



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE  
CHIMBOTE  
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR  
INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN  
IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR  
TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN  
TUMBES - 2023**

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

**AUTOR  
YAMO HERRERA, JHORDAN  
ORCID: 0000-0002-1416-1257**

**ASESOR  
LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL  
ORCID: 0000-0002-1666-830X**

**Chimbote, Perú**

**2023**



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA N° 0163-110-2023 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS**

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **22:40** horas del día **23** de **Agosto** del **2023** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN** Presidente  
**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO** Miembro  
**RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER** Miembro  
**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL** Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERDO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023**

**Presentada Por :**  
(0801121045) **YAMO HERRERA JHORDAN**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **MAYORIA**, la tesis, con el calificativo de **14**, quedando expedito/a el/la Bachiller para optar el **TITULO PROFESIONAL de Ingeniero Civil**.

Los miembros del Jurado de Investigación firman a continuación dando fe de las conclusiones del acta:

**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN**  
Presidente

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO**  
Miembro

**RETAMOZO FERNANDEZ SAUL WALTER**  
Miembro

**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL**  
Asesor



## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERDO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023 Del (de la) estudiante YAMO HERRERA JHORDAN, asesorado por LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 0% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Por lo tanto, dichas coincidencias detectadas no constituyen plagio y la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Cabe resaltar que el turnitin brinda información referencial sobre el porcentaje de similitud, más no es objeto oficial para determinar copia o plagio, si sucediera toda la responsabilidad recaerá en el estudiante.

Chimbote, 09 de Octubre del 2023

---

Mg. Roxana Torres Guzmán  
Responsable de Integridad Científica

Jurado.

Magister: Pisfil Reque, Hugo Nazareno.  
ORCID: 0000 0002 1564 682X  
Presidente.

Magister: Retamozo Fernández, Saul Walter.  
ORCID: 0000-0002-3637-8780  
Miembro.

Magister: Sotelo Urbano, Johanna Del Carmen.  
ORCID ID: 0000-0001-9298-4059  
Miembro.

## Dedicatoria.

Dedico este logro con humildad y gratitud a Dios, cuya luz ha iluminado mi camino en esta travesía académica. Su amor infinito y sabiduría han sido mi refugio y fuerza en momentos de desafío.

A mi madre y a mi padre por darme la vida, les ofrezco un agradecimiento sincero y profundo. Su inquebrantable apoyo, sacrificio y amor han sido el cimiento de este éxito. Cada paso que he dado ha sido guiado por su ejemplo y aliento constante. Cada logro es también suyo, y este trabajo lleva su dedicación y esfuerzo.

A mi familia, quienes me brindaron su amor incondicional y apoyo emocional durante este largo proceso, GRACIAS por creer en mí siempre.

## Agradecimiento.

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a mi asesor de tesis, quien con su experiencia y sabiduría guio este trabajo de investigación de manera entendible.

A todos mis profesores y mentores, les agradezco por su paciencia, sabiduría y orientación. Sus conocimientos compartidos han enriquecido mi aprendizaje y han contribuido significativamente a la calidad de este trabajo.

A mis amigos y a todas las personas que participaron en este estudio, gracias por su aliento y comprensión en cada etapa de este proceso. Sus palabras de ánimo y apoyo emocional han sido vitales para mantenerme enfocado y motivado.

## Índice General.

Caratula .....	i
Jurado .....	ii
Dedicatoria .....	v
Agradecimiento .....	vi
Índice General .....	vii
Lista de Tablas .....	ix
Lista de Figuras .....	x
Resumen .....	xi
Abstract .....	xii
<b>I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>1</b>
<b>II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>4</b>
2.1. Antecedentes .....	4
2.2. Bases teóricas .....	10
2.3. Hipótesis.....	22
<b>III. METODOLOGÍA .....</b>	<b>23</b>
3.1. Nivel, Tipo y Diseño de Investigación.....	23
3.2. Población y Muestra.....	24
3.3. Variables. Definición y Operacionalización .....	25
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	26
3.5. Método de análisis de datos .....	27
3.6. Aspectos Éticos .....	28
<b>IV. RESULTADOS .....</b>	<b>31</b>
4.1. Discusión.....	52
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>55</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>57</b>

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	58
ANEXOS.....	63
Anexo 01. Matriz de Consistencia .....	63
Anexo 02. Instrumento de recolección de información .....	64
Anexo 03. Validez de instrumento .....	67
Anexo 04. Confiabilidad del instrumento .....	76
Anexo 05. Formato de Consentimiento informado.....	79
Anexo 06. Documento de aprobación de institución para la recolección de información .....	81
Anexo 07. Evidencia de ejecucion (declaracion jurada ) .....	81
Anexo 08. Planos topográficos .....	87

## Lista de Tablas.

Tabla 1: Variables, Definición y Operacionalización .....	25
Tabla 2: Diseño del caudal .....	31
Tabla 3: Método de Petits.....	31
Tabla 4: Método de Simons y Henderson .....	31
Tabla 5: Método de Blench Altunin .....	32
Tabla 6: Método de Manning .....	32
Tabla 7: Tirante de diseño .....	34
Tabla 8: Calculo de velocidad y ajustes .....	34
Tabla 9: Calculo de la profundidad de socavacion.....	34
Tabla 10: Clasificación según tamaño de partículas .....	35
Tabla 11: Selección de suelos cohesivos y no cohesivos .....	36
Tabla 12: Tabla de coeficiente de contracción.....	37
Tabla 13: Calculo hidráulico y estructural del dique .....	38
Tabla 14: Probabilidad de movimiento de la roca.....	39
Tabla 15: Estabilidad del revestimiento del enrocado.....	39
Tabla 16: Calculo para determinar el uso de filtro .....	40
Tabla 17: Calculo del diámetro de roca .....	40
Tabla 18: Seccion típica h = 6.50 metros .....	41

## Lista de Figuras.

Figura 1: Mecánica de suelos .....	10
Figura 2: Especialista en topografía .....	11
Figura 3: Obras de defensa ribereña.....	12
Figura 4: Obras del dique .....	13
Figura 5: Prevención reforzamiento de diques en rio.....	14
Figura 6: Tipos de gaviones y sus características.....	15
Figura 7: El espigón .....	16
Figura 8: Cuenca Hidrográfica.....	18
Figura 9: Socavación en la vía .....	19
Figura 10: Topografía en la ribera del rio Tumbes .....	83
Figura 10: Calculo y registro de la profundidad y el tiempo promedio .....	83
Figura 12: Calicata C-01 en la progresiva 1+200.....	84
Figura 13: Calicata C-02 en la progresiva 1+310.....	84
Figura 14: Calicata C-03 en la progresiva 1+450.....	85
Figura 15: Cuarteo del material.....	85
Figura 16: Zarandeo de material .....	86
Figura 17: Peso del material.....	86
Figura 18: Plano topográfico de ubicación .....	87
Figura 19: Plano de acceso e infraestructura vial.....	88
Figura 20: Plano topográfico general del dique, prog. 1+260 a 1+917.....	89
Figura 21: Trazo y perfil longitudinal, prog. 1+260 a 1+1+500 .....	90
Figura 22: Trazo y perfil longitudinal, prog. 1+500 a 1+1+917 .....	91
Figura 23: Seccion típica del dique, prog. 1+260 a 1+917.....	92
Figura 24: Plano de la franja marginal y de compuertas .....	93
Figura 25: Aliviaderos y compuertas .....	94

## Resumen.

El objetivo de esta investigación es diseñar un dique para salvaguardar la seguridad de la población del sector de tamarindo, por eso mi **planteamiento** del problema es ¿El diseño del dique enrocado, mejorará la defensa ribereña del río Tumbes, en el km 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes – 2023? Y para dar solución a esta interrogante tengo como **objetivo** general, Elaborar el diseño del dique enrocado para prevenir inundaciones del río Tumbes, en el margen izquierdo km 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes – 2023. La **metodología** es descriptiva de nivel aplicada. Como **conclusión** tengo que Tanto el diseño hidráulico como el estructural han sido rigurosamente calculados y verificados, utilizando enfoques reconocidos y parámetros específicos para las condiciones del río. Los ensayos de capacidad portante confirman la idoneidad de los suelos para soportar las cargas del dique, respaldados por una caracterización detallada de los tipos de suelo y su comportamiento en profundidad. La predominancia de suelos granulares sin cohesión y la capacidad de carga adecuada brindan una base sólida para la construcción de la estructura. En conjunto, estos análisis geotécnicos y hidráulicos proporcionan la base técnica necesaria para la implementación exitosa del dique enrocado, reduciendo incertidumbres y asegurando su efectividad en la protección contra inundaciones.

Palabras claves: Defensa ribereña, diseño del dique, prevención de desastres naturales.

## Abstract.

The objective of this research is to design a dam to safeguard the safety of the population in the Tamarindo sector. Therefore, my problem statement is: Will the design of the rock-filled dam improve the riverbank defense of the Tumbes River, from km 1+260 to 1+917, in the Tamarindo sector, San Jacinto district, Tumbes region – 2023? To address this question, my general objective is to develop the design of the rock-filled dam to prevent Tumbes River flooding, along the left bank from km 1+260 to 1+917, in the Tamarindo sector, San Jacinto district, Tumbes region – 2023. The methodology is descriptive and applied in nature. In conclusion, both hydraulic and structural designs have been rigorously calculated and verified, utilizing recognized approaches and specific parameters for the river's conditions. Bearing capacity tests confirm the suitability of the soils to withstand the dam's loads, supported by a detailed characterization of soil types and their behavior at depth. The prevalence of non-cohesive granular soils and adequate load-bearing capacity provide a solid foundation for the structure's construction. Taken together, these geotechnical and hydraulic analyses provide the necessary technical basis for the successful implementation of the rock-filled dam, reducing uncertainties and ensuring its effectiveness in flood protection.

Keywords: Riverbank defense, dam design, natural disaster prevention.

## I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

### 1.1. Descripción del problema.

Las intensas lluvias causadas por el fenómeno conocido como "niño costero" y el ciclón "Yaku" resultan en un aumento significativo del flujo de agua aguas arriba del caserío Tamarindo, lo que lleva a que el río Tumbes se desborde. Esto pone en peligro a cientos de personas en esta zona. Es evidente la carencia de infraestructura hidráulica adecuada para prevenir inundaciones en las calles y campos de cultivo de esta región.

Las estaciones hidrológicas reportaron un aumento en los caudales de los siguientes ríos: Cabo Inga con 811.8 m<sup>3</sup>/s, El Tigre con 1193.56 m<sup>3</sup>/s y El Puente con 543.3 m<sup>3</sup>/s. Como resultado del desbordamiento del río, las primeras áreas afectadas fueron San Jacinto, Pampas De Hospital, Corrales, San Juan De La Virgen, Bella Vista y la infraestructura vial cercana al malecón de Tumbes. (1).

De acuerdo con el pronóstico del Senamhi, las fuertes precipitaciones en la cuenca del río Tumbes causaron un notable aumento en su caudal. Esto resultó en daños significativos a la población y en considerables pérdidas materiales, generando consecuencias socioeconómicas para los habitantes del caserío Tamarindo, ubicado en el distrito de San Jacinto, en el departamento de Tumbes en el año 2023. (2).

A nivel internacional, el túnel emisor del oriente es reconocido como una de las obras hidráulicas más significativas en la actualidad. Se trata de un sistema de drenaje construido en la Ciudad de México, cuyo proceso de ejecución tomó 11 años. Su impresionante longitud supera los 62 km, iniciando en el Valle México y desembocando en el municipio de Atotonilco de Tula, en Hidalgo.

Este sistema cuenta con 25 lumbreras, con dimensiones que oscilan entre 22 m y 35 m, y su principal función es conducir el agua a una profundidad aproximada de 45 m. La inversión para su construcción alcanza la asombrosa cifra de más de US\$ 2 000 000 000, con el propósito fundamental de prevenir inundaciones en la región metropolitana del Valle de México. (3).

En Perú, después de 5 años desde el desborde del río Piura, la Autoridad para la Reconstrucción con Cambios (ARCC) ha completado y puesto en funcionamiento el

primer tramo de las defensas ribereñas del río Piura y Castilla. Esta importante obra tuvo un costo de más de 162 000 000 y abarca desde la represa de los Ejidos hasta el puente Cáceres. El tramo incluye la construcción de diques revestidos de concreto para brindar mayor protección y seguridad ante posibles desbordamientos. (4).

En el ámbito local de Tumbes, se están llevando a cabo obras de defensas ribereñas en el río Zarumilla con una inversión de más de 60 000 000. El director Ejecutivo del Proyecto Especial Binacional Puyango Tumbes, José Revilla Vuelot, ha destacado el impacto positivo que tendrá la prevención del río Zarumilla en esta primera etapa. Esta medida permitirá proteger aproximadamente 11 km de terrenos agrícolas que se encuentran adyacentes a más de 10 000 hectáreas de diversos cultivos de pan llevar, brindando seguridad y resguardo a estas importantes áreas productivas.

Alrededor de 6 000 agricultores de los distritos de Papayal y Aguas Verdes son los beneficiarios directos de este proyecto. Estas comunidades han sido recurrentemente afectadas por el aumento del caudal del río Zarumilla. Con la implementación de las obras de defensas ribereñas, se espera brindarles una protección adecuada y mitigar los impactos negativos que han enfrentado debido a las crecidas del río. (5)

## 1.2. Formulación del problema.

¿El diseño del dique enrocado, mejorará la defensa ribereña del río Tumbes, en el km 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de San Jacinto, región Tumbes – 2023?

## 1.3. Justificación.

Con el paso de los años y debido a los fenómenos climáticos del "niño costero" y el ciclón "Yaku", las fuertes precipitaciones han tenido un impacto significativo en el aumento del caudal del río Tumbes. Esta situación ha llevado a inundaciones, pérdidas agrícolas y ha generado temor en la población local. Como medida para generar un impacto positivo en el medio ambiente y proteger a las comunidades cercanas, se ha propuesto la construcción de un dique enrocado de 657 metros de longitud en el río Tumbes.

Para llevar a cabo este proyecto de investigación, se aplicó una metodología específica. En primer lugar, se recopiló información hidrológica desde la progresiva 1+260 hasta la 1+917, identificando la sección más vulnerable del río y analizando los caudales y características existentes. Esta información fue esencial para comprender las principales condiciones y causas del problema de inundación en el río Tumbes.

El diseño del dique enrocado se llevó a cabo utilizando diversos softwares especializados. De esta manera, se buscó proponer las mejores soluciones para establecer un sistema de defensa ribereña que pudiera manejar los caudales más críticos del río Tumbes y mitigar los efectos de las inundaciones en la zona.

Este enfoque tiene como objetivo proteger a las poblaciones cercanas, al mismo tiempo que se conserva y respeta el medio ambiente local. Además, se espera que la implementación de este proyecto ayude a reducir los daños ocasionados por las inundaciones y fomente un desarrollo sostenible en la región en el futuro.

#### 1.4. Objetivo general.

- Elaborar el diseño del dique enrocado para prevenir inundaciones del río Tumbes, en el margen izquierdo km 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes – 2023.

#### 1.5. Objetivos específicos.

- Diseñar el dique enrocado en la progresiva 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes -2023.
- Establecer un estudio de mecánica de suelos que permita conocer la capacidad portante del suelo para el soporte de las estructuras en el diseño del dique enrocado.
- Determinar y conocer el tipo de suelo en el margen izquierdo del río Tumbes mediante las calicatas.

## II. MARCO TEÓRICO.

### 2.1. Antecedentes.

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales.

Según **Mogollón et al.** (6) (2020), desde su país **Ecuador** dice en su artículo titulado “**Estudio de los factores principales que influyen en diseño del dique de enrocado**”, El **objetivo** general consiste en diseñar una defensa ribereña con dique enrocado para abordar los problemas de erosión en las vertientes del río. La **metodología** aplicada es de tipo descriptivo y aplicado, con el objetivo de mantener el río para conservar la alineación de la ribera y proteger estructuras como puentes, presas, barrajes y diques contra inundaciones. Los **resultados** muestran que, debido a la rugosidad y angularidad de las rocas utilizadas en el enrocado, no es posible obtener una superficie plana, lo que disminuye la energía del flujo de agua al chocar con las rocas. Esto ayuda a reducir la erosión en ambos lados del río, conservando su ancho y vegetación. El diseño del dique enrocado se basó en un caudal de diseño calculado para un tiempo de retorno de 50 años y un caudal de 69.95 m<sup>3</sup>/s. Las variaciones e irregularidades del flujo y las configuraciones de las secciones transversales del río se analizaron utilizando software computarizados como River Analysis y HEC-RAS. Como **conclusión**, se opta por un método de revestimiento enrocado debido a su fácil mantenimiento y su variación en tamaño, forma y masa, lo que proporciona un buen comportamiento para proteger las márgenes u orillas del río. Además, se propone fomentar la reforestación en áreas cercanas a las estructuras de defensa y educar a la población local para evitar el uso de terrenos agrícolas cercanos a la ribera del río con el propósito de ser habitados como viviendas.

Según **Bayena** (7) (2022), en el proyecto de estudio realizado para su especialización en gerencia de proyectos de la universidad piloto de Colombia cuyo título es “**Construcción de tres diques en el borde del río Sinú, en el municipio de Cereté – Departamento de Córdoba**”, El **objetivo** de este proyecto es llevar a cabo la construcción de tres obras de defensa ribereña en

forma de diques a lo largo del río Sinú. Se ha utilizado una **Metodología** de tipo proyecto factible, que busca obtener **resultados** que permitan mitigar las inundaciones en el río Sinú, y un enfoque analítico para desglosar y analizar las causas que provocan las inundaciones, con el fin de encontrar la mejor opción y ubicación para lograr los objetivos propuestos y prevenir inundaciones. Se concluye en el análisis de diversos aspectos financieros, técnicos, de mercadeo, socio ambientales y de calidad, el proyecto ha sido declarado viable, con una valorización de \$8,228,554,980.60 pesos destinados a la construcción de tres impresionantes diques de protección. Estos diques tendrán una altura de 3.3 metros y una longitud de 200 metros, y se espera que se completen en un plazo de ejecución de 12 meses. La población beneficiada, que incluye tanto la zona urbana como la rural, consta de 94,935 habitantes.

Según **Valdivia** (8) (2018), desde el país de **Chile** en su estudio de tesis titulada **“Diseño de defensas fluviales Rio Cruces en San José De La Mariquina”**. El **objetivo** de este estudio es desarrollar defensas fluviales para prevenir desbordamientos y daños causados por el aumento de caudales en el río Cruces en San José De La Marquina. Para llevar a cabo esta tesis, se propone una **metodología** que consta de cinco etapas. En la primera, se recopila información hidrológica, granulométrica, de prensa local, topo batimétrica y administrativa. Luego, se realiza un estudio hidráulico e hidrológico con la información recolectada. Posteriormente, se analizan los resultados y se estudian diversas alternativas de solución. En la etapa de selección, se escoge la alternativa más adecuada. Finalmente, se procede al diseño de las defensas fluviales.

Con el objetivo de proteger las áreas y estructuras más vulnerables, se crean cuatro alternativas para modelar los diferentes periodos de retorno y así identificar las áreas afectadas por el aumento del flujo. Se destaca que el estudio se basa en las crecidas de 100 y 200 años, ya que representan las situaciones más desfavorables. Como resultado, se sugiere proteger las vías de acceso a la ciudad, que se inundan a partir de un periodo de retorno de cinco años ( $T5 = 1063.2 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Además, se plantea aumentar el área de escurrimiento mediante una excavación en la ribera, lo que reducirá la altura de escorrentía.

El diseño se basa en el manual de carreteras y se proyecta para un periodo de retorno de  $T = 100$  años y un caudal máximo de  $Q = 1118.8$  m<sup>3</sup>/s. Tras analizar el perfil de velocidades, se proponen dos tipos de defensas: una caraza de enrocado que requiere un volumen de 9,340 m<sup>3</sup> de roca con un diámetro entre 400 y 500 mm y un peso de 200 kg, y un conglomerado fluvial que precisa de 6,140 m<sup>3</sup> de material con un diámetro de 21 mm. Ambas propuestas plantean los taludes de manera que se necesiten 41,200 m<sup>3</sup> de tierra para el terraplén de respaldo. En **conclusión**, la alternativa seleccionada y el diseño propuesto cumplen con las metas requeridas para proteger las estructuras y bienes afectados por las crecidas centenarias, según los antecedentes analizados.

#### 2.1.2. Antecedentes Nacionales.

Según **Mariño** (9) (2020). A nivel nacional en la investigación titulada **“Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón - Lima”**. El **objetivo** de esta investigación es proponer mejoras en la defensa ribereña del Río Chillón para reducir los riesgos de inundaciones y abordar esta problemática. La **metodología** empleada es cuantitativa, de diseño no experimental, con enfoque descriptivo. Se presenta la mejor propuesta de diseño para la defensa ribereña con el propósito de prevenir futuras inundaciones. La muestra poblacional utilizada en el estudio abarca 1.53 km de la ribera del río Chillón. Como resultado, se **concluyen** tres alternativas de diseño para mejorar diferentes tipos de defensas ribereñas, que son: un enrocado como primera opción, un diseño de gaviones como segunda opción, y un diseño de muro de concreto como tercera opción.

según **Maquera** (10) (2019). En su tesis titulada **“propuesta y diseño de defensa ribereña de enrocado en el río Coata - Puno”** El proyecto de la U.A.P tiene como **objetivo** proponer la mejor solución para el diseño de un enrocado en el tramo del sector Llucco del río Coata, con el fin de reducir las inundaciones en el río. El estudio se realiza utilizando una **metodología** cuantitativa y aplicada, con un enfoque descriptivo y un diseño no

experimental. Los **resultados** del proyecto incluyen la identificación y cuantificación de las zonas inundables basadas en los caudales máximos y períodos de retorno, procesados a través del software Hec Ras. Se obtuvo un caudal máximo de 758.3 m<sup>3</sup>/s con un período de retorno de T = 50 años. Debido a la falta de mantenimiento, negligencia y abandono por parte de las autoridades, el río Coata se ve gravemente afectado por el aumento de sus caudales. Es por esta razón que esta tesis plantea la propuesta de un enrocado como solución, el cual consiste en una estructura de rocas robustas y resistentes para proteger los taludes. El diseño se basó en cálculos de ingeniería, estudios de geotecnia, topografía y datos de precipitaciones pluviales máximas. En **conclusión**, se consideró para el diseño del enrocado la media aritmética del valor de QMax = 770.385 m<sup>3</sup>/s. Para la margen izquierda del dique, se tomaron en cuenta longitudes de 15.37 m de base, 3.70 m de altura, 4.00 m de ancho de corona, 3.70 m de altura de enrocado, 3.20 m de altura de enrocado de uña, 4.80 m de ancho de base de uña, 6.90 m de altura total y una inclinación de talud H=2.0 y V=1.0 de cara mojada, con un recubrimiento de enrocado de 1.20 m y un borde libre de 0.96 m. Mientras tanto, en la margen derecha se obtuvieron longitudes de 3.70 m de ancho, 3.70 m de altura de enrocado, una inclinación de talud H=2.0 y V=1.0 de perfil húmedo, con un recubrimiento de enrocado de 0.5 m y un borde libre de 0.96 m.

Según **Silva**. (11) (2022). En su tesis cuyo título se denomina “**Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente Comuneros**”. El **objetivo** de este proyecto es encontrar la mejor solución para la defensa ribereña en el río Mantaro, específicamente en el puente Comuneros, en la margen izquierda de la cuenca del río Mantaro en Huancayo. Se plantea disponer el diseño hidráulico y estructural de las defensas con el fin de identificar la opción más adecuada. Para esto, se analizan tres tipos de defensas ribereñas: gaviones, enrocado y muros de gravedad. La **metodología** utilizada es cuantitativa, ya que los **resultados** se procesan con técnicas matemáticas y estadísticas, y es aplicada, ya que busca brindar soluciones beneficiosas para la sociedad. Además, es de nivel descriptivo, al enfocarse en la especificación de propiedades y características importantes del

fenómeno. Para obtener los resultados, se calcula el caudal máximo de diseño  $Q = 3,845.84 \text{ m}^3/\text{s}$  mediante el método de Creager o Wolfgang Trau, proyectado para un periodo de diseño de quinientos años. También se establecen parámetros hidráulicos, dimensionamiento y diseño para cada estructura requerida, como la fuerza resistente, presión de flujo, factor de estabilidad y peso de las rocas, demostrando la fortaleza del enrocado. Para el diseño de los muros y gaviones, se verifica la estabilidad de las estructuras en términos de deslizamientos y volteo, mostrando un factor mayor a 1.5 y un esfuerzo actuante menor a la capacidad portante del suelo. Finalmente, se **concluye** que la mejor propuesta en diseño es el muro de gravedad, ya que cumple con las características y expectativas estructurales de estabilidad hidráulica, permitiendo proteger y salvaguardar las zonas aledañas ubicadas en el lado izquierdo del río Mantaro.

### 2.1.3. Antecedente Locales o regionales.

Según **Moquel et al. (12) (2022)**, en su tesis cuyo título es “**modelamiento hidrológico e hidráulico para el diseño hidráulico de la defensa ribereña, ubicado en el sector Pampa de Hospital, provincia Tumbes, Tumbes**”; Como resultado de los recientes fenómenos, los desbordamientos de la corriente de agua han causado daños y consecuencias significativas. Con el **objetivo** de abordar esta problemática, se realiza el modelamiento hidrológico e hidráulico para diseñar la defensa ribereña ubicada en el sector Pampa de Hospital. La **metodología** utilizada es de nivel descriptivo y aplicado. Los **resultados** del modelamiento hidráulico muestran la presencia de lugares críticos inundables, donde los tirantes de agua superan los 15 metros, representando el movimiento del flujo sobre el cauce del Río Tumbes. También se identifica una extensión de inundaciones con tirantes mayores a 15 metros en el cauce y mayores a 2 metros en la planicie de desbordamiento, con velocidades superiores a 10 m/s. En **conclusión**, se sugiere como medida preventiva proyectar estructuras de protección, basándose en el dimensionamiento de los parámetros hidráulicos para mitigar los efectos de futuras inundaciones.

Según **Balladares et al.** (13) (2020). A nivel local en su estudio que lleva por título “**Estimación de caudales máximos en Cuencas secas y aplicación en diseños obras de defensas ribereñas: caso Quebrada Angostura, Tumbes, 2019**”. El **objetivo** de este estudio es identificar las características geomorfológicas y utilizar diferentes modelos estocásticos, estadísticos, matemáticos y empíricos para estimar el máximo caudal de diseño en la cuenca seca de la Quebrada Angostura Cabuyal. Además, se busca establecer un diseño de defensa ribereña con las características hidráulicas requeridas según el método preestablecido. La **metodología** empleada es de tipo aplicada, ya que permite calcular el caudal máximo de diseño utilizando modelos predeterminados con el fin de encontrar soluciones a los problemas de desbordamiento y erosión en la cuenca Angostura. El proyecto sigue un diseño no experimental y de corte transversal-descriptivo-correlacional. Se recopila información especial SIG, se utiliza la herramienta ArcGIS para obtener el DME y se delimita la cuenca para recolectar datos sobre las precipitaciones y la caracterización geomorfológica e hidrológica. Se aplican métodos estadísticos y empíricos como el racional modificado y el método de Creager. Las **conclusiones** revelan que los afluentes máximos obtenidos son un promedio entre los resultados de los métodos de Creager y racional modificado, para diferentes períodos de retorno T (desde 2 hasta 500 años), con caudales que varían entre 227.41 m<sup>3</sup>/s y 1213.33 m<sup>3</sup>/s. La curva hipsométrica diseñada demuestra que la cuenca se encuentra en un estado de equilibrio erosivo debido a su pendiente y longitud de 34 km, lo que genera un tiempo de concentración de nueve horas.

Según **Infante** (14) (2020). Menciona en su proyecto titulado “**Estimación del caudal máximo en cuencas secas para diseño de defensa ribereña – caso quebrado seca Casitas – Bocapán Tumbes – 2020**” La quebrada Casitas Bocapán se encuentra en los distritos de Zorritos y Casitas y es una de las más importantes a nivel departamental, siendo afectada por diversos fenómenos extremos que causan graves daños en viviendas, agricultura y economía. Por esta razón, el **objetivo** de esta tesis es estimar el caudal máximo necesario para diseñar defensas ribereñas en dicha zona. Se utilizó la **metodología** empíricos

tecnológicos como Creager Izkowski, Model Gumbel y Log Pearson III, y se recopilaban datos para ser procesados mediante Manning. Como resultado, se estimó un caudal máximo de 635.83 m<sup>3</sup>/s para un período T = 50 años, lo que permitirá desarrollar proyectos de infraestructura hidráulica que serán de gran utilidad para mitigar los desbordamientos de la quebrada Seca Casitas.

## 2.2. Bases teóricas.

### 2.2.1. Estudio de Mecánica de suelos y su importancia.

El enfoque se centra en analizar las propiedades del suelo, incluyendo su tipo, firmeza, deformaciones y comportamiento específico, para determinar su idoneidad como material estructural. De esta manera, se busca garantizar que las deformaciones y resistencia del suelo brinden durabilidad, estabilidad y seguridad a las construcciones realizadas sobre la superficie terrestre. Esta definición propia pone especial énfasis en la importancia de utilizar el suelo como cimiento sólido y confiable para asegurar la integridad y funcionalidad de las estructuras edificadas, teniendo en cuenta las características geotécnicas del terreno y maximizando la eficiencia y longevidad de las construcciones.

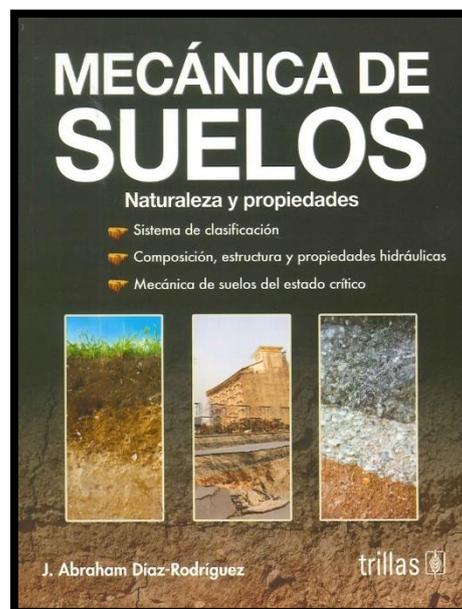


Figura 1: mecánica de suelos.

Fuente: Abraham Díaz Rodríguez.

### 2.2.2. Topografía.

Topografía es la disciplina o técnica que se encarga de describir y representar de manera gráfica y detallada la superficie de un determinado terreno. Utiliza herramientas y equipos especializados para medir y registrar las elevaciones, pendientes, formas y características del terreno, generando mapas topográficos que ofrecen información precisa sobre la geografía del área estudiada. Estos mapas son fundamentales en diversas áreas como la ingeniería, la arquitectura, la agricultura y la planificación urbana, entre otras, ya que proporcionan datos esenciales para la toma de decisiones en proyectos de construcción, desarrollo de infraestructuras y gestión del territorio. La topografía es una ciencia crucial para comprender y aprovechar de manera eficiente el entorno geográfico en el que se desarrollan actividades humanas y naturales.



Figura 2: Especialista en topografía.

Fuente: Uní master.

### 2.2.3. Defensas ribereñas.

Las defensas ribereñas son estructuras hidráulicas construidas en las orillas de ríos, canales, represas y embalses con el objetivo de proteger las áreas cercanas de posibles inundaciones. Para lograr esta protección, se requiere la implementación de medios estructurales y no estructurales, así como la

realización y modificaciones de canales fluviales y diversas obras de drenaje. La forma y el material utilizados en la construcción de estas defensas varían significativamente, principalmente en función de su propósito específico y las condiciones del entorno en el que se ubican. Estas estructuras desempeñan un papel vital en la prevención de inundaciones y en la salvaguarda de zonas habitadas y de interés económico, contribuyendo así a la seguridad y bienestar de las comunidades aledañas a cuerpos de agua. (15).



Figura 3: Obras de defensa ribereña.

Fuente: Perú construye.

#### 2.2.4. Zona ribereña.

Las zonas ribereñas son la franja de tierra que se encuentra entre el suelo y un río o arroyo, pudiendo ser creadas de manera natural o mediante acciones de ingeniería para estabilizar o restaurar el suelo. Estas áreas desempeñan un papel crucial como biofiltros naturales, filtrando y purificando el agua, y también protegen los cuerpos de agua de la excesiva acumulación de sedimentos. Además, una de sus funciones principales es regular la velocidad del agua, previniendo inundaciones y contribuyendo a mantener el equilibrio hidrológico en el ecosistema fluvial. Las zonas ribereñas son hábitats valiosos para la biodiversidad y desempeñan un papel vital en la preservación de la calidad del agua y la salud del ecosistema acuático. (16).

### 2.2.5. Dique.

Las estructuras hidráulicas conocidas como diques tienen como finalidad contener el agua o bloquear su paso, y pueden ser construidas en forma paralela o perpendicular al curso del agua. Estos diques pueden ser fabricados con diferentes materiales, como hormigón, rocas, tierra u otros elementos que aseguren la prevención de inundaciones en áreas cercanas. Su construcción estratégica y sólida garantiza la protección de zonas adyacentes a ríos, canales o embalses, evitando así desbordamientos y manteniendo el control de los caudales hídricos en momentos de crecidas o lluvias intensas. Los diques son estructuras fundamentales en la gestión del agua y la protección de comunidades y tierras agrícolas en riesgo de inundación. (17).



Figura 4: Obras del dique.

Fuente: Luis Rodríguez Lezama.

### 2.2.6. Tipos de defensa ribereña.

#### 2.2.6.1. Dique enrocado.

Los enrocados son estructuras hidráulicas destinadas a proteger contra posibles crecidas en áreas erosionadas por el agua con flujos de alta velocidad. Sin embargo, al colocar estas estructuras, es necesario contrarrestar la fuerza de arrastre generada por el flujo del agua. La estabilidad y durabilidad del enrocado dependen de factores como la velocidad del flujo tangencial, la dirección de la corriente principal de

agua en relación con su ubicación, el ángulo del talud y las características de la roca utilizada.

El enrocado es una opción más económica en comparación con otras infraestructuras debido a su facilidad de acceso y flexibilidad para reparaciones. Se recomienda utilizar un espesor equivalente a  $T = 2D50$  para garantizar su eficacia en la protección contra inundaciones y asegurar la integridad de las estructuras aledañas (18).



Figura 5: Prevención reforzamiento de diques en río.

Fuente: El regional de Piura.

#### 2.2.6.1.1. Roca.

Es el compuesto elaborado a partir de agregados naturales que contienen uno o más minerales, y están compuestas por diversas especies mineralógicas. Las rocas se identifican por su dureza y cohesión en estado sólido. Se agrupan en tres categorías: rocas magmáticas o ígneas, rocas sedimentarias y rocas metamórficas. (19).

#### 2.2.6.2. Gaviones.

Los gaviones son construcciones rectangulares fabricadas con alambre galvanizado y rellenas con piedras dispuestas en forma de apilado. Su propósito principal es proporcionar estabilidad frente a la erosión, y también pueden ser utilizados para canalizar el flujo hidráulico lejos de estructuras vulnerables. (20).



Figura 6: Tipos de gaviones y sus características.

Fuente: Parque y grama.

##### 2.2.6.2.1. Tipos de gaviones.

- Gaviones tipo caja: Se trata de elementos geométricos regulares de varias dimensiones, compuestos por una malla hexagonal tejida con doble torsión. Estos elementos poseen una estructura similar a un paralelepípedo, compuesta por una base, paredes verticales y una tapa. Durante la construcción, se llenan con gravas de dureza y peso adecuado.
- Gaviones de tipo saco: Estas estructuras tienen una forma cilíndrica y están principalmente compuestas por mallas hexagonales tejidas con doble torsión. Su uso principal es en obras de emergencia o en proyectos que presentan dificultades de acceso.
- Gaviones de tipo colchón reno: Son construcciones metálicas en forma de paralelepípedos con malla

hexagonal de doble torsión, con una amplia área, pero poco espesor. Estas estructuras se emplean comúnmente en proyectos de protección para lechos y orillas, especialmente en áreas propensas a fuertes corrientes de torrentes.

#### 2.2.6.3. Espigones.

Es una estructura hidráulica erigida en las orillas para regular el flujo, dirección y profundidad del agua. Se construye utilizando materiales resistentes como mampostería, hormigón, madera y acero. Estas estructuras se emplean comúnmente para el control de ríos, presas, puertos y costas. En algunos casos, también contribuyen a mejorar la calidad del agua y prevenir inundaciones en áreas bajas. Además, los espigones facilitan la creación de canales y desviaciones que mejoran el transporte y control del movimiento del agua. (20).



Figura 7: El espigón.

Fuente: Apartamentos Mazuga rural.

#### 2.2.6.4. Muro de contención.

Es un sistema hidráulico creado con el propósito de cumplir diversos objetivos, como retener y soportar la presión generada por materiales como líquidos, rellenos, arena y otros materiales granulares detrás de

la estructura del muro. Existen diferentes tipos de estructuras utilizadas como muros de contención para este fin. (21).

#### 2.2.7. Cuenca hidrográfica.

El término "cuenca hidrográfica" hace referencia a la extensa área de drenaje natural en la que convergen las aguas que fluyen a través de valles y quebradas, dando origen a una red de drenajes y afluentes que alimentan un cauce principal, finalmente formando un río. En resumen, es el territorio que recoge y canaliza el caudal de un río y sus afluentes. Las cuencas hidrográficas se clasifican en diferentes categorías según su tamaño, ubicación geográfica y patrones de flujo de agua.

- Cuenca exorreicas: Esta cuenca hidrográfica se destaca por su particularidad de llevar las aguas de forma directa hacia el océano. En lugar de converger en un río o un lago, las corrientes fluyen directamente hacia el mar. Esta singularidad puede influir en los patrones de drenaje y en la forma en que se gestionan los recursos hídricos en la región. Además, al desembocar en el océano, esta cuenca puede tener un impacto significativo en el ecosistema marino y en la distribución de los sedimentos en la costa.
- Cuenca endorreicas: Estas cuencas hidrográficas se caracterizan por tener un sistema de drenaje que no se conecta con el océano, sino que sus corrientes fluyen hacia lagos y lagunas. En lugar de desembocar directamente en el mar, las aguas de esta cuenca encuentran su salida en cuerpos de agua interiores, lo que puede dar lugar a diferentes dinámicas hidrológicas y ecológicas. Los lagos y lagunas receptores pueden funcionar como reguladores naturales del flujo de agua y ofrecer hábitats únicos para diversas especies acuáticas y aves migratorias. El manejo y la conservación de estos ecosistemas son fundamentales para mantener el equilibrio hídrico y la biodiversidad en estas cuencas.
- Cuenca Arreicas: La principal fuente de origen de esta cuenca se debe a la evaporación de sus aguas, que ocurre mientras se filtran durante su recorrido a través del terreno antes de unirse a una red de drenaje. Este

proceso de evaporación y filtración contribuye a la formación de la cuenca hidrográfica y afecta su hidrología. Las aguas que fluyen por esta cuenca experimentan cambios en su volumen y calidad debido a estos procesos naturales. Además, la topografía del terreno influye en cómo se encausan las aguas y cómo se distribuyen dentro de la cuenca. El entendimiento de estos fenómenos es esencial para una gestión adecuada y sostenible de los recursos hídricos en esta área. (22).



Figura 8: Cuenca Hidrográfica.

Fuente: Wiki sabio.

#### 2.2.7.1. Factores de transporte en una cuenca.

Este concepto está vinculado al movimiento del agua, los sedimentos y características del flujo, como la duración del caudal, la velocidad y la frecuencia, así como las tasas de transporte y el tipo y tamaño de las partículas transportadas durante esos eventos. Todos estos factores son fundamentales para calcular la profundidad de socavación, es decir, la erosión que puede ocurrir en el lecho del río o arroyo debido al flujo de agua y la acción de los sedimentos transportados. La comprensión de estos aspectos es esencial para evaluar el impacto del flujo de agua en la morfología del lecho y en la estabilidad de las estructuras cercanas al curso de agua. (23).

### 2.2.7.2. Socavación.

La erosión fluvial es un proceso natural en el cual el agua excava o degrada de manera significativa el lecho y las orillas de un cauce. Esta forma de desgaste hídrico resulta de factores como el impacto de las olas en acantilados, la acción de remolinos de agua y el tamaño de los sedimentos, además de la duración y magnitud de eventos hidrológicos. Como consecuencia, el cauce se va profundizando, lo que puede llevar al colapso progresivo de sedimentos y acantilados sin suficiente soporte en su base. Estos procesos también dan lugar a la formación y migración de meandros en el curso del agua. El entendimiento de la erosión fluvial es esencial para la gestión de recursos hídricos y la preservación de ecosistemas ribereños. (24).



Figura 9: Socavación en la vía.

Fuente: La reportera.

### 2.2.7.3. Precipitación total y efectiva.

ES el fenómeno originado por las lluvias, donde el agua no logra infiltrarse ni retenerse en el suelo de la cuenca. En consecuencia, se produce un excedente de precipitación que se convierte en escorrentía directa, fluyendo hacia la salida de la cuenca. Este proceso asume que el flujo superficial es el principal mecanismo de transporte durante la estación lluviosa. La escorrentía directa es un factor crítico en la hidrología de una cuenca, ya que afecta el caudal de los ríos y la recarga de acuíferos. Entender este fenómeno es fundamental para el

manejo adecuado de los recursos hídricos y la prevención de inundaciones.

#### 2.2.8. Diseño hidráulico.

Este cálculo hidrológico se utiliza para determinar las dimensiones adecuadas de un proyecto o una parte específica del mismo. Se basa en el análisis detallado de las variables hidrológicas relevantes, como las precipitaciones, el escurrimiento superficial, la infiltración, el caudal de ríos y arroyos, entre otros. Estos datos hidrológicos son esenciales para estimar la cantidad de agua que fluirá en el área y para diseñar adecuadamente las estructuras y medidas de control necesarias para gestionar el agua de manera eficiente y segura. Al considerar este cálculo en la planificación de un proyecto, se asegura una gestión adecuada de los recursos hídricos y se minimiza el riesgo de inundaciones u otros problemas hidrológicos. (25).

##### 2.2.8.1. Caudal de diseño.

Se trata del volumen de agua que es transportado por las obras de drenaje. Su propósito es calcular los caudales máximos esperados y asignar una probabilidad de ocurrencia a diferentes magnitudes de crecidas. Es esencial calcular este valor con precisión para dimensionar adecuadamente las estructuras necesarias y evitar posibles daños en el futuro. La determinación correcta del caudal de diseño permite establecer el tamaño óptimo de las obras de drenaje de manera económica y eficiente, garantizando una gestión adecuada del agua y previniendo problemas asociados a inundaciones y desbordamientos.

##### 2.2.8.2. Estimación de caudales.

Cuando se disponen de datos suficientes de aforo, se realiza un análisis estadístico de los caudales máximos instantáneos para la sección más cercana al punto de interés. Mediante este análisis, se calculan los caudales correspondientes a diferentes periodos de retorno, como 2,5, 10, 20, 50, 100 y 500 años. Estos valores representan estándares

relevantes para la evaluación hidrológica y el diseño de infraestructuras. La utilización de datos de aforo y cálculos para distintos periodos de retorno asegura que las estructuras se dimensionen adecuadamente para enfrentar posibles crecidas y eventos extremos, minimizando riesgos y garantizando la seguridad en el manejo del agua.

#### 2.2.8.3. Máxima avenida.

Se refiere a una situación en la que el nivel de un curso de agua se eleva de forma considerable, superando ampliamente el flujo normal durante una crecida. Durante este aumento significativo del caudal, la avenida del río puede ser insuficiente para contenerlo, lo que da lugar a desbordamientos que invaden la llanura aluvial. Esto ocurre cuando la magnitud de la crecida es tan grande que el cauce del río no puede contener todo el volumen de agua, y esta se desborda hacia las áreas adyacentes, como las llanuras cercanas al río. Los desbordamientos representan un riesgo para las zonas habitadas y pueden provocar inundaciones devastadoras, por lo que es fundamental entender y manejar adecuadamente estos eventos hidrológicos extremos.

Dentro de sus características principales, se encuentran el volumen de la avenida, el caudal máximo y la tasa de aumento del caudal. Estas características definen la magnitud y velocidad del flujo de agua durante una crecida. El volumen de la avenida representa la cantidad total de agua que fluye durante el evento, mientras que el caudal máximo indica el punto más alto del flujo. La velocidad con la que aumenta el caudal es un factor crucial, ya que determina qué tan rápido se alcanza el caudal máximo y cuánto tiempo dura la crecida. Comprender estas características es esencial para la gestión adecuada de recursos hídricos y la planificación de infraestructuras resilientes frente a crecidas y desbordamientos.

#### 2.2.8.4. Avenida de diseño.

El caudal máximo seleccionado para dimensionar una estructura hidráulica se elige teniendo en cuenta diversas consideraciones. Para determinar este valor, se basa en la información proporcionada por el estudio hidrológico, que incluye estimaciones de los caudales. Además, se toman en cuenta conceptos relacionados con el riesgo, la vulnerabilidad, la importancia y el costo de la obra. El objetivo es asegurar que la estructura esté adecuadamente diseñada para resistir eventos hidrológicos extremos, minimizando riesgos y daños potenciales. Al considerar estos factores, se garantiza que la infraestructura hidráulica sea segura y funcional, cumpliendo con las necesidades y exigencias de la región donde se va a implementar.

#### 2.2.8.5. Periodo de retorno (T).

El periodo de retorno es una estimación del tiempo en el que es probable que vuelva a ocurrir un fenómeno específico. Estos periodos se distribuyen uniformemente en intervalos que abarcan cierta cantidad de tiempo. Por ejemplo, un periodo de retorno de 50 años indica que hay una probabilidad de excedencia del  $1/50 = 0.02\%$  en cualquier año (es decir, la probabilidad de que ocurra en un año dado es del 2%). En otras palabras, un evento con un periodo de retorno de 50 años tiene una probabilidad del 2% de ocurrir en un año cualquiera. Estas estimaciones son fundamentales en el análisis hidrológico para dimensionar infraestructuras y tomar decisiones adecuadas en la gestión de recursos hídricos.

### 2.3. Hipótesis.

No aplica por ser una tesis descriptiva.

### III. METODOLOGÍA.

#### 3.1. Nivel, Tipo y Diseño de Investigación.

##### 3.1.1. Nivel de investigación.

Exploratorio. - Son investigaciones que se guían en la indagación de rasgos fundamentales de la materia en estudio, se trata de una primera aproximación en el lugar de estudio. Descriptivo, Se trata de una actividad en donde lo fundamental es describir un fenómeno distinguiendo sus características y dando respuesta a preguntas ¿Qué? ¿Cómo? ¿Dónde?.

Explicativo. - Cuyo objetivo es declarar y revelar motivos basados en fundamentos de fenómenos recurridos a la descomposición de la relación casual, se encaminan en descubrir la acción causa efecto entre diferentes conceptos relacionados al fenómeno en investigación. (26).

Por tanto, se define como: Descriptivo - Exploratorio. Porque se procede a intervenir para poder especificar sus principales elementos de la zona existente, y poder detallar sus características principales del lugar donde se pretende establecer el dique enrocado, observando, describiendo y empleando conocimientos teóricos para plantear soluciones. Así mismo es explicativo debido a que se centra en hallar la analogía de causa efecto por los cuales ocurren los hechos en el río Tumbes, en el km 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes – 2023.

##### 3.1.2. Tipo de investigación.

“La investigación de tipo aplicada se orienta en la reproducción de conocimientos con aplicaciones directas al problema de la sociedad o el sector productivo, así mismo se sustenta fundamentalmente en hallazgos científicos, apoderándose del proceso de enlazar la teoría y el producto, basándose en teorías anteriormente realizadas” (27). El mismo que se relaciona con la presente investigación. En la cual se busca realizar el diseño del dique enrocado del río tumbes, en el margen izquierdo km 1+260 a 1+917, en el sector tamarindo, distrito de san jacinto.

### 3.1.3. Diseño de investigación.

“El diseño es no experimental, ya que se cumple sin la manipulación de variables y está basada principalmente en la observación de fenómenos tal cual se dan en su entorno natural para luego ser analizados” (28). El procedimiento de nuestro estudio se realiza a través de la teoría antes mencionada, por lo tanto, el problema se conoce mediante una exploración sin recurrir a laboratorio.

## 3.2. Población y Muestra.

### 3.2.1. Población.

La población lo conforma el río Tumbes, en el sector Tamarindo, distrito de San Jacinto, región Tumbes - 2023.

### 3.2.2. Muestra.

La muestra está conformada por la longitud del margen izquierdo km 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de San Jacinto, región Tumbes – 2023.

### 3.3. Variables. Definición y Operacionalización.

Tabla 1: Variables, Definición y Operacionalización.

VARIABLE.	DEFINICION OPERATIVA.	DIMENSIONES.	INDICADORES.	ESCALA DE MEDICION.	CATEGORIAS O VALORES.
<p>VARIABLE 1 DISEÑO DEL DIQUE.</p>	<p>Se trata de un proceso implementado para salvaguardar los taludes de construcciones de ingeniería, con el fin de prevenir los daños causados por el flujo del agua o las fuerzas ondulantes de un río, lago o represa impactando en sus bordes (29). Para lograr este objetivo, se aborda la identificación de los problemas que ocasionan los desbordamientos del río Tumbes y se procede a recopilar los datos necesarios para diseñar el dique enrocado en base a dicha información.</p>	<p>Diseño del dique enrocado de la defensa ribereña del río Tumbes.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de mecánica de suelos y su importancia.</li> <li>- Topografía.</li> <li>- Defensa ribereña.</li> <li>- Zona ribereña.</li> <li>- Dique.</li> <li>- Tipo de defensa ribereña.</li> <li>- Cuenca hidrográfica.</li> <li>- Diseño hidráulico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Intervalo.</li> <li>- Intervalo.</li> <li>- Nominal.</li> <li>- Intervalo.</li> <li>- Nominal.</li> <li>- Nominal.</li> <li>- Intervalo.</li> <li>- Intervalo.</li> </ul>	<p>Una categoría o clase de elementos personales compartidos atributos categorías herramientas en la metodología organizacional mundo que nos la comp realidad en que p recordar la inform</p>

### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de información.

#### 3.4.1. Técnicas de recolección de datos.

- Observacional.
- Estudió de mecánica de suelos (EMS). - Mediante la realización del presente estudio lograremos conocer la capacidad portante del suelo.
- Estudió topográfico. – En base al presente estudio nos permitirá obtener una representación geográfica.
- Matriz de operacionalización de las variables. "Es el proceso metodológico mediante el cual relacionaremos desde el plano teórico al plano práctico, explicando en detalle la definición y cómo se miden las variables que se han seleccionado" (30).
- Datos de precipitaciones. - Nos servirá como referencia para calcular los caudales máximos y el factor T.

#### 3.4.2. Instrumento de recolección de datos.

##### a. Fichas técnicas.

En la visita que se realizará se copilaron datos que se adjuntarán en el proyecto, de tal manera se pueda realizar el diseño del dique enrocado para prevenir inundaciones del río Tumbes.

##### b. Protocolo.

Se realizó una presentación formal de los resultados del estudio topográfico, donde se expusieron los hallazgos obtenidos. Asimismo, se llevaron a cabo investigaciones sobre la mecánica del suelo en diferentes contextos, incluyendo cuencas hidrográficas, presas y sistemas de distribución de agua. Estas investigaciones permitieron obtener información relevante acerca de las características del suelo en esas áreas, lo que es fundamental para el diseño y construcción de infraestructuras hidráulicas. La combinación de los estudios topográficos y las investigaciones sobre la mecánica del suelo proporciona una base sólida para la toma de decisiones informadas en proyectos de ingeniería civil y recursos hídricos.

### 3.5. Método de análisis de datos.

En Para lograr los objetivos trasados, el proyecto de investigación se llevó a cabo teniendo el pleno conocimiento de la ubicación geográfica.

- Exploratorio. – Nos permite evaluar directamente las características del lugar en estudio para la elección de la muestra, de lo cual se opta por escoger la zona más vulnerable del km 1+260 al 1+917. Por medio de las técnicas e instrumentos se realiza apuntes y toma de fotografías.
- Descriptivo. - Se describen procesos y etapas que se realizan durante la recolección de datos como es el caso de muestras, características y tipos del suelo para luego ser llevado a laboratorio; así mismo se describe procedimientos efectuados durante el recojo de información para el estudio topográfico a través de técnicas e instrumentos.
- Se recolecta información para el estudio de mecánica de suelos (EMS), se obtiene muestras, a través de calicatas ubicadas en la ribera del rio en donde se emplazará la estructura del dique enrocado, que permitirá calcular la profundidad de socavación.
- También se procede a realizar un estudio de levantamiento topográfico de la zona elegida como muestra del sector Tamarindo, dicho estudio se realizó con una estación total, previo enlace con un hito del ING, ubicado en la Iglesia del caserío La Peña, que permitió realizar puntos para la elaboración del plano a curvas de nivel espaciadas a 0.50 m, así como también el trazo del eje perfil longitudinal y las secciones transversales a cada 20 m.
- Luego de haber registrado datos, muestras e imágenes fotográficas, se continua con el procesamiento de datos en gabinete con el apoyo de diversos equipos y softwares tecnológicos.

### 3.6. Aspectos Éticos.

#### 3.6.1. Protección de la persona.

La ética en el ámbito de la investigación o experimentación se vincula con la obligación moral de proteger la dignidad, autonomía y derechos fundamentales de los participantes involucrados, garantizando su seguridad y bienestar tanto en el aspecto físico como psicológico. Es un principio fundamental que exige considerar y respetar la integridad de las personas que forman parte de cualquier estudio científico, asegurando que no se ponga en riesgo su bienestar ni se vulnere su dignidad. Asimismo, implica la necesidad de obtener el consentimiento informado de los sujetos de estudio y seguir estrictos protocolos éticos para evitar cualquier forma de daño o explotación. La ética en la investigación es esencial para construir una ciencia responsable, justa y respetuosa con los valores fundamentales de la humanidad.

#### 3.6.2. Libre participación y derecho a estar informado.

La libre participación en investigaciones implica que las personas tienen el derecho de decidir de forma voluntaria si desean formar parte de ellas, sin estar sometidas a coerción o amenazas. Por otro lado, el derecho a estar informado se refiere a que los participantes tienen el derecho a recibir información completa y comprensible acerca de la investigación, incluyendo los posibles riesgos y beneficios, así como los procedimientos involucrados. Esta información les permite tomar una decisión informada sobre su participación basada en su autonomía y conocimiento de la situación. Ambos principios éticos son fundamentales para garantizar el respeto a la integridad y derechos de los individuos involucrados en cualquier estudio científico, asegurando una participación consciente y ética en la investigación.

#### 3.6.3. Beneficencia y no-maleficencia.

La beneficencia en la investigación conlleva la responsabilidad de los investigadores de buscar y maximizar los beneficios para los participantes, al mismo tiempo que se minimizan los riesgos y posibles daños. Esto implica tomar todas las medidas necesarias para asegurar el bienestar de los sujetos y

fomentar resultados positivos. Por otro lado, la no-maleficencia implica el deber de los investigadores de evitar causar daño o sufrimiento innecesario a los participantes. Esto implica adoptar precauciones adecuadas para prevenir cualquier tipo de daño físico, psicológico o emocional durante el desarrollo de la investigación. Ambos principios éticos son fundamentales para garantizar que la investigación sea realizada de manera ética y responsable, protegiendo los derechos y el bienestar de quienes participan en el estudio.

#### 3.6.4. Cuidado del medio ambiente y respeto a la biodiversidad.

La responsabilidad ética de los investigadores en cuanto a los impactos ambientales y la conservación de la biodiversidad se refiere a la necesidad de considerar y reducir los posibles efectos negativos que su investigación pueda tener en el entorno natural. Esto implica tomar medidas para disminuir la degradación del medio ambiente, proteger los ecosistemas y conservar la diversidad biológica durante el desarrollo de la investigación. Los investigadores deben tener en cuenta el principio de sostenibilidad ambiental y buscar un equilibrio entre los objetivos científicos y la protección del medio ambiente, promoviendo prácticas responsables y respetuosas con la naturaleza. Es fundamental que la ciencia se realice de manera ética y comprometida con la preservación de nuestro entorno natural para las generaciones presentes y futuras.

#### 3.6.5. Justicia.

La justicia en el ámbito de la investigación implica tratar a los participantes de manera imparcial y equitativa, sin discriminación ni sesgos. Esto significa que los criterios de selección y reclutamiento de los sujetos deben ser justos y transparentes, garantizando que todas las personas elegibles tengan igual oportunidad de participar. Asimismo, es necesario distribuir de forma equitativa los beneficios y riesgos de la investigación, evitando cualquier tipo de explotación o trato injusto. La justicia también requiere que los resultados de la investigación se utilicen de manera justa y equitativa en beneficio de la sociedad en general. Es esencial promover un enfoque ético y equitativo en la

investigación para asegurar que todos los participantes sean tratados con respeto y que los resultados contribuyan al bienestar colectivo.

#### 3.6.6. Integridad científica.

La integridad científica abarca la responsabilidad ética de los investigadores de mantener elevados estándares tanto éticos como científicos en su trabajo. Esto conlleva actuar con honestidad, transparencia y responsabilidad en todas las fases de la investigación. Los investigadores deben presentar sus datos y resultados con sinceridad, evitando manipulaciones o falsificaciones de información. Asimismo, deben ser transparentes en cuanto a los métodos utilizados, permitiendo la replicación y verificación de los resultados por parte de otros científicos. La integridad científica es esencial para preservar la confianza en la investigación y asegurar que los avances científicos se basen en principios éticos sólidos, contribuyendo así al progreso responsable y genuino del conocimiento científico.

#### IV. RESULTADOS.

1. Dando respuesta a mi primer objetivo específico de: Diseñar el dique enrocado en la progresiva 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes -2023.

Tabla 2: Diseño del caudal.

INFORMACION BASICA.	
Q(m3/seg) = 3,336.00 m3/seg	Caudal de Diseño
S = 0.005	Pendiente (Manning)

RECOMENDACIÓN PRACTICA.	
Q(m3/seg)	ANCHO ESTABLE(B2)
3,000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70
3600	<b>B2 = 200.00 m</b>

Tabla 3: Método de Petits.

METODO DE PETITS.	
$B = 4.44Q^{0.5}$	
Q m3/s = 3,336.00	Caudal de Diseño
B = ancho Estable del Cauce	
<b>B = 256.45m</b>	

Tabla 4: Método de Simons y Henderson

METODO DE SIMONS Y HENDERSON.	
$B = K1Q^{0.5}$	
CONDICIONES DE FONDO DE RIO	K1
Fondo y orillas de arena	5.70
Fondo arena y orillas de material cohesivo	4.20
Fondo y orillas de material cohesivo	3.60
Fondo y orillas de grava	2.90
Fondo arena y orillas material no cohesivo	2.80
<b>SELECCIONAR</b>	<b>2.80</b>
B = Ancho Estable del Cauce(m)	
<b>B = 161.77m</b>	

Tabla 5: Método de Blench Altunin

<b>METODO DE BLENCH – ALTUNIN.</b>	
$F_b = F_{bo}(1 + 0.12C)$	
$F_{bo} = D50^{1/3}$	
$B = 1.81(QF_b/F_s)^{1/2}$	
$Q(m^3/s) = 3,336.00$	
$F_b =$ Factor de fondo de cauce del Río (Tabla)	
$F_s =$ Factor de Orilla de cauce del Río (Tabla)	

<b>Factor de Fondo</b>	<b>Fb</b>
Material Fino	0.8
Material Grueso	1.2
<b>SELECCIONAR</b>	<b>0.8</b>
<b>Factor de Orilla</b>	<b>Fs</b>
Materiales sueltos (Barro y arena)	0.1
Materiales ligeramente cohesivos (barro arc. Fang.)	0.2
Materiales cohesivos	0,30
<b>SELECCIONAR</b>	<b>0.1</b>
<b>B = 295.69 m</b>	

Tabla 6: Método de Manning.

<b>METODO DE MANNING.</b>	
$B = (Q^{1/2} / S^{1/5})(nK^{5/3})^{3/(3+5m)}$	
$Q = 3,336.00$ m <sup>3</sup> /s	Caudal de Diseño
$S = 0.005$	Pendiente Tramo – Proyecto en estudio
n= Coeficiente de rugosidad (Tabla)	
K = Coeficiente Material del Cauce (Tabla)	
M = Coeficiente de Tipo de Río (Tabla)	

Valores de rugosidad de Manning	n
Cauce con fondo solido sin irregularidades	0.025
Cauces de río con acarreo irregular	0.030 – 0.029
Cauces de río con Vegetación	0.033 – 0.029
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	0.033
Cauces de río con fuerte transporte de acarreo	0.035
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza	0.040 – 0.036

Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	0.045 – 0.050
<b>SELECCIONAR.</b>	<b>0.03</b>

Descripción	K
Material de cauce muy resistente	3 a 4
Material fácilmente erosionable	16 a 20
Material aluvial	8 a 12
Valor Práctico	10
<b>SELECCIONAR.</b>	<b>10</b>

Descripción	m
Para ríos de montaña	0.5
Para cauces arenosos	0.7
Para cauces aluviales	0,50
<b>SELECCIONAR.</b>	<b>1</b>
<b>B = 260.42 m.</b>	

<b>SELECCIÓN DEL ANCHO ESTABLE.</b>	<b>B</b>
Recomendación Practica.	200
Método de Pettis.	256.45
Método de Simons y Henderson.	161.77
Método de Blench – Altunin.	295.69
Método de Manning.	260.42
PROMEDIO REDONDEADO.	234.88
<b>SELECCIONAR POR ADAPTARSE AL PROYECTO EN ESTUDIO.</b>	<b>235</b>

Tabla 7: Tirante de diseño.

<b>TIRANTE DE DISEÑO (t).</b>	
<b>METODO DE MANNING – STRICKLER(B&gt; 30 M).</b>	
$t = (Q/Ksb S0.5))^{3/5}$	
Q = 3,336 m3/seg	
Ks= Coeficiente de Rugosidad (Tabla)	
Valores de Ks para Cauces Naturales	Ks
Cauce con fondo sólido sin irregularidades	40
Cauces de río con acarreo irregular	33- 35
Cauces de río con vegetación	30- 35
Cauces naturales con derrubio e irregularidades	30
Cauces de río con fuerte transporte de acarreo	28
Torrentes con piedra de tamaño de una cabeza	25 -28
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil	19 -22
SELECCIONAR	Ks = 33.00
Reemplazando Valores	
$t = (3,336/ (33.00 \times 235 \times 0.005^5))^{3/5}$	
<b>t = 5.90 m</b>	

Tabla 8: Calculo de velocidad y ajustes.

<b>CALCULO DE LA VELOCIDAD Y AJUSTES.</b>	
<b>METODO DE MANNING _ STRICKLER.</b>	
$Vm = KsR^{2/3} S^{1/2}$	
Z = 1.75	Talud
Ks = 33.00	Coeficiente de rugosidad (inversa de Manning)
t = 4.79 m	Tirante Hidráulico Máximo
b = 235.00 m	Plantilla(m)
p = 237.91 m	Perímetro Mojado)
A = 1,325.58 m <sup>2</sup>	Área(m <sup>2</sup> )
R = 5.59 m	Radio Hidráulico (m)
S = 0.005	Pendiente
<b>Vm = 2.13 m/s</b>	<b>Velocidad</b>

**REGIMEN DEL CAUDAL DEL RIO.**

<b>Numero de Frode</b>	
$F = V/(g \cdot A/T)^{1/2}$	
V = 2.13 m/s	Velocidad.
g = 9.81 m/seg <sup>2</sup>	Aceleración de la Gravedad.
A = 1,336.31 m <sup>2</sup>	Area hidráulica (m <sup>2</sup> ).
T = 235.00 m	Ancho del cauce.
<b>F = 0.29</b>	<b>FLUJO SUBCRITICO.</b>

Tabla 9: Calculo de la profundidad de socavación.

**CALCULO DE LA PROFUNDIDAD DE SOCAVACION.**

<b>METODO DE LL. LIST VAN LEVEDIEV.</b>	
$a = Q / (tm^{5/3} B \mu)$	
$ts = ((at^{5/3}) / (0.68D^{0.28}))^{1/(x+1)}$	
$ts = ((a t^{5/3}) / (0.68W^{1.18} B))^{1/(x+1)}$	
Q = 3,336.00	Caudal (m <sup>3</sup> /s)
t = 5.90	Tirante hidráulico (m)
B = 235.00	Ancho del cauce (m)
$\mu = 0.98$	Coefficiente de Contracción (Tabla).
a = 0.79	
D = Diámetro Medio de las partículas (mm).	
W = Peso Específico Suelto (Tn/m <sup>3</sup> ).	
X = Valor obtenido de la tabla.	
$1/(x+1)$ = Valor obtenido de la tabla.	
B = Coeficiente por Tiempo de Retorno.	

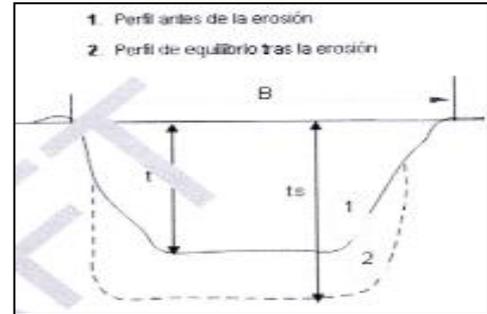


Tabla 10: Clasificación según tamaño de partículas.

<b>CLASIFICACION SEGÚN EL TAMAÑO DE PARTICULAS.</b>	
<b>Tamaño (mm)</b>	<b>Tipo de Material</b>
4000 - 2000	Canto rodado muy grande
2000 - 1000	Canto rodado grande
1000 - 500	Canto rodado medio
500 - 250	Canto rodado pequeño
250 - 130	Cascajo grande
130 - 64	Cascajo pequeño
64 - 32	Grava muy gruesa
32 - 16	Grava gruesa
18 - 8	Grava media
8 - 4	Grava fina
4 - 2	Grava muy fina
2 - 1	Arena muy gruesa
1 - 0.500	Arena gruesa
0.500 - 0.250	Arena media
0.250 - 0.125	Arena fina
0.125 - 0.062	Arena muy fina
0.062 - 0.031	Limo grueso
0.031 - 0.016	Limo medio
0.016 - 0.008	Limo fino
0.008 - 0.004	Limo muy fino
0.004 - 0.002	Arcilla gruesa
0.002 - 0.001	Arcilla media
0.001 - 0.0005	Arcilla fina
0.0005 - 0.00024	Arcilla muy fina

Diámetro medio $D_{50} = 4.76$	Grava fina (NO COHESIVO)
Peso Específico $T_n/m^3$	

Tabla 11: Selección de suelos cohesivos y no cohesivos

SELECCIÓN DE X EN SUELOS COHESIVOS. SUELOS COHESIVOS (1).			(Tn/m3) O SUELOS NO COHESIVOS (mm) SUELOS NO COHESIVOS (2).		
Peso específico $T_n/m^3$	x	1 / (x+1)	D (mm)	x	1 / (x+1)
0.8	0.52	0.66	0.05	0.43	0.7
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.7
0.86	0.5	0.67	0.5	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1	0.4	0.71
0.9	0.48	0.68	1.5	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.5	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6	0.36	0.74
1	0.44	0.69	8	0.35	0.74
1.04	0.43	0.7	10	0.34	0.75
1.08	0.42	0.7	15	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20	0.32	0.76
1.16	0.4	0.71	25	0.31	0.76
1.2	0.39	0.72	40	0.3	0.77
1.24	0.38	0.72	60	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140	0.27	0.79
1.4	0.35	0.74	190	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250	0.25	0.8
1.52	0.33	0.75	310	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450	0.22	0.82
1.71	0.3	0.77	570	0.21	0.83
1.8	0.29	0.78	750	0.2	0.83
1.89	0.28	0.78	1000	0.19	0.84
2	0.27	0.79			
SELECCIONE >>> >>> D (Tn(M3) ò D (mm) =			4.76		
X =			0.37	1 / (x+1)	0.73

Tabla 12: Tabla de coeficiente de contracción.

Coeficiente de Contracción, u.													
V	Luz libre (m)												
(m/s)	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
< 1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.0	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.5	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.0	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.5	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.0	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.5	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
>4.0	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

SELECCIONADO.
Vm = 2.13 m
B = 235 m
u = 0.98

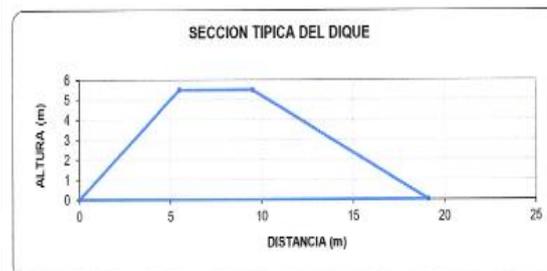
Valores de Coeficiente B.		
Periodo de Retorno (Años)	Probabilidad de Retorno (%)	Coeficiente B
0.0		0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.85
10.00	10.00	0.90
20.00	5.00	0.94
50.00	2.00	0.97
100.00	1.00	1.00
300.00	0.33	1.03
500.00	0.20	1.05
1,000.00	0.10	1.07
<b>SELECCIONAR</b>		<b>B = 0.97</b>

Reemplazando valores para calcular la profundidad de socavación:
$a = 3,336/5.90/3 \times 235 \times 0.98 = 0.82$
$ts = (0.82 \times 5,90^{5/3}) / (0.68 \times 4.760^{0.28} \times 0.97)^{0.73} = 7.39 \text{ m}$

PROFUNDIDAD DE SOCAVACION.
Hs = ts – t Profundidad de socavación
ts = 7.39 m tirante de socavación
t = 5.90 m Tirante
Hs = 1.49 m
Fs = 1.2

<b>PROFUNDIDAD DE UÑA.</b>
$H_s = 1.49 \times 2.00 \text{ m} = 2.98 \text{ m}$
Seleccionamos: 3.00 m

<b>CALCULO DE LA ALTURA DEL DIQUE.</b>
<b>Cálculo del Bordo Libre de la Defensa.</b>
$H_e = V^2/2g$
$V_m = 2.13 \text{ m/s}$ Velocidad del Caudal de Diseño (m/s)
$g$ = Aceleración de la Gravedad
<b>Reemplazando valores:</b>
$H_e = 0.23 \text{ m}$ Energía Cintica
$BL = \phi H_e$



Caudal Máximo	$\phi$
3000 - 4000	2.0
2000 - 3000	1.7
1000 - 2000	1.4
500 - 1000	1.2
100 - 500	1.1

<b>SELECCIONAMOS</b>	$\phi = 2.0$	<b>ANCHO DE CORONA (m) = 4.00</b>
$BL = 2 \times 0.36 \text{ m} = 0.46 \text{ m}$	TALUD	H : V
<b>ALTURA DEL DIQUE</b>	Cara húmeda	1.75 : 1
$H = t + BL$	Cara seca	1.00 : 1
$H = 5.90 + 0.46 = 6.36 \text{ m}$	AREA (m <sup>2</sup> ) = 23.01	
<b>SELECCIONAMOS</b>		
$H = 6.50 \text{ m}$		

Tabla 13: Calculo hidráulico y estructural del dique.

<b>CALCULO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DEL DIQUE.</b>		
<b>I.- ESTABILIDAD DEL TERRAPLEN.</b>		
FUERZA RESISTENTE(Kg/m)	$R = W * \text{Tag} \phi$	37,576.00
AREA DIQUE(m <sup>2</sup> )		24.40
PESO ESPECIFICO DEL MATERIAL(Kg/m <sup>3</sup> )		2,200.00
PESO DEL DIQUE		53,680.00
ANGULO DE FRICCION INTERNA EN GRADOS		35°
TANGENTE DEL DIQUE		0.70
PRESION DEL AGUA	$P = P_w * t^2 / 2$	17,405.00
$P_w$		1,000.00
Tirante		5.90
Si $R > P$ . El Dique es estable a la presión del Agua		
37,576.00 > 17,405.00 Entonces OK		

Tabla 14: Probabilidad de movimiento de la roca.

<b>II.- PROBABILIDAD DE MOVIMIENTO DE LA ROCA.</b>		
Froca(D50)	$0.56 \cdot (V^2 / 2g) \cdot (1/D50) \cdot (1/\Delta) = 0.14$	
Froca(%)		
Peso Específico de la Roca (cantera) Kg/m3		2,670.00
Peso específico del Agua Kg/m3		1,000.00
$\Delta = \frac{Dr - Da}{Da}$		1.67
Diámetro medio de la roca(D50)		0.54
Velocidad Caudal de Diseño (m/seg)		2.18

Tabla 15: Estabilidad del revestimiento del enrocado.

<b>III.- ESTABILIDAD DEL REVESTIMIENTO DEL ENROCADO.</b>		
<b>Esfuerzo Máximo Cortante</b>	<b><math>T_s = W_a \cdot t \cdot s</math></b>	<b>2.95</b>
Peso Específico del agua(kg/m3)		1,000.00
Tirante de diseño: t		5.90 m
Pendiente del Tramo en estudio		0.005
<b>Esfuerzo Cortante Crítico (TC= C*Δ*D50*k</b>		<b>64.30</b>
Peso Específico del agua(kg/m3)		1,000.00
Peso Específico de la Roca (cantera) Kg/m3		2,670.00
$\Delta = \frac{Dr - Da}{Da}$		1.67
Diámetro medio de la roca(D50)		0.54
Factor de Talud: Z		1.75
Angulo		29.74°
Angulo de fricción interna del material (Enrocado)(φ)		45°
Factor de Talud(K)		0.71
Coeficiente de Shields©		0.10
Si $T_s < T_c$ . Entonces OK		
4.79 < 64.02 Entonces OK		

Tabla 16: Calculo para determinar el uso de filtro

<b>IV.- CALCULO PARA DETERMINAR EL USO DE FILTRO.</b>	
<b>1.- Determinación de velocidad en el espacio entre el enrocado y el fondo.</b>	
<b>Vef = (D50/2)<sup>2/3</sup> * s<sup>1/2</sup>/nf</b>	<b>0.47</b>
nf = rugosidad del fondo	
Sin filtro o hay filtro de geotextil	0.02
Pendiente del tramo en Estudio	0.0005
Diámetro medio de la roca(D50)	0.54
<b>2.- Determinación del tipo de Filtro (Asumiendo un filtro Geotextil).</b>	
<b>Va1 = Va/4</b>	<b>0.118 m/s</b>
<b>3.- Determinación de velocidad que puede soportar el suelo sin ser erosionado.</b>	
<b>Ve = 16.01(Dm)<sup>1/2</sup></b>	<b>1.105</b>
Dm = Diámetro de partículas del suelo base(m).	0.00476 m
Asumiendo un filtro de geotextil se tiene:	
<b>Si 0.47 &lt; 0.28 Entonces no usar Filtro Grava.</b>	

Tabla 17: Calculo del diámetro de roca.

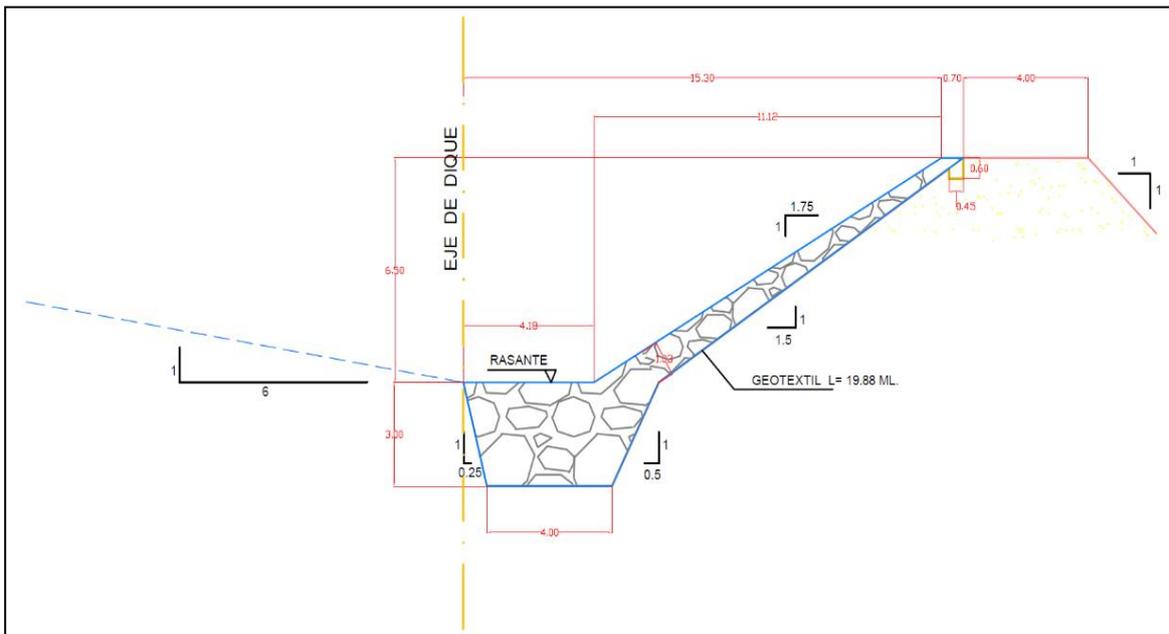
<b>V:- CALCULO DEL DIAMETRO DE ROCA (D<sub>50</sub>).</b>	
<b>1.- FORMULA DE MAYNOR</b>	
Altura Hidráulica:	5.90
Velocidad en el centro del Cauce	2.13
Coefficiente C1	0.32
Coefficiente por ubicación de Roca. C2	1.25
Coefficiente F: C2*V/(gy) <sup>0.5</sup>	0.35
<b>d50 = t*C<sub>1</sub>*F<sup>3</sup></b>	<b>0.08 m</b>
<b>2.- FORMULA DE R.A. LOPARDO.</b>	
Peso Específico de la roca(tm/m <sup>3</sup> )	2.67
Peso Específico del Agua (Tm/M <sup>3</sup> )	1.00
Velocidad Media(m/s)	2.13
Angulo de bReposo del Material(φ)	45°
Angulo del Talud respecto a la horizontal	29.74°
W (Peso, Kg)	85.74
W (Peso, Tn)	0.085
W (Peso, Lb)	186.39
Diámetro de volumen esférico equivalente, m(Ds)= (6W/γ) <sup>1/3</sup>	0.39
Peso Específico de la Roca, pcf(γg )	1.286
Porcentaje	Diámetro de la roca, m
100	≤ Diámetro Calculado
50	> D <sub>60</sub> = 0.40
80	> D <sub>40</sub> = 0.27

### 3.- FORMULA DE LA CALIFORNIA DIVISION OR HIGWAYS.

$\gamma_s$	Densidad de la Roca(tm/m3)	2.67
$\gamma$	Densidad del Agua(tm/m3)	1.00
V	Velocidad Media(mts/s)	2.13
b	Factor para condiciones de mucha turbulencia, piedras redondas	
	y sin que permita movimiento de piedra - Se adopta un valor b = 1.40	
$\Delta = \frac{\gamma_r - \gamma_a}{\gamma_a}$	Densidad Relativa del Material	
g	Aceleración de la Gravedad(kg/m2)	9.81
$f = 1 - \frac{\sin 2\theta}{\sin 2\phi}$	Factor de Talud	0.3507
$\phi$	Angulo de Fricción Interna del material	38.000
$\theta$	Angulo del Talud	29.74°
$D_{50} = \frac{b}{\Delta} \times \frac{V^2}{2g} \times \frac{1}{f}$	Diámetro medio de la roca	0.35

Porcentaje	Diámetro de la roca, m
100	≤ Diámetro Calculado = 0.35
50	> D <sub>60</sub> = 0.32
80	> D <sub>40</sub> = 0.22
D <sub>50</sub> =	0.35 m

Tabla 18: Seccion Tipica h = 6.50 m.



2. Dando respuesta a mi segundo objetivo específico de: Establecer un estudio de mecánica de suelos que permita conocer la capacidad portante del suelo para el soporte de las estructuras en el diseño del dique enrocado.

**PROYECTO: “DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023”.**

**MUESTRA : ARENA SATURADA (SP)**

**PROCEDENCIA: C1 – M1 / PROF. 0.0 – 5.50 mt.**

### **CAPACIDAD PORTANTE.**

**(FALLA LOCAL).**

$$Q_c = \frac{2}{3} CNC + Y.Df.N'q + 0.5 Y.B.N'y$$

**Donde:**

- $q_d$  = Capacidad de Carga Limite en Kg/cm<sup>2</sup>.
- C = Cohesión de suelo en Kg/cm<sup>2</sup>.
- Y = Peso volumétrico del suelo en gr/cm<sup>3</sup>.
- Df = Profundidad de desplante de la cimentación en metros.
- B = Ancho de la zapata, en metros.
- N'c N'q, N'y = Factores de carga obtenidas del gráfico.
- Qc = Capacidad Portante =  $q_d/FS$ .

**DATOS:**

$\emptyset =$	31°
C =	0.0
Y =	0.63
Df =	2.0
B =	1.0
Nc =	20
Nq =	9.0
Ny =	6.0

$$q_d = 1.32 \text{Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3).

**PRESION ADMISIBLE.**

$$Q_c = 0.44 \text{Kg/cm}^2$$

**MUESTRA : ARENA SATURADA (SP).**

**PROCEDENCIA: C2 – M2 / PROF. 0.0 – 5.50 mt.**

**CAPACIDAD PORTANTE.**

**(FALLA LOCAL).**

$$Q_c = \frac{2}{3} C + Y \cdot D_f \cdot N'_q + 0.5 Y \cdot B \cdot N'_y$$

**Donde:**

$q_d$  = Capacidad de Carga Limite en  $\text{Kg/cm}^2$ .

$C$  = Cohesión de suelo en  $\text{Kg/cm}^2$ .

$Y$  = Peso volumétrico del suelo en  $\text{gr/cm}^3$ .

$D_f$  = Profundidad de desplante de la cimentación en metros.

$B$  = Ancho de la zapata, en metros.

$N'_c$   $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico.

$Q_c$  = Capacidad Portante =  $q_d/FS$ .

**DATOS:**

$\phi =$	30°
$C =$	0.0
$Y =$	0.61
$D_f =$	2.0
$B =$	1.0
$N_c =$	18
$N_q =$	8.0
$N_y =$	3.0

$$q_d = 1.12 \text{Kg/cm}^2$$

\* Factor de seguridad (FS=3).

**PRESION ADMISIBLE.**

$$Q_C = 0.37 \text{Kg/cm}^2$$

**MUESTRA : ARENA SATURADA (SP).**

**PROCEDENCIA: C3 – M3/ PROF. 0.0 – 5.50 mt.**

**CAPACIDAD PORTANTE.**

**(FALLA LOCAL).**

$$Q_C = \frac{2}{3} C N_c + Y D_f N'_q + 0.5 Y B N'_y$$

**Donde:**

$q_d$  = Capacidad de Carga Limite en  $\text{Kg/cm}^2$ .

$C$  = Cohesión de suelo en  $\text{Kg/cm}^2$ .

$Y$  = Peso volumétrico del suelo en  $\text{gr/cm}^3$ .

$D_f$  = Profundidad de desplante de la cimentación en metros.

$B$  = Ancho de la zapata, en metros.

$N'_c$ ,  $N'_q$ ,  $N'_y$  = Factores de carga obtenidas del gráfico.

$Q_C$  = Capacidad Portante =  $q_d/\text{FS}$ .

**DATOS:**

$\emptyset =$	31°
$C =$	0.0
$Y =$	0.63
$D_f =$	2.0
$B =$	1.0
$N_c =$	20
$N_q =$	9.0
$N_y =$	6.0

$$q_d = 1.32 \text{Kg/cm}^2$$

\* **Factor de seguridad (FS=3).**

**PRESION ADMISIBLE.**

$$Q_c = 0.44 \text{Kg/cm}^2$$

PROTECCION CONTRA INUNDACIONES DEL PELIGRO, MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES, DISTRITO DE SAN JACINTO, PROVINCIA Y REGION TUMBES.

<b>D50</b>	
<b>CALICATAS.</b>	<b>DIAMETRO DE PARTICULAS EN (mm)</b>
<b>C1 – M1</b>	4.76
<b>C2 – M2</b>	4.5
<b>C3 – M3</b>	4.0
<b>NOTA: D50.-</b> Es el tamaño de partículas correspondientes al 50% que pasa.	

<b>PROYECTO :</b>		DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES – 2023.					
<b>TESISTA :</b>		YAMO HERRERA, JHORDAN.					
<b>FECHA :</b>		JULIO 2023.					
<b>ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO.</b>							
MALLAS.	ABERTURA (mm)	PESO RETEN .(g.)	% RETEN PARCIAL.	% RETEN ACUMULAD.	% QUE PASA.	ESPECIFICACIONES.	DESCRIPCION DE LA MUESTRA.
3"	76.200						Material: grava con arena.
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		Procedencia: C1 – M1
1 1/2"	38.100	54.0	4.1	4.1	95.9		Profundidad: 0.0 - 5.50mt.
1"	25.400	115.0	8.7	12.8	87.2		
3/4"	19.050	36.0	2.7	15.5	84.5		<b>PESO TOTAL (Wo) = 1313gr.</b>
1/2"	12.700	135.0	10.2	25.7	74.3		
3/8"	9.525	115.0	8.8	34.5	65.5		<b>PORCENTAJE DE AGREGADO.</b>
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	215.0	16.3	50.8	49.2		<b>Grava: 50.8%</b>
N° 6	3.360						<b>Arena: 44.2 %</b>
N° 8	2.380						<b>Finos: 5%</b>
N° 10	2.000	34.0	16.0	66.8	33.2		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	38.0	18.0	84.8	15.2		
N° 40	0.426	10.0	4.9	89.7	10.3		
N° 60	0.297	3.0	3.0	93.0	6.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	3.0	2.0	95.0	5.0		
Total							
<b>CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECANICA DE LA MUESTRA.</b>							
Límite líquido (%).							
Limite Plástico (%).						Humedad (%).	Saturado
Índice de Plasticidad (%).			N.P				
Clasificación:	SUCS.	SP					
	AASHTO						

<b>PROYECTO :</b>		DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES – 2023.					
<b>TESISTA:</b>		YAMO HERRERA JHORDAN.					
<b>FECHA :</b>		JULIO 2023.					
<b>ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO.</b>							
MALLAS	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO .(g.)	% RETEN. PARCIAL	% RETE N. ACUM UL.	% QUE PASA	ESPECIFICACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA
3"	76.200						Material: Arena Gruesa con grava
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		Procedencia: C2 – M2
1 1/2"	38.100	57.0	4.7	4.7	95.3		Profundidad: 0.0 - 5.50mt.
1"	25.400	85.0	6.9	11.6	88.4		
3/4"	19.050	42.0	3.4	15.0	85.0		PESO TOTAL (Wo) = 1221gr.
1/2"	12.700	102.0	8.3	23.3	76.7		
3/8"	9.525	75.0	6.1	29.4	70.6		PORCENTAJE DE AGREGADO
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	170.0	13.9	43.3	53.0		Grava: 43.3%
N° 6	3.360						Arena: 52.5%
N° 8	2.380						Finos: 4.2%
N° 10	2.000	32.0	18.1	61.4	38.6		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	35.0	19.8	81.2	18.8		
N° 40	0.426	7.0	3.9	85.1	14.9		
N° 60	0.297	5.0	2.8	87.9	12.1		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	14.0	7.9	95.8	4.2		
Total							
<b>CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECANICA DE LA MUESTRA.</b>							
Límite líquido (%)							
Limite Plástico (%)						Humedad (%)	saturado
Índice de Plasticidad (%)			N.P				
Clasificación:	SUCS.	SP					
	AASHTO						

<b>PROYECTO:</b>	DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023.						
<b>TESISTA:</b>	YAMO HERRERA JHORDAN.						
<b>FECHA :</b>	JULIO 2023.						
<b>ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO.</b>							
MALLAS.	ABERTURA (mm)	PESO RETEN .(g.)	% RETE N. PARCIAL	% RET EN. ACUMUL.	% QUE PASA	ESPE CIFI- CACIONES	DESCRIPCION DE LA MUESTRA.
3"	76.200						Material: Arena Gruesa con grava.
2 1/2"	63.500						
2"	50.800	0	0.0	0.0	100.0		Procedencia: C3 – M3
1 1/2"	38.100	62.0	5.0	5.0	95.0		Profundidad: 0.0 - 5.50mt.
1"	25.400	85.0	7.0	12.0	88.0		
3/4"	19.050	44.0	4.0	16.0	84.0		PESO TOTAL (Wo) = 1162gr.
1/2"	12.700	105.0	9.0	25.0	75.0		
3/8"	9.525	77.0	7.0	32.0	68.0		PORCENTAJE DE AGREGADO
1/4"	6.350						
N° 4	4.760	164.0	14.0	46.0	54.0		Grava: 46%
N° 6	3.360						Arena: 51%
N° 8	2.380						Finos: 3%
N° 10	2.000	35.0	19.0	65.0	35.0		
N° 16	1.190						
N° 20	0.840						
N° 30	0.590	39.0	21.0	86.0	14.0		
N° 40	0.426	11.0	6.0	92.0	8.0		
N° 60	0.297	4.0	2.0	94.0	6.0		
N° 80	0.177						
N° 100	0.149						
N° 200	0.074	6.0	3.0	97.0	3.0		
Total							
<b>CARACTERÍSTICA FÍSICA Y MECANICA DE LA MUESTRA.</b>							
Límite líquido (%).							
Limite Plástico (%).						Humedad (%)	saturado
Índice de Plasticidad (%).			N.P				
Clasificación:	SUCS.	SP					
	AASHTO						

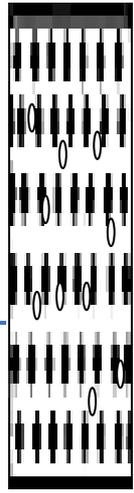
3. Dando respuesta a mi tercer objetivo específico: Determinar el tipo de suelo mediante calicatas para conocer el tipo de suelo en el margen izquierdo del río Tumbes.

UBICACIÓN: MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES.

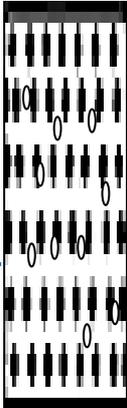
N° CALICATA: 01 - (PROG.: 1+200).

PROFUNDIDAD: 0.0 – 5.50 mts.

FECHA : Julio del 2023.

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO.	CLASIFICACION.	
				S.U.C.S.	AASHTO
5.50	M1		<p>Arena gruesa con grava. Estado poco compacto, húmedo y saturado a medida que se profundiza.</p> <p>N.F. – 3.0</p>	SP	

UBICACIÓN: MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES.  
 N° CALICATA: 02 - (PROG.: 1+310).  
 PROFUNDIDAD: 0.0 – 5.50 mts.  
 FECHA : Julio del 2023.

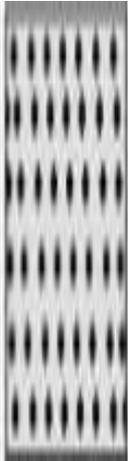
PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO.	CLASIFICACION.	
				S.U.C.S	AASHTO
5.50	M2		<p>Arena gruesa con grava. Estado poco compacto, húmedo y saturado a medida que se profundiza.</p> <p>N.F. – 2.80</p>	SP	

UBICACIÓN: MARGEN IZQUIERDA DEL RIO TUMBES.

N° CALICATA: 03 - (PROG.: 1+450).

PROFUNDIDAD: 0.0 – 5.50 mts.

FECHA : Julio del 2023.

PROF. (m)	M	SIMB.	DESCRIPCIÓN DEL ESTRATO.	CLASIFICACION.	
				S.U.C.S	AASHTO
5.50	M3		Grava con Arena. Estado poco compacto, húmedo y saturado a medida que se profundiza.	SP	
			N.F. – 3.10		

#### 4.1. Discusión.

1. En discusión con mi primer objetivo: Diseñar el dique enrocado en la progresiva 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes - 2023. Se realizó el diseño del dique enrocado desde la progresiva 1+260 a 1+917, y estos fueron los datos obtenidos luego del diseño realizado, el caudal de diseño calculado es de 3,336.00 m<sup>3</sup>/seg. El diseño hidráulico del dique enrocado se realizó aplicando diversos métodos consagrados como Pettis, Simons y Henderson, Blench - Altunin y Manning. Esto permitió determinar parámetros clave como el ancho estable de cauce de 235m y la altura de dique de 6.5m, adecuados a las condiciones del río Tumbes en el sector de estudio. Mediante cálculos hidráulicos se obtuvo una velocidad de caudal de diseño de 2.13 m/s, con un tirante hidráulico de 5.9m. Asimismo, se calculó una profundidad de socavación de 1.49m, parámetro importante para garantizar la estabilidad del dique. El diseño hidráulico y estructural desarrollado satisface los requerimientos técnicos necesarios para que el dique enrocado prevenga inundaciones efectivamente en el sector, lo cual se sustenta en el cumplimiento de las verificaciones de estabilidad realizadas. En comparación con la tesis de **Mogollon et al (6)**, Los resultados indican que, a causa de la textura rugosa y la forma angular de las rocas empleadas en la construcción del enrocado, no es viable lograr una superficie completamente plana. Esta característica conduce a una disminución en la fuerza del flujo del agua al colisionar con las rocas, lo cual contribuye a la reducción de la erosión a lo largo de ambos lados del río. Esto, a su vez, preserva el ancho del río y su vegetación circundante. El diseño del muro de contención de rocas se fundamentó en un cálculo de caudal para un período de retorno de 50 años, resultando en un caudal de 69.95 m<sup>3</sup>/s. Las variaciones e irregularidades en el flujo del agua y las configuraciones de las secciones transversales del río se analizaron mediante el uso de software informático como River Analysis y HEC-RAS.
2. En discusión con mi segundo objetivo: Establecer un estudio de mecánica de suelos que permita conocer la capacidad portante del suelo para el soporte de las estructuras en el diseño del dique enrocado. Se realizaron ensayos de capacidad portante siguiendo procedimientos estándar en 3 puntos estratégicos del área de estudio. Los resultados obtenidos varían entre 0.37 y 0.44 kg/cm<sup>2</sup> en términos de

presiones admisibles. Los suelos presentes corresponden a arenas saturadas típicas de la zona, con ángulos de fricción entre  $30^\circ$  y  $31^\circ$ , y sin cohesión. Esto fue determinado mediante una adecuada caracterización granulométrica y de plasticidad. La información recabada permite confirmar que la capacidad portante de los suelos es apropiada y suficiente para soportar las cargas provenientes de las estructuras que forman parte del dique enrocado. En comparación con la tesis de **Mariño (9)**, Los hallazgos del proyecto comprenden la identificación y cuantificación de las áreas susceptibles a inundaciones, determinadas en función de los caudales máximos y los intervalos de tiempo de retorno, los cuales fueron procesados mediante el uso del software Hec Ras. Se logró determinar un caudal máximo de  $758.3 \text{ m}^3/\text{s}$  con un período de retorno de 50 años. El río Coata se encuentra enfrentando graves consecuencias debido al aumento de sus caudales, resultado de la falta de mantenimiento, negligencia y abandono por parte de las autoridades. Es en este contexto que esta tesis plantea una solución mediante la implementación de un revestimiento con rocas, el cual consiste en una estructura sólida y resistente diseñada para proteger los taludes. La concepción de este diseño se basó en rigurosos cálculos de ingeniería, análisis geotécnicos, estudios topográficos y datos de precipitación pluvial máxima. Para la configuración del enrocado, se consideró la media aritmética del valor de  $Q_{\text{Max}}$ , que resultó en  $770.385 \text{ m}^3/\text{s}$ . En lo que respecta a la margen izquierda del dique, se tuvieron en cuenta dimensiones de 15.37 m de base, 3.70 m de altura, 4.00 m de ancho de la parte superior, 3.70 m de altura para el enrocado, 3.20 m de altura de la estructura en forma de uña, 4.80 m de ancho de la base de la uña y 6.90 m de altura total. Se empleó una inclinación de talud  $H=2.0$  y  $V=1.0$  en la cara expuesta al agua, con un recubrimiento de enrocado de 1.20 m y un espacio libre superior de 0.96 m.

3. En discusión con mi tercer objetivo: Determinar una representación gráfica mediante un estudio topográfico, que permita con exactitud el diseño del dique enrocado. El estudio de suelos realizado a través de la excavación de calicatas a lo largo del margen izquierdo del río Tumbes ha permitido caracterizar adecuadamente el perfil estratigráfico del terreno y los tipos de suelos presentes en el área de interés. Se efectuaron un total de 3 calicatas a profundidades de 5.50 metros, ubicadas en las progresivas 1+200, 1+310 y 1+450. Los resultados de las

clasificaciones SUCS y AASHTO indican que en los puntos explorados existe predominantemente arena gruesa con grava en estado poco compacto, con clasificación SP. Se trata de un suelo granular grueso, con ausencia de finos, de naturaleza no cohesiva. Además, en todos los casos el contenido de humedad fue aumentando con la profundidad, hallándose el suelo saturado al final de las calicatas. Esta información litológica y de propiedades es de gran utilidad para el proyecto, ya que permite conocer las condiciones del subsuelo sobre el cual se construirá el dique enrocado. Los suelos granulares determinados son favorables para la cimentación de este tipo de estructuras. Además, el incremento de humedad y saturación concuerda con la cercanía al nivel freático del río. En síntesis, el estudio de calicatas cumple un rol fundamental para reducir incertidumbres sobre el subsuelo y seleccionar adecuadamente los parámetros geotécnicos de diseño. Los hallazgos confirman que el suelo presente es apropiado para soportar el dique planteado. En comparación con la tesis de **Moquel et al (12)**, Los resultados obtenidos del análisis hidráulico revelan la existencia de puntos críticos propensos a inundaciones, donde los niveles del agua alcanzan alturas que exceden los 15 metros. Estos puntos ilustran cómo el flujo del agua se extiende sobre el lecho del Río Tumbes. Además, se identifica una extensión en la que los niveles del agua superan los 15 metros en el cauce mismo y los 2 metros en las áreas de inundación, con velocidades de flujo que superan los 10 m/s.

## V. CONCLUSIONES.

1. En conclusión, el diseño del dique enrocado abarcando desde la progresiva 1+260 hasta 1+917 ha arrojado resultados significativos y sólidos. Los cálculos hidráulicos y estructurales se basaron en enfoques reconocidos como Pettis, Simons y Henderson, Blench - Altunin y Manning, lo que permitió establecer parámetros cruciales para su construcción. El caudal de diseño calculado de 3,336.00 m<sup>3</sup>/seg, el ancho estable del cauce de 235m y la altura del dique de 6.5m fueron determinados específicamente para las condiciones del río Tumbes en la zona de análisis. Los análisis hidráulicos derivaron en una velocidad de caudal de diseño de 2.13 m/s, acompañada por un tirante hidráulico de 5.9m. La profundidad de socavación calculada, es decir, 1.49m, emerge como un factor crucial en la garantía de la solidez del dique. Es fundamental resaltar que tanto el diseño hidráulico como el estructural han cumplido con rigurosidad los requisitos técnicos necesarios, fortaleciendo la efectividad del dique enrocado en la prevención de inundaciones en este sector específico. Estas conclusiones se respaldan en la realización de verificaciones de estabilidad, asegurando así la calidad y robustez de la propuesta diseñada.
2. En conclusión, los ensayos de capacidad portante realizados en tres puntos estratégicos del área de estudio, siguiendo procedimientos estándar, arrojaron resultados de presiones admisibles entre 0.37 y 0.44 kg/cm<sup>2</sup>. La caracterización exhaustiva de los suelos, identificados como arenas saturadas con ángulos de fricción de 30° a 31° y sin cohesión, a través de análisis granulométricos y de plasticidad, confirmó su idoneidad. Estos datos validan la capacidad portante de los suelos, asegurando su aptitud para soportar las cargas impuestas por las estructuras integrantes del dique enrocado.
3. En conclusión, el detallado estudio de suelos, realizado mediante excavaciones en el margen izquierdo del río Tumbes, ha proporcionado una caracterización precisa del perfil estratigráfico y los tipos de suelos en la zona de enfoque. Las 3 calicatas, llevadas a cabo a profundidades de 5.50 metros en las progresivas 1+200, 1+310 y 1+450, han revelado una predominancia de arena gruesa con grava en estado poco compacto, clasificada como SP según los sistemas SUCS y AASHTO. Estos suelos granulares carecen de cohesión y muestran incremento de humedad hacia mayores profundidades, llegando a la saturación en la base de las calicatas, lo cual coincide

con la proximidad al nivel freático del río. Estos resultados son esenciales para el proyecto, ya que brindan información crucial sobre las condiciones del subsuelo para la construcción del dique enrocado. La naturaleza granular y la capacidad de carga de estos suelos son favorables para la cimentación de la estructura. Además, el aumento de humedad asociado a la saturación refuerza su coherencia con la cercanía al nivel freático. En síntesis, este estudio de calicatas desempeña un papel crucial en la reducción de incertidumbres geotécnicas y en la selección precisa de parámetros para el diseño, reafirmando que el suelo existente es apto para el soporte efectivo del dique propuesto.

## VI. RECOMENDACIONES.

1. Consideramos que sería valioso explorar más a fondo la interacción entre el diseño hidráulico y el comportamiento estructural del dique enrocado en respuesta a condiciones extremas. La realización de análisis de escenarios de inundación más detallados, considerando variaciones en los caudales y frecuencias de retorno, permitiría validar aún más la eficacia de la propuesta en la prevención de inundaciones y su resiliencia ante distintas situaciones.
2. Recomendamos ampliar el muestreo de capacidad portante a lo largo de la longitud del dique enrocado, abarcando distintos puntos de interés. Esto proporcionaría una visión más integral de las propiedades geotécnicas del terreno y su variabilidad en la zona, mejorando la confianza en la capacidad portante y su respuesta ante diferentes cargas.
3. Para complementar la información geotécnica obtenida de las calicatas, podría considerarse la realización de pruebas in situ para medir la compresibilidad y consolidación de los suelos. Esto permitiría una evaluación más completa de la respuesta de los suelos ante cargas a lo largo del tiempo, aportando una perspectiva valiosa para el diseño a largo plazo y la durabilidad del dique enrocado.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. La República. Río Tumbes vuelve a desbordarse ante aumento del caudal. [Internet] 2023 [consultado 10 de mayo 2023]; pag 01. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2021/03/15/rio-tumbes-vuelve-a-desbordarse-ante-aumento-del-caudal-lrnd>
2. La República. Senamhi advirtió sobre lluvias intensas en Perú desde septiembre 2022, pero Gobierno lo ignoró. [Internet] 2023 [consultado 10 de mayo 2023]; pag 01. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2023/03/15/lluvias-en-peru-senamhi-advirtio-sobre-precipitaciones-desde-setiembre-2022-pero-gobierno-lo-ignoro-dina-boluarte-pedro-castillo-huaicos-en-lima-1026195>
3. Goyo. Top 5 de grandes obras de ingeniería hidráulica. Ingeniería.es. [Internet] 2023 [consultado 10 de mayo 2023]; pag 01. Disponible en: <https://www.ingenieria.es/top-5-de-grandes-obras-de-ingenieria-hidraulica/>
4. La República. Inauguran I tramo de defensas ribereñas. La Republica [Internet] 2023 [consultado 10 de mayo 2023]; pag 01. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2022/08/27/piura-inauguran-i-tramo-de-defensas-riberenas-lrnd>
5. La República. Ejecutarán obras de defensas ribereñas en el río Zarumilla. La Republica [Internet] 2023 [consultado 10 de mayo 2023]; pag 01. Disponible en: <https://larepublica.pe/sociedad/2020/05/28/tumbes-ejecutaran-obras-de-defensas-riberenas-en-el-rio-zarumilla-lrnd>
6. Mogollón. Estudio de los factores principales que influyen en diseño del dique de enrocado [Internet] 2020 [consultado 20 de mayo del 2023]; pag 14. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/342452666\\_ESTUDIO\\_DE\\_LOS\\_FACTORES\\_PRINCIPALES\\_QUE\\_INFLUYEN\\_EN\\_DISENO\\_DEL\\_DIQUE\\_DE\\_ENROCADO\\_STUDY\\_OF\\_THE\\_MAIN\\_FACTORS\\_THAT\\_INFLUENCE\\_THE\\_DESIGN\\_OF\\_THE\\_ENROCADO\\_DOCK](https://www.researchgate.net/publication/342452666_ESTUDIO_DE_LOS_FACTORES_PRINCIPALES_QUE_INFLUYEN_EN_DISENO_DEL_DIQUE_DE_ENROCADO_STUDY_OF_THE_MAIN_FACTORS_THAT_INFLUENCE_THE_DESIGN_OF_THE_ENROCADO_DOCK)
7. Bayena. Construcción de tres diques en el borde del río Sinú, en el Municipio de Cerete - departamento de Córdoba. [Internet] 2022 [consultado 20 de mayo del 2023]; pag 148. Disponible en:

- <http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/11588/Trabajo%20de%20Grado%20Grupo%20%234.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
8. Valdivia. Estudio de los factores principales que influyen en diseño del dique de enrocado. [Internet] 2018 [consultado 20 de mayo del 2023]; pag 117. Disponible en:<http://biblioteca.cehum.org/bitstream/123456789/715/1/Linco.%20Dise%C3%B1o%20de%20defensas%20fluviales%20R%C3%ADo%20Cruces%20en%20San%20Jos%C3%A9%20de%20La%20Mariquina..pdf>
  9. Mariño. Mejoramiento de la defensa ribereña para prevenir los riesgos de inundación del Río Chillón, Lima- 2020. Universidad cesar Vallejo [Internet] 2020 [consultado 21 de mayo 2023]; pag 154. Disponible en: [file:///C:/Users/JHORDAN%20YAMO%20H/Downloads/Mari%C3%B1o\\_TBR-SD.pdf](file:///C:/Users/JHORDAN%20YAMO%20H/Downloads/Mari%C3%B1o_TBR-SD.pdf)
  10. Maquera. propuesta y diseño de defensa ribereña de enrocado en el río Coata - Puno - 2019. Universidad Alas Peruanas [Internet] 2019 [consultado 22 de mayo 2023]; pag 148. Disponible en: [https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/9811/Tesis\\_propuesta.Dise%C3%B1o\\_defensaRibere%C3%B1a\\_enrocado\\_r%C3%ADoCoata\\_Puno.pdf?sequence=1](https://repositorio.uap.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12990/9811/Tesis_propuesta.Dise%C3%B1o_defensaRibere%C3%B1a_enrocado_r%C3%ADoCoata_Puno.pdf?sequence=1)
  11. Silva. evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente Comuneros. Universidad Continental [Internet] 2022 [consultado 22 de mayo 2023]; pag 110. Disponible en: [https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11559/4/IV\\_FIN\\_105\\_T E\\_Perez\\_Silva\\_2022.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/11559/4/IV_FIN_105_T E_Perez_Silva_2022.pdf)
  12. Moquel. modelamiento hidrológico e hidráulico para el diseño hidráulico de la defensa ribereña, ubicado en el sector pampa de hospital, provincia tumbes, tumbes [Internet] 2022 [consultado 25 de mayo 2023]; pag 84. Disponible en: [https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/9840/1/REP\\_JOSE.MOQUEL\\_NICO.POLICASTRO\\_MODELAMIENTO.HIDROLOGICO.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/9840/1/REP_JOSE.MOQUEL_NICO.POLICASTRO_MODELAMIENTO.HIDROLOGICO.pdf)
  13. Balladares. "Estimación de caudales máximos en Cuencas secas y aplicación en diseños obras de defensas ribereñas: caso Quebrada Angostura, Tumbes, 2019" [Internet] 2019 [consultado 25 de mayo del 2023]; pag 144. Disponible en:

<https://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/773/TESIS%20-%20ATOCHE%20Y%20ALEMAN.pdf?sequence=1>

14. Infante. "Estimación del caudal máximo en cuencas secas para diseño de defensa ribereña - caso quebrada Seca Casitas - Bocapán Tumbes - 2020". [Internet] 2020 [consultado 26 de mayo del 2023]; pag 91. Disponible en: <http://repositorio.untumbes.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12874/2492/TESIS%20-%20GARABITO%20INFANTE.pdf?sequence=1>
15. Collantes. Defensa ribereña. [Internet] 2019 [consultado 28 de mayo 2023]; pag 1. Disponible en: <https://es.linkedin.com/pulse/defensa-ribere%C3%B1a-katerin-lucero-vilchez-collantes>
16. Mira, Definición de zona ribereña. [Internet] 2023 [consultado 28 de mayo 2023]; pag 01. Disponible en: <https://www.elgencurioso.com/diccionario/zona-riberena/>
17. Zarza. ¿Qué es un dique y cuál es su función? [Internet] 2023 [consultado 28 de mayo 2023]; pag 01. Disponible en: <https://www.iagua.es/respuestas/que-es-dique-y-cual-es-funcion>
18. Library. Diseño de Defensa Ribereña. [Internet] 2019 [consultado 05 de junio 2023]; pag 03. Disponible en: <https://1library.co/article/enrocados-dise%C3%B1o-defensa-ribere%C3%B1a-ampliaci%C3%B3n-mejoramiento-carretera-ca%C3%B1ete.q2m560ry>
19. Yañez. Gaviones. World documents [Internet] 2011 [consultado 05 de junio 2023]; pag 17. Disponible en: <https://vdocuments.net/defensa-riberena-con-gaviones.html?page=1>
20. Hola pesca. ¿Qué Es Un Espigón? [Internet] 2018 [consultado 07 de junio 2023]; pag 1. Disponible en: <https://holapesca.com/que-es-un-espigon-una-explicacion-sencilla/>
21. Arquitectura Piura. Muro de contención, materiales economía y aplicación [Internet] 2020 [consultado 07 de junio 2023]; pag 1. Disponible en: <https://www.arquitecturapura.com/construccion/muro-de-contencion-8495/>
22. Wikipedia. Muro de contención. [Internet] 2023 [consultado 09 de junio 2023]; pag 1. Disponible en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Muro\\_de\\_contenci%C3%B3n](https://es.wikipedia.org/wiki/Muro_de_contenci%C3%B3n)
23. Mundogeografía. Cuenca Hidrográfica: Elementos, Funcionamiento, Clasificación E importancia. [Internet] 2023 [consultado 15 de junio 2023]; pag 01. Disponible en: <https://mundogeografia.com/cuenca-hidrografica/>

24. Rocha. Definición de Socavación. Scribd [Internet] 1997 [ consultado 15 de junio 2023]; pag 1. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/428285173/Marco-Teorico-Socavacion>
25. Ministerio de Transportes y comunicaciones. Hidrología Hidráulica y Drenaje. [Internet] 2018 [ consultado 15 de junio 2023]; pag 1. Disponible en: [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-07-11%20Hidrolog%C3%ADa,%20Hidr%C3%A1ulica%20y%20Drenaje.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/MANUALES%20DE%20CARRETERAS%202019/MC-07-11%20Hidrolog%C3%ADa,%20Hidr%C3%A1ulica%20y%20Drenaje.pdf)
26. Josefa. Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. Grupopedia. [Internet] 2018 [ consultado 20 de junio 2023]; pag 2. Disponible en: <http://www.grupopedia.com/sociedad/psicologia/conozca-3-tipos-de-investigacion-descriptiva-exploratoria-y-explicativa/>
27. Lozada. Investigación Aplicada. Dialnet. [Internet] 2014 [ consultado 20 de junio 2023]; pag 50. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6163749>
28. Escamilla. Diseño No-Experimental. Universidad Autonoma Del Estado De Hidalgo. [Internet] 2013 [ consultado 20 de junio 2023]; pag 13. Disponible en: <https://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/14902/PRES38.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
29. Vasquez. defensa ribereña. Sildeshare. [Internet] 2023 [ consultado 21 de junio 2023]; pag 50. Disponible en: <https://es.slideshare.net/KevinVasquez9/defensa-ribereatalud>.
30. Pumachoque. La Operacionalización de variables. [Internet] 2014 [ consultado 20 de junio 2023]; pag 50. Disponible en: <https://unsm.edu.pe/wp-content/uploads/2020/05/silvestre-quintana-articulo-unsm-13-05-2020.pdf>
31. Urzúa. La ética medio ambiental: principios y valores para una ciudadanía responsable en la sociedad global. Scielo. [Internet] 2013 [ consultado 23 de junio 2023]; pag 19. Disponible en: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1726-569X2013000200002](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-569X2013000200002)
32. Aparisi. Beneficencia. [Internet] 2010 [ consultado 23 de junio 2023]; pag 37. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/veritas/n22/art06.pdf>
33. Álvarez. La autonomía: principio ético de autonomía. [Internet] 2012 [ consultado 23 de junio 2023]; pag 18. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5123760.pdf>

34. Viñas. La ética de la confidencialidad en la práctica del trabajo social. [Internet] 2014 [consultado 24 de junio 2023]; pag 11. Disponible en: <https://buleria.unileon.es/bitstream/handle/10612/6189/Ferro%20Vi%C3%B1as.pdf?sequence=1>
35. Olivera. Integridad y ética en la investigación y en la publicación científica. [Internet] 2021 [consultado 24 de junio 2023]; pag 05. Disponible en: <https://www.scielo.org/pdf/csp/2022.v38n1/e00283521/es>

## ANEXOS.

### Anexo 01. Matriz de Consistencia.

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.	OBJETIVOS.	VARIABLES.	METODOS.
<p style="text-align: center;"><b>Problema general.</b></p> <p>¿El diseño del dique enrocado, mejorará la defensa ribereña del río Tumbes, en el km 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes – 2023?</p>	<p style="text-align: center;"><b>Objetivo general.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Elaborar el diseño del dique enrocado para prevenir inundaciones del río Tumbes, en el margen izquierdo km 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes – 2023.</li> </ul> <p style="text-align: center;"><b>Objetivos específicos.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Diseñar el dique enrocado en la progresiva 1+260 a 1+917, en el sector Tamarindo, distrito de san Jacinto, región Tumbes -2023.</li> <li>➤ Establecer un estudio de mecánica de suelos que permita conocer la capacidad portante del suelo para el soporte de las estructuras en el diseño del dique enrocado.</li> <li>➤ Determinar el tipo de suelo mediante calicatas para conocer el tipo de suelo en el margen izquierdo del río tumbes.</li> </ul>	<p><b>Variable 1: Diseño del dique.</b></p> <p><b>Variable 2: Defensa ribereña.</b></p>	<p>Tipo de Investigación: Descriptivo.</p> <p>Nivel de Investigación: Aplicada.</p> <p>Diseño de Investigación: No experimental y transversal.</p> <p>Población y muestra: Sistema de abastecimiento de agua potable en el río Tumbes.</p> <p>Técnica Instrumental: Técnica de recopilación de datos.</p> <p>La observación: Instrumento de recolección de datos: Ficha de observación.</p>

Anexo 02. Instrumento de recolección de información.

<b>Ficha N01:</b>	<b>DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023</b>	
<b>Autor:</b>	<b>YAMO HERRERA, JHORDAN</b>	
<b>Asesor:</b>	<b>LEÓN DE LOS RÍOS, GONZALO MIGUEL</b>	
<b>Diseño de la estructura</b>		
<b>Componente</b>	<b>Resultado</b>	<b>Observación</b>
<b>Estructuras y Dimensiones</b>		
<b>Tipo de material</b>		
<b>Ancho</b>		
<b>Largo</b>		
<b>Alto</b>		
<b>Cuenca Hidrográfica</b>		
<b>Tipo de cuenca</b>		
<b>Escorrentía</b>		
<b>Infiltración</b>		
<b>Erosión por arrastre</b>		
<b>Funcionabilidad</b>		
<b>Estabilidad de talud</b>		
<b>Estabilidad base del talud</b>		
<b>Control de cauce</b>		
<b>Control de erosión</b>		
<b>Protección del concreto</b>		
<b>Protección forestal</b>		
<b>Protección red vial</b>		



MELENDEZ CALDERÓN PORELLA STACY  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 243209



ING. CIP. BADA ALAYO DELVA FLOR  
INGENIERA CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 15057



ING. CIP. BADA ALAYO DELVA FLOR  
INGENIERA CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ N° 15057  
Registro de Consultor Clase N° 2511

<b>Daños a la defensa existente</b>		
Desgaste superficial		
Exposición del acero		
Pérdida del material		
Desborde del río		
Caida del talud		
Exceso de vegetación		
<b>Factores que ponen en riesgo las condiciones actuales del muro de contención</b>		
Drenaje insuficiente		
Socavación de estructuras		
Saturación de material		
Sobrecarga de vegetación		
Fuga de agua red pública		
Fuga de aguas servidas		
Obstrucción de cauce		
Inundaciones		
Lluvias torrenciales		
Cortes y/o excavaciones		
<b>Afectación de estructuras cercanas</b>		
Centro educativo		
Hospital		
Centro poblado		
Carretera		
Centro religioso		
Puente		
Industrias		
Centro recreativo		

  
**MELÉNDEZ CALDERÓN MORELLA STACY**  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 2463209

  
**ING. CIP. BADAJ ALAYO DELVA FLOR**  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 150057

  
**P. P. C.**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros del Perú 47111  
 Registro de Consultor Clase N° 42111

<b>Factores que ponen</b>			
<b>Erosión superficial</b>		<b>Fuga de red de agua o desagüe</b>	
<b>Drenaje insuficiente</b>		<b>Obstrucción de cauces</b>	
<b>Socavación estructuras</b>		<b>Inundaciones</b>	
<b>Saturación de material</b>		<b>Lluvias torrenciales</b>	
<b>Sobrecarga de vegetación</b>		<b>Cortes y/o excavaciones</b>	
<b>Posibles afectaciones a estructuras cercanas</b>			
<b>Centro educativo</b>		<b>Puente</b>	
<b>Hospital</b>		<b>Urbanización</b>	
<b>Centro poblado</b>		<b>Industrias</b>	
<b>Carretera</b>		<b>Institución pública</b>	

  
 MILENDEZ CALDERÓN FORRELLÁ STACY  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP N° 243209

  
 ING. CIP. BADA ALAYO DELVA FLOR  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 150057

  
  
 ING. CIP. BADA ALAYO DELVA FLOR  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 150057  
 Registro de Consultor Civil N° 12111

Anexo 03. Validez de instrumento.

FICHA DE IDENTIFICACION DEL EXPERTO	
<b>Nombres Y Apellidos:</b> DELVA BADA ALAYO	
<b>N° DNI:</b> 40685812	
<b>Edad:</b> 42	
<b>Email:</b> bada-delf@hotmail.com	
<b>Título Profesional:</b> INGENIERO CIVIL	
<b>Grado Académico:</b>	<b>Maestría:</b> <input checked="" type="checkbox"/> <b>Doctorado:</b> <input type="checkbox"/>
<b>Especialidad:</b> TRANSPORTE Y CONSERVACIÓN VIAL	
<b>Institución que labora:</b> _____	
<b>Identificación del Proyecto De Investigación o Tesis</b>	
<b>Título:</b> DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES – 2023.	
<b>AUTOR:</b> Yamo Herrera Jhordan	
<b>Programa académico</b> Ingeniería civil	
 ING. CIP. BADA ALAYO DELVA FLOR INGENIERA CIVIL REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 150057	

## CARTA DE PRESENTACIÓN.

Magister. Ing. Delva Bada Alayo.

Presente. -

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS.

Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: Yamo Herrera Jhordan estudiante / egresado del programa académico del taller de titulación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **“DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023”** y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación.
- Carta de presentación.
- Matriz de operacionalización de variables.
- Matriz de consistencia.
- Ficha de validación.

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



Firma de estudiante.  
DNI: 47497891



FICHA DE IDENTIFICACION DEL EXPERTO

Nombres Y Apellidos:

LUIS ENRIQUE MELENDEZ CALVO

N° DNI: 18041053

Edad: 65

Email: lng-lmelendez-calvo@hotmail.com

Título Profesional:

INGENIERO CIVIL

Grado Académico: Maestría:  Doctorado:

Especialidad:

DOCENCIA, CURRÍCULO E INVESTIGACIÓN

Institución que labora:

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Identificación del Proyecto De Investigación o Tesis

Título:

DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES – 2023.

AUTOR:

Yamo Herrera Jhordan

Programa académico

Ingeniería civil



Luis Enrique Meléndez Calvo

INGENIERO CIVIL

Matrícula N° 48711



## CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister / Doctor: Luis Enrique Meléndez Calvo

Presente. -

**Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS**

Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: **Yamo Herrera Jhordan** estudiante / egresado del programa académico del taller de titulación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: "DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.  
Atentamente,



Firma de estudiante  
DNI: 47497891





**FICHA DE IDENTIFICACION DEL EXPERTO**

**Nombres Y Apellidos:**

Fiorella Stacy Meléndez Calderón

N° DNI: 71307363

Edad: 26

Email: stacy\_mc\_1997@gmail.com

**Título Profesional:**

Ingeniero Civil

Grado Académico: Maestría: X Doctorado: .....

**Especialidad:**

Gestión Publica

**Institución que labora:**

Independiente

**Identificación del Proyecto De Investigación o Tesis**

**Título:**

DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES,  
EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO  
DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES – 2023

**AUTOR:**

Yamo Herrera Jhordan

**Programa académico**

Ingeniería civil

  
MELENDEZ CALDERON FIORELLA STACY  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 243209

## CARTA DE PRESENTACIÓN

**Magister / Doctor:** Fiorella Stacy Meléndez Calderón

**Presente.** -

**Tema:** PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo, saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: **Yamo Herrera Jhordan** estudiante / egresado del programa académico del taller de titulación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **“DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023”** y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

- Ficha de Identificación de experto para proceso de validación
- Carta de presentación
- Matriz de operacionalización de variables
- Matriz de consistencia
- Ficha de validación

Agradezco anticipadamente su atención y participación, me despido de usted.

Atentamente,



---

Firma de estudiante  
DNI: 47497891

<b>FICHA DE VALIDACIÓN</b>								
<b>TÍTULO: DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023</b>								
	Variable 1: Diseño del Dique	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensión 1:							
1	ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS	x		x		x		
2	TOPOGRAFIA	x		x		x		
3	DIQUE	x		x		x		
	Variable 2: Diseño de la defensa ribereña							
	Dimensión 2:							
1	TIPO DE DEFENSA RIBEREÑA	x		x		x		
2	CUENCA HIDROGRAFICA	x		x		x		
3	DEFENSA RIBEREÑA	x		x		x		

Recomendaciones: .....

Opinión de experto:   Aplicable (x)   Aplicable después de modificar (   )   No aplicable (   )

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mgtr. Fiorella Stacy Meléndez Calderón   DNI: 71307363

  
 MELENDEZ CALDERON FIORELLA STACY  
 INGENIERA CIVIL  
 CIP Nº 243209

Anexo 04. Confiabilidad del instrumento.

FICHA DE VALIDACIÓN								
TÍTULO: DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES – 2023.								
	Variable 1: Diseño de Dique.	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
	Dimensión 1:							
1	ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.	X		X		X		
2	TOPOGRAFIA	X		X		X		
3	DIQUE	X		X		X		
	Variable 2: Diseño de defensa ribereña.							
	Dimensión 2:							
1	TIPO DE DEFENSA RIBEREÑA	X		X		X		
2	CUENCA HIDROGRAFICA	X		X		X		
3	DEFENSA RIBEREÑA							

Recomendaciones: .....

Opinión de experto: Aplicable ( ) Aplicable después de modificar ( X ) No aplicable ( )

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mgtr. DELVA BADA ALAYO DNI: 40685812

  
**ING. CIP. BADA ALAYO DELVA FLOR**  
 INGENIERA CIVIL  
 REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 192057

Firma:


  
**Luis Enrique Méndez Calvo**  
 INGENIERO CIVIL  
 Reg. Colegio de Ingenieros del Perú 46711  
 Consultor Único N° 05113





**Título: DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023**

**Responsable: Yamo Herrera Jhordan**

**VALIDACIÓN DE INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

El trabajo de investigación fue realizado con el objetivo de proporcionar información necesaria sobre la indagación, los acontecimientos, su comportamiento en el pasado del sistema de abastecimiento de agua potable de dicho anexo. Es por eso que se solicita por favor rellenar la encuesta con veracidad, gracias por su colaboración.

Nada conforme (1) Poco conforme (2) Conforme (3) Muy conforme (4)

Escriba el número que corresponda

N°	Rubro	Nivel de satisfacción			
		1	2	3	4
1	La encuesta y ficha técnica guardan relación con el tema de investigación.				x
2	Las preguntas de la ficha técnica han sido elaboradas de manera clara y concisa.			x	
3	En la Ficha técnica se hace uso de las palabras técnicas de acuerdo al tema de investigación.			x	
4	Las preguntas de las fichas técnicas han sido elaboradas de acuerdo a los indicadores de su cuadro de variables de su investigación.				x
5	Las preguntas de la encuesta han sido elaboradas de manera general.				x
6	El formato de las fichas técnicas y de la encuesta son las adecuadas.				x

**Apellidos y Nombres del experto: Fiorella Stacy Meléndez Calderón**

**Fecha: 16/07/2023**

**Profesión: Ingeniero Civil**

**Grado académico: Magister**

**Firma:**

  
MELÉNDEZ CALDERÓN FIORELLA STACY  
INGENIERA CIVIL  
CIP N° 243209

Para la validación se consideraron los siguientes expertos.

N°	Rubro.	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Σ	%
1	La encuesta y ficha técnica guardan relación con el tema de investigación.	4	3	4	11	<b>92%</b>
2	Las preguntas de la ficha técnica han sido elaboradas de manera clara y concisa.	3	3	3	9	<b>75%</b>
3	En la Ficha técnica se hace uso de las palabras técnicas de acuerdo al tema de investigación.	4	3	3	10	<b>83%</b>
4	Las preguntas de las fichas técnicas han sido elaboradas de acuerdo a los indicadores de su cuadro de variables de su investigación.	4	4	4	12	<b>100%</b>
5	Las preguntas de la encuesta han sido elaboradas de manera general.	4	4	4	12	<b>100%</b>
6	El formato de las fichas técnicas y de la encuesta son las adecuadas.	3	4	4	11	<b>92%</b>
<b>TOTAL</b>						<b>542%</b>

**VALIDADO POR:**

Experto 1: Delva Bada Alayo.

Experto 2: Luis Enrique Meléndez Calvo.

Experto 3: Fiorella Stacy Meléndez Calderón.

La interpretación tiene una validez de  $\frac{542}{6} = 90.33\%$

**Interpretación:** de acuerdo con el resultado, el valor obtenido nos indica que es 90.33 % y como es mayor que el 75% se da por validado dicho instrumento.

Anexo 05. Formato de Consentimiento informado.



**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS  
(Ingeniería y Tecnología)**

La finalidad de este protocolo en Ingeniería y tecnología es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador y usted se quedarán con una copia.

La presente investigación se titulada **DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023**

y es dirigido por **Yamo Herrera Jhordan**, investigador de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es: **Poder realizar un DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO.**

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomara **5 minutos** de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través del numero de celular **918008389**. Si desea, también podrá escribir al correo **uladech@edu.com.pe** para recibir más información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: **Yoma Herrera Jhordan**

Fecha: **25/06/2023**

Firma del participante:



**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS  
(Ingeniería y Tecnología)**

Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por **Yoma Herrera Jhordan**, que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

**DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO  
TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR  
TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES – 2023**

- La entrevista durará aproximadamente 5 minutos y todo lo que usted diga será tratado de manera anónima.
- La información brindada será grabada (si fuera necesario) y utilizada para esta investigación.
- Su participación es totalmente voluntaria. Usted puede detener su participación en cualquier momento si se siente afectado; así como dejar de responder alguna interrogante que le incomode. Si tiene alguna pregunta durante la entrevista, puede hacerla en el momento que mejor le parezca.
- Si tiene alguna consulta sobre la investigación o quiere saber sobre los resultados obtenidos, puede comunicarse al siguiente correo electrónico: [uladech@edu.com.pe](mailto:uladech@edu.com.pe) o al número 918008389 Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al número (043) 422439 - 943630428

Complete la siguiente información en caso desee participar:

Nombre completo:	Paula Rosa Clavijo Vaca
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha:	09/07/2023

Anexo 06. Documento de aprobación de institución para la recolección de información.



**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA**

Carta s/n 001 -2023 ULADECH CATOLICA

**Paula Rosa Clavijo Vaca**

Sr(a)

Presente

De mi consideración:

Es un placer dirigirme a usted para expresar mi cordial saludos e informarle que soy estudiante de la escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Los Ángeles de Chimbote. El motivo de la presente tiene por finalidad presentarme yo **Yamo Herrera Jhordan** con código de matrícula 0801121045 de la carrera profesional de ingeniería civil, quien solicito a su persona autorización para ejecutar de manera remota o virtual, el proyecto de investigación titulado **DISEÑO DEL DIQUE ENROCADO PARA PREVENIR INUNDACIONES DEL RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023**

Durante los meses de mayo, junio, julio, agosto del presente año.

Por este motivo, agradeceré que me brinde el acceso y las facilidades a fin de ejecutar satisfactoriamente mi investigación, la misma que redundara en beneficio de su institución.

En espera de su amable atención y aceptación.

Atentamente:

Yamo Herrera Jhordan

Anexo 07. Evidencias de ejecución (declaración jurada, base de datos)

### CARTA DE ACEPTACION

Tamarindo, 09 de julio del 2023

Presente

**Atención:** Yamo Herrera Jhordan

**REFERENCIA:** AUTORIZACION PARA REALIZAR SU TRABAJO DE INVESTIGACIÓN RÍO TUMBES, EN EL MARGEN IZQUIERO KM 1+260 A 1+917, EN EL SECTOR TAMARINDO, DISTRITO DE SAN JACINTO, REGIÓN TUMBES - 2023

**ASUNTO:** RESPUESTA A LA ACTA DE PRESENTACION PARA EL DESARROLLO DE SU TRABAJO DE INVESTIGACION

De mi mayor consideración. –

Para mi **Paula Rosa Clavijo Vaca** representante del caserío de Tamarindo, es grato dirigirme a usted con fin de hacerle llegar mi cordial saludo y a la vez hacer propicia la oportunidad para comunicarle mediante la presente carta que usted cuenta con mi autorización para poder realizar su trabajo de investigación en el caserío de **Tamarindo**, así mismo indicarle que pude realizar los estudios necesarios para continuar con su trabajo de investigación, dándole respuesta a lo solicitado:

1. Visitar al caserío de Tamarindo y reunirse con mi persona y/o personal a cargo.
2. Visitar al caserío de Tamarindo para la realización de encuestas y conteo de habitantes.
3. Visitar y evaluar cada componente del sistema de abastecimiento de agua potable.
4. Realizar las evaluaciones y/o estudios correspondientes.

Habiendo resaltado los siguientes puntos, se concluyo que se aceptan sus condiciones.

Agradeciendo por la atención al presente, sin otro particular me despido de usted.

Atentamente:

 **PODER JUDICIAL**  
Corte Superior de Justicia de Tumbes  
*Paula Rosa Clavijo Vaca*  
**Paula Rosa Clavijo Vaca**  
JUEZ DE PAZ  
Juzgado de Paz de Única Nominación  
SAN JACINTO



Figura 10: Topografía en la ribera del río Tumbes. Para representación gráfica.

Fuente: Propia.



Figura 11: Calculo y registro de la profundidad (m), y el tiempo promedio (s).

Fuente: Propia.



Figura 12: Se evidencia la calicata C-01 en la progresiva 1+200.

Fuente: Propia.



Figura 13: se explora y registra la calicata C-02 en la progresiva 1+310.

Fuente: Propia.



Figura 14: Recolección de datos en la Calicata C-03 en la progresiva 1+450.

Fuente: Propia.



Figura 15: Cuarteo del material.

Fuente: Propia.



Figura 16: Zarandeo de material.

Fuente: Propia.



Figura 17: Peso del material.

Fuente: Propia.

Anexo 08. Planos topográficos.

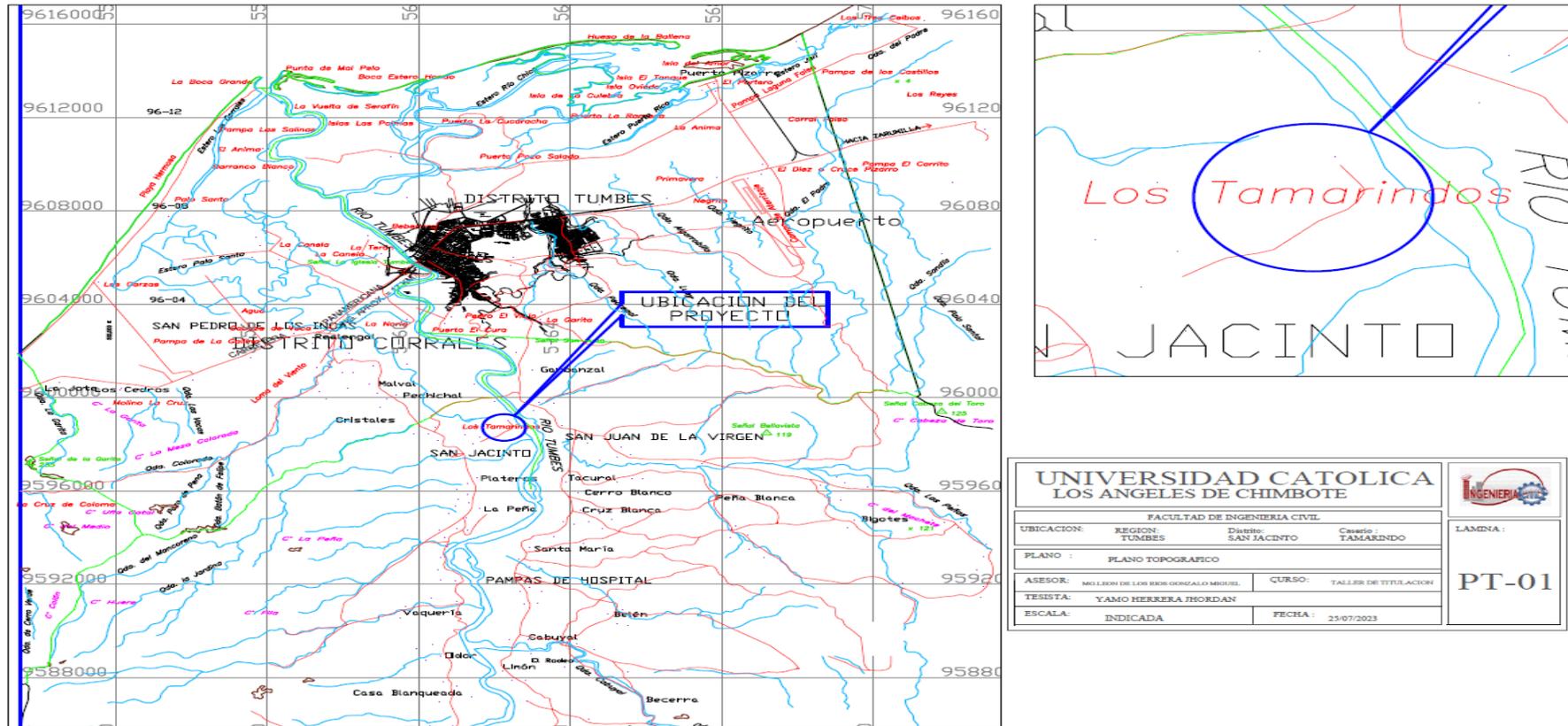


Figura 18: Plano topográfico de ubicación.

Fuente: Propia.

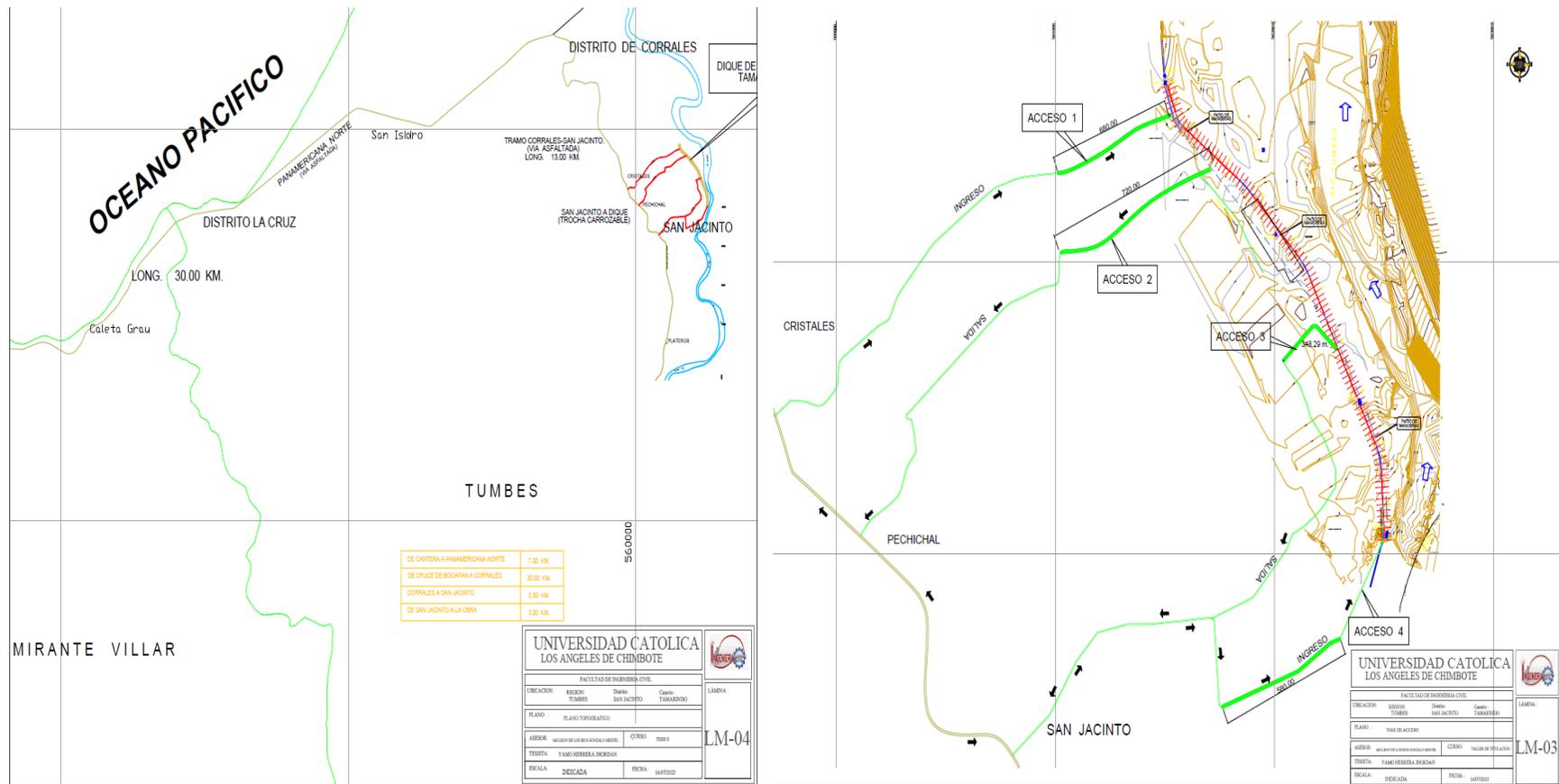


Figura 19: Planos de acceso e Infraestructura vial.

Fuente: Propia.





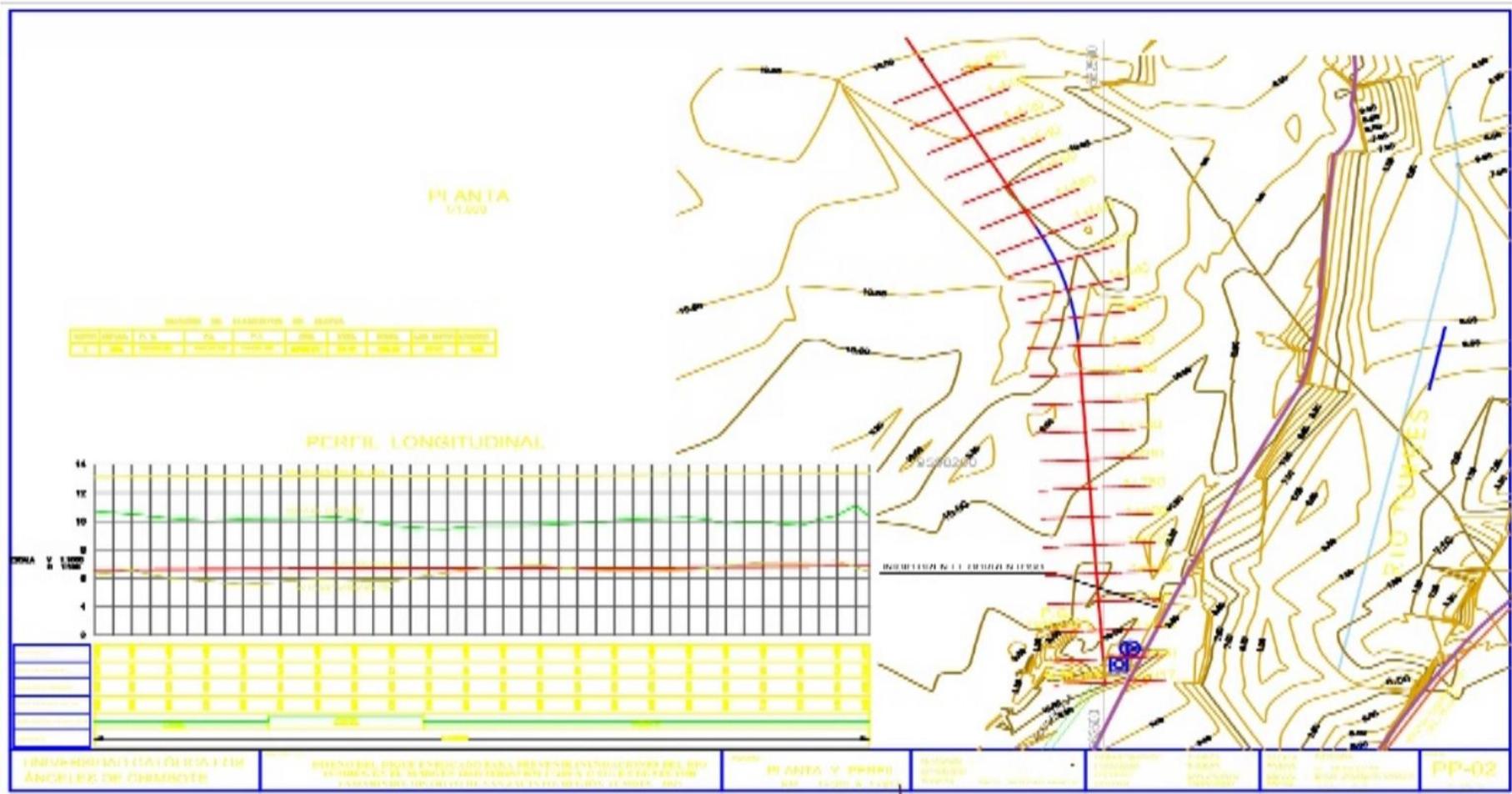


Figura 22: Trazo y perfil longitudinal, prog.1+500 a 1+917.

Fuente: Propia.

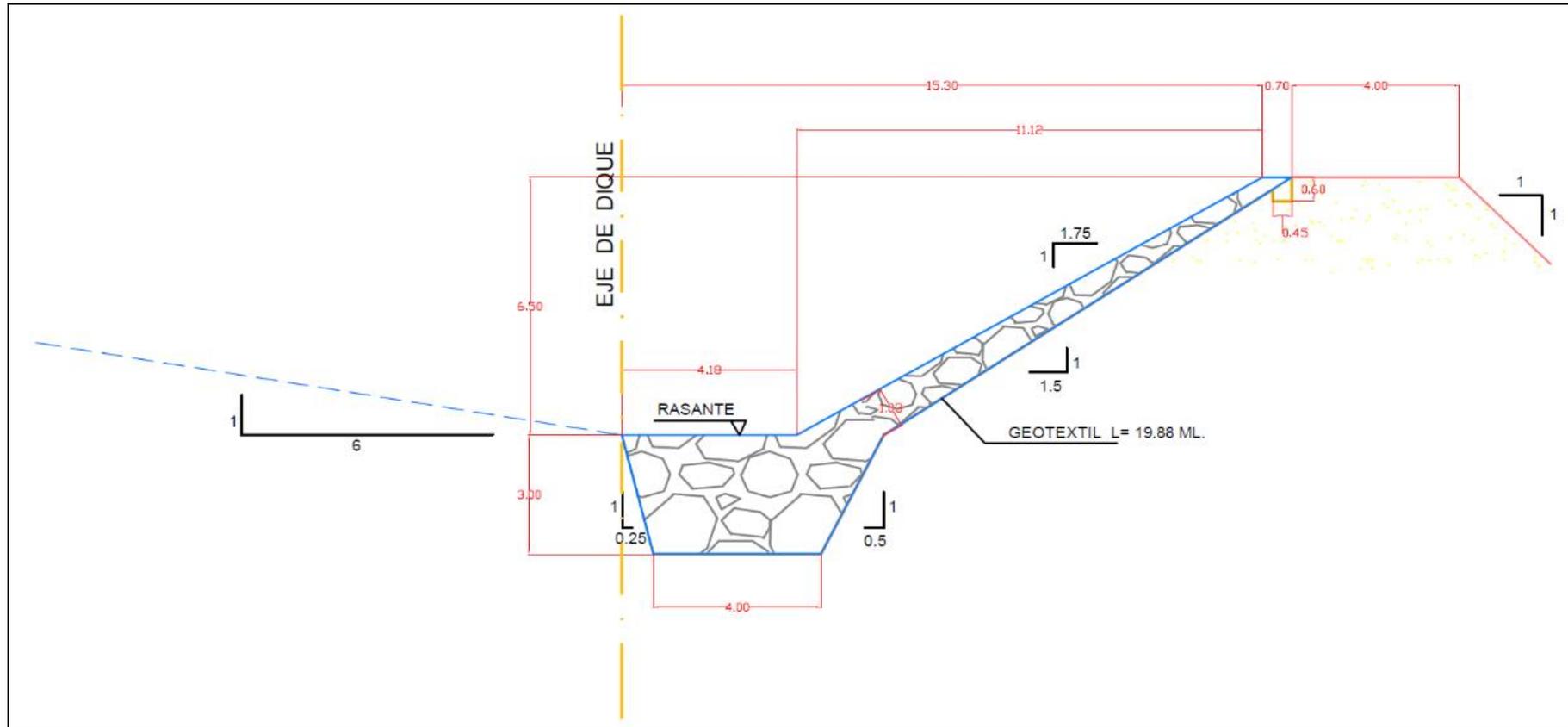


Figura 23: Seccion tipica del dique, prog. 1+260 a 1+917.

Fuente: Propia.



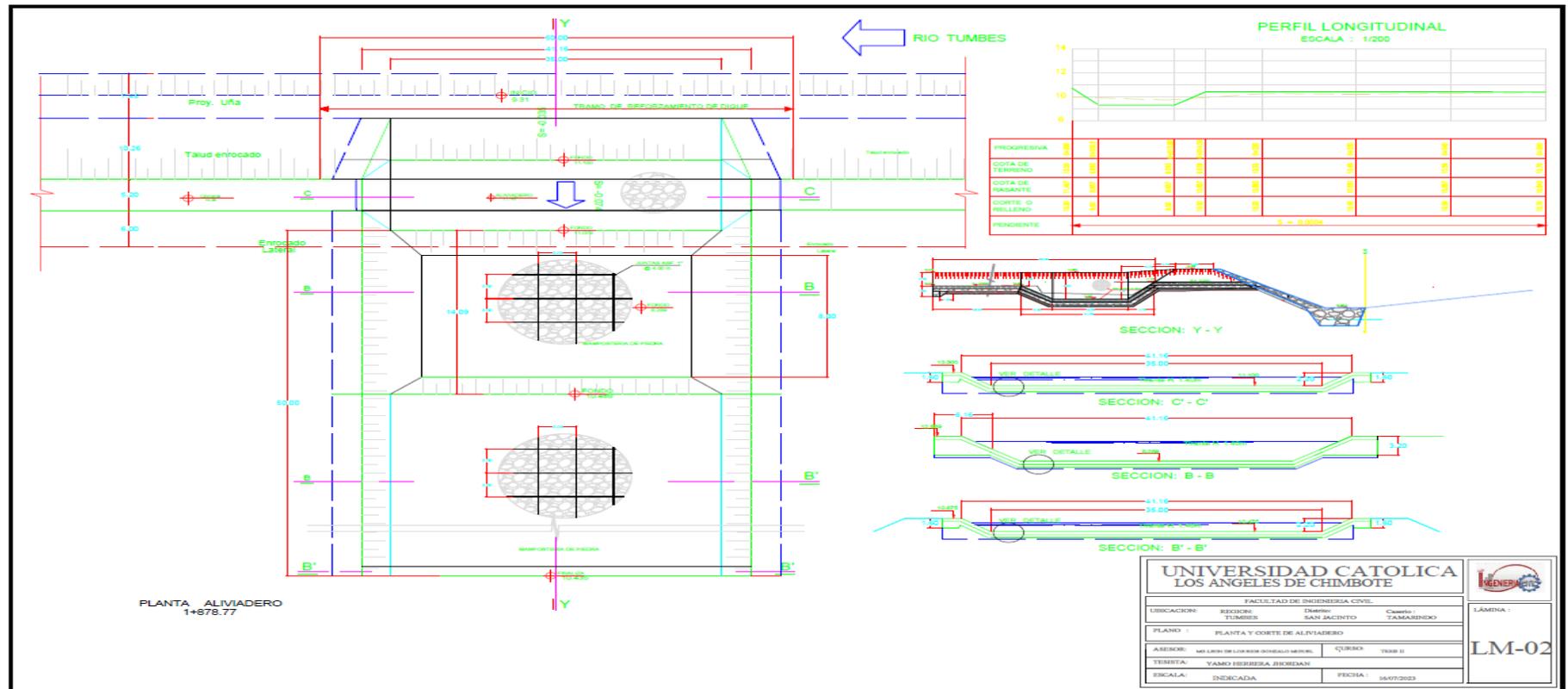


Figura 25: Aliviadero y compuertas.

Fuente: Propia.