la revisión de trabajos de tesis anteriores para el diseño de defensa ribereña, se tomo en especial consideración el trabajo titulado ” Propuesta de defensa ribereña desde el puente de Piedra hasta el puente Auqui, en el distrito de Independencia, Huaraz-2017”.

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

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

$$B_L = 1.2 \frac{5.24^2}{2(9.81)}$$

$$B_L = 1.68$$

$$H = B_L + Y$$

$$H = 1.68 + 1.15$$

$$H = 2.83m$$

## 5.2 Análisis de resultados.

tenemos los siguientes detalles de nuestros resultados:

- El estudio hidrológico influye en la prevención del desborde porque se determinó el caudal de diseño para estructuras de defensa ribereña en el cual se debe tomar un periodo de retorno de 50 años para diseño de defensas ribereñas.
- Para realizar esta investigación se tuvo en cuenta diversos detalles los cuales fueron en primera la evaluación de la defensa ribereña existente en las zonas aledañas al puente Muyurina, donde se tomo datos de la altura y ancho de las defensas ribereñas como tambien se pudo observar si las defensas ribereñas se encuentran en un buen estado de conservación.
- Asi mismo se realizó un levantamiento fotogramétrico de río Niño Yucaes esto se realizó con la ayuda de un drone con el cual obtuvimos una serie de fotos, con el cual posteriormente se logro obtener una reconstrucción 3D de la zona evaluada.
- La evaluación hidrológica, consto de dos procedimientos el primero fue el levantamiento y toma de datos en campo, donde obtuvimos la longitud del río Niño Yucaes en las zoñas aledañas al puente Muyurina, asi mismo obtuvimos la velocidad del río utilizando la técnica del flotador, con estos datos y las huellas halladas en campo dejadas por el río en épocas de maxima avenidas pudimos obtener el caudal máximo aproximado. Como segunda paso tuvimos la revisión literaria de trabajos anteriores realizadas en la zona del valle de Muyurina, en el cual necontramos una tesis en cual analizan los caudales del río Niño Yucaes por diversos métodos, por ello consideramos tomar en cuenta este trabajo previo para nuestra investigación y asi poder tener nuestro caudal máximo de diseño para nuestro gavión a plantear en este trabajo de investigación.



- Tambien se procedio a tomar entrevista a los pobladores con la finalidad de ratificar las huellas dejadas por el río en maximas avenidas, en esta ficha se consulto a los pobladores sobre los eventos sucedidos años atras en el río, como son cuantas veces el río se desbordo, si se presentaron perdidas materiales o perdidas humanas, como tambien que tipo de elementos solia traer el río en épocas de máximo caudal.
- Se realizo tambien una evaluación geomorfológica de la zona donde evaluamos los tipos de suelos presentes en la zona, como tambien se evaluo la vegetación del centro poblado de Muyurina.

## VI. CONCLUSIONES.

- Este estudio muestra una alternativa para la toma de datos para hacer un diagnóstico más detallado de la zona evaluada el cual se realizó haciendo uso de la tecnología de los drones con el cual logramos obtener una reconstrucción 3D de las zonas aledañas al puente Muyurina.
- La altura de gavión obtenida fue de 2.83 metros lo cual quiere decir que se debería de plantear la construcción de una nueva defensa ribereña o ver la forma de aumentar la altura de los gaviones existentes, ya que los gaviones actuales tienen una altura promedio de 2.20 metros lo cual pone en riesgo inminente a la población en épocas de lluvia.
- De las revisiones bibliográficas se podría decir que la subcuenca del Río Yucaes tendría una respuesta “rápida” a las precipitaciones debido a la forma de la cuenca y la tendencia del Hidrograma de la descarga versus tiempo de concentración ( $T_c$ ) que es mayor que para una cuenca redondeada.
- El tipo de corriente del río principal es perenne, lo que nos indica que este río conduce agua todo el tiempo, excepto en los tiempos de sequía extrema, además se mantiene esta corriente por la cantidad de lagunas existentes en la parte alta y los riachuelos y manantiales existentes en toda el área de la cuenca.

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.**

### **RECOMENDACIONES:**

- En la investigación se debe tomar en cuenta el levantamiento apropiado de los puntos de control ya que va depender de ello la precisión de las reconstrucciones 3D.
- Se recomienda tener un plan de vuelo antes de hacer la toma de datos con el dron, ya que este equipo consta de dos baterías las cuales tienen una duración promedio de 20 minutos cada uno y muchas veces si no se tiene un plan de vuelo podemos agotar las baterías del equipo antes de tiempo.
- Se recomienda que para la evaluación del caudal en la zona se tome el ancho de río mas grande de la zona evaluada ya que es la mas cercana, al ancho del río en épocas de máxima avenida.
- Se recomienda tambien tener varios cronómetros sincronizados con la finalidad de obtener un tiempo mas aproximado del tiempo de desplazamiento del objeto flotante empleado.
- Se recomienda plantear una nueva construcción o ampliación de la defensa ribereña existente, con la finalidad de prevenir futuros desastres por desborde del río Niño Yucaes

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Roland W Huaripoma Barrientos. Estudio hidrológico de la defensa ribereña de la comunidad de vilcanchos. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2015.
- [2] Masías Quispe Huamán. Control de erosión en defensas de ríos mediante gaviones y colchones reno. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2010.
- [3] Rocky Escobar Bellido. Diseño hidráulico de estructuras de retención de sólidos provenientes de laderas del cerro la picota-ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2014.
- [4] Vladimir Aquise Obregón. Aplicación de las ecuaciones de saint venant al modelamiento bidimensional de cuencas y ríos. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2017.
- [5] Victor Orlando Olivos Alvites and Jherson Enrique Contreras Riofrio. Diseño de una defensa ribereña mediante roca al volteo en la margen derecha del rio pativilca. tramo: Km 16 al km 20. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, 2019.
- [6] Wilson Fermí Castañeda Rodríguez. Bases teoricas para el diseño estructural–hidráulico de defensa ribereña del rio chicama tramo puente san polo–baños chimú. *Universidad Privada de Trujillo*, 2018.
- [7] Amilcar Carrasco Cruz and Carlos Enrique Vásquez Vega. Propuesta de diseño de defensa ribereña en la margen izquierda del río plantanoyacu, cp pacayzapa, distrito de alonso de alvarado–provincia de lamas–san martín, 2019. *Universidad Científica del Perú*, 2019.
- [8] Edith Vásquez Pintado and Bertha Nelith Vela Chujutalli. Propuesta de diseño de defensa ribereña, en la carretera requena-san martín km 1+ 000, margen izquierda del río sisa, provincia el dorado, región san martín, 2019. *Universidad Científica del Perú*, 2019.
- [9] Jhonny Daniel Sánchez Huamán. Diseño estructural de la defensa ribereña en la margen izquierda del río piura tramo represa los ejidos al puente cáceres castilla-piura 2019. *Universidad Nacional de Piura*, 2019.
- [10] Jimmy Holdem Fasanando Sinti. Dimensionamiento hidráulico y estructural de la defensa ribereña en la margen izquierda del río mayo en la localidad

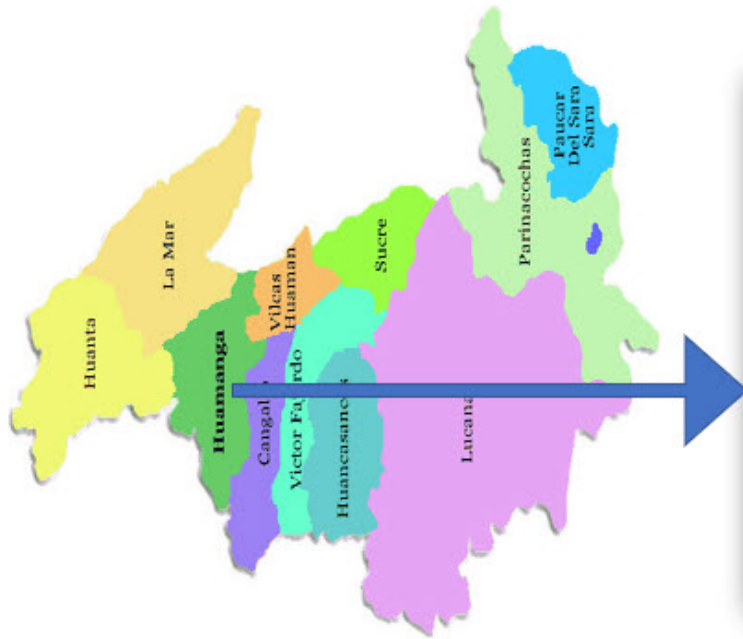
- de shanao-lamas-región san martín. 2018, Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto.
- [11] Keila Judith Gutierrez Urbina. Optimización del presupuesto de obra utilizando la programación lineal en la partida de encauzamiento de la defensa ribereña del río chicama: sector careaga-cartavio-la libertad. *Universidad Nacional de Trujillo*, 2017.
- [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] Karla Melanie Stefany Evangelista Otoy. Identificación de zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector salinas km 89 en el río chancay-2017. *Universidad César Vallejo*, 2017.
- [14] Osorio Muñoz xavier Enrique. Estructuras de retencion mediante gaviones. *Universidad Autonoma de Mexico*, 1997.
- [15] ELIOSKA GALANTON and LICCETT ROMERO. Descripción de las defensas ribereñas. *Universidad de Oriente*, 2007.
- [16] Pardo Barrera and Víctor José. Influencia de la húmedad inicial en la erosión hídrica de un talud. *Universidad del Bio Bio de Colombia.*, 2014.
- [17] J Bravo and N León. Metodología para la estabilización del cauce de un río de llanura para la protección de puentes”-pontificia universidad católica del ecuador-ecuador. 2011.
- [18] Cueva Moscol Elvis Y Panta Monteza José. Diseño de encauzamiento y defensas ribereñas en el río motupe-sector pueblo joven el salvador. 1997.
- [19] Wilson Fermín Castañeda Rodríguez. Diseño estructural-hidráulico de defensa ribereña del río chicama tramo puente san polo-baños chimú, 2018. *Universidad Privada de Trujillo*, 2019.
- [20] Flavio César Alvítez 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.
- [21] Yenner Cristobal Asencios Menacho, Franky Josue Huaroc Aguilar, Jose Miguel Jauregui Espinoza, and Grimaldo Miranda Ccallo. Propuesta de defensa ribereña utilizando el programa river para reducir los daños de socavación e inundación en el tramo puente los ángeles del río rímac. *Universidad San Ignacio de Loyola*, 2021.
- [22] S Carretero. Modelos digitales del terreno mediante fotogrametría aérea realizada con un vehículo aéreo no tripulado. *Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España*, 2015.

- [23] Alfonsina E Andreatta, Jessica Pamela Pettiti, and Carina Beatriz Fernández. Jornadas de ciencia y tecnología 2018 de la utn facultad regional san francisco: del 30 de octubre al 1 de noviembre de 2018. 2018.
- [24] Vladimir N Dobrokhodov, Isaac I Kaminer, Kevin D Jones, and Reza Ghabcheloo. Vision-based tracking and motion estimation for moving targets using small uavs. *merican Control Conference*, 2006.
- [25] Cristina Cuerno Rejado. Los drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil. *Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid*, 2015.
- [26] Regner Raul. Parra Lavado. Modelo analítico de los parámetros para la fotogrametría con drones en obras viales. *Universidad Peruana Los Andes*, 2019.
- [27] José Manuel Pereira Uzal. Modelado 3d en patrimonio cultural por técnicas de structure from motion. 2014.
- [28] Duane C Brown. The bundle adjustment progress and prospects. *Int. Archives Photogrammetry.*, 1976.
- [29] Herbert Edelsbrunner. Shape reconstruction with delaunay complex. *Latin American Symposium on Theoretical Informatics*, 1998.
- [30] Jurandir De Oliveira Santos Junior, Alexandre Vrubel, Olga RP Bellon, and Luciano Silva. 3d reconstruction of cultural heritages: Challenges and advances on precise mesh integration. *Computer Vision and Image Understanding*, 2012.

# **ANEXOS**

## **Anexo 1: Localización del proyecto.**





## **Anexo 2: Fotos descriptivas.**



**Fotografía 1:** *Entrevista a los pobladores.*



**Fotografía 2:** *tomando medidas del gavión de tres niveles.*



**Fotografía 3:** *Midiendo el ancho del río.*



**Fotografía 4:** *Puente Muyurina y río Niño Yucaes.*

## **Anexo 3: Instrumentos de evaluación.**

## FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

### GEOMETRIA

ANCHO	
0 - 5 m	0.85
5 - 10 m	0.85
10 - 15 m	0.85
15 - 20 m	0.85
20 - 25 m	0.85
25 - 30 m	0.90
LONG. DEL GAVIÓN	

### ENTREVISTA

PREGUNTAS	RESPUESTAS
1) ¿Qué tiempo vive por la zona?	12 años
2) ¿En qué año observo el mayor caudal del río?	2015
3) ¿Cuántas veces observo que el río se desbordara?	8 veces
4) ¿En qué mes del año observo mayor caudal del río?	Enero
5) ¿Alguna vez el río arrastro lodo?	si
6) ¿Alguna vez el río arrastro piedras de grandes dimensiones?	si
7) ¿Alguna vez su propiedad fue afectada por el desborde del río?	si
8) ¿alguna vez observo que se inundara la calle paralela al río?	si

*Ernestina*  
 POBLADOR ENCUESTADO  
 Ernestina Estrada Perez

*Eduwin Obregon*  
 ENCUESTADOR  
 Eduwin Obregon.