



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS
HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA
RIBEREA DE LOS ESTRIBOS DEL PUENTE NIÑO
YUCAES EMPLEANDO EL ALGORITMO
SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE
MUYURINA, DISTRITO DE TAMBILLO,
PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO
DE AYACUCHO, 2021.**

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

AUTOR:

SEDANO DOMINGUEZ, YARUMIR

ORCID: 0000-0002-8324-4558

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 NIÑO YUCAES EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, DISTRITO DE TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2021.

EQUIPO DE TRABAJO

AUTOR

Yarumir Sedano Dominguez
ORCID: 0000-0002-8324-4558
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:

- Agradezco a **Dios** en primer lugar quien me guio en mi camino por permitirme luchar por mis sueños, sobre todo por haberme dado la fortaleza en los momentos mas dificiles de mi vida.
- Agradezco a mis padres y hermanos por acompañarme.
- Agradezco a la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote quien me abrió las puertas de esta casa de estudios para prepararme para un futuro competitivo, como profesional
- Al ingeniero Asesor, ingeniero Retamozo Fernández, Saul Walter por brindarme sus conocimientos con los cuales han hecho facil lo dificil. Por el apoyo incondicional durante la realización de la tesis.

DEDICATORIA

...Esta tesis es dedicada a mis Padres Jose Fredy Sedano Huacre y mi madre Felicitas Dominguez Yupanqui, que me acompañan y me dieron mucha fuerza para seguir adelante por mis sueños y metas. A mis hermanos Erick Sedano, Dan Miykin Sedano, Lidia Sedano, Mis abuelos, tias y tios que día a día me alientan a para continuar y seguir adelante, a mi pareja Rebeca Quispe A. que siempre me dio el apoyo incondicional.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como problema ¿ El diseño y evaluación de la defensa ribereña del centro poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamento de Ayacucho, mejorara considerablemente el estado de desgaste de los estribos del puente Niño Yucaes ? y tuvo como objetivo general, evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño a los estribos del puente Niño Yucaes, centro poblado de Muyurina, 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. La evaluación será de forma visual y personalizada, la metodología a utilizar es recopilar los antecedentes preliminares, en esta etapa se realizará la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes y de toda la información necesaria que ayuden a cumplir con los objetivos de este proyecto. En la investigación se analizaron el estado de la defensa ribereña existente en la zona evaluada, para ellos se realizó las medidas tanto de alto y ancho de los gaviones así mismo se evaluó el caudal máximo del río Niño Yucaes, otro de los procedimientos llevados a cabo fue el levantamiento topográfico con la ayuda de un drone se tomó datos de las zonas aledañas al puente Niño Yucaes, esto con el objetivo de obtener una reconstrucción 3D y así poder tener una mayor visión de las áreas aledañas al río Niño Yucaes, al finalizar el trabajo se obtuvo la altura de la defensa ribereña a platear el cual fue 4.5 metros esto se obtuvo con un caudal de diseño de 401 m/s este caudal se tuvo de registros históricos de trabajos anteriores, como conclusión planteamos la construcción o ampliación de los gaviones existentes ya que cuenta con menor altura que la obtenida en el estudio.

Palabras clave: Caudal, Drone, Gavión, Río.

ABSTRACT

This research had as a problem: Will the design and evaluation of the riverine defense of the town of Muyurina in the district of Tambillo, province of Huamanga, department of Ayacucho, considerably improve the state of wear of the abutments of the Niño Yucaes bridge? and its general objective was to evaluate and design the riparian defense to prevent damage to the abutments of the Niño Yucaes bridge, in the town of Muyurina, in the department of Ayacucho. 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. The evaluation will be visual and personalized, the methodology to be used is to collect the preliminary antecedents, in this stage the search will be carried out, the ordering, analysis and validation of the existing data and of all the necessary information that help to fulfill the objectives of this project. In the investigation, the state of the existing riparian defense in the evaluated area was analyzed, for them the measurements of both the height and width of the gabions were made, as well as the maximum flow of the Niño Yucaes river, another of the procedures carried out. was the topographic survey with the help of a drone, data was taken from the areas surrounding the Niño Yucaes bridge, this with the aim of obtaining a 3D reconstruction and thus be able to have a better view of the areas surrounding the Niño Yucaes river, at the end of the work was obtained the height of the riparian defense to plate which was 4.5 meters this was obtained with a design flow of 401 m / s this flow was obtained from historical records of previous works, as a conclusion we propose the construction or expansion of the gabions existing since it has a lower height than that obtained in the study.

Keywords: Flow, Drone, 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.	3
2.1 Antecedentes.	3
2.1.1 Antecedentes Locales.	3
2.1.2 Antecedentes Nacionales.	6
2.1.3 Antecedentes Internacionales.	13

2.2	Marco teórico.	15
2.2.1	Levantamiento con drones	29
2.2.2	Procesamiento de imagenes	30
2.2.2.1	Proyección de imágenes	31
III HIPÓTESIS.		32
3.1	Hipótesis general.	32
3.2	Hipótesis específicas.	32
IV METODOLOGÍA.		33
4.1	Diseño de la investigación.	33
4.2	Tipo de investigación.	33
4.3	Nivel de la investigación.	34
4.4	Población y muestra.	34
4.4.1	Población.	34
4.4.2	Muestra.	34
4.4.3	Muestreo.	34
4.5	Definición y operacionalización de variables e indicadores.	35
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	37
4.7	Plan de análisis.	37
4.8	Matriz de consistencia.	38
4.9	Principios éticos.	40
4.9.1	Proteccion de personas.	40
4.9.2	Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.	40
4.9.3	Libre participación y derecho a estar informado.	40
4.9.4	Beneficencia no Maleficencia.	41
4.9.5	Justicia.	41
4.9.6	Integridad física.	41

V RESULTADOS.	42
5.1 Evaluación de la estructura hidráulica.	42
5.1.1 Evaluación de defensa ribereña existente.	42
5.1.2 Evaluación fotogramétrica.	45
5.1.3 Recolección de los datos de campo y ubicación de los puntos de control:	46
5.1.3.1 Calibración y ubicación de la cámara:	48
5.1.3.2 Nube de puntos esparcida:	48
5.1.3.3 Nube de puntos densa:	49
5.1.3.4 Modelo tridimensional de mallas:	50
5.1.3.5 Modelo texturado:	51
5.1.3.6 Aplicaciones de las reconstrucciones 3D:	52
5.1.4 Evaluación hidrológica.	56
5.1.4.1 Cálculo de caudal máximo.	57
5.1.5 Evaluación geomorfológica.	67
5.1.5.1 Evaluación de tipo de suelo.	67
5.1.5.2 Evaluación de tipo de vegetación.	68
5.1.6 Cálculo de la altura de gavión propuesto.	68
5.2 Análisis de resultados.	70
VI CONCLUSIONES.	72
ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.	73
ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Ciclo Hidrológico. Fuente: Atmospheric science.	17
2.2	Líneas Divisorias de Agua. Fuente: Hidrología de la ingeniería, por Monsalve (1995).	18
2.3	McGrew-Hill Interamericana S.A. Bogotá. Fuente: Ven Te Chow (1994).	22
2.4	Altura de bordos para controlar las inundaciones. Fuente: Maza, (1997).	26
5.1	Diagrama de flujo de la investigación. Fuente: Elaboración propia.	42
5.2	Vista del río Niño Yucaes. Fuente: Elaboración propia.	43
5.3	Vista de gavión. Fuente: Elaboración propia.	44
5.4	Medición del ancho de gavión. Fuente: Elaboración propia.	44
5.5	Medición de la altura de gavión. Fuente: Elaboración propia.	45
5.6	Toma de datos con el drone puente Niño Yucaes. Fuente: Elaboración propia.	46
5.7	Ubicación de los puntos de control tomados. Fuente: Elaboración propia.	47
5.8	Ubicación de los puntos de control tomados. Fuente: Elaboración propia.	47
5.9	Nube de puntos dispersa. Fuente: Elaboración propia.	49
5.10	Modelo de nube de puntos denso en planta. Fuente: Elaboración propia.	50
5.11	Modelo de nube de puntos denso en planta. Fuente: Elaboración propia.	50
5.12	Modelo texturado. Fuente: Elaboración propia.	51
5.13	Modelo texturado de perfil. Fuente: Elaboración propia.	52
5.14	Ortofoto de la zona evaluada. Fuente: Elaboración propia.	53
5.15	Modelo de curvas de nivel. Fuente: Elaboración propia.	54
5.16	El MDT (modelo digital del terreno). Fuente: Elaboración propia.	54
5.17	Modelo 3D. Fuente: Elaboración propia.	55

5.18	Modelo de elevación digital. Fuente: Elaboración propia.	55
5.19	Secciones medidas de DEM generado. Fuente: Elaboración propia.	56
5.20	Secciones medidas de DEM generado. Fuente: Elaboración propia.	56
5.21	Sección del río Niño Yucaes. Fuente: Elaboración propia.	58
5.22	Medida de ancho del río Niño Yucaes. Fuente: Elaboración propia.	61
5.23	Toma de datos del ancho del río. Fuente: Elaboración propia.	62
5.24	Toma de datos del ancho del río. Fuente: Elaboración propia.	62
5.25	Tomando encuesta al poblador. Fuente: Elaboración propia.	67
5.26	Vegetación presenta aldaños al río. Fuente: Elaboración propia.	68

ÍNDICE DE TABLAS

2.1	Valores del Periodo de Retorno T (años). Fuente: Hidrología en la Ingeniería.	22
4.1	Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Fuente propia.	36
4.2	Matriz de consistencia. Fuente: Fuente propia.	39
5.1	Datos de puntos de control. Fuente: Fuente propia.	48
5.2	Datos de sección del río Niño Yucaes. Fuente: Fuente propia.	59
5.3	Características de la cuenca río Yucaes. Fuente: Hector Gonzales (2016).	63
5.4	Precipitación máxima en 24 horas de cada estación. Fuente: Hector Gonzales (2016).	64
5.5	Precipitación máxima total en 24 horas. Fuente: Hector Gonzales (2016).	65
5.6	Precipitación máxima en 24 horas promedio para TR=50 años. Fuente: Hector Gonzales (2016).	65
5.7	Caudales máximos. Fuente: Hector Gonzales (2016).	66

I. INTRODUCCIÓN.

En los meses de diciembre y enero hay grandes lluvias en zona de Ayacucho por lo que los ríos de esta zona suelen aumentar de caudal notoriamente todo esto provocado por las grandes cantidades de lluvia que hay en esos meses por ello es necesario prevenir futuros desastres causados por el desborde de los ríos.

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

Para resolver la pregunta de investigación se planteó como **objetivo general**; Evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño a los estribos del puente Niño Yucaes, centro poblado de Muyurina, 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 Niño Yucaes del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El segundo fue describir y evaluar el estado de los estribos del puente Niño Yucaes 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**, En los meses de diciembre y enero hay grandes lluvias en zona de Ayacucho por lo que los ríos de esta zona suelen aumentar de caudal notoriamente la investigación se justifica primordialmente por la necesidad de prevenir futuros desastres causados por el desborde de los ríos.

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 Niño Yucaes 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.

APLICACIÓN DE LAS ECUACIONES DE SAINT VENANT AL MODELAMIENTO BIDIMENSIONAL DE CUENCAS Y RÍOS [1]:

- **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 conables de acuerdo a los diversos análisis de resultados obtenidos tanto en la cuenca como en el río.
- **Conclusión:** El coe

ciente 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.

SIMULACIÓN HIDRÁULICA DEL RIO YUCAES PARA DISEÑO DE OBRAS DE DEFENSA RIBEREÑA EN EL VALLE ACOCRO-AYACUCHO-2016 [2]:

- **Objetivos:** Establecer la relación que existe la simulación hidráulica del Rio Yucaes y el diseño de obras de defensas rivereñas en el valle de Acocro Ayacucho-2016.
- **Resultados:** Se determinó las avenidas extraordinarias para diferentes periodos de retorno, en la simulación hidráulica. Con la aplicación del programa ArcGis y modelo HEC-HMS para la diagramación, simulación de la cuenca en estudio nos permitió obtener la caracterización hidrológica de la cuenca Yucaes; permitiéndonos operar más detalladamente las áreas de menores extensiones y no generalizar la información. Se obtuvo caudales máximos para periodos de retornos de 25, 50 y 100 años; Los caudales superiores a los estimados son: 95.5, 117.6, 140.9 m³/s.
- **Conclusión:** La socavación general se determinó a partir de la formulación matemática de Lischtvan Lebediev, siendo necesario, contar con los datos obtenidos en la etapa de simulación hidráulica, como área hidráulica, espejo de la superficie libre de agua y tirante, estos valores han sido obtenidos para el caudal de máximas avenidas para periodos de retorno de 25, 50 y 100 años. La erosión generalizada para nuestro estudio es de 1.5m, con un ancho de sección de equilibrio de 21 m.

INFLUENCIA DE LA PENDIENTE DEL LECHO DEL RÍO EN EL DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS [3]:

- **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.

MODELAMIENTO HIDRÁULICO 1D - 2D Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS PARA EL DIMENSIONAMIENTO DE LA DEFENSA RIBEREÑA RIO PONGORA - PACAYCASA - AYACUCHO [4]:

- **Objetivos:** Transitar el hidrograma de diseño determinado a nivel de flujo permanente unidimensional y no permanente bidimensional, de tal forma de determinar las características hidráulicas en el tramo de estudio, para un adecuado dimensionamiento de la defensa ribereña en estudio.
- **Conclusión:** Se concluye que los modelos en 2D son bastante buenos para el correcto dimensionamiento de defensas ribereñas.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

PROPUESTAS DE DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA LOCALIDAD DE MACHUNGO, MARGEN DERECHA DEL RÍO HUALLAGA, DISTRITO DE ALBERTO LEVEAÚ, PROVINCIA SAN MARTÍN, REGIÓN SAN MARTÍN [5]:

- **Objetivos:** Proponer dos alternativas de diseño de defensa ribereña frente a inundación del río Huallaga en la localidad de Machungo, margen derecha del río Huallaga, Distrito de Alberto Leveaú, provincia de San Martín, región San Martín.
- **Resultados:** El caudal de diseño a emplear en la presente tesis es de $Q_{max} = 13,126.41 \text{ m}^3/\text{seg}$, y ha sido calculado para un periodo de retorno de 70 años. La pendiente media del cauce del río Huallaga en el tramo de interés es de 0.000919 m/m . El ancho estable del río Huallaga en el tramo de interés es 323.87 m , lo cual indica que el cauce actual aún no ha alcanzado estabilidad. La rugosidad del cauce del río Huallaga en el tramo de interés, calculada por el método de Cowan es 0.035 y el periodo de vida útil de las propuestas de diseño de defensa ribereña, es de 20 años, con un riesgo de falla del 25%
- **Conclusión:** Se elige la Propuesta 01 o Dique de Tierra porque su longitud (1240 m) es menor a la longitud de la propuesta 02 o Dique Enrocado (1274.85), lo cual resultaría más conveniente, ya que ambas longitudes cumplirían con la función de proteger a la Localidad de Machungo de las inundaciones de las aguas del río Huallaga.

DEFENSA RIBEREÑA CON GAVIONES Y LA ESTABILIDAD DEL TALUD EN EL RIO CHILLÓN – ASOCIACIÓN DE VIVIENDA VALLE CHILLÓN – DISTRITO DE PUENTE PIEDRA, 2017 [6]:

- **Objetivos:** Determinar cómo la defensa ribereña con gaviones influye en la

estabilidad del talud en el Rio Chillón – Asociación de vivienda Valle Chillón – Distrito de Puente Piedra.

- **Resultados:** El tipo de suelo natural del talud en el Rio Chillón al ser una arena pobremente gradada (SP); su capacidad portante resulta 3.48 kg/cm² el cual nos favorece en el diseño de los gaviones, pero no sirve para utilizar material propio como relleno de las cajas de gaviones debido a que su diámetro es mucho menor al diámetro de la cocada del gavión (10x12cm).
- **Conclusión:** Concluimos que tras realizar los metrados, precios unitarios y el presupuesto se tiene un costo de S/. 155,129.94 para defensa con gaviones y en el enrocado se obtiene un costo de S/. 199,456.94; por lo tanto, este primero representa el 77.78% del costo obteniendo un ahorro de 22.22% en costos.

USO DE ESPIGONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LA MARGEN DERECHA DE RIO HUALLAGA EN LA LOCALIDAD DE SHUCUSH ALTO AMAZONAS LORETO, 2018 [7]:

- **Objetivos:** Uso de espigones para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha de rio Huallaga en la localidad de Shucush.
- **Resultados:** La condiciones geológica en el área de estudio del proyecto se consideran muy homogénea y simple, pues predominas las arcillas limosas en un primer estrato seguidos de arcillas del cuaternario fluvial (Qr-fluv) reciente de color marrón, de fácil erosión por la crecida del rio Huallaga, quebradas aledañas y por las lluvias. Esta Zona de Shucush Yacu se halla fundada sobre suelos residuales y se encuentra al mismo tiempo en la región Subandina o Faja Subandina de la Cordillera de los Andes. El basamento rocoso está constituido por rocas de naturaleza principalmente sedimentaria cuya datación va desde Jurásico-Cretácico hasta el Cuaternario reciente. La pila sedimentaria suma más de 5,000 metros de grosor aproximadamente.

- **Conclusión:** El terreno de fundación, no posee agentes químicos agresivos como sales y sulfatos que atenten la integridad de la estructura a emplazar.

PROPUESTA DE DISEÑO HIDRÁULICO DEL PUENTE SANTA LUCÍA Y DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO MOCHE, DESDE EL PUENTE SANTA LUCÍA HASTA LA BOCATOMA SANTA LUCÍA, DE LA PROVINCIA DE TRUJILLO – LA LIBERTAD [8]:

- **Objetivos:** Proponer el diseño hidráulico del puente Santa Lucia y mejorar la defensa ribereña del Rio Moche, desde el puente Santa Lucia, hasta la bocatoma Santa Lucia, de la provincia de Trujillo – La Libertad.
- **Resultados:** En el modelo digital del terreno realizado en una extensión de 1 460 km, se obtuvo la pendiente $S=0.7\%$, también se puede observar claramente la zona donde se generan las más altas velocidades donde podemos observar que para periodos de retorno correspondientes a 50 y 100 años estas velocidades máximas están el tramo inicial y más notorio en la parte del puente, mientras que para el periodo de retorno de 500 años notamos que las velocidades máximas se desarrollan a lo largo del todo el tramo estudiado
- **Conclusión:** Del modelo unidimensional se concluye que las velocidades máximas se encuentran en las secciones que se encuentran pegadas al puente siendo estas de $4.55\text{m}^3/\text{s}$, $5.25\text{m}^3/\text{s}$ y $6.60\text{ m}^3/\text{s}$ para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años respectivamente, lo cual estas velocidades producirán gran erosión en los pilares del puente.

PLANEAMIENTO DE LA CONSTRUCCIÓN DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL PUENTE TAHUAMANU UTILIZANDO GEOESTRUCTURAS - MADRE DE DIOS [9]:

- **Objetivos:** Describir los criterios considerados en la realización del planeamiento integral de la Defensa Ribereña del Río Tahuamanu, elaborar

el cronograma general del proyecto y análisis de costos; así como evaluar la conveniencia de esta solución en cuestiones de plazo y costo respecto a otras soluciones disponibles y utilizadas en el mercado de la construcción.

- **Resultados:** Se obtuvo un plazo de 16 meses (agosto 2012 – noviembre 2013), el proyecto se encuentra dentro del plazo contractual de 21 meses, con lo cual se tiene un buffer de 5 meses para cualquier contingencia.
- **Conclusión:** Se concluye que en todos los proyectos de construcción, no solo es labor del planificador, sino también de todos sus integrantes tener completo conocimiento de la encomienda. Es decir, conocer todos los alcances del proyecto y factores que influyan en su planificación y ejecución; esto es, tener conocimiento del proyecto ejecutivo y de las condiciones de la obra.

SOCAVACIÓN EN MUROS DE DEFENSA RIBEREÑA EN RÍOS DE ALTA PENDIENTE – RÍO RÍMAC ZONA DEL PEDREGAL, DISTRITO DE LURIGANCHO, LIMA EN EL 2019 [10]:

- **Objetivos:** Determinar la socavación en muros de defensa ribereña en ríos de alta pendiente – río Rímac zona del Pedregal, distrito de Lurigancho, Lima en el 2019.
- **Resultados:** Para calcular la socavación general en los muros de defensa ribereña en ríos de alta pendiente, se estimó un caudal de 350.98 m³/seg, el cual fue determinado teniendo en cuenta el registro histórico de los caudales y con ello se determinó que el método de distribución de Log Pearson tipo III era el que más se ajustaba a los datos en análisis. Y al emplearse el método de Lischvan-Levediev se obtuvo como resultado una socavación general de 2.24m., mientras que con el método de Blench se estimó 5.52m., en ambos métodos se realizó la estimación para un periodo de retorno de 100años.
- **Conclusión:** Se concluye que, de acuerdo a los resultados obtenidos el método

que brinda un resultado más desfavorable y que debe ser considerado para el diseño de una adecuada cimentación es el del método de Blench donde se obtuvo un resultado de 5.52m. que es mayor al obtenido con el método de Lischtvan-Levediev, el cual fue 2.24m. y a la profundidad de 4.98m obtenida con el modelamiento en el software de HEC-RAS.

PROPUESTA DE UNA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO LA LECHE, TRAMO 01 KM AGUAS ARRIBA Y 01 KM AGUAS ABAJO DE LA BOCATOMA HUACA DE LA CRUZ-ÍLLIMO-LAMBAYEQUE [11]:

- **Objetivos:** Realizar el diseño de una defensa ribereña con enrocado en el río La Leche, tramo 01 km aguas arriba y 01 km aguas abajo de la bocatoma Huaca de la Cruz – Íllimo – Lambayeque.
- **Resultados:** Para el caso más crítico $T_r=150$ años y $Q= 1200.79$ m³/s, se presenta desbordamiento del caudal en todo el tramo de estudio (Km 0+000 – Km 2+180). Este fenómeno se corrobora con el resultado de la sección km 1+080 la sección km 1+440, aguas arriba y aguas abajo respectivamente de la bocatoma Huaca de la Cruz, ya que estas secciones son las de mayor dimensión en todo el tramo de estudio y aquí se presenta desbordamiento del caudal.
- **Conclusión:** La superficie del tramo en estudio presenta aguas arriba de la bocatoma Huaca de la Cruz un único cauce, y aguas abajo de esta bocatoma un cauce dividido por dos ramales hasta el km 1+840 donde se empieza a unir en un solo ramal hasta llegar al final del tramo de estudio. En ambas márgenes está conformado por material de descolmatación en forma de diques longitudinales.

SIMULACIÓN Y ANÁLISIS HIDRÁULICO PARA EL DISEÑO, DE LA DEFENSA RIBEREÑA DE 2km. DE LONGITUD, DEL RÍO AGUAYTIA EN EL FRONTIS DEL DISTRITO DE CURIMANA; UCAYALI PERÚ [12]:

- **Objetivos:** Determinar el comportamiento hidráulico de inundación del río

Aguaytía, mediante la simulación y el análisis hidráulico, para precisar la ubicación y el diseño adecuado de la defensa ribereña.

- **Resultados:** El estudio hidrológico se ha llevado a cabo en el sector del distrito de Curimana, tomando información tanto visual y de acuerdo a la inspección ocular registrada por la huellas de antiguas de avenidas máximas ordinarias y eventos extremos, considerando a esta micro cuenca en relación a la cuenca del Ucayali, nos dio un índice de compacidad de $K= 4.91$ que es una micro cuenca largada, tiene un Factor de Forma $F= 0.13$ que indica a concentrar mayor las cantidades de lluvias y percibir rápidos cambios de caudal en un punto de observación.
- **Conclusión:** Concluyendo que estas medidas son idóneas, la sección de relleno será de 8m de ancho por 12m de alto, cuyo peso específico estará alrededor de 1.80 tn/m^3 .

IMPLEMENTACIÓN DE UNA DEFENSA RIBEREÑA COMO PREVENCIÓN AL DESBORDE DEL RIO HUAURA, DISTRITO DE ANDAJES, OYON - 2020 [13]:

- **Objetivos:** Determinar el estudio Hidrológico como prevención al desborde del Rio Huaura Distrito de Andajes, Oyon -2020. Determinar el estudio Hidráulica en la implementación de una defensa ribereña en el Rio Huaura Distrito de Andajes, Oyon -2020.
- **Resultados:** Los suelos en la zona de estudio son gravas mal graduada, así mismo en cuanto a los límites de consistencia ASTM D4318/NTP 339.129 no se presenta límite líquido, límite plástico e índice plástico, el resultado de la capacidad portante de suelo granular (GP) es de 2.65 kg/cm^2 , para la calicata C-1 y C-2.
- **Conclusión:** Según los estudios desarrollados anteriormente y todos los

resultados obtenidos se llegó a la conclusión que la estructura más adecuado de defensa ribereña del rio Huaura es la estructura muro de gaviones porque es una estructura de protección frente al deslizamiento de taludes y dissipador de energía del cauce del rio , ya que el muro de gaviones cumple es una 95 alternativa económica ya que es la ejecución a la diferencia del enrocado solo emplearemos dos equipos el tractor de oruga y buldozer de 140 a 160HP ,para uniformar el trazo y eliminación de colmatación vegetal no necesita mano de obra calificada y cumple con los factores de seguridad al volcamiento , factores de seguridad al deslizamiento.

2.1.3 Antecedentes Internacionales.

DESCRIPCIÓN DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS [14]:

- **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:** En muchos casos las estructuras de defensas ribereñas son dimensionadas con una falla conceptual, ya que quedan expuestas a la acción de la velocidad del agua en su base, lo cual provoca socavamiento y erosión al pie de la obra.

ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL ENROCADO COMO CONTROL DE EROSIÓN DE RIBEREÑAS [15]:

- **Objetivos:** Eficiencia de un sistema enrocado cuando son sometidos a avenidas máximas de los ríos y donde lo plasma desde un análisis solamente desde el punto de vista hidráulico y a la vez realiza un análisis de estabilidad de éste mismo.
- **Resultados:** Al realizar el trabajo encontraron que los enrocados son una buena forma de controlar la erosión.
- **Conclusión:** Se tiene el análisis hidráulico de enrocado, hubieran podido modelarlo a través de un software para poder conocer su comportamiento del diseño utilizado.

PRESUPUESTO PARA MURO EN GAVIÓN A GRAVEDAD PARA PROTECCIÓN DE LA RIVERA DEL RIO MAGDALENA EN EL

CORREGIMIENTO DE PUERTO BOGOTÁ MUNICIPIO DE GUADUAS CUNDINAMARCA [16]:

- **Objetivos:** Realizar un diseño y calcular el presupuesto para muros de gravedad para protección del río Magdalena para evitar que se siga erosionando la franja del margen del río.
- **Resultados:** El perfil de suelos está compuesto por un depósito aluvial reciente, Qal-3, conformado por arenas limosas y limpias de grano grueso con una presencia importante de bloques de rocas de diferentes génesis, lo que configura un depósito matriz soportado en proporciones entre el 60 y 80% de matriz – 40 y 20% de bloques de roca de gran tamaño.
- **Conclusión:** se concluye, que la propuesta y diseño de los gaviones para solucionar los problemas de inundación que se presenta es la forma más viable. Por lo tanto, se ve un vacío en estudio completo comparativo entre defensas ribereñas siendo 10 así un solo enfoque en muros de gaviones sin considerar un diseño preliminar de un muro o enrocado como defensa ribereña.

ANALISIS DE OBRAS TRANSVERSALES NO TRADICIONALES PARA EL CONTROL DE ALUVIONES, EN LA QUEBRADA MACKAY DEL CERRO DIVISADERO, COYHAIQUE, XI REGION [17]:

- **Objetivos:** Estudiar y proyectar soluciones destinadas a controlar las adversas consecuencias que provocan las fuertes e imprevistas avenidas de agua y lodo, es que se ha llevado a cabo este trabajo de tesis, orientado al análisis hidráulico de la problemática aluvional.
- **Resultados :** Los menores costos de obras de Mampostería Gavionada, con relación a los costos de las otras dos alternativas, se explican por el elevado costo unitario del material base de construcción -trozas de madera y hormigón armado - de los Diques de Mampostería en Trozas y los Muros de Viguetas Prefabricadas.

- **Conclusión:** En general, las tres alternativas de obras transversales para el control de aluviones, analizadas en la presente tesis, cumplen con los requerimientos de estabilidad. Sin embargo, su factibilidad técnica queda condicionada por la vida útil de los materiales utilizados para la construcción de este tipo de obras.

ESTUDIO DEL MOVIMIENTO DE BLOQUES POR CRECIENTES E IMPACTOS SOBRE ESTRUCTURAS EN EL RIO NEGRO CUNDINAMARCA, SECTOR " PARAÍSO" KM 5+ 000 [18]:

- **Objetivos:** Determinar cuál es la estructura de disipación de energía y control de movimiento de bloques más adecuada en el sector de Paraíso, ubicado en el Km 5+000 de la vía Pacho – La Palma, por medio de un modelo hidráulico físico.
- **Metodología:** Se realizó un reconocimiento teórico del estado del arte de la investigación, resultados que se mostraron en el marco teórico de este informe. En una segunda etapa se visitó el área afectada con el fin de recopilar información fotográfica, topográfica y del estado actual de la zona.
- **Resultados:** En el proyecto se caracterizó el movimiento de bloques de acuerdo a la velocidad y a la fuerza de impacto, encontrando los siguientes resultados, para la estructura de gavión una velocidad de recorrido 0.42 m/s, los espolones 0.41 m/s y el muro 0.43 m/s. una fuerza de impacto en promedio para todas las estructuras de 25000 N, con estos resultados se concluye que la estructura de muro de contención es la que mayor energía disipa.

2.2 Marco teórico.

Hidrografía.

Se basa en el estudio de la cuenca en la zona de estudio, la cual permite calcular las características hídricas, geomorfológicas respecto al comportamiento hidrológico

que tendrá sobre el proyecto. Se podrá calcular el área, forma de la cuenca, sistemas de drenaje, características, suelos, entre otros. Mientras se calcule la mayor cantidad de información respecto a la dinámica de la cuenca se podrá tomar decisiones asertivas para la construcción de obras viales [19].

Diseño estructural – hidráulico.

Río.

Es un torrente de agua donde fluye la corriente del agua dentro de un cauce. Desemboca en el océano, lago o en otro río en el cual se denomina afluente, además posee un caudal determinado. La desembocadura es la parte final de un río [20].

Ciclo Hidrológico.

El ciclo hidrológico comienza cuando el agua de los océanos se evapora, bajo condiciones adecuadas, el vapor resultante es transportado por aire y se condensa hasta llegar a formar las nubes, donde a su vez pueden transformarse en lluvias. En la naturaleza, el agua se presenta en los tres estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso). A través de los procesos de evaporación/condensación, fusión/congelación y sublimación, las moléculas de agua pueden pasar de un estado a otro [20].

Cuenca hidrográfica.

Cuando las aguas caídas por precipitación llegan a un área de terreno y se unen para formar un solo curso de agua, se denomina cuenca de drenaje de una corriente. Para cada punto de su recorrido, cada curso de agua tiene una cuenca bien definida [20]. Es la unidad de territorio o área natural, delimitada por una divisoria topográfica (Divortium Acuarium), que drena el agua de escorrentía captada de la precipitación hasta llegar al río principal o colector común [20].

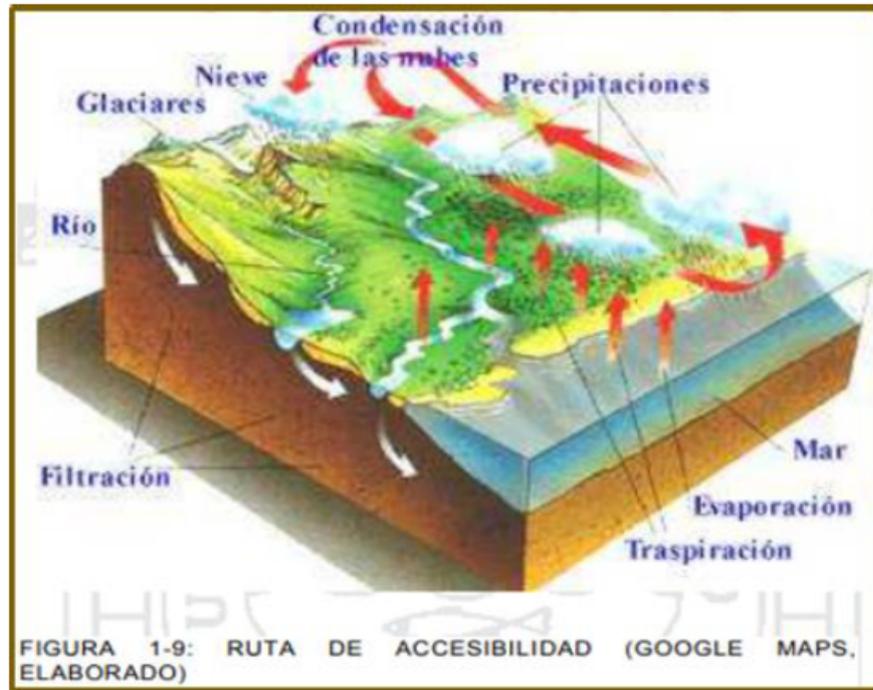


Figura 2.1: Ciclo Hidrológico.

Fuente: Atmospheric science.

Elementos de una cuenca hidrográfica.

La divisoria de aguas o *divortium aquarum*.

Consiste cuando la cuenca hidrográfica es delimitada por una línea. Marca el límite entre las cuencas vecinas y la cuenca hidrográfica. De cada lado de la divisoria, el agua captada de la precipitación desemboca en ríos o afluentes distintos [20].

El *divortium aquarum* o línea divisoria de vertientes, es la línea que persigue los elevados puntos del interfluvio que divide a dos o más cuencas vecinas. Son las líneas que delimitan y separan las precipitaciones captadas en cuencas vecinas. Existen dos tipos de divisorias, la freática o subterránea y la topográfica o superficial.

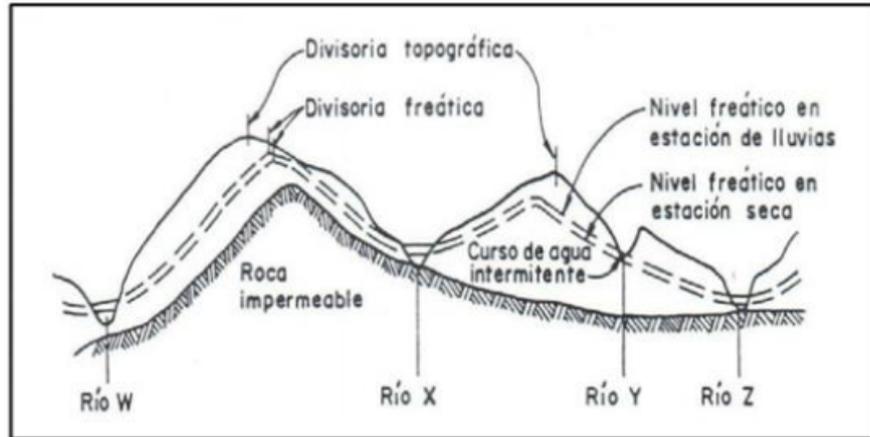


Figura 2.2: Líneas Divisorias de Agua.

Fuente: Hidrología de la ingeniería, por Monsalve (1995).

El Río Principal.

Es aquel río que se caracterice por tener el curso con mayor caudal de agua (medio o máximo) o con mayor longitud o mayor área de drenaje, será denominado el río principal; pero existen notables excepciones como el río Misisipi o el río Miño en España. Sin embargo, son arbitrarios los conceptos de río principal como el de nacimiento del río, como también es arbitraria la diferencia entre afluente y río principal. Sin embargo, unos ríos principales bien definidos desde la desembocadura hasta la divisoria de aguas tienen la gran parte de las cuencas de drenaje, bien sea la divisoria de cuencas o la divisoria de vertientes. El río principal tiene un curso, que es la distancia entre su desembocadura y su nacimiento [20].

Se distinguen tres partes en el transcurso de un río:

- Curso superior, se ubica en lo más elevado del relieve; donde, a pesar del menor caudal, es mayor la erosión producida por las aguas del río debido a su mayor pendiente. Cuando hablamos de un torrente de montaña nos referimos al término cuenca de recepción.
- Curso medio, en donde el río ensancha el valle, pero disminuye su pendiente, aminorando la velocidad del caudal y aumentando la formación de aluviones o sedimentación.

- Curso inferior, situado en las partes más bajas de la cuenca. Allí, la fuerza erosiva del caudal del río se va perdiendo (prácticamente se anula), formando las llanuras aluviales originados por la sedimentación de los materiales sólidos que lleva.

Afluentes.

Son los ríos secundarios que irrigan sus aguas en el río principal. Cada afluente tiene su sub-afluentes, es decir, su propia cuenca [20].

Relieve de la cuenca.

Constituido por valles principales y secundarios, con la red fluvial que conforma una cuenca y las diversas formas de relieve mayores y menores. Formado por las montañas y sus flancos; por las quebradas o torrentes, valles y mesetas [20].

Las obras humanas.

Llamadas también intervenciones antropogénicas, son obras construidas por los humanos como viviendas, ciudades, campos de cultivo, obras para riego, energía y vías de comunicación, que se observan en la cuenca. Esta intervención es siempre el causante de muchos desastres dentro de la cuenca, debido a la sobreexplotación de la cuenca quitándole recursos o desnudándola de vegetación y trayendo inundaciones en las partes bajas. Sin embargo, eso no es todo, ya que el mayor de los males es la construcción de viviendas, urbanizaciones y poblaciones enteras en zonas inundables, sobre todo, en las llanuras aluviales de las cuencas de muchos ríos [20].

Partes de una cuenca.

- La cuenca alta está delimitada en su parte superior por líneas divisorias de aguas ubicadas en las áreas montañosas o cabeceras de los cerros. Aquí, los procesos

fluviales que prevalecen son erosivos, las pendientes resultan elevadas y los valles estrechos [20].

- La cuenca media se caracteriza porque el cauce principal mantiene un curso más regular. Los procesos erosivos son más moderados y la pendiente menos abrupta que la anterior, en ella desembocan cauces menores [20].
- La cuenca baja aquí sucede un cambio abrupto de pendiente y se ubica en la zona baja. El trazado del curso es divagante o sinuoso. Aquí se evidencia el proceso de sedimentación [20].

Al desagregar un relieve, que está relacionado a un río, en tramos, podemos identificar la disponibilidad, funcionalidad y el comportamiento del recurso agua en su trayecto como parte de la cuenca.

Factor de forma de la Cuenca.

Es la relación entre la longitud promedio del cauce principal y el ancho medio de la cuenca. El ancho medio se obtiene dividiendo el área de la cuenca por la longitud del cauce principal [20].

Tipos de cuencas.

Según [20] presenta tres tipos de cuencas hidrográficas:

- **Exorreicas:** Cuando sus aguas desembocan en mares u océanos.
- **Endorreicas:** Cuando sus aguas desembocan siempre dentro del continente, en lagos o lagunas.
- **Arreicas:** Cuando sus aguas se filtran en el terreno o se evaporan. Pertenecen a este tipo de cuencas los arroyos, aguadas y cañadones de la meseta central patagónica, ya que no desaguan en ningún río u otro cuerpo hidrográfico de importancia.

Información Pluviométrica.

Siendo la precipitación el inicio del ciclo hidrológico, así como de todos los fenómenos asociados a la ocurrencia de escorrentía, es fundamental efectuar un análisis del comportamiento hidrológico mediante el uso de precipitaciones obtenidas de las estaciones que inciden con mayor concurrencia en la zona de estudio, las precipitaciones máximas en 24 horas eran necesarias para los cálculos requeridos [19].

Periodo de Retorno.

Según el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014) indica que el periodo de retorno es: el tiempo promedio, en años, en que el valor del caudal pico de una creciente determinada es igualado o superado una vez cada “T” años. De esta manera se puede calcular la probabilidad en la cual las estructuras podrían fallar para una vida útil de n años. El riesgo de falla admisible en función del período de retorno y vida útil de la obra está dado por [19]:

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

Si la obra tiene una vida útil de n años, la fórmula anterior permite calcular el período de retorno T, fijando el riesgo de falla admisible R, el cual es la probabilidad de ocurrencia del pico de la creciente estudiada, durante la vida útil de la obra.

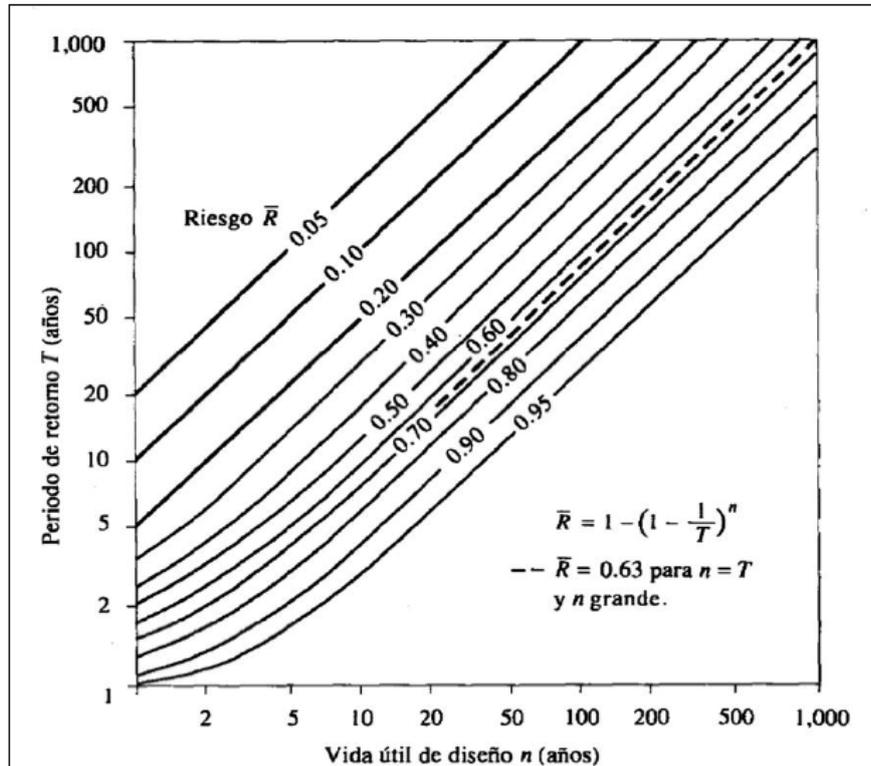


Figura 2.3: McGrew-Hill Interamericana S.A. Bogotá.
Fuente: Ven Te Chow (1994).

RIESGO PERMISIBLE	VIDA ÚTIL DE LAS OBRAS (n años)									
	1	2	3	5	10	20	25	50	100	200
0.01	100	199	299	498	995	1990	2488	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	990	1238	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	390	488	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	190	238	475	950	1899
0.20	5	10	14	23	45	90	113	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	70	87	174	348	695
0.50	2	3	5	8	15	29	37	73	154	289
0.75	1.3	2	2.7	4.1	7.7	15	18	37	73	144
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	5	5.9	11	22	44

Tabla 2.1: Valores del Periodo de Retorno T (años).
Fuente: Hidrología en la Ingeniería.

Análisis de frecuencias.

El análisis de frecuencia es una herramienta para estimar o predecir la frecuencia de probabilidad, precipitaciones, intensidades o caudales máximos de

eventos pasados o futuros, esto con ayuda de la información recopilada de la zona en estudio. Este método estadístico permite calcular las precipitaciones asociadas a un determinado periodo de retorno [19].

Determinación de la Tormenta de Diseño.

Según [19] indica que una tormenta de diseño es un patrón de precipitación definido para utilizarse en el diseño de un sistema hidrológico. Las tormentas de diseño se basan en la información pluviométrica de las precipitaciones de las zonas recopiladas y a través de estas se calculan relaciones de la lluvia – escorrentía y el tránsito de caudales.

Inundación.

Es un evento que debido a las fuertes precipitaciones provoca un incremento del nivel de agua mucho mayor al nivel de lo habitual, generando desbordamiento, invasión o penetración de agua en zonas donde habitualmente están libres de estas, generando daños a la población, agricultura e infraestructura [21].

Tipos de inundación.

Según [21] los tipos de inundación pueden ser:

- **Inundaciones pluviales:** Son consecuencia de la precipitación, se presentan cuando el terreno se ha saturado y el agua de lluvia excedente comienza a acumularse, pudiendo permanecer horas o días, hasta que se evapora y el terreno recupere su capacidad de infiltración.
- **Inundaciones fluviales:** Se generan cuando el agua que se desborda de los ríos queda sobre la superficie de terreno cercano a ellos. La precipitación pluvial se mide en milímetros y en cierto lapso (intensidad). El tiempo de duración de la

lluvia es muy importante. No es lo mismo que lluevan 50mm en 24 horas, a que esos 50mm se registren en 2 horas.

- **Inundaciones costeras:** Se presentan debido a los vientos intensos de un ciclón, en forma de marea de tormenta y permite que éste penetre tierra adentro en las zonas costeras, generando el cubrimiento de grandes extensiones de terreno.
- **Inundaciones súbitas:** Las inundaciones súbitas son el resultado de lluvias repentinas e intensas que ocurren en áreas específicas. Pueden ocasionar que pequeñas corrientes se transformen, en cuestión de minutos, en violentos torrentes capaces de causar grandes daños. Normalmente se ocasionan a terrenos con gran pendiente.
- **Inundaciones lentas:** Al ocurrir una precipitación capaz de saturar un terreno relativamente plano, esto es, cuando el suelo no puede seguir absorbiendo agua de la lluvia, el volumen remanente escurre por los ríos y arroyos o sobre el terreno.

Obras de protección contra inundaciones.

Dentro de los proyectos de ingeniería el factor de seguridad es un concepto fundamental. Así pues, al hablar de obras de protección contra inundaciones de inmediato surge el concepto del “bordo libre”, que no es más que la sobreelevación del nivel de las obras de protección por encima del nivel máximo del agua alcanzado por la avenida de diseño. La forma viable para determinar dicha sobreelevación es definir arreglos en los que no haya derrames para los niveles resultantes de una avenida con cierto periodo de retorno. Esta metodología requiere una serie de registros históricos que relacionan gastos máximos con periodos de retorno; sin embargo, el problema no termina ahí, ya que no es sencillo seleccionar el periodo de retorno adecuado [21].

Las obras que comúnmente se construyen para reducir inundaciones causadas por los desbordamientos de los ríos, son:

- **Bordos perimetrales:** A poblaciones o construcciones de importancia (zonas cuyo interés por protegerlas es grande.
- **Bordos longitudinales:** A lo largo de una o ambas márgenes de un río.
- **Muros longitudinales:** A lo largo de una o ambas márgenes del río.
- **Desvíos permanentes:** Por medio de cauces de alivio o estructuras de encauzamiento, en las que el agua es dirigida hacia otros cauces, lagunas, costeras o directamente al mar, y no retorna al río.
- **Desvíos temporales:** A lagunas o zonas bajas de la planicie de inundación. El agua retorna al río cuando disminuyen los gastos de la avenida.
- **Corte de meandros o rectificaciones:** Para incrementar la pendiente del río y por tanto su capacidad de conducción hidráulica.
- **Presas de almacenamiento:** Que puede ser una o varias escalonadas.
- **Presas rompe-picos:** Generalmente se construyen varias escalonadas.
- **Presas para retener azolves:** Las cuales, no afectan los hidrogramas, pero evitan el azolvamiento de otros cauces y por tanto la pérdida de su capacidad hidráulica.
- **Canalización o entubamiento de un cauce:** Se utilizan en los tramos en que los arroyos o ríos cruzan poblaciones o ciudades. Se deben construir con una capacidad adicional para absorber picos, o diseñarse en conjunto con estructuras de desvío permanente.

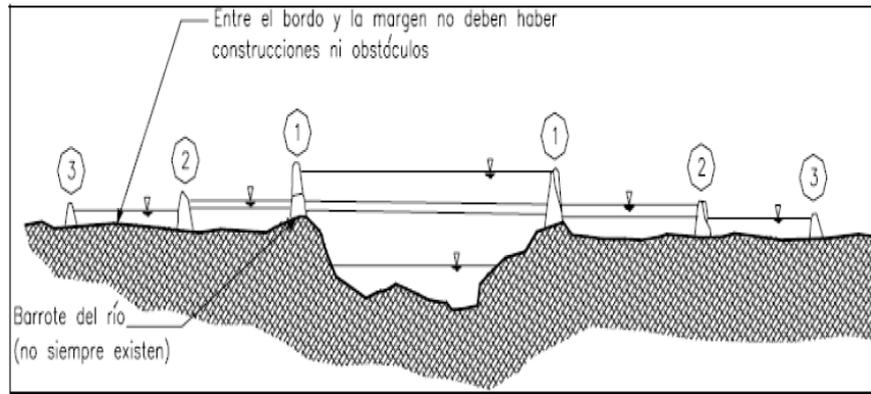


Figura 2.4: Altura de bordos para controlar las inundaciones.

Fuente: Maza, (1997).

Defensa ribereña.

Es una estructura que abarca grandes distancias y tiene por finalidad principal proteger a la población que habita en las márgenes [22].

- **Prefabricado:** Se denominan Prefabricados a los elementos ensamblados entre sí, una vez que han sido manufacturados previamente en fábrica o en otro sitio cercano a la obra (moldeados, endurecidos, etc.).
- **Concreto simple:** Mezcla de cemento Pórtland con agregado fino, grueso y agua, al cual no se agrega otro tipo de elemento para reforzar, tampoco posee elementos a parte de los especificados para el concreto reforzado, estos pueden ser vaciados in situ o pre.
- **Fabricados, sus características son:** Resistencia óptima en compresión, resistencia al fuego durabilidad y moldeabilidad.
- **Tetrápodo:** Se trata de elementos prefabricados de concreto simple, cuya función es acoplarse entre ellas y estabilizarse geométricamente sobre sus tres pies de apoyo quedando en equilibrio.

Criterios de estabilidad para Obras de Protección.

Los criterios de estabilidad corresponden al diseño estructural de las obras de protección (diques de tierra), para la condición más crítica y para el caudal de diseño seleccionado y que transitará por el cauce del río [21].

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 [23].

Tecnología de un dron

Un Dron es un equipo dirigido por control remoto que puede sobrevolar por medio de un controlador de vuelo [24]. 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.

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 [25].

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.

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 [25]”:

- 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.

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 [26]:

- 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).

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

2.2.1 Levantamiento con drones

Para el levantamiento con drones se debe tener las siguientes consideraciones según [23]:

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.

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.

2.2.2 Procesamiento de imagenes

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.

2.2.2.1 Proyección de imágenes

Notación : En lo que sigue, será mas apropiado trabajar con "coordenadas homogéneas y euclidianas". En coordenadas homogéneas, un punto en el espacio N - dimensional es expresado por un vector con N+1 elementos que esta definido así solo hasta escalar, multiplicando el vector por un factor de escala arbitrario distinto de cero que no cambiará su significado. Proporcionando el elemento N +1, una coordenada homogénea que puede ser relacionada a su equivalente Euclidiana dividiendo el primer elemento N por el elemento N +1. De otra forma, la coordenada describe un punto al infinito. Por ejemplo, un punto 3D homogéneo tiene la forma $X \sim [\tilde{X} \ \tilde{Y} \ \tilde{Z} \ \tilde{W}]^T$ (donde \sim significa igualdad hasta escalar). Proporcionando $\tilde{X} \neq 0$, \tilde{X} que esta relacionado a su equivalente Euclidiana $X = [XYZ]^T$ por la siguiente ecuación:

$$X = \left[\frac{\tilde{X}}{\tilde{W}} \quad \frac{\tilde{Y}}{\tilde{W}} \quad \frac{\tilde{Z}}{\tilde{W}} \right]^T ; X \sim \left[X \quad Y \quad Z \quad 1 \right]^T$$

III. HIPÓTESIS.

3.1 Hipótesis general.

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

3.2 Hipótesis específicas.

- Se va lograr la protección de los estribos del puente Niño Yucaes 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 Niño Yucaes, 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 Niño Yucaes.
- Analizar criterios de diseño para prevenir e incrementar la vida útil de los estribos del puente Niño Yucaes 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 Niño Yucaes 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 Niño Yucaes en el Centro Poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

4.2 Tipo de investigación.

La investigación será de tipo exploratorio, debido a que la investigación busca dar mayores alcances de un 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 sera las zonas aledañas al puente Niño Yucaes, 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 Niño Yucaes, del centro poblado de Muyurina, distrito Tambillo, provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho asi 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 RIBERENA DE LOS ESTRIBOS DEL PUENTE NIÑO YUCAES EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, DISTRITO DE TAMBILLO, PROVINCIA DE HUAMANGA, DEPARTAMENTO DE AYACUCHO, 2021.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
<p>Variable independiente:</p> <p>Evaluación del estado de la defensa ribereña ubicada en el puente Niño Yucaes, 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 Niño Yucaes, 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 Niño Yucaes, distrito de Tambillo, 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 Niño Yucaes 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"> - 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 y tomar fotos de las defensas ribereñas.
- **Wincha:** Para realizar las mediciones correspondientes de las defensas ribereñas.
- **Libros y/o manuales de referencia:** Para tener información acerca de la del diseño y evaluación del caudal y defensas ribereñas.
- **Equipos topográficos:** Los equipos topográficos utilizados fueron la estación total. El cual se usó para hacer el levantamiento de puntos de control.
- **Equipos adicionales:** Se utilizó un dron para hacer el vuelo y tener una mejor ubicación de toda la zona con la cual se realizó una reconstrucción 3D de las zonas aledañas al puente Niño Yucaes.

4.7 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.

- Las fotografías obtenidas fueron almacenadas en la memoria del dron las cuales fueron usadas en gabineta para la reconstrucción 3D.
- Con la reconstrucción 3D pudimos obtener una mayor visión de las zonas evaluadas las cuales fueron zonas aledañas al puente Niño Yucaes.
- Se tomaron medidas de los gaviones existentes en las inmediaciones del puente de Niño Yucaes.

- Se determinará el tipo de suelo y la vegetación existente en las inmediaciones del puente Niño Yucaes.
- Se realizaron toma 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.

4.8 Matriz de consistencia.

Ver la Tabla 4.2.

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DE LOS ESTRIBOS DEL PUENTE NIÑO YUCAES EMPLEANDO EL ALGORITMO SFM-DMV EN EL CENTRO POBLADO DE MUYURINA, 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 centro poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga departamente de Ayacucho, mejorara considerablemente el estado de desgaste de los estribos del puente Niño Yucaes?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño a los estribos del puente Niño Yucaes, centro poblado de Muyurina, del departamento de Ayacucho.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar el estado de la defensa ribereña existente en las zonas aledañas al puente Niño Yucaes del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. 2. Describir y evaluar el estado de los estribos del puente Niño Yucaes 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>En los meses de diciembre y enero hay grandes lluvias en zona de Ayacucho por lo que los ríos de esta zona suelen aumentar de caudal notoriamente la investigación se justifica primordialmente por la necesidad de prevenir futuros desastres causados por el desborde de los ríos.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Es posible evaluar la defensa ribereña para la protección de los estribos del puente Niño Yucaes, distrito de Tambillo, 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 Niño Yucaes mediante la instalación de defensa ribereña en el centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de huamanga, del departamento de Ayacucho. 2. Se va lograr describir el estado de la defensa ribereña existente en el puente Muyurina del centro poblado de Niño Yucaes, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho. 	<p>Tipo:</p> <p>El proyecto de investigación es del tipo exploratorio.</p> <p>Nivel:</p> <p>El proyecto de investigación tiene un nivel cualitativo.</p> <p>Enfoque:</p> <p>El proyecto de investigación tiene enfoque descriptivo.</p> <p>Diseño:</p> <p>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>Universo y muestra:</p> <p>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.

4.9 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 del trabajo de investigación se procedió a analizar el estado de conservación de las defensas ribereñas existentes, así mismo se procedió a hacer las medidas respectivas de altura y ancho de los gaviones para así poder evaluar y hacer el diseño correspondiente de la altura de gavión a plantear, en el valle de Muyurina, para la protección del puente de Niño Yucaes, del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga 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, la defensa ribereña encontrada en la zona son los gaviones, los cuales son contruidos a base de piedra y mallas, el cual debe ser lo suficientemente adecuada para mantener unida las piedras del cual esta compuesto el gavión, en los margenes del río se encontro gaviones de un promedio de altura que sobrepasa el metro de altura se procedió a medir las dimensiones de cada uno de los gaviones los cuales eran de un solo nivel teniendo los siguientes resultados:



Figura 5.2: Vista del río Niño Yucaes.

Fuente: Elaboración propia.

Altura y ancho de gavión encontrado en la zona.

Los gaviones encontrados en el margen del río Niño Yucaes aledalos al puente del mismo nombre midieron un total de 1.20 metros de altura y un ancho de 0.95 metros respectivamente los gaviones encontrados constaban de un solo nivel, en muchas secciones tambien los gaviones servian de protecccion que esta por encima de los gaviones como se muestra en la fotos posteriores.



Figura 5.3: Vista de gavión.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.4: Medición del ancho de gavión.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.5: Medición de la altura de gavión.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.2 Evaluación fotogramétrica.

La estudio fotogramétrica se realizó con la ayuda de un drone, el cual contaba con dos baterías el cual nos permitió hacer un levantamiento y toma de datos adecuados de la zona la fotografías se tomaron con un 65% de traslape para así tener una mayor resolución en nuestras reconstrucciones 3D.



Figura 5.6: Toma de datos con el drone puente Niño Yucaes.

Fuente: Elaboración propia.

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

El levantamiento con GPS diferencial fue realizado para ubicar 11 puntos, los cuales fueron distribuidos en la zona evaluada los cuales serán llamados puntos de control, las reconstrucciones 3D son bastante influenciado por estos puntos ya que de ellos va depender la precisión de nuestras mapas obtenidas posteriormente.



Figura 5.7: Ubicación de los puntos de control tomados.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.8: Ubicación de los puntos de control tomados.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se muestra el cuadro con los 11 puntos tomados en campo y sus respectivas coordenadas.

PUNTOS	NORTE (N)	ESTE (E)	ALTURA (Z)
1	8550159.313	588631.768	2486.5854
2	8550159.323	588631.9411	2486.5673
3	8550157.909	588632.0906	2486.3345
4	8550156.879	588632.3721	2486.2883
5	8550156.706	588632.2064	2486.299
6	8550154.017	588632.3617	2486.2756
7	8550152.832	588632.4789	2486.2987
8	8550151.221	588632.6619	2486.6494
9	8550151.053	588632.608	2486.6013
10	8550151.069	588632.6045	2486.6042
11	8550151.126	588632.510	2486.5952

Tabla 5.1: Datos de 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, posteriormente 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 secciones las cuales no han sido captadas por la cámara debido al viento o polvo presentes en campo. por lo que se procedió a llenar los espacios faltantes.



Figura 5.9: 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 una hora con 30 minutos de procesamiento en la workstation, la workstation es una especie de computadora que cuenta con mayor capacidad que los equipos convencionales.

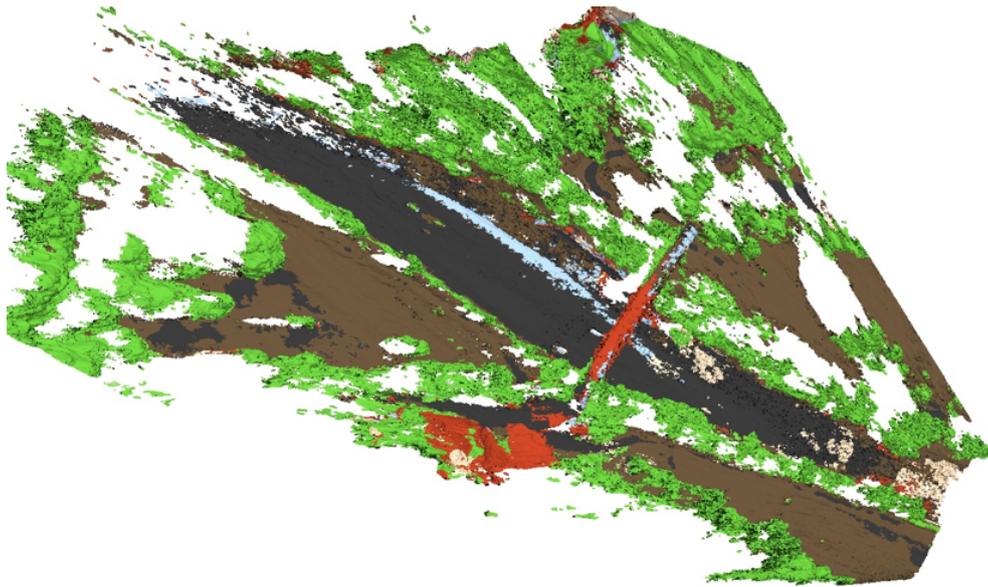


Figura 5.10: Modelo de nube de puntos denso en planta.

Fuente: Elaboración propia.

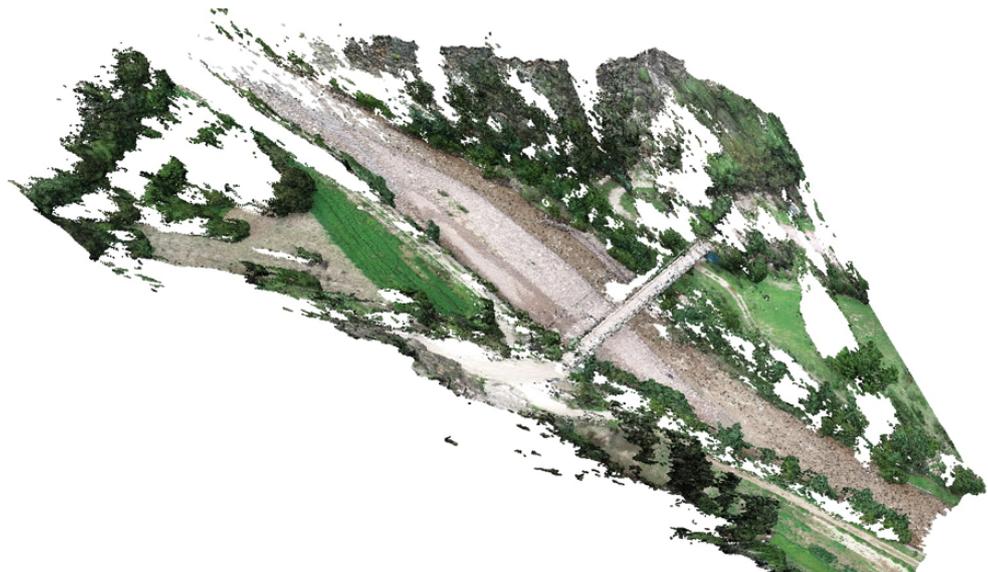


Figura 5.11: Modelo de nube de puntos denso en planta.

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 suele tener huecos esto debido a las imágenes no captadas por la cámara del dron esto se puede deber a diversos problemas como

sonel viento presente al momento de hacer el vuelo.

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 28 minutos, en esta etapa del trabajo tuvimos algunos problemas ya que el equipo se colgo en dos ocasiones debido a la calidad y cantidad de fotos que se proceso.

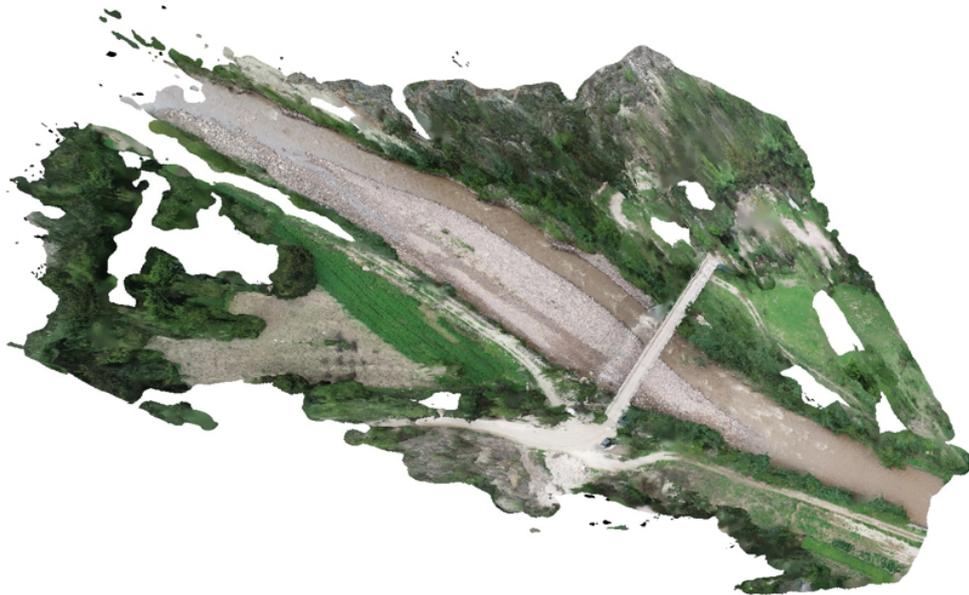


Figura 5.12: Modelo texturado.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.13: 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 el 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.

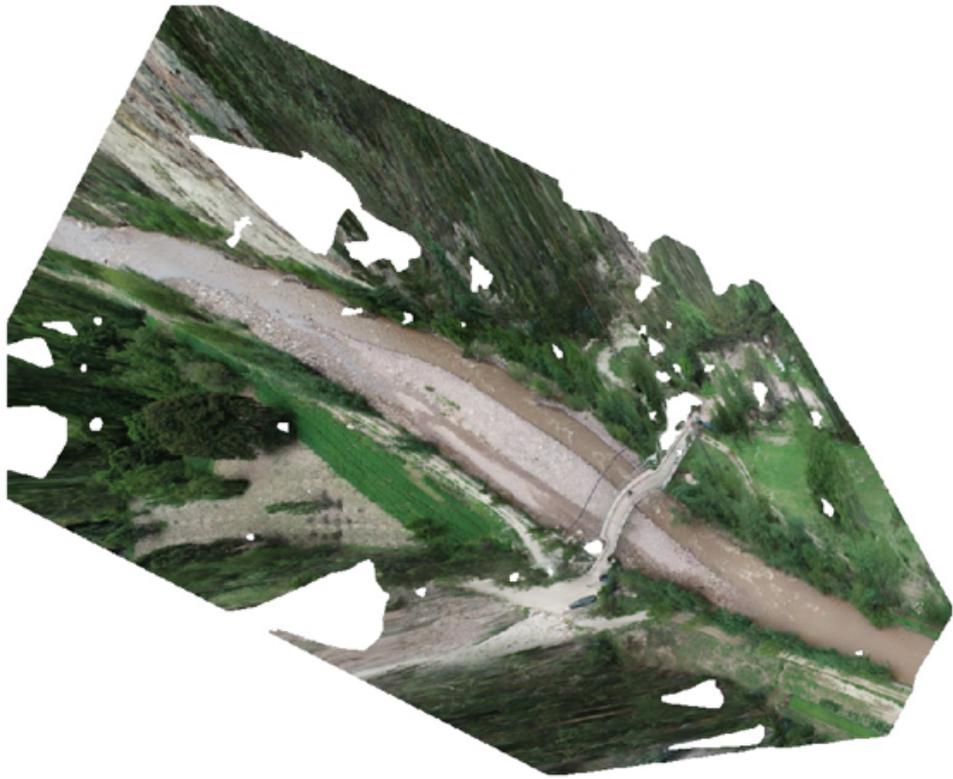


Figura 5.14: Ortofoto de la zona evaluada.

Fuente: Elaboración propia.

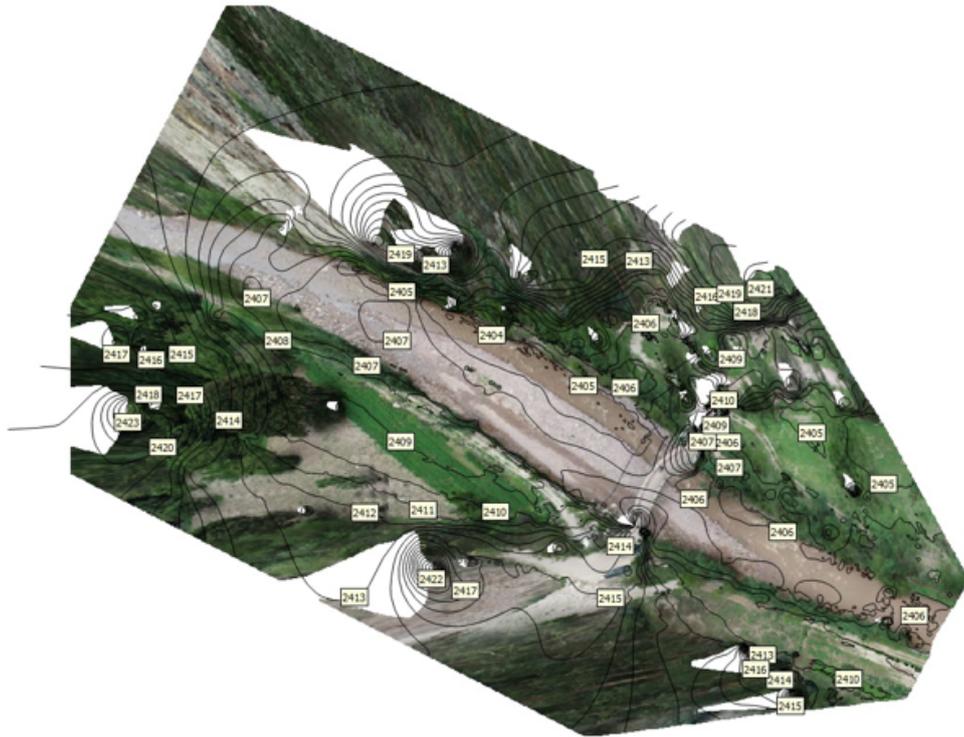


Figura 5.15: Modelo de curvas de nivel.
Fuente: Elaboración propia.

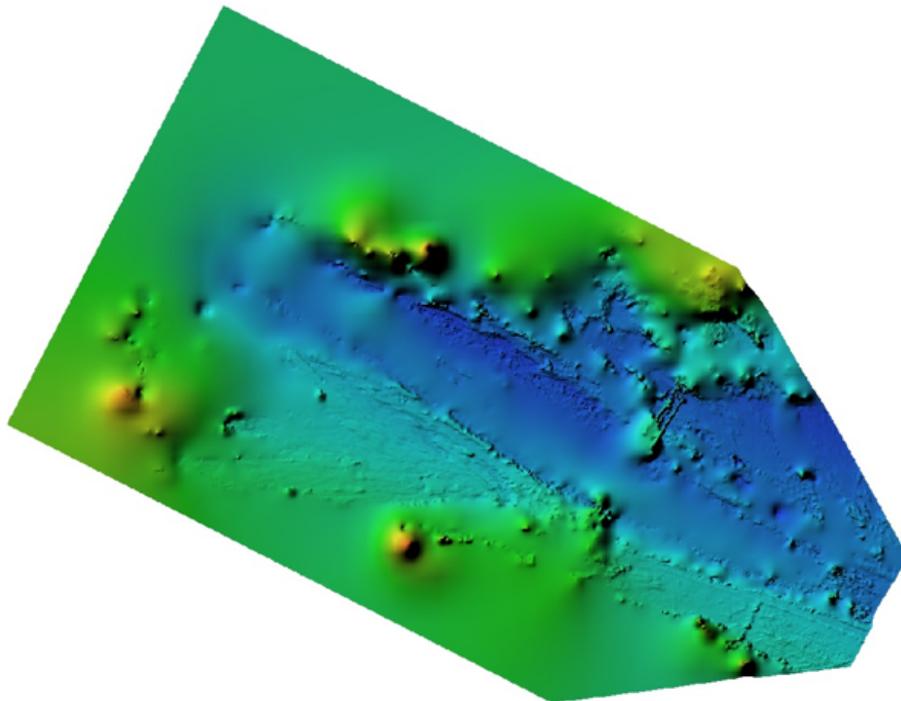


Figura 5.16: El MDT (modelo digital del terreno).
Fuente: Elaboración propia.

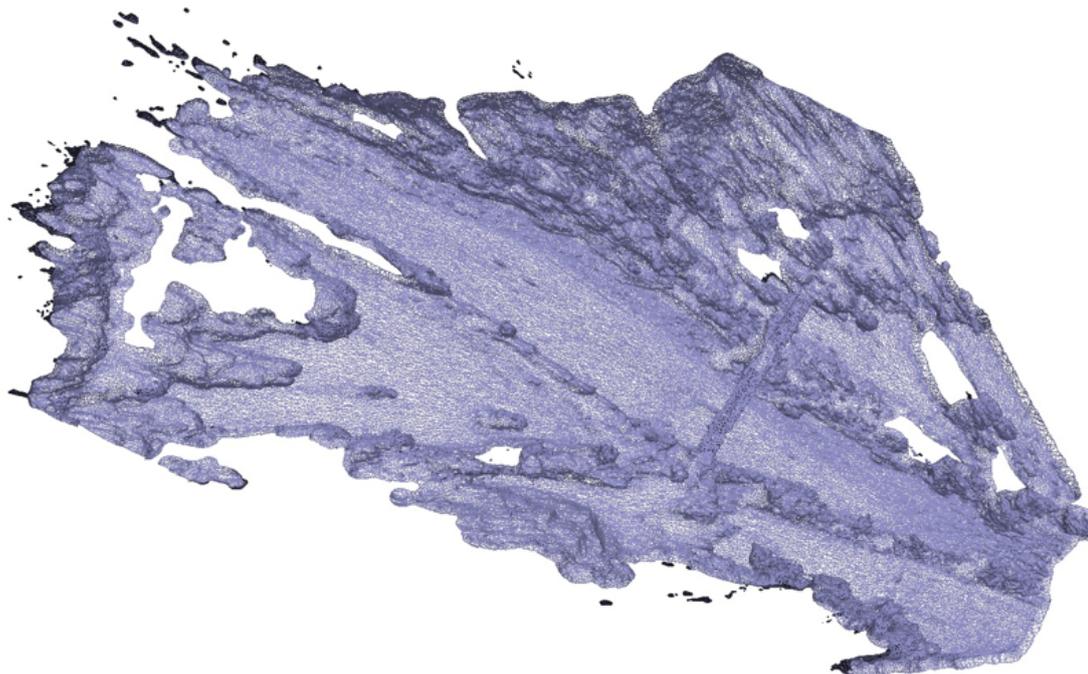


Figura 5.17: Modelo 3D.
Fuente: Elaboración propia.

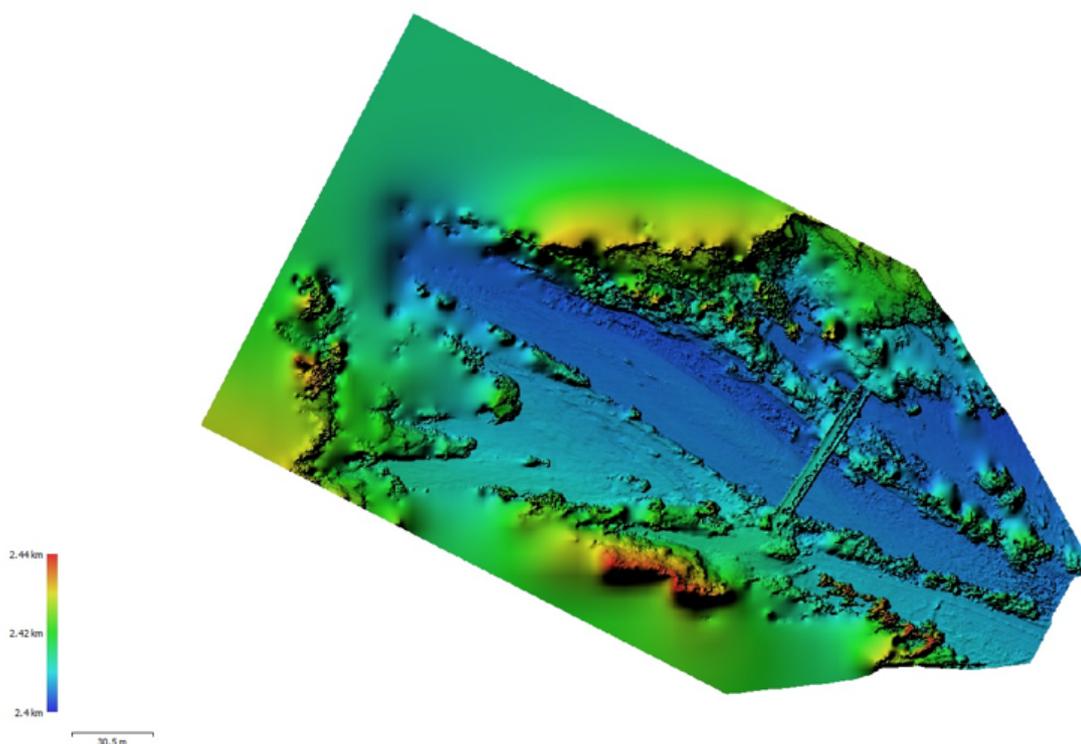


Figura 5.18: Modelo de elevación digital.
Fuente: Elaboración propia.

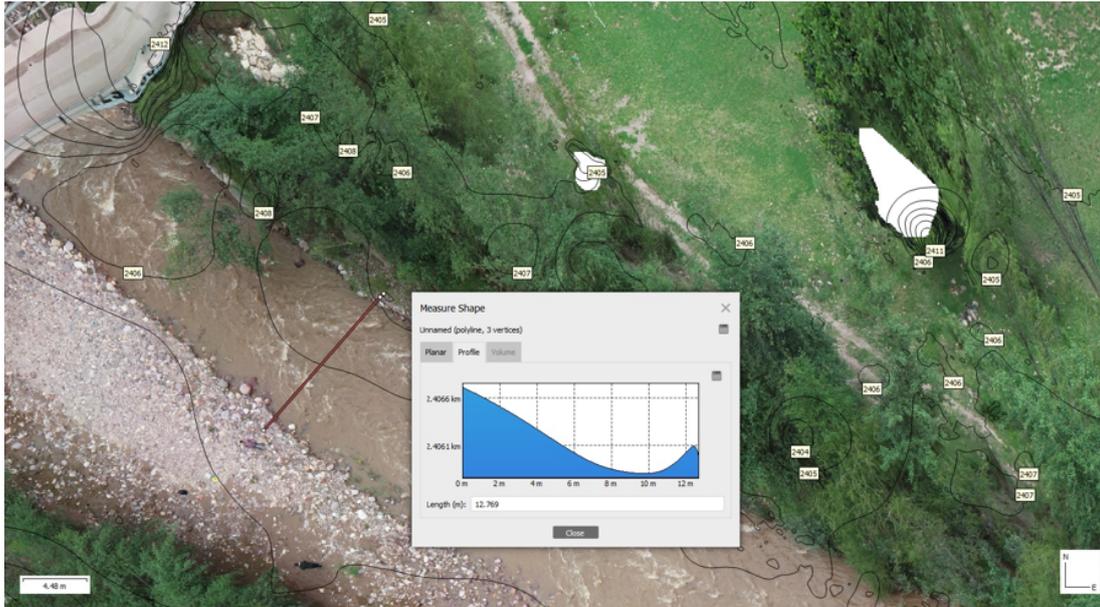


Figura 5.19: Secciones medidas de DEM generado.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.20: Secciones medidas de DEM generado.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Evaluación hidrológica.

En la evaluación hidrológica del tabajo nos vamos ha centrar en obtener el caudal máximo del río Niño Yucaes, ya que de este dato va depender la altura del gavión ha plantear en el trabajo.

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.

Este es un método con el cual podemos tener la velocidad del río o de cualquier corriente de agua a evaluar. 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:

- **Wincha:** Se usó para medir la longitud del río y para medir el ancho del río.
- **Flexómetro:** Se usó para medir la marca de objeto que se introdujo al agua.
- **Cronómetro:** Este equipo se usó para controlar el tiempo en que el objeto flotante llegaba al otro extremo.
- **Flotador:** En este caso usamos una botella descartable.

Se procederá 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 gavinete en el cual se pudo tener la sección del río Niño Yucaes como se muestra en la figura siguiente:

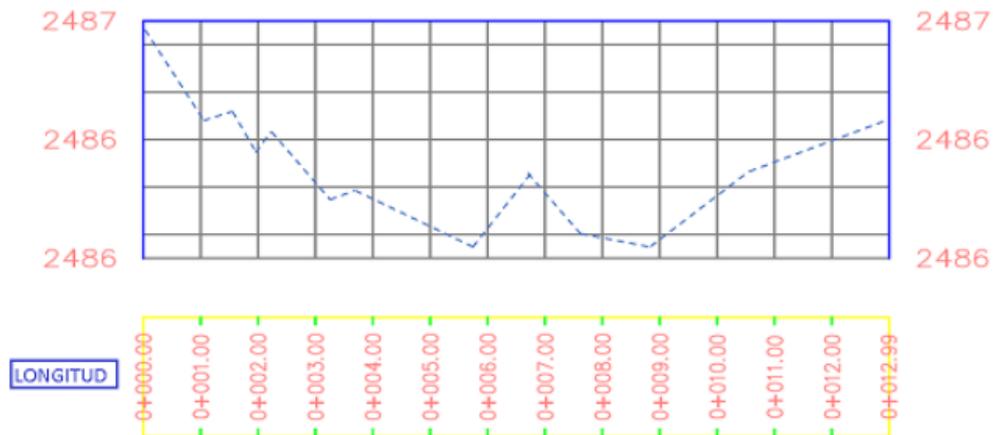


Figura 5.21: Sección del río Niño Yucaes.

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.

Cálculo del área.

Al hacer las medidas la profundidad del río, la parte más profunda midió 1.14 metros siendo medido cada metro en el ancho del río. Donde en el punto de seccionamiento sumergimos el bastón al fondo del río Niño Yucaes para luego utilizar el flexómetro y así tomar la lectura del tirante del río. La longitud del río fue 22.5 metros luego de hacer los calculos en el Autocad tuvimos un área de de 25.65 metros cuadrados en total a este resultado hay que sumar el área rectangular calculada por las huellas que dejo el río en épocas de máxima avenida en este caso las huellas marcaban una altura de 1.24 metros el cual al multiplicar con el ancho del río nos da un área total de 27.9 metros cuadrados, haciendo en total un area de 53.55 metros cuadrados en la sección evaluada.

Velocidad obtenida en campo.

Medición de la distancia del río por donde hará el recorrido el envase flotante el cual para nuestro caso fue 20 metros, luego de controlar el tiempo que tomo en ir de un punto a otro el envase flotante y aplicando la formula siguiente tuvimos la velocidad.

$$d = v \times t$$

Después de hacer los cálculos tuvimos una velocidad de 3.85 m/s

Cálculo de caudal.

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

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3.85 \times 53.55$$

$$Q = 206.17m^3/s$$



Figura 5.22: Medida de ancho del río Niño Yucaes.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.23: Toma de datos del ancho del río.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.24: Toma de datos del ancho del río.
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 tomo en especial interes al trabajo de tesis titulado "Análisis por riesgo de inundaciones en la cuenca del río Yucaes sector Muyurina, Ayacucho, 2014".

- **Cuenca del río Yucaes:** El río de Niño Yucaes desde tiempos de la colonia ha servido para irrigar el fértil valle que lleva Muyurina, donde se cultivan diversos cultivos como alfa alfares, frutales, etc. Actualmente esta cuenca se está deteriorando, debido a la creciente contaminación ambiental causada por una creciente población, que busca en sus aguas como lavadero para lavar ropas y frazadas, como centro recreacional y otros fines.

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

Tabla 5.3: Características de la cuenca río Yucaes.

Fuente: Hector Gonzales (2016).

- **Caudal máximo de la cuenca Yucaes:** Los caudales máximos 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 Pmax24 horas

Tabla 5.5: Precipitación máxima total en 24 horas.

Fuente: Hector Gonzales (2016).

Estaciones climatológicas al entorno de la Subcuenca baja						Pmax24hr	Área	
ID	NOM_ESTAC	UBICACION	X-COORD	Y-COORD	Z	Tr50años	(km2)	Pp x Ai
1	HUAMANGA	AYACUCHO	584720	8546404	2773	48.04	13.415	644.470
2	QUINUA	QUINUA	593766	8558940	3316	49.45	11.437	565.561
3	WAYLLAPAMPA	QUINUA	584929	8555344	2470	55.16	5.557	306.532
5	TAMBILLO	TAMBILLO	596857	8538530	3328	57.79	3.759	217.256
Sumatoria de área total subcuenca (Por Thiessen)						A _T	34.169	
Sumatoria de PPmax24hr_Tr50años x área de Influencia						$\sum_{i=1}^n P_i \times A_i$	=	1733.82
Precipitación max24hr_promedio sobre la subcuenca baja						Ppmax24hr_Tr50 =		50.74

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

Fuente: Hector Gonzales (2016).

MÉTODOS DE CÁLCULO DEL CAUDAL CRECIENTE O AVENIDA	CAUDAL MÁXIMO O DE DISEÑO. (m3/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	681.33
MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TEMEZ)	Empirico	322.59	381.29	442.44	593.81
MÉTODO DEL NUMERO DE CURVA (CN)	Empirico	356.32	426.43	499.49	468.40
MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR	Hidr. Unitario	313.99	380.78	451.18	626.90
MODELO HIDROLOGICO HEC-HMS V. 4.0	Aplicación	316.80	390.20	468.40	662.20
CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO (m3/seg)		332.52	401.52	473.28	606.528

Tabla 5.7: Caudales máximos.

Fuente: Hector Gonzales (2016).

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

c) Recopilación de informacion en la ficha de encuesta.

En esta sección del trabajo de investigación se procedió a recolectar información de los pbladores dueños de 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. datos que nos sirvio para saber hasta que altura solia llegar el río en su máximo caudal.



Figura 5.25: 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:** Suelos que se expanden significativamente cuando se mojan, arcillas altamente plásticas y ciertos suelos salinos.

5.1.5.2 Evaluación de tipo de vegetación.

En la zona evaluada de la inspección visual que hicimos podemos decir que hay presencia de grana cantidad de arbustos en las zonas altas, y en la secciones aledañas al río hay gran cantidad de sembríos y plantaciones de arboles.



Figura 5.26: Vegetación presenta aledaños al río.

Fuente: Elaboración propia.

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:

ϕ : Factor de seguridad.

V: Velocidad media de máxima avenida.

g: Gravedad.

Remplazando datos en la ecuación anterior se tendra lo siguiente:

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

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

$$B_L = 1.2 \frac{7.74^2}{2(9.81)}$$

$$B_L = 3.4$$

$$H = B_L + Y$$

$$H = 3.4 + 1.14$$

$$H = 4.5m$$

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 dron 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

consulta a los pobladores sobre los eventos sucedidos años atrás 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 4.5 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 1.20 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.

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 drone, 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 también 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] Vladimir Aquis Obregón. Aplicación de las ecuaciones de saint venant al modelamiento bidimensional de cuencas y ríos. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2017.
- [2] Alejandro Medina Torre. Simulación hidráulica del río yucaes para diseño de obra de defensa ribereña en el valle acocro-ayacucho-2016. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2016.
- [3] 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.
- [4] Vladimir Castillo Cruz. Modelamiento hidráulico 1d-2d y transporte de sedimentos para el dimensionamiento de la defensa ribereña río pongora-pacaycasa-ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2017.
- [5] Patricia Milagros Tenazoa Chichipe. Propuestas de diseño de defensa ribereña en la localidad de machungo, margen derecha del río huallaga, distrito de alberto leveaú, provincia san martín, región san martín. *Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto*, 2019.
- [6] Jordy Scot Ponte Hidalgo. Defensa ribereña con gaviones y la estabilidad del talud en el rio chillon–asociacion de vivienda valle chillon–distrito de puente piedra, 2017. *Universidad César Vallejo*, 2018.
- [7] Walter Alegría Isuiza. Uso de espigones para mejorar la defensa ribereña en la margen derecha de rio huallaga en la localidad de shucush alto amazonas loreto, 2018. *Universidad César Vallejo*, 2018.
- [8] Gustavo Rafael Quiroz Alarco and Cristhian Gianpieer Robles Rebaza. Propuesta de diseño hidráulico del puente santa lucia y defensa ribereña del río moche, desde el puente santa lucia hasta la bocatoma santa lucía, de la provincia de trujillo-la libertad. *Universidad Privada Antenor Orrego*, 2021.
- [9] Julissa Andrea Garavito Calle. Planeamiento de la construcción de la defensa ribereña del puente tahuamanu utilizando geoestructuras-madre de dios. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 2016.
- [10] Josselyn Vanessa Lugo Espinoza. Socavación en muros de defensa ribereña en ríos de alta pendiente–río rímac zona del pedregal, distrito de lurigancho, lima en el 2019. *Universidad César Vallejo*, 2019.
- [11] José Lennin Medina Ramírez and José Alexander Serrano Díaz. Propuesta de una defensa ribereña en el río la leche, tramo 01 km aguas arriba y 01 km aguas

- abajo de la bocatoma huaca de la cruz-íllimo-lambayeque. *Universidad Señor de Sipán*, 2019.
- [12] Robert Paul Inocente Carlos and Saúl Juan Jaime Lima Vásquez. Simulación y análisis hidráulico para el diseño, de la defensa ribereña de 2km. de longitud, del río aguaytía en el frontis del distrito de curimana; ucajali Perú. *Universidad Nacional Hermilio Valdizán*, 2015.
- [13] Ruth Noemi Aliaga Ulloa. Implementación de una defensa ribereña como prevención al desborde del río huaura, distrito de andajes, oyon-2020. *Universidad César Vallejo*, 2020.
- [14] ELIOSKA GALANTON and LICCETT ROMERO. Descripción de las defensas ribereñas. *Universidad de Oriente*, 2007.
- [15] J. Casafranca. Análisis y evaluación de la eficiencia del enrocado como control de erosión de riberas. 2004.
- [16] Jaime Soto Contreras et al. Presupuesto para muro en gavión a gravedad para protección de la rivera del río magdalena en el corregimiento de puerto bogotá, municipio de guaduas, cundinamarca. *Facultad de Ingeniería*, 2018.
- [17] Civil Hidráulico Marcelo Matthey Correa. Analisis de obras transversales no tradicionales para el control de aluviones, en la quebrada mackay del cerro divisadero, coyhaique, xi region. *UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE*, 2006.
- [18] Jeyder Martínez Aranzales. Estudio del movimiento de bloques por crecientes e impactos sobre estructuras en el río negro cundinamarca, sector "paraíso" km 5+000. *Universidad de La Salle. Facultad de Ingeniería. Ingeniería Civil*, 2011.
- [19] Jorge Coello Ajnota. Análisis comparativo entre gaviones y geoesteras para la defensa ribereña en la construcción del puente kimbiri, ubicado en el distrito de kimbiri, la convención-cusco. *Universidad Nacional Federico Villarreal*, 2020.
- [20] 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.
- [21] Luis Iván Lozano Marín and Katherine Lizbeth Lozada Oliva. Instalación de un sistema de defensa ribereña ante la vulnerabilidad que genera las inundaciones en la margen derecha del río yuracyacu localidad de yuracyacu. *Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto*, 2021.
- [22] Flavio César Alvítez Vásquez and Jerónimo Melquisedec Vela Llanos. Diseño hidráulico y estructural, con elementos prefabricados de concreto simple (tetrápodos), para la defensa ribereña en las márgenes del río chancay, tramo puente eten-monsefú, chiclayo, lambayeque. *Universidad Señor de Sipán*, 2021.
- [23] S Carretero. Modelos digitales del terreno mediante fotogrametría aérea realizada con un vehículo aéreo no tripulado. *Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España*, 2015.
- [24] 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.

- [25] 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.
- [26] 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.
- [27] 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: *Toamando medidas de gavión.*



Fotografía 2: *Entrevista a los pobladores.*



Fotografía 3: *Equipos usados para toma de datos en campo.*



Fotografía 4: *Río Niño Yucaes.*



Fotografía 4: *Puente Niño Yucaes.*



Fotografía 4: *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	0.95
15 - 20 m	0.95
20 - 25 m	0.95
25 - 30 m	0.95

LONG. DEL GAVIÓN

ENTREVISTA

PREGUNTAS

RESPUESTAS

1) ¿Qué tiempo vive por la zona?	6 años
2) ¿En qué año observo el mayor caudal del río?	2018
3) ¿Cuántas veces observo que el río se desbordara?	4 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

POBLADOR ENCUESTADO

Bertha Cusi Quinto

ENCUESTADOR

Josmi Sedano