

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES
CHIMBOTE

FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA PROFESIONAL DE
INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN Y DISEÑO DE DEFENSA
RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL ESTADIO
LA BOMBONERA 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
INGENIERA CIVIL**

AUTOR:

TORRES QUISPE, KELLY MAYOLIN

ORCID: 0000-0002-8712-0034

ASESOR:

RETAMOZO FERNÁNDEZ, SAÚL WALTER

ORCID: 0000-0002-3637-8780

**AYACUCHO - PERÚ
2021**

TÍTULO DE LA TESIS

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL ESTADIO LA BOMBONERA 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

Kely Mayolin Torres Quispe
ORCID:0000-0002-8712-0034
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

- Solo infinitas gracias al creador, Dios por siempre estar presente, guiar mi camino así mismo por siempre mantenerme con buena salud y amor. Todo ello me reconforta para continuar y seguir avanzando, a mis padres que sé que con ellos cuento con su amor incondicional y hasta hoy me siguen inculcando valores para ser una persona de bien y saber el verdadero significado del esfuerzo.
- A mi hija Mi amor por ti es una estrella guía que me lleva a grandes aventuras en un mundo completamente nuevo. Desde el momento en que naciste, te convertiste en el sol de mi planeta.

DEDICATORIA

...A mis inventores: Edgard y Olga por acompañarme y brindarme su amor, a mi padre a quien tanto adoro que fue el quien me inculco la ingeniería desde los primeros días de mi uso de razón que de manera incesante me brinda su apoyo desde que emprendí este, maravilloso viaje de la ingeniería. A mi hija, Me dieron un gran regalo. Es un milagro que nunca deja de sorprenderme y me recuerda que tengo que dar gracias todos los días. Tener una esposa e hija me da mucho más propósito, pero ahora pienso en qué tipo de modelo seré. Solo quiero ser una mejor mujer.

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, protegerá las instalaciones del estadio la Bombonera? y tuvo como objetivo general, evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño del estadio la Bombonera del centro poblado de Muyurina, del departamento de Ayacucho. El uso de programas GIS en la actualidad es bastante común para diversos trabajos de ingeniería, para lo cual el parámetro de entrada son los DEM (Modelo de elevación digital) el cual obtendremos desde el procesamiento de imágenes, las cuales fueron tomadas con la ayuda de un dron. 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, también se procedió hacer una evaluación hidrología en el cual en la primera etapa calculamos el caudal del río Niño Yucaes, por la técnica del flotador, el cual consiste en medir una sección del río, de preferencia se debe tomar la sección con mayor ancho del río, así mismo para el calculo de la velocidad se hace uso de un objeto flotante, el cual soltaremos de un punto a otro y calcularemos el tiempo, por otro lado se realizo una revisión de los trabajos anteriores en la zona para obtener el caudal máximo, también se realizó una evaluación geomorfológica donde se estudió y se realizó una inspección visual para determinar los tipos de suelos presentes por la zona evaluada, así mismo se examino los tipos de vegetación presentes en los márgenes de río Niño Yucaes, después de hacer los cálculos determinados la altura a plantear del gavión para una correcta protección del estadio la Bombonera. Como conclusión podemos mencionar que se debe plantear la construcción de una nueva defensa ribereña, así mismo sugerimos la construcción de una defensa ribereña en todo el límite del estadio la Bombonera.

Palabras clave: Caudal, Cuenca, Defensa, Margen, Río.

ABSTRACT

The problem of this investigation was: Will the design and evaluation of the riverside defense of the town of Muyurina in the district of Tambillo, province of Huamanga department of Ayacucho, protect the facilities of the La Bombonera stadium? and its general objective was to evaluate and design the riverside defense to prevent damage to the La Bombonera stadium in the town of Muyurina, in the department of Ayacucho. The use of GIS programs at present is quite common for various engineering jobs, for which the input parameter is the DEM (Digital Elevation Model) which we will obtain from the image processing, which were taken with the help of a drone. 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, a hydrology evaluation was also carried out in which in the first stage we calculated the flow of the Niño Yucaes River, by the float technique, which consists of measuring a section of the river, preferably the section with the widest width of the river should be taken, likewise for the calculation of the speed a floating object is used, the which we will drop from one point to another and calculate the time, on the other hand a review of the previous works in the area was carried out to obtain the maximum flow, a geomorphological evaluation was also carried out where a visual inspection was studied and carried out to determine the types of soils present in the evaluated area, likewise, the types of vegetation present on the banks of the Niño Yucaes river were examined, after making the calculations determined the height ura to raise the gabion for a correct protection of the La Bombonera stadium. As a conclusion we can mention that the construction of a new riverside defense should be considered, likewise we suggest the construction of a riverside defense in the entire boundary of the La Bombonera stadium.

Keywords: Flow, Basin, Defense, Margin, 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	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiv
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.	12

2.2	Marco teórico.	15
2.2.1	Curva de Caudales Clasificados.	15
2.2.2	Avenidas y aguas altas.	15
2.2.3	Análisis estadísticos de datos hidrológicos.	16
2.2.4	Morfología de un río.	16
2.2.5	Estado de equilibrio.	17
2.2.6	Estabilidad de taludes.	18
2.2.7	Definición de estabilidad.	18
2.2.7.1	Problema de estabilidad de taludes.	18
2.2.8	Deslizamientos.	19
2.2.9	Inundación.	19
2.2.9.1	Clasificación de las inundaciones.	19
2.2.10	Socavación.	20
2.2.10.1	Factores que influyen en la socavació.	20
2.2.11	Defensa ribereña.	21
2.2.11.1	Tipos de defensa ribereña.	21
2.2.11.2	Funciones de las defensas ribereñas.	21
2.2.12	Diques de tierra con enrocado.	22
2.2.13	Estructuras de contención de gaviones.	22
2.2.14	Modelo Digital de Elevación (DEM) topografía.	23
2.2.14.1	Herramientas.	24
2.2.14.2	Etapas.	24
2.2.15	Usos de la cámara de los drones	26
2.2.15.1	Aplicación de los drones en la ingeniería civil	26
2.2.16	Structure From Motion	27
2.2.17	Levantamiento con drones	27
III HIPÓTESIS.		29
3.1	Hipótesis general.	29

3.2	Hipótesis específicas.	29
IV METODOLOGÍA.		30
4.1	Diseño de la investigación.	30
4.2	Tipo de investigación.	31
4.3	Nivel de la investigación.	31
4.4	Población y muestra.	31
4.4.1	Población.	31
4.4.2	Muestra.	31
4.4.3	Muestreo.	31
4.5	Definición y operacionalización de variables e indicadores.	32
4.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.	34
4.7	Plan de análisis.	34
4.8	Matriz de consistencia.	35
4.9	Principios éticos.	37
4.9.1	Proteccion de personas.	37
4.9.2	Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.	37
4.9.3	Libre participación y derecho a estar informado.	37
4.9.4	Beneficencia no Maleficencia.	38
4.9.5	Justicia.	38
4.9.6	Integridad física.	38
V RESULTADOS.		39
5.1	Evaluación de la estructra hidráulica.	39
5.1.1	Evaluación de defensa ribereña existente.	40
5.1.2	Evaluación fotogramétrica.	43
5.1.3	Recolección de los datos de campo y ubicación de los punto de control:	44
5.1.3.1	Calibración y ubicación de la camara:	46

5.1.3.2	Nube de puntos esparcida:	46
5.1.3.3	Nube de puntos densa:	47
5.1.3.4	Modelo tridimensional de mallas:	49
5.1.3.5	Modelo texturado:	49
5.1.3.6	Aplicaciones de las reconstrucciones 3D:	50
5.1.4	Evaluación hidrológica.	54
5.1.4.1	Cálculo de caudal máximo.	54
5.1.5	Evaluación geomorfológica.	62
5.1.5.1	Evaluación de tipo de suelo.	62
5.1.5.2	Evaluación de tipo de vegetación.	63
5.1.6	Cálculo de la altura de gavión propuesto.	63
5.2	Análisis de resultados.	65
VI CONCLUSIONES.		67
ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.		68
ANEXOS		72

ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Curva de caudales clasificados. Fuente: Video ,(2002).	15
2.2	Avenidas y aguas altas en una sección de río. Fuente: Video ,(2002).	16
2.3	Estado de equilibrio. Fuente: Vide ,(1998).	17
2.4	Clasificación Morfológica de los ríos. Fuente: Vide ,(1998).	17
2.5	Partes de un talud. Fuente: Valiente, Sobrecases y Díaz, (2015).	18
2.6	Clasificación movimientos terreno. Fuente: Valiente, Sobrecases y Díaz, (2015).	19
2.7	Sección transversal de la defensa ribereña. Fuente: (Flores, (2015)).	22
2.8	Gaviones. Fuente: (Flores, (2015)).	23
5.1	Diagrama de flujo de la investigación. Fuente: Elaboración propia.	39
5.2	Vista del río Niño Yucaes. Fuente: Elaboración propia.	40
5.3	Medición del ancho de gavión. Fuente: Elaboración propia.	41
5.4	Medición del la altura de gavión. Fuente: Elaboración propia.	41
5.5	Vista de gavión. Fuente: Elaboración propia.	42
5.6	Vista de gavión. Fuente: Elaboración propia.	42
5.7	Equipo usado para hacer el vuelo. Fuente: Elaboración propia.	43
5.8	Toma de datos con el drone. Fuente: Elaboración propia.	44
5.9	Ubicación de los puntos de control. Fuente: Elaboración propia.	45
5.10	Ubicación de los puntos de control. Fuente: Elaboración propia.	45
5.11	Nube de puntos dispersa. Fuente: Elaboración propia.	47
5.12	Modelo de nube de puntos denso en planta. Fuente: Elaboración propia.	48
5.13	Modelo de nube de puntos. Fuente: Elaboración propia.	48

5.14	Modelo de malla. Fuente: Elaboración propia.	49
5.15	Modelo texturado. Fuente: Elaboración propia.	50
5.16	Modelo texturado de perfil. Fuente: Elaboración propia.	50
5.17	Ortofoto de la zona evaluada. Fuente: Elaboración propia.	51
5.18	Modelo de curvas de nivel. Fuente: Elaboración propia.	51
5.19	El MDT (modelo digital del terreno). Fuente: Elaboración propia.	52
5.20	DEM generado. Fuente: Elaboración propia.	52
5.21	Sección del río evaluado. Fuente: Elaboración propia.	53
5.22	Sección del río evaluado. Fuente: Elaboración propia.	53
5.23	Sección del río Niño Yucaes. Fuente: Elaboración propia.	55
5.24	Medida de ancho del río Niño Yucaes. Fuente: Elaboración propia.	57
5.25	Cálculo de caudal. Fuente: Elaboración propia.	58
5.26	Tomando encuesta al poblador. Fuente: Elaboración propia.	62

ÍNDICE DE TABLAS

4.1	Matriz de operacionalización de variables. Fuente: Fuente propia.	33
4.2	Matriz de consistencia. Fuente: Fuente propia.	36
5.1	Puntos de control. Fuente: Fuente propia.	46
5.2	Datos de sección del río Niño Yucaes. Fuente: Fuente propia.	56
5.3	Características de la cuenca río Yucaes. Fuente: Hector Gonzales (2016).	59
5.4	Precipitación máxima en 24 horas de cada estación. Fuente: Hector Gonzales (2016).	60
5.5	Precipitación máxima total en 24 horas. Fuente: AHector Gonzales (2016).	60
5.6	Precipitación máxima en 24 horas promedio para TR=50 años. Fuente: Hector Gonzales (2016).	61
5.7	Caudales máximos. Fuente: Hector Gonzales (2016).	61

I. INTRODUCCIÓN.

En muchos países se presentan grandes inundaciones debido a la acumulación excesiva del caudal de los ríos esto debido a que en ciertas épocas del año hay gran cantidad de lluvias en los andes esto provoca pérdidas económicas para la población por ello es necesario la construcción de defensas ribereñas para prevenir estos desastres.

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, protegerá las instalaciones del estadio la Bombonera ?

Para resolver la pregunta de investigación se planteó como **objetivo general;** Evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño del estadio la Bombonera del centro poblado de Muyurina, del departamento de Ayacucho. Además, se plantearon dos **objetivos específicos.** El primero fue evaluar la instalación de defensa ribereña en las zonas aledañas al estadio la bombonera del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El segundo fue describir el estado y las zonas de riesgo donde se podría plantear una defensa ribereña para la protección del estadio la Bombonera del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho.

Como **justificación,** El presente trabajo se justifica por la necesidad de prevenir futuros desbordes y huaycos provocados por el aumento de caudal del río del valle de Muyurina, ya que al hacer reconocimiento de la zona observamos que existe un estadio construido cerca a los márgenes del río, el cual de caso ocurrir un desborde e inundación se vería gravemente afectado.

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 río Niño Yucaes del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. El **universo o población** de la investigación es indeterminada. La población objetiva está compuesta por las defensas ribereñas en zonas rurales, de las cuales se selecciona el centro poblado de Muyurina, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho.

II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

2.1 Antecedentes.

2.1.1 Antecedentes Locales.

ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO PARA LA DETERMINACIÓN DE ZONAS INUNDABLES EN EL RÍO QEQRA DEL DISTRITO DE TAMBO-LA MAR-AYACUCHO-2016 [1]:

- **Objetivos:** Establecer la relación que existe entre el estudio hidrológico e hidráulico y la determinación de zonas inundables en el río Qeqra del distrito de Tambo-Ayacucho.
- **Resultados:** Se logró determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca Qeqra, en lo cual tiene una área de 143.32 km² equivalente a 14 332 hectáreas lo que le caracteriza que es una cuenca pequeña, longitud del río principal mide 19.74 km. La parte más baja de la cuenca se encuentra a 2843 m.s.n.m. y parteaguas a 4900 m.s.n.m conformado una pendiente promedio de 17.65 por ciento.
- **Conclusión:** Al hacer el análisis estadístico de las series de precipitación máxima en 24 hora se concluye que los datos de precipitación seleccionada para la cuenca Qeqra ajustan a las distribuciones teóricas normal, log normal, Gumbel, log Gumbel a un nivel de significancia de 5%.

EVALUACIÓN HIDROLÓGICA PARA LA DETERMINACIÓN DE

CAUDALES MÁXIMOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO SAYACC, VISCHONGO
- VILCASHUAMÁN - AYACUCHO, 2018 [2]:

- **Objetivos:** Realizar la evaluación hidrológica para la determinación de caudales máximos en la subcuenca del río Sayacc, en el distrito de Vischongo provincia de Vilcashuamán, Ayacucho, 2018.
- **Resultados:** Se determina la existencia de desbordes del río Sayacc gracias a la simulación hidráulica realizada con el modelo matemático bidimensional Iber 2.3.2, por lo cual se realizó una evaluación del diseño hidráulico a proponer, con la finalidad de proyectar futuros desbordes en los márgenes del río en el cruce en la infraestructura vial Vilcashuamán - Ayacucho. Finalizando en la propuesta de la construcción de espigones y lagunas de detención como medidas de control de encauzamiento.
- **Conclusión:** Se calculó los caudales máximos utilizando el método de número curva el cual relaciona los diferentes usos de suelos, cobertura vegetal y condiciones climáticas para la determinación del número de curva (NC), un factor muy determinante para el cálculo de la escorrentía superficial.

SIMULACIÓN HIDROLÓGICA DE CUENCAS Y CANALES DEL RÍO
CHICHA MEDIANTE SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA (SIG),
PROVINCIA DE SUCRE - AYACUCHO [3]:

- **Objetivos:** Realizar la Simulación Hidrológica e Hidráulica de Cuencas y Canales del río Chicha Soras, mediante la integración de los modelos HEC-HMS y HEC-RAS con el SIG, para la obtención del hidrograma de máximas avenidas y visualizar las superficies de inundación para distintos períodos de retorno.
- **Resultados:** Los SIG ofrecen una gran capacidad para el diagnóstico y valoración paisajística la posibilidad de integración de elementos georreferenciados. Esto facilita la capacidad de estudio del espacio geográfico.

- **Conclusión:** La obtención de los hidrogramas de máxima avenida, para los distintos periodos retorno, nos muestra resultados no calibrados, puesto que no se tuvo una estación existente para poder calibrarlo.

ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA Y EL MANEJO DE AGUAS EN LA CUENCA DE YUCAES -HUAMANGA - AYACUCHO - 2017 [4]:

- **Objetivos:** Determinar y analizar la erosión hídrica para un manejo adecuado del recurso suelo y del agua en la cuenca de Yucaes.
- **Resultados:** En la parte de los parámetros agrológicos para estimar el factor K utilizando el nomograma de Wischmeier y Smith en la cuenca de Yucaes, se procedió a determinar los parámetros del porcentaje de limo, arena, materia orgánica, estructura granular y permeabilidad del suelo. Asimismo se logró determinar los parámetros geomorfológicos (delimitación de la cuenca, pendiente, etc.) que ha servido de base para obtener los mapas temáticos y con los parámetros hidrológicos se ha estimado los caudales máximos, utilizando métodos empíricos como: el método racional modificado, método de Mac Math y el método de Iszkowski, obteniendo un caudal máximo promedio de (244.89 m³/s), que permitió el cálculo del aporte de sedimentos en el río Yucaes a través de métodos empíricos obteniéndose aproximadamente 12.33 T/ha-año, que es considerada como una alta pérdida de suelos por sedimentos que carga el río. También se determinó la capacidad de transporte de la corriente del río de aproximadamente 2.88 m³/s.
- **Conclusión:** Se logró realizar la modelación de la erosión hídrica con el método USLE o ecuación universal de la pérdida de suelo (EUPS) lográndose una “ESTIMACIÓN DE LA EROSIÓN HÍDRICA” en la cuenca hidrográfica de Yucaes, con el análisis de los factores: Factor R de erosividad de la lluvia, el factor K, de erodabilidad del suelo, factor LS (longitud de la pendiente y de inclinación de la pendiente), el factor C, de cultivos y vegetación y el factor

P, de prácticas de conservación de suelos; obteniéndose aproximadamente una estimación de la erosión potencial de suelo.

2.1.2 Antecedentes Nacionales.

MODELAMIENTO HIDRÁULICO Y PROPUESTA DE DEFENSA RIBEREÑA EN LA CUENCA DEL RÍO CAPLINA SECTOR RÍO SECO DISTRITO CGAL – TACNA 2021 [5]:

- **Objetivos:** Efectuar el modelamiento hidráulico para dar una propuesta de defensa ribereña en la cuenca del Río Caplina Sector Río Seco Distrito CGAL –Tacna 2021.
- **Resultados:** Se realiza un levantamiento topográfico con el uso del dron Phantom 4, la longitud del tramo de estudio es de 2.133km y se obtiene la orto foto, se considera secciones 72 transversales cada 10m. de los que se obtienen planos topográficos, y relieve de la zona de influencia, el modelamiento hidráulico nos permite la obtención de la máxima descarga en 24 horas = 85.3m³/s. y el hidrograma de flujo con respecto al tiempo, la que nos indica que este pico máximo se da en el segundo 46800.
- **Conclusión:** De acuerdo a nuestras investigaciones y resultados obtenidos, mediante el uso de la metodología SIG. Para el modelamiento hidraulico, se concluye en el uso del sistema Geo-Web, con relleno de concreto $F'c = 210$ kg/m², como defensa ribereña en el tramo de 2.133km de longitud del Sector de Río Seco.

ANÁLISIS COMPARATIVO DE SOLUCIONES DE DEFENSA RIBEREÑA PARA EL PUENTE TAHUAMANU – MADRE DE DIOS: SISTEMA DE GAVIONES Y GEO ESTRUCTURAS [6]:

- **Objetivos:** Contribuir al desarrollo de nuevas alternativas de Defensa Ribereña con un sistema de geo estructuras.

- **Resultados:** El sistema de Defensa Ribereña con Geoestructuras otorga mayor margen de seguridad al talud ante eventuales procesos de inestabilidad generados por factores internos y externos, lo cual se demuestra en los resultados obtenidos del análisis de estabilidad de taludes realizado. Asimismo, de acuerdo con las condiciones del sector, la solución con geoestructuras garantiza el aspecto económico del proyecto frente a la solución con gaviones, la cual involucraba un transporte masivo de material granular para conformar su estructura.
- **Conclusión:** Ambas soluciones analizadas en la presente tesis atienden el problema de protección de los taludes de las riberas del Puente Tahuamanu, en los cuales se presentaba problemas de erosión y socavación por efecto de los caudales del río del mismo nombre; sin embargo, la elección del sistema a implementar en el sector obedeció a la viabilidad técnica y económica del mismo, siendo el sistema de Defensa Ribereña con Geoestructuras el más indicado para el sector en estudio.

COMPARACIÓN TÉCNICA ENTRE EL USO DE GAVIONES Y GEOCELDAS COMO ESTRUCTURAS DE DEFENSA RIBEREÑA [7]:

- **Objetivos:** Identificar las variables técnicas que permitan comparar el comportamiento de los sistemas de revestimiento contra la erosión de colchones de gaviones y de geoceldas con relleno de concreto en el proyecto de defensa ribereña del río Zarumilla.
- **Resultados:** Se ha comparado el resultado del análisis de las variables identificadas y se ha determinado que las geoceldas con relleno de concreto son el revestimiento más adecuado para funcionar como sistema de protección en el proyecto de defensas ribereñas del río Zarumilla.
- **Conclusión:** Según los resultados del análisis de la variable de rugosidad de la superficie se demuestra que las geoceldas con relleno de concreto son el

revestimiento con menor coeficiente de rugosidad, por lo tanto, más adecuado para su desempeño en el proyecto.

DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO CHICAMA TRAMO PUENTE PUNTA MORENO – PAMPAS DE JAGUEY APLICANDO EL PROGRAMA RIVER [8]:

- **Objetivos:** Realizar el proyecto Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río Chicama, tramo Puente Punta Moreno – Pampas de Jaguey aplicando el programa River.
- **Resultados:** Los materiales componentes de los depósitos aluviales para el presente proyecto constan básicamente en bolones y gravas heterométricas redondeadas de diferentes tonalidades, alternados en algunos casos con limos componentes de suelos agrícolas productos del arranque y acciones erosivas de las aguas de río hacia las áreas de cultivo.
- **Conclusión:** De acuerdo a los estudios realizados podemos concluir que los depósitos donde han de ser emplazadas las obras de contención diseñadas, vienen a ser en su totalidad depósitos aluviales estables y buena potencia, acumulados por parte del río Chicama a lo largo de los diferentes cursos adoptados por este durante su tiempo de vida.

DISEÑO DE UNA DEFENSA RIBEREÑA MEDIANTE ENROCADO EN EL RÍO CHILLÓN, SECTOR YANGAS. TRAMO: KM 34 - 40 [9]:

- **Objetivos:** Diseñar de una Defensa Ribereña mediante Enrocado en el Río Chillón, Sector Yangas. Tramo: km 34 – 40.
- **Resultados:** Se realizó los estudios básicos de topografía, mecánica de suelos e hidrología, obteniendo los siguientes resultados, Una pendiente suave, promedio de 1.36%, un ángulo de fricción de interna de 35.81° y cohesión 0.04 kg/cm²,

siendo este un suelo granular no cohesivo y un caudal de diseño de 185.04 m³/seg, a un tiempo de retorno de 50 años.

- **Conclusión:** Se hizo el diseño de la defensa ribereña mediante roca al volteo en la margen derecha del río Chillon en los 6 kilómetros correspondiente, la cual permitirá la disminución de la erosión de laderas en ambas márgenes, reduciendo el ensanchamiento del Ancho de Cauce y la pérdida de vegetación.

ESTIMACIÓN DE COSTOS PARA EL PROYECTO DE DEFENSA RIBEREÑA CON GEOCONTENEDORES EN LA LOCALIDAD DE MAYPUCO DISTRITO DE URARINAS, LORETO 2018 [10]:

- **Objetivos:** Estimar los costos para el proyecto de defensa ribereña con geocontenedores en la localidad de Maypuco distrito de Urarinas, loreto 2018.
- **Resultados:** En la presente investigación, se estimó los costos para el proyecto de defensa ribereña con geocontenedores en la localidad de Maypuco en el distrito de Urarinas, provincia de Loreto, llevándose a cabo el análisis de las diferentes partidas que conforman el presupuesto para la defensa ribereña con geocontenedores, determinando el costo estimado total, el que incluye el Costo Directo y el Costo Indirecto.

DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO MOCHE, ENTRE EL TRAMO CERRO BLANCO – MENOCUCHO, TRUJILLO 2018 [11]:

- **Objetivos:** Realizar el diseño hidráulico estructural de defensa ribereña del río moche, tramo Cerro Blanco – Menocucho, Trujillo, 2018.
- **Resultados:** Por lo tanto, el realizar un levamiento topográfico en el río Moche, en el tramo Cerro Blanco – Menocucho, involucro, el uso de equipos e instrumentos, como la estación total, trípode, bastón, prisma, GPS, wincha, calculadora, el cual permitió examinar la superficie terrestre, obteniéndose

posteriormente los relieves, y conocer su orografía, identificándose que el tipo de topografía in situ es llana, que la pendiente más crítica corresponde a 3.97%, entre el kilómetro 2 + 230 y 2 +370, y también que existen siete puntos críticos, de los cuales seis de ellos, comprenden infraestructura aledaña (pequeños caseríos o anexos), y el faltante, área de cultivo.

- **Conclusión:** Concluyeron que el realizar el estudio de mecánica de suelos en el río Moche, tramo Cerro Blanco – Menocucho, facilito que se pueda reconocer el tipo de suelo in situ, en el que se extrajo siete muestras en un rango de 0 a 2 metros de profundidad, resultando ser en conjunto las siete muestras, un solo tipo de suelo “SM”, que significa, arena limosa sin plasticidad, clasificado en el sistema SUCS, y teniéndose como contenido de humedad natural un nivel promedio de 15%, así mismo un nivel promedio de peso volumétrico de 1.6gr/cc, adicionalmente se obtuvo la capacidad portante para el muro de contención, el cual fue, 1.07kg/cm², en lo cual permitió propiciar criterios adecuados al diseño de defensa ribereña.

ANÁLISIS Y DISEÑO DE LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO REQUE, TRAMO PUENTE REQUE–DESEMBOCADURA EN EL OCÉANO PACÍFICO, PROVINCIA DE CHICLAYO, DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE, 2017 [12]:

- **Objetivos:** Analizar y diseñar la defensa ribereña del río Reque.
- **Resultados:** Se utilizará el caudal del River que fue de 1744.13 m³/s, pues es el más próximo a los datos brindados por el PEOT, además el método Gumbel fue comprobado con la formula, variando tan solo 0.71 m³/s de agua. Al ser muros de gravedad, su estabilidad y seguridad debe garantizar el soporte del talud en donde se apoyará, y tras haber realizado los cálculos correspondientes, los factores de seguridad están por encima de lo reglamentado mínimos permisibles.
- **Conclusión:** Se concluye que la composición de estratos a lo largo del eje

del cauce del río es similar, ya que el primer estrato es arena fina, con algún porcentaje de limo o arcilla y el segundo estrato, arena gruesa.

DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCION DE DESLIZAMIENTO DE TIERRA DEL RIO HUARI, SECTOR CAJAY - ANCASH [13]:

- **Objetivos:** Realizando el diseño de defensa ribereña se evita daños posteriores a la población y evitar erosiones que dañen planta de tratamiento y el puente que se encuentra a metros del río Huari.
- **Resultados:** Se analiza y se compara las siguientes características de diferentes tipos de estructuras utilizadas en las defensas fluviales que existen en la actualidad, como las estructuras rígidas de hormigón simple y hormigón armado, y las estructuras flexibles como los muros de gaviones. Por lo tanto, se puede determinar que la opción más adecuada en este caso es construir un muro de gaviones que sirva como sistema de protección en el proyecto de control de inundaciones del río Huari.
- **Conclusión:** Mediante la recolección de la información se puede llegar a determinar la necesidad de construir un adecuado sistema de defensa de la ribera del río. El uso de muros de gaviones es una de las opciones más viables para la fluye el del Río Huari, pues los hechos también han encontrado la comunicación entre las zonas de Cajay y San Pedro por la vía de comunicación que es un puente de 5 m de largo y 3m de ancho.

2.1.3 Antecedentes Internacionales.

DISEÑO HIDRÁULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TARMA EN EL SECTOR DE SANTO DOMINGO- PALCA-TARMA-2019 [14]:

- **Objetivos:** Realizar el diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el sector de Santo Domingo- Palca-Tarma.
- **Resultados:** Con el levantamiento topográfico se determinó las secciones del cauce del río, pendiente y curvas de nivel para realizar la simulación de inundación; asimismo con el estudio de suelos se realizó un ensayo de triaxial para obtener los datos de ángulo de fricción interna es de 38.6., cohesión 0.00 kg/cm², porcentaje de grava 58.3 %, porcentaje de arena 36% y porcentaje de arena 5.7 % ; y clasificación SUCS = gw grava totalmente gradada.
- **Conclusión:** El modelo hidráulico aplicado para el río Tarma, influyó determinantemente en la realización del análisis para la identificación de las zonas de riesgo de inundación concluyendo así de que la zona de estudio, presentan vulnerabilidad de desborde del río, con unas áreas de inundación de 5,850.00 m², para el periodo de retorno de 100 años.

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. [15]:

- **Objetivos:** Diseñar y calcular el presupuesto para muros de protección a gravedad en el río Magdalena para evitar que se siga erosionando la banca en el corregimiento de Puerto Bogotá del municipio de Guaduas Cundinamarca.
- **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:** Teniendo en cuenta la presencia de los bloques el confinamiento del depósito aluvial en la profundidad de acuerdo a los resultados de la geofísica realizada es posible caracterizar tres horizontes.

BASES DE DISEÑO HIDRÁULICO PARA LOS ENCAUZAMIENTOS O CANALIZACIONES DE RÍOS [16]:

- **Objetivos:** Bases para el diseño hidráulico para el encauzamiento de ríos.
- **Resultados:** Un encauzamiento de planta recta o de pequeña curvatura (y de fondo móvil) no es capaz de conducir las aguas en línea recta sino que desarrolla una inestabilidad lateral, cuyas consecuencias son: la formación de barras alternadas, el ataque alternativo a las orillas de encauzamiento.
- **Conclusión:** La sinuosidad es un aspecto importante para un encauzamiento que aspire a ser estable. Para esta cuestión al ingeniero le conviene observar los ríos en estado natural, ya que los ríos en estado natural no son rectos.

OPERACIONES DIVERSAS EN LA CONSTRUCCIÓN DE LA RIBERA DEL PARANÁ EN EL TRAMO SAN JAVIER-CORONDA [17]:

- **Objetivos:** Dar a conocer alcances que se debe tener en cuenta en la construcción de la defensa ribereña.
- **Resultados :** Sin embargo queda claro que la ocupación cuidadosa del valle de inundación del río Paraná y sus subsistemas, así como la tutela y conservación de su calidad constituye el principal reto a resolver. En este sentido y fracasados los paradigmas de dominación técnica, la integración se ha producido mucho más por necesidad y economía de recursos que por convicción teórica o técnica.

- **Conclusión:** En general las mejores prácticas tienden a aumentar la transfluencia entre las micro-cuencas, a preservar las áreas habitadas, a conservar los usos o transformarlos buscando morigerar los impactos negativos sobre el paisaje que conllevan, a permitir el disfrute de los cuerpos de agua, a mejorar la resiliencia de las áreas habitadas, entre otras cuestiones.

METODOLOGÍA PARA CALCULAR LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACIÓN GENERAL EN RÍOS DE MONTAÑA (LECHO DE GRAVAS) [18]:

- **Objetivos:** Desarrollar una metodología para el cálculo de la profundidad de socavación general, apoyada en modelos morfodinámicos e hidrodinámicos que incluyan herramientas de modelación de transporte de sedimentos e iniciación de movimiento que representen adecuadamente las condiciones de ríos con lecho de gravas.
- **Resultados:** De la información de cambios en el lecho para las 21 secciones transversales disponibles en el tramo de estudio analizado, sólo se evaluó la aplicación de los modelos propuestos en las secciones que mostraron profundidades de socavación significativas, mayores a 0.5 m. Con base en la capacidad de transporte de flujo del cauce, se definieron 10 secciones de análisis para la socavación general, ya que son secciones que dada su localización en planta y perfil tienden a sufrir procesos de socavación del lecho.
- **Conclusiones:** Para el montaje de los modelos hidrodinámicos se encontró que el único parámetro sensible a los cambios en el lecho es la ecuación de transporte de sedimentos utilizada, pues parámetros como la temperatura, velocidad de caída, tamaño de paso y espesor de la capa activa generan cambios en los resultados del orden de centímetros.

2.2 Marco teórico.

2.2.1 Curva de Caudales Clasificados.

El caudal de los ríos es siempre variable. La mayor parte del año se da un caudal pequeño o mediano lo que llamamos aguas bajas, entretanto que en un reducido número de días se observan caudales elevados a lo que llamaremos aguas altas. El hecho se da en la forma característica de la curva de caudales clasificados o curva de frecuencia de caudales de muchos ríos. Por otro lado, existen caudales extraordinarios de avenidas [19].

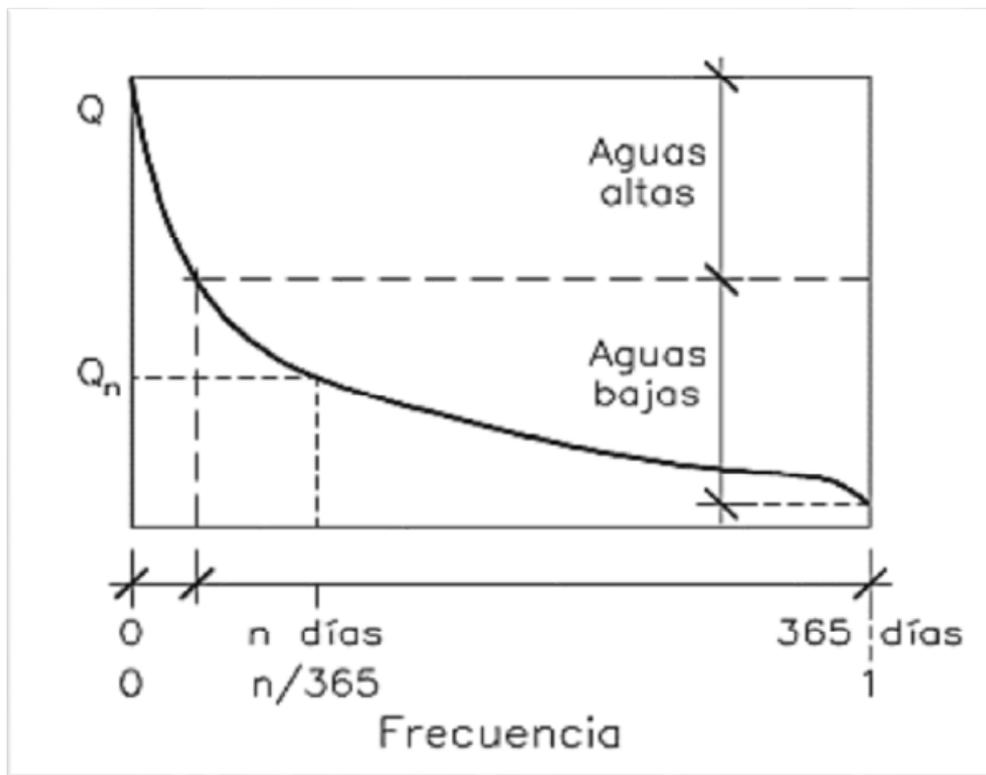


Figura 2.1: Curva de caudales clasificados.

Fuente: Video ,(2002).

2.2.2 Avenidas y aguas altas.

Las avenidas son los caudales extraordinarios y las aguas altas son los caudales de baja frecuencia en el año [19].

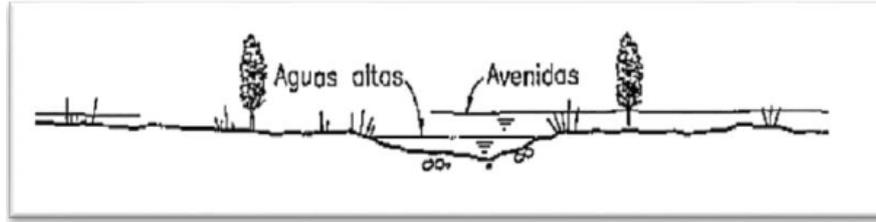


Figura 2.2: Avenidas y aguas altas en una sección de río.

Fuente: Video ,(2002).

2.2.3 Análisis estadísticos de datos hidrológicos.

Antes de hacer un modelamiento de un río, es necesario efectuar el análisis de consistencia respectivo, con el fin de obtener una serie confiable de caudales a desarrollar, es decir, homogénea y consistente [19].

- **Análisis visual gráfico:** Se Ubican en las ordenadas, los valores de la serie y en las abscisas el tiempo (años, meses, días, etc).
- **Análisis doble masa:** Este proceso se hace para tener una cierta confiabilidad en la información de los resultados de los caudales, así como también, para analizar la consistencia en lo relacionado a errores, que puedan ocurrirse entre la obtención de los ellos.
- **Análisis Estadístico:** Después de adquirir de los gráficos construidos para el análisis visual y de los de doble masa, se procede al análisis estadístico de saltos, tanto en la media como en la desviación estándar.

2.2.4 Morfología de un río.

El río es un componente natural que acopia aguas de las cuencas cercanas que fluyen a su cuenca, la misma que traslada en cualquier régimen hasta su desembocadura. La morfología de un río genera el estudio de los cambios que experimenta un río, tanto en su trayecto, como en su sección transversal (lecho y márgenes). Su comportamiento del río depende altamente de la topografía, porque

asi vemos las condiciones en las que se encuentra un río. asimismo, al desarrollo de un río y las formas que adopta son diferentes en una zona llana y en una zona de fuerte pendiente [19].

2.2.5 Estado de equilibrio.

Se dice que un tramo fluvial se encuentra en estado de equilibrio cuando la cantidad de sólidos que ingresa es igual a la que sale, en un tiempo determinado. En dicho tramo no hay erosión ni sedimentación [19].

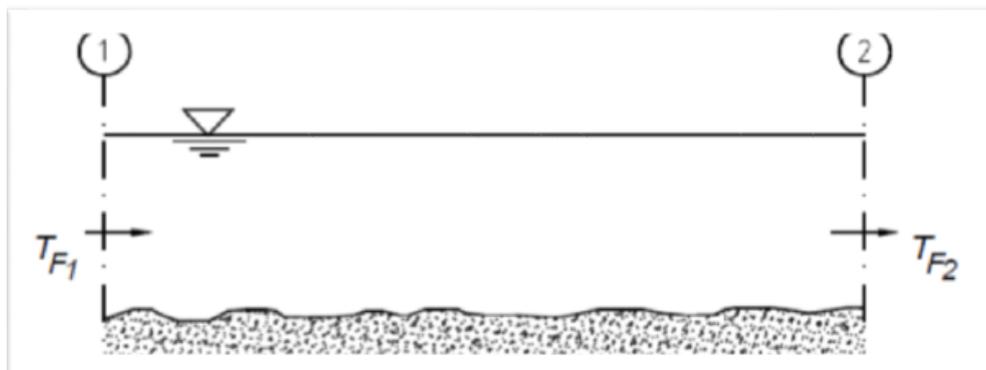


Figura 2.3: Estado de equilibrio.

Fuente: Vide ,(1998).

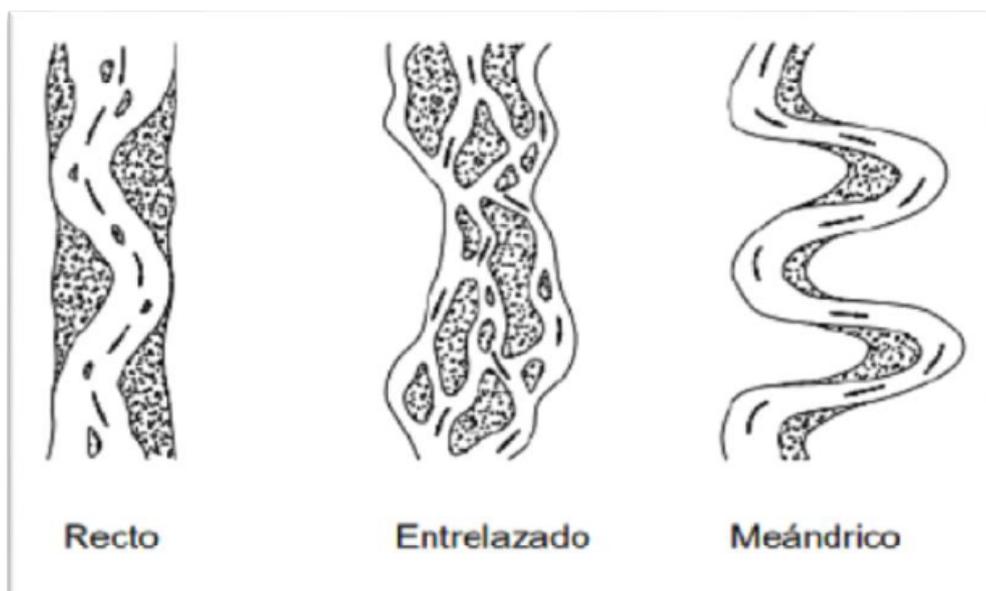


Figura 2.4: Clasificación Morfológica de los ríos.

Fuente: Vide ,(1998).

2.2.6 Estabilidad de taludes.

El tema de estabilidad de taludes hace referencia al análisis del estado último o de rotura de masas de suelo, provocadas por la acción de la inestabilidad del elemento; consecuencia de ello es importante establecer un factor de seguridad (cociente entre carga de rotura y carga de servicio). El método de “equilibrio límite” es el más utilizado para acercarse al cálculo de estabilidad de taludes [20].

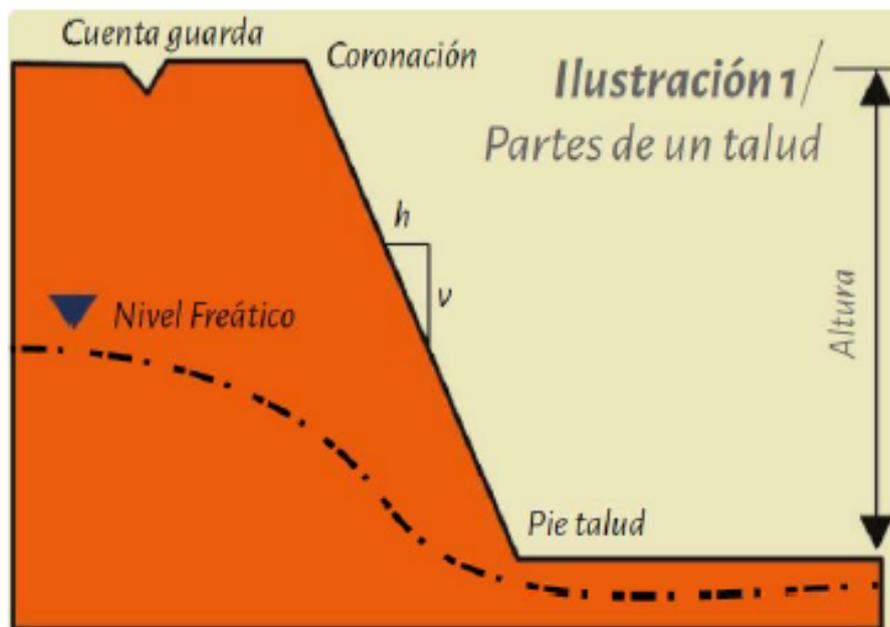


Figura 2.5: Partes de un talud.
Fuente: Valiente, Sobrecases y Díaz, (2015).

2.2.7 Definición de estabilidad.

Es el no desplazamiento o no movimiento de una masa de tierra [20].

2.2.7.1 Problema de estabilidad de taludes.

La estabilidad frente al problema, viene a hacer el cálculo de la altura crítica del talud o la carga de colapso aplicada sobre una porción del talud, para una geometría y características de suelo dado. En lo concerniente al análisis de estabilidad de un talud implica realizar un estudio de resistencia del suelo, establecer un perfil de talud,

estado de filtración y agua subterránea, seleccionar una superficie de deslizamiento o falla y calcular su factor de seguridad, finalmente, a partir de este factor de seguridad (el cual se elige en base al destino del talud) se deberá determinar la superficie de falla crítica [20].

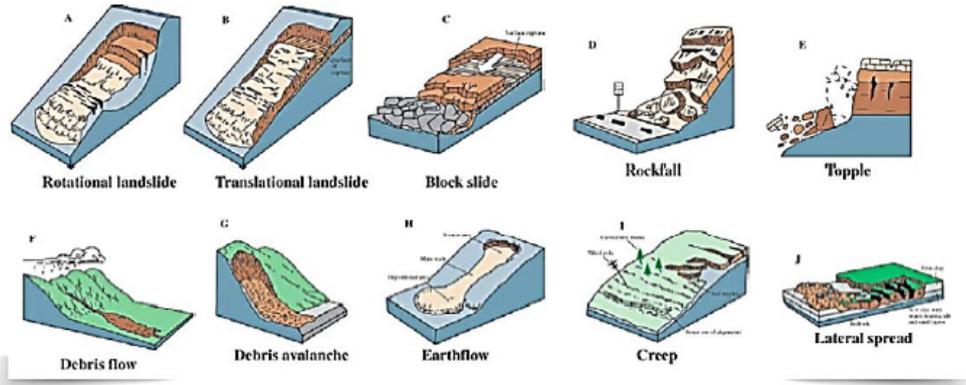


Figura 2.6: Clasificación movimientos terreno.
Fuente: Valiente, Sobrecases y Díaz, (2015).

2.2.8 Deslizamientos.

Es el movimiento hacia abajo y afuera de una masa de suelo de un talud, con presencia de rotura y desprendimiento de partículas. Son distintos los factores que pueden ocasionar deslizamientos ya sea de forma lenta o rápida, entre ellos tenemos la presencia de factores o efectos ambientales como lluvias, fuertes masas de aire, altas temperaturas, o por la misma desintegración gradual de la estructura del suelo, etc [20].

2.2.9 Inundación.

Una inundación es el derrame lateral de las aguas de los ríos, que cubre temporalmente los terrenos. Suele suceder en épocas de lluvias intensas, marejadas y en caso de tsunami [19].

2.2.9.1 Clasificación de las inundaciones.

Se pueden clasificar en los siguientes [19]:

- **Inundación dinámica o rápidas:** Se producen en ríos cuyas cuencas presentan fuertes pendientes, por efecto de las lluvias intensas. Las crecidas de los ríos son inesperadas y de corta duración. Son las que producen los mayores daños en la población e infraestructura, debido a que el tiempo de reacción es casi nulo.
- **Inundaciones estáticas o lentas:** Se originan cuando las lluvias son duraderas y generalizadas, producen un aumento paulatino del caudal y del río hasta superar su capacidad máxima de transporte, por lo que el río se derrame, inundando áreas llanas cercanas al mismo, estas áreas se les denomina llanuras de Inundabilidad.

2.2.10 Socavación.

La socavación es un fenómeno hidrodinámico que es la causa más habitual de falla que afecta las cimentaciones de los puentes. Dicho fenómeno es una combinación de distintos procesos, unos que se producen a largo plazo y otros transitorios por el paso de avenidas [19].

2.2.10.1 Factores que influyen en la socavación.

Entre los factores que influyen en la socavación tenemos [19]:

- **Factores geomorfológicos:** Estos factores geomorfológicos hacen alusión a las características de la cuenca y el río analizado. entre las características de la cuenca se incluyen los factores climáticos y los usos y tipos de suelos. Las características de mayor interés son la pendiente, la geometría de la sección transversal, las características del material del lecho y las condiciones de borde del canal.
- **Factores de transporte:** Estos factores de transporte se relacionan con el transporte entre el agua como de sedimentos. Las características del flujo es la velocidad, duración y caudal, así como de transporte y tipo de sedimento durante tales eventos, son necesarias para estimar la profundidad de socavación.

2.2.11 Defensa ribereña.

La defensa ribereña es una estructura hidráulica ubicada en ambos márgenes del río, cuya función principal es de evitar los desbordes ante el paso de máximas avenidas y la erosión provocado que se ejerce ante estos fenómenos hidrológicos; además para la elección de una defensa ribereña, se debe realizar un análisis de tres parámetros muy importantes, entre éstos tenemos: máximas avenidas de caudal, topografía del río y socavación general del cauce; cabe resaltar para su diseño de estas estructuras se debe realizar en base a la ingeniería hidráulica y en su ejecución tener la experiencia especializada [20].

2.2.11.1 Tipos de defensa ribereña.

Todos los tipos de defensas ribereñas conllevan a prevenir los desbordamientos que pudieran ocasionarse ante una avenida máxima y ser controlado la erosión de las riberas, entre estas estructuras tenemos las siguientes [20]:

- Dique o plataforma de tierra con revestimiento de enrocado.
- Muro de concreto armado y muros de gravedad de concreto ciclópeo.
- Muros de gaviones.

2.2.11.2 Funciones de las defensas ribereñas.

- Seguridad ante desbordamiento o inundaciones a causa de fenómenos hidrológicos de máximas avenidas.
- Proteger a las márgenes del río contra la erosión.
- Dar dirección y controlar el flujo para proteger la ribera.

2.2.12 Diques de tierra con enrocado.

Trata de una capa de enrocado sobre un dique de tierra, permitiéndole trabajar en conjunto. El tipo de sección trapezoidal del dique es típica y por ende su altura depende del tirante. Por otra parte, según HEC-11 menciona que el enrocado evita la erosión, socavación y colapso de un terraplén. En el tamaño de la roca se tendrá en cuenta las características hidrológicas e hidráulicas del río para tener un mejor comportamiento [20].

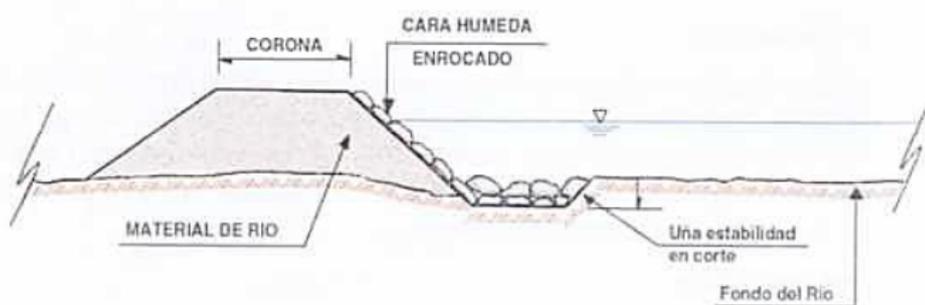


Figura 2.7: Sección transversal de la defensa ribereña.

Fuente: (Flores, (2015).

Entre las canteras de tierra y roca a utilizar deben ser de buena calidad y es recomendable lo más cercano posible a la zona de trabajo permitiendo ser más económico el proyecto. Las rugosidades de las paredes del enrocado permiten una resistencia mayor del flujo en comparación a la superficie naturalmente lisa, obteniendo una reducción de energía del flujo. Para prevenir que el revestimiento sea arrastrado de la cara húmeda por las máximas avenidas y los escombros que estas transportan se debe tener en cuenta la selección de la roca y sobre todo tener un diseño adecuado [20].

2.2.13 Estructuras de contención de gaviones.

Estas estructuras son construidas por elementos metélicos confeccionados con redes de malla hexagonal de doble torsión, llenados con piedras, son estructuras

extremadamente ventajosas, desde el punto de vista técnico y económico, pues poseen un conjunto de características funcional que no existen en otros tipos de estructuras. La malla hexagonal metélica, debe poseer las siguientes características [21]:

- Elevada resistencia mecénjca.
- Elevada resistencia contra la corrosion.
- Buena flexibilidad.
- No ser faicil de destejer o desmayar.

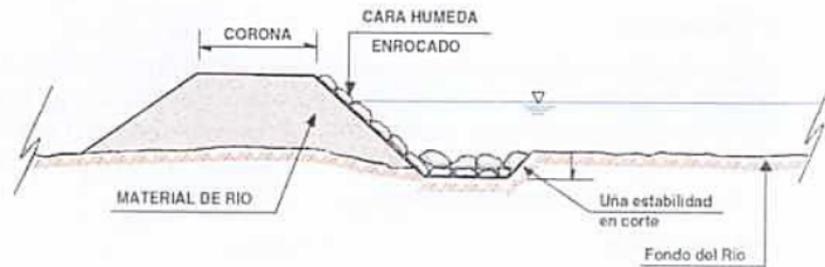


Figura 2.8: Gaviones.
Fuente: (Flores, (2015).

2.2.14 Modelo Digital de Elevación (DEM) topografía.

Es una labor que se hace en el campo con el objeto de obtener la información necesaria que faculden determinar las coordenadas PÁG 59 rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se tiene la representación gráfica del terreno levantado, el área y volúmenes de tierra cuando así se requiera; es resumido como el proceso de medir, calcular y dibujar para determinar la posición relativa de los puntos que constituyan una extensión de tierra [19].

2.2.14.1 Herramientas.

Las más usadas para hacer levantamientos topográficos son la estación total y el GPS. Sin embargo, desde hace poco tiempo se han incorporado a esta labor los drones, siendo estos el último y más novedoso aparato con el que se pueden realizar levantamientos topográficos mucho más prácticos y efectivos a la hora de dar precisión [19].

- **Estación Total:** Está habilitado para crear data confiable y depurada a partir de un menú de cálculos, también con la estación total se toman puntos de estudio para georeferenciar el terreno, comprende promedio de mediciones múltiples, corrección electrónica instantánea de distancias por constante de prisma.
- **Drone:** El drone, es un equipo de navegación autónomo que posee características técnicas para hacer trabajos de todo tipo, se pueden usar en el exterior como en el interior de algunos espacios pequeños o grandes, estos tienen sensores ópticos como: cámaras de video, fotográficas de espectro visible.

2.2.14.2 Etapas.

- **Planificación:** Todo levantamiento topográfico debe ser planificado, entendiéndose este como el conjunto de actividades previas con la finalidad de hacer un uso óptimo y eficiente del instrumento, para poder obtener un producto de calidad en precisión y exactitud que cumpla con las exigencias del proyecto de investigación que se tiene planteado desarrollar. Esta etapa de planificación es importante para poder elaborar el plan de actividades o plan de trabajo de manera que el mismo pueda desarrollarse con los recursos previstos.
- **Señalización:** Se resalta la ubicación de los puntos de control o cualquier otro punto de interés que sea para nuestro estudio, de acuerdo al propósito y permanencia en el sitio. Las señales pueden ser de puntería, se dice que una señal es de puntería cuando se dirigen visuales desde otros puntos, en este tipo pueden

señalarse al jalón y las miras visualizadas. Los puntos de control, generalmente se encuentran al ras del piso y debido a su importancia son resguardadas y referenciadas por el responsable en campo; la señal de doble propósito se refiere a puntos que son de control y al mismo tiempo van a ser observados desde otros puntos del terreno para poder referenciarse a los demás puntos.

Drones – sistemas aéreos no tripulados (UAS)

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

Tecnología de un dron

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

Movimiento de un dron

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

El Dron tiene cuatro tipos de movimiento:

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

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

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

Altitud: Es el movimiento de elevación en vertical.

2.2.15 Usos de la cámara de los drones

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

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

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

2.2.15.1 Aplicación de los drones en la ingeniería civil

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

- Elaboración de cartografía básica.

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

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

2.2.16 Structure From Motion

Es un algoritmo que nos permite obtener puntos en 3D, este algoritmo permite llevar a partir de un imagen en dos dimensiones podemos obtener imágenes en tres dimensiones. "El algoritmo Structure from Motion (SfM) se entiende como la estimación de la estructura 3D de un objeto rígido y el movimiento relativo de la cámara entre imágenes 2D, cuando los parámetros externos son desconocidos pero se trasladan [26]". Dicho de otro forma este método está sustentado en la obtención de la translación y la rotación de un punto entre dos imágenes.

2.2.17 Levantamiento con drones

Para el levantamiento con drones se debe tener las siguientes consideraciones según [27]:

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.

III. HIPÓTESIS.

3.1 Hipótesis general.

Es posible evaluar la defensa ribereña para la protección del estadio la Bombonera, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.

3.2 Hipótesis específicas.

- Se va lograr la protección del estadio la Bombonera, 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 los márgenes del estadio la Bombonera, distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, del departamento de Ayacucho.

IV. METODOLOGÍA.

4.1 Diseño de la investigación.

El diseño de la investigación comprende:

- Buscar antecedentes, 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 la inundación del estadio la Bombonera en esta etapa se busco tesis y trabajos anteriores de la zona, para asi tener mas información y hacer una correcta evaluación.
- Se estudio varios método para la obtención de caudal en este caso escogimos el metodo del flotador, para poder calcular el caudal del río Niño Yucaes.
- Diseño del instrumento de evaluación que permita el correcto recogo de información para dar una solución adecuada para la protección del estadio la Bombonera 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 para la protección del estadio la Bombonera en el Centro Poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, con el cual podremos calculas la altura correcta de gavión.

4.2 Tipo de investigación.

La investigación será de tipo exploratorio, este es un tipo de investigación que busca dar una mayor explicación de un determinado tema.

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.

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 Muyurina, del centro poblado de Muyurina del distrito de Tambillo, de la provincia de Huamanga del departamento de Ayacucho.

4.4.3 Muestreo.

Son el ancho y la altura de la defensa ribereña, aledañas al puente Muyurina, del centro poblado de Muyurina, distrito Tambillo, provincia de Huamanga del

departamento de Ayacucho así mismo se considera el caudal máximo del río Niño Yucaes.

4.5 Definición y operacionalización de variables e indicadores.

Operacionalización de variables:

Ver la Tabla ??.

EVALUACIÓN Y DISEÑO DE DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL ESTADIO LA BOMBONERA 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 estadio la Bombonera, 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 estadio la Bombonera, 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 estadio la Bombonera, 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 estadio la Bombonera 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.
- **Cuaderno para la toma de apuntes:** Para registrar las variables los datos correspondientes.
- **Wincha:** Este instrumento nos ayudara para medir las diferentes secciones del rio como tambien nos ayudara para tomar medidas del gavión.
- **Libros y/o manuales de referencia:** Para tener información acerca de la descripción, medición y relación de estado de defensas ribereñas, para tener informacion de caudales máximos de diseño.
- **Equipos topográficos:** Los equipos topográficos utilizados fueron un GPS diferencial para tener la ubicación de los puntos de control.
- **Equipos adicionales:** Se utilizo un drone para hacer el vuelo y tener una mejor ubicación de toda la zona con la cual se realizo una reconstrucción 3D del cual se pudo obtener un modelo de elevación digital.

4.7 Plan de análisis.

El análisis de los datos se realizará haciendo uso de técnicas estadísticas descriptivas que permitan obtener resultados y conclusiones coherentes y basandnos siempre en la teoria y la revisiones bibliográficas.

- Las fotografías obtenidas fueron almacenadas en la memoria del dron las cuales fueron usadas en gavineta para la reconstrucción 3D y la posterior generación de modelos de elevación digital.
- Con la reconstrucción 3D pudimos obtener una mayor visión de las zonas evaluadas las cuales fueron zonas aledañas al al estadio la Bombonera.
- Se tomaron medida de los gaviones existente en las inmediaciones del del estadio la Bombonera.
- Se determinará el tipo de suelo y la vegetación existente en las inmediaciones del estadio la Bombonera.
- 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 DEFENSA RIBEREÑA PARA LA PROTECCIÓN DEL ESTADIO LA BOMBONERA EMPLEANDO EL ALGORITMO SEM-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 departemento de Ayacucho, protegerá las instalaciones del estadio la Bombonera?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Evaluar y diseñar la defensa ribereña para prevenir el daño del estadio la Bombonera del centro poblado de Muyurina, del departamento de Ayacucho.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Evaluar la instalación de defensa ribereña en las zonas aledañas al estadio la bombonera del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. 2. Describir el estado y las zonas de riesgo donde se podría plantear una defensa ribereña para la protección del estadio la Bombonera del distrito de Tambillo, provincia de Huamanga y departamento de Ayacucho. 	<p>El presente trabajo se justifica por la necesidad de prevenir futuros desbordos y huaycos provocados por el aumento de caudal del río del valle de Muyurina, ya que al hacer reconocimiento de la zona observamos que existe un estadio construido cerca a los márgenes del río, el cual de caso ocurrir un desborde e inundación se vería gravemente afectado.</p>	<p>Hipótesis general:</p> <p>Es posible evaluar la defensa ribereña para la protección del estadio la Bombonera, 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 del estadio la Bombonera, 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 los márgenes del estadio la Bombonera, distrito de Tombillo, 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 un 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.

Para hacer la evaluación de la estructura hidráulica se tomara tres aspectos esenciales como son la evaluación del estado de conservación y las medidas correspondientes de los gaviones existen, por otro lado se calculara en campo el caudal del río Niño Yucaes, y tambien se buscara trabajos de investigaciones anteriores para tener el dato del caudal máximo, asi mismo se realizara una evaluación geomorfológica, donde evaluaremos el tipo de suelo y vegetación presente en los sectores aledaños al estadio la Bombonera.

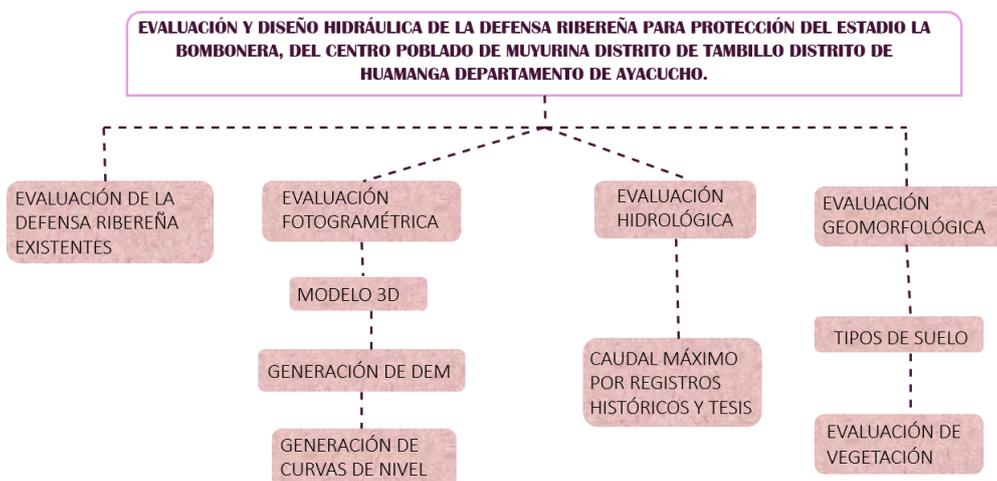


Figura 5.1: Diagrama de flujo de la investigación.

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 en los sectores aledaños al estadio la Bombonera, distrito de Tambillo, provincia de Humanga del departamento de Ayacucho, ya en campo se procedió a medir la altura y ancho de los gaviones, teniendo los siguientes resultados:



Figura 5.2: Vista del río Niño Yucaes.
Fuente: Elaboración propia.

Altura y ancho de gavión.

Los gaviones encontrados midieron un total de 2.50 metros de altura y un ancho de 1.12 metros.



Figura 5.3: Medición del ancho de gavión.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.4: Medición del la altura de gavión.

Fuente: Elaboración propia.

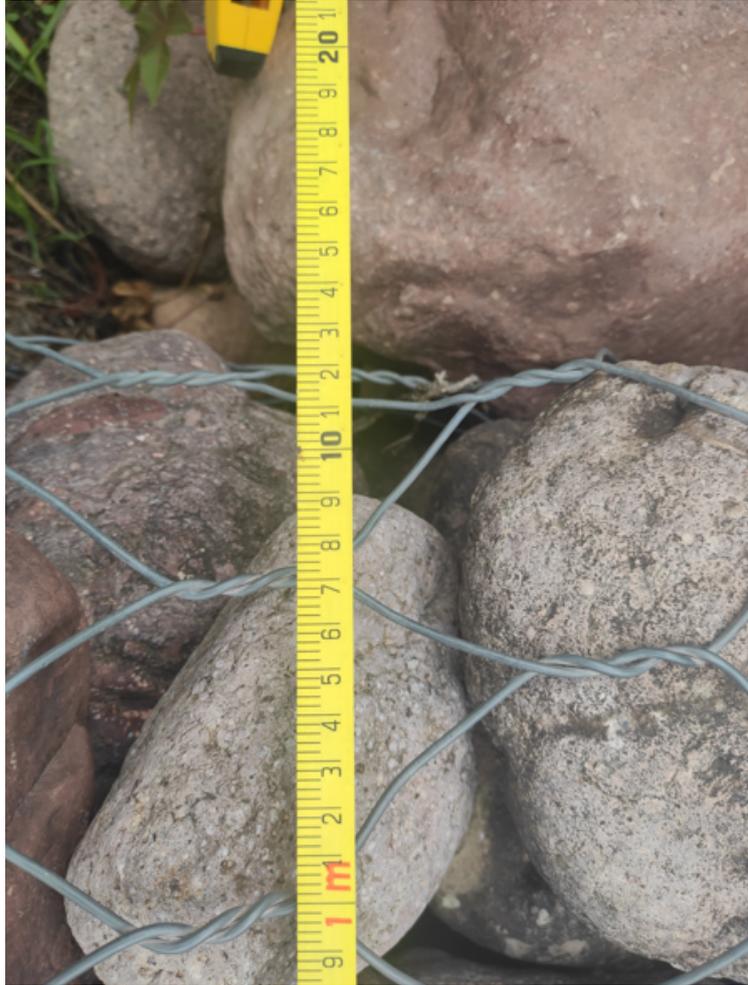


Figura 5.5: Vista de gavi3n.
Fuente: Elaboraci3n propia.



Figura 5.6: Vista de gavi3n.
Fuente: Elaboraci3n propia.

5.1.2 Evaluación fotogramétrica.

La evaluación fotogramétrica se realizó haciendo el levantamiento de la zona evaluada con la ayuda de un drone, con el cual se recolecto fotos los cuales fueron procesados posteriorenente para obtener su reconstrucción 3D de la zona. El levatamiento fotogramétrico se realizó en los márgenes del río Niño Yucaes.



Figura 5.7: Equipo usado para hacer el vuelo.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.8: Toma de datos con el drone.

Fuente: Elaboración propia.

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

El levantamiento se realizó haciendo uso de un GPS diferencial, este equipo se uso para hacer el levantamiento de un total de once puntos, los cuales fueron marcados previamente haciendo uso de una pintura roja, se uso este color ya que el color rojo es bastante llamativo y podria ser facil la identificación posteriormente al hacerse el levantamiento con el drone, estos once puntos son llamados puntos de control, llamados de esta forma debido a que depende mucho de ellos la precisión de los productos finales generados.



Figura 5.9: Ubicación de los puntos de control.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.10: Ubicación de los puntos de control.

Fuente: Elaboración propia.

En el siguiente cuadro se muestra la ubicación de cada punto de control, con sus respectivos datos en norte, este y altura.

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

Tabla 5.1: Puntos de control.

Fuente: Fuente propia.

5.1.3.1 Calibración y ubicación de la cámara:

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

5.1.3.2 Nube de puntos esparcida:

Se han cargado al programa Agisoft las fotografías. Después se han aplicado los algoritmos structure from motion, el cual es un algoritmo que permite obtener imágenes en 3D a partir de imágenes en 2D, se han obtenido de ello una nube de

puntos esparcida. La nube de puntos esparcida inicial siempre tiende a tener algunos defectos, ocasionados por el polvo en el aire encontrado a la hora de toma de datos. Por lo tanto se tuvo que limpiar manualmente todo el ruido posible para así mejorar la calidad de producto final.

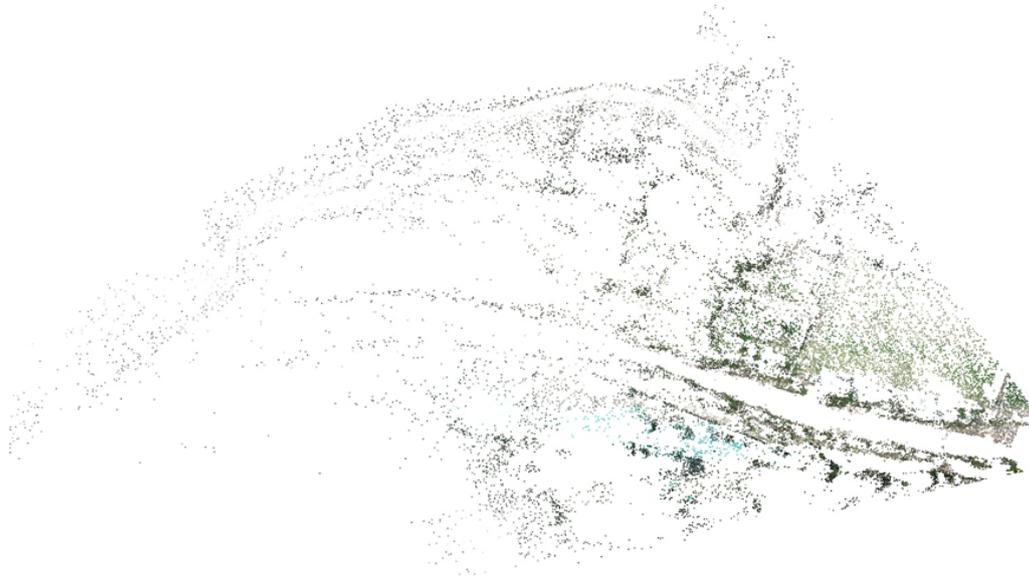


Figura 5.11: Nube de puntos dispersa.

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 más puntos, dando como resultado la nube de puntos densa. En esta etapa del trabajo se puede escoger si se desea trabajar a una calidad alta, media o baja para nuestro caso el umbral elegido para la nube de puntos densa fue de calidad media y demoró aproximadamente un total de 50 minutos de procesamiento en la workstation.

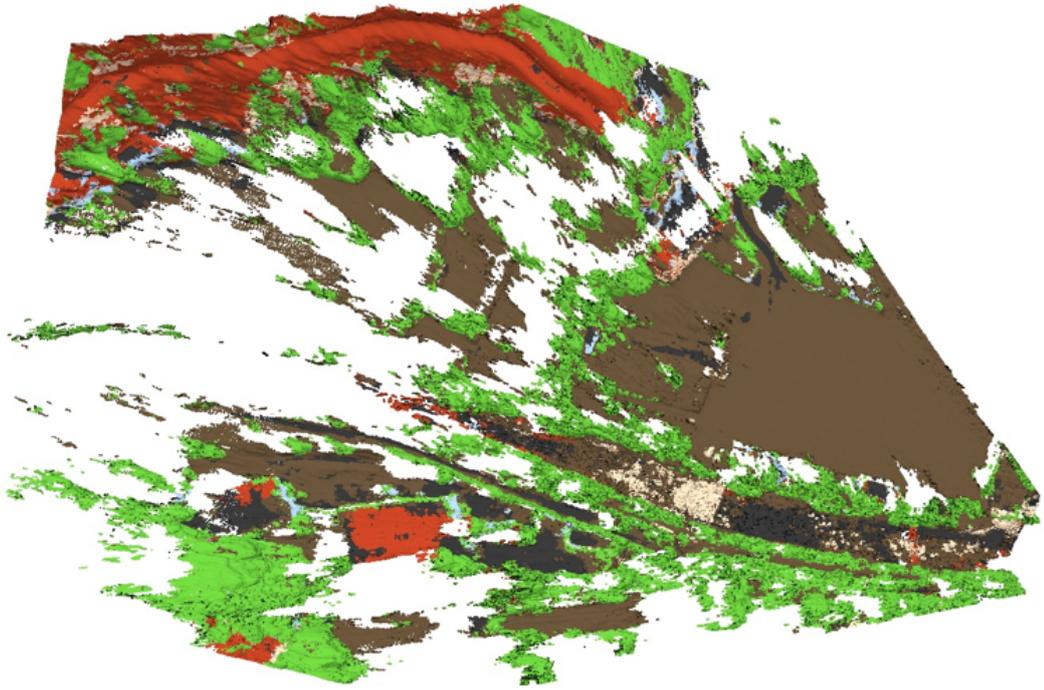


Figura 5.12: Modelo de nube de puntos denso en planta.
Fuente: Elaboración propia.

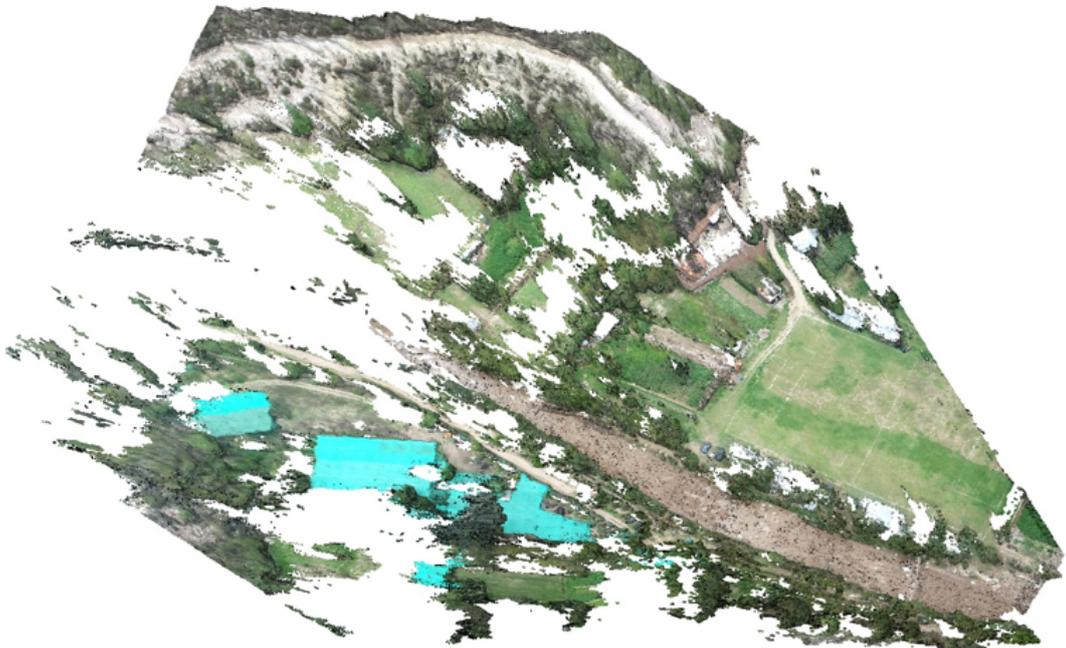


Figura 5.13: Modelo de nube de puntos.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.4 Modelo tridimensional de mallas:

Una vez obtenido la nube de puntos densa se realiza el enmallado del modelo. En esta etapa se procede a formar una triangulación con la intersección de todos los puntos obtenidos en el paso anterior. Se elige un umbral de calidad media para seleccionar el tamaño de las mallas triangulares irregulares. El modelo de mallas inicial ha tenido información faltante el cual se muestra como huecos en el modelo. Se ha utilizado el algoritmo de relleno que interseca los puntos perimetrales del hueco tal como se muestran en las imágenes.

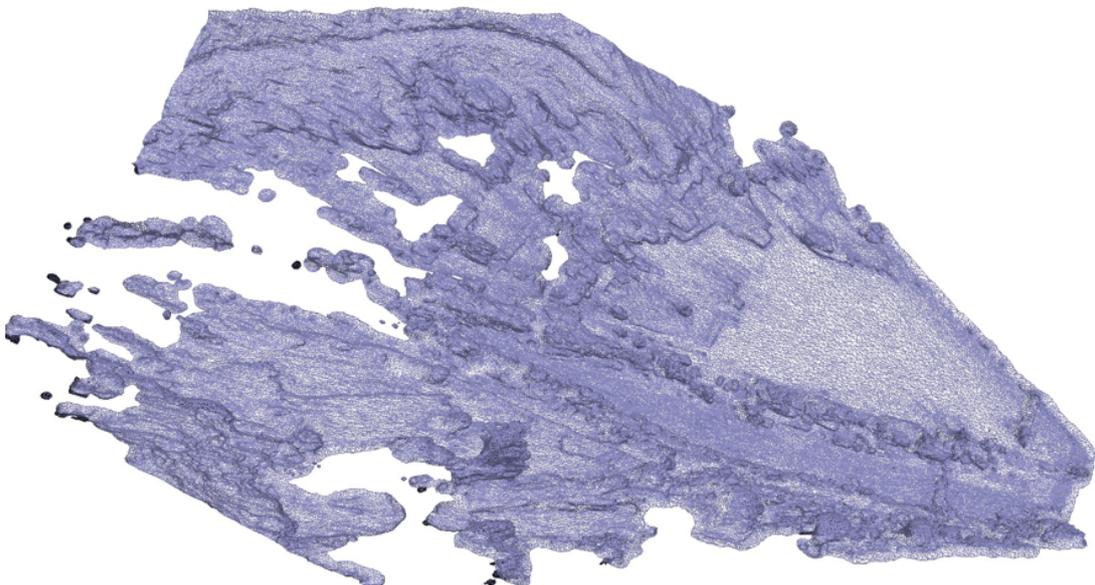


Figura 5.14: Modelo de malla.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3.5 Modelo texturado:

Una vez calculado el modelo de mallas se procede hacer el modelo texturado, se le asigna a la resultante de cada triángulo sus coordenadas en cada espectro de color (Red, Green y Blue) el cual son espectros en tonos azules, rojos y verde, el modelo fue procesado en 32 minutos aproximadamente.

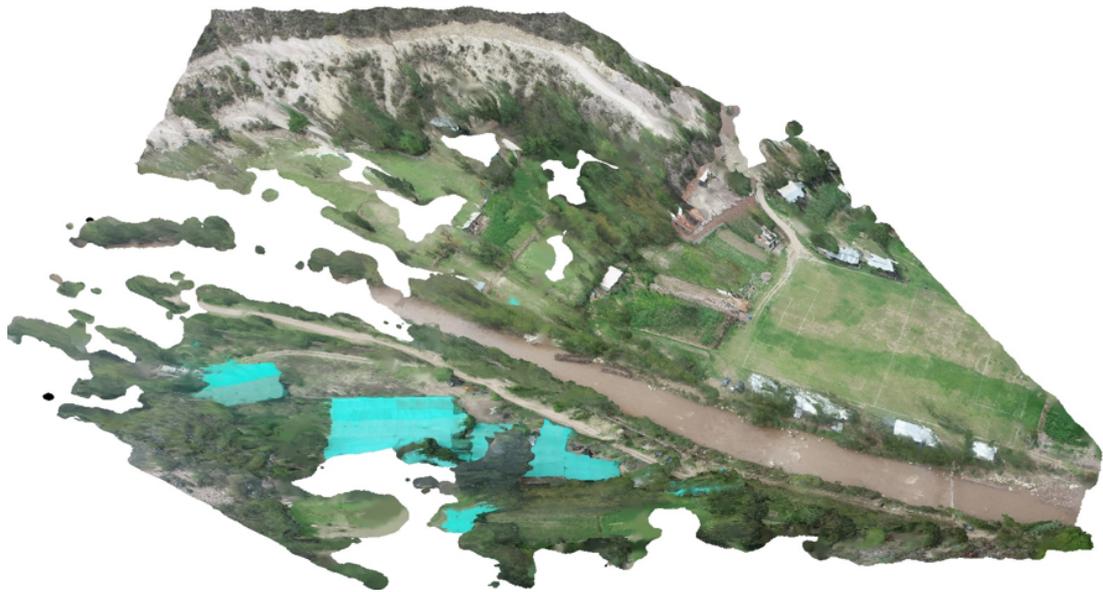


Figura 5.15: Modelo texturado.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.16: 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.

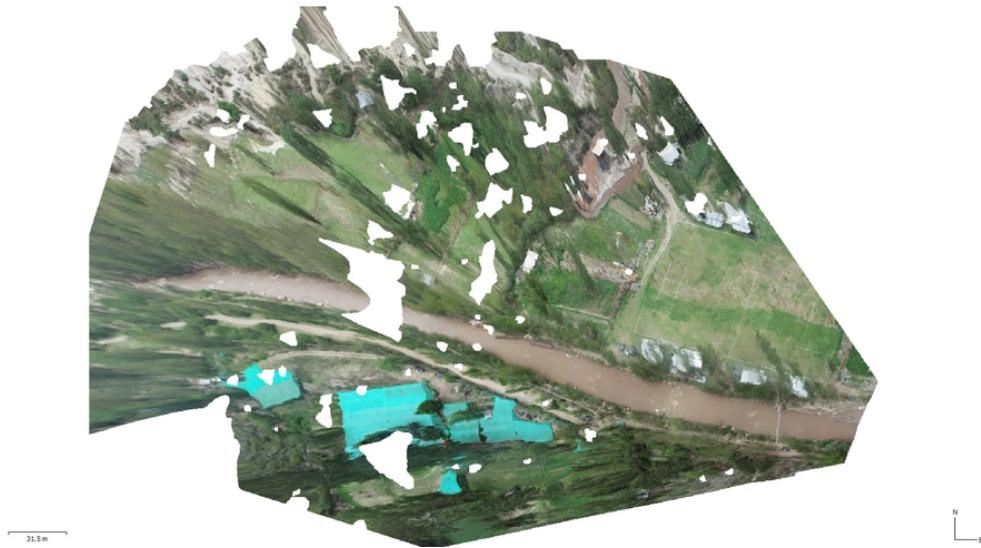


Figura 5.17: Ortofoto de la zona evaluada.

Fuente: Elaboración propia.

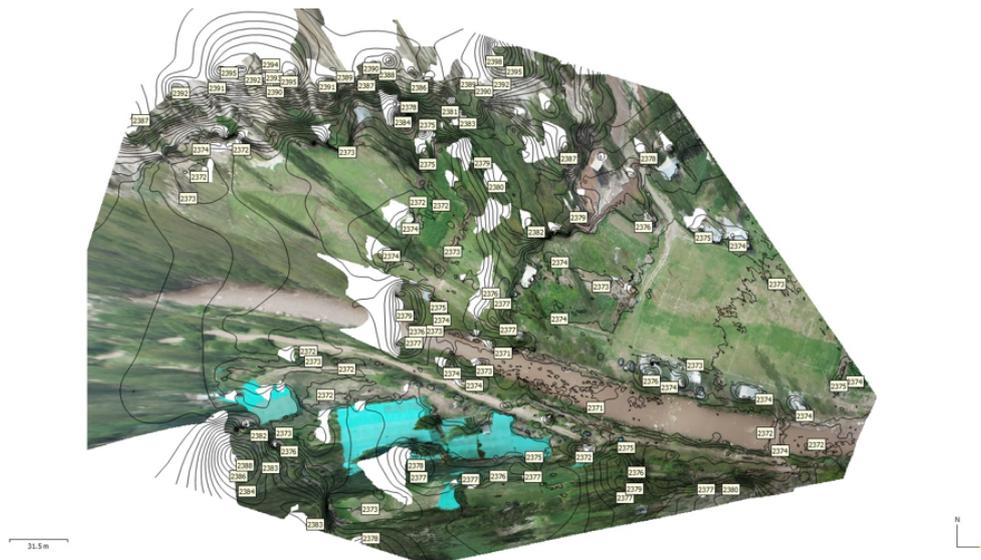


Figura 5.18: Modelo de curvas de nivel.

Fuente: Elaboración propia.

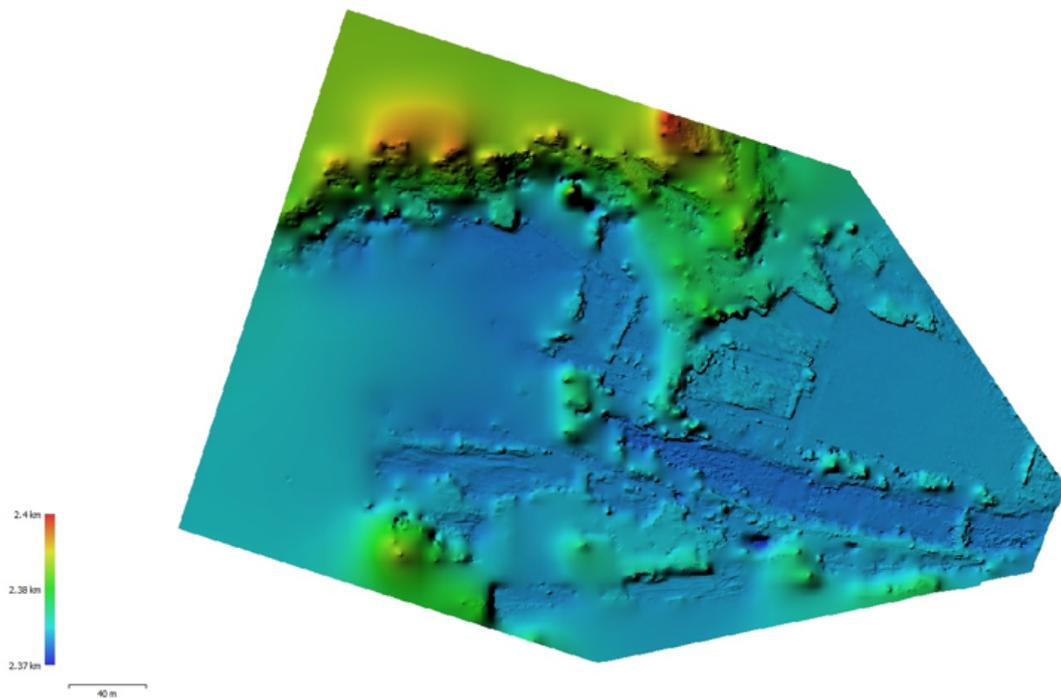


Figura 5.19: El MDT (modelo digital del terreno).
Fuente: Elaboración propia.

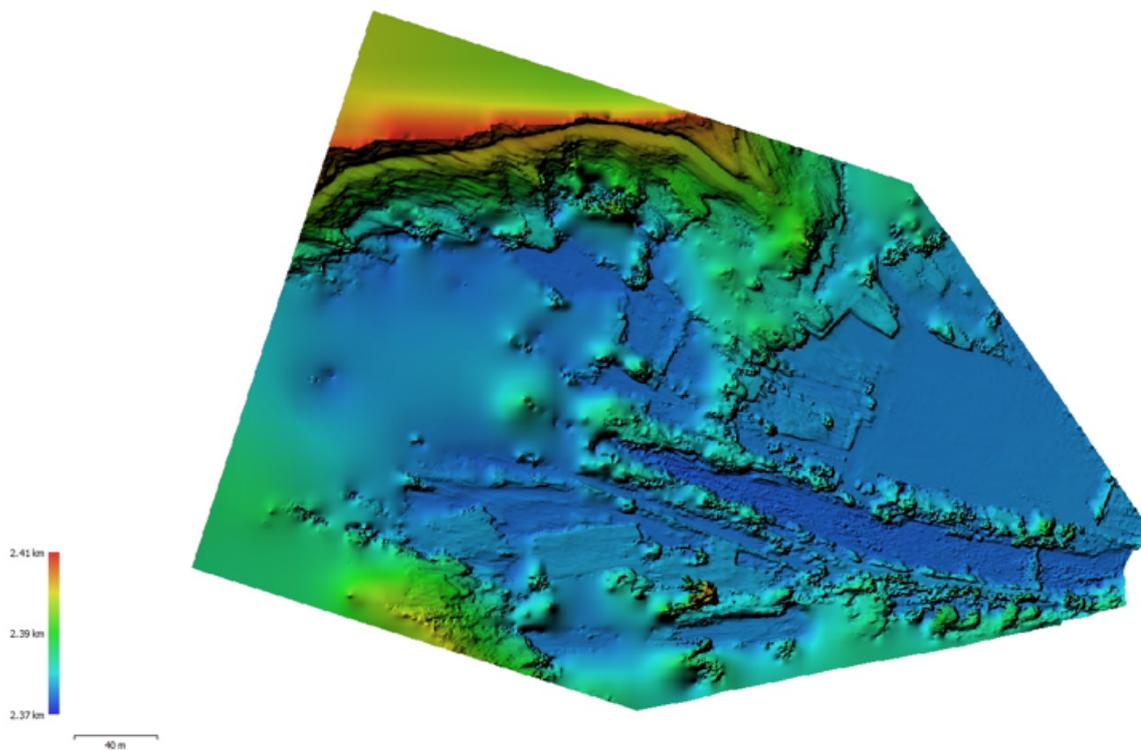


Figura 5.20: DEM generado.
Fuente: Elaboración propia.

Después de hacer todos los pasos correspondientes se pudo obtener la reconstrucción de la zona evaluada posteriormente se pudo obtener la sección del río Niño Yucaes, el cual bordea al estadio la Bombonera.

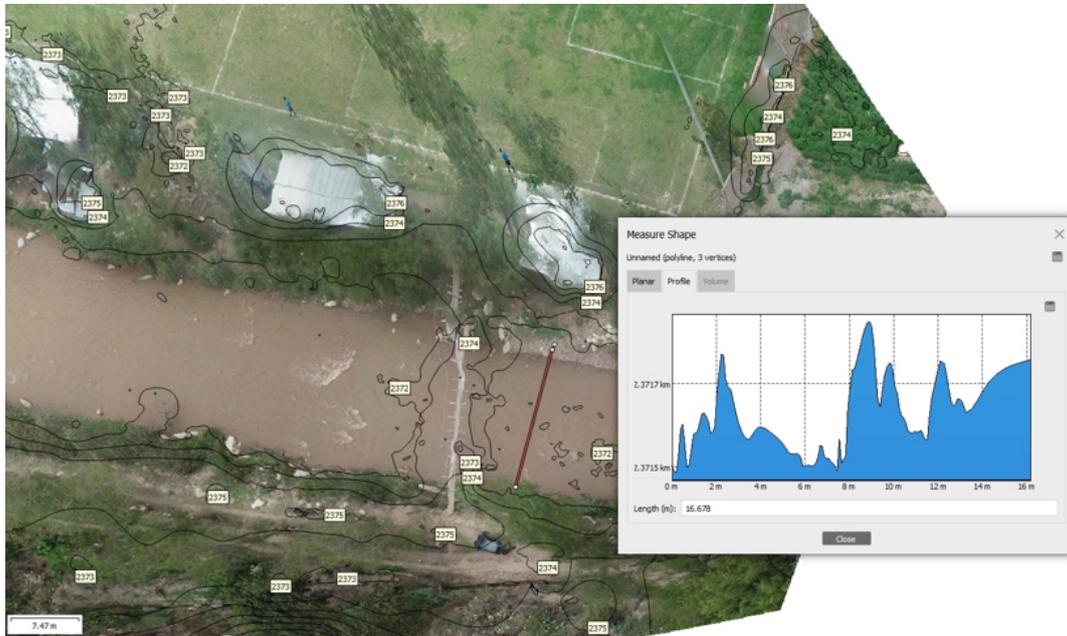


Figura 5.21: Sección del río evaluado.
Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.22: Sección del río evaluado.
Fuente: Elaboración propia.

5.1.4 Evaluación hidrológica.

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

5.1.4.1 Cálculo de caudal máximo.

El caudal máximo, Se asume como premisa que los caudales máximos están siempre relacionados con un determinado período de retorno en años (T), en vista de lo cual cualquier fórmula empírica debe involucrar este factor. El tiempo de retorno para este tipo de trabajo como son las defensas ribereñas se asume 50 años de retorno.

a) Evaluación realizada en campo.

La evaluación de campo consistió en el levantamiento de una sección del río Niño Yucaes, la sección del río evaluado fue la sección mas ancha presente del perímetro del estadio la Bombonera, el levantamiento se realizó haciendo uso de la técnica del flotador para la obtención de datos, con esto se pudo lograr la velocidad de río también se pudo obtener la sección del ancho del río Niño Yucaes.

Método del flotador.

El método del flotador se utiliza cuando no se tiene equipos de medición y para este fin se tiene que conocer el área de la sección y la velocidad del agua. 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. La sección del río se obtiene haciendo medidas cada una cierta distancia introduciendo un palo al fondo del río el cual se mide con una wincha según la marca dejada al sumergir el palo, para este método se usó los siguientes instrumentos:

- **Cuerda:** Usada para marcar los puntos de partida y llegada.
- **Wincha:** Se usa para hacer las medidas de ancho y largo de río.
- **Flexómetro:** Se usa para medir la marca de la profundidad del río.
- **Cronometro:** Se usa para medir el tiempo.
- **Flotador:** Es el objeto el cual va ir de un punto a otro y del cual tomaremos su velocidad.

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 pasó al trabajo en gabinete en el cual se pudo tener la sección del río como se muestra en la figura siguiente:

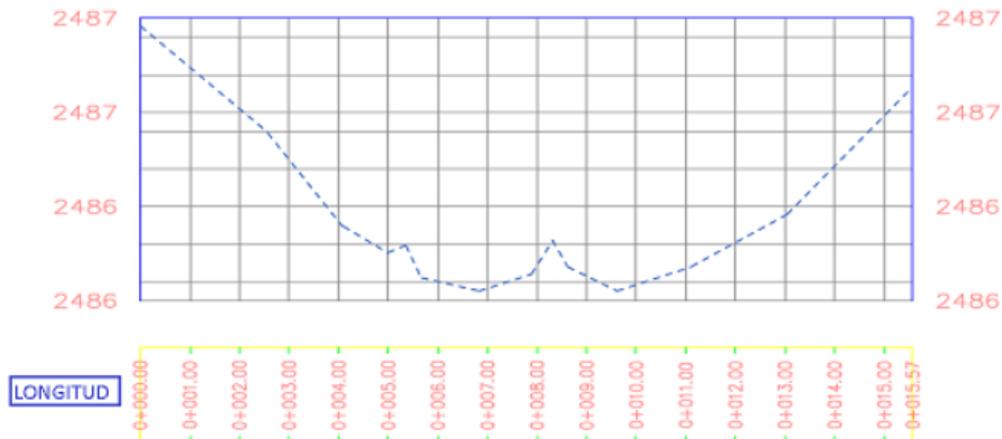


Figura 5.23: Sección del río Niño Yucaes.

Fuente: Elaboración propia.

PUNTOS	NORTE (N)	ESTE (E)	ALTURA (Z)
1	8550151.258	588638.657	2486.542
2	8550152.710	588638.546	2486.562
3	8550152.659	588638.624	2486.494
4	8550154.092	588638.845	2486.384
5	8550154.075	588638.882	2486.364
6	8550155.652	588638.694	2486.385
7	8550156.878	588638.567	2486.352
8	8550156.946	588638.632	2486.364
9	8550158.614	588638.254	2486.352
10	8550158.550	588638.314	2486.362
11	8550161.301	588638.073	2486.653
12	8550161.325	588638.063	2486.651
13	8550161.265	588638.028	2486.624

Tabla 5.2: Datos de sección del río Niño Yucaes.

Fuente: Fuente propia.

Después de hacer los cálculos necesarios obtuvimos el área de la sección evaluada fue 14.696 metros cuadrados al cual se le agrego un area de 30.75 metros cuadrados esto debido que segun las huellas observadas en campo dejadas se encontro una altura de 1.52 metros por encima del dato tomado en campo esto se multiplico por el ancho del río en el tramo evaluado en cual fue un total de 20.5 metros, la velocidad obtenida en campo fue 3.24 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 estadio la Bombonera.

$$Q = V \times A$$

$$Q = 3.24 \times 45.45$$

$$Q = 147.26m^3/s$$



Figura 5.24: Medida de ancho del río Niño Yucaes.

Fuente: Elaboración propia.



Figura 5.25: Cálculo de caudal.

Fuente: Elaboración propia.

b) Cálculo de caudal máximo por registro histórico.

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

- **Cuenca del río Yucaes:** Está ubicado en la región de Ayacucho y drena una área de 421. Km² de extensión. Tiene una altitud media de 3,525 m.s.n.m. Una pendiente media en el orden de 3.16 Por ciento y de acuerdo a la curva hipsométrica mostrada corresponde a un río maduro. El factor de forma determinado es 0.96.

ITEM	PARAMETRO GEOMORFOLÓGICO	SÍMBOLO	VALOR	UNIDAD
1.01	Área de la cuenca	A =	693.86	Km 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 cuadro siguiente asu vez los caudales estan divididos para diversos periodos de retorno, todo estos datos se obtuvo del trabajo de investigación "Análisis por riesgo de inundaciones en la cuenca del río Yuaces sector Muyurina, Ayacucho, 2014" para obras de defensa ribereña se toma 50 años de periodo de retorno.

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

TR = Tiempo de retorno
P = Probabilidad de ocurrencia

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

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

Fuente: Hector Gonzales (2016).

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

TR = Tiempo de retorno
P = Probabilidad de ocurrencia

1.- Total de Ppmax24 horas

Tabla 5.5: Precipitación máxima total en 24 horas.

Fuente: AHector Gonzales (2016).

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

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

Fuente: Hector Gonzales (2016).

MÉTODOS DE CÁLCULO DEL CAUDAL CRECIENTE O AVENIDA	CAUDAL MÁXIMO O DE DISEÑO. (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)	Empírico	352.90	428.89	504.88
MÉTODO RACIONAL MODIFICADO (TEMEZ)	Empírico	322.59	381.29	442.44
MÉTODO DEL NUMERO DE CURVA (CN)	Empírico	356.32	426.43	499.49
MÉTODO HIDROGRAMA UNITARIO TRIANGULAR	Hidr. Unitario	313.99	380.78	451.18
MODELO HIDROLOGICO HEC-HMS V. 4.0	Aplicación	316.80	390.20	468.40
CAUDAL MÁXIMO DE DISEÑO (m3/seg)		332.52	401.52	473.28

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 ya que según bibliografías revisadas es el tiempo que se debe tomar para diseño de gaviones.

c) Recopilación de información en la ficha de encuesta.

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



Figura 5.26: 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 la 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 tres grupos de suelos:

- **Grupo A:** Arena profunda, suelos profundos depositados por el viento, limos agregados.
- **Grupo B:** Suelos poco profundos depositados por el viento, marga arenosa.

- **Grupo C:** Margas arcillosas, margas arenosas poco profundas, suelos con bajo contenido orgánico y suelos con altos contenidos de arcilla.

5.1.5.2 Evaluación de tipo de vegetación.

Se realizó una inspección visual de la zona así mismo se pudo tener una mayor visión a partir de las reconstrucciones 3D obtenidas de la fotogrametría que hicimos en la zona en márgenes del estadio la Bombonera podemos decir que hay presencia de gran cantidad de arbustos en las zonas altas, y en las secciones aledañas al río Niño Yucaes hay gran cantidad de sembríos y plantaciones de árboles frutales también se observó que hay gran cantidad de arbustos en las zonas aledañas al río y el margen del estadio la Bombonera.

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 el periodo de 50 años es para muros de encauzamiento esto puede aumentar si estas obras protegen centros poblados o comunidades. Para el cálculo de la altura del gavión se usó la siguiente fórmula.

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

Donde:

ϕ : Factor de seguridad.

V: Velocidad media de máxima avenida.

g: Gravedad.

Remplazando datos en la ecuación anterior se tendra lo siguiente:

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

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

$$B_L = 1.2 \frac{6.65^2}{2(9.81)}$$

$$B_L = 2.71$$

$$H = B_L + Y$$

$$H = 1.68 + 0.85$$

$$H = 3.55m$$

5.2 Análisis de resultados.

tenemos los siguientes detalles de nuestros resultados:

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

- Tambien se procedio a tomar entrevista a los pobladores con la finalidad de ratificar las huellas dejadas por el río en maximas avenidas, en esta ficha se consulto a los pobladores sobre los eventos sucedidos años atras en el río, como son cuantas veces el río se desbordo, si se presentaron perdidas materiales o perdidas humanas, como tambien que tipo de elementos solia traer el río en épocas de máximo caudal.

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 estadio la Bombonera, del centro poblado de Muyurina.
- La altura de gavión obtenida fue de 3.55 metros lo cual quiere decir que se debería de plantear la construcción de una nueva defensa ribereña o ver la forma de aumentar la altura de los gaviones existentes, ya que los gaviones actuales tienen una altura promedio de 2.50 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 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] Quispe Bautista and Olmedo Mauro. Estudio hidrológico e hidráulico para la determinación de zonas inundables en el río qeqra del dsitrrito de tambo-la mar-ayacucho-2016. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2016.
- [2] Helbira Inabel Martínez Mendoza. Evaluación hidrológica para la determinación de caudales máximos en la subcuenca del río sayacc, vischongo-vilcashuamán-ayacucho, 2018. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2019.
- [3] Fader Edizon Zarabia Romero. Simulación hidrológica de cuencas y canales del río chicha mediante sistemas de información geográfica (sig), provincia de sucre-ayacucho. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2016.
- [4] Violeta Saccatoma Cacyamarca. Estimación de la erosión hídrica y el manejo de aguas en la cuenca de yucaes-huamanga-ayacucho-2017. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2017.
- [5] Jonathan Pool Alarcon Barazorda and Sthefany Jesus Mío Medina. Modelamiento hidráulico y propuesta de defensa ribereña en la cuenca del río caplina sector río seco distrito cgal–tacna 2021. *Universidad César Vallejo*, 2021.
- [6] Carlos Augusto Urteaga Huamán. Análisis comparativo de soluciones de defensa ribereña para el puente tahuamanu–madre de dios: sistema de gaviones y geo estructuras. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 2019.
- [7] Daniel Alberto Aguilar Aguinaga. Comparación técnica entre el uso de gaviones y geoceldas como estructuras de defensa ribereña. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 2016.
- [8] Luther Marcelo Kerimbey Alvaro Aguilar and Luis Anselmo Henriquez Fasanando. Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del rio chicama tramo puente punta moreno–pampas de jaguey aplicando el programa river. *Universidad Privada Antenor Orrego-UPAO*, 2014.
- [9] Raúl Martín Millán Arriola and Denis German Díaz Vílchez. Diseño de una defensa ribereña mediante enrocado en el río chillón, sector yangas. tramo: km 34-40. *PE*, 2021.

- [10] Fernando Sigifredo Vargas Aguirre. Estimación de costos para el proyecto de defensa ribereña con geocontenedores en la localidad de maypuco distrito de urarinas, loreto 2018. *Universidad Privada de Trujillo*, 2018.
- [11] Fiorela Castro Castillo and Alex Francis Sánchez Poma. Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña en el río moche, entre el tramo cerro blanco–menocucho, trujillo 2018. *Universidad César Vallejo*, 2019.
- [12] Angel Francisco Moises Mays Farro and Rubber Handerson Torres Seclén. Análisis y diseño de la defensa ribereña del río reque, tramo puente reque–desembocadura en el océano pacífico, provincia de chiclayo, departamento de lambayeque, 2017. *Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo*, 2018.
- [13] REYNALDO EBERT MENDOZA ZAPANA and WILSON HUARSOCCA LOBON. Diseño de defensa ribereña para la protección de deslizamiento de tierra del río huari, sector cajay-ancash. *Universidad Privada de Trujillo*, 2021.
- [14] Yahaira Sthefani Meza Verastegui. Diseño hidráulico y estructural de defensa ribereña del río tarma en el sector de santo domingo-palca-tarma-2019. *Universidad Católica Sedes Sapientiae*, 2019.
- [15] 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.
- [16] Francisco Javier Rojas Montalvo. Bases de diseño hidráulico para los encauzamientos o canalizaciones de ríos. *Quito: UCE.*, 2014.
- [17] María-Laura Bertuzzi, María-Daniela Montagnini, Camila Costa, María-Magdalena Ferreyra, MF Mántaras, José Reyt, María-Cecilia Chiappini, Martín Blettler, Alberto Mahave, and Delia Romano. Naturaleza y artefacto: operaciones diversas en la construcción de la ribera del paraná en el tramo san javier-coronda. *I Jornadas de Investigación “Ríos urbanos. Nuevas perspectivas para el estudio, diseño y gestión de los territorios fluviales”(La Plata/Gral San Martín, 2017)*, 2017.
- [18] Sebastian Barbosa Gil. Metodología para calcular la profundidad de socavación general en ríos de montaña (lecho de gravas). *Escuela de Geociencias y Medio Ambiente*, 2013.
- [19] Javier Rolando Gutiérrez Neciosup and Luis Antonio Reyes Lino. Estudio de socavación e inundabilidad para el diseño de una defensa ribereña en el cauce del río chicama tramo puente nazareno. *Universidad Privada Antenor Orrego*, 2020.
- [20] 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.

- [21] Edgar Fernández Cuti. Estudio de la defensa ribereña sobre el río pichari-la convención-cusco mediante gaviones caja fuerte. *Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga*, 2010.
- [22] S Carretero. Modelos digitales del terreno mediante fotogrametría aérea realizada con un vehículo aéreo no tripulado. *Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España*, 2015.
- [23] Alfonsina E Andreatta, Jessica Pamela Pettiti, and Carina Beatriz Fernández. Jornadas de ciencia y tecnología 2018 de la utn facultad regional san francisco: del 30 de octubre al 1 de noviembre de 2018. 2018.
- [24] Vladimir N Dobrokhodov, Isaac I Kaminer, Kevin D Jones, and Reza Ghabcheloo. Vision-based tracking and motion estimation for moving targets using small uavs. *merican Control Conference*, 2006.
- [25] Cristina Cuerno Rejado. Los drones y sus aplicaciones a la ingeniería civil. *Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Comunidad de Madrid*, 2015.
- [26] José Manuel Pereira Uzal. Modelado 3d en patrimonio cultural por técnicas de structure from motion. 2014.
- [27] Regner Raul. Parra Lavado. Modelo analítico de los parámetros para la fotogrametría con drones en obras viales. *Universidad Peruana Los Andes*, 2019.

ANEXOS

Anexo 1: Localización del proyecto.



Anexo 2: Fotos descriptivas.



Fotografía 1: *Vista panorámica de gavión.*



Fotografía 2: *Entrevista a los pobladores.*



Fotografía 3: *Tomando fotos con el drone.*



Fotografía 4: *Midiendo el ancho del río.*



Fotografía 4: *Midiendo el caudal del río.*



Fotografía 4: *Midiendo altura de gavión.*

Anexo 3: Instrumentos de evaluación.

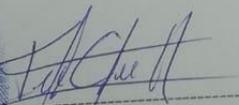
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

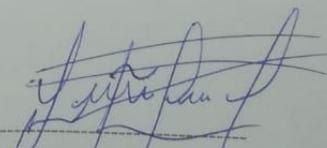
GEOMETRIA

ANCHO	
0 - 5 m	1.10
5 - 10 m	1.10
10 - 15 m	1.12
15 - 20 m	1.12
20 - 25 m	1.12
25 - 30 m	1.12
LONG. DEL GAVIÓN	

ENTREVISTA

PREGUNTAS	RESPUESTAS
1) ¿Qué tiempo vive por la zona?	8 años
2) ¿En qué año observo el mayor caudal del río?	2018
3) ¿Cuántas veces observo que el río se desbordara?	6 veces
4) ¿En qué mes del año observo mayor caudal del río?	Enero, Febrero
5) ¿Alguna vez el río arrastro lodo?	Si
6) ¿Alguna vez el río arrastro piedras de grandes dimensiones?	Si
7) ¿Alguna vez su propiedad fue afectada por el desborde del río?	Si
8) ¿alguna vez observo que se inundara la calle paralela al río?	Si



 POBLADOR ENCUESTADO
 Amador Tuesta Calle


 ENCUESTADOR
 Keli Quispe