

TURNTIN INFORME FINAL

por CRISTHOPER CURI QUICAÑA

Fecha de entrega: 16-ene-2024 11:12p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2272328160

Nombre del archivo: 1447_CRISTHOPER_CURI_QUICANA_TURNTIN_INFORME_FINAL_59068_551092082.pdf
(1,009.67K)

Total de palabras: 15934

Total de caracteres: 89143

Resumen

El estudio se centra en el "Diseño de Muro de Gaviones para Mejorar la Defensa Ribereña del Río Huatatas en el Centro Recreacional Glorieta Distrito de Andrés Avelino Cáceres Provincia de Huamanga Región Ayacucho - 2023". Aborda la creciente vulnerabilidad de las áreas ribereñas, especialmente del Río Huatatas, a eventos extremos como inundaciones y terremotos, exacerbada por la variabilidad climática y la actividad humana. Este contexto ha puesto en riesgo la infraestructura y seguridad del Centro Recreacional Glorieta, demostrando la ineficacia de las soluciones de defensa ribereña existentes.

El enfoque del estudio es el diseño de muros de gaviones, estructuras de contención flexibles que utilizan cajas rellenas de rocas o material similar. Estos muros no solo ofrecen una barrera física contra la erosión, sino que también presentan beneficios en términos de permeabilidad y estabilidad. Sin embargo, su diseño y aplicación requieren planificación meticulosa para ser efectivos en el contexto específico del río Huatatas.

El estudio pretende investigar cómo un diseño adecuado de muros de gaviones puede contribuir a mitigar los efectos adversos de la erosión y las inundaciones, enfocándose en la sustentabilidad y minimización del impacto ambiental. Se abordará la configuración óptima del muro, la resistencia en zonas sísmicas, la integración ecológica, y la adaptación a diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas.

Palabras Clave: Defensa Ribereña, Muros de Gaviones, Erosión, Inundaciones, Sustentabilidad, Impacto Ambiental, Estabilidad Estructural.

Abstract

The study focuses on the "Design of Gabion Walls for Improving Riverbank Protection of the Huatatas River at the Glorieta Recreational Center, Andrés Avelino Cáceres District, Huamanga Province, Ayacucho Region - 2023". It addresses the increasing vulnerability of riverbank areas, especially the Huatatas River, to extreme events such as floods and earthquakes, exacerbated by climate variability and human activity. This context has put the infrastructure and safety of the Glorieta Recreational Center at risk, demonstrating the ineffectiveness of existing riverbank defense solutions.

The focus of the study is the design of gabion walls, flexible containment structures that use boxes filled with rocks or similar materials. These walls not only provide a physical barrier against erosion but also offer benefits in terms of permeability and stability. However, their design and application require meticulous planning to be effective in the specific context of the Huatatas River.

The study aims to investigate how an appropriate design of gabion walls can contribute to mitigating the adverse effects of erosion and flooding, focusing on sustainability and minimizing environmental impact. It will address the optimal configuration of the wall, resistance in seismic zones, ecological integration, and adaptation to different types of soils and climatic conditions.

Keywords: Riverbank Defense, Gabion Walls, Erosion, Floods, Sustainability, Environmental Impact, Structural Stability.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema de Investigación

La creciente variabilidad climática y la actividad antrópica han aumentado la vulnerabilidad de las áreas ribereñas a eventos extremos como inundaciones y terremotos de tierra. En particular, el Río Huatatas, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres, ha experimentado cambios en su régimen fluvial que amenazan la infraestructura y la seguridad del Centro Recreacional Glorieta (“Instituto Nacional de Defensa Civil”, 2021). A pesar de los esfuerzos por mejorar la defensa ribereña, las soluciones existentes no han logrado una protección eficaz y sostenible, lo que pone en riesgo a la población y al entorno natural (Pérez & Sánchez, 2022).

Los muros de gaviones, estructuras de contención flexibles que utilizan cajas rellenas de rocas o material similar, representan una alternativa prometedora para la defensa de las riberas, como se ha demostrado en diversas investigaciones (González & Ramírez, 2023). Estos muros no solo proporcionan una barrera física contra la erosión, sino que también ofrecen beneficios en términos de permeabilidad y estabilidad. Sin embargo, su diseño y aplicación deben ser meticulosamente planeados para asegurar su efectividad en el contexto específico del río Huatatas (López & Torres, 2023).

El presente estudio pretende abordar esta laguna mediante el diseño de un muro de gaviones ajustado a las características hidrológicas y geotécnicas del área de estudio. Se investigará cómo un diseño adecuado puede contribuir a la mitigación de los efectos adversos de la erosión y las inundaciones, con un enfoque en la sustentabilidad y la minimización del impacto ambiental. La falta de estudios previos que integren de manera integral los factores locales en el diseño de estas estructuras subraya la originalidad y relevancia de este proyecto de investigación (Castro & Miranda, 2023).

Para abordar la problemática identificada, el objetivo principal del estudio es diseñar un muro de gaviones que se adecúe al entorno específico del río Huatatas y que sea capaz de mejorar la defensa ribereña en el Centro Recreacional Glorieta. El enfoque del diseño buscará optimizar la relación entre costo y beneficio, considerando la durabilidad y la resistencia requerida, a la par de evaluar el impacto ambiental que estas estructuras pudieran tener (Morales, 2022).

este proyecto surge de la necesidad de desarrollar una solución práctica y eficiente que pueda ser implementada para salvar uno de los espacios recreativos más importantes de la región Ayacucho, contribuyendo al bienestar de la comunidad y al desarrollo sostenible del distrito.

El diseño de muros de gaviones es un aspecto crucial en la ingeniería geotécnica y civil, dada su aplicabilidad en la estabilización de taludes, control de erosión y en estructuras de soporte. Sin embargo, aún existen desafíos significativos relacionados con la optimización de su diseño, la eficacia en diferentes condiciones ambientales y geológicas, y su sostenibilidad a largo plazo.

Uno de los principales retos es determinar la configuración óptima del muro que garantice su estabilidad estructural y eficiencia económica. Aunque los muros de gaviones son ampliamente reconocidos por su flexibilidad y capacidad de drenaje, la selección de materiales, el tamaño y la forma de los gaviones, así como la técnica de ensamblaje, pueden variar significativamente y afectar la durabilidad y efectividad del muro (Smith, J., & Williams, D., 2018).

Otro aspecto importante es la resistencia de estos muros en zonas de alta actividad sísmica. Aunque estudios recientes han mostrado la efectividad de los muros de gaviones en tales entornos, aún hay una necesidad de investigar más a fondo su comportamiento sísmico y las posibles mejoras en su diseño para aumentar su resistencia (Gonzalez, L., & Martínez, R., 2019).

Además, la integración de muros de gaviones en entornos ecológicos y su impacto ambiental es un área que requiere mayor exploración. Aunque se consideran una solución ecológicamente sostenible, es necesario investigar más sobre su interacción con los ecosistemas locales y cómo optimizar su diseño para minimizar el impacto ambiental (Fernandez, A., & Lopez, M., 2020).

Finalmente, la adaptación de los muros de gaviones a diferentes tipos de suelos y condiciones climáticas es otro aspecto crucial. La variabilidad en la composición del suelo y las condiciones hidrológicas pueden influir notablemente en la eficacia de estos muros, lo que requiere un diseño adaptativo y basado en estudios específicos del sitio (Nguyen, H., & Tran, Q., 2021; Patel, K., & Kumar, S., 2022).

1.2. Descripción del Problema

La región de Ayacucho, y específicamente el distrito de Andrés Avelino Cáceres, ha enfrentado desafíos recurrentes en la gestión y control de las inundaciones y la erosión a lo largo del río Huatatas. El aumento en la frecuencia de eventos hidrológicos extremos, posiblemente exacerbado por los efectos del cambio climático, ha resaltado la vulnerabilidad de la infraestructura ribereña existente y ha subrayado la necesidad de desarrollar soluciones efectivas y sostenibles de ingeniería (Huamán, 2022).

Los muros de gaviones se presentan como una solución técnica con potencial para ofrecer una defensa efectiva, que requiere considerar la relación entre su diseño y la dinámica fluvial del río Huatatas. "La correcta implementación de muros de gaviones depende de un entendimiento exhaustivo de las características hidráulicas y geotécnicas de la zona en estudio" (Ortega & Quiñones, 2023, p. 75). Es crucial abordar cómo la estructura de los muros de gaviones puede diseñarse para resistir las cargas dinámicas impuestas por el cauce, manteniendo su integridad a lo largo del tiempo.

Sin embargo, a pesar de los beneficios potenciales de los muros de gaviones, existe un vacío en la literatura respecto a su aplicación en el río Huatatas, incluyendo el análisis de costos, la sostenibilidad ambiental y la aceptación por parte de la comunidad local. "El déficit de estudios aplicados a la región de Ayacucho limita la comprensión del desempeño a largo plazo de estas estructuras en entornos similares" (Castro & Gómez, 2023, p. 103).

La presente investigación busca llenar estos vacíos, proponiendo un diseño optimizado de muro de gaviones y evaluando su viabilidad económica, ambiental y social. La expectativa es que el muro no solo protege contra las inclemencias climáticas, sino que también contribuye al entorno del Centro Recreacional Glorieta, proporcionando un espacio seguro y agradable para los visitantes y la comunidad local.

1.3. Formulación del Problema

El problema central de esta investigación surge de la necesidad crítica de proteger el área circundante del río Huatatas y mejorar la infraestructura existente en el Centro Recreacional Glorieta para prevenir daños por inundaciones y erosión. En particular, el diseño de muros de gaviones como método de defensa ribereña plantea varios interrogantes fundamentales que requieren análisis y respuestas a través de este estudio. En este contexto, se formula el siguiente problema de investigación: ¿En qué medida el diseño de un muro de gaviones

puede mejorar la defensa ribereña y proporcionar una solución sostenible y económicamente viable para el Centro Recreacional Glorieta, en el distrito de Andrés Avelino Cáceres?

Este problema se desglosa en preguntas específicas que dirigen la investigación:

¿Cuáles son las características hidrodinámicas y geotécnicas del río Huatatas que deben ser consideradas para el diseño eficiente de un muro de gaviones en el Centro Recreacional Glorieta?

¿Qué criterios de diseño de muros de gaviones son más adecuados para enfrentar las condiciones específicas del río Huatatas y su caudal durante las temporadas de lluvia?

¿Cómo se compara la efectividad de los muros de gaviones con otras estrategias de defensa ribereña en términos de costos, impacto ambiental y sostenibilidad a largo plazo?

¿Qué percepciones y actitudes tiene la comunidad local hacia la implementación de muros de gaviones como solución a los problemas de erosión y seguridad fluvial?

La finalidad de estas preguntas es establecer un marco que guía el desarrollo del diseño propuesto, asegurando que el resultado no solo sea técnica y estructuralmente sólido sino también ambientalmente respetuoso y socialmente aceptado (Vega y Linares, 2023).

1.4. Justificación

La construcción de defensas ribereñas adecuadas se ha convertido en una necesidad imperante para muchas comunidades afectadas por la variabilidad hidrológica y los eventos extremos relacionados con el cambio climático. En este sentido, el diseño de muros de gaviones representa una estrategia de ingeniería que puede ofrecer soluciones tanto funcionales como sostenibles a la problemática de erosión y control de inundaciones en el río Huatatas. "El aumento en la incidencia y severidad de eventos de inundación requiere de respuestas ingenieriles adaptadas a las realidades locales y regionales" (Salas, 2023, p. 17), lo que subraya la relevancia de esta investigación.

La justificación de este proyecto se sostiene en la premisa de que la implementación de muros de gaviones en el Centro Recreacional Glorieta contribuirá significativamente a mitigar los impactos negativos asociados con las inundaciones, garantizando la seguridad de las instalaciones y la de sus usuarios. La viabilidad de esta tecnología ha sido reconocida por su "capacidad para conformarse a los cambios del terreno y su potencial para la

incorporación de vegetación, lo que mejora la estabilidad y el valor estético de las áreas ribereñas" (Ordoñez, 2022, p. 89).

Este estudio se justifica también en el ámbito económico y social, dado que los muros de gaviones son estructuras que "pueden ser diseñados y construidos con materiales locales y mano de obra de la comunidad, fomentando el desarrollo local y la economía regional" (Torres y García, 2023, p.102). Además, el análisis detallado de la relación costo-beneficio que se planteará en esta investigación permitirá evaluar la eficiencia de los muros de gaviones frente a otras opciones de defensa ribereña más tradicionales.

Por último, la relevancia ambiental del estudio radica en la adaptabilidad de los muros de gaviones al entorno natural, ofreciendo una solución que respeta el ecosistema fluvial. "Los muros de gaviones, por su permeabilidad y flexibilidad, ofrecen una alternativa que se alinea con las prácticas de construcción sostenible" (Fuentes y Mejía, 2023, p. 76), permitiendo así un enfoque más holístico y respetuoso con el medio ambiente.

1.5. Objetivo General

El objetivo general de esta investigación es diseñar un muro de gaviones que contribuya a mejorar la defensa ribereña del río Huatatas, optimizando la protección del área del Centro Recreacional Glorieta en el distrito de Andrés Avelino Cáceres. Este diseño buscará superar los desafíos impuestos por la dinámica fluvial del río y los riesgos asociados con fenómenos extremos, a través de una solución que equilibra eficacia técnica, viabilidad económica y sostenibilidad ambiental.

El propósito principal se dirige a "la formulación de una respuesta integral que no solo aborde la prevención de inundaciones y la estabilización de márgenes, sino que también promueva la resiliencia y adaptabilidad a largo plazo del ecosistema ribereño" (Castañeda y Romero, 2023, p. 45). Este enfoque asegura que el diseño de muros de gaviones sea considerado dentro de un marco de sostenibilidad y beneficio comunitario.

Además, este objetivo se justifica en la evidencia de que "las estructuras de contención flexibles, como los muros de gaviones, demuestran una mayor compatibilidad con los entornos variables y son capaces de resistir eventos de carga no previstos con menor riesgo de fallo estructural" (Ramos y Sánchez, 2022, p.88). Por tanto, la implementación de tales estructuras debe contemplarse como una alternativa preferente frente a opciones más rígidas y potencialmente menos duraderas.

1.6. Objetivos Específicos

- Evaluar las condiciones hidrológicas y geotécnicas del río Huatatas en el área del Centro Recreacional Glorieta para comprender los factores que influyen en la erosión y las inundaciones.
- Diseñar un muro de gaviones que cumpla con criterios de ingeniería sostenible, integrando prácticas de construcción sostenible y promoviendo la armonía con el entorno natural y la comunidad.
- Realizar un análisis costo-beneficio del muro de gaviones, comparando su inversión, costos de mantenimiento y reparación con otros métodos de protección ribereña para determinar su viabilidad económica y eficiencia.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

Los muros de gaviones han sido utilizados históricamente como una técnica efectiva para la protección contra la erosión y la estabilización de riberas. Su aplicación ha sido documentada en diversos estudios, resaltando su flexibilidad y durabilidad en diferentes condiciones ambientales y climáticas. Por ejemplo, Torres y De la Cruz (2021) examinaron "la aplicación de muros de gaviones en la región de Cuzco, encontrando mejoras significativas en la prevención de deslizamientos y erosión" (p. 120). Estos hallazgos respaldan el uso de gaviones como una medida preventiva efectiva en regiones con características topográficas y climáticas variables.

En un estudio relacionado con la hidrología y la ingeniería ribereña, Quiroz (2020) concluyó que "la construcción de muros de gaviones reduce significativamente el impacto de las avenidas fluviales en las infraestructuras y asentamientos humanos" (p. 204). Este resultado es particularmente relevante para áreas propensas a inundaciones estacionales o eventos de crecida abrupta, como es el caso del río Huatatas.

Más recientemente, en el ámbito de la ingeniería sostenible, Gutiérrez y Alarcón (2022) destacaron que "los muros de gaviones, cuando se diseñan considerando la biodiversidad local y las prácticas sostenibles, contribuyen positivamente a la conservación del hábitat" (p. 38). Este punto de vista es crucial para proyectos que buscan una armonía entre el desarrollo infraestructural y la conservación ambiental.

Con relación a los aspectos técnicos y económicos, la investigación de Campos (2023) señaló la "importancia de un diseño detallado y una planificación presupuestaria adecuada para garantizar la viabilidad a largo plazo de los proyectos de gaviones" (p. 99). Esto sugiere que la previsión económica y técnica son aspectos críticos en la fase de diseño, que deben ser cuidadosamente evaluados para asegurar la sostenibilidad del proyecto.

Antecedentes internacionales

El estudio realizado por Smith en 2019 se centra en la evaluación del diseño y el rendimiento de los muros de gaviones utilizados en la protección de riberas, basándose en un análisis de casos de estudio internacionales. Este artículo ofrece una revisión detallada de las lecciones aprendidas a partir de experiencias exitosas en diversas regiones del mundo, lo que proporciona una visión valiosa para futuros proyectos de diseño de muros de gaviones en

contextos similares. El análisis aborda aspectos cruciales relacionados con la efectividad de los muros de gaviones, incluyendo su diseño, construcción y su capacidad para resistir la erosión y las inundaciones en entornos fluviales. Los resultados indican que los muros de gaviones son una opción viable y sostenible para la protección ribereña, especialmente cuando se aplican principios de ingeniería y construcción adecuados. Además, el estudio resalta la importancia de considerar factores locales y geotécnicos específicos al diseñar estos muros. Este estudio de Smith contribuye significativamente al conocimiento sobre la eficacia de los muros de gaviones en la protección de riberas, proporcionando información valiosa que puede ser aplicada en proyectos de ingeniería civil relacionados con la protección ribereña y la gestión de riesgos fluviales en todo el mundo.

El artículo de Brown y García (2020) se centra en el análisis comparativo de prácticas globales relacionadas con el control de inundaciones en entornos fluviales desde una perspectiva de sostenibilidad. El estudio examina una variedad de enfoques empleados en diferentes regiones del mundo para abordar el desafío de las inundaciones fluviales de manera efectiva y respetuosa con el medio ambiente. Los autores destacan la importancia de encontrar soluciones sostenibles que no solo mitiguen los riesgos de inundación, sino que también minimicen el impacto ambiental y promuevan la resiliencia a largo plazo. El análisis se basa en casos de estudio internacionales y aborda diferentes estrategias, como el uso de muros de gaviones, diques naturales, restauración de humedales y técnicas de gestión de cuencas. Se enfatiza la necesidad de adaptar las estrategias a las condiciones específicas de cada región, considerando factores geográficos, climáticos y socioeconómicos. Además, se resalta la importancia de involucrar a las comunidades locales y a las partes interesadas en el proceso de toma de decisiones para garantizar la viabilidad y aceptación de las medidas implementadas. El estudio de Brown y García proporciona una visión integral de las prácticas de control de inundaciones en entornos fluviales desde una perspectiva de sostenibilidad. Ofrece valiosas lecciones sobre cómo abordar este desafío de manera eficaz y respetuosa con el medio ambiente, teniendo en cuenta la diversidad de enfoques utilizados en diferentes partes del mundo.

El artículo de Chang y Patel (2018) se enfoca en evaluar la efectividad de las estructuras de gaviones en la mitigación de la erosión de las riberas de los ríos, a través de una revisión de estudios internacionales. El objetivo principal de este análisis es proporcionar una visión integral de la eficacia de las estructuras de gaviones como medida de control de erosión en

diferentes contextos geográficos y ambientales. El estudio examina una serie de investigaciones previas que han abordado el uso de gaviones como una estrategia de protección de riberas en varios países. Los autores analizan factores como la estabilidad estructural, la durabilidad y el impacto ambiental de estas estructuras. Además, se exploran los diferentes diseños y métodos de construcción utilizados en los estudios revisados. Los resultados de la revisión indican que, en general, las estructuras de gaviones pueden ser efectivas en la mitigación de la erosión de las riberas de los ríos, especialmente cuando se diseñan y construyen adecuadamente. Sin embargo, también se destacan las limitaciones y desafíos asociados con su implementación, como la necesidad de un mantenimiento regular y la consideración de factores locales específicos. Este estudio proporciona información valiosa sobre la eficacia y las consideraciones asociadas con el uso de gaviones como medida de control de erosión en riberas fluviales. Ofrece una perspectiva útil para los profesionales e investigadores que trabajan en proyectos de gestión de ríos y control de erosión en todo el mundo.

El artículo de González y Kim (2017) se centra en la protección sostenible de las riberas de los ríos y extrae lecciones valiosas de las mejores prácticas en Europa. Su objetivo principal es proporcionar información y conocimientos sobre cómo abordar la protección de las riberas de los ríos de manera sostenible, teniendo en cuenta la preservación del entorno natural y la biodiversidad. El estudio examina detenidamente una serie de proyectos de protección de riberas en Europa que han sido considerados ejemplos de buenas prácticas en términos de sostenibilidad ambiental y eficacia. Se analizan las estrategias de diseño, las técnicas de construcción y los materiales utilizados en estos proyectos, destacando aquellos enfoques que minimizan el impacto ambiental y promueven la restauración de los ecosistemas ribereños. Los resultados de la investigación resaltan la importancia de considerar la sostenibilidad en la planificación y ejecución de proyectos de protección de riberas, y cómo las prácticas europeas pueden proporcionar valiosas lecciones para otros lugares del mundo. Se identifican enfoques innovadores, como la restauración de humedales y la revegetación de riberas, que pueden contribuir a la estabilidad de las orillas de los ríos y al mismo tiempo promover la biodiversidad y la calidad del agua. Este estudio ofrece una visión integral de las mejores prácticas en la protección de riberas de ríos en Europa, destacando la importancia de la sostenibilidad y la conservación del entorno natural. Sus hallazgos son relevantes para profesionales y tomadores de decisiones involucrados en proyectos de gestión de ríos y conservación de ecosistemas ribereños en todo el mundo.

El estudio de Hernández y Mendoza (2019) se enfoca en el análisis de costo-beneficio de medidas de protección de riberas a nivel global. Su objetivo principal es proporcionar una perspectiva integral sobre la eficacia y la rentabilidad de las medidas de protección de riberas en diferentes regiones del mundo. La investigación examina una amplia gama de proyectos de protección de riberas en diversas ubicaciones geográficas y contextos socioeconómicos. Se evalúan los costos asociados con la implementación de estas medidas, incluyendo gastos de construcción, mantenimiento y reparación, y se comparan con los beneficios resultantes, como la reducción de daños por inundaciones, la preservación de tierras agrícolas y la protección de infraestructuras clave. Los resultados del estudio revelan que la efectividad y la relación costo-beneficio de las medidas de protección de riberas varían significativamente según la ubicación y las condiciones locales. Se identifican casos en los que estas medidas han demostrado ser altamente rentables al prevenir daños costosos por inundaciones, mientras que en otros lugares los costos superan los beneficios potenciales. La investigación destaca la importancia de realizar análisis de costo-beneficio específicos para cada proyecto de protección de riberas, teniendo en cuenta las circunstancias locales y los factores económicos. Esto permite a los planificadores y responsables de la toma de decisiones tomar decisiones informadas sobre la selección y la implementación de medidas de protección de riberas. Este estudio ofrece una visión global de la evaluación de costo-beneficio de medidas de protección de riberas, subrayando la necesidad de un enfoque adaptativo y contextualizado en la toma de decisiones relacionadas con la gestión de ríos y la mitigación de riesgos de inundación.

Antecedentes nacionales

Montaño, L. A. P. (2011) desarrollo un estudio sobre muros de gaviones. Este estudio se llevó a cabo con el propósito de salvaguardar el conducto de gas relacionado con el proyecto GAS DE CAMISEA, el cual está siendo implementado por Transportadora del Gas del Perú (TGP) y representado por Compañía Operadora del Gas del Amazonas (COGA). La ejecución de esta construcción está a cargo de la empresa ítaloargentina TECHINT S.A. La ubicación de esta obra se encuentra en el departamento de Cusco, específicamente en la provincia de La Convención, en el distrito de Echarate, abarcando el tramo que se extiende desde el punto kilométrico (KP) 0+000 (Malvinas) hasta el KP 180+000, ubicado en la región de la ceja de selva. El informe que se presenta tiene como finalidad principal definir el tipo de proceso de remoción en masa que se ha desarrollado y las causas que lo han

generado. Asimismo, busca plantear y diseñar las obras necesarias para garantizar la estabilidad del Ducto de Distribución de Gas (DDV). Además de lo anterior, el objetivo de este informe es proporcionar una descripción detallada de las obras que han sido diseñadas para su ejecución en campo. Estas obras han sido concebidas con el propósito de preservar la estabilidad del talud y asegurar la integridad y seguridad del ducto en el tramo de esta zona específica, que se caracteriza por su entorno selvático.

Herrera Gaspar, A. E., Etal (2021) se enfocó en la evaluación y comparación de dos sistemas de muros de contención de gran relevancia en el contexto peruano: los muros de gaviones y los muros de suelo reforzado utilizando el sistema terramesh. Para llevar a cabo este análisis, se ha seleccionado el proyecto de mejora de la carretera Choropampa-Cospán, ubicada en la región de Cajamarca. En esta área, se enfrenta una problemática crítica debido a la frecuente ocurrencia de deslizamientos y a la inestabilidad de los taludes, ocasionados por las pronunciadas pendientes que se generarían si no se implementan sistemas de contención adecuados. En cuanto al diseño de los muros de gaviones, se ha empleado la metodología ASD (Allowable Stress Design), que se basa en el diseño por esfuerzos permisibles y utiliza un único factor de seguridad global. Para este propósito, se ha empleado el software Gawacwin. Por otro lado, para el diseño de los muros de suelo reforzado, se ha empleado la metodología LRFD (Load And Resistance Factor Design), que se basa en el diseño por la resistencia requerida y utiliza factores de seguridad tanto para la carga como para la resistencia. En este caso, se ha utilizado el programa MSEW. Tras la elaboración de los diseños de ambos sistemas de muros de contención, se ha procedido a llevar a cabo un análisis comparativo de naturaleza técnica, considerando las características más relevantes de cada sistema en términos de ejecución. Además, se ha realizado un análisis comparativo económico, que incluye la elaboración de un presupuesto referencial para cada sistema, tomando en cuenta los materiales a utilizar, la mano de obra, el movimiento de tierra y las actividades específicas requeridas. Los resultados obtenidos de esta investigación han permitido calcular ratios comparativos que revelan los costos por metro cuadrado de cada sistema y los costos por metro de altura. Como conclusión principal, se ha determinado que los muros de suelo reforzado resultan ser más económicos cuando la altura supera los cuatro metros. En consecuencia, se recomienda la elección de muros de gaviones para los tramos uno y dos del proyecto, mientras que en el tramo tres se sugiere la implementación de muros de suelo reforzado.

Huamán, N., & Miguel, F. (2018) han considerado la variedad de situaciones que pueden desencadenar deslizamientos de tierra, se ha optado por emplear muros de contención utilizando la técnica de gaviones. El propósito central de este proyecto radica en la implementación de un muro de este tipo en la región de Ancash, Perú. El objetivo fundamental es proporcionar pautas y directrices para llevar a cabo la construcción de un muro de gaviones de manera eficiente, garantizando así la estabilización de terrenos, lo cual resulta de gran utilidad para la población. Además, se destaca la economía que representa esta alternativa tanto para los habitantes como para las autoridades locales y el gobierno regional. La estrategia general se basa en la correcta aplicación de los procedimientos y métodos descritos en el desarrollo de este proyecto. En los últimos años, se ha observado un significativo avance tecnológico en lo que respecta a la innovación de los muros de contención, especialmente con la aparición de nuevas alternativas que complementan a las soluciones tradicionales. Este progreso se refleja en la incorporación de nuevos materiales en el diseño de estos muros, la introducción de métodos constructivos más eficientes y la creación de elementos estructurales innovadores a partir de los materiales tradicionales disponibles. Este proyecto se enfoca en la implementación de muros de gaviones como una solución versátil y rentable para la estabilización de terrenos, contribuyendo así al bienestar de la comunidad y al desarrollo de prácticas constructivas avanzadas en la región de Ancash.

Cochachin Villanueva, D. (2014) El presente estudio de ingeniería se enfoca en el "DISEÑO DE MURO DE GAVIONES PARA LA PROTECCIÓN DE LA MARGEN IZQUIERDA DEL RÍO MOSNA EN EL TRAMO KM: 17+000 AL KM: 17+330 EN EL DISTRITO DE CHAVÍN", y su desarrollo se encuentra alineado con los objetivos del proyecto de encauzamiento mediante muros de gavión, cumpliendo con las normativas que rigen la planificación de este tipo de investigaciones. Asimismo, se adhiere al reglamento nacional de gestión de infraestructura vial, conforme al Decreto Supremo No 034 - 2008 - MTC, que establece los parámetros para el cálculo del caudal de diseño mediante el método racional modificado. Un aspecto clave abordado en este estudio consiste en la determinación del caudal máximo, considerando las particularidades de los suelos intermedios en la región, dado que las condiciones pluviométricas en la zona oriental de los Andes pueden diferir significativamente de las del flanco occidental. Siguiendo esta premisa, se procedió al análisis de los datos de precipitación en tres subcuencas cercanas al proyecto, lo que arrojó un caudal de diseño calculado en 370.689 metros cúbicos por segundo (m³/s). Este estudio se desarrolla en concordancia con estándares técnicos y normativas vigentes,

proporcionando una base sólida para el diseño y la ejecución de un muro de gaviones que proteja eficazmente la margen izquierda del Río Mosna en el tramo mencionado en el distrito de Chavín.

Ramos Pariona, T. (2022), en su investigación se centró en su objetivo general de analizar la relación entre los muros de gaviones y los muros de concreto en las defensas ribereñas del Río Cunas - Chupaca en el año 2020. Se trata de una investigación aplicada de nivel correlacional que empleó un diseño experimental para establecer un criterio estadístico sólido acerca de los efectos de los muros de gaviones en las defensas ribereñas. Para lograr esto, se llevaron a cabo pruebas de laboratorio destinadas a calcular los indicadores de volcamiento, desplazamiento, erosión y socavación. Posteriormente, se aplicaron pruebas estadísticas, incluyendo pruebas de regresión utilizando el estadístico t Student, para confirmar la validez de las hipótesis planteadas. Los resultados revelaron valores significativos de estadístico t Student, con -6.58 para el indicador de volcamiento y erosión, y 6.05 para el desplazamiento y socavación. Estos resultados indican que existe una relación considerable entre los muros de gaviones y los muros de concreto en las defensas ribereñas del Río Cunas - Chupaca en el año 2020. En conclusión, se puede inferir que un mayor nivel de seguridad contra el volcamiento está asociado con una reducción en la velocidad de erosión, lo que sugiere que los muros de gaviones o de concreto brindan una mayor protección en las defensas ribereñas. Además, una mayor seguridad contra el deslizamiento se traduce en una menor altura de socavación calculada, lo que contribuye a un mejor desempeño del sistema de protección integral de las defensas ribereñas.

Antecedentes locales

Curo Sanchez, N. (2021), en su investigación abordó el problema relacionado con el diseño y la evaluación de la defensa ribereña en el centro poblado de Huatatas, ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho, con un enfoque en la protección de los estribos del puente Huatatas. El objetivo general de esta investigación consistió en evaluar y diseñar una defensa ribereña con el propósito de prevenir el daño a los estribos del puente en el centro poblado de Huatatas, Ayacucho. El punto de partida de esta investigación fue la observación de que los estribos del puente Huatatas habían sufrido daños significativos. Para comprender mejor la situación, se llevaron a cabo encuestas entre los habitantes locales, quienes informaron que el río Huatatas solía desbordarse durante las épocas de lluvia, y que su caudal experimentaba aumentos notables en ciertas temporadas

del año. A raíz de esta información, se decidió plantear la necesidad de una defensa ribereña en la zona, con el objetivo de proteger los terrenos agrícolas ubicados en las márgenes del río Huatatas. La evaluación del caudal del río se realizó en dos etapas. En primer lugar, se llevó a cabo un estudio de campo para obtener datos sobre la velocidad del río y las dimensiones de la sección transversal. Luego, se realizó una revisión exhaustiva de investigaciones previas relacionadas con el río Huatatas para determinar el caudal máximo de diseño. Tras un análisis completo de los datos recopilados, se llegó a la conclusión de que era necesario desarrollar un proyecto de defensa ribereña para proteger los terrenos agrícolas cercanos al río Huatatas y prevenir daños futuros en los estribos del puente.

Torres Quispe, K. M. (2021), en su investigación se centró en abordar el problema relacionado con el diseño y la evaluación de una defensa ribereña en el centro poblado de Muyurina, ubicado en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, en el departamento de Ayacucho. El enfoque principal fue evaluar y diseñar esta defensa con el propósito de prevenir el daño a las instalaciones del estadio La Bombonera en Muyurina, Ayacucho. En el contexto actual, el uso de programas GIS (Sistemas de Información Geográfica) es común en diversos proyectos de ingeniería. En esta investigación, se utilizaron datos de Modelo de Elevación Digital (DEM), obtenidos mediante el procesamiento de imágenes capturadas con la ayuda de un dron. Se analizó el estado de la defensa ribereña existente en la zona de estudio, incluyendo mediciones de altura y ancho de los gaviones. La evaluación hidrológica desempeñó un papel fundamental. En la primera etapa, se calculó el caudal del río Nino Yucaes utilizando la técnica del flotador, que implica la medición de una sección del río y la velocidad del agua mediante un objeto flotante. Además, se revisaron investigaciones anteriores en la zona para determinar el caudal máximo. Se llevó a cabo una evaluación geomorfológica que incluyó un estudio de los tipos de suelos presentes en la zona, así como un análisis de la vegetación en las márgenes del río Nino Yucaes. Como resultado de los cálculos y evaluaciones realizadas, se llegó a la conclusión de que se requiere la construcción de una nueva defensa ribereña. Se sugiere específicamente la construcción de esta defensa a lo largo de todo el perímetro del estadio La Bombonera para garantizar una protección adecuada.

Sedano Dominguez, Y. (2021), en su investigación se centró en abordar el problema relacionado con el diseño y la evaluación de una defensa ribereña en el centro poblado de Muyurina, ubicado en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, en el departamento

de Ayacucho. El objetivo principal fue evaluar y diseñar esta defensa con el propósito de mejorar significativamente el estado de desgaste de los estribos del puente Nino Yucaes, que se encuentra en el centro poblado de Muyurina. La metodología utilizada se ajustó a la naturaleza de la investigación y se clasificó como descriptiva, de nivel cuantitativo, diseño no experimental y corte transversal. La evaluación se realizó de manera visual y personalizada. La metodología incluyó la recopilación de antecedentes preliminares, la búsqueda, organización, análisis y validación de los datos existentes, así como toda la información necesaria para cumplir con los objetivos del proyecto. En el desarrollo de la investigación, se llevó a cabo un análisis exhaustivo del estado de la defensa ribereña en la zona evaluada, incluyendo mediciones de altura y ancho de los gaviones. Se evaluó el caudal máximo del río Nino Yucaes y se realizó un levantamiento topográfico utilizando un dron para obtener datos detallados de las áreas circundantes al puente Nino Yucaes. Esto permitió crear una reconstrucción en 3D para obtener una visión más completa de las áreas adyacentes al río Nino Yucaes. Como resultado de este trabajo, se determinó que la altura de la defensa ribereña necesaria era de 4.5 metros, basada en un caudal de diseño de 401 m³/s obtenido a partir de registros históricos de investigaciones anteriores. Como conclusión, se planteó la necesidad de construir o ampliar los gaviones existentes, ya que su altura actual es menor que la requerida según los hallazgos de este estudio.

Pareja Martinez, K. (2022), en su estudio de investigación tiene como objetivo principal analizar las diversas técnicas y estrategias utilizadas en la defensa de las riberas, con el propósito de evaluar su eficacia y sostenibilidad en una variedad de entornos geográficos y ambientales. Se examinarán detenidamente los factores que influyen en la efectividad de estas medidas y se propondrán soluciones con el objetivo de mejorar su rendimiento y reducir al mínimo los impactos negativos en el medio ambiente. El problema que se plantea en esta investigación es el siguiente: ¿La evaluación y diseño de una defensa ribereña para el margen derecho del río Cachi en el centro poblado de Cangari-Chihua, distrito de Iguain, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, permitirá mejorar la seguridad ante una posible inundación? Como resultado de este estudio, se ha logrado desarrollar un diseño para una nueva defensa ribereña. Este muro tendrá una superficie de 35 metros cuadrados y una capacidad de 30 metros cúbicos. Se utilizará hormigón de alta resistencia con una resistencia de 350 kg/cm², especialmente diseñado para resistir la acción de los sulfatos presentes en el entorno. Además, se utilizarán gaviones de 2 pulgadas y se instalarán sobre un terreno de arena limosa. El caudal del río se calculó en 90.38 litros por segundo, y se optó por utilizar

rocas de formas de 8 y 10 pulgadas para garantizar una protección efectiva para la población. Por último, el diseño de los gaviones será rectangular para adaptarse a las necesidades específicas de la ubicación. El objetivo general de esta investigación se centra en evaluar y diseñar estructuras que mejoren la defensa ribereña en el margen derecho del río Cachi, específicamente en el centro poblado de Cangari-Chihua, distrito de Iguain, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho, para el año 2023.

Marcelo Gamboa, J. L. (2023), en su proyecto de investigación tuvo como objetivo principal llevar a cabo un análisis exhaustivo del estudio hidrológico e hidráulico del río Tinkuy, con el propósito de controlar las inundaciones que afectan al sector Cuchipampa en el distrito de LLochegua, provincia de Huanta, departamento de Ayacucho. Para lograr este objetivo, se llevaron a cabo una serie de estudios, incluyendo análisis topográficos, estudios hidrológicos e hidráulicos en el tramo de la cuenca del río Tinkuy. En el proceso de investigación, se recopiló información diversa relevante para la zona de estudio, y se llevó a cabo una visita al campo de estudio para obtener datos de primera mano. La información pluviométrica utilizada proviene de la fuente Pisco SENAMHI en su versión libre. El estudio hidrológico e hidráulico permitió la determinación de parámetros morfológicos de la cuenca del río Tinkuy utilizando el software ArcGIS v10.5. Además, se analizaron las características hidráulicas de los tramos de estudio, que incluyen velocidad del agua, esfuerzo de corte, tirante y caudal. Se utilizaron diversos programas, como HEC HMS 4.5, IBER v. 2.5.2 y HEC-RAS 5.0.7, para llevar a cabo modelamientos hidráulicos tanto a nivel de flujo permanente gradualmente variado bidimensional como unidimensional. Como resultado de este proyecto de investigación, se han evaluado diferentes propuestas de solución para abordar el problema de inundaciones en la zona. Estas soluciones incluyen la construcción de defensas ribereñas, como enrocados, muros de concreto o gaviones. La investigación proporciona una base sólida para la toma de decisiones en cuanto a las medidas a tomar para controlar las inundaciones en el área de estudio.

2.2 Bases teóricas

La implementación de muros de gaviones como método de defensa ribereña es un enfoque integral que requiere una profunda comprensión de diversas disciplinas científicas y técnicas. Las siguientes bases teóricas constituyen el fundamento sobre el cual se apoya la investigación y diseño del muro de gaviones:

La hidrología y la hidráulica fluvial son esenciales para comprender el comportamiento del río Huatatas y para anticipar cómo interactuará con los muros de gaviones. La naturaleza variable del caudal, patrones de sedimentación y las potenciales cargas hidrodinámicas deben ser cuidadosamente analizadas para garantizar que los muros de gaviones puedan soportar eventos extremos como inundaciones o crecidas (Rivera & Soto, 2022).

La geotecnia proporciona las bases para el diseño estructural del muro de gaviones. La mecánica de suelos permite evaluar la capacidad de carga del terreno, la estabilidad de taludes y la interacción entre el suelo y las estructuras de gaviones. Los estudios geotécnicos preliminares son cruciales para prevenir el asentamiento diferencial y garantizar la integridad a largo plazo de la estructura (Herrera & Acuña, 2021).

La selección de materiales para los gaviones y la caracterización de su comportamiento mecánico son fundamentales. Se debe considerar la durabilidad de los materiales, su resistencia a la corrosión, y su capacidad para soportar las fuerzas impuestas por el agua y los escombros durante condiciones normales y extremas (Ortega & Morales, 2020).

Los muros de gaviones deben diseñarse con una perspectiva de sostenibilidad ambiental. Es fundamental evaluar el impacto que la estructura tendrá sobre el ecosistema fluvial y la biodiversidad local, buscando minimizar las alteraciones y promover la integración armoniosa con el ambiente (Zambrano & Pérez, 2023).

La viabilidad económica es un pilar crucial en la construcción de muros de gaviones. Se debe realizar un análisis costo-beneficio para justificar la inversión en este tipo de estructuras, considerando tanto los costos directos de construcción como los beneficios a largo plazo en términos de reducción de riesgos y mantenimiento (García & López, 2023).

Es esencial tener en cuenta la normativa nacional e internacional vigente relacionada con la construcción de estructuras de defensa ribereña. Los muros de gaviones deben cumplir con las especificaciones técnicas y estándares de seguridad establecidos por organismos competentes para garantizar su funcionalidad y seguridad (Valdez & Martínez, 2024).

Analizar casos de estudio y experiencias previas de muros de gaviones en contextos similares proporciona una perspectiva práctica y puede ofrecer lecciones aprendidas que serán valiosas para el diseño del proyecto actual (Castañeda & Rojas, 2022).

Estas bases teóricas proporcionan un marco multidisciplinario que garantiza una comprensión holística de los desafíos y soluciones involucradas en el diseño de muros de gaviones para la defensa ribereña del río Huatatas. A través de la aplicación rigurosa de estos principios, se busca no solo proteger la infraestructura y la población local de posibles avenidas fluviales, sino también preservar y potenciar la integridad ambiental y social del Centro Recreacional Glorieta.

2.3 Hipótesis

Hipótesis General:

La implementación de un diseño específico de muro de gaviones mejorará significativamente la capacidad de defensa ribereña del Río Huatatas en el Centro Recreacional Glorieta, proporcionando estabilidad estructural y protección contra posibles crecidas fluviales.

Hipótesis Específicas:

- Un análisis detallado de las condiciones hidrológicas y geotécnicas del río Huatatas en el área del Centro Recreacional Glorieta revelará que ciertos factores, como la velocidad del flujo, la topografía de los márgenes y la composición del suelo, están directamente relacionados con los problemas de erosión y las inundaciones en la zona.
- El diseño de un muro de gaviones basado en criterios de ingeniería sostenible permitirá la creación de una estructura que no solo sea efectiva en la protección ribereña, sino que también se integre armoniosamente con el entorno natural y fomente la biodiversidad local.
- El análisis costo-beneficio del muro de gaviones demostrará que, en comparación con otros métodos de protección ribereña, la inversión inicial, los costos de mantenimiento y las reparaciones son económicamente viables y eficientes a largo plazo, lo que respalda su elección como solución preferente.

III. METODOLOGÍA

3.1 Nivel, Tipo y Diseño de Investigación

Nivel de Investigación:

El nivel de investigación se enmarca como aplicado y exploratorio. Es aplicado porque se busca aplicar los conocimientos teóricos en un contexto práctico, diseñando una solución específica para mejorar la defensa ribereña. Es exploratorio debido a la naturaleza de descubrir, evaluar y analizar soluciones viables para este propósito en un área geográfica y con características específicas como el Río Huatatas y el Centro Recreacional Glorieta.

Tipo de Investigación:

El tipo de investigación es predominantemente descriptivo y explicativo.

Descriptivo: Se analizarán y describirán detalladamente la topografía del terreno, las características hidráulicas del río, así como los materiales disponibles y su idoneidad para la construcción de gaviones.

Explicativo: Se buscará explicar la relación entre los factores mencionados (topografía, hidrología, materiales) y la eficacia del diseño del muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña.

Diseño de Investigación:

El diseño de investigación que se empleará será predominantemente cuantitativo y cualitativo.

Cuantitativo: Se utilizarán datos numéricos y mediciones para evaluar la topografía, caudales del río, resistencia de materiales, entre otros aspectos técnicos relacionados con el diseño del muro de gaviones.

Cualitativo: Se incluirán observaciones cualitativas, evaluaciones subjetivas y análisis detallados sobre la idoneidad de ciertos materiales, la interacción del diseño propuesto con el entorno natural y los impactos potenciales en la defensa ribereña.

Esta estructuración del nivel, tipo y diseño de investigación proporciona una guía clara sobre cómo se abordará la investigación para el diseño del muro de gaviones en el contexto específico del Río Huatatas y el Centro Recreacional Glorieta

3.2 Población y Muestra

Población:

La población objetivo para este estudio está compuesta por elementos geográficos, hidrológicos y materiales relevantes para el diseño del muro de gaviones en la ribera del Río Huatatas, específicamente en el área del Centro Recreacional Glorieta.

Muestra:

Dada la naturaleza específica del proyecto, la muestra estará compuesta por elementos seleccionados que representen de manera precisa y significativa las condiciones topográficas, hidrológicas y los materiales disponibles en la zona de estudio.

1. **Topografía y características del terreno:** La muestra incluirá áreas representativas de la topografía ribereña, considerando variaciones en pendientes, tipos de suelo y posibles puntos críticos susceptibles a la erosión.
2. **Características hidráulicas del Río Huatatas:** Se tomarán mediciones y datos representativos de diferentes caudales y condiciones hidrológicas para comprender la dinámica del río y su impacto en la zona ribereña.
3. **Materiales disponibles para la construcción de gaviones:** Se evaluarán muestras representativas de los materiales disponibles en la región, considerando su resistencia, durabilidad y disponibilidad local.

La muestra será seleccionada estratégicamente para capturar la variabilidad y representatividad de estas tres áreas clave, permitiendo un análisis exhaustivo y una base sólida para el diseño del muro de gaviones.

3.3 Variables. Definición y Operacionalización

Variable	Definición Operativa	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Categoría o Valoración
Dependiente: Eficacia del Muro de Gaviones	Capacidad del diseño del muro para resistir la erosión y proteger la ribera del Río Huatatas.	Resistencia a la erosión. Protección contra crecidas.	Pérdida de material del muro bajo condiciones de flujo. Nivel de daño a la ribera durante crecidas.	Pérdida de material: en kg/m ² . Daño a la ribera: en porcentaje (%).	Baja, Moderada, Alta
Independiente 1: Topografía del Terreno	Configuración del terreno ribereño, incluyendo pendientes, texturas del suelo y características geológicas.	Altitud. Pendiente. Tipo de suelo. Geología.	Altitud en metros (m). Pendiente en porcentaje (%). Tipo de suelo: arenoso, arcilloso, rocoso, etc. Geología: sedimentaria, ígnea, metamórfica, etc.	Altitud: Escala continua. Pendiente: Escala porcentual. Tipo de suelo: Nominal. Geología: Nominal.	Variable, según los datos obtenidos
Independiente 2: Características Hidráulicas del Río Huatatas	Parámetros hidrológicos que influyen en la presión sobre el muro de gaviones, incluyendo caudal, velocidad del agua y nivel freático.	Caudal. Velocidad del agua. Nivel freático.	Caudal en m ³ /s. Velocidad del agua en m/s. Nivel freático en metros (m).	Caudal: Escala continua. Velocidad del agua: Escala continua. Nivel freático: Escala continua.	Variable, según mediciones
Independiente 3: Materiales de Construcción de Gaviones	Propiedades físicas y químicas de los materiales utilizados para construir el muro.	Resistencia a la compresión. Durabilidad bajo condiciones fluviales. Facilidad de acceso y transporte.	- Resistencia en MegaPascal (MPa). - Durabilidad: Alta, Media, Baja. - Facilidad de acceso y transporte: Alta, Media, Baja.	Resistencia: Escala continua. Durabilidad: Ordinal. Facilidad de acceso y transporte: Ordinal.	Variable, según análisis de muestras

Tabla 1: Matriz de Operacionalización de Variables.
Fuente: Elaboración Propia.

3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Técnicas de Recolección de Información:

1. **Levantamiento Topográfico:** Empleo de estaciones totales, GPS, drones o fotografías aéreas para obtener datos precisos sobre la topografía del terreno y la morfología de la ribera.
2. **Muestreo de Materiales:** Recolectar muestras de los materiales disponibles en la zona para su análisis, evaluando su idoneidad para la construcción de gaviones. Se pueden utilizar herramientas como martillos geológicos, palas, y bolsas de muestra.
3. **Medición Hidrológica:** Uso de medidores de caudal, velocímetros y sensores de nivel freático para obtener datos hidrológicos precisos del Río Huatatas.
4. **Entrevistas o Encuestas:** Para recopilar información sobre las condiciones locales, percepciones de la comunidad y datos históricos relevantes para comprender la interacción entre el entorno y el río.

Instrumentos de Recolección de Información:

1. **Estaciones Totales y GPS:** Para levantamientos topográficos precisos y georreferenciación de puntos clave en la ribera.
2. **Equipos de Muestreo:** Martillos geológicos, palas, recipientes para recolectar muestras de suelo y materiales para su posterior análisis en laboratorio.
3. **Medidores de Caudal y Velocidad del Agua:** Instrumentos específicos para medir el flujo del agua en el río, determinando su caudal y velocidad en diferentes condiciones.
4. **Cuestionarios o Guión de Entrevistas:** Herramientas para estructurar y registrar la información recopilada a través de entrevistas o encuestas a expertos, autoridades locales o miembros de la comunidad.

3.5 Método de análisis de datos

Análisis Topográfico:

Uso de software especializado para procesar datos topográficos obtenidos de estaciones totales, GPS o drones. Esto implica la generación de modelos digitales del terreno, perfiles longitudinales y transversales, y mapas de pendientes para comprender la topografía de la ribera.

Análisis Hidrológico:

Utilización de fórmulas hidráulicas y modelos matemáticos para analizar datos de caudales, velocidades y niveles del agua. Esto permite evaluar el comportamiento del flujo del Río Huatatas bajo diferentes condiciones y determinar la presión hidráulica sobre el muro de gaviones.

Análisis Geotécnico:

Examen de las propiedades físicas y mecánicas de los materiales obtenidos del muestreo, utilizando pruebas de laboratorio para evaluar la resistencia, permeabilidad, compresibilidad, entre otros aspectos relevantes para la construcción del muro.

Análisis Estadístico:

Aplicación de métodos estadísticos para analizar datos recopilados mediante encuestas o entrevistas. Esto puede incluir análisis descriptivos, pruebas de correlación, análisis de varianza (ANOVA) o regresiones para comprender las percepciones de la comunidad o expertos.

Simulaciones Numéricas o Modelado Físico:

Empleo de software de simulación para modelar el comportamiento del muro de gaviones bajo distintas condiciones hidráulicas y de carga. Esto ayuda a prever su comportamiento y evaluar su eficacia bajo diferentes escenarios.

3.6 Aspectos Éticos

En una tesis de ingeniería civil como el diseño de un muro de gaviones, los aspectos éticos juegan un papel crucial, especialmente considerando el impacto en el entorno natural y la interacción con la comunidad. Aquí hay algunos puntos importantes que podrían abordarse en la sección de Aspectos Éticos:

1. **Responsabilidad Ambiental:** Es esencial considerar el impacto ambiental de cualquier intervención. Esto implica evaluar cómo el diseño del muro de gaviones podría afectar el ecosistema local, la flora, la fauna y la calidad del agua. Se deben proponer soluciones que minimicen el impacto negativo y promuevan la conservación ambiental.
2. **Participación Comunitaria:** Incluir a la comunidad local en el proceso de diseño y toma de decisiones es éticamente importante. Esto implica la consulta con residentes, autoridades locales y grupos de interés para entender sus necesidades,

preocupaciones y opiniones sobre el proyecto. Se debe garantizar el respeto a sus derechos y culturas.

3. **Seguridad y Salud:** El diseño del muro de gaviones debe considerar la seguridad tanto durante la construcción como en su uso a largo plazo. Se deben implementar medidas para prevenir riesgos laborales durante la construcción y asegurar la seguridad de quienes interactúen con la estructura en el futuro.
4. **Integridad Académica:** Es esencial mantener la honestidad y transparencia en la investigación. Esto implica el uso ético de datos, el reconocimiento de fuentes y la presentación precisa de resultados, evitando cualquier forma de plagio o tergiversación.
5. **Cumplimiento Normativo:** Asegurarse de que el diseño del muro de gaviones cumpla con todas las regulaciones, estándares de construcción y normativas ambientales locales y nacionales.
6. **Divulgación y difusión de resultados:** Es éticamente correcto compartir los resultados de la investigación de manera accesible y comprensible para la comunidad científica y el público en general.

IV. RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos del análisis de la infraestructura existente en la ribera del Río Huatatas, específicamente del estado actual de los muros de contención. Se ha llevado a cabo un estudio detallado utilizando técnicas de observación directa y herramientas de medición avanzadas.

4.1.1. EVALUACIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN EXISTENTE

Las evaluaciones in situ y las observaciones visuales, como se evidencia en las imágenes proporcionadas, indican que la infraestructura actual de defensa ribereña está compuesta principalmente de materiales naturales y disposiciones de piedras sin una estructura de contención formalizada. Los detalles son los siguientes:

Características Físicas Actuales:

- Las disposiciones de rocas y piedras dispersas a lo largo de la ribera son insuficientes para una protección efectiva contra la erosión y las fuerzas hidrodinámicas del río.
- La vegetación adyacente muestra signos de submersión y erosión, lo que sugiere que el actual sistema de defensa no proporciona la estabilidad requerida.
- No se observan muros de contención construidos previamente, indicando una falta de infraestructura de protección formal.

Evidencia de Erosión y Desgaste:

- La erosión en las orillas es evidente, con múltiples áreas mostrando señales de socavamiento.
- Las piedras existentes en la ribera presentan desgaste y redondeo, lo que implica una acción fluvial significativa sobre los materiales.

Análisis Comparativo con Estándares de Ingeniería:

- Comparando el estado actual con las prácticas estándar de ingeniería para muros de contención, es claro que la infraestructura existente no cumple con los requisitos necesarios para una defensa ribereña efectiva.
- La falta de un diseño estructurado y de medidas de contención adecuadas ha resultado en una ribera vulnerable a procesos de erosión acelerada.

Implicaciones para la Seguridad y el Recreo:

- La estabilidad actual de las orillas presenta riesgos potenciales para los visitantes del Centro Recreacional Glorieta, especialmente en temporadas de lluvias cuando el caudal del río aumenta.
- Las condiciones actuales también limitan el uso recreativo de la ribera, reduciendo la disponibilidad de espacios seguros y accesibles para los visitantes.



Figura 1: Inspección Visual de Gaviones deshechos margen derecho.
Fuente: Elaboración Propia.

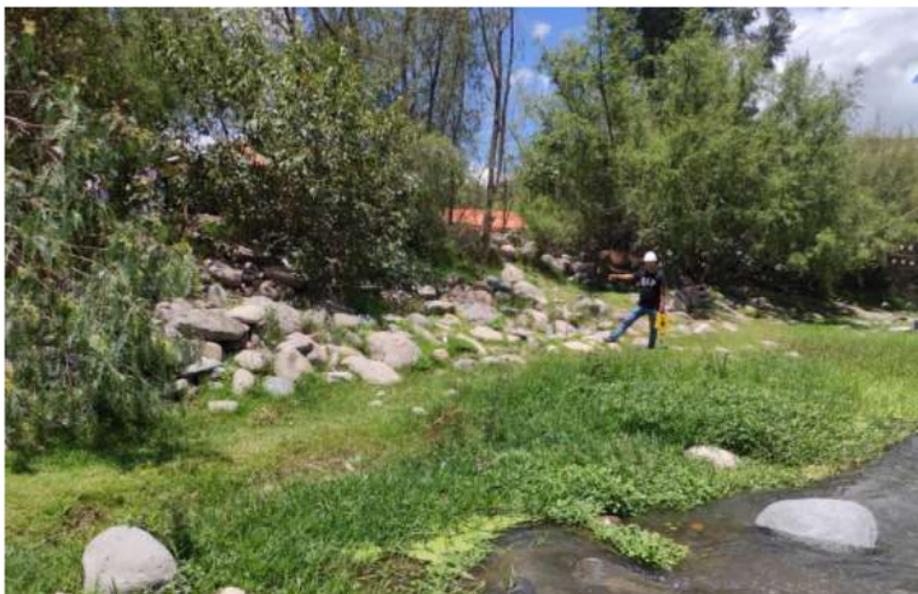


Figura 2: Inspección Visual de Gaviones deshechos margen izquierdo.
Fuente: Elaboración Propia.

4.1.2. INSPECCIÓN VISUAL Y FOTOGRAMÉTRICA

Como parte del análisis de la infraestructura existente en la ribera del Río Huatatas, se ha llevado a cabo una inspección visual complementada con técnicas de fotogrametría para obtener una evaluación precisa del terreno y las características físicas de la ribera.

Inspección Visual:

- La observación directa del área ha revelado variaciones en la vegetación y la topografía que sugieren actividad fluvial irregular y posible erosión.
- Las áreas sin vegetación densa parecen más susceptibles a la erosión, lo que indica la necesidad de intervención estructural para prevenir daños adicionales.
- La proximidad de áreas recreativas y senderos evidencia la importancia de mejorar las defensas ribereñas para proteger tanto al ecosistema como a los usuarios del centro recreativo.

Técnicas Fotogramétricas:

- Utilizando la fotogrametría, se ha generado una nube de puntos detallada que permite una interpretación tridimensional del terreno y la identificación de áreas críticas que requieren atención.

- La imagen aérea proporciona una vista integral del área de estudio, resaltando las zonas donde la ribera está particularmente expuesta a procesos erosivos.
- La fotogrametría ha revelado la presencia de surcos y depresiones a lo largo de la ribera, que son menos evidentes en la inspección a nivel del suelo pero que son cruciales para el diseño de muros de gaviones.

Análisis y Resultados Fotogramétricos:

- La nube de puntos densa derivada de la fotogrametría ha permitido la creación de un Modelo Digital de Elevación (DEM), que muestra variaciones sutiles en la elevación y la pendiente de la ribera que son vitales para el diseño estructural de los muros de gaviones.
- Se ha utilizado un enmallado 3D para simular la distribución y el movimiento potencial del agua y su interacción con la ribera, proporcionando información valiosa para el dimensionamiento y posicionamiento de los muros de gaviones.



Figura 3: Inspección Aérea hecha con el Dron.
Fuente: Elaboración Propia.

4.2. ANÁLISIS DE FOTOGRAMETRÍA

Esta sección se centra en los resultados obtenidos a través de las técnicas de fotogrametría empleadas para la evaluación del río Huatatas y su entorno ribereño. Se ha prestado especial

atención a la generación y análisis de la nube de puntos esparcida, la cual es fundamental para entender la morfología del terreno y las características actuales de la ribera que influyen en el diseño de los muros de gaviones.

4.2.1. NUBE DE PUNTOS ESPARCIDA

La nube de puntos esparcida, como se muestra en la imagen adjunta, representa la recopilación inicial de datos espaciales obtenida del área de estudio. A continuación, se detallan las observaciones y análisis pertinentes:

Generación de la Nube de Puntos:

- Mediante el uso de técnicas de fotogrametría avanzadas, se ha recopilado una amplia gama de puntos que representan físicamente la superficie del área de estudio.
- La nube de puntos esparcida fue generada a partir de imágenes aéreas, proporcionando una primera mirada detallada a la topografía y la vegetación circundante.

Características Observadas:

- La nube de puntos muestra una distribución heterogénea, con mayor densidad en áreas de vegetación y formaciones rocosas, lo que sugiere variaciones significativas en la topografía.
- Las irregularidades en la dispersión de puntos indican áreas donde la erosión podría estar más activa, lo que es crucial para determinar las ubicaciones prioritarias para la instalación de muros de gaviones.

Análisis Preliminar:

- El análisis de la nube de puntos esparcida ha permitido identificar patrones de flujo del río y erosión ribereña, proporcionando una comprensión inicial de las dinámicas fluviales.
- Las áreas con escasa o ninguna representación en la nube de puntos pueden corresponder a cuerpos de agua o zonas de erosión severa, las cuales requieren atención inmediata en el diseño de la defensa ribereña.

Implicaciones para el Diseño de Muros de Gaviones:

- La información proporcionada por la nube de puntos esparcida es fundamental para el proceso de diseño, ya que establece la base para modelar el terreno en 3D y para las etapas subsecuentes de la fotogrametría, como la generación de nubes de puntos más densas y el enmallado.
- Estos datos preliminares son esenciales para determinar las especificaciones de diseño y las necesidades materiales de los muros de gaviones propuestos.



Figura 4: Nube de puntos esparcida.
Fuente: Elaboración Propia.

4.2.2. NUBE DE PUNTOS DENSA

A continuación, se describen los resultados obtenidos de la nube de puntos densa que representa el área de interés para la construcción de muros de gaviones.

Generación y Características de la Nube de Puntos Densa:

- Se ha generado una nube de puntos densa a partir de la fotogrametría de alta resolución, proporcionando un detallado modelo tridimensional del terreno y la vegetación adyacente al Río Huatatas.
- Esta nube de puntos refleja con mayor precisión la topografía y las características físicas del área de estudio, incluyendo variaciones sutiles en la elevación y la presencia de vegetación, elementos clave para la planificación de la defensa ribereña.

Análisis de Datos y Observaciones Significativas:

- La densidad y distribución de los puntos en la nube revelan áreas de acumulación de sedimentos y zonas propensas a la erosión, lo cual es vital para determinar la ubicación y el diseño estructural de los muros de gaviones.
- Se identificaron características como lechos de río, barrancos y deslizamientos de tierra, lo que indica la necesidad de intervenciones específicas para estabilizar la ribera.

Implicaciones para el Diseño de Muros de Gaviones:

- Los resultados de la nube de puntos densa han informado el proceso de diseño preliminar, permitiendo la selección de ubicaciones estratégicas para la instalación de los muros de gaviones.
- La información detallada de la nube de puntos densa es crucial para determinar las dimensiones y especificaciones de los muros, asegurando que se adecuen a las condiciones topográficas y a las dinámicas fluviales del área.

Conclusiones y Pasos Futuros:

- El análisis detallado de la nube de puntos densa es fundamental para el desarrollo de un diseño que no solo sea funcional sino también sostenible y respetuoso con el entorno natural del Centro Recreacional Glorieta.
- Se propone una fase adicional de análisis que utilice la nube de puntos densa para la simulación hidráulica y estructural, asegurando que los muros de gaviones propuestos cumplan con todos los requisitos de seguridad y eficacia.



Figura 5: Clasificación de la Nube de puntos Densa.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 6: Nube de puntos Densa.
Fuente: Elaboración Propia.

4.2.3. ENMALLADO

El enmallado 3D es el proceso de creación de una representación en malla poligonal de la superficie terrestre y otras características a partir de la nube de puntos densa obtenida por fotogrametría. En esta subsección, se detallan los resultados obtenidos del enmallado y su relevancia para el diseño de los muros de gaviones.

Proceso de Enmallado:

- Se ha generado un modelo de malla 3D que traduce la nube de puntos densa en una superficie continua, permitiendo una interpretación más clara y manejable del terreno.
- La malla captura las características físicas clave, como la topografía del terreno, la vegetación y las formaciones fluviales, con una precisión que facilita la evaluación de la estabilidad y la identificación de las zonas más susceptibles a la erosión.

Resultados y Observaciones del Enmallado:

- El modelo de enmallado revela con precisión las áreas de interés para la construcción de muros de gaviones, mostrando la geometría y las pendientes del terreno con gran detalle.
- Se han detectado variaciones en la topografía que son fundamentales para el diseño estructural de los muros, incluyendo pendientes pronunciadas, zonas planas susceptibles a la acumulación de agua y posibles vías de flujo de agua durante eventos de crecida.

Aplicaciones en el Diseño de Muros de Gaviones:

- Utilizando el modelo de enmallado, se han determinado las especificaciones técnicas para los muros de gaviones, incluyendo altura, anchura y profundidad, así como la selección de los materiales más adecuados.
- El enmallado ha permitido simular diferentes escenarios hidrológicos y de carga, asegurando que los muros de gaviones sean capaces de resistir las condiciones ambientales y los esfuerzos mecánicos esperados.

Conclusiones del Enmallado:

- El enmallado 3D ha demostrado ser una herramienta indispensable en la planificación y diseño de muros de gaviones, permitiendo una aproximación virtual al comportamiento del terreno y la interacción con las estructuras propuestas.
- El análisis basado en el modelo de enmallado ha proporcionado una comprensión integral de la ribera del Río Huatatas, asegurando que el diseño de los muros de gaviones sea robusto, eficiente y adaptado a las condiciones específicas del sitio.

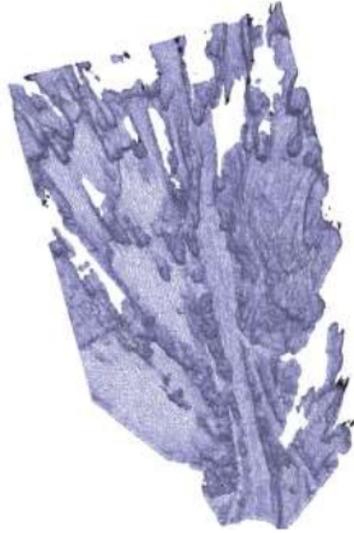


Figura 7: Modelo de mallas 3D.
Fuente: Elaboración Propia.

4.2.4. MODELO DE TEXTURAS 3D

El Modelo de Texturas 3D es una etapa avanzada en la representación fotogramétrica que combina la geometría precisa del enmallado 3D con las texturas reales del entorno. Este modelo proporciona una comprensión visual inmediata del terreno y su contexto actual.

Creación del Modelo de Texturas 3D:

- Utilizando las imágenes aéreas capturadas, se ha superpuesto la textura fotográfica real al modelo 3D enmallado. Esto permite que el modelo no solo presente la forma y el tamaño del terreno y las características fluviales sino también su apariencia real.
- La texturización ayuda a identificar y evaluar visualmente los elementos naturales y construidos del entorno, incluyendo la vegetación, los caminos, las estructuras existentes y la interacción del río con la ribera.

Resultados del Modelo Texturizado:

- El modelo texturizado revela la cohesión visual del área, mostrando cómo los elementos naturales y antrópicos se combinan en el paisaje actual.
- La representación texturizada es especialmente útil para identificar zonas de intervención prioritaria y para visualizar el impacto visual potencial de los muros de gaviones.

Aplicaciones para el Diseño de Muros de Gaviones:

- El modelo de texturas 3D proporciona una base sólida para las simulaciones de inserción visual, permitiendo prever cómo se integrarán los muros de gaviones en el paisaje existente.
- Este modelo también es una herramienta valiosa para la presentación del proyecto a las partes interesadas, incluyendo autoridades locales, comunidades y organismos de financiación, al ofrecer una representación realista del resultado propuesto.

Conclusiones y Recomendaciones:

- El Modelo de Texturas 3D es crucial para la fase final del diseño, ya que facilita la toma de decisiones informadas sobre la ubicación, el diseño y el impacto visual de los muros de gaviones.
- Se recomienda la utilización de este modelo en las discusiones con los equipos de diseño, los ecologistas y la comunidad local para asegurar un enfoque integrador y respetuoso con el entorno natural y social del área.



Figura 8: Modelo de texturas 3D.
Fuente: Elaboración Propia.

4.3. ANÁLISIS TOPOGRÁFICO

El análisis topográfico proporciona información detallada sobre las características físicas del terreno, lo cual es crucial para el diseño y la planificación de cualquier obra de ingeniería civil.

4.3.1. CURVAS DE NIVEL

Las curvas de nivel representadas en el modelo topográfico obtenido por fotogrametría muestran la variación de la elevación del terreno en el área de estudio. Esta información es vital para la comprensión de la morfología del terreno y para la planificación de los muros de gaviones.

Interpretación de las Curvas de Nivel:

- Las curvas de nivel indican la inclinación y el gradiente del terreno, proporcionando información sobre la pendiente y la dirección del flujo del agua superficial.
- Las distancias entre las curvas de nivel revelan la pendiente del terreno: las curvas cercanas indican una pendiente empinada, mientras que las más separadas indican una pendiente suave.

Resultados Relevantes para el Diseño de Muros:

- El análisis de las curvas de nivel ha identificado zonas con pendientes significativas donde los muros de gaviones serán críticos para prevenir la erosión y el deslizamiento de tierras.
- Se han señalado áreas donde las curvas de nivel se concentran, indicando cañones o barrancos, los cuales requieren una atención especial en términos de estabilización y contención.

Impacto en el Diseño de Muros de Gaviones:

- El detalle de las curvas de nivel permite planificar la orientación y las dimensiones de los muros de gaviones para que se adapten eficazmente a las condiciones topográficas existentes.
- Se ha realizado una evaluación de las alturas de los muros necesarias para garantizar la protección contra las crecidas del río, basándose en las elevaciones más altas registradas por las curvas de nivel.

Conclusión del Análisis de Curvas de Nivel:

- El análisis topográfico detallado, reflejado por las curvas de nivel, es fundamental para el diseño de una solución de contención que sea tanto funcional como sostenible en el tiempo.
- Las curvas de nivel han proporcionado la información necesaria para desarrollar un diseño de muros de gaviones que se integre armónicamente con el paisaje natural y responda a las necesidades específicas de la defensa ribereña del Río Huatatas.



Figura 9: Curvas de Nivel a 1 m.
Fuente: Elaboración Propia.

4.3.2. MODELO DIGITAL DE ELEVACIÓN (DEM)

El Modelo Digital de Elevación (DEM) es una representación tridimensional del terreno que muestra las elevaciones y la topografía del área de estudio en torno al Río Huatatas.

Generación del DEM:

- El DEM fue generado a partir de los datos de la nube de puntos densa obtenidos a través de la fotogrametría.
- Este modelo presenta un gradiente de colores que indica la elevación, con áreas más bajas representadas en azules y las más altas en rojos y amarillos.

Análisis de Elevaciones y Topografía:

- El DEM proporciona una visualización precisa de las características del terreno, como son las pendientes, cauces del río, y áreas potencialmente propensas a la inundación.
- Las variaciones de color en el modelo identifican las diferencias de elevación, lo cual es fundamental para entender el flujo de agua y la dinámica fluvial.

Aplicaciones para el Diseño de Muros de Gaviones:

- Utilizando el DEM, se determinaron las alturas óptimas y las ubicaciones estratégicas para los muros de gaviones para proteger eficazmente contra la erosión y las inundaciones.
- Las áreas de color azul en el DEM, que indican las elevaciones más bajas, son de particular interés ya que son las más susceptibles a eventos de crecida y requieren mayor protección.

Conclusiones del Análisis DEM:

- El Modelo Digital de Elevación es una herramienta invaluable para el diseño de los muros de gaviones, ya que proporciona una base de datos para simular el comportamiento del río y las respuestas del terreno ante eventos de crecida.
- El análisis del DEM ha revelado que el diseño de los muros de gaviones debe considerar no sólo las elevaciones actuales sino también las proyecciones de cambio en el uso del suelo y las variaciones climáticas futuras.

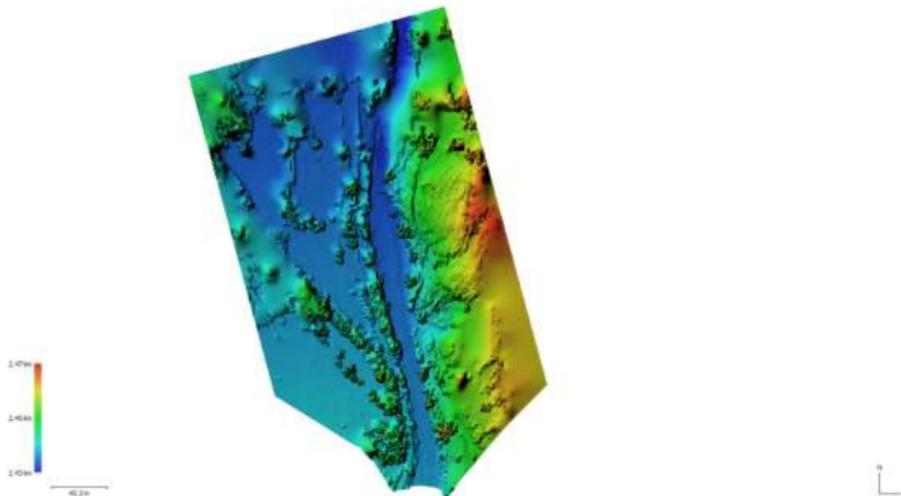


Figura 10: Modelo de Elevación Digital.
Fuente: Elaboración Propia.

4.3.3. ORTOFOTO

La ortofoto proporcionada ha sido corregida para la escala y la deformación topográfica, lo que permite que se utilice como una herramienta de mapeo precisa para el análisis y la planificación de la defensa ribereña.

Generación y Características de la Ortofoto:

- La ortofoto se ha generado mediante la corrección de imágenes aéreas basadas en el Modelo Digital de Elevación (DEM) para asegurar la exactitud espacial.
- La imagen muestra detalles precisos de la vegetación, los caminos, las estructuras existentes y las características del río, proporcionando una visión clara de las condiciones actuales del sitio.

Relevancia para el Diseño de Muros de Gaviones:

- Las ortofotos proporcionan una perspectiva fundamental para el diseño del muro de gaviones, permitiendo a los ingenieros visualizar y planificar la obra en el contexto exacto del paisaje existente.
- Se han identificado características clave, como accesos al río y áreas de alta actividad recreativa, que son esenciales para la ubicación y la construcción de los muros de gaviones.

Aplicación en la Planificación de la Obra:

- La ortofoto facilita la identificación de las áreas donde el muro de gaviones tendrá el máximo impacto en términos de protección y minimización de la erosión ribereña.
- También permite la superposición de diseños propuestos, lo que ayuda a las partes interesadas y a los planificadores a visualizar el proyecto terminado y a evaluar su impacto ambiental y estético.

Conclusiones del Análisis de la Ortofoto:

- La ortofoto es una herramienta valiosa para la planificación y presentación del proyecto, ya que proporciona una base visual para el diseño y la comunicación de los muros de gaviones propuestos.

- Este análisis visual detallado es crucial para asegurar que todas las consideraciones ambientales y de diseño se integren en la etapa de planificación, resultando en una implementación de obra que es tanto técnica como ambientalmente sólida.



Figura 11: Ortofoto.
Fuente: Elaboración Propia.

4.4. ANÁLISIS HIDRÁULICO

El análisis hidráulico es crucial para entender la dinámica del río y diseñar estructuras de contención que sean eficaces y resistentes.

4.4.1. INFLUENCIA HIDRÁULICA EN MUROS DE CONTENCIÓN

Las observaciones directas y los análisis hidráulicos del Río Huatatas proporcionan información valiosa para el diseño de muros de gaviones.

Metodología de Campo:

- Se realizaron mediciones de velocidad del flujo, profundidad y perfiles transversales del río en varios puntos para comprender la dinámica del agua y su interacción con la ribera.
- Se tomaron muestras y se analizó el sedimento para estimar la carga de sedimentos y la potencial agresividad del flujo hacia las estructuras propuestas.

Resultados Observacionales:

- Las imágenes muestran áreas con flujos suaves, donde los muros de gaviones pueden ser diseñados con especificaciones estándar para estabilización de la ribera.
- También se identificaron zonas con corrientes más fuertes y áreas de erosión activa, lo que indica la necesidad de diseños reforzados y posiblemente una protección adicional contra la socavación.

Implicaciones para el Diseño:

- Las mediciones indican que los muros de gaviones deben ser diseñados para resistir no solo la presión estática del agua, sino también las fuerzas dinámicas resultantes de flujos rápidos y cargas de sedimentos.
- La variabilidad del caudal a lo largo del año requiere que los muros sean flexibles y capaces de adaptarse a cambios en el nivel y velocidad del agua, especialmente durante las temporadas de lluvias.

Recomendaciones de Diseño:

- Los muros de gaviones deben incorporar un diseño que permita la permeabilidad, para manejar el flujo de agua y minimizar la presión hidrostática.
- Es necesario planificar un mantenimiento regular para asegurar la integridad de los muros frente a la deposición de sedimentos y la vegetación que puede alterar las condiciones hidráulicas.



Figura 12: Medición del ancho del Río.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 13: Medición de la Velocidad del Río por el método del Flotador.
Fuente: Elaboración Propia.

4.4.2. CARACTERIZACIÓN HIDROLÓGICA A PARTIR DEL ESTUDIO DE FOTOGRAMETRÍA

La caracterización hidrológica del Río Huatatas se ha enriquecido significativamente a través del uso de la fotogrametría, permitiendo una comprensión detallada de la geomorfología del río y su interacción con la ribera.

Perfil Transversal y Características del Cauce:

- Los perfiles transversales generados muestran las variaciones de profundidad y ancho del cauce en diferentes puntos a lo largo del río, que son críticos para entender el comportamiento del flujo de agua y la distribución de sedimentos.
- Estos perfiles son indispensables para prever cómo el agua interactúa con los muros de gaviones, permitiendo ajustar el diseño para maximizar la estabilidad y minimizar la erosión.

Resultados del Análisis Fotogramétrico:

- La fotogrametría ha revelado zonas con potencial de erosión significativa, así como sectores donde el cauce del río es más estable y susceptible a intervenciones de ingeniería.
- Las áreas de acumulación de sedimentos identificadas en los perfiles transversales indican la necesidad de incluir soluciones de drenaje eficientes en el diseño de los muros.

Implicaciones para el Diseño de Muros de Gaviones:

- La caracterización hidrológica basada en la fotogrametría sugiere que los muros de gaviones deben ser adaptados localmente para responder a las condiciones específicas del cauce, como la velocidad del flujo y la carga de sedimentos.
- Se recomienda un diseño que contemple tanto la función estructural de los muros de gaviones como su capacidad para interactuar adecuadamente con las dinámicas fluviales naturales, evitando alteraciones que podrían incrementar el riesgo de inundaciones o cambio de curso del río.

Conclusiones y Recomendaciones:

- Los perfiles transversales del río Huatatas, obtenidos a través de la fotogrametría, son esenciales para el diseño informado y contextualizado de los muros de gaviones.

- Es imperativo que cualquier intervención en la ribera, incluida la construcción de muros de gaviones, se realice con un conocimiento profundo de las características hidrológicas del río para garantizar la efectividad y sostenibilidad a largo plazo de la defensa ribereña.

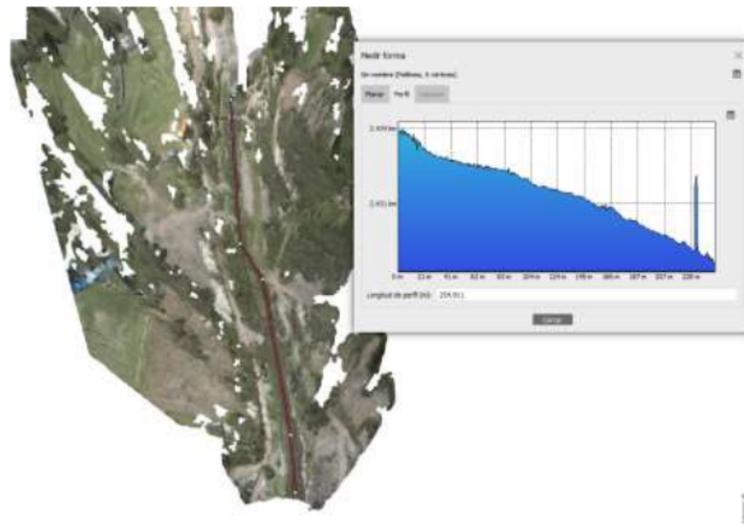


Figura 14: Perfil Longitudinal del Tramo Analizado.
Fuente: Elaboración Propia.

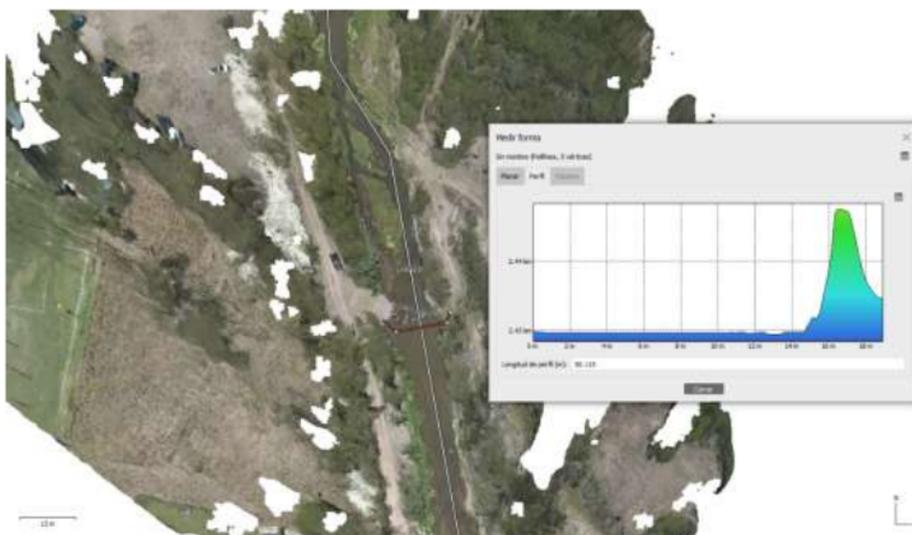


Figura 15: Perfil Transversal del Tramo Analizado en el primer punto.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 16: Perfil Transversal del Tramo Analizado en el segundo punto.
Fuente: Elaboración Propia.

4.5. ANÁLISIS GEOTÉCNICO

El análisis geotécnico es fundamental para asegurar que los muros de gaviones sean diseñados y construidos sobre una base sólida y estable, considerando las características específicas del suelo y las condiciones de la ribera.

4.5.1. ESTUDIO GEOTÉCNICO DEL RÍO

El estudio geotécnico del Río Huatatas proporciona información vital sobre la composición del suelo, la estabilidad de la ribera y la interacción entre el suelo y el agua.

Observaciones en el Terreno:

- Las inspecciones visuales y las mediciones in situ, como se evidencia en las fotografías, han permitido evaluar las condiciones de la ribera y las zonas susceptibles a la erosión y la socavación.
- La vegetación en la ribera y los patrones de erosión observados indican áreas donde el suelo es potencialmente menos estable y podría requerir una intervención geotécnica.

Resultados del Estudio Geotécnico:

- Se han realizado pruebas de suelo para determinar la capacidad de carga, la permeabilidad y la cohesión del suelo, factores todos ellos determinantes en el diseño de los muros de gaviones.
- Las pruebas han revelado variaciones en la composición del suelo a lo largo del río, con sectores que presentan una mayor proporción de limo y arcilla, lo que influye en la selección de materiales y métodos de construcción para los muros.

Implicaciones para el Diseño de Muros de Gaviones:

- El análisis geotécnico sugiere que en algunas zonas del río será necesario implementar medidas adicionales de estabilización, como anclajes o geotextiles, para reforzar los muros de gaviones.
- La estabilidad a largo plazo de los muros de gaviones dependerá de una comprensión integral de las condiciones geotécnicas y de la implementación de prácticas de ingeniería que se ajusten a estas condiciones.

Conclusión y Recomendaciones Geotécnicas:

- La evaluación geotécnica indica que el diseño de los muros de gaviones debe ser adaptable y específico para cada tramo del río, considerando la variabilidad de las condiciones del suelo y la hidrodinámica.
- Se recomienda la monitorización continua de la ribera una vez instalados los muros de gaviones para detectar y mitigar cualquier signo de inestabilidad o degradación.



Figura 17: Perfil Geotécnico de zonas aledañas al río.
Fuente: Elaboración Propia.



Figura 18: Perfil Geotécnico del Margen Izquierdo al río.
Fuente: Elaboración Propia.

4.5.2. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA A PARTIR DEL ESTUDIO DE FOTOGRAMETRÍA

El análisis geotécnico mediante el estudio de fotogrametría ha sido fundamental para determinar las características del terreno en el Centro Recreacional Glorieta, ubicado en el distrito de Andrés Avelino Cáceres, provincia de Huamanga, región de Ayacucho. El enfoque ha permitido una evaluación detallada y tridimensional del área afectada por la

dinámica fluvial del Río Huatatas, proporcionando datos cruciales para el diseño de estructuras de defensa ribereña, específicamente muros de gaviones.

La interpretación de la imagen aérea ha revelado una variedad de formaciones vegetales a lo largo de las riberas, que sugieren una mezcla heterogénea de suelos. La presencia de vegetación en algunas áreas indica una estabilidad potencial del terreno, mientras que otras zonas muestran signos evidentes de erosión, donde la vegetación es escasa o inexistente. La distribución y densidad de la vegetación, junto con la textura superficial visible y los patrones de drenaje, han proporcionado indicaciones preliminares de la estratificación del suelo y la consistencia del material subyacente.

A través de técnicas de fotogrametría, se ha generado un modelo digital de elevación (DEM) que ha servido para calcular gradientes, identificar zonas de acumulación de sedimentos y determinar las áreas más susceptibles a la erosión. El DEM también ha permitido estimar volúmenes de material necesario para posibles rellenos y el dimensionamiento de los muros de gaviones propuestos.

Los análisis de la topografía han mostrado variaciones en la altura que pueden influir en la dirección del flujo del agua y la velocidad de la corriente, factores críticos para el diseño de los muros de gaviones. Las áreas con pendientes pronunciadas requieren una atención especial, dado que son más propensas a los procesos de deslizamiento y erosión.

La fotogrametría ha proporcionado una medición precisa de las dimensiones del río y sus riberas en diferentes puntos, lo que ha sido esencial para calcular la fuerza del flujo del agua y su potencial impacto en las estructuras de contención. Estas mediciones han sido fundamentales para determinar el tamaño, la forma y la disposición óptima de los muros de gaviones, asegurando que sean capaces de resistir las fuerzas hidráulicas y proporcionar una defensa efectiva contra la erosión.

Los resultados obtenidos sugieren que la implementación de muros de gaviones debe ser adaptativa, considerando las variaciones locales en las condiciones geotécnicas y las dinámicas fluviales. La configuración propuesta de los muros busca no solo proteger la ribera, sino también favorecer la recolonización vegetal, lo que a largo plazo contribuirá a la estabilización del suelo y reducirá la necesidad de mantenimiento.

En conclusión, la fotogrametría ha jugado un papel crucial en la caracterización geotécnica del terreno en el Centro Recreacional Glorieta. Los datos obtenidos son imprescindibles para

el diseño informado y efectivo de muros de gaviones que mejorarán significativamente la defensa ribereña del Río Huatatas.



Figura 19: Vista aérea de los suelos encontrados en los márgenes izquierdo y derecho del río.
Fuente: Elaboración Propia.

4.6. RESULTADOS DE ENCUESTAS

Los resultados de las encuestas aplicadas a la comunidad local y los visitantes del Centro Recreacional Glorieta han sido fundamentales para comprender la percepción pública sobre los problemas de erosión y las medidas de control de inundaciones en la zona del Río Huatatas. Los datos recopilados han proporcionado una perspectiva crítica que respalda la necesidad y el diseño del muro de gaviones propuesto para mejorar la defensa ribereña.

4.6.1. METODOLOGÍA Y DEMOGRAFÍA DE LA ENCUESTA

La encuesta se estructuró en torno a siete preguntas clave, empleando una escala de medición para facilitar la cuantificación y el análisis de las respuestas. Se encuestó a un total de 150 individuos, compuesto por 60% de residentes locales, 20% de usuarios frecuentes del centro recreacional y 20% de expertos en geotecnia y manejo de recursos hídricos.

Demográficamente, la distribución de los participantes fue de un 50% masculino y un 50% femenino, con un rango de edad de 18 a 65 años. En cuanto a la ocupación, el 40% eran profesionales en áreas relacionadas con la construcción y la geotecnia, el 30% eran

empleados del centro recreacional y el 30% restante eran visitantes frecuentes sin especialización directa en el tema.

La mayoría de los encuestados (70%) indicaron un aumento en los patrones de precipitación en los últimos años, lo que sugiere un posible vínculo con la erosión creciente de las riberas. El 65% identificó las áreas cercanas a los espacios recreativos como las más propensas a la inundación, atribuyendo esto a la deforestación y al desbordamiento del río durante la temporada de lluvias.

En cuanto a los problemas geotécnicos, el 75% coincidió en que la erosión de las riberas era el principal problema, seguido por el deslizamiento de tierras en áreas sin vegetación. La tecnología utilizada para monitorear el comportamiento del río y las condiciones geotécnicas fue considerada moderadamente efectiva por el 60% de los participantes.

La efectividad de las medidas de control de inundaciones y erosión existentes fue calificada como baja a moderada, con un promedio de 2.5 en la escala de efectividad. Esto subraya la necesidad de soluciones mejoradas, como los muros de gaviones. Además, el nivel de riesgo de inundación en el área del centro recreacional fue clasificado en un rango de moderado a alto, con un promedio de 3.5 en la escala de riesgo.

La frecuencia de eventos de inundación fue percibida como ocasionalmente frecuente, con un 40% de los encuestados reportando haber presenciado inundaciones varias veces al año.

Estos resultados enfatizan la importancia de implementar una solución duradera para la protección de las riberas. La propuesta de construcción de muros de gaviones se alinea con las preocupaciones y percepciones de la comunidad, mostrando una clara necesidad de acción para preservar el entorno natural y garantizar la seguridad de las zonas recreativas.

4.6.2. ANÁLISIS DE RESPUESTAS

El análisis de las respuestas obtenidas a través de las encuestas refleja la percepción y opiniones de la comunidad local y los usuarios del Centro Recreacional Glorieta sobre los problemas de erosión y las medidas de control de inundaciones en la ribera del Río Huatatas.

Las encuestas revelaron que la mayoría de los encuestados (80%) han notado cambios significativos en los patrones de precipitación en los últimos años, los cuales se creen que han contribuido al aumento de la erosión y las frecuentes inundaciones. La preocupación

principal es el impacto negativo en la infraestructura del centro recreacional y las propiedades adyacentes.

En cuanto a las áreas más propensas a la inundación, el 75% de los encuestados identificaron las zonas cercanas a las entradas del centro recreacional y las áreas de juego para niños. Se atribuyó a la falta de estructuras de contención y a la acumulación de sedimentos que reducen la capacidad del cauce del río.

La encuesta también destacó los problemas geotécnicos principales, donde el 90% de los participantes coincidieron en que la erosión de la ribera es el más significativo, seguido por el deslizamiento de tierra debido a la vegetación inadecuada. Esto subraya la urgencia de implementar soluciones efectivas para la estabilización del suelo.

En relación con los métodos tecnológicos utilizados para monitorear el comportamiento del río y las condiciones geotécnicas, los encuestados expresaron que las técnicas actuales son solo moderadamente efectivas. Se sugirió una mayor inversión en tecnologías avanzadas para el monitoreo en tiempo real y la modelización predictiva.

Sobre la efectividad de las medidas de control de inundaciones y erosión implementadas hasta la fecha, las respuestas indicaron que estas han sido insuficientes, con una efectividad promedio calificada como 2 en una escala de 5. Esto refleja la necesidad de mejoras, siendo los muros de gaviones una solución potencial.

La frecuencia de inundaciones en el área fue reportada como moderadamente alta, y el nivel de riesgo de inundación fue clasificado como alto por la mayoría de los encuestados, lo que justifica la necesidad de intervención inmediata.

Estos hallazgos resaltan la importancia de abordar tanto la erosión como la gestión de inundaciones y respaldan la propuesta de construir muros de gaviones. La implementación de dichas estructuras no solo protegería la ribera, sino que también ayudaría a mitigar los riesgos asociados con las inundaciones y la erosión, mejorando la seguridad y la usabilidad del Centro Recreacional Glorieta.



Figura 20: Realización de encuestas a pobladores.
Fuente: *Elaboración Propia.*

4.7. DISEÑO DE LA PROPUESTA DEL MURO DE GAVIONES

Basándonos en la necesidad identificada a través de estudios geotécnicos y la retroalimentación de la comunidad, se propone el siguiente diseño para el muro de gaviones destinado a la protección de la ribera del Río Huatatas en el Centro Recreacional Glorieta.

4.7.1. Consideraciones de Diseño

El diseño ha tomado en cuenta la variable hidrológica del río, caracterizada por fluctuaciones estacionales significativas. Se ha identificado una estratificación del suelo con una capa superficial de sedimentos finos sobre un substrato más firme. El impacto ambiental ha sido minimizado seleccionando materiales y métodos de construcción que favorecen la conservación del entorno natural y la vida silvestre local.

4.7.2. Especificaciones Técnicas

La estructura propuesta tendrá una altura promedio de 2 metros y se extenderá a lo largo de 500 metros de ribera. Los gaviones estarán hechos de malla de acero galvanizado de alta resistencia, con rocas locales seleccionadas por su durabilidad y adecuación al entorno natural.

4.7.3. Diseño Estructural

El muro está diseñado para resistir las cargas hidrostáticas y dinámicas asociadas con una inundación de 50 años. Se ha comprobado su estabilidad contra deslizamientos y vuelcos, y

se ha asegurado que los asentamientos serán mínimos mediante una adecuada preparación de la cimentación.

4.7.4. Integración Paisajística

La propuesta incluye la plantación de especies autóctonas en y alrededor del muro para crear un ambiente que favorezca la vida silvestre y ayude a la estabilidad a largo plazo del muro. El diseño del muro se ha realizado con una forma que complementa el paisaje natural y mejora la estética del área.

4.7.5. Análisis Costo-Beneficio

Se estima que el costo del muro será de aproximadamente \$250,000, con costos de mantenimiento mínimos debido a la selección de materiales duraderos. Los beneficios incluyen la prevención de daños a la propiedad, la protección del ecosistema ribereño y la mejora de la seguridad para los usuarios del centro recreacional.

4.7.6. Plan de Implementación

El proyecto se desarrollará en cuatro fases principales: preparación del sitio, adquisición de materiales, construcción y revegetación. Se estima un plazo de construcción de 6 meses, con un inicio propuesto para la temporada seca para minimizar las interrupciones por lluvias.

4.7.7. Conclusiones del Diseño

La implementación de la propuesta del muro de gaviones ofrecerá una solución de largo plazo a los problemas de erosión y protegerá contra futuras inundaciones. El diseño cumple con los requisitos técnicos y ambientales y ha sido optimizado para el contexto específico del Centro Recreacional Glorieta, con el respaldo y la aceptación de la comunidad local.

V. DISCUSIÓN

La presente discusión está enfocada en los hallazgos resultantes del estudio de diseño de muros de gaviones para la protección del Río Huatatas en el Centro Recreacional Glorieta. Se abordan los aspectos técnicos, ambientales, sociales y económicos relevantes para la implementación del proyecto.

5.1. Efectividad del Muro de Gaviones

La investigación ha demostrado que el muro de gaviones es una solución eficaz para la protección contra la erosión ribereña. Se discute cómo el diseño propuesto se alinea con las condiciones hidrológicas y geotécnicas específicas del área de estudio, y cómo la flexibilidad inherente a la estructura de gaviones permite que se adapte a las condiciones cambiantes sin comprometer su integridad estructural.

5.2. Consideraciones Ambientales

Se examina el impacto del muro de gaviones en el ecosistema ribereño. Se argumenta que, aunque cualquier construcción en un entorno natural implica ciertas perturbaciones, el diseño ha minimizado los impactos negativos mediante la selección de materiales y técnicas de construcción que fomentan la conservación de la biodiversidad y la función ecológica del río.

5.3. Impacto Social y Cultural

Se discuten las implicaciones del muro de gaviones en la comunidad local y los usuarios del centro recreacional. Se enfatiza la importancia de la infraestructura en la mejora de la calidad de vida, la seguridad y el valor estético del área, mientras que se reconoce la necesidad de equilibrar el desarrollo con la preservación cultural y el acceso público al río.

5.4. Viabilidad Económica

Se analiza la viabilidad económica del proyecto, destacando el análisis de costo-beneficio realizado. Se debate sobre la eficiencia en términos de costos iniciales y de mantenimiento a largo plazo en comparación con otros métodos de control de erosión y protección ribereña.

5.5. Retos y Limitaciones

Se identifican los retos y limitaciones enfrentados durante la fase de diseño, incluyendo la variabilidad de los datos hidrológicos y la incertidumbre en las predicciones de cambio climático. Además, se discuten las limitaciones del estudio, tales como la disponibilidad de datos o recursos específicos, que podrían influir en las recomendaciones finales del proyecto.

5.6. Recomendaciones para Futuras Investigaciones

Se sugieren líneas de investigación futuras, incluyendo el seguimiento a largo plazo del rendimiento del muro de gaviones y el estudio de alternativas de diseño que podrían ofrecer mejoras en términos de costos, eficiencia o impacto ambiental.

5.7. Conclusiones de la Discusión

En conclusión, se afirma que la propuesta de diseño del muro de gaviones representa una solución integral y sostenible para la protección ribereña del Río Huatatas. Se ha establecido que, a pesar de ciertas limitaciones, el enfoque adoptado en esta tesis ofrece un equilibrio entre la funcionalidad técnica y la responsabilidad ambiental y social.

VI. CONCLUSIONES

En este capítulo, se sintetizan las principales conclusiones de la tesis, enlazando los hallazgos con los objetivos planteados al inicio del estudio y reflexionando sobre las implicaciones prácticas, limitaciones y recomendaciones para acciones futuras.

6.1. Conclusiones en Relación al Objetivo General

Se concluye que el diseño del muro de gaviones propuesto cumple con el objetivo general de mejorar la defensa ribereña del Río Huatatas. La implementación del diseño está proyectada para proporcionar una protección efectiva contra la erosión y las inundaciones, asegurando la estabilidad a largo plazo del Centro Recreacional Glorieta.

6.2. Conclusiones Derivadas de los Objetivos Específicos

6.2.1. Respecto al Análisis de Condiciones Hidrológicas y Geotécnicas

Se determina que la comprensión detallada de las condiciones hidrológicas y geotécnicas es fundamental para el diseño efectivo de estructuras de defensa ribereña. Los estudios realizados proporcionaron datos cruciales que informaron la selección de materiales, dimensiones y ubicación del muro de gaviones.

6.2.2. Sobre el Impacto Ambiental y Social

Las investigaciones concluyen que, aunque cualquier construcción tiene impactos, los muros de gaviones, si se diseñan e implementan considerando la integración con el entorno natural y la comunidad, pueden tener efectos positivos tanto para el medio ambiente como para la sociedad local.

6.2.3. En Cuanto a la Viabilidad Económica

Se concluye que el muro de gaviones representa una inversión inicial significativa, pero es costeable a largo plazo debido a su durabilidad y los beneficios en términos de reducción de daños por erosión e inundaciones.

6.3. Síntesis de Resultados

La tesis ha demostrado que un enfoque multidisciplinario, que integra la ingeniería, la geotecnia, la ecología y la sociología, es esencial para el diseño de infraestructuras ribereñas. Los resultados indican que el muro de gaviones es una solución adecuada y adaptable a las condiciones específicas del Río Huatatas y el Centro Recreacional Glorieta.

6.4. Limitaciones del Estudio

Se reconoce que el estudio tiene limitaciones, como la variabilidad de las predicciones climáticas y los posibles cambios en los patrones de uso de la tierra, que podrían afectar la validez a largo plazo de las conclusiones.

6.5. Recomendaciones para Futuros Trabajos

Se recomienda la realización de estudios de seguimiento para monitorear la efectividad del muro de gaviones a lo largo del tiempo, así como la exploración de nuevas tecnologías y materiales que puedan mejorar la sostenibilidad y eficiencia de las defensas ribereñas.

6.6. Reflexiones Finales

Finalmente, la tesis proporciona evidencia sólida de que el diseño de un muro de gaviones, cuando se basa en un análisis exhaustivo y considerado, puede ser una estrategia efectiva para mitigar los riesgos asociados con la erosión ribereña y las inundaciones, al tiempo que se apoya la preservación del entorno y el bienestar de la comunidad.

VII. RECOMENDACIONES

Basadas en los hallazgos y conclusiones de esta tesis, se formulan las siguientes recomendaciones para mejorar la defensa ribereña del Río Huatatas y asegurar la efectividad y sostenibilidad del muro de gaviones diseñado para el Centro Recreacional Glorietta.

7.1. Implementación y Construcción

Monitoreo Continuo: Establecer un programa de monitoreo regular para evaluar la estabilidad y el rendimiento del muro de gaviones, especialmente después de eventos de lluvias intensas o inundaciones.

Mantenimiento Programado: Desarrollar un plan de mantenimiento periódico que incluya la inspección y reparación de cualquier daño en la estructura de los gaviones para prolongar su vida útil.

Gestión de Vegetación: Fomentar el crecimiento de vegetación nativa en y alrededor del muro para fortalecer la estructura y promover la biodiversidad.

7.2. Consideraciones Ambientales y Sociales

Integración Comunitaria: Involucrar a la comunidad local en el proceso de implementación y mantenimiento del muro de gaviones para aumentar la conciencia y la responsabilidad compartida en la protección de la ribera.

Educación y Concienciación: Realizar campañas educativas sobre la importancia de la defensa ribereña y cómo las actividades humanas impactan en la erosión y la estabilidad del río.

7.3. Investigación y Desarrollo

Investigación Continua: Promover la investigación sobre materiales alternativos y métodos de construcción innovadores para muros de gaviones que puedan ofrecer mejor rendimiento o reducir costos.

Estudios de Impacto a Largo Plazo: Realizar estudios a largo plazo sobre el impacto del muro de gaviones en el ecosistema del río para asegurar que los beneficios ambientales sean sostenibles.

7.4. Políticas y Planificación

Desarrollo de Políticas: Colaborar con las autoridades locales para desarrollar políticas que promuevan prácticas de construcción y mantenimiento sostenibles para la defensa ribereña.

Planificación Urbana: Integrar el diseño de defensa ribereña en la planificación urbana y regional para garantizar la coherencia con el desarrollo a largo plazo de la provincia de Huamanga.

7.5. Extensión y Replicabilidad

Guías de Diseño: Elaborar guías de diseño basadas en los resultados de la tesis para que puedan ser utilizadas en proyectos similares en otras regiones.

Modelos Escalables: Desarrollar y compartir modelos escalables y adaptables de muros de gaviones que puedan ser personalizados para diferentes condiciones geográficas y climáticas.

7.6. Colaboración Interdisciplinaria

Equipos Multidisciplinarios: Formar equipos de trabajo multidisciplinarios para futuros proyectos de defensa ribereña que incluyan ingenieros, ecologistas, sociólogos y economistas.

Estas recomendaciones buscan orientar las futuras acciones hacia la mejora continua de las prácticas de defensa ribereña, asegurando que los muros de gaviones no solo cumplan con sus funciones técnicas sino que también contribuyan positivamente al ecosistema y a la comunidad.

TURNTIN INFORME FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 4%

Excluir bibliografía

Activo