

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
HUATATAS EMPLEANDO EL ALGORITMO
SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE
HUATATAS, DISTRITO DE AYACUCHO,
PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO
DE AYACUCHO, 2021.**

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

AUTOR:

**CURO SANCHEZ, NELSON
ORCID: 0000-0001-8355-9093**

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 HUATATAS EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE HUATATAS, DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2021.

EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Nelson curo Sánchez
ORCID: 0000-0001-8355-9093
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

- A mis padres, quienes me dieron la vida, y me llenaron de amor durante toda mi vida, quienes fueron el motor para culminar mi carrera profesional.
- 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 me ha dado.

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

DEDICATORIA

*...Con todo respeto, admiración y
gratitud a mi familia quienes son la base
de toda mi formación...*

RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema El diseño y evaluación de la defensa ribereña del centro poblado de Huatatas del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, protegerá los estribos del puente Huatatas? y tuvo como objetivo general, Evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño de los estribos del puente del centro poblado de Huatatas, del departamento de Ayacucho, en este trabajo nos centramos en hacer la evaluación del caudal del río Huatatas, ya que primero observamos que los estribos del puente Huatatas se encontraban bastante afectados, procedimos hacer una encuesta a los pobladores en cual nos manifestaron que el río Huatatas solía desbordarse en épocas de lluvia, y que su caudal aumenta notoriamente en ciertas épocas del año, por ello decidimos plantear una defensa ribereña en la zona para la protección de los terrenos agrícolas presentes en los márgenes del río Huatatas, se realizó una evaluación del caudal del río esto se llevo en dos etapas la primera fue realizada en campo con el cual obtuvimos la velocidad de río y la sección del ancho de río, como segundo paso hicimos una revisión exhaustiva de los diferentes trabajos de investigación realizados en el río Huatatas para la obtención del caudal máximo de diseño, después de hacer todos los análisis concluimos que era necesario plantear una defensa ribereña para la protección de los terrenos agrícolas aledaños al río.

Palabras clave: Algoritmo, Caudal, Gavión, Río.

ABSTRACT

This investigation had as a problem The design and evaluation of the riverine defense of the town of Huatatas of the district of Ayacucho, province of Huamanga department of Ayacucho, will protect the abutments of the Huatatas bridge? and its general objective was to evaluate and design the riparian defense to prevent damage to the abutments of the bridge in the town of Huatatas, in the department of Ayacucho, in this work we focus on evaluating the flow of the Huatatas river, since first We observed that the abutments of the Huatatas bridge were quite affected, we proceeded to carry out a survey of the inhabitants in which they told us that the Huatatas river used to overflow in rainy seasons, and that its flow increases notoriously at certain times of the year. A riparian defense in the area for the protection of agricultural lands present on the banks of the Huatatas River, an evaluation of the river flow was carried out, this was carried out in two stages, the first was carried out in the field with which we obtained the river speed and the river width section, as a second step we made an exhaustive review of the different research works carried out in the Huatatas river to obtain the maximum design flow, after doing all the analyzes we concluded that it was necessary to propose a riparian defense for the protection of the agricultural lands adjacent to the river.

Keywords: Algorithm, Flow, Gabion, River.

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DE LA TESIS	i
EQUIPO DE TRABAJO	ii
FIRMA DE JURADO Y ASESOR	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
DEDICATORIA	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
I INTRODUCCIÓN.	1
II REVISIÓN DE LA LITERATURA.	2
2.1 Antecedentes.	2
2.1.1 Antecedentes Locales.	2
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	4
2.1.3 Antecedentes Internacionales.	12

2.2	Marco teórico.	15
III HIPÓTESIS.		23
3.1	Hipótesis general.	23
3.2	Hipótesis específicas.	23
IV METODOLOGÍA.		24
4.1	Diseño de la investigación.	24
4.2	Tipo de investigación.	24
4.3	Nivel de la investigación.	25
4.4	Población y muestra.	25
4.4.1	Población.	25
4.4.2	Muestra.	25
4.4.3	Muestreo.	25
4.5	Definición y operacionalización de variables e indicadores.	26
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	28
4.7	Plan de análisis.	28
4.8	Matriz de consistencia.	29
4.9	Principios éticos.	31
4.9.1	Proteccion de personas.	31
4.9.2	Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.	31
4.9.3	Libre participación y derecho a estar informado.	31
4.9.4	Beneficencia no Maleficencia.	32
4.9.5	Justicia.	32
4.9.6	Integridad física.	32
V RESULTADOS.		33
5.1	Evaluación de la estructra hidráulica.	33
5.1.1	Evaluación fotogramétrica.	34

5.1.2	Recolección de los datos de campo y ubicación de los punto de control:	35
5.1.2.1	Calibración y ubicación de la camara:	37
5.1.2.2	Nube de puntos esparcida:	37
5.1.2.3	Nube de puntos densa:	38
5.1.2.4	Modelo tridimensional de mallas:	40
5.1.2.5	Modelo texturado:	41
5.1.2.6	Aplicaciones de las reconstrucciones 3D:	43
5.1.3	Evaluación hidrológica.	48
5.1.3.1	Cálculo de caudal máximo.	48
5.1.4	Evaluación geomorfológica.	58
5.1.4.1	Evaluación de tipo de suelo.	59
5.1.4.2	Evaluación de tipo de vegetación.	59
5.1.5	Cálculo de la altura de gavión propuesto.	60
5.2	Análisis de resultados.	62
	VI CONCLUSIONES.	64
	ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.	65
	ANEXOS	69

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Erosión de márgenes. Fuente: De la Cruz (2017).	17
2.2	Colmatación de cauce río. Fuente: De la Cruz (2017).	17
2.3	Ríos con gran caudal. Fuente: De la Cruz (2017).	19
5.1	Diagrama de flujo de la investigación. Fuente: Elaboración propia.	33
5.2	Vista del río Huatatas. Fuente: Elaboración propia.	34
5.3	Toma de datos con el dron. Fuente: Elaboración propia.	35
5.4	Ubicación de los puntos de control tomados. Fuente: Elaboración propia.	36
5.5	Ubicación de los puntos de control tomados. Fuente: Elaboración propia.	36
5.6	Nube de puntos dispersa. Fuente: Elaboración propia.	38
5.7	Modelo de nube de puntos denso. Fuente: Elaboración propia.	39
5.8	Modelo de nube de puntos denso. Fuente: Elaboración propia.	40
5.9	Modelo de malla. Fuente: Elaboración propia.	41
5.10	Modelo texturado. Fuente: Elaboración propia.	42
5.11	Modelo texturado de perfil. Fuente: Elaboración propia.	43
5.12	Ortofoto de la zona evaluada. Fuente: Elaboración propia.	44
5.13	Modelo de curvas de nivel. Fuente: Elaboración propia.	45
5.14	El MDT (modelo digital del terreno). Fuente: Elaboración propia.	46
5.15	DEM generado. Fuente: Elaboración propia.	47
5.16	Sección generada. Fuente: Elaboración propia.	47
5.17	Sección del río Huatatas. Fuente: Elaboración propia.	50
5.18	Medida de ancho del río Huatatas. Fuente: Elaboración propia.	52

5.19	Medida de ancho del río Huatatas. Fuente: Elaboración propia.	53
5.20	Cálculo de caudal. Fuente: Elaboración propia.	53
5.21	Cálculo de caudal. Fuente: Elaboración propia.	54
5.22	Pendiente del río Huatatas. Fuente: Julio De La Cruz (2016).	56
5.23	Caudal maximo para 50 años de periodo de retorno. Fuente: Nathaly Bellido (2016).	57
5.24	Caudal maximo para 100 años de periodo de retorno. Fuente: Nathaly Bellido (2016).	57
5.25	Tomando encuesta al poblador. Fuente: Elaboración propia.	58
5.26	Vegetación presenta en la cuenta río Huatatas. Fuente: Elaboración propia. . .	60

ÍNDICE DE TABLAS

4.1	Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Fuente propia.	27
4.2	Matriz de consistencia. Fuente: Fuente propia.	30
5.1	Puntos de control. Fuente: Fuente propia.	37
5.2	Datos de sección del río Huatatas. Fuente: Fuente propia.	50
5.3	Características de la cuenca río Huatatas. Fuente: Julio De La Cruz (2016).	55

I. INTRODUCCIÓN.

El río de Huatatas normalmente tiene un caudal regular pero en las épocas de lluvia suele aumentar de manera notoria su caudal y muchas veces al tener bastante piedra en sus márgenes suele arrastra gran cantidad de piedra golpeando y desgastando notoriamente los estribos de los puentes que se encuentran en su tránsito. La construcción de defensas ribereñas en los márgenes de los ríos son muy importantes ya que estas estructuras tienen como principal finalidad evitar el desborde de los ríos.

Al analizar la problemática se llegó a la siguiente

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Antecedentes Locales.

INFLUENCIA DE LA PENDIENTE DEL LECHO DEL RÍO EN EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS [1]:

- **Objetivos:** Analizar el flujo permanente gradualmente variado unidimensional y su aplicación a ríos de pequeña, mediana y fuerte pendiente, así como su implicancia en la determinación de las características hidráulicas de diseño, para el dimensionamiento de defensas ribereñas.
- **Resultados:** Los ríos de mediana pendiente, presentan por lo general partículas de hasta 30 cm de diámetro como máximo en promedio, teniendo en su lecho guijarros y cantos rodados, los mismos que pueden utilizarse en estructuras flexibles como gaviones. Los ríos de fuerte pendiente presentan en su lecho rocas de gran diámetro, alcanzando diámetros hasta de 2.00 m, lo mismo que demuestra el poder erosivo del lecho del río.
- **Conclusión:** En la tesis se ha considerado como premisa fundamental la pendiente, la misma que condiciona la existencia de partículas finas, gruesas y grandes, considerando para ello tres propuestas de defensas ribereñas: tubos geotextiles, gaviones y enrocado, respectivamente, lo mismo que se considera aprovechando la existencia del material del lecho del río, para economizar el

proyecto.

DISEÑO HIDRAULICO DE ESTRUCTURAS DE RETENCIÓN DE SOLIDOS PROVENIENTES DE LADERAS DEL CERRO LA PICOTA-AYACUCHO [2]:

- **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:** En el análisis de Máximas Avenidas, Método SCS, y con los parámetros geomorfológicos respectivos, área de cuenca, se obtuvo el siguiente rango de caudales máximos instantáneos referenciales para los periodos de retorno (10 - 1000 años)
- **Conclusión:** Los materiales que rodean a las áreas de influenciad de los gaviones proyectados y que servirán de apoyo a las márgenes del rio, son cantos rodados de forma subredondeadas mezclados con arenas limosas las cuales se encuentran en estado de compactación que van desde sueltas hasta semicompactadas, con una capacidad portante de 1 .27 kg/cm² para el área de influencia donde se asentara la construcción de las obras hidráulicas de protección (Gaviones).

INSPECCIÓN GEODINÁMICA DEL CENTRO POBLADO DE MAYAPO. REGIÓN AYACUCHO, PROVINCIA HUANTA, DISTRITO LLOCHEGUA [3]:

- **Objetivos:** Analizar y evaluar los factores intrínsecos que pueden desencadenar peligros geológicos en la zona de Mayapo.
- **Resultados:** El río Apurímac es de tipo anastomosado, una de sus características dinámicas es colmatar sus cauces y por ello tender a formar nuevos cauces, originando de esta manera las variaciones en la dirección de su curso. En sus márgenes se generan erosiones de riberas. La variación del curso del río

Apurímac ha afectado al poblado de Mayapo, ha erosionado unos 200 m lineales y 140 m tierra adentro.

- **Conclusión:** La zona es considerada como de Alta Susceptibilidad a los Movimientos en Masa (huaycos, derrumbes y deslizamientos) por presentar condiciones que propician estos fenómenos, tal como rocas de mala calidad, pendiente del terreno, deforestación y precipitaciones pluviales intensas.

ESTUDIO HIDRÁULICO Y ESTIMACIÓN DE SOCAVACIÓN EN EL PUENTE INTERCONEXIÓN MUYURINA- AYACUCHO [4]:

- **Objetivos:** Fijar y Desarrollar los fundamentos para la estimación de socavación máxima, estimada a partir del desarrollo de modelos determinísticos para el puente Muyurina.
- **Resultados:** Después de realizar obtener los resultados de Socavación local en los estribos del puente Muyurina la cual emplea un ancho de puente 3.10m la longitud de 39.00m y una altura de 5.00m, Utilizando el tipo de suelo que se encontró en el río Chacco como un suelo no Cohesivo, el estribo de forma trapezoidal y con una relación del número de Fraude de 0.33 a 0.95 con una pendiente en el trayecto del canal de río que varía desde 1.29 %, el tamaño de partícula que varía desde $d_{50} = 13,23\text{mm}$
- **Conclusión:** El programa HEC-RAS Utiliza Modelos Determinísticos tales como es el de Saint Venant en su forma Unidimensional la solución se da con diferencias finitas, y con modelos propios para determinar los tirantes para cada sección tales como Energy (Standard Step), Momentum y Yarnell.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN PARA PREVENIR LA SOCAVACIÓN EN EL RÍO RÍMAC, ENTRE LOS PUENTES LIBERTADORES Y TALAVERA, DISTRITO DE EL AGUSTINO [5]:

- **Objetivos:** Determinar que el diseño de mampostería con sistema Terramesh es la alternativa más viable para proteger el talud más crítico entre los puentes Libertadores y Talavera, distrito de El Agustino.
- **Metodología:** Teórica porque se usó y recopiló investigaciones bibliográficas y de laboratorios, además de que se realizó una entrevista - encuesta a tres ingenieros especializados teniendo en cuenta los aspectos técnicos, económicos y ventajas y desventajas en la etapa de gestión-construcción.
- **Resultados:** El muro de mampostería con sistema Terramesh es la alternativa con mayor viabilidad para proteger la ladera más crítica del río Rímac.
- **Conclusión:** En los estudios hidrológicos e hidráulicos se determinó que el caudal de diseño es 584m³/s. Además, los resultados que se obtuvieron del programa HEC-RAS, involucran las características del suelo y condiciones hidráulicas y mediante la teoría de Lischtvan-Levediev se calculó la profundidad de socavación que es aproximadamente de 3m.

EVALUACIÓN DE LA SOCAVACIÓN AL PIE DE LOS MUROS DE ENCAUZAMIENTO DEL RÍO AMOJÚ, ZONA URBANA - JAÉN [6]:

- **Objetivos:** Evaluar la socavación existente al pie de los muros de encauzamiento del río Amojú, zona urbana – Jaén.
- **Metodología:** De tipo teórica porque usó y recopiló investigaciones bibliográficas y de laboratorios, se desarrollaron ensayos de laboratorio.
- **Resultados:** Se determinó que la socavación de los muros de encauzamiento sobrepasa 0.91m la profundidad de su cimentación para un periodo de retorno de 100 años, esto significa un riesgo ante un colapso para las personas que habitan en las riberas. Y si se basa en caudales menores a 238.70 m³/s se observó 1.20m de socavación.

- **Conclusión:** Siendo los tramos en curva y de estrechamiento los puntos más críticos y de mayor socavación.

EVALUACIÓN DE LA SOCAVACIÓN DEL CAUCE DEL RÍO CRISNEJAS ADYACENTE AL MURO DE ENCAUSAMIENTO, EN EL ÁMBITO GEOGRÁFICO DEL CENTRO POBLADO DE AGUAS CALIENTES – SAN MARCOS – CAJAMARCA [7]:

- **Objetivos:** Evaluar la profundidad de socavación del cauce del río Crisnejas en las coordenadas UTM 17 M 818796 y 9274079 junto al muro de encausamiento en el ámbito geográfico del centro poblado de Aguas Calientes – San Marcos – Cajamarca.
- **Metodología:** Tecnológico o aplicado porque corresponde a las ciencias aplicadas y es de tipo Causal cuantitativo comparativo porque cumple con el fin de preservar una obra hidráulica que resguarda a los pobladores frente a un desastre natural.
- **Resultados:** La socavación varía entre 1.80, este es la socavación mínima obtenida con el método de Niel, hasta 2.54 que es la máxima y se obtuvo con el método de Larnes, siendo la diferencia de 0.74 m. Por otro lado, en el modelo hidráulico en laboratorio se obtuvo una profundidad de socavación de 2.80 m.
- **Conclusión:** La socavación en el cauce del Río Crisnejas, al pie del muro de encausamiento con modelos matemáticos vario desde 1.80m hasta 2.54m. Además, el caudal en máxima avenida es de 4,788.63 m³/s. Y la profundidad mínima para la cimentación de muros de protección y encausamiento es de 2.80 metros.

ESTUDIO DE SOCAVACIÓN EN ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN RIBEREÑA FUNDADAS SOBRE CAUCES VARIABLES DEL RÍO CHILLÓN-PUENTE PIEDRA EN EL 2017 [8]:

- **Objetivos:** Analizar la socavación en estructuras de protección ribereña en cauces variables del río Chillón – Distrito de Puente Piedra en el 2017.
- **Resultados:** Se estimó un coeficiente de variación ± 0.102 para un caudal de 125.77 m³/s y con ello resultó que para la socavación estudiada en el río Rímac se obtuvo un máximo de 1.41m por el método de Lischtvan-Levediev y un mínimo de 1.17m por el método de Michiue.
- **Conclusión:** Los métodos empíricos permiten analizar la socavación en estructuras de protección ribereña del río Chillón debido a que estos métodos incluyen las dimensiones presentes en el cauce variable que determinan en cierto grado los niveles de socavación que se puedan presentar.

ESTUDIO HIDROLÓGICO PARA LA PROPUESTA DE CONSTRUCCIÓN DE UNA DEFENSA RIBEREÑA ANTE AMENAZAS DE DERRUMBES POR LA CRECIDA DEL RÍO PATAMBUCO EN EL SECTOR DE PUNA AYLLU DEL DISTRITO DE PATAMBUCO, PROVINCIA DE SANDÍA –PUNO [9]:

- **Objetivos:** Analizar y realizar el estudio hidrológico para la propuesta de construcción de una defensa ribereña ante amenazas de derrumbes por la crecida del río Patambuco en el sector de Puna Ayllu, distrito de Patambuco, provincia de Sandía – Puno.
- **Metodología:** Cuantitativo-Correlacional. Se obtuvo como resultado lo siguiente: Las defensas ribereñas de tipo enrocado y muro gavión mitigarán los daños que se ocasionan en épocas de avenida.
- **Conclusión:** Con el método empírico se determinó los caudales de diseño, con ello se propone que para diseñar una defensa ribereña se debe optar por el caudal de diseño de un período de retorno de 100 años que es 60m³/seg. Además, se terminó los valores de profundidad de socavación para periodos de retorno

de 50,100, 200 y 500 años siendo los resultados 1.17, 1.20, 1.24 y 1.26 m. respectivamente.

COMPARACIÓN TÉCNICA - ECONÓMICA PARA UN DISEÑO ÓPTIMO DE DEFENSA RIBEREÑA ENTRE EL SISTEMA TRADICIONAL Y EL SISTEMA DE CONFINAMIENTO DE SUELOS CON GEOBOLSAS EN EL RÍO LACRAMARCA - SECTOR CASCAJAL - PROVINCIA DEL SANTA – ÁNCASH [10]:

- **Objetivos:** Hacer una comparación técnica – económica, para determinar el óptimo diseño de defensa ribereña entre un diseño tradicional y el confinamiento de suelos con geobolsas, en el tramo seleccionado.
- **Resultados:** El diseño tradicional seleccionado fue el de gaviones, teniendo en cuenta el Modelado 03, comprendiendo una altura total de estructura de 3.50m, de forma escalonada y un ancho de colchón reno de 6.50m, sobre un geotextil para evitar la erosión, con un costo directo de S/.1,937,692.72. Se realizó el diseño de confinamiento de suelos con geobolsas en base al Modelado 03, obteniéndose una altura total de 4.00m, de forma escalonada y colchón antisocavante de 9.80m, todo sobre un geotextil para evitar la erosión, teniendo un costo directo de S/.1,482,770.09.
- **Conclusión:** Se compararon ambos diseños, teniendo en cuenta criterios técnicos, tales como: resistencia a erosión y socavación, flexibilidad y adaptabilidad, tiempo de vida, mantenimiento, tiempo de ejecución, movimiento de tierras, proceso constructivo, habilitación, y transporte de gaviones y geobolsas; mientras que los criterios para la comparación económica fueron: costo por ml, población beneficiada, generación de empleo, costo de mantenimiento a corto plazo, y costo de mantenimiento en un periodo de 25 años. A su vez, se empleó un Método Categórico para determinar qué

diseño sería el más adecuado, en base a los criterios de comparación, siendo seleccionado el diseño con gaviones, en base a esta comparación y análisis.

MODELAMIENTO HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO RÍMAC, SECTOR BATASOL, DISTRITO DE LURIGANCHO-CHOSICA, LIMA, 2019 [11]:

- **Objetivos:** Proponer el diseño de las defensa ribereña en a los resultados del modelamiento hidráulico, para el sector Batasol del río Rímac, Chosica, 2019.
- **Metodología:** El método de analizar las informaciones, se inicia con la obtención de datos aislados mediante el uso de técnicas e instrumentos de recopilación, posteriormente se establecen relaciones y se presentan en gráficos o diagramas, los cuales deben interpretarse y formular las conclusiones.
- **Resultados:** En cuanto a la estimación del caudal máximo instantáneo de diseño es de vital importancia para una obra de defensa ribereña, puesto que dependiendo del caudal, las secciones del cauce y de los tirantes se hace el planteamiento de la altura de la obra de protección ribereña, en este caso fue de 5.00 metros sobre el nivel del lecho del río.
- **Conclusión:** Respecto a la propuesta del diseño defensa ribereña se concluye que ambas propuestas, el muro de contención y el enrocado, son óptimas para reducir la vulnerabilidad ante desbordes del río Rímac en el sector Batasol, puesto que la altura estimada está en función de los parámetros hidrológicos e hidráulicos obtenidos del modelamiento en el programa HEC-RAS, lo cual permite garantizar la protección ante desbordes o niveles máximos de agua.

ESTUDIO HIDRÁULICO PARA DEFENSA RIBEREÑA, TRAMO HUACA “EL ORO Y LAS VENTANAS”, RÍO LA LECHE, ÍLLIMO-LAMBAYEQUE [12]:

- **Objetivos:** Desarrollar el estudio hidráulico para defensa ribereña, tramo huaca “El Oro y Las Ventanas”, río La Leche, Íllimo-Lambayeque.

- **Resultados:** Se obtuvo del estudio pluviométrico un caudal de diseño 1430.30 m³/s para un tiempo de retorno de 50 años, el cual se utilizó para el diseño del dique y descolmatación del río La Leche, y un caudal de 1925.04 m³/s correspondiente a un periodo de retorno de 500 años para los estudios de socavación; se omitió realizar el diseño con caudales superiores a 50 años de tiempo de retorno (139.54 años según la fórmula de riesgo de falla admisible establecida en el MTC), ya que las secciones del río La Leche modificadas para soportar dichos caudales afectarían las zonas arqueológicas del área de estudio o sus caminos de acceso.
- **Conclusión:** Se realizó el estudio hidráulico del tramo estudiado del río La Leche, se planteó un dique de tierra homogéneo con protección de enrocado como defensa ribereña debido a que las márgenes del río son poco elevadas, y para recuperar el área hidráulica se propuso la descolmatación del río; el tramo estudiado fue simulado en el software Hecras V 5.0.7., verificando que cumple en soportar un caudal de 1430.30 m³/s sin originar desbordes.

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 [13]:

- **Objetivos:** Desarrollar una propuesta de defensa ribereña mediante el programa River para reducir los riesgos por inundación y socavación en el tramo puente Los Ángeles del río Rímac.
- **Metodología:** La metodología aplicada en el software River es el estadístico la cual cuenta con tres métodos.
- **Resultados:** Finalmente se eligió el método Pearson III debido a que se obtiene un mayor caudal en comparación con los demás métodos estadísticos. Por lo tanto, el caudal crítico de diseño es de 388.805 m³/s Se realizó el análisis y

diseño del muro enrocado mediante el programa River, con el cual se estableció las dimensiones del enrocado con una altura total de 5.80 m compuesta por la altura de uña de 1.60 m y borde libre de 1.01m. La estructura tendrá un talud de 0.50, ancho de uña de 2.40 m y ancho de enrocado variable de 1.20 m en la parte superior y 1.60 m en la parte inferior. Estas dimensiones son adecuadas para reducir el impacto de las avenidas máximas del río Rímac en el tramo puente Los Ángeles.

- **Conclusión:** Se logro diseñar de manera exitosa una propuesta de defensa ribereña, mediante el software River, de muro enrocado para la reducción de riesgos por inundación y socavación en el tramo puente Los Ángeles del río Rímac.

2.1.3 Antecedentes Internacionales.

DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD HIDRÁULICA DEL CANAL LOS MOLINOS CÓRDOBA [14]:

- **Objetivos:** Determinar la capacidad Hidráulica del canal los Molinos Córdoba.
- **Resultados:** HEC-RAS permitió la simulación de los tramos con flujo a superficie libre y la visualización de las curvas de remanso generadas. El flujo a presión en los sifones existentes fue estimado por medio del modelo SWMM.
- **Conclusión:** Mediante la aplicación de los modelos HEC-RAS (centro de ingeniería hidrológica sistema de análisis de ríos) y SWMM (Modelo de Gestión de Aguas Pluviales), se logró una adecuada representación de las características hidráulicas del canal.

ESTUDIO HIDROLÓGICO Y BALANCE HÍDRICO DE LA CUENCA ALTA DEL RÍO CATAMAYO HASTA LA ESTACIÓN ARENAL EN EL SITIO EL BOQUERÓN, PROVINCIA DE LOJA [15]:

- **Objetivos:** Estudiar el balance hídrico de la cuenca alta del río Catamayo hasta la estación arenal en el sitio el boquerón, provincia de Loja.
- **Resultados:** La distribución temporal de aforos realizados históricamente en la estación Arenal no son secuenciales y no garantizan confiabilidad, por tanto las curvas de descarga, de duración general y variación estacional no son confiables. La información de niveles diarios con vacíos demasiado largos en tiempo no permitieron la generación o cálculo de una estadística completa de caudales diarios.
- **Conclusión:** La socavación y sedimentación notoria en el sitio o en la sección de la estación Arenal, produjeron una serie de curvas de descarga, con severas

dificultades de definición de la ecuación matemática así como de sus periodos y niveles de validez.

DETERMINACIÓN DE LA VIABILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA PARA EL USO DEL CONCRETO TIPO RCD EN LA CONFORMACIÓN DE ESTRUCTURAS DE ESTABILIZACIÓN DE TALUDES (GAVIONES) [16]:

- **Objetivos:** Determinar la viabilidad técnica y económica para el uso del concreto tipo RCD en la conformación de estructuras de estabilización de taludes (Gaviones) mediante la comparación de sus propiedades mecánicas, y la evaluación de su estabilidad para utilizarlo en la protección de taludes inestables.
- **Resultados:** Las evaluaciones de estabilidad que se hicieron para un tramo de muestra en donde se construyó una vía y que implementó obras del tipo gaviones para contener los cortes necesarios, muestran de manera general una estabilidad en condiciones naturales, reflejada con los factores de seguridad por encima de 1.5 obtenidos con Slide, los cuales se ve disminuidos una vez se asume el corte en el terreno y vuelven a estar por encima del límite inferior (1.5) luego de implementar las obras tipo gaviones.
- **Conclusión:** La determinación de las dimensiones y granulometría más convenientes para el uso de RCD en la conformación de estructuras de estabilización del tipo Gaviones, se contempló de acuerdo a la información técnica de las normas INVIAS, así como de las revisiones de indicadores de precios, en donde los tamaños dependen evidentemente de la configuración del enmallado de los gaviones, pero que en general oscilan entre los 100mm y los 200mm.

EROSIÓN HÍDRICA EN LA MICROCUENCA SAN PEDRO HUIMILPAN: VALORACIÓN INTEGRADA PARA SU CONTROL [17]:

- **Objetivos:** Estudiar la erosión hídrica del suelo es un proceso que incluye el desprendimiento y transporte de las partículas que lo componen, derivado

del impacto producido en su estructura por las gotas de lluvia y por el efecto posterior del escurrimiento superficial del agua.

- **Resultados :** Los resultados de la encuesta realizada, la mayoría de ellos están de acuerdo en la utilización de materiales de fácil acceso para la construcción de obras de conservación (llantas de desecho automotriz), que pueden constituirse como una alternativa viable para su difusión masiva en la zona, ya que conlleva por un lado la disminución de estos residuos y por el otro el bajo costo que implica la construcción de obras con estos materiales
- **Conclusión:** La mayor parte de los pobladores de la microcuenca ya conocen los beneficios de las obras de conservación, ya que han venido haciendo acciones aisladas 19 como terrazas de formación sucesiva, presas filtrantes, presas de gaviones y reforestación de terrazas con planta de maguey; por tal motivo ellos están en la mejor disposición para participar en el desarrollo de este tipo de obras.

ANÁLISIS TÉCNICO PARA MUROS DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO COMPARADO CON MUROS DE GAVIONES Y SISTEMAS DE SUELO REFORZADO PARA ALTURAS DE H= 5M, H= 7.5M, H= 10M, H= 15M, PARA UNA LONGITUD DE 80M. [18]:

- **Objetivos:** En este trabajo se realiza el diseño de los Muros de Hormigón, Muros de Gaviones y Muros de Suelo Reforzado en forma clara, desarrollando de manera ordenada y sistemática todos los pasos a seguir en el análisis de estos elementos estructurales.
- **Metodología:** Según los presupuestos realizados para cada tipo de protección a una altura de 5 metros, que para muros de gravedad con hormigón un costo de 87,735.37 dolares y para gaviones 72,014.92 dolares.
- **Resultados:** Se puede concluir que los muros de hormigón tienen un costo

muy elevado respecto a las soluciones de gaviones , este se debe a las grandes dimensiones que se requiere para cumplir con las condiciones de estabilidad de los muros.

2.2 Marco teórico.

2.2.1 El suelo.

En el sentido general de la ingeniería, suelo se define como el agregado no cementado de granos minerales y materia orgánica descompuesta (partículas sólidas) junto con el líquido y gas que ocupan los espacios vacíos entre las partículas sólidas. Por esto, los ingenieros civiles deben estudiar las propiedades del suelo, tales como origen, distribución granulométrica, capacidad para drenar agua, comprensibilidad, resistencia cortante, capacidad de caga, y otras más [19].

2.2.1.1 Clasificación de suelos.

los suelos con propiedades similares se clasifican en grupos y subgrupos basados en su comportamiento ingenieril. Actualmente existen dos sistemas de clasificación que usan la distribución por tamaño de grano y plasticidad de los suelos que son usados por los ingenieros de suelos. Estos son el Sistema AASHTO y el Sistema Unificado de Clasificación de suelos [19].

2.2.2 Hidrología.

La ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución en la superficie terrestre, sus propiedades químicas y físicas y su relación con el medio ambiente incluyendo a los seres vivos. La hidrología proporciona al ingeniero o hidrólogo, los métodos para resolver los problemas prácticos que se presentan en el diseño, la planeación y la operación de estructuras hidráulicas [19].

2.2.3 Caudal.

El caudal en los ríos es siempre variable, según el régimen hidrológico de la cuenca, en una escala de tiempo estacionales o bien restringida a un episodio meteorológico. Ciertos caudales infrecuentes, pero no extraordinarios son importantes para el río en el sentido de que le conforman el cauce, y además existen las avenidas extraordinarias, las cuales pueden transformar radicalmente la naturaleza o el curso del río [20].

2.2.4 Encauzamiento y descolmatación del cauce del río.

La colmatación del cauce e, provoca que el nivel del fondo del río se eleve, lo cual conlleva que al ocurrir las avenidas propias de la época de lluvias, (que ocurren anualmente o por la ocurrencia de eventos extremos), a que el cauce del no tengan capacidad de soportar el incremento en el caudal, provocando el desborde, erosión e inundación de los terrenos aledaños [21].

2.2.5 Erosión De márgenes río.

Consiste en retirar el material depositado debido a las avenidas en la caja hidráulica del río, pudiendo ser islotes, con vegetación arbolea, gravas, arenas, boconerías, entre otros, para que el flujo del agua no tenga no tenga ningún impedimento y pueda transitar en forma libre en grandes cantidades, se realiza siguiendo la rasante natural del río tratando de no sobre excavar y dándole el ancho correspondiente para no “estrangular”, el caudal [21].

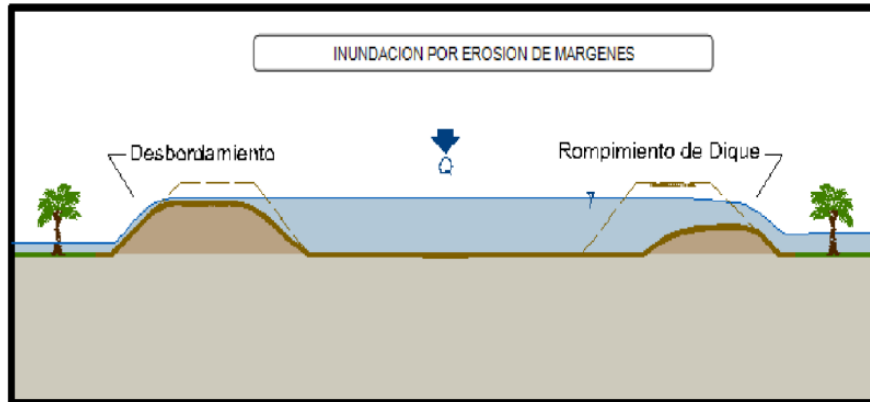


Figura 2.1: Erosión de márgenes.

Fuente: De la Cruz (2017).

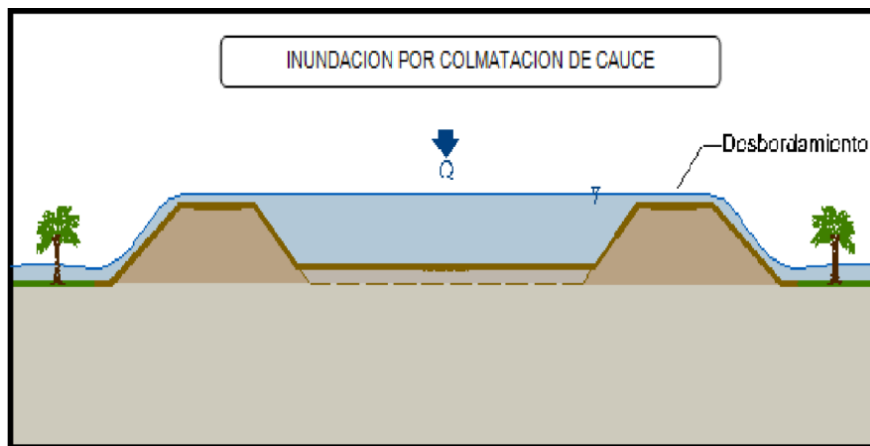


Figura 2.2: Colmatación de cauce río.

Fuente: De la Cruz (2017).

2.2.6 Estructuras de contención.

Los muros de sostenimiento son estructuras que sirven para contener terreno u otro material en desnivel. Son usados para estabilizar el material confinado evitando que desarrollen su ángulo de reposo natural. Se les utiliza en cambios abruptos de pendiente, cortes y rellenos en carreteras y ferrocarriles, muros de sótano, alcantarillas, estribos de puentes, etc [20].

2.2.6.1 Clasificación de muros de contención.

Se divide en dos categorías principales los muros de contención [20].

- **Muros de contención de gravedad:** Se construyen con concreto simple o mampostería de piedra, ellos dependen de su propio peso y del suelo que descansa sobre la mampostería para su estabilidad. Este tipo de construcción no es económica para muros altos.
- **Muros de contención de semigravedad:** En muchos casos, una pequeña cantidad de acero se usa para la construcción de muros de gravedad, minimizando así el tamaño de las secciones del muro, denominados generalmente muros de semigravedad.
- **Muros de contención con voladizo:** Están hechos de concreto armado y constan de un tallo delgado y una losa de base este tipo es económico hasta una altura de 8 metros.
- **Muros de contención con contrafuertes:** Son similares a los muros con voladizo. Sin embargo, a intervalos regulares estos tienen losas delgadas de concreto conocidas como contrafuertes que conectan entre sí el muro con la losa de la base. El propósito de contrafuertes es reducir la fuerza cortante y los momentos flexionantes.
- **Muros de Tierra Estabilizada:** Los muros de contención mecánicamente estabilizados tienen sus rellenos estabilizados por elementos de refuerzo tales como franjas metálicas, mallas de alambre soldado, geotextiles y geo mallas. Estos muros son relativamente flexibles y soportan grandes desplazamientos verticales y horizontales sin mucho daño.

2.2.7 Río.

Es una corriente de agua que fluye con continuidad. Posee un caudal determinado y desembocado en el mar, en un lago o en otro río, en cuyo caso se denomina afluente. La parte final de un río es su desembocadura [20].



Figura 2.3: Ríos con gran caudal.

Fuente: De la Cruz (2017).

2.2.8 Cuencas hidrográficas.

La cuenca de drenaje de una corriente es el área de terreno donde todas las aguas caídas por precipitación se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida, para cada punto de su recorrido [20].

2.2.9 Inundación.

Es la ocupación por el agua de zonas o áreas que en condiciones normales se encuentran secas. Se producen debido al efecto del ascenso temporal del nivel del río. En cierta medida, las inundaciones pueden ser eventos controlables por el hombre, dependiendo del uso de la tierra cercana a las causas de los ríos [20].

2.2.10 Base para diseño de muros de contención.

Las fuerzas que actúan sobre un muro de contención pueden dividirse en dos grupos; fuerzas horizontales provenientes del empuje del terreno, sobrecargas, etc., y fuerzas verticales provenientes del peso propio, peso del relleno, sobrecarga, etc. La acción de las fuerzas horizontales tiende a desplazar el muro de su posición original y si ese desplazamiento es lo suficientemente grande, el muro ya no estará cumpliendo

su función, o sea habrá fallado, aún si el desplazamiento tuvo lugar sin daños para las partes constitutivas del muro [20].

2.2.11 Encauzamiento y descolmatación del cauce del río.

Son defensas rivereñas estructuras construidas para proteger las áreas aledañas a los ríos, contra los procesos de erosión de sus márgenes producto de la excesiva velocidad del agua, que tiende a arrastrar el material ribereño y la socavación que ejerce el río, debido al régimen de precipitaciones abundantes sobre todo en época de invierno, ya que son causantes de la desestabilización del talud inferior y de la plataforma de la carretera. Estas obras se colocan en puntos localizados, especialmente para proteger algunas poblaciones y, singularmente, las vías de comunicación, estas pueden ser efectivas para el área particular que se va a defender, pero cambian el régimen natural del flujo y tienen efectos sobre áreas aledañas, los cuales deben ser analizados antes de construir las obras [20].

2.2.12 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].

2.2.12.1 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.

2.2.12.2 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.

2.2.12.3 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.

2.2.12.4 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).

2.2.13 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 imágenes 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 [26]". Dicho de otro forma este método está sustentado en la obtención de la translación y la rotación de un punto entre dos imágenes.

III. HIPÓTESIS.

3.1 Hipótesis general.

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

3.2 Hipótesis específicas.

- Se va lograr la protección de los estribos del puente Huatatas mediante la instalación de defensa ribereña en el centro poblado de Huatatas, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.
- Se va lograr diseñar la defensa ribereña en el puente Huatatas del centro poblado de Huatatas, distrito de Ayacucho, 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 para prevenir el desgaste de los estribos del puente Huatatas del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga.
- Diseño del instrumento de evaluación que permita el correcto recogo de información para plantear una solución adecuada para la protección del puente Huatatas en el Centro Poblado de Huatatas del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.
- Aplicar los instrumentos para elaborar el diseño de defensa ribereña en el puente Huatatas en el Centro Poblado de Huatatas del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho. Todo esto se hace con la finalidad de calcular la altura de gavión a plantear para la protección de la población.

4.2 Tipo de investigación.

La investigación será de tipo exploratorio, ya que la investigación busca comprender mas 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 Huatatas, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

4.4.2 Muestra.

La muestra a considerar sera las zonas aledañas al puente Huatatas, del centro poblado de Huatatas del distrito de Ayacucho, 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 Huatatas, del centro poblado de Huatatas, distrito Ayacucho, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho asi mismo se considera el caudal máximo del Huatatas.

4.5 Definición y operacionalización de variables e indicadores.

Operacionalización de variables:

Ver la Tabla siguiente que se muestra.

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LOS ESTRIBOS DEL PUENTE HUATATAS EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE HUATATAS, DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2021.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Variable independiente:</p> <p>Evaluación del estado de la defensa ribereña en el puente Huatatas, de la localidad de Huatatas, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.</p>	<p>Evaluación fotogramétrica del terreno en el puente Muyurina, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho.</p> <p>Evaluación hidrológica del río Huatatas en el centro poblado de Huatatas, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho.</p> <p>Caracterización geomorfológica del cauce del río Huatatas y terrenos aledaños al puente Huatatas, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Caudal del río. - Longitud del río. - Tirante de diseño. - Espejo del río. - Tipo de terreno. - Tipo de suelo. - Tipo de vegetación.
<p>Variable dependiente:</p> <p>Diseño de defensa ribereña aledaños al puente Huatatas del centro poblado de Huatatas, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga departamento de ayacucho.</p>	<p>Diseño de la defensa ribereña considerando sus características, descriptivas.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tipo de drone. -Fotos. - Tipo de GPS. <p>Rango de valores.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Altura de gavión.

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.

Fuente: Fuente propia.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

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.

4.7 Plan de análisis.

El análisis de los datos se realizará haciendo uso de técnicas estadísticas el cual nos permite analizar y llegar a resultados y conclusiones.

- 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 Huatatas.
- Se determinará el tipo de suelo y la vegetación existente en las inmediaciones del puente Huatatas.
- Se realizaron toma de datos del caudal en campo por el método del flotador en el cual se midió a su vez la sección del río Huatatas.
- Finalmente se revisaron trabajos de investigaciones anteriores en el realizados en el río Huatatas para así obtener el caudal máximo de diseño para nuestra defensa ribereña.

4.8 Matriz de consistencia.

Ver la Tabla siguiente:

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LOS ESTRIBOS DEL PUENTE HUATATAS EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE HUATATAS, DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2021.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>¿El diseño y evaluación de la defensa ribereña del centro poblado de Huatatas del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, protegerá los estribos del puente Huatatas?</p>	<p>Objetivo general: Evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño de los estribos del puente del centro poblado de Huatatas, del departamento de Ayacucho.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar la instalación de defensa ribereña en las zonas aledañas al puente Huatatas del centro poblado de Huatatas del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. 2. Describir el estado y las zonas de riesgo donde se podría plantear una defensa ribereña para la protección de los estribos del puente Huatatas, del centro poblado de Huatatas del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. 	<p>El río de Huatatas normalmente tiene un caudal regular pero en las épocas de lluvia suele aumentar de manera notoria su caudal y muchas veces al tener bastante piedra en sus márgenes suele arrastra gran cantidad de piedra golpeando y desgastando notoriamente los estribos de los puentes que se encuentran en su tránsito. La construcción de defensas ribereñas en los márgenes de los ríos son muy importantes ya que estas estructuras tienen como principal finalidad evitar el desborde de los ríos y así poder prevenir inundaciones y pérdidas económicas.</p>	<p>Hipótesis general: Es posible evaluar la defensa ribereña para la protección de los estribos del puente Huatatas, distrito de Ayacucho, provincia de huamanga, del departamento de Ayacucho.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Se va lograr la protección de los estribos del puente Huatatas mediante la instalación de defensa ribereña en el centro poblado de Huatatas, distrito de Ayacucho, provincia de huamanga, del departamento de Ayacucho. 2. Se va lograr diseñar la defensa ribereña en el puente Huatatas del centro poblado de Huatatas, distrito de Ayacucho, provincia de huamanga, del departamento de Ayacucho. 	<p>Tipo: El proyecto de investigación es del tipo exploratorio.</p> <p>Nivel: El proyecto de investigación tiene un nivel cualitativo.</p> <p>Enfoque: El proyecto de investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p>Diseño: Elaborar encuestas, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para la evaluación de la defensa ribereña del centro poblado de Huatatas, departamento de Ayacucho.</p> <p>Universo y muestra: 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 Huatatas, distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.</p>

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.

Fuente: Fuente propia.

4.9 Principios éticos.

4.9.1 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.

4.9.2 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.

4.9.3 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.

4.9.4 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.

4.9.5 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.

4.9.6 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.

En esta sección de la investigación procedimos a hacer una inspección visual de los terrenos aledaños al puente Huatatas, donde notamos que en las proximidades del puente no se cuenta con ninguna defensa ribereña la cual pone el peligro inminente a la población, ya que en épocas de lluvia el río Huatatas suele aumentar de caudal.



Figura 5.1: Diagrama de flujo de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.2: Vista del río Huatatas.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.1 Evaluación fotogramétrica.

La evaluación fotogramétrica se realizó haciendo el levantamiento de la zona evaluada con la ayuda de un dron, con el cual se recolecto fotos los cuales fueron procesados posteriorente para obtener su reconstrucción 3D de la zona del cual se pudo tener el modelo de elevación digital con el cual se pudo tener un mayor alcance y detalles de la zona evaluada.



Figura 5.3: Toma de datos con el drone.

Fuente: Elaboración propia.

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

Al llevar al campo se procedió a hacer la marcación de un total de once puntos, el marcado se hizo con la ayuda de una pintura roja, las marcas fueron grandes para que puedan ser fácilmente reconocidas en las fotografías tomadas con el drone, lo primero que se realizó después de hacer las marcas fue tomar los datos de cada punto con la ayuda de un GPS diferencial, estos puntos son llamados puntos de control, y las fotos fueron tomadas con un 65% de traslape.



Figura 5.4: Ubicación de los puntos de control tomados.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.5: Ubicación de los puntos de control tomados.
Fuente: Elaboración propia.

Se muestra seguidamente los once puntos de control de la zona evaluada

PUNTOS DE CONTROL	NORTE (N)	ESTE (E)	ALTURA (Z)
1	8550198.518	587634.8714	2484.8709
2	8550204.991	587631.4577	2484.8662
3	8550103.067	587663.4752	2480.9552
4	8550044.292	587734.5627	2481.9107
5	8550022.435	587826.215	2482.6263
6	8550059.394	587927.0714	2483.1685
7	8550100.918	587987.5807	2483.2523
8	8550167.701	588080.4099	2482.9196
9	8550233.453	588181.5816	2483.7382
10	8550225.301	588329.4081	2484.8176
11	8550174.328	588488.557	2485.8821

Tabla 5.1: Puntos de control.

Fuente: Fuente propia.

5.1.2.1 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.

5.1.2.2 Nube de puntos esparcida:

Se han cargado al programa Agisoft las fotografías tomadas en campo con el dron. Después se han aplicado los algoritmos structure from motion y dense multiview stereo con el cual se generó una sola foto de mayores dimensiones que las iniciales ya que esta foto surge de la unión de cada fotografía captada por el dron,

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.



Figura 5.6: Nube de puntos dispersa.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.3 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 y asi generar la mayor cantidad de puntos posibles, ya que a mayores puntos el modelo de elevación digital sera mas preciso, dando como resultado la nube de puntos densa. El umbral elegido para la nube de puntos densa fue de calidad media y demoro 50 minutos de procesamiento en la workstation.

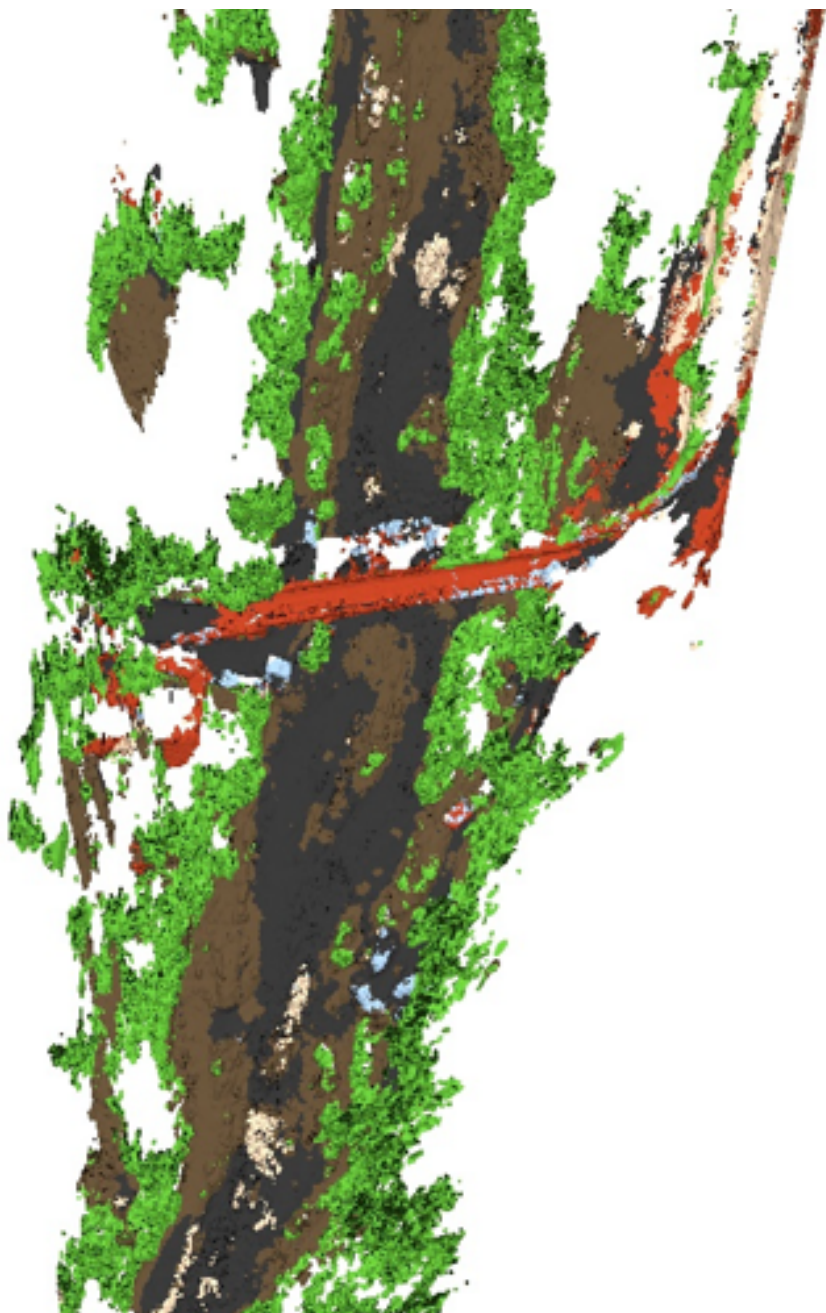


Figura 5.7: Modelo de nube de puntos denso.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.8: Modelo de nube de puntos denso.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.4 Modelo tridimensional de mallas:

Una vez obtenido la nube de puntos densa se realiza el enmallado del modelo, el cual consiste en unir todos los puntos generados en el paso anterior. Se elige un umbral de calidad media 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

perimetales del hueco tal comose muestran en las imágenes.

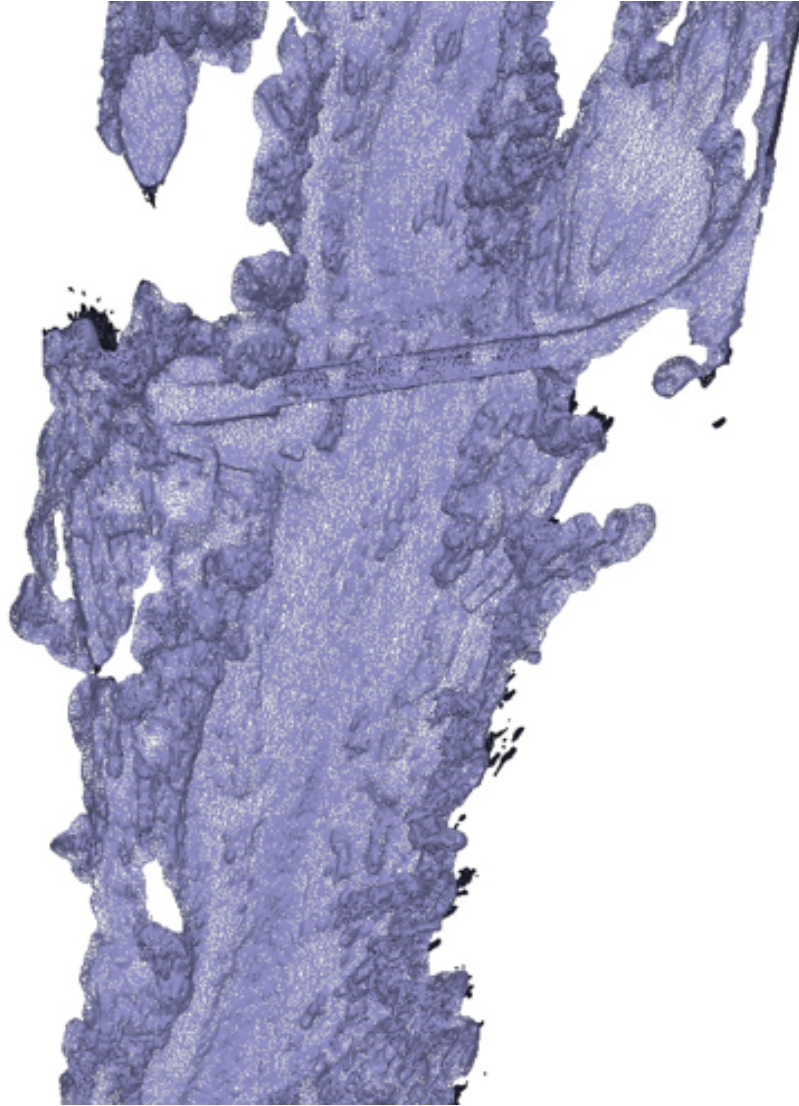


Figura 5.9: Modelo de malla.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.5 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 36 minutos.



Figura 5.10: Modelo texturado.

Fuente: Elaboración propia.

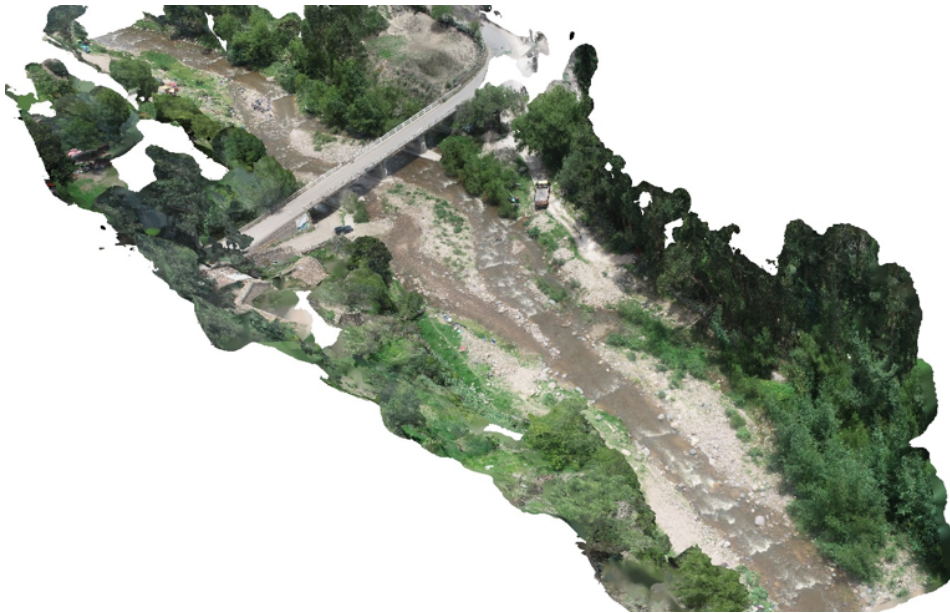


Figura 5.11: Modelo texturado de perfil.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2.6 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 únicamente de los puntos del terreno.



Figura 5.12: Ortofoto de la zona evaluada.

Fuente: Elaboración propia.

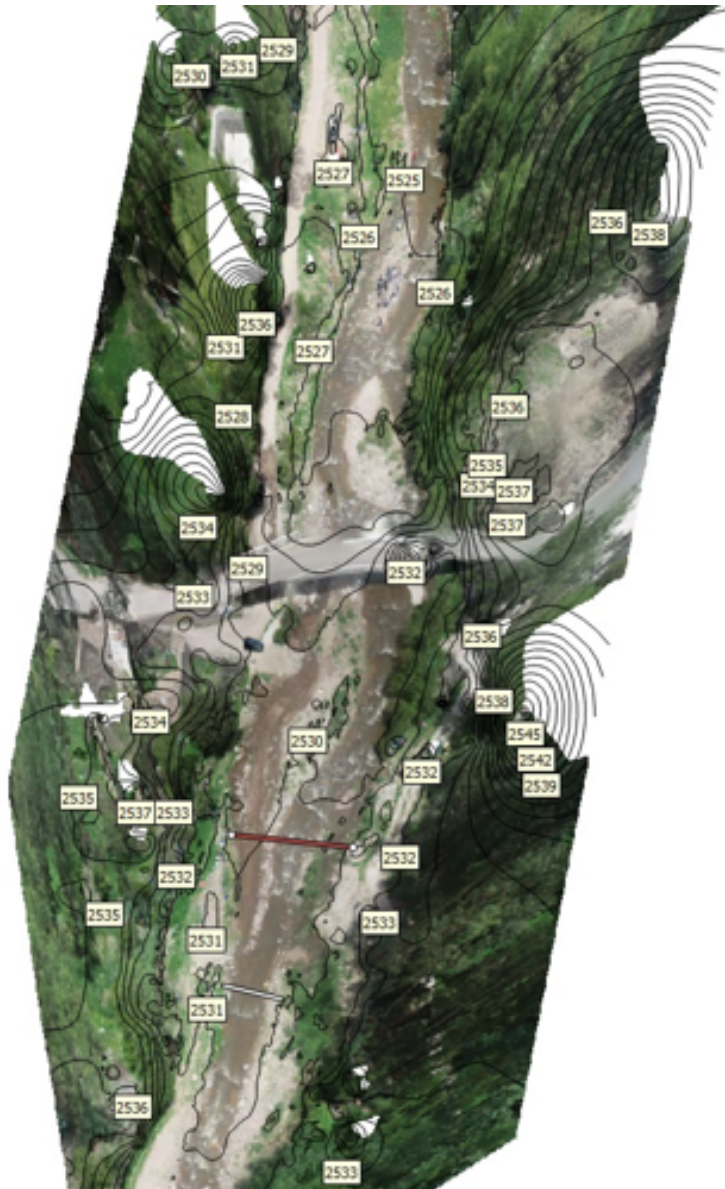


Figura 5.13: Modelo de curvas de nivel.

Fuente: Elaboración propia.

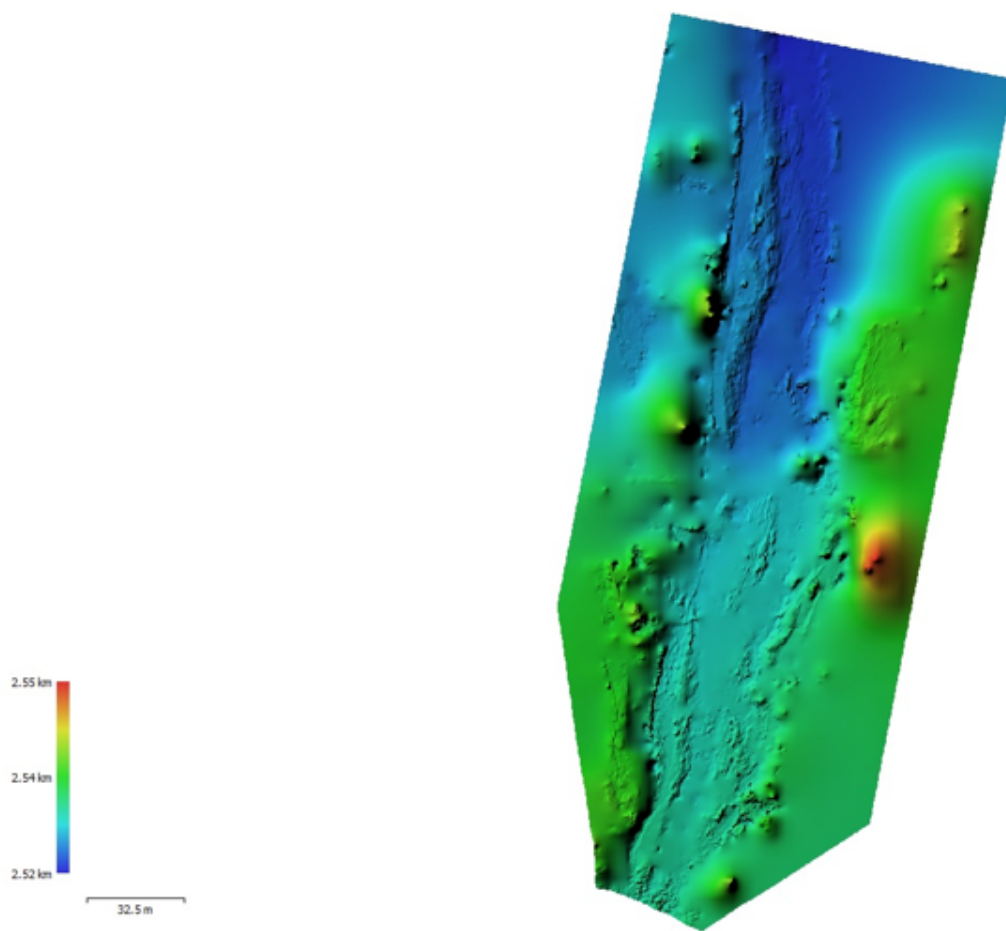


Figura 5.14: El MDT (modelo digital del terreno).
Fuente: Elaboración propia.

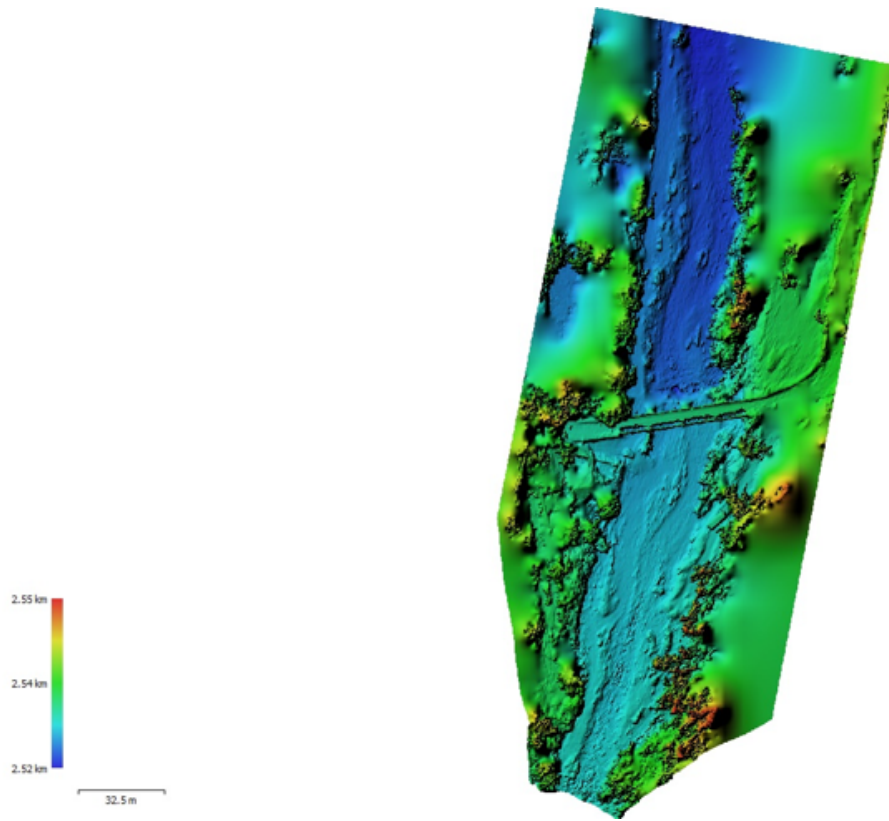


Figura 5.15: DEM generado.
Fuente: Elaboración propia.

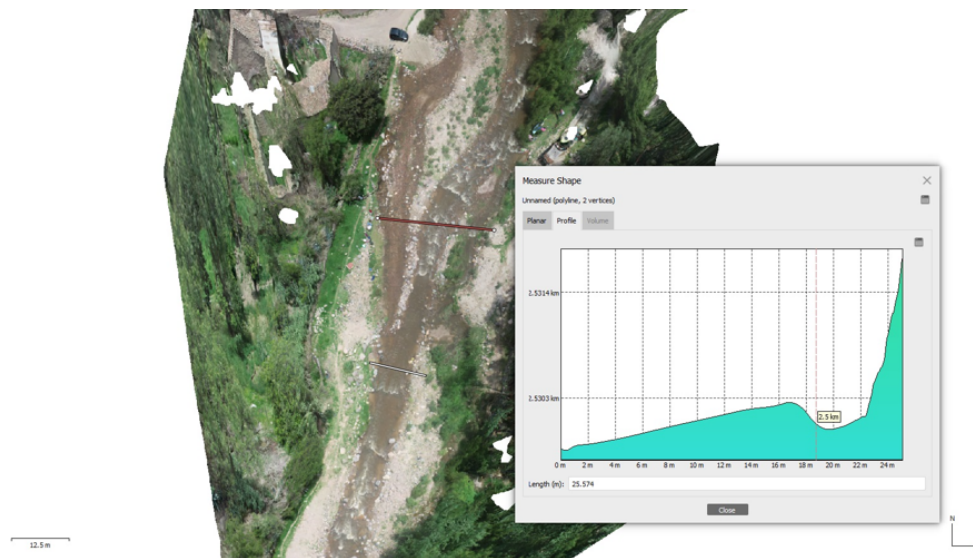


Figura 5.16: Sección generada.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Evaluación hidrológica.

En esta sección se realizó el cálculo del caudal máximo del río Huatatas, el caudal máximo se estimó con trabajo de campo y a su vez con datos de bibliografías anteriores como son los trabajos de tesis realizados en la misma zona.

5.1.3.1 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 para diversos diseños de ingeniería.

a) Evaluación realizada en campo.

En campo se realizó la recolección de datos como fue la longitud de una sección del río Huatatas, para poder tener la sección aproximada del río en la zona evaluada, así mismo se procedió a medir el ancho del río Huatatas, este ancho debe ser el ancho más grande existente en las inmediaciones de la zona evaluada el cual se realizó con la finalidad de diseñar y evaluar la defensa ribereña del puente Huatatas, esto se realizó con la ayuda de una wincha, también se calculó el caudal con la ayuda de un objeto flotante, el área de la sección fue tomada sumergiendo un palo al fondo del río cada cierta distancia.

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 una sección de la corriente; se mide el área de la sección esto se hace con la ayuda de un palo y una wincha; 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 uso los siguientes instrumentos:

- **Cuerda:** Usada para marcar el inicio y fin por donde se desplazara el objeto flotante.
- **Wincha:** Para medir la distancia que recorrera el objeto flotante.
- **Flexómetro:** Para medir la profundidad de la sección del río
- **Cronometro:** Para tomar el tiempo.
- **Flotador:** Es el objeto que nos servira para obtener la velocidad del río.

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

$$Q = V \times A$$

Donde:

Q: Caudal

V: Velocidad

A: Área

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

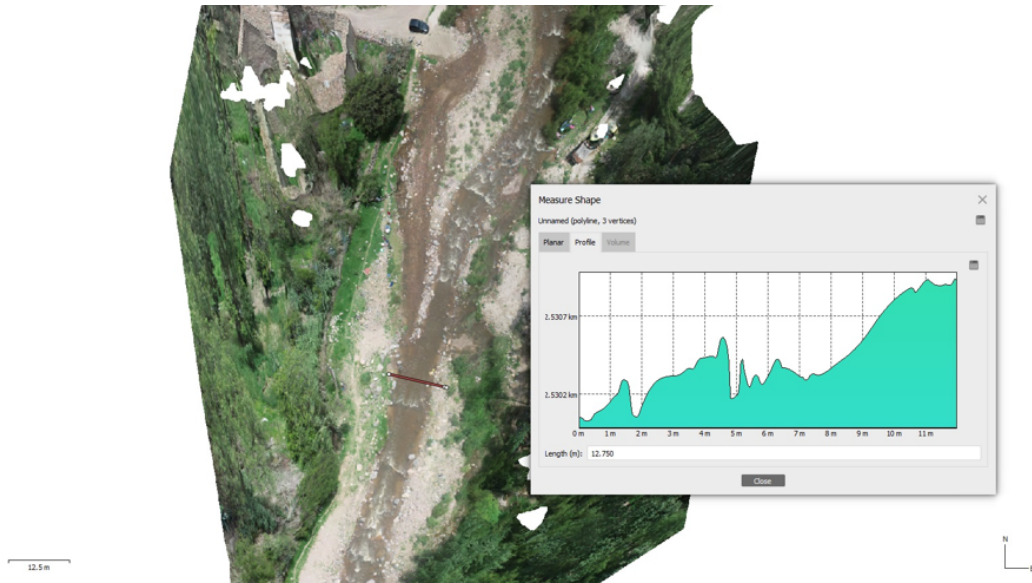


Figura 5.17: Sección del río Huatatas.

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 Huatatas.

Fuente: Fuente propia.

Después de hacer los cálculos necesarios obtuvimos el área de la sección

evaluada fue 19.63 metros cuadrados al cual se le agrego un area de 21.75 esto debido a que segun las huellas observadas en campo dejadas se encontro una altura de 0.72 centimetros 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 30.20 metros, la velocidad obtenida en campo fue 3.24 m/s, obteniendose un total 41.37 metros cuadrados de área en la sección evaluada.

Cálculo de caudal.

Haciendo uso de la siguiente fórmula se reemplaza los datos respectivos para obtener el caudal del río Ñino Yucaes en el tramo aledaño al puente Muyurina.

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3.24 \times 41.37$$

$$Q = 134.038m^3/s$$



Figura 5.18: Medida de ancho del río Huatatas.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.19: Medida de ancho del río Huatatas.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.20: Cálculo de caudal.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.21: 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 Huatatas de la revisión se tuvo los siguientes datos los cuales nos sirvieron para posteriormente calcular la altura de la defensa ribereña, en esta revisión de trabajos realizados años anteriores en el río Huatatas se tomo en especial interes al trabajo de tesis titulado "Control de Socavación de Pilas mediante Estructuras Protectoras del Puente Huatatas-Ayacucho" en el cual realizaron el calculo del caudal máximo.

- **Cuenca del río Yucaes:** Está ubicado en la región de Ayacucho y drena una área de 421. Km² 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 rio maduro. El factor de forma determinado es 0.96.

PARAMETROS		UNIDAD	SUB CUENCA HUATATAS		
AREA DE LA CUENCA		Km ²	228.18		
PERIMETRO		Km	78.90		
PARAMETROS DE FORMA	FACTOR DE CUENCA				
		Coeficiente de Compacidad (Gravelius)	1	1.47	
	FACTOR DE FORMA		Longitud (// al curso más largo)	Km	27.17
			Ancho Medio	Km	8.40
			Radio de Circularidad	1	0.46
			Factor de Forma	1	0.31
	RECTANGULO EQUIVALENTE		Lado Mayor	Km	32.41
		Lado Menor	Km	7.04	
PARAMETROS DE RELIEVE		Curva Hipsométrica	-	ok	
		Polígono de Frecuencia	-	ok	
		Altitud Máxima de la Cuenca	m.s.n.m.	4300	
		Altitud Mínima de la Cuenca	m.s.n.m.	2530	
		Desnivel total de la Cuenca	Km	1.77	
		Altitud Media de la Cuenca	m.s.n.m.	3800	
		Altitud Media Ponderada	m.s.n.m.	3678	
		Altitud Media Simple	m.s.n.m.	3415	
		Altura más frecuente	m.s.n.m.	4000-4200	
		Índice de Pendiente	-	24.45	

Tabla 5.3: Características de la cuenca río Huatatas.

Fuente: Julio De La Cruz (2016).

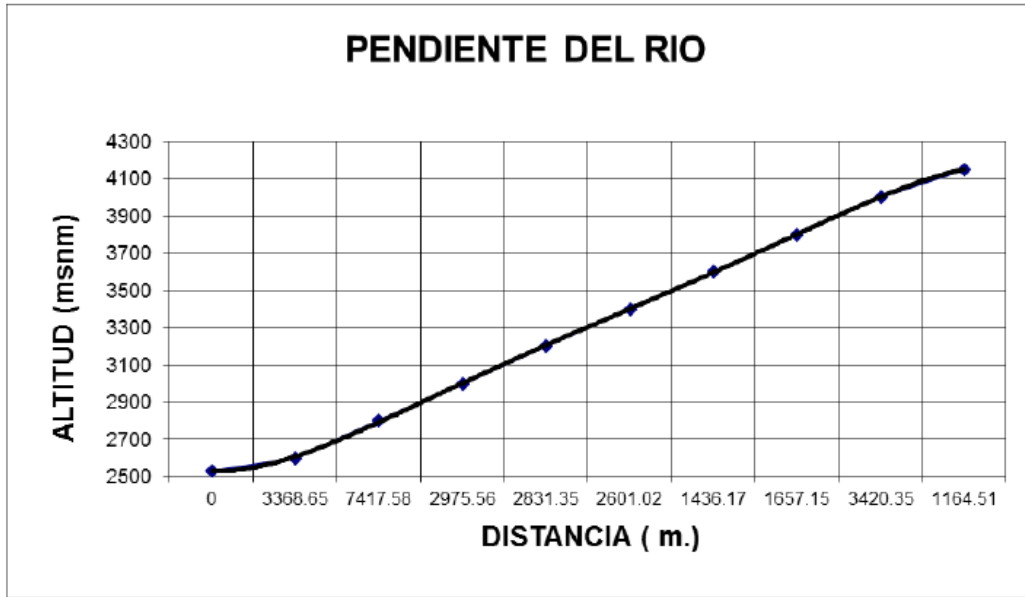
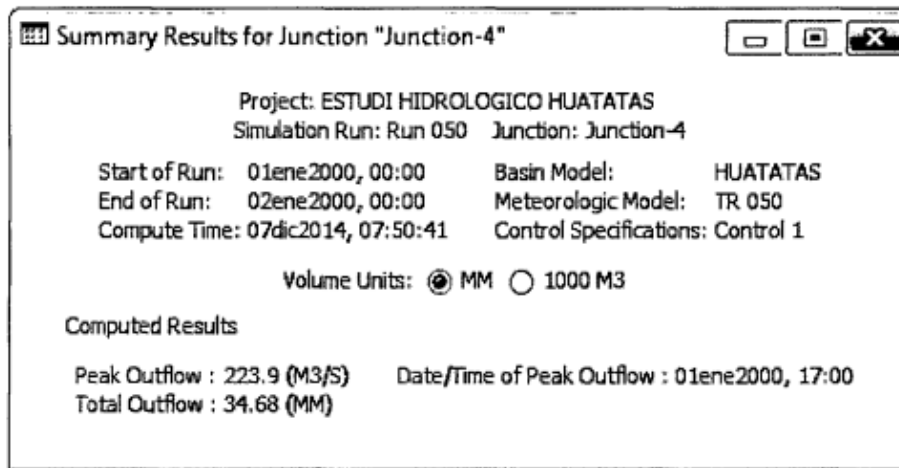


Figura 5.22: Pendiente del río Huatatas.

Fuente: Julio De La Cruz (2016).

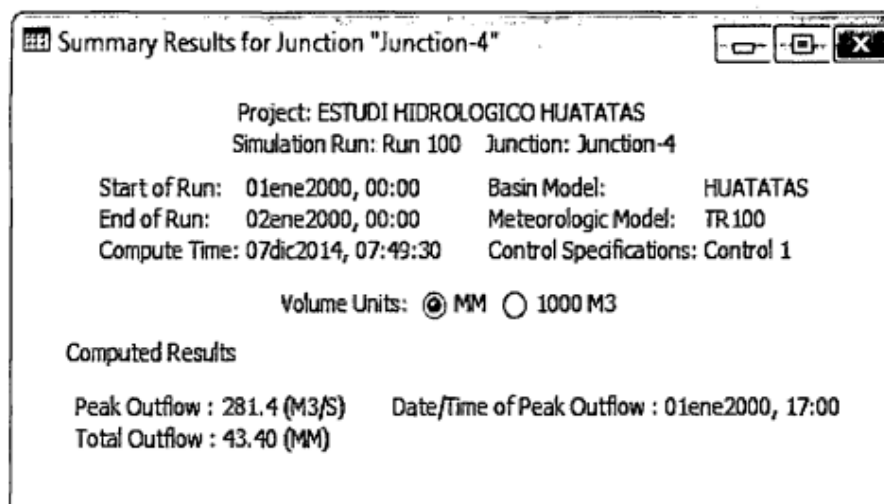
- **Caudal máximo de la cuenca Huatatas:** Los caudales máximos resultantes a la salida de la cuenca son producto de los hidrogramas generados por las subcuencas. Los caudales de máximos se calcularon para tiempos de retorno de 50 años y 100 años respectivamente.



$$Q = 223.90 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Figura 5.23: Caudal maximo para 50 años de periodo de retorno.

Fuente: Nathaly Bellido (2016).



$$Q = 281.40 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Figura 5.24: Caudal maximo para 100 años de periodo de retorno.

Fuente: Nathaly Bellido (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 durante el tiempo que vivieron sobre el comportamiento habian del río Hutatas en temporadas de lluvia, esta encuesta nos ayudo para poder saber si el río se habia desbordado en algun momento.



Figura 5.25: Tomando encuesta al poblador.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 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 Huatatas, este

reconocimiento se realizó basado en evaluación visual, de la forma, cantidad y color de los suelos presentes en la zona evaluada.

5.1.4.1 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 tres 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:** Suelos gravosos con gran cantidad de piedras grandes y piedras medianas.

5.1.4.2 Evaluación de tipo de vegetación.

Luego de inspeccionar la zona se pudo observar, que la zona evaluada presentaba gran cantidad de árboles de grandes dimensiones, así mismo en las partes altas hay gran presencia de arbustos y las partes bajas, aledañas a los márgenes del río hay presencia de tierras de senbri y plantaciones de frutales. Esto también se pudo observar a partir de la reconstrucción 3D generada a partir del procesamiento de imágenes.



Figura 5.26: Vegetación presente en la cuenta río Huatatas.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.5 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:

ϕ : Factor de seguridad.

V: Velocidad media de máxima avenida.

g: Gravedad.

Remplazando datos en la ecuación anterior se tendra lo siguiente:

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

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

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

$$B_L = 1.69$$

$$H = B_L + Y$$

$$H = 1.69 + 0.65$$

$$H = 2.34m$$

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 del por que se debería proponer la construcción de una defensa ribereña, esto se realizó con la ayuda de las encuestas ya que por este medio los pobladores manifestaron que en épocas de lluvia el río suele desbordarse e inundar sembríos aledaños al río.
- Así mismo se realizó un levantamiento fotogramétrico de río Huatatas, esto se realizó con la ayuda de un dron con el cual obtuvimos una serie de fotos, con el cual posteriormente al unirlos y procesarlos se logró obtener una reconstrucción 3D de la zona evaluada y el modelo de elevación digital.
- La evaluación hidrológica, consto de dos procedimientos el primero fue el levantamiento y toma de datos en campo, donde obtuvimos la longitud del río Huatatas en las zonas aledañas al puente Huatatas, así 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 máxima avenida pudimos obtener el caudal máximo aproximado. Como segundo paso tuvimos la revisión literaria de trabajos anteriores realizadas en la zona del valle de Huatatas, en el cual encontramos una tesis en el cual analizan los caudales del río Huatatas para diferentes tiempos de retorno, por ello consideramos tomar en cuenta este trabajo previo para nuestra investigación y así poder tener nuestro caudal máximo de diseño para nuestro gavión a plantear.

- 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 Huatatas, donde notamos claramente la gran presencia de plantaciones y sembrios.
- 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.

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 Huatatas, del distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho.
- La altura de gavión obtenida fue de 2.34 metros lo cual quiere decir que se debería de plantear la construcción de un gavión con la finalidad de salvaguardar la seguridad de los pobladores por daños ocasionados por desborde.
- El tipo de corriente del río principal es perenne, lo que nos indica que este río conduce agua todo el tiempo, 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.
- Se debe plantear la construcción del gavión también para la protección de los pilares de puente Huatatas, ya que debido a los grandes caudales que transporta el río se encuentran relativamente afectados.

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.

RECOMENDACIONES:

- Los punto de control se deben marcar en lugares visibles, y las marcas deben ser hechas con colores llamativos a fin de ser identificados facilmente en las fotos.
- Se recomienda tener un plan de vuelo antes de hacer la toma de datos con el drone, ya que este equipo consta de dos baterias 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 baterias 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 cronometros sincronizados con la finalidad de obtener un tiempo mas aproximado del tiempo de desplazamiento del objeto flotante empleado.
- Se recomienda hacer la encuesta a pobladores mayores de la zona ya que de ellos se puede obtener mayor información, debido a que llevan mas años viviendo en la zona.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] César Meneses Huayanay. Influencia de la pendiente del lecho del río en el diseño de defensas ribereñas. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2017.
- [2] 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.
- [3] Segundo Núñez Juárez et al. Inspección geodinámica del centro poblado de mayapo. región ayacucho, provincia huanta, distrito llochegua. *Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico-INGEMMET*, 2010.
- [4] Pavel Danny Enciso Navarro. Estudio hidráulico y estimación de socavación en el puente interconexión muyurina-ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2015.
- [5] Jonathan Hernan Vilchez Cerna and Walter Luis Toledo Mejía. Alternativas de solución para prevenir la socavación en el río rímac, entre los puentes libertadores y talavera, distrito de el agustino. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*, 2018.
- [6] José A Coronel Delgado et al. Evaluación de la socavación al pie de los muros de encauzamiento del río amojú, zona urbana-jaén. *Universidad Nacional de Cajamarca*, 2013.
- [7] Luis Andrés León Chávez. Evaluación de la socavación del cauce del río crisnejas adyacente al muro de encausamiento, en el ámbito geográfico del centro poblado de aguas calientes-san marcos-cajamarca. *Universidad Nacional de Cajamarca*, 2016.
- [8] Yens Beker Medina Olivas. Estudio de socavación en estructuras de protección ribereña fundadas sobre cauces variables del río chillón–puente piedra en el 2017. *Universidad César Vallejo*, 2018.
- [9] Rudy Aurelio Ticona Cansaya. Estudio hidrológico para la propuesta de construcción de una defensa ribereña ante amenazas de derrumbes por la crecida del río patambuco en el sector de puna ayllu del distrito de patambuco, provincia de sandia–puno. *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*, 2018.
- [10] Carlos Diego Carretero Miranda and Bruno Hanspool Llanos Cuzco. Comparación técnica-económica para un diseño óptimo de defensa ribereña entre

el sistema tradicional y el sistema de confinamiento de suelos con geobolsas en el río lacramarca-sector cascajal-provincia del santa-áncash. *Universidad Nacional del Santa*, 2021.

- [11] Jeffrey Jared Chapoñan Tineo. Modelamiento hidráulico para el diseño de defensa ribereña en el río rímac, sector batasol, distrito de lurigancho-chosica, lima, 2019. *Universidad César Vallejo*, 2019.
- [12] Jainer Luysin Navarro Medina. Estudio hidráulico para defensa ribereña, tramo huaca “el oro y las ventanas”, río la leche, íllimo-lambayeque. *Universidad Señor de Sipán*, 2020.
- [13] 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.
- [14] Edgar Castelló. Determinación de la capacidad hidráulica del canal los molinos-córdoba. *Tesis de Maestría en Ciencias de la Ingeniería, Mención en Recursos Hídricos*, 2009.
- [15] Aníbal González González, Pablo Alvarez-Figueroa, Max González Fuertes, and Zhofre Aguirre-Mendoza. Influencia de la cobertura vegetal en los coeficientes de escorrentía de la cuenca del río catamayo, ecuador. *CEDAMAZ*, 2016.
- [16] Mercedes Corina Carrascal Caldera and Andrés Felipe Martelo Oclassen. Determinación de la viabilidad técnica y económica para el uso del concreto tipo rcd en la conformación de estructuras de estabilización de taludes (gaviones). *Universidad de Cartagena*, 2020.
- [17] R Muñoz. Erosión hídrica en la microcuenca san pedro huimilpan: Valoración integrada para su control. *Maestría en Gestión Integrada de Cuencas Universidad Autónoma De Querétaro*, 2006.
- [18] Marco Javier Avilés Pilco. Análisis técnico y económico para muros de contención de hormigón armado comparado con muros de gaviones y sistemas de suelo reforzado para alturas $h= 5m$, $h= 10m$, $h= 15m$, para una longitud de 80m. *Quito: UCE.*, 2014.
- [19] Olivier Diaz Medina and Percy Anderson Sanchez Naquiche. Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el río moche, entre el tramo bello horizonte–bello lirio, laredo-trujillo 2019. *Universidad Cesar Vallejo*, 2020.
- [20] Cesar Antonio Huaman Silva. Diseño de muros de contención como defensa ribereña, tramo huaura-sayan del rio huaura. *Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión*, 2019.
- [21] Evert Yonathan De la Cruz Lara. Instalación del servicio de defensa de ribereña en el rio chiñiama, sector el molino el carmen–tres tomas. distrito

- de motupe–lambayeque-lambayeque. *Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo*, 2017.
- [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] José Manuel Pereira Uzal. Modelado 3d en patrimonio cultural por técnicas de structure from motion. 2014.

ANEXOS

Anexo 1: Localización del proyecto.



Anexo 2: Fotos descriptivas.



Fotografía 1: *Midiendo la sección del ancho del río.*



Fotografía 2: *Midiendo ancho del río Huatatas.*



Fotografía 3: *Midiendo la velocidad del río.*



Fotografía 4: *Entrevista a pobladores.*



Fotografía 4: *Tomando fotos con el drone.*



Fotografía 4: *Equipos usados.*

Anexo 3: Instrumentos de evaluación.

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

GEOMETRIA (NO HAY GAVIÓN)

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

ENTREVISTA

PREGUNTAS	RESPUESTAS
1) ¿Qué tiempo vive por la zona?	15 años
2) ¿En qué año observo el mayor caudal del río?	2017
3) ¿Cuántas veces observo que el río se desbordara?	7 veces
4) ¿En qué mes del año observo mayor caudal del río?	Febrero
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

POBLADOR ENCUESTADO

Apolinario Quispe
Llantoy



ENCUESTADOR

Nelson Coro