



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE CHIMBOTE  
FACULTAD DE HUMANIDADES, CIENCIAS Y SALUD  
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**

**DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL  
RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE,  
PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025**

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

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN  
EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA  
RIBEREÑA EN LOS RÍOS Y EN CANALES**

**AUTOR**

**CRUZ LOPEZ, WALTER RHUDOLF**

**ORCID:0000-0003-0671-4664**

**ASESOR**

**SOTELO URBANO, JOHANNA DEL CARMEN**

**ORCID:0000-0001-9298-4059**

**CHIMBOTE-PERÚ**

**2025**



**FACULTAD DE HUMANIDADES, CIENCIAS Y SALUD**

**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA N° 0164-110-2025 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS**

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **17:51** horas del día **02** de **Noviembre** del **2025** 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:

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO** Presidente  
**SEMINARIO VASQUEZ RAFAEL ASUNCION** Miembro  
**BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA** Miembro  
**Mgtr. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN** Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025**

**Presentada Por :**  
(0801101101) **CRUZ LOPEZ WALTER RHUDOLF**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **UNANIMIDAD**, la tesis, con el calificativo de **15**, 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:

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO**  
Presidente

**SEMINARIO VASQUEZ RAFAEL ASUNCION**  
Miembro

**BARRETO RODRIGUEZ CARMEN ROSA**  
Miembro

**Mgtr. SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN**  
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 DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025 Del (de la) estudiante CRUZ LOPEZ WALTER RHUDOLF, asesorado por SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN 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, 21 de Abril del 2026



**Mgtr. Roxana Torres Guzman**  
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

## **Dedicatoria**

**A Dios:** Por permitirme existir y mantenerme con vida compartiendo el tiempo con personas maravillosas.

**A mis padres:** Esta victoria es una forma de manifestar el aprecio, amor y cariño que siento por ustedes como una forma de reconocer profundamente el afecto y apoyo que me han otorgado en este largo camino.

**A mis hermanos:** Por su compañía, las buenas vibras, los favores y su disposición inmediata en momentos de auxilio, sus presencias me permitieron tener momentos disfrutables e inolvidables.

**A mi familia:** Por sus consejos, la convivencia y las experiencias que me forjaron como persona.

## **Agradecimiento**

**A mis asesores, profesores y mentores:** Por su orientación y sabiduría que han contribuido con enriquecer mi aprendizaje.

**A mis amigos y a todas las personas que contribuyeron en esta etapa de vida:**  
Agradezco su paciencia y las situaciones de ánimo, estos han sido de suma importancia para mantenerme en el buen sendero.

## Índice de General

<b>Carátula .....</b>	<b>I</b>
<b>Jurado .....</b>	<b>II</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>IV</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>V</b>
<b>Índice General .....</b>	<b>VI</b>
<b>Lista de Tablas .....</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de Figuras .....</b>	<b>XII</b>
<b>Lista de Gráficos .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Lista de Fórmulas .....</b>	<b>XV</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>XVII</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>XVIII</b>
<b>I. Planteamiento del Problema .....</b>	<b>1</b>
1.1 Descripción del problema .....	1
1.1.1 Al nivel internacional .....	1
1.1.2 Al nivel nacional .....	1
1.1.3 Al nivel local .....	1
1.2 Formulación del problema .....	2
1.3 Objetivos generales y específicos .....	2
1.3.1 Objetivo general .....	2
1.3.2 Objetivos específicos .....	2
1.4 Justificación .....	2
1.4.1 Justificación teórica .....	2
1.4.2 Justificación práctica .....	3

1.4.3 Justificación metodológica .....	3
<b>II. Marco Teórico .....</b>	<b>4</b>
2.1 Antecedentes .....	4
2.1.1 Antecedentes Internacionales .....	4
2.1.2 Antecedentes Nacionales .....	6
2.1.3 Antecedentes Locales .....	7
2.2 Bases teóricas .....	9
2.2.1 Diseño de Dique Enrocado .....	9
2.2.1.1 Definiciones de dique enrocado .....	9
2.2.1.2 Componentes de dique enrocado .....	9
2.2.1.3 Análisis estadístico de máximas avenidas .....	11
2.2.1.4 Estimación de caudales máximos por metodos empiricos .....	12
2.2.1.5 Cálculos de parámetros geométricos y estructurales preliminares .....	16
2.2.1.6 Cálculo de protección de enrocado .....	31
2.2.1.7 Dimensionamiento de dique enrocado .....	30
2.2 Mejora de Defensa Ribereña .....	38
2.2.1 Esquema Conceptual de la Mejora de Defensa Ribereña .....	38
2.2.2 Tipos de estructura para la mejora de Defensa Ribereña .....	39
2.2.3 Técnicas de Mejora .....	39
2.2.4. Impacto Ambiental y Sostenibilidad .....	40
2.3 Hipótesis .....	40
<b>III. Metodología .....</b>	<b>41</b>

3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación .....	41
3.2 Población .....	42
3.3 Operacionalización de las variables/categorías .....	43
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos/información .....	44
3.5 Método de análisis de datos/información .....	44
3.6 Aspectos éticos .....	45
<b>IV. Resultados .....</b>	<b>47</b>
<b>V. Discusión .....</b>	<b>70</b>
<b>VI. Conclusiones .....</b>	<b>71</b>
<b>VII. Recomendaciones .....</b>	<b>72</b>
<b>Referencias bibliográficas .....</b>	<b>73</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>80</b>
Anexo 1. Documento de autorización para el desarrollo de la investigación .....	80
Anexo 2. Carta de recojo de datos .....	81
Anexo 3. Matriz de Consistencia y Operacionalización .....	82
Anexo 4. Ficha de Identificación del Experto .....	84
Anexo 5. Ficha técnica de los instrumentos .....	93
Anexo 6. Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación.....	94

## Lista de Tablas

<b>Tabla 01:</b> Selección de un tiempo para periodo de retorno (T). .....	13
<b>Tabla 02:</b> Recomendación practica de amplitud de cauce (B). .....	16
<b>Tabla 03:</b> Factores de fondo de rio (K1). .....	17
<b>Tabla 04:</b> Factores Material de fondo de rio (Fb). .....	17
<b>Tabla 05:</b> Factores material de orilla de rio (Fs). .....	17
<b>Tabla 06:</b> Valores de Rugosidad de Manning (n) .....	18
<b>Tabla 07:</b> Factores material de orilla de rio (m) .....	18
<b>Tabla 08:</b> Factores material de orilla de rio (K). .....	18
<b>Tabla 09:</b> Valores inversas de rugosidad de Manning (Ks). .....	20
<b>Tabla 10:</b> Factores de selección en suelos cohesivos y no cohesivos (x). .....	24
<b>Tabla 11:</b> Valores para Coeficiente de Retorno ( $\beta$ ). .....	25
<b>Tabla 12:</b> Valores de coeficientes de curvatura (e). .....	27
<b>Tabla 13:</b> Factores de seguridad para cálculo de Borde Libre ( $\emptyset$ ) .....	29
<b>Tabla 14:</b> Valores de coeficientes de curvatura (e). .....	29
<b>Tabla 15:</b> Valores de coeficientes de fondo de cauce (C1). .....	30
<b>Tabla 16:</b> Valores de coeficientes de tipo de tramo (C2). .....	31
<b>Tabla 17:</b> Criterios de para ancho de corona (C). .....	33
<b>Tabla 18:</b> Selección de factor de Seguridad al volteo (FS). .....	37
<b>Tabla 19:</b> Lugar de inicio de estudio para eje referencial de dique enrocado. ....	47
<b>Tabla 20:</b> Lugar final de estudio para eje referencial de dique enrocado. ....	47
<b>Tabla 21:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 0+000 a 2+350). ....	48
<b>Tabla 22:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 2+350 a 5+350). ....	49
<b>Tabla 23:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 5+350 a 5+750). ....	50

<b>Tabla 24:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 5+750 a 6+250). .....	50
<b>Tabla 25:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 6+250 a 7+800). .....	50
<b>Tabla 26:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 7+800 a 8+250). .....	51
<b>Tabla 27:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 8+250 a 9+450). .....	51
<b>Tabla 28:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 9+450 a 9+950). .....	52
<b>Tabla 29:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 9+950 a 10+350). .....	52
<b>Tabla 30:</b> Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 10+350 a 17+555). .....	53
<b>Tabla 31:</b> Resultados – Seleccione su rango de edad. ....	56
<b>Tabla 32:</b> Resultados – ¿Dónde vive actualmente?. .....	57
<b>Tabla 33:</b> Resultados – ¿Cuántas personas integran su familia en el lugar donde vive?. .....	57
<b>Tabla 34:</b> Resultados – ¿Dónde trabaja actualmente?. .....	58
<b>Tabla 35:</b> Resultados – ¿Conoce el estado actual del Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?. .....	59
<b>Tabla 36:</b> Resultados – ¿Ha tenido usted o su familia algún tipo de evento climático u otros sucesos relacionados con el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?. .....	60
<b>Tabla 37:</b> Resultados – Si la respuesta es Si, indique cuales fueron esos eventos. (Puede marcar varias alternativas). .....	61
<b>Tabla 38:</b> Resultados – De qué manera estos eventos lo han perjudicado a usted y a su familia? (Puede marcar varias alternativas) .....	62
<b>Tabla 39:</b> Resultados –¿Cada cuánto tiempo ocurren estos eventos el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?. .....	63
<b>Tabla 40:</b> Resultados –¿Con respecto al Rio Santa, en que meses sucede estos eventos con mayor frecuencia? (Puede marcar varias alternativas). .....	64

<b>Tabla 41:</b> Resultados – Ante un desastre o emergencia relacionado con el rio Santa, ¿Qué nivel de preparación se considera usted para prevenir estos eventos? .....	65
<b>Tabla 42:</b> Resultados –¿Las autoridades o instituciones a cargo de su localidad han planificado y/o realizado algún sistema de defensa ribereña, prevención y/o protección para este tipo de eventos en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos? .....	66
<b>Tabla 43:</b> Resultados –¿Cada cuánto tiempo se realiza este tipo de medidas de prevención de defensas ribereñas en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos? .....	67
<b>Tabla 44:</b> Resultados –¿Estaría de acuerdo con la implementación de otro sistema de protección para el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos? .....	68
<b>Tabla 45:</b> Resultados – ¿Con respecto al Rio Santa, en que meses sucede estos eventos con mayor frecuencia? (Puede marcar varias alternativas). .....	69

## Lista de Figuras

<b>Figura 01:</b> Sección de dique enrocado. ....	10
<b>Figura 02:</b> Perfil fondo de rio y perfil de socavación por erosión. ....	22
<b>Figura 03:</b> Definición de los conceptos de extradós e intradós en las orillas de un río. ....	26
<b>Figura 04:</b> Sección de dique enrocado. ....	54
<b>Figura 05:</b> Diseño de dique enrocado Margen Derecha. ....	55
<b>Figura 06:</b> Diseño de dique enrocado Margen Izquierda. ....	56

## Lista de Gráficos

<b>Gráfico 01:</b> Esquema de mejora de defensa ribereña. ....	38
<b>Gráfico 02:</b> Diseño de investigación. ....	42
<b>Gráfico 03:</b> Seleccione su rango de edad. ....	56
<b>Gráfico 04:</b> ¿Dónde vive actualmente?. ....	57
<b>Gráfico 05:</b> ¿Cuántas personas integran su familia en el lugar donde vive?. ....	57
<b>Gráfico 06:</b> ¿Dónde trabaja actualmente?. ....	58
<b>Gráfico 07:</b> ¿Conoce el estado actual del Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?. ....	59
<b>Gráfico 08:</b> ¿Ha tenido usted o su familia algún tipo de evento climático u otro suceso relacionado con el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?. ....	60
<b>Gráfico 09:</b> Si la respuesta es Si, indique cuales fueron esos eventos. (Puede marcar varias alternativas) . ....	61
<b>Gráfico 10:</b> ¿De qué manera estos eventos lo han perjudicado a usted y a su familia? (Puede marcar varias alternativas). ....	62
<b>Gráfico 11:</b> ¿Cada cuánto tiempo ocurren estos eventos el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos. ....	63
<b>Gráfico 12:</b> ¿Con respecto al Rio Santa, en que meses sucede estos eventos con mayor frecuencia? (Puede marcar varias alternativas). ....	64
<b>Gráfico 13:</b> Ante un desastre o emergencia relacionado con el Rio Santa, ¿Qué nivel de preparación se considera usted para prevenir estos eventos?. ....	65
<b>Gráfico 14:</b> ¿Las autoridades o instituciones a cargo de su localidad han planificado y/o realizado algún sistema de defensa ribereña, prevención y/o protección para este tipo de eventos en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?. ....	66
<b>Gráfico 15:</b> ¿Cada cuánto tiempo se realiza este tipo de medidas de prevención de defensas ribereñas en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?. ....	67

**Gráfico 16:** ¿Estaría de acuerdo con la implementación de otro sistema de protección para el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?. ..... 68

**Gráfico 17:** ¿Considerando su conocimiento sobre el lugar, en que temporadas recomendaría usted la implementación y/o ejecución de estos sistemas de defensa ribereña? (Puede marcar varias alternativas). ..... 69

## Lista de Fórmulas

<b>Fórmula 01:</b> Tiempo de retorno ( $T_r$ ). .....	11
<b>Fórmula 02:</b> Función caudal $f(Q)$ , método Log-Normal. ....	12
<b>Fórmula 03:</b> Función caudal $f(Q)$ , método Gumbel. ....	12
<b>Fórmula 04:</b> Tiempo de concentración de cuenca ( $T_c$ ), fórmula Kirpich. ....	14
<b>Fórmula 05:</b> Tiempo de concentración de cuenca ( $T_c$ ), fórmula Temez. ....	14
<b>Fórmula 06:</b> Tiempo de concentración de cuenca ( $T_c$ ), fórmula Soil Conservation Service (SCS). ....	14
<b>Fórmula 07:</b> Intensidad de Precipitación ( $I$ ). ....	15
<b>Fórmula 08:</b> Caudal ( $Q$ ), método Mac Math. ....	15
<b>Fórmula 09:</b> Sección Estable o Amplitud de Cauce ( $B$ ), método Petis. ....	16
<b>Fórmula 10:</b> Sección Estable o Amplitud de Cauce ( $B$ ), método Simons-Henderson. ....	17
<b>Fórmula 11:</b> Sección Estable o Amplitud de Cauce ( $B$ ), método de Blench y Altunin. ...	17
<b>Fórmula 12:</b> Sección Estable o Amplitud de Cauce ( $B$ ), Manning – Strickler. ....	18
<b>Fórmula 13:</b> Caudal hidráulico ( $Q$ ) a partir de la Ecuación de Manning. ....	19
<b>Fórmula 14:</b> Tirante hidráulico ( $y$ ). ....	19
<b>Fórmula 15:</b> Coeficiente de rugosidad inversa de Manning ( $K_s$ ). ....	19
<b>Fórmula 16:</b> Velocidad media de flujo ( $V$ ). ....	20
<b>Fórmula 17:</b> Numero de Froude ( $F$ ). ....	21
<b>Fórmula 18:</b> Profundidad de socavación general ( $t_s$ ), método Maza - Lischtvan & Levediev. ....	23
<b>Fórmula 19:</b> Profundidad de socavación ( $t_s$ ) para suelos cohesivos. ....	23
<b>Fórmula 20:</b> Profundidad de socavación ( $t_s$ ) para suelos no cohesivos. ....	23
<b>Fórmula 21:</b> Valores del Coeficiente de Retorno ( $\beta$ ) . ....	24
<b>Fórmula 22:</b> Velocidad real de flujo ( $V_r$ ) . ....	25
<b>Fórmula 23:</b> Profundidad de socavación en tramo recto ( $H_{sr}$ ) . ....	26
<b>Fórmula 24:</b> Tirante máximo en curva ( $t_{max}$ ) . ....	27
<b>Fórmula 25:</b> Coeficiente de curvatura ( $e$ ) . ....	27
<b>Fórmula 26:</b> Profundidad de socavación en tramo recto ( $H_{sc}$ ) . ....	27
<b>Fórmula 27:</b> Altura cinética de flujo ( $H_e$ ) . ....	28

<b>Fórmula 28:</b> Borde libre (Bl). .....	28
<b>Fórmula 29:</b> Altura de dique (Hd). .....	29
<b>Fórmula 30:</b> Diámetro medio de roca (D50), fórmula de Maynard. ....	30
<b>Fórmula 31:</b> Numero de Froude (F), fórmula de Maynard. ....	31
<b>Fórmula 32:</b> Diámetro medio de roca (D50), fórmula de Isbash. ....	31
<b>Fórmula 33:</b> Ancho del dique (Bd). .....	34
<b>Fórmula 34:</b> Ancho inferior de uña (Ui). .....	34
<b>Fórmula 35:</b> Ancho superior de uña (Us). .....	34
<b>Fórmula 36:</b> Fuerza de empuje del agua (Fe). .....	36
<b>Fórmula 37:</b> Peso del dique por metro lineal (Wd). .....	36
<b>Fórmula 38:</b> Sub-presión (U). .....	36
<b>Fórmula 39:</b> Estabilidad del dique al volteo ( $M_r > R_e$ ). ....	36
<b>Fórmula 40:</b> Momento a favor del volteo del dique ( $R_e$ ). ....	36
<b>Fórmula 41:</b> Momento de empuje del agua ( $M_e$ ). ....	36
<b>Fórmula 42:</b> Momento de empuje por supresión (MU). ....	36
<b>Fórmula 43:</b> Momento resistente al vuelco ( $M_r$ ). ....	36
<b>Fórmula 44:</b> Resistencia al deslizamiento ( $R_d$ ). ....	38
<b>Fórmula 45:</b> Factor de seguridad contra el deslizamiento ( $f_s$ ). ....	38

## Resumen

Esta investigación está situada entre la bocatoma la Huaca y el centro poblado Vinzos, determinando como **problema general** que es ¿El diseño de dique enrocado mejorará la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash–2025?. Para dar respuesta a esta interrogante se propuso como **objetivo** determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash–2025. La **metodología** de este estudio es de tipo aplicado, de nivel exploratorio-descriptivo y de diseño no experimental empleándose métodos de observación directa, cálculos y encuestas. Los **resultados** mostraron áreas vulnerables a la inundación donde la solución planteada se muestra un diseño de dique para ambos márgenes del río donde el dique estaría formado con material propio del lugar de una altura de 3.80 m. El diseño de enrocado está conformado por rocas de un espesor mínima de 0.60 m de diámetro, tirante de 3.20 m altura de una de 2.30 m y borde libre de 0.60 resultando en una altura total de la estructura de 6.10 m para un caudal máximo de 2500 m<sup>3</sup>/s con un periodo de retorno estimado de 100 años. Como **conclusión** se presentó el diseño de dique enrocado debido a que el lugar estudiado no cuenta con una protección suficiente que mitigue el riesgo de inundaciones en épocas de crecida debido al flujo inestable del río y sus procesos erráticos de socavación y sedimentación.

Palabras clave: defensa ribereña, dique enrocado, diseño, río Santa

## Abstract

This research is located between the La Huaca intake and the Vinzos populated center, determining as the **general problem** that it is Will the rock-filled dyke design improve riverside defense on the Santa River, La Huaca Intake section, Vinzos P.C., Chimbote district, Santa province, Áncash region—2025? To answer this question, the objective was proposed to determine the design of a rock-filled dike to improve riverside defense on the Santa River, Bocatoma La Huaca section, Vinzos P.C., Chimbote district, Santa province, Áncash region—2025. The **methodology** of this study is applied type, with an exploratory-descriptive tier and a non-experimental design, using methods of direct observation, calculations, and surveys. The results showed areas vulnerable to flooding where the proposed solution presents a dyke design for both river sidelines, with the dyke being constructed using local materials a height of 3.80 m. The rock-filled design is made up of rocks with a minimum thickness of 1.20 m in diameter, a draft of 3.20 m, a height of 2.30 m, and a freeboard of 0.60 m, resulting in a total structure height of 6.10 m for a maximum flow of 2500 m<sup>3</sup>/s with an estimated return period of 100 years. As a **conclusion**, the rock-filled dyke design was presented because the studied place does not have sufficient protection that mitigates the risk of floods during high water periods due to the unstable flow of the river and its erratic processes of undermining and sedimentation.

Keywords: design, riverside defense, rock-filled dyke, Santa river

## **I. Planteamiento del problema**

### **1.1. Descripción del problema**

A inicios del 2023, entre la temporada de lluvias en adición de eventos meteorológicos como el cambio climático y el fenómeno climatológico inusual denominado como “Ciclón Yaku” ha ocasionado pérdidas humanas y miles de damnificados en diversas partes del Perú incluyendo a la región Ancash donde se ubica el río Santa. Este tipo de eventos resultaron en una elevación considerable del flujo de agua que pone en riesgo y peligro a miles de personas que habitan a lo largo de su ribera. El río Santa debido a sus extensas dimensiones no se tiene una infraestructura hidráulica suficiente que permita proteger y ayudar a mitigar posibles problemas futuros que atenten con el ecosistema y la biodiversidad de la zona.

#### **1.1.1 Al nivel internacional**

En el ámbito de nivel internacional de acuerdo con **Salhab et al. (1)** se sugiere que 1.470 millones de personas, o el 19 por ciento de la población mundial, están directamente expuestas a riesgos sustanciales durante eventos de inundación de 1 en 100 años. De estos 1.470 millones de personas que están expuestas al riesgo de inundaciones, el 89 por ciento vive en países de ingresos bajos y medios.

#### **1.1.2 Al nivel nacional**

En el Perú según lo destacado por **INDECI (2)** en el 2017 el llamado “Fenómeno del Niño” causó graves daños en Perú, por lo que el gobierno central tuvo que declarar en emergencia 13 de los 24 departamentos y a la Provincia Constitucional del Callao. Al 95.5% de los datos procesados (al 04 julio de ese año) se tuvo un total de un millón 782 316 personas entre damnificadas y afectadas, daños en un total de 413 983 viviendas entre destruidas y afectadas además de los establecimientos de salud y educación, un total de 218 089 kilómetros de carretera entre destruida y afectada, 131 611 hectáreas de cultivo entre destruidas y afectadas.

#### **1.1.3 Al nivel local**

Para la región Ancash como expresa **INGEMMET (3)** declara:

“Se han identificado 150 zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos, las mismas que inventariadas por provincias son: Santa (38); Huarney (28); Huaraz (17); Huaylas (14); Carhuaz (12); Casma (11); Yungay (8); Recuay (7); Bolognesi (7); Ocros (7) y Aija (1). Además, se identificó un total de 216 peligros geológicos y geohidrológicos”.

## **1.2. Formulación del problema**

¿El diseño de dique enrocado mejorará la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar las zonas vulnerables en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025.
- Realizar el diseño de dique enrocado de la ribera del río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025.
- Determinar la mejora de la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025.

## **1.4 Justificación del problema**

### **1.4.1 Justificación teórica**

Esta investigación se justifica porque en el hecho de recaudar conocimientos, se busca incentivar la indagación científica, impulsando a la reflexión y el debate académico a través de los datos recopilados. De este modo, el análisis de los antecedentes teóricos expuestos podrán ser contrastados con la realidad investigada.

#### **1.4.2 Justificación práctica**

Como lo hace notar **Nicole Bernex (4)**, cada año el Perú dispone anualmente de 1'768'172 metros cúbicos de agua, sin embargo, de todo este volumen solo se logra captar el 1%, el resto debido a la falta de estructuras hidráulicas termina por perderse.

Es por ello que esta investigación se realiza porque la protección de ríos en este caso a través de un dique enrocado permite la protección de la fauna y flora local, el transporte, el aprovechamiento del agua hacia los lugares requeridos y permite la continuidad de los recursos hídricos. El paso del tiempo deteriora toda estructura hidráulica natural, una forma de prevenir el deterioro es a través del mejoramiento de defensas ribereñas en los márgenes y fondo de los cauces hidráulicos. Para de este modo poder prevenir a evitar pérdidas materiales y de cultivos agrícolas preservando de este modo el ecosistema y la biodiversidad local.

#### **1.4.3 Justificación metodológica**

Esta investigación tiene justificación debido a que, al realizar el diseño de estructuras hidráulicas como los diques enrocados mediante la protección de la defensa ribereña, permite evaluar condiciones del lugar de estudio, la alternativa de diseño y la validez de los instrumentos utilizados. Para que posteriormente puedan ser utilizados como fuente de información a otras investigaciones e instituciones.

## II. Marco teórico

### 2.1. Antecedentes

En ingeniería, uno de los aspectos de mayor relevancia para el diseño y la construcción de estructuras hidráulicas es el análisis y evaluación de las condiciones presentes para el tipo de proyecto a realizar.

Debido a esto es necesario contar con una serie de experiencias y estudios hidráulicos, a través de modelos experimentales como también a través de cálculos y modelamiento matemático que puedan simular y representar características hidrológicas e hidráulicas, condiciones normales a posibles condiciones desfavorables que puedan suceder.

Por lo cual, se estuvo recopilando diversas maneras de cuantificar las condiciones que están presentes en las estructuras hidráulicas en uso para de este modo realizar alternativas de diseño y procedimientos que permitan resolver problemas existentes, sin embargo, algunos de estos estudios mostrados solo fueron aplicados en los lugares donde se realizaron dichas investigaciones.

#### 2.1.1 Antecedentes Internacionales

En Chile, **Linco N. (5)**, en su tesis *“Diseño de Defensas Fluviales Río Cruces en San José de la Mariquina”* se origina debido al problema de los eventos de crecidas y desbordes de cauce del río Cruces, que ponen en riesgo infraestructuras, áreas urbanas y rurales en San José de la Mariquina. Esta tesis tiene como objetivo principal: Realizar el diseño de defensas fluviales que prevengan inundaciones y daños que se pudieran producir por el aumento de caudal en el río Cruces en San José de la Mariquina. Su metodología resulta ser de tipo descriptivo por haber utilizado la recopilación de datos mediante los antecedentes y las fichas técnicas. Como resultado se logró identificar que las vías de acceso a la ciudad serían las más afectadas, mientras que la ribera norte no sufriría daños significativos. Para esto se evaluaron cuatro alternativas de defensa. Finalmente, como conclusión, se eligió la Alternativa 4 que consiste en el diseño de dos tipos de defensas con coraza de enrocado cuyos diámetros nominales en común oscilan entre 400 y 500 [mm], como peso de roca entre 100 y 200 [Kg] y conglomerado fluvial ( $D_{25\%}=21$  [mm]). También se determinaron los taludes de los terraplenes de material fluvial, cotas y ancho de coronamiento y fundación para cada defensa, por último, se determinó que no existe

socavación general en el canal principal ni en las planicies de inundación sin embargo por seguridad se recomendó emplear fundaciones de 1.5 y 0.5 [m] respectivamente.

En Ecuador, **Ibarra A. (6)**, en su tesis *“Propuestas de diseño de infraestructura hidráulica y sistemas de alerta temprana para reducir los riesgos por inundaciones en la zona El Saltadero, Provincia de Los Ríos”* tuvo como objetivo generar las propuestas de diseño y definir la mejor alternativa de infraestructura hidráulica y sistemas de alerta temprana para la reducción de los riesgos por inundaciones en la zona El Saltadero, Provincia de Los Ríos. Como metodología, esta investigación es de enfoque cuantitativo, de modalidad no experimental, de tipo longitudinal correlacional y descriptivo. Sus resultados incluyen un análisis hidrológico con HEC-HMS, un análisis hidráulico con IBER 2D y la definición de obras hidráulicas y sistemas de medición para alertar a la población. El estudio tiene como conclusión indica que el caudal máximo de diseño para un período de retorno de 100 años este 864.1 m/s. Esto se determinó mediante la implementación de un modelo hidrológico lluvia escurrimiento.

En Colombia, **Cárdenas O. (7)**, en su tesis *“Estudios y diseños de las obras de protección de orillas en la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria en el Distrito de riego Roldanillo - La Unión - Toro.”* Nace debido al problema de la erosión progresiva en la margen izquierda del río Cauca en el sector de Candelaria que pone en riesgo la integridad del dique de protección que salvaguarda la infraestructura agrícola de la zona. El objetivo general que tiene es el de seleccionar y diseñar las obras de protección de la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria del distrito de riego RUT (Roldanillo - La Unión - Toro), que presentan las mejores ventajas considerando aspectos ambientales, técnicos y económicos. Como metodología es de tipo descriptivo y exploratorio pues utiliza el método científico tomando en cuenta diversas normas como el ACI y el ASTM para resolver un problema específico mediante la investigación. Entre sus resultados se encuentran el predimensionamiento de la protección de orillas donde se tuvieron en cuenta los el cálculo de velocidades y niveles de agua que se estimaron mediante la aplicación del modelo matemático y el cálculo de socavación total que se estimó en el tramo. El estudio tiene como conclusión que se propone el diseño para una longitud de cauce principal 100.64 km y un talud 1:1.5 se utilizara un diámetro de roca de 0.70m.

### 2.1.2 Antecedentes nacionales

En Lima, **Cansaya W. (8)**, en su tesis *“Diseño y modelamiento de enrocados para protección de talud vial en riesgo Carabayllo-Lima.”* tuvo como objetivo Determinar el diseño y modelamiento de enrocados para protección de talud vial en riesgo Carabayllo – Lima. Como problema tiene la inestabilidad de los taludes en la margen derecha del río Chillón, en el sector de Carabayllo, que ha generado deslizamientos que afectan la infraestructura vial y agrícola además de poner en riesgo la seguridad de la población. Su metodología fue de carácter científico, con un tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo-explicativo y un diseño de investigación no experimental. El estudio tiene como resultados un caudal de diseño de 125 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 50 años lo que dará como diseño de enrocado con una altura de dique de 3m y una profundidad y un ancho de una de 2m. La tesis tiene como conclusión que el diseño y modelamiento del enrocado mejoró la protección del talud vial en Carabayllo ya que se muestra como una solución eficiente y viable tanto de manera técnica y económicamente.

En San Martín, **Martinez L. (9)**, en su tesis *“Diseño de la defensa ribereña en el cauce del río Sisa en el tramo Getsemaní a San Rafael del distrito San Rafael, departamento San Martín 2020”* tienen como problema las lluvias intensas que han provocado el aumento del caudal del río Sisa, causando inundaciones y erosión en las márgenes del río. Esto afecta a la población local, dañando viviendas y cultivos agrícolas. El objetivo general es el Análisis y diseño de la defensa ribereña en el cauce del río Sisa, tramos Getsemaní-San Rafael, Distrito San Rafael, Provincia Bellavista, Departamento San Martín, con la finalidad de reducir el riesgo causado por las inundaciones. Como metodología, esta investigación es de diseño descriptivo y de tipo aplicativo. El resultado del estudio determinó que la mejor solución es un dique tipo enrocado, ya que es más resistente, tiene menor costo y mejor desempeño ante la fuerza del agua cuyo calculo está basado para un caudal de 1169.72 m<sup>3</sup>/s con un tiempo de retorno de 140 años. Su conclusión indica las siguientes dimensiones de dique tipo enrocado. Como Altura igual a 7 metros, ancho de corona de 3.00 metros, profundidad de socavación igual a 0.88 metros, profundidad de uña de 1.00 metro, diámetro de la roca igual a 1.00 metro y el uso de geotextil de 400gr/m<sup>2</sup>.

En Lambayeque, **Medina J. et al. (10)**, en su informe de tesis titulado *“Propuesta de una defensa ribereña en el río la leche, tramo 01 km aguas arriba y 01 km aguas abajo de la bocatoma Huaca de la cruz-Íllimo-Lambayeque”* tiene como formulación de problema ¿Cuáles son los criterios hidrológicos, hidráulicos y geotécnicos necesarios para el diseño de la defensa ribereña en el río La Leche, tramo 01 km aguas arriba y 01 km aguas abajo de la bocatoma Huaca de la Cruz-Íllimo-Lambayeque?, para resolver esto se propuso como objetivo el de Realizar el diseño de una defensa ribereña con enrocado en el río La Leche, tramo 01 km aguas arriba y 01 km aguas abajo de la bocatoma Huaca de la Cruz – Íllimo – Lambayeque. La metodología en la investigación que menciona ser es de tipo cuantitativa-tecnológica y de diseño experimental. Como resultados se obtuvo el el diseño preliminar de la defensa ribereña. Ancho de Corona (m) = 4.00, Altura de Dique (m) = 5.20, Altura de Enrocado (m) = 5.20, Altura de Uña (m) = 3.40, Ancho de Uña = 5.10, Altura Total (m) = 8.60. El estudio concluye destacando la importancia de contar con información confiable y actualizada para el diseño de la estructura de protección y su impacto en la mitigación de la erosión.

### **2.1.3 Antecedentes locales**

En Nepeña, **Otiniano D. et al. (11)**, en su tesis *“Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del río Nepeña, sector puente Huambacho –distrito de Nepeña santa-Ancash”* Tuvo como problema erosión progresiva y socavación debido al aumento del caudal en la margen derecha del río Nepeña, especialmente en el sector del puente Huambacho, como objetivo Realizar un diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del río Nepeña en el sector puente Huambacho, del distrito de Samanco, Provincia de Santa, Departamento de Ancash. La metodología en la investigación fue de tipo Aplicativo y Descriptivo. cualitativo. Sus resultados determinaron el diseño de diques de protección con materiales locales basados en un cálculo de caudal de diseño de 88 m<sup>3</sup>/s para un periodo de retorno de 200 años. Se tiene como conclusión en este estudio que el diseño consistirá de dos tipos de enrocado cuyos parámetros se resume a lo siguiente: Dique I: Altura promedio = 3.00 m. Dique II: Altura promedio = 3.50 m. Terraplenes de Dique: Talud mojado = 1/0.50. Talud seco 1/1. Base superior: 3.60 a 5.10 m. Base inferior: 13 a 22 m que puede mitigar el impacto de avenidas extraordinarias del río Nepeña.

En Moro, **Azaña J. (12)**, en su tesis *“Modelamiento Hidráulico del Río Loco para la Propuesta de Defensa Ribereña y un Sistema de Alerta Temprana – Moro – Ancash”* tuvo como objetivo el de Determinar el Modelamiento Hidráulico del Río Loco para la Propuesta de Defensa Ribereña y un Sistema de Alerta Temprana en el lugar. La metodología de la investigación fue de tipo descriptivo, ya que en gran parte de su desarrollo se describió la realidad de los alrededores del Río Loco, además se menciona como tipo sustantiva y a su vez de tipo aplicada y como diseño del proyecto de investigación es no experimental, ya que se buscó realizar una propuesta de sistema de alerta, de enfoque determinista que está basada en la modelación numérica y determinación de los daños, y el enfoque paramétrico, el cual plasma los factores que intervienen en la vulnerabilidad. El estudio concluye de acuerdo con el estudio de crecidas mediante el método de lluvia-escorrentía, se estiman caudales de diseño entre los 301 y 694 m<sup>3</sup>/s para períodos de retorno entre 10 y 100 años.

En San Marcos, **Fernández C. et al. (13)**, en su tesis *“Modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito San Marcos – Provincia de Huari – Departamento de Ancash”* indica que el problema es el desbordamiento que experimenta río Mosna, ubicado en el distrito de San Marcos, en la provincia de Huari durante la temporada de lluvias, lo que causa inundaciones en zonas vulnerables y daños a la infraestructura y la población local. En este estudio el objetivo general consistió en determinar la influencia del modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna, ubicado en el distrito San Marcos (provincia de Huari, departamento de Ancash). La metodología es descriptiva, explicativa y de tipo no experimental, Como resultado se determinaron periodos de retorno (Tr) y caudales máximos de: Tr= 10 años es 2423.4 m<sup>3</sup>/s, para un Tr= 100 años es 3384.1 m<sup>3</sup>/s y para un Tr= 500 años es 4340.1 m<sup>3</sup>/s. Se concluye estableciendo dimensiones óptimas para la defensa ribereña: altura total de 17.60 m, altura de socavación de 4.60 m, altura del dique de 13.00 m, ancho de corona de 13 m y ancho base de 49 m. y que el modelamiento hidrológico e hidráulico permitió diseñar un modelo para la defensa ribereña del río Mosna como una una solución estructural que protegerá la zona y reducirá los riesgos de inundación.

## 2. Bases teóricas

### 2.1 Diseño de dique enrocado

#### 2.1.1 Definiciones principales

##### 2.1.1.1 Dique

De acuerdo a **Parodi (14)** los diques son muros de contención naturales o artificiales que funcionan principalmente como protección de taludes de tierra o de otro material contra la inundación costera o fluvial, también se utilizan para el almacenamiento de agua, formación de lagos artificiales, control de sedimentos, entre otros aspectos, en adición a esto.

##### 2.1.1.2 Enrocado

El enrocado según **Cerna et al. (15)** es una técnica de construcción utilizada que consiste en la colocación de piedras o bloques de roca en cuerpos de agua, ríos, costas, canales o presas para disipar la energía del flujo del agua y este modo evitar la erosión de taludes, orillas o estructuras cercanas.

##### 2.1.1.3 Dique enrocado

Por lo tanto, en base a lo mencionado por los conceptos anteriores el diseño de dique enrocado es el proceso de ingeniería referido a la planificación, cálculo y modelamiento para la construcción de estructuras de protección de taludes de río principalmente conformados por bloques colocados de roca y piedra, que junto con otros materiales se utilizan para proteger costas, ríos, presas o puertos contra la erosión, oleaje y corrientes.

#### 2.1.2 Componentes de dique enrocado

Entre lo mostrado **Acuña (16)** por dique enrocado está conformado por varias capas y elementos que cumplen funciones específicas:

- **Dique de fundación.** - Podemos definirlo como una construcción en forma de barrera destinada a impedir el paso del agua y que sirve como

base estable para la estructura de enrocado distribuyendo las cargas de la estructura y de la presión del agua hacia el terreno. Puede estar conformado por tierra, material granular o rocas de menor tamaño.

- **Filtro interno.** – Se refiere al sistema para manejar y controlar la infiltración de agua en las estructuras de los diques esta puede estar compuesto por material permeable (grava, arena o geotextil).
- **Enrocado de protección.** - Es una cubierta compuesta por rocas de gran tamaño cuya función es proteger el dique de fundación de la erosión y de disipar la energía del flujo de agua.

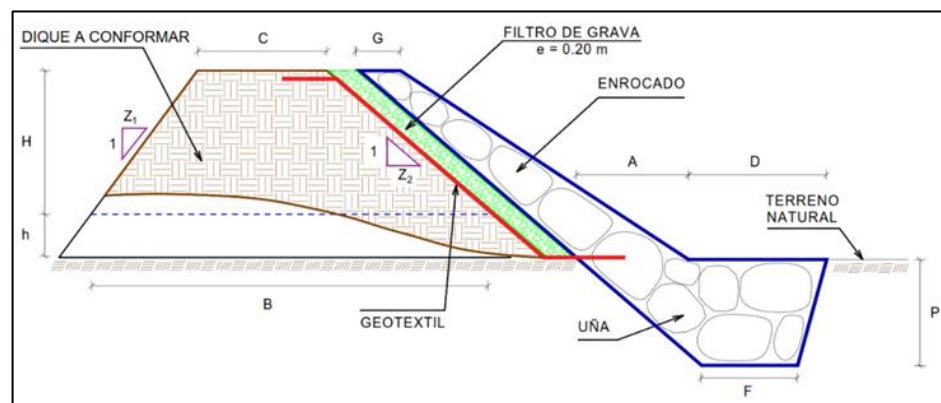


Figura 01: Sección de dique enrocado.

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Donde:

- H = Altura de borde libre
- h = Altura de nivel de agua
- C = Corona de dique
- B = Base de dique
- $Z_1$  = Talud lado seco
- $Z_2$  = Talud lado húmedo
- G = Espesor superior de enrocado
- A = Espesor inferior de enrocado
- D = Ancho superior de uña de estabilidad
- P = Altura de uña de estabilidad
- F = Ancho inferior de uña de estabilidad

### 2.1.3. Análisis Estadístico de Avenidas Máximas

Es el proceso estudio técnico y metodológico que busca la planificación y modelamiento de estructuras de protección, utiliza herramientas estadísticas para estudiar y modelar los valores máximos de caudal en los ríos. Este análisis se basa en la recopilación de datos históricos de caudales máximos, el ajuste de estos datos a distribuciones de probabilidad (como Gumbel o Pearson III) y la estimación de periodos de retorno para eventos extremos. Este enfoque ayuda a identificar patrones y tendencias en el comportamiento de los ríos bajo diferentes condiciones climáticas y geográficas.

#### 2.1.3.1 Tiempo de Retorno

Teniendo en cuenta a **Chow et al. (17)** El tiempo de retorno (T) es el intervalo promedio de tiempo entre eventos de caudal máximo que igualan o superan un valor específico. Se calcula como:

$$T = \frac{n + 1}{m} \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

- n = número total de años de registro.
- m = rango de la serie de datos ordenados de mayor a menor.

Por ejemplo, un tiempo de retorno de 100 años implica una probabilidad anual del 1 % de que ese evento se repita.

Este concepto es fundamental en el diseño de estructuras hidráulicas, ya que permite estimar la probabilidad de ocurrencia de un evento extremo.

#### 2.1.3.2 Método Log-Normal

En base a lo mostrado por la **Autoridad Nacional del Agua (18)**. El método Log-Normal asume que los caudales máximos anuales siguen una distribución log-normal. Para aplicarlo, se transforman los datos de caudales mediante logaritmos, se analizan estadísticamente y luego se aplican las fórmulas inversas para obtener los caudales en la escala original.

$$f(Q) = \frac{1}{Q \sigma_Q \sqrt{2\pi}} e^{\left(\frac{((\ln Q) - u_Q)^2}{2 \sigma_Q^2}\right)} \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

- Q: caudal maximo (m<sup>3</sup>/s),
- u: media del logaritmo del caudal.
- σ: desviación estándar del logaritmo del caudal.

### 2.1.3.3 Método de Gumbel

El método de Gumbel, también conocido como Distribución De Valores Extremos Tipo I, se utiliza para modelar eventos máximos o mínimos.

$$f(Q) = e^{-e^{-\alpha(Q-\beta)}} \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

- Q: caudal maximo (m<sup>3</sup>/s),
- α: media del logaritmo del caudal.
- β: desviación estándar del logaritmo del caudal.

A partir de **Aparicio (19)** se puede deducir que, en hidrología el método Gumbel es comúnmente empleado para estimar caudales máximos cuando los eventos históricos analizados tienden a ubicarse en los extremos de las series de datos hidrológicos.

### 2.1.3.4 Método de Pearson Tipo III

En base a lo mencionado por **Acosta et al. (20)** El método de Pearson Tipo III es una distribución de probabilidad que se adapta a datos asimétricos. En hidrología, se utiliza para modelar caudales máximos, especialmente cuando los datos presentan picos. La probabilidad se define mediante parámetros de forma escala y ubicación, y su aplicación requiere el cálculo de momentos estadísticos de la muestra.

### 2.1.4. Estimación de caudales máximos por métodos empíricos

Para cuando no se cuenta con datos históricos completos.

### 2.1.4.1. Selección de un Tiempo de Retorno en Función al Tipo de Estructura

Basándonos en el **Ministerio de transportes y Comunicaciones (21)** selección del tiempo de retorno se refiere a periodo de servicio mínimo de la estructura según su tipo y uso deseado.

SELECCIÓN DE UN TIEMPO PARA PERIODO DE RETORNO (T) EN FUNCION AL TIPO DE ESTRUCTURA			
Tipo de estructura	Periodo de Retorno T(años)		Valores limites adicionales.
	Minimo	Maximo	
Alcantarillado para carreteras			
* Volúmenes de tráfico bajos	5	10	
* Volúmenes de tráfico intermedios	10	25	
* Volúmenes de tráfico Altos	50	100	
Puentes de carreteras			
* Sistema secundario	10	50	
* Sistema primario	50	100	
Drenaje agrícola			
* Surcos	5	10	
* Culverts	5	50	
Drenaje urbano			
* Alcantarillas en ciudades pequeñas	1	25	
* Alcantarillas en ciudades grandes	25	50	
Aeropuertos			
* Volúmenes bajos	5	10	
* Volúmenes intermedios	10	25	
* Volúmenes altos	50	100	
Diques			
* En fincas	2	50	
* Alrededor de las ciudades	50	100	
Presas con probabilidad de pérdidas de vidas (baja amenaza)			
* Presas pequeñas	50	100	
* Presas intermedias	+ de 100		50
* Presas grandes			100%
Presas con probabilidad de pérdidas de vidas (amenaza significativa)			
* Presas pequeñas	+ de 100		50%
* Presas Intermedias			50 - 100 %
* Presas grandes			100%
Presas con probabilidad de pérdidas de vidas (Alta amenaza)			
Presas pequeñas			50 - 100 %
Presas intermedias			100%
Presas grandes			100%

Tabla 01: Selección de un tiempo para periodo de retorno (T).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

### 2.1.4.2 Tiempo de Concentración de Cuenca (Tc)

De acuerdo con la **Universidad Técnica Particular de Loja (22)** el tiempo de concentración (Tc) es el tiempo que tarda una gota de agua en llegar desde el punto más lejano de la cuenca hasta la salida. Para el cálculo del tiempo de concentración de cuenca podemos utilizar las siguientes Fórmulas:

#### Fórmula Kirpich:

$$Tc = 0.06628 \cdot L^{0.77} \cdot S^{-0.385} \dots \dots \dots (4)$$

Donde:

- Tc: tiempo en minutos,
- L: longitud del cauce principal (km),
- S: pendiente media del cauce (m/m)

#### Fórmula de Témez:

$$Tc = \left( \frac{L}{S^{0.25}} \right)^{0.76} \dots \dots \dots (5)$$

Donde:

- Tc: tiempo en minutos,
- L: longitud del cauce principal (km),
- S: pendiente media del cauce (m/m)

#### Fórmula del SCS (Soil Conservation Service):

$$Tc = 0.87 \left( \frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \dots \dots \dots (6)$$

Donde:

- L = Longitud del cauce principal (km)
- H = Diferencia de elevación entre el punto más alto y el punto de salida (m)

### 2.1.4.3. Intensidad de Precipitación

Según **Vásquez (23)** La intensidad de precipitación se refiere a la cantidad de lluvia que cae en un área específica durante un período determinado. El método Mac Math se utiliza una fórmula empírica para calcular la intensidad de la lluvia en función a las características y factores presentes en el lugar de estudio. Como parámetro clave en el cálculo del caudal de diseño su fórmula es:

$$I = 2.693 T^{0.2747} \cdot T_c^{0.3679} \dots \dots \dots (7)$$

Donde:

- I: intensidad (mm/h),
- T: Tiempo de retorno (años)
- T<sub>c</sub>: Tiempo de concentración (horas),

### 2.1.4.4. Caudal de Diseño

El caudal de diseño es el caudal definido que será utilizado para el modelamiento de obras y estructuras hidráulicas. Está basado en el procesamiento de las máximas avenidas esperado para un tiempo de retorno determinado. Su correcta estimación es vital para garantizar la seguridad y funcionalidad de las infraestructuras.

Sin embargo, de **Becerra et al (24)** podemos indicar que ante la situación posible de falta de datos de aforo suficientes para realizar estimaciones preliminares, se puede recurrir a métodos empíricos que relacionan y contemplan las características de la cuenca y la precipitación con el caudal máximo esperado. Uno de los métodos empíricos utilizados es el Método de Mac Math, cuya fórmula mostrada por Villon (25) es.

$$Q = 0.0091 C I^{4/5} A^{1/5} \dots \dots \dots (8)$$

Donde:

- Q: caudal (m<sup>3</sup>/s),
- C: coeficiente de escorrentía (según tipo y uso del suelo),

- I: intensidad de lluvia (mm/h),
- A: área de la cuenca (km<sup>2</sup>).

La elección final caudal de diseño será realizada por el profesional quien después de los estudios de máximas avenidas, las características del lugar de estudio y los cálculos empíricos del caudal determina cual será el caudal entre las múltiples opciones.

### 2.1.5 Cálculos de parámetros geométricos y estructurales preliminares

El diseño de defensas ribereñas conlleva un análisis técnico integral que permita estimar con precisión parámetros estructurales y geométricos del cauce. Los cálculos geométricos y estructurales preliminares están orientados a garantizar la estabilidad, eficiencia hidráulica y durabilidad de las obras de defensa ribereña.

#### 2.1.5.1. Sección Estable o Amplitud del Cauce (B)

La sección estable también llamado amplitud de cauce (B) es aquella dimensión referida al ancho del cauce de un río que se considera ideal para mantener su estabilidad que puede conducir el caudal de diseño sin generar erosión ni sedimentación excesiva.

Entre los métodos presentados por la **Autoridad Nacional del Agua (26)** para calcular el ancho estable de cauce tenemos los siguientes:

#### Método Practico

RECOMENDACIÓN PRACTICA	
Q (m <sup>3</sup> /s)	ANCHO ESTABLE ( B )
3000	200
2400	190
1500	120
1000	100
500	70

Tabla 02: Recomendación practica de amplitud de cauce (B).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

#### Método de Petis

$$B = 4.44 Q^{0.5} \dots \dots \dots (9)$$

Donde:

- B: Amplitud de Cauce

- Q: Caudal de diseño

### Método Simons-Henderson

$$B = K_1 Q^{1/2} \dots \dots (10)$$

Donde:

- B: Amplitud de Cauce
- Q: Caudal de diseño
- K<sub>1</sub>: Factor de condición de fondo de río

Descripción	K <sub>1</sub>
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

Tabla 03: Factores de fondo de río (K<sub>1</sub>).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

### Método de Blench y Altunin

$$B = 1.81 \left( Q \frac{Fb}{Fs} \right)^{1/2} \dots \dots (11)$$

Donde:

- B: Amplitud de Cauce
- Q: Caudal de diseño
- Fb: Factor de fondo de río
- Fc: Factor de orilla de río

Factor de Material de Fondo	Fb
Material Fino	0.80
Material Grueso	1.20

Tabla 04: Factores Material de fondo de río (Fb).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Factor de Material de Orilla	Fs
Materiales sueltos (Barro y arena)	0.10
Materiales ligeramente cohesivos (barro arc. fang.)	0.20
Materiales cohesivos	0.30

Tabla 05: Factores material de orilla de río (Fs).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

### Método de Manning - Strickler

$$B = \frac{Q^{1/2}}{S^{1/5}} (n K^{5/3})^{(3/3+5m)} \dots \dots \dots (12)$$

Donde:

- Q: Caudal de diseño
- S: Pendiente del río o tramo de río
- n: Valor de rugosidad de Manning
- K: Coeficiente Material del Cauce
- m: Coeficiente de Tipo de Río

Valores rugosidad de Manning	n
Cauce con fondo solido sin irregularidades	0.025
Cauces de río con acarreo irregular	0.030 - 0.029
Cauces de ríos 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

Tabla 06: Valores de Rugosidad de Manning (n).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Descripcion	m
Para rios de montaña	0.5
Para cauces arenosos	0.7
Para cauces aluviales	1.0

Tabla 07: Factores material de orilla de río (m).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Descripcion	K
Material de cauce muy resistente	3 a 4
Material facilmente erosionable	16 a 20
Material aluvial	8 a 12
Valor practico	10

Tabla 08: Factores material de orilla de río (K).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

### 2.1.5.2. Tirante hidráulico (y)

De acuerdo a lo citado por **Becerra (24)** podemos definir que el tirante hidráulico (y) es la altura del agua sobre el lecho del canal o cauce. Su cálculo se realiza a partir de la ecuación de Manning:

$$Q = \frac{1}{n} A R^{2/3} S^{1/2} \dots \dots \dots (13)$$

Donde:

- Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s),
- A: área hidráulica (m<sup>2</sup>),
- n: coeficiente de rugosidad de Manning,
- S: pendiente hidráulica,
- R = radio hidráulico (A/P, con P: perímetro mojado).

En cauces mayores de 30 metros, el cálculo del tirante de diseño se realiza a través del Método Manning - Stickler que es una Fórmula, adaptada de la Ecuación de Manning para secciones en las que se aproxima que el radio hidráulico equivale a la profundidad del flujo y se le considera un factor de rugosidad para tomar en cuenta el tipo de cauce.

$$y = t = \left( \frac{Q}{K_s B S^{1/2}} \right)^{3/5} \dots \dots \dots (14)$$

$$K_s = \frac{1}{n} \dots \dots \dots (15)$$

Donde:

- y: Tirante hidráulico (m),
- Q: caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s),
- n: coeficiente de rugosidad de Manning
- Ks: coeficiente de rugosidad inversa de Manning
- B: Amplitud de cauce estable
- S: pendiente hidráulica,

Valores para Cauces Naturales		Ks
Cauce con fondo solido sin irregularidades		40
Cauces de rio con acarreo irregular		33 - 35
Cauces de Ríos con Vegetación	-	30 - 35
Cauces naturales con derrubio e irregularidades		30
Cauces de Rio con fuerte transporte de acarreo		28
Torrentes con piedras de tamaño de una cabeza		25 - 28
Torrentes con derrubio grueso y acarreo móvil		19 - 22

Tabla 09: Valores inversas de rugosidad de Manning (Ks).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

### 2.1.5.3. Cálculo de la Velocidad media de flujo (V)

En base a lo mostrado por la **Autoridad Nacional del Agua (27)** a velocidad media del flujo (V) es el tránsito del flujo de agua dentro de un determinado lapso de tiempo. Se puede estimar basándose en la Fórmula Manning – Strickler que puede expresarse como:

$$V = K_s R^{2/3} S^{1/2} \dots \dots \dots (16)$$

Donde:

- V: Velocidad media de flujo (m/s)
- Ks: coeficiente de rugosidad inversa de Manning,
- R: radio hidráulico (m),
- S: pendiente hidráulica,

Si V supera el valor admisible, se requieren protecciones (enrocado, gaviones) o ajustes en la geometría del cauce.

### 2.1.5.4. Régimen del Caudal del Río

Siguiendo a **French (28)** El régimen de flujo es referido al comportamiento dinámico del agua en movimiento dentro de un cauce u otro sistema hidráulico. Este comportamiento se describe evaluando cómo se distribuyen y equilibran las fuerzas inerciales (debido a la velocidad del flujo) y las fuerzas gravitatorias (debido al peso del agua) Una herramienta fundamental para caracterizar el régimen de flujo es el número de Froude (F), un parámetro adimensional que se define como:

$$F = \frac{V}{\left(g \frac{A}{T}\right)^{1/2}} \dots\dots\dots (17)$$

Donde:

- F: Valor de Froude
- g: aceleración de la gravedad (m/s<sup>2</sup>),
- A: Área transversal mojada del cauce (m),
- T: ancho del cauce,

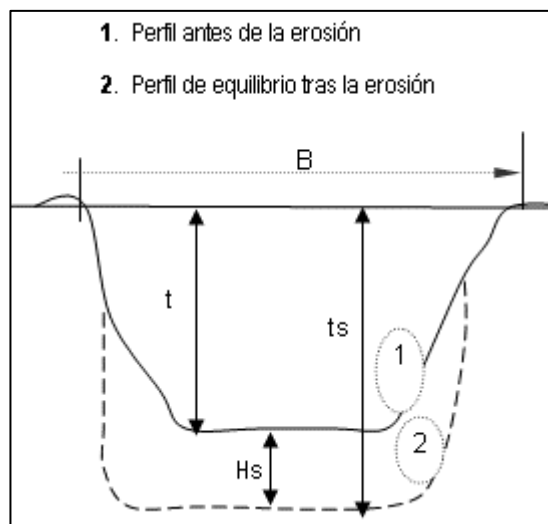
La relación que establece el número de Froude permite identificar tres regímenes de flujo:

- **Régimen subcrítico (o lento):** Cuando  $F < 1$ . En este régimen, El flujo es más lento y la energía cinética es moderada, predominando las fuerzas gravitatorias. Sin embargo, la baja velocidad favorece la sedimentación, lo que puede provocar obstrucciones y alteraciones en la morfología del cauce. Esto puede generar acumulación de sedimentos que pueden reducir la capacidad del cauce aumentando el riesgo de desbordamiento en situaciones de crecidas, afectando áreas ribereñas.
- **Régimen crítico:** Cuando  $F = 1$ . Se alcanza un equilibrio inestable en el que las fuerzas inerciales (por la velocidad) y gravitatorias están balanceadas. Este estado es particularmente sensible a perturbaciones lo que posibilita la transición del flujo crítico a flujo supercrítico o viceversa, esto puede generar saltos hidráulicos, donde la energía se disipa abruptamente. Estas zonas de cambio brusco pueden ocasionar localizados procesos de erosión en el lecho o en las proximidades de estructuras hidráulicas como por ejemplo puentes y canales, afectando su desempeño.
- **Régimen supercrítico (o rápido):** Cuando  $F > 1$ , El flujo tiene alta velocidad y energía inercial, lo que implica que la capacidad del agua para transportar sedimentos es muy alta y

que las fuerzas impulsoras del agua son predominantes sobre las gravitatorias. Las altas velocidades generan fuertes esfuerzos cortantes en el lecho del río y en las riberas, provocando la remoción de sedimentos, esto puede impactar directamente sobre y el deterioro de defensas ribereñas, diques y estructuras adyacentes haciéndolos insuficientes si no se diseñan correctamente para enfrentar tales condiciones.

#### 2.1.5.5. Cálculos de la Socavación

En concordancia con **Quinte (29)**. La socavación es el proceso de erosión y remoción del material del lecho y las márgenes de un río debido a la acción del flujo de agua. La estimación de la socavación es un aspecto crítico en el diseño de defensas ribereñas, ya que una socavación excesiva puede comprometer la estabilidad de las estructuras y de las áreas protegidas. Esto servirá para dimensionar la uña de dique que es una estructura que forma parte del sistema de enrocado, generalmente construida en forma trapezoidal invertida. Se ubica en la base del dique, específicamente en la zona de contacto entre la estructura y el terreno natural.



*Figura 2: Perfiles fondo de río y perfil de socavación por erosión.*

Fuente: Adaptado de Wikipedia

Donde:

- t: tirante hidráulico
- ts: tirante de socavación
- Hs: profundidad de socavación
- ①: nivel original del terreno
- ②: nivel del terreno después de la socavación

De acuerdo con **Toapaxi et al. (30)** Existen varios métodos empíricos para estimar la profundidad de socavación. Para suelos granulares, se utiliza el Método Analítico Maza - Lischtvan & Levediev:

$$a = \left( \frac{Q}{t^{5/3} B \mu} \right) \dots \dots \dots (18)$$

Fórmula para suelos cohesivos

$$t_s = \left( \frac{a t^{5/3}}{0.68 D^{0.28} \beta} \right)^{1/(x+1)} \dots \dots \dots (19)$$

Fórmula para suelos no cohesivos

$$t_s = \left( \frac{a t^{5/3}}{0.60 w^{1.18} \beta} \right)^{1/(x+1)} \dots \dots \dots (20)$$

Donde:

- a: cociente de equilibrio hidráulico
- Q: Caudal (m<sup>3</sup>/s)
- t: tirante hidráulico de diseño (m)
- B: Ancho del Cauce (m)
- μ: Coeficiente Contracción
- β: Coeficiente de retorno
- D: Diámetro medio de las partículas del cauce (mm)
- w: Peso específico suelo (Tn/m<sup>3</sup>)
- ts: tirante de socavación (m),
- x: Valor obtenido de la Tabla
- x+1: Valor obtenido de la Tabla

SELECCIÓN DE x EN SUELOS COHESIVOS (Tn/m3) y SUELOS NO COHESIVOS (mm)					
Suelos Cohesivos			Suelos No Cohesivos		
Peso específico del suelo (Tn/m3)	x	1/(x +1)	Diametro de partículas del cauce(mm)	x	1/(x +1)
0.80	0.52	0.66	0.05	0.43	0.70
0.83	0.51	0.66	0.15	0.42	0.70
0.86	0.50	0.67	0.50	0.41	0.71
0.88	0.49	0.67	1.00	0.40	0.71
0.90	0.48	0.68	1.50	0.39	0.72
0.93	0.47	0.68	2.50	0.38	0.72
0.96	0.46	0.68	4.00	0.37	0.73
0.98	0.45	0.69	6.00	0.36	0.74
1.00	0.44	0.69	8.00	0.35	0.74
1.04	0.43	0.70	10.00	0.34	0.75
1.08	0.42	0.70	15.00	0.33	0.75
1.12	0.41	0.71	20.00	0.32	0.76
1.16	0.40	0.71	25.00	0.31	0.76
1.20	0.39	0.72	40.00	0.30	0.77
1.24	0.38	0.72	60.00	0.29	0.78
1.28	0.37	0.73	90.00	0.28	0.78
1.34	0.36	0.74	140.00	0.27	0.79
1.40	0.35	0.74	190.00	0.26	0.79
1.46	0.34	0.75	250.00	0.25	0.80
1.52	0.33	0.75	310.00	0.24	0.81
1.58	0.32	0.76	370.00	0.23	0.81
1.64	0.31	0.76	450.00	0.22	0.82
1.71	0.30	0.77	570.00	0.21	0.83
1.80	0.29	0.78	750.00	0.20	0.83
1.89	0.28	0.78	1,000.00	0.19	0.84
2.00	0.27	0.79			

Tabla 10: Factores de selección (x) en suelos cohesivos y no cohesivos.).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

### Valores del Coeficiente de Retorno $\beta$

$$\beta = 0.8416 + 0.03342 \ln (T) \dots\dots\dots (21)$$

Donde:

- $\beta$ : Coeficiente de retorno
- T: tiempo de retorno (años)

Podemos resumir valor del coeficiente de retorno en el siguiente cuadro.

Periodo de Retorno (Años) T	Probabilidad de Retorno (%)	Coficiente $\beta$
		0.77
2.00	50.00	0.82
5.00	20.00	0.86
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

Tabla 11: Valores para Coeficiente de Retorno ( $\beta$ ).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

### Profundidad de socavación en tramos rectos (Hs)

La socavación en tramos rectos se refiere al proceso de remoción de sedimentos del lecho y, en ocasiones, de las riberas de un cauce o canal cuya geometría es lineal. En estas secciones el flujo se distribuye de forma relativamente uniforme y el esfuerzo cortante sobre el lecho se reparte de manera homogénea. Un procedimiento común para evaluar la socavación general es establecer una condición de equilibrio en la que la velocidad real del flujo ( $Vr$ ) se iguala a la velocidad erosiva ( $Ve$ ). Por ejemplo, utilizando la fórmula de Manning se puede obtener:

$$Vr = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2} \dots \dots \dots (22)$$

Donde el radio hidráulico (R) sería igual al tirante (t).

La metodología empírica (como la de Lischtvan & Levediev) ajusta el tirante de socavación hasta que se alcancen la relación de velocidades  $Vr=Ve$ . De esta forma, se determina la profundidad a la que se presenta la socavación en un tramo recto, en función de parámetros hidráulicos (caudal, pendiente, rugosidad) y propiedades del sedimento. Lo que da como resultado:

$$Hsr = t - ts \dots \dots \dots (23)$$

Donde:

- Hsr: profundidad de socavación en tramo recto (m)
- t: tirante hidráulico (m)
- ts: tirante de socavación (m),

**Profundidad de socavación en tramos curvos (Hsc)**

En los tramos curvos, la socavación se presenta cuando la geometría del cauce induce cambios en la distribución del flujo. Las curvas generan efectos secundarios como la formación de corrientes laterales o corrientes secundarias. Estas corrientes desplazan el esfuerzo cortante, haciendo que en el lado exterior (extrados) de la curva el flujo se acelere y, por tanto, los esfuerzos sean mayores, produciendo una mayor remoción de sedimentos. Mientras que en el lado interior (intradós) se pueden favorecer procesos de deposición, la diferencia entre estos esfuerzos puede generar una profundización irregular del lecho.

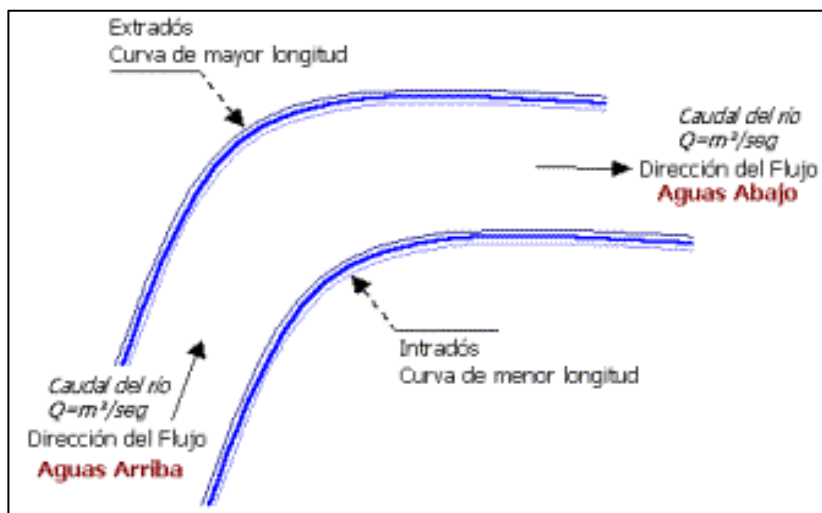


Figura 3: Definición de los conceptos de extradós e intradós en las orillas de un río (Ks).

Fuente: transportesedimentos.tripod

Debido a esto, muchas investigaciones han propuesto **factores de corrección** para relacionar la socavación medida en tramos rectos con

la que se presenta en tramos curvos. Una relación empírica ampliamente citada es el Método de Altunin:

$$t_{max} = e \cdot t \dots \dots \dots (24)$$

$$e = \frac{Rc}{B} \dots \dots \dots (25)$$

Donde:

- $t_{max}$ : tirante máximo en curva (m)
- $e$ : coeficiente de curvatura
- $t$ : tirante hidráulico
- $Rc$ : radio de curvatura de cauce de río
- $B$ : amplitud de cauce

Coeficientes de relación de curvatura	
Rc/B	e
Infinito	1.27
6.00	1.48
5.00	1.84
4.00	2.20
3.00	2.57
2.00	3.00

Tabla 12: Valores de coeficientes de curvatura (e).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

El objetivo de este cálculo es el de establecer el radio de curvatura máxima para el tramo de la obra, de modo que no se supere la profundidad de socavación calculada previamente en un tramo curvo. De este modo el resultado para hallar la profundidad de socavación en tramos curvos es el siguiente:

$$H_{sc} = t_{max} - t_s \dots \dots \dots (26)$$

Donde:

- $H_{sc}$ : profundidad de socavación en tramo curvo (m)
- $t_{max}$ : tirante máximo en curva (m)
- $t_s$ : tirante de socavación (m),

**Profundidad de la cimentación de uña de enrocado**

La uña de dique es una estructura que forma parte del sistema de enrocado, generalmente construida en forma trapezoidal invertida. Se ubica en la base del dique, específicamente en la zona de contacto entre la estructura y el terreno natural.

#### **2.1.5.6. Cálculo de la Altura del Dique (Hd)**

Es el proceso mediante el cual se determina la elevación mínima que debe tener la estructura del dique para asegurar que, ante condiciones extremas de agua (crecida máxima, oleaje, marejadas, etc.), se evite el sobrepaso o rebase.

En el diseño y dimensionamiento de diques es necesario considerar no solo el nivel estático o la crecida del agua, sino también los efectos dinámicos asociados al movimiento del fluido. Es en ese punto donde interviene la altura cinética a través de la Fórmula de Bernoulli:

$$He = \frac{V^2}{2g} \dots \dots \dots (27)$$

Donde:

- He: altura cinética de flujo (m)
- V: Velocidad de flujo (m2)
- g: Aceleración de la gravedad, [YY6].

#### **2.1.5.7 Borde Libre de Defensa Ribereña**

Basados en **Marín et al. (31)** el borde libre (Bl) en estructuras hidráulicas se define como la distancia vertical entre el nivel máximo previsto del agua—incluyendo efectos estáticos y dinámicos—y la cresta de la estructura (por ejemplo, dique o canal). Es, en esencia, el margen de seguridad que se reserva para prevenir el sobrepaso de la estructura ante variaciones inesperadas.

$$Bl = \phi He \dots \dots \dots (28)$$

Donde:

- Bl: borde libre

- He: altura cinética (m)
- Ø: factor de seguridad

Factores de Seguridad		
Caudal maximo m <sup>3</sup> /s		Ø
3000.00	4000.00	2
2000.00	3000.00	1.7
1000.00	2000.00	1.4
500.00	1000.00	1.2
100.00	500.00	1.1

Tabla 13: Factores de seguridad para cálculo de Borde Libre (Ø)

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Recomendaciones Practicas:	
m <sup>3</sup> /s	Bl
> 200	0.60
200 a 500	0.80
500 a 2000	1.00

Tabla 14: Valores de coeficientes de curvatura (e).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

Considerando lo mencionado por la **Autoridad Nacional del Agua (27)** elección del borde libre depende del tipo de obra, la disponibilidad y confiabilidad de los datos, las condiciones de flujo y oleaje y los criterios de seguridad adoptados en el proyecto. es común combinar estos métodos para considerar tanto los efectos estáticos como dinámicos. Independientemente del método empleado, se suele añadir un margen extra de borde libre para compensar incertidumbres en el diseño, variaciones en la elevación del terreno o futuras modificaciones en las condiciones ambientales. En resumen la altura del dique se resumen en lo siguiente:

$$Hd = t + Bl \dots \dots \dots (29)$$

Donde:

- Hd: Altura de dique
- t: tirante hidraulico
- Bl: borde libre

### 2.1.6 Calculo de protección de enrocado para dique

La protección mediante enrocado es una técnica ampliamente utilizada para reducir la erosión de los márgenes de los ríos. El enrocado actúa como una barrera de disipación de energía hidráulica, resistiendo las fuerzas del agua y evitando el colapso de las riberas. La estabilidad de una capa de enrocado depende crucialmente de la calidad de las rocas utilizadas, su forma, tamaño y la forma en que se distribuyen dentro de la capa. Se prefieren rocas duras, resistentes a la abrasión y a la acción del agua, y de un tamaño adecuado para resistir las fuerzas hidráulicas esperadas. La forma de las rocas también es importante, siendo las rocas angulares generalmente más estables que las redondeadas debido a su mayor capacidad de entrelazamiento.

#### 2.1.6.1. Tamaño de Rocas para Enrocado ( $D_{50}$ )

Desde el **Ministerio de Economía y Finanzas (32)** podemos inferir que al diámetro medio de las rocas seleccionado para la protección de estructuras hidráulicas (diques, revestimientos de riberas, etc.). Este valor es fundamental, ya que se define como el diámetro para el cual el 50% en peso o en volumen del material es más pequeño y el 50% es mayor, y se selecciona de manera que las piedras ofrezcan suficiente estabilidad y resistencia frente a las fuerzas hidrodinámicas, a la vez que se logre una adecuada permeabilidad y drenaje. Entre los distintos métodos tenemos:

#### Fórmula de Maynard:

$$D_{50} = t C_1 F^3 \dots \dots \dots (30)$$

C <sub>1</sub> = Coeficiente por tipo de fondo del cauce	
Descripcion	Valor
Fondo Plano	0.25
Talud 1V: 3H	0.28
Talud 1V: 2H	0.32

Tabla 15: Valores de coeficientes de fondo de cauce ( $C_1$ ).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

C <sub>2</sub> = Coeficiente por tipo de tramo	
Descripcion	Valor
En tramos curvos	1.50
En tramos rectos	1.25
En extremo de espigon	2.00

Tabla 16: Valores de coeficientes de tipo de tramo (C<sub>2</sub>).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

$$F = \frac{C_1 V}{(g t)^{0.5}} \dots \dots \dots (31)$$

Donde:

- D50: Tamaño de rocas para enrocado
- t: Tirante
- C1: Coeficiente de tipo de fondo
- C2: Coeficiente de tramo
- F: Valor de Froude
- V: Velocidad de flujo.
- g: Gravedad

**Fórmula de Isbash (1936):**

$$D_{50} = \frac{0.58823 V^2}{w g} \dots \dots \dots (32)$$

Donde:

- D50: Tamaño de rocas para enrocado
- V: Velocidad de flujo
- w: densidad relativa con respecto a la roca
- g: gravedad

### **2.1.6.2. Espesor de la Capa de Enrocado (t)**

Considerando a **Cerna (15)** se refiere al grosor de la capa de material rocoso que se coloca para formar el enrocado de protección. Este aspecto tiene relación con el diámetro de roca su dimensión debe ser suficiente para evitar que las rocas se desplacen o sean arrastradas por la fuerza del agua. El espesor se establece considerando factores como la intensidad y características del flujo hidráulico, la granulometría (tamaño y distribución de las rocas disponibles), la inclinación y geometría del enrocado, y las condiciones del sitio (por ejemplo, profundidad de socavación o borde libre). Cada uno de estos elementos influye para garantizar que el enrocado se mantenga estable durante su vida útil.

### **2.1.6.3. Filtros para enrocado**

El filtro es una capa que se coloca entre el material base (o subrasante), dique y el enrocado propiamente dicho. Su función principal es servir como "cama de apoyo" que previene la migración de finos impidiendo que los suelos con partículas pequeñas (finos) se arrastren hacia el enrocado o, al revés, que el enrocado pierda su estabilidad por la movilización de estos finos y como "drenaje" permitiendo que el agua fluya a través de la estructura sin ocasionar daños al dique.

Entre los tipos de filtros tenemos:

- **Filtro granular:** es una capa de material granular (agregado) cuidadosamente seleccionado y graduado que se interpone entre la capa de enrocado y el suelo natural subyacente. Su función es dual y fundamental para la estabilidad y el rendimiento a largo plazo del sistema de protección.
- **Geotextil:** son tejidos o mallas sintéticas permeables diseñadas específicamente para interactuar con el suelo en proyectos de ingeniería civil. En el diseño de enrocados, actúan como una alternativa o un complemento a los filtros

granulares, ofreciendo una solución multifuncional para el control de la erosión y la estabilización de infraestructuras.

### 2.1.7 Dimensionamiento del dique enrocado

El dimensionamiento estructural del dique consolida los cálculos previamente realizados y determina la capacidad de la presa para embalsar agua de manera segura, resistir las fuerzas hidráulicas y soportar las tensiones internas y externas a las que estará sometida busca garantizar su estabilidad frente a las sollicitaciones hidráulicas y geotécnicas, evitando fenómenos como volteo, deslizamiento o erosión.

#### 2.1.7.1 Ancho de la corona de dique (C)

La corona de una presa, también conocido como bermas se refiere a la parte superior de la estructura, donde se pueden ubicar caminos, compuertas o elementos de control de flujo. Las reglas empíricas para el cálculo de la corona en presas pueden variar según el tipo de presa y los criterios de diseño utilizados. Sin embargo, conforme a lo citado por Sandoval (33) podemos considerar los siguientes criterios.

Ancho de corona (C)	
Altura de Dique Hd (m)	Valor (m)
Menor a 20	4
Entre 20 a 40	$2+0.1Hd$
Mayor a 40	10

Tabla 17: Criterios de para ancho de corona(C).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

#### 2.1.7.2. Ancho de la base del dique

El ancho de la base es la dimensión horizontal total de la sección del dique. Debe ser suficiente para que la estructura pueda resistir los impulsos ejercidos por el agua y garantizar la estabilidad ante el volteo y deslizamiento. Para un dique de sección trapezoidal usualmente se utiliza la siguiente Fórmula:

$$Bd = C + Z_1Hd + Z_2Hd \dots \dots \dots (33)$$

Donde:

- Bd: ancho total del dique (m),
- C: ancho de la corona del dique
- Hd: altura del dique (m),
- Z<sub>1</sub>: talud húmedo de dique
- Z<sub>2</sub>: talud seco de dique

### 2.1.7.3. Ancho inferior y superior de la uña

La “uña” es la extensión en forma de voladizo o proyección en la base del enrocado que ayuda a aumentar el área de contacto del enrocado con el cauce del río y a mejorar la estabilidad contra el deslizamiento y el volteo. Su ancho depende del diseño estructural y geotécnico. No existe una fórmula universal única; en muchos proyectos se definen mediante criterios empíricos o mediante tablas de diseño que relacionan la altura del dique con el ancho mínimo requerido. Sin embargo, para este estudio utilizaremos los siguientes criterios aproximados.

- **Ancho inferior:** Se refiere a la dimensión mínima que debe tener la parte que “se clava” en la fundación.

$$U_i = 1.5H \dots \dots \dots (34)$$

- **Ancho superior:** Es la parte de la proyección que puede estar expuesta a la acción del agua o a la presión interna del dique y que, además, contribuye al efecto de filtración y al drenaje.

$$U_s = 2mH + U_i \dots \dots \dots (35)$$

Se diseña para distribuir cargas y aumentar la base de apoyo del dique

### 2.1.7.4. Fuerza de empuje del agua

La fuerza de empuje es la presión que ejerce el agua contra la cara del dique. Esta fuerza actúa horizontalmente y es una de las principales cargas que debe resistir la defensa ribereña para evitar el

deslizamiento o el vuelco. La magnitud de esta fuerza depende de la profundidad del agua y del peso específico del agua.

El empuje hidrostático sobre un talud vertical se estima mediante:

$$Fe = \frac{\gamma_w \cdot h^2}{2} \dots \dots \dots (36)$$

Donde:

- Fe: empuje del agua (kN/m),
- $\gamma_w$  : peso específico del agua (9.81 kN/m<sup>3</sup>),
- h altura de la lámina de agua

#### **2.1.7.5. Peso del dique por metro lineal**

Se refiere al peso propio de la estructura de la presa por cada metro de longitud. Este peso actúa verticalmente hacia abajo a través del centro de gravedad de la sección del dique y es una fuerza de estabilidad que contrarresta las fuerzas de empuje del agua

El peso propio del dique por metro lineal se calcula como:

$$W_d = \gamma_d \cdot A \dots \dots \dots (37)$$

Donde:

- Wd: peso del dique por metro lineal (kN/m),
- $\gamma_d$  : peso específico del dique
- A: área de la sección transversal del dique

#### **2.1.7.6. Subpresión**

La subpresión (U) ocurre cuando el nivel freático bajo el dique genera una presión ascendente que reduce la estabilidad. Se analiza con el gradiente hidráulico:

$$U = \frac{\gamma_w \cdot Bd \cdot Hd}{2} \dots \dots \dots (38)$$

Donde:

- U: Fuerza del agua ejercida por la sub-presión
- $\gamma_w$ : peso específico del agua
- Bd: Ancho de la base del dique
- Hd: Altura del dique.

### 2.1.7.7. Estabilidad del dique al volteo

Evalúa la capacidad del dique para resistir el efecto del empuje horizontal del agua sin "voltearse". Esto se hace comparando el momento de empuje de la fuerza de empuje y la fuerza de sub-presión (que tiende a hacer girar el dique) con el momento resistente del peso del propio dique (que se propone a contrarrestar el giro).

Las fórmulas a considerar son las siguientes:

$$Mr > Re \dots \dots \dots (39)$$

Momentos a favor del volteo (R)

$$Re = Me + MU \dots \dots \dots (40)$$

$$Me = \frac{Hd \cdot Fe}{3} \dots (41) \quad ; \quad MU = \frac{2U \cdot A}{3} \dots (42)$$

Momento resistente al volteo (Mr)

$$Mr = MWd = \frac{A \cdot Wd}{2} \dots \dots \dots (43)$$

Donde

- Mr: momento resistente al volteo por el peso del dique
- Re: momento a favor del volteo del dique
- Me: momento de empuje del agua en el dique
- MU: momento de empuje por sub-presión
- Bd: Ancho de base de dique

- Wd: Peso del dique
- Fe: Fuerza de empuje del agua
- A: área de la sección transversal del dique

### Factor de seguridad frente al volteo (FS)

Para garantizar que la presa sea estable, algunas instituciones y normativas como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (21) exigen factores mínimos de seguridad cuyo valor dependerá del tipo de flujo como también del tipo de tramo de la estructura (rectos o curvos). En la siguiente tabla se muestra algunos factores de seguridad.

Selección del Factor de Seguridad (FS)	
Descripción	Rango
Tramos rectos o con leve curva, con flujo uniforme ( $Rc/B > 30$ ). Impacto mínimo de sedimentos y material flotante.	1.0 – 1.2
Tramos con una tolerante curva, con flujo levemente variado ( $10 < Rc/B < 30$ ). Impacto moderado de sedimentos y material flotante.	1.2 – 1.6
Tramos rectos o con leve curva, con flujos turbulentos ( $Rc/B < 10$ ). Impacto considerable por parte de sedimentos y material flotante.	1.6 – 2.0

Tabla 18: Selección de factor de Seguridad al volteo (FS).

Fuente: Autoridad Nacional del Agua

#### 2.1.7.8. Estabilidad del dique al deslizamiento

Este aspecto se enfoca en la capacidad del dique para permanecer adherido a la subrasante o terreno de fundación, resistiendo las fuerzas horizontales a lo largo de su base o dentro de su cuerpo debido a que las fuerzas horizontales (como la presión del agua) superan la resistencia al corte del material del dique.

La resistencia al corte de un suelo o enrocado se compone de cohesión y fricción, y se puede expresar mediante el criterio de falla de Mohr-Coulomb.:

$$Rd = Wd \tan (\varphi) \dots \dots \dots (44)$$

$$fs = \frac{Fe}{Wd - U} \dots \dots \dots (45)$$

Se evalúa el equilibrio entre fuerzas horizontales y fricción basal:

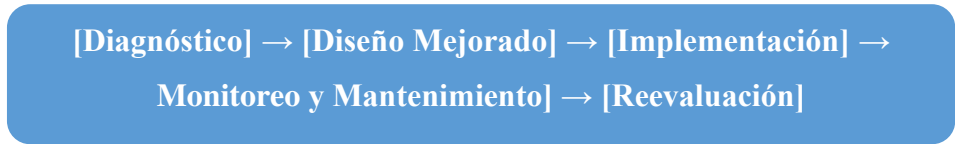
Donde

- fs: factor de seguridad contra el deslizamiento
- Rd: Resistencia al deslizamiento
- $\varphi$ : Angulo de fricción del dique con el terreno
- Wd: Peso del dique
- Fe: Fuerza de empuje del agua
- U: Fuerza del agua ejercida por la sub-presion
- Factor de seguridad al deslizamiento recomendado: FS > 1.5

## 2.2 Mejora de defensa ribereña

La defensa ribereña según el **CIDHMA (34)** es un conjunto de técnicas y estructuras diseñadas para proteger las márgenes de los ríos contra la erosión, el desbordamiento y otros fenómenos hidrológicos. La mejora de estas defensas implica optimizar su diseño, construcción y mantenimiento para aumentar su eficacia y durabilidad.

### 2.2.1 Esquema Conceptual de la Mejora de Defensa Ribereña



*Gráfico 01: Esquema de mejora de defensa ribereña.*

Fuente: Elaboración propia

La mejora de la defensa ribereña puede representarse como un proceso cíclico que incluye diagnóstico, diseño, implementación y monitoreo:

- Diagnóstico: Identificación de problemas existentes (erosión, socavamiento, inestabilidad).
- Diseño Mejorado: Incorporación de técnicas avanzadas y sostenibles.
- Implementación: Construcción o rehabilitación de estructuras.

- Monitoreo y Mantenimiento: Evaluación del desempeño y corrección de fallas.
- Reevaluación: Actualización del diseño según resultados del monitoreo.

### **2.2.2 Tipos de estructura para la mejora de Defensa Ribereña**

La mejora de la defensa ribereña implica optimizar las condiciones del río, entre los tipos de estructura tenemos los siguientes:

#### **Estructuras Rígidas:**

- Muros de contención reforzados.
- Espigones rediseñados para minimizar impactos ambientales.
- Diques enrocados con materiales de mayor durabilidad.

#### **Estructuras Flexibles:**

- Gaviones con mayor resistencia al flujo.
- Escolleras con geometría optimizada.
- Uso de geotextiles de alta resistencia.

#### **Técnicas Naturales y de Bioingeniería:**

- Vegetación riparia para estabilización de márgenes.
- Estacas vivas y mantos vegetales para control de erosión.
- Restauración de humedales para amortiguación de crecidas.

### **2.2.3 Técnicas de Mejora**

La mejora de la defensa ribereña puede lograrse mediante:

#### **Uso de Materiales Innovadores:**

- Geotextiles de alta resistencia.
- Rocas de mayor durabilidad y tamaño optimizado.

#### **Integración de Soluciones Naturales:**

- Vegetación riparia para estabilización.
- Humedales artificiales para amortiguación de crecidas.

#### **Tecnologías de Monitoreo:**

- Sensores para medición de niveles de agua y tensiones.
- Modelación numérica para predicción de comportamientos.

#### **2.2.4. Impacto Ambiental y Sostenibilidad**

La mejora de la defensa ribereña debe considerar:

##### **Minimización de Impactos:**

- Reducción de la alteración de ecosistemas fluviales.
- Uso de materiales y técnicas ecoamigables.

##### **Restauración de Hábitats:**

- Creación de zonas de amortiguamiento ecológico.
- Reintroducción de especies vegetales nativas.

### **2.3. Hipótesis**

Ya que el tipo de investigación realizado es descriptivo cuyas fuentes son sustentados por recolección de información, esta tesis no requiere de hipótesis, por otra parte, los objetivos de los modelos de análisis realizados son principalmente el estudio de las variables que al permitirnos conocer la influencia que se tiene entre ellos se puede contribuir a una base estadística sin cuestionar los resultados de las otras.

### III. Metodología

#### 3.1 Tipo, nivel y diseño de investigación

##### 3.1.1. Tipo de investigación

Considerando lo que dice **Gallardo (35)**,

“En cuanto a los tipos de investigación, existen muchos modelos y diversas clasificaciones: según el nivel, diseño y propósito. Sin embargo, independientemente de su clasificación, todos son tipos de investigación, y al no ser excluyentes, un estudio puede ubicarse en más de una clase”

Se puede inferir que el tipo de investigación es una clasificación relativa que corresponde a la cercanía relativa o control a la realidad del estudio. Es decir, aquel tipo de estudio que considera las limitaciones del objeto de investigación. Por otra parte, **Valderrama (36)** muestra los tipos de investigación a través de un esquema como una clasificación tipológica según diversos varios criterios de estudio como finalidad, alcance, profundidad, amplitud, fuentes, caracteres, marcos, tipos de evaluación y objetos.

**El tipo de investigación** del presente trabajo será **exploratorio-descriptivo** porque se realizó el estudio a través de recopilación documentaria, inspecciones en la zona de estudio y se describe la realidad, sin alterarla.

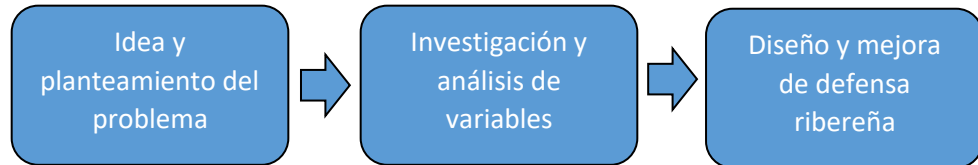
##### 3.1.2. Nivel de investigación

Como señala **Valderrama (36)** es referido al grado de alcance y profundidad de conocimiento que tiene el investigador e investigación con respecto a los fenómenos de estudio.

En este caso **el nivel de investigación** de esta tesis será **aplicado** porque tiene como finalidad resolver una problemática a través de los resultados de la investigación. Además, por carácter es de tipo cualitativo pues muestra el sentido y cualidades de estudio.

### 3.1.3. Diseño de investigación

En concordancia con **Arias (37)**, el diseño de investigación es de manera general la estrategia que adoptara el investigador va a adoptar para poder responder a algún problema mostrado.



*Gráfico 02: Diseño de investigación.*

Fuente: Adaptado de Arias

**El diseño de investigación** en esta tesis será de campo **no experimental** porque se abarca el problema considerando variables de estudio y se analiza sin recurrir a los estudios de laboratorio.

## 3.2. Población

### 3.2.1 Población

Estará dado por **el río Santa. tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos**, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025

### 3.2.2 Muestra

Será la mejora de defensa ribereña a través del **diseño de dique enrocado para el río Santa tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, desde la progresiva 0+000 al 17+555** distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025.

### 3.3. Operacionalización de las variables/categorías

DISEÑO DE DIQUE ENROCADO PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RIO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH – 2025					
VARIABLE	DEFENICION OPERATIVA	DIMENSIONES	INDICADORES	ESCALA	CATEGORIA
<b>INDEPENDIENTE: DISEÑO DE DIQUE ENROCADO</b>	Es el diseño del dique enrocado a través de la recolección de datos de campo, que sirve para obtener las condiciones hidrológicas presentes e historicos, de este modo a traves del cálculo se podrán realizar el dimensionamiento .	<b>Factores y características de diseño de dique enrocado</b>	Análisis estadístico de máximas avenidas	Nominal	Caudal Volumen Tiempo
			Cálculos geométricos y estructurales preliminares	Nominal	Longitud Area Caudal
			Calculos cálculos de proteccion de enrocado	Nominal	Longitud Area
			Dimensionamiento del dique enrocado	Nominal	Longitud Area
<b>DEPENDIENTE: MEJORA DE DEFENSA RIBEREÑA</b>	Es la proyección de resultados de mejora de las defensas ribereñas a partir del diseño previo con la finalidad de lograr mitigar riesgos y peligros en ríos y canales.	<b>Impacto social y ambiental</b>	Cuestionarios y encuestas	Razón	Descriptivo

*Fuente: Elaboración propia*

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos/información**

#### **3.4.1 Técnicas de recolección de datos/información**

- Observación: se refiere al procedimiento realizado de observación e inspección directa en el lugar de estudio, que nos permita observar la problemática.
- Recopilación documentaria: es la recaudación de información referente a la investigación que posteriormente termino en análisis.

#### **3.4.2 Instrumentos de recolección de datos/información**

- Fichas técnicas y cuestionarios de recolección de datos en campo: formatos documentarios que facilitaron in situ la recaudación de los datos más relevantes de la investigación.
- Cámaras fotográficas: instrumento que sirvió en el registro de imágenes que fueron plasmados evidencias de estudio.
- Libreta/Cuaderno de apuntes: sirvió en las anotaciones u observaciones más relevantes del lugar estudiado.
- Flexómetro: se utilizó para medir de manera rápida las dimensiones de longitud en algunos de los elementos de investigación.
- Reportes de datos meteorológico, geográficos, hidrológicos e hidráulicos: son los registros de información y planos formales de datos recopilados con anterioridad en relación al estado de las condiciones actuales del área de estudio.
- Libros y/o manuales de referencia: Conjunto de textos de carácter académico y normativo que se usó para tener la precisa información correspondiente a la descripción teórica, metodología, procedimientos de medición, esto garantizo una mayor certeza en las actividades correspondientes a la investigación.

### **3.5. Método de análisis de datos/información**

Con los datos obtenidos en campo y su recopilación mediante los instrumentos se utilizaron las herramientas de procesamiento de información para hallar las condiciones actuales la población y realizar la gráfica junto al diagnóstico. Todo esto sirvió para la obtención de resultados, conclusiones y posibles recomendaciones según lo obtenido, asimismo la propuesta de solución al problema que dio lugar a la presente investigación. Todo esto siguió una secuencia mediante los siguientes aspectos.

### **3.5.1 Recopilación de antecedentes preliminares**

Se realizó la recaudación de toda la información que se encuentre relacionada no solo con la línea de investigación sino también con los objetivos de este proyecto.

### **3.5.2 Tratamiento de la información**

Con la recopilación de la información se procedió a realizar una revisión exhaustiva de los datos obtenidos para descartar, eliminar o desechar los datos que sean incoherentes o estén incompletos.

### **3.5.3 Contrastación de datos**

Se analizaron los datos recolectados y se le dio un tratamiento cualitativo con la verificación según las fuentes académicas, normativas y referencias bibliográficas para su acondicionamiento con el fin de cumplir los objetivos.

### **3.5.4 El procesamiento de la información**

Se hizo de manera digital al través de programas de ofimática como Microsoft Office, resaltado algunas de sus aplicaciones como Word para el registro ordenado de informes y Excel para el análisis de partidas de proyecto y la tabulación de tablas comparativas.

### **3.5.5 Planteamiento de diseño**

Se utilizó programas de tipo CAD servirán para el modelamiento y diseño de la propuesta de solución del proyecto a partir de todos los datos que se requirió en la presente investigación, en adición de otros programas como River, además programas de tipo GIS como Google Earth entre otros que también sirvieron para este fin.

## **3.6. Aspectos Éticos**

### **3.6.1 Respeto y protección de los derechos de los intervinientes**

La investigación estuvo ligada con la disposición moral, lo que protegerá los derechos fundamentales tanto de las personas involucradas en su elaboración y los posibles beneficiarios, además se aseguró de este modo que no se vulnere su dignidad ni se ponga en riesgo su bienestar.

### **3.6.2 Cuidado del medio ambiente**

El lugar de investigación estuvo rodeado por recursos tanto de procedencia vegetal o animal quienes interactúan constantemente entre ellas, es debido a ello que se consideraron los posibles efectos perjudiciales que pueda resultar de la investigación en el entorno. Como investigador se encontró un equilibrio entre el cumplimiento de los objetivos de investigación y la protección del medio ambiente.

### **3.6.3 Libre participación por propia voluntad**

Se respetó la autonomía de los individuos involucrados para decidir si desean participar en una investigación o intervención sin coacción ni presión indebida. La colaboración de los involucrados fue esencial en diversos ámbitos para proteger los derechos humanos, fomentar la confianza y promover la participación significativa de las personas

### **3.6.4 Beneficencia y no maleficencia**

Este principio estableció que los profesionales deben actuar siempre en beneficio de los demás y evitar causarles daño. Es decir, al tomar decisiones, debemos siempre considerar cómo nuestras acciones afectarán a los demás, se realizaron esfuerzos por hacer el mayor bien posible y evitar el mal.

### **3.6.5 Integridad y honestidad**

Es un pilar fundamental de la ética y se refiere a la cualidad de actuar con rectitud, sinceridad y coherencia en todas las acciones y decisiones. Estos principios han sido esenciales para construir confianza y credibilidad en las relaciones personales y profesionales. Se ha actuado con integridad y honestidad no solo para fortalecer el carácter individual, sino que también contribuirá a un entorno más justo y respetuoso.

### **3.6.6 Justicia**

El investigador ha tenido como principios la razonabilidad y rectitud en sus actividades a realizar, esto ha radicado en el trato neutral y justo hacia los participantes y beneficiarios de la investigación.

## IV. Resultados

### 4.1 En concordancia con el primer objetivo

- Determinar las zonas vulnerables en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025.

#### 4.1.1 Ubicación

Para términos de referencia se trazó un eje de río en el lugar de estudio este abarca desde la Bocatoma La Huaca hasta la Bocatoma La Víbora ubicada en el lado sur del C.P Vinzos. Ubicándonos desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 17+555.

DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025						
DEPARTAMENTO	ANCASH	MUESTRA	-----	PROGRESIVA	0 + 000	
PROVINCIA	SANTA	ALTITUD	234.37 ms.n.m.	ANTIGUEDAD	-----	
DISTRITO	CHIMBOTE	LONGITUD	-----	UTM	17L	E
LOCALIDAD	VINZOS	LATITUD	-----		S	779322.61 m

Tabla 19: Lugar de inicio de estudio para eje referencial de dique enrocado.

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025						
DEPARTAMENTO	ANCASH	MUESTRA	-----	PROGRESIVA	17 + 555	
PROVINCIA	SANTA	ALTITUD	118.56 ms.n.m.	ANTIGUEDAD	-----	
DISTRITO	CHIMBOTE	LONGITUD	-----	UTM	17L	E
LOCALIDAD	LA HUACA	LATITUD	-----		S	766369.02 m

Tabla 20: Lugar final de estudio para eje referencial de dique enrocado.

Fuente: Elaboración propia

#### 4.1.2 Zonas Vulnerables

En la recolección de datos en campo, se determina que el lugar de estudio no cuenta con una defensa estructural de ingeniería, a partir de las observaciones obtenidas se logró identificar los tramos mas vulnerables para la propuesta de diseño. Ubicándonos desde la progresiva 0+000 hasta la progresiva 17+555, con un periodo de retorno de 100 años.



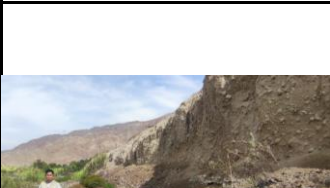
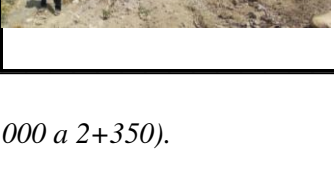

DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025						
UBICACIÓN						
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE		TRAMO
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS		0 + 000 A 2 + 350
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN	
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO		
0 + 000	0 + 500	Sitio colindante aguas arriba con la bocatoma La Huaca cuyos barrajes encausan el flujo del río provocando la socavacion y sedimentacion constante en el cauce del río.	X	X		
0 + 500	1 + 000	Primera curva del cauce del río, cauce de amplitud angosta, anteriormente instituciones gubernamentales han intentado proteger los margenes mediante el uso de rip-rap pero esto ha sido insuficiente.	X	X		
1 + 000	1 + 500	El río empieza a ampliar su cauce natural a tal punto de colindar con áreas de cultivo en ambos margenes.	X	X		
1 + 500	2 + 000	En esta parte existe la presencia distribuida de manera semi uniforme material de sedimentacion en conjunto con remanentes de rip-rap.	X	X		
2 + 000	2 + 350	En el margen derecho el cauce colinda con una carretera, aunque esta carretera se encuentra a una altura considerable si bien el terreno es resistente existe riesgo de socavacion en epocas de crecida.	X	X		

Tabla 21: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 0+000 a 2+350).

Fuente: Elaboración propia








DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025					
UBICACIÓN					
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE	
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS	
TRAMO		2 + 350 A 5 + 350			
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO	
2 + 350	2 + 500	Cauce cuyo margen izquierdo esta bordeado por una montaña donde en la parte superior existe una carretera protegida con un enrocado, en el margen derecho existe sedimentación.		X	
2 + 500	3 + 000	Margen derecho con sedimentación. y presencia de vegetación		X	
3 + 000	3 + 500	Existencia de flujo de río constante con poca presencia de sedimentación con presencia de vegetación		X	
3 + 500	4 + 000	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.		X	
4 + 000	4 + 500	La amplitud del lecho del río es mayor, sedimentación distribuida de manera uniforme		X	
4 + 500	5 + 000	En cauce del río empieza a reducir su amplitud, se corre el riesgo de inundación en áreas cultivables en el margen derecho, ambas riberas tienen presencia de piedras de río con forma de canto rodado en sus bordes.		X	
5 + 000	5 + 350	El cauce y lecho tienen características similares a las progresivas anteriores.		X	

Tabla 22: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 2+350 a 5+350).

Fuente: Elaboración propia


DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025					
UBICACIÓN					
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE	
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS	
TRAMO		5 + 350 A 5 + 750			
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO	
5 + 350	5 + 750	Margen derecho lo suficientemente alto para reducir el riesgo de inundación, margen izquierdo colindante con área montañosa, hitos señalizadores para crecidas de río			

Tabla 23: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 5+350 a 5+750).

Fuente: Elaboración propia


DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025					
UBICACIÓN					
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE	
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS	
TRAMO		5 + 750 A 6 + 250			
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO	
5 + 750	6 + 250	La amplitud aumenta se colinda con el margen izquierdo con terreno con presencia de vegetación, el margen derecho tiene altura suficiente para evitar inundaciones pero esta en dirección a la afluente de un río	X		

Tabla 24: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 5+750 a 6+250).

Fuente: Elaboración propia





DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025					
UBICACIÓN					
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE	
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS	
TRAMO		6 + 250 A 7 + 800			
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO	
6 + 250	6 + 500	Riesgo de inundación en embos márgenes del río en épocas de crecida, amplitud de cauce uniforme con presencia de sedimentación.	X	X	
6 + 500	7 + 000	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	X	X	
7 + 000	7 + 500	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	X	X	
7 + 500	7 + 800	El cauce tiene menor presencia de sedimentación debido a trabajos de descolmatación por las autoridades pero el flujo del agua se mantiene	X	X	

Tabla 25: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 6+250 a 7+800).

Fuente: Elaboración propia


DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025						
UBICACIÓN						
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE		TRAMO
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS		7 + 800 A 8 + 250
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN	
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO		
7 + 800	8 + 000	El cauce del río se reduce considerablemente, margen izquierdo colinda con zona montañosa, margen derecho colinda con áreas cultivables de la localidad Tanguche.		X		
8 + 000	8 + 250	Por el margen derecho este lugar sirve como efuente de la represa Palo Verde tambien existe presencia de áreas cultivables.		X		

Tabla 26: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 7+800 a 8+250).

Fuente: Elaboración propia


DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025						
UBICACIÓN						
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE		TRAMO
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS		8+ 250 A 9 + 450
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN	
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO		
8 + 250	8 + 500	Cauce del río de amplitud muy reducida, riesgo de inundacion en margen izquierdo en Cantera-Vinzos y en el margen derecho en zona Tanguche	X	X		
8 + 500	9 + 000	Margen izquierdo colinda con zona montañosa, el cauce comienza a reducirse.	X	X		
9 + 000	9 + 450	El margen izquierdo colinda con zona agricola ademas que tambien sirve como efuente de un río, margen derecho colinda con áreas cultivables .	X	X		

Tabla 27: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 8+250 a 9+450).

Fuente: Elaboración propia


DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025						
UBICACIÓN						
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE		TRAMO
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS		9+450 A 9+950
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN	
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO		
9+450	9+950	Presencia de sedimentación uniforme a lo ancho de estas progresivas. Rastros de residuos sólidos y basura.		x		

Tabla 28: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 9+450 a 9+950).

Fuente: Elaboración propia



DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025						
UBICACIÓN						
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE		TRAMO
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS		9+450 A 10+350
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN	
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO		
9+950	10+350	Presencia de sedimentación uniforme a lo ancho de estas progresivas, presencia de piedras de canto rodado en riberas de ambos márgenes.	x	x		

Tabla 29: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 9+950 a 10+350).

Fuente: Elaboración propia

DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025						
UBICACIÓN						
DEPARTAMENTO	ANCASH		DISTRITO	CHIMBOTE		TRAMO
PROVINCIA	SANTA		LOCALIDAD	BOCATOMA LA HUACA-C.P. VINZOS		10+350 A 17+555
PROGRESIVAS		DETALLES	MARGENES VULNERABLES		IMAGEN	
INICIO	FINAL		IZQUIERDO	DERECHO		
10+350	10+500	Margen derecho sirve como efuyente de río, margen izquierdo con poca pendiente en terreno agrícola.	x			
10+500	11+000	Margen derecho cercana a zona montañosa margen derecho cercano a terreno agrícola.	x			
11+000	11+500	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	x			

11 + 500	12 + 000	Margen izquierdo cercano a zona cultivable, margen derecho alto, puede resistir inundaciones.	X		
12 + 000	12 + 500	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	X		
12 + 500	13 + 000	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	X		
13 + 000	13 + 500	Reduccion subtila de amplitud de cauce, lado derecho montañosos con riesgo alto de inundacion en el margen izquierdo.	X		
13 + 500	14 + 000	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	X		
14 + 500	14 + 500	El cauce natural se amplia considerablemente riesgo de inundacion en el margen izquierdo en maximas avenidas hacia el Centro Poblado Vinzos.	X		
14 + 500	15 + 000	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	X		
15 + 000	15 + 500	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	X		
15 + 500	16 + 000	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	X		
16 + 000	16 + 500	Lugar con características similares a las progresivas anteriores.	X		
17 + 000	17 + 555	Sitio colindante aguas abajo con bocatoma La Vivora y colindante con aguas arriba con ribera y terreno agrícola en el Centro Poblado Vinzos.	X		

Tabla 30: Determinación de las zonas vulnerables (Tramo 10+350 a 17+555).

Fuente: Elaboración propia

#### 4.2 En concordancia con el segundo objetivo

- Realizar el diseño de dique enrocado de la ribera del río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025.

##### 4.2.1 Diseño de dique enrocado

##### Dimensiones del dique enrocado

Tomando en cuenta factores como humedad, interperismo y la variabilidad de caudales a lo largo del año, se eligió como defensa ribereña a la estructura de tipo dique enrocado. Ya que sus ventajas se ajustan mejor a las características hídricas y de terreno.

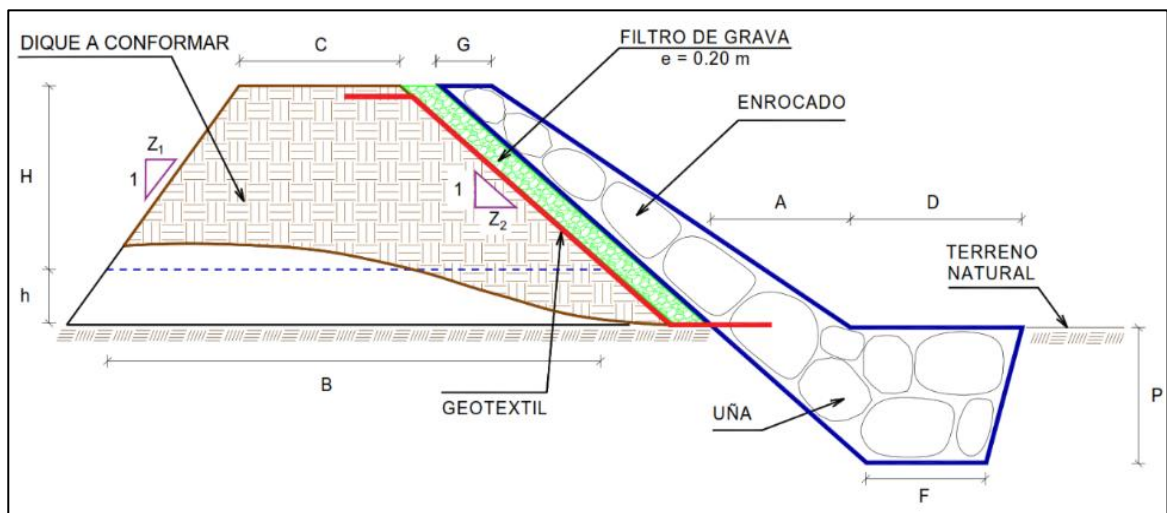


Figura 4: Sección de dique enrocado.

Fuente: Autoridad nacional del agua

Donde:

- $H$  = Altura de borde libre = 0.60 m
- $h$  = Altura de nivel de agua = 3.20 m
- $C$  = Corona de dique = 4.00 m
- $B$  = Base de dique = 2.30 m
- $Z_1$  = Talud lado seco = 2.00:1
- $Z_2$  = Talud lado húmedo = 1.50:1
- $G$  = Espesor superior de enrocado = 1.20 m
- $A$  = Espesor inferior de enrocado = 2.00 m
- $D$  = Ancho superior de uña de estabilidad = 5.35 m

- P = Altura de uña de estabilidad = 2.20 m
- F = Ancho inferior de uña de estabilidad = 2.30 m

Este diseño de dique enrocado ha sido realizado para una amplitud de cauce de 220m de longitud, un caudal de diseño de 2500m<sup>3</sup>/s y un periodo de retorno de 100 años. El dique de fundación estará conformado de un material con un peso específico mínimo de 1.8Tn/m<sup>3</sup> y el enrocado tendrá un diámetro de rocas de 0.60m de diámetro como mínimo.

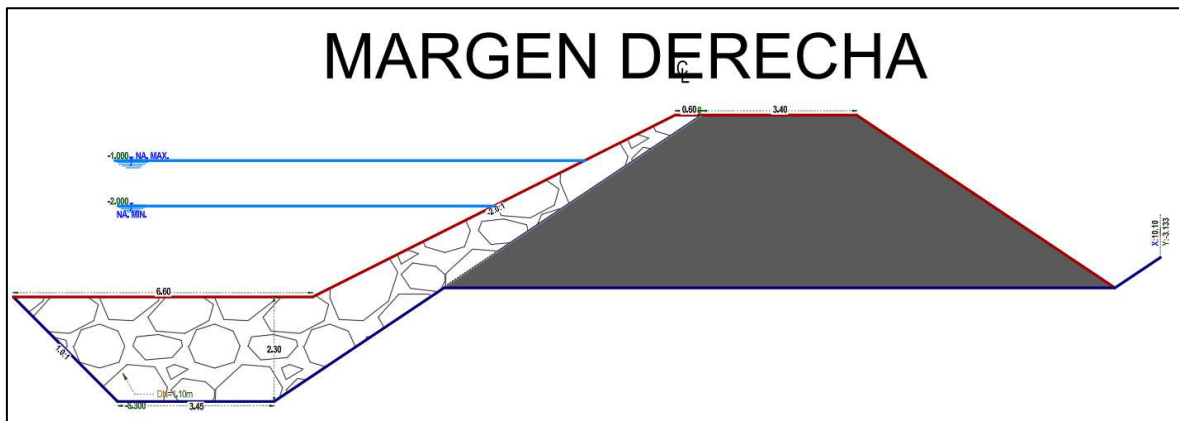


Figura 5: Diseño de dique enrocado Margen Derecha.

Fuente: Elaboracion Propia

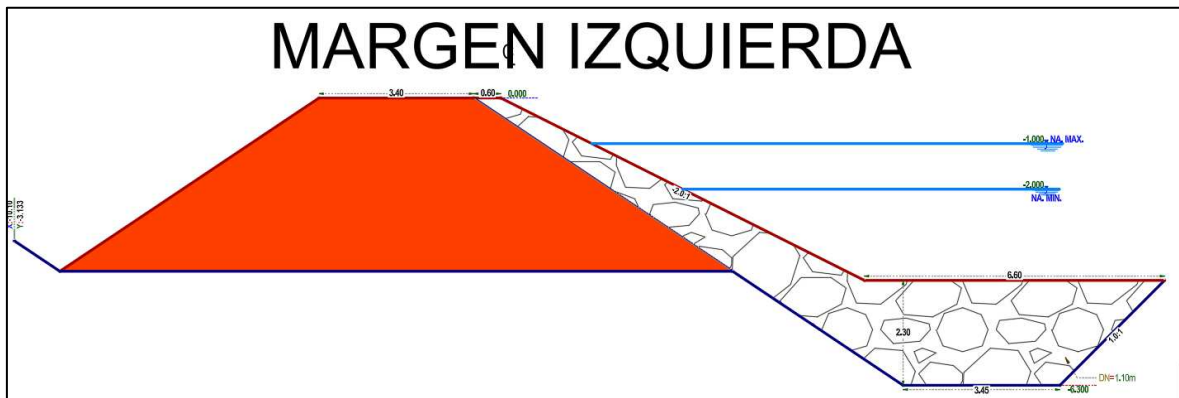


Figura 6: Diseño de dique enrocado Margen Izquierda.

Fuente: Elaboración Propia

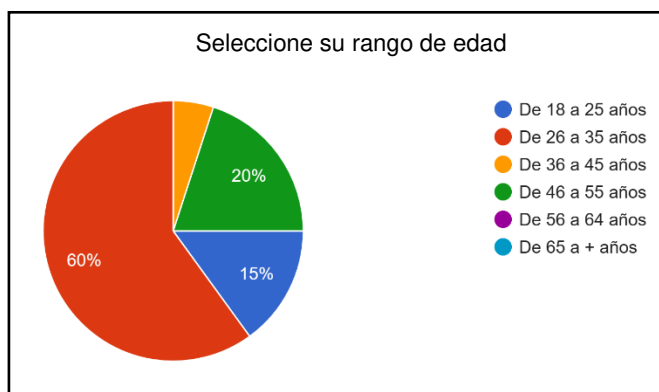
#### 4.3 Con respecto al tercer objetivo:

- Determinar la mejora de la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025.

Se elaboraron encuestas a la población para conocer su perspectiva en distintos aspectos sobre el estado actual de la defensa ribereña y como esto les afecta en distintos ámbitos además del alcance de protección demográfica.

El uso de actual del río Santa es casi en su totalidad para uso agrícola y las defensas ribereñas permiten proteger de las crecidas no solo a los pobladores y la biodiversidad local sino también a las cosechas evitando de este modo pérdidas económicas. Los beneficiarios son los pobladores del tramo Bocatoma La Huaca – C.P. Vinzos.

Gráfico 03: Seleccione su rango de edad



Fuente: Elaboración propia

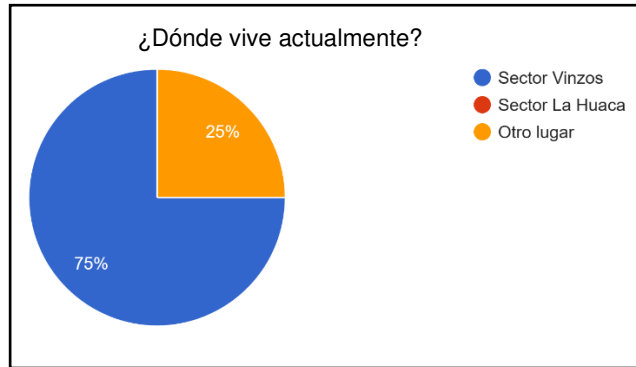
RESULTADOS							
Respuestas	Seleccione su rango de edad						Total
	De 18 a 25	De 26 a 35	De 36 a 45	De 46 a 55	De 56 a 64	De 65 a +	
Encuestados	15%	60%	5%	20%	0%	0%	100%

Tabla 31: Resultados – Seleccione su rango de edad.

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 60% de los pobladores encuestados se encuentran entre los 26 a 35 años de edad, el 20% entre los 26 a 35 años de edad, el 18% entre los encuestados 18 a 25 años de edad, solo el 5% se encuentran entre 36 a 45 años de edad.

Gráfico 04: ¿Dónde vive actualmente?



Fuente: Elaboración propia

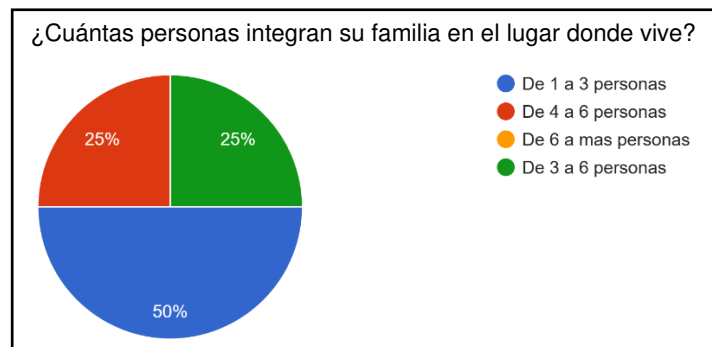
RESULTADOS				
Respuestas	¿Dónde vive actualmente?			Total
	C.P Vinzos	Localidad Huaca	Otros lugares	
Encuestados	75%	5%	0%	100%

Tabla 32: Resultados – ¿Dónde vive actualmente?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De los pobladores encuestados el 75% pertenece al C.P Vinzos y el resto de los encuestados son personas provenientes de lugares aledaños y otros lugares. La localidad La Huaca no es considerado un lugar de asentamiento poblacional sin embargo es un lugar destinado a la agricultura y el lugar donde radica la Bocatoma La Huaca una edificación de suma importancia para la población local.

Gráfico 05: ¿Cuántas personas integran su familia en el lugar donde vive?



Fuente: Elaboración propia

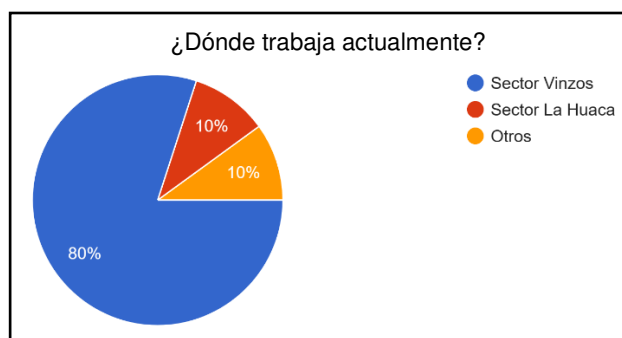
RESULTADOS					
Respuestas	¿Cuántas personas integran su familia en el lugar donde vive?				Total
	De 1 a 3	De 3 a 6	De 4 a 6	De 6 a mas	
Encuestados	50%	25%	25%	0%	100%

Tabla 33: Resultados – ¿Cuántas personas integran su familia en el lugar donde vive?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Esto indica que el 50% de los pobladores encuestados viven en familias de 1 a 3 personas, Sin embargo, el 25% de encuestados indican que sus familias están conformadas de 3 a 6 personas y el 25% restante muestran que integran una familia de 4 a 6 personas que quienes incluirían a niños y adultos mayores. Los resultados de las encuestas muestran manifiestan que un plan de defensa ribereña beneficiaría a muchas más personas.

Gráfico 06: ¿Dónde trabaja actualmente?



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS				
Respuestas	¿Dónde trabaja actualmente?			Total
	C.P Vinzos	Localidad Huaca	Otros lugares	
Encuestados	75%	5%	0%	100%

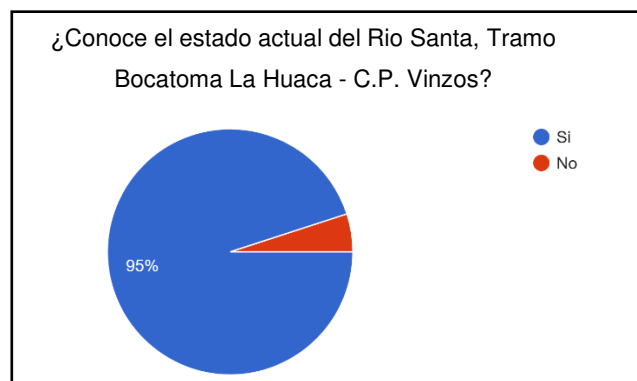
Tabla 34: Resultados – ¿Dónde trabaja actualmente?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De los pobladores encuestados el 80% indican trabajar en Vinzos, 10% en la Huaca y el resto de los encuestados en sitios aledaños y otros lugares.

Esto se debe a que el lugar de estudio es una zona agrícola además que en el Sector La Huaca se encuentra la Bocatoma La Huaca.

Gráfico 07: ¿Conoce el estado actual del Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?



Fuente: Elaboración propia

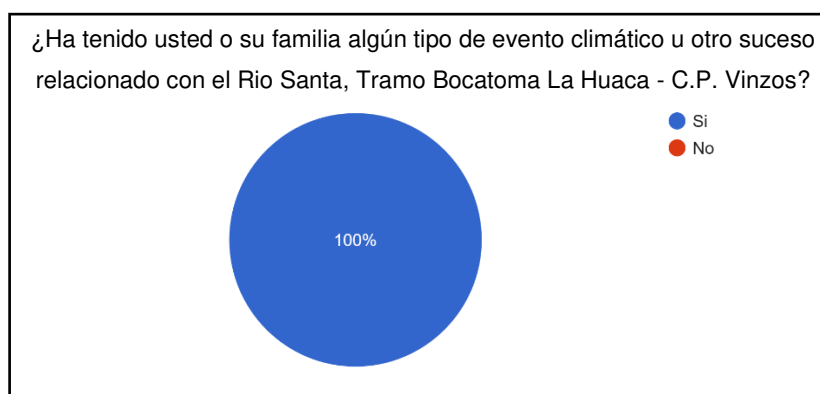
RESULTADOS			
Respuestas	¿Conoce el estado actual del Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?		Total
	Si	No	
Encuestados	95%	5%	100%

Tabla 35: Resultados – ¿Conoce el estado actual del Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 95% de los pobladores indican conocer el estado actual de rio del Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos esto es debido a su cercanía con el rio.

Gráfico 08: ¿Ha tenido usted o su familia algún tipo de evento climático u otro suceso relacionado con el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?



Fuente: Elaboración propia

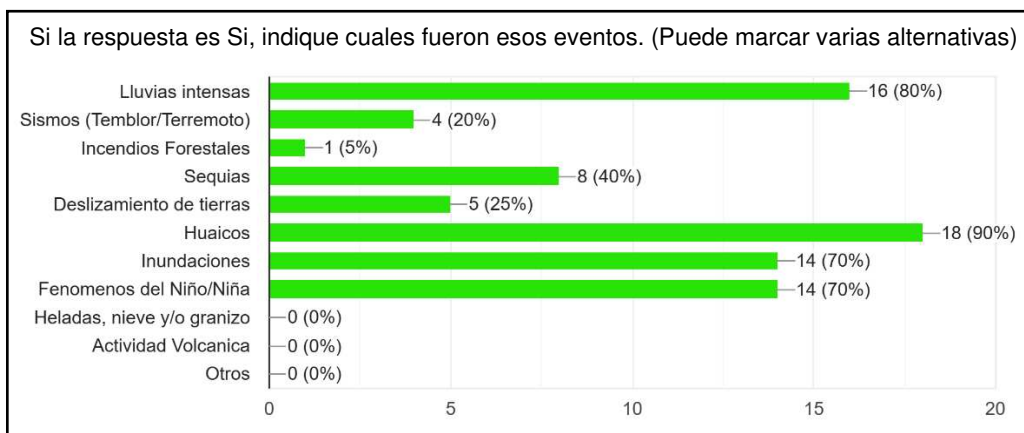
RESULTADOS			
Respuestas	¿Ha tenido usted o su familia algún tipo de evento climático u otro suceso relacionado con el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?		Total
	Si	No	
Encuestados	95%	5%	100%

Tabla 36: Resultados – ¿Ha tenido usted o su familia algún tipo de evento climático u otro suceso relacionado con el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Todos los encuestados afirman que ellos o algún miembro de su familia han tenido eventos de carácter climático entre otros sucesos con el rio Santa Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos.

Gráfico 09: Si la respuesta es Si, indique cuales fueron esos eventos. (Puede marcar varias alternativas)



Fuente: Elaboración propia

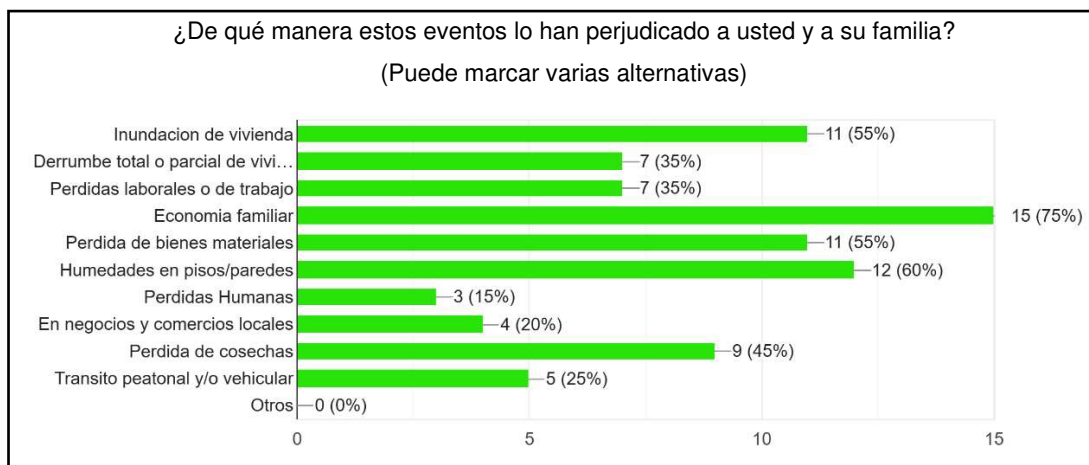
RESULTADOS	
Si la respuesta es Si, indique cuales fueron esos eventos. (Puede marcar varias alternativas)	
Respuestas múltiples	Encuestados
Lluvias intensas	80%
Sismos (temblor)/Terremoto	20%
Incendios Forestales	5%
Sequias	40%
Deslizamiento de tierras	25%
Huacos	90%
Inundaciones	70%
Fenómenos del Niño/Niña	70%
Heladas, nieve y/o, granizo	0%
Actividad volcánica	0%
Otros	0%

Tabla 37: Resultados – Si la respuesta es Si, indique cuales fueron esos eventos. (Puede marcar varias alternativas)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los eventos que más han afectado a los habitantes del Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos fueron los huacos para el 90% de encuestados, el 80% indicaron las lluvias intensas, las inundaciones y los fenómenos del niño/niña un 70%. Por el caso contrario los eventos que no han afectado a los habitantes fueron las heladas, nieve y/o granizo y la actividad volcánica.

Gráfico 10: ¿De qué manera estos eventos lo han perjudicado a usted y a su familia? (Puede marcar varias alternativas)



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS	
¿De qué manera estos eventos lo han perjudicado a usted y a su familia? (Puede marcar varias alternativas)	
Respuestas múltiples	Encuestados
Inundación de vivienda	55%
Derrumbe total o parcial de vivienda	35%
Pérdidas laborales o de trabajo	35%
Economía familiar	75%
Pérdida de bienes materiales	55%
Humedades en pisos/paredes	60%
Pérdidas humanas	15%
Pérdidas en negocios y comercios locales	20%
Pérdidas en cosechas	45%
Tránsito peatonal y/o vehicular	25%
Otros	0%

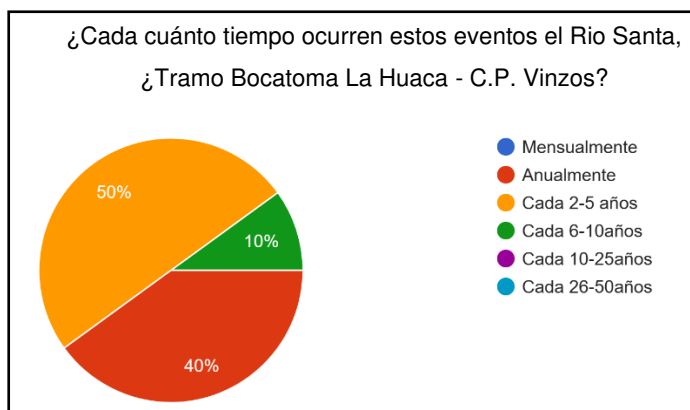
Tabla 38: Resultados - ¿De qué manera estos eventos lo han perjudicado a usted y a su familia? (Puede marcar varias alternativas)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Los eventos de carácter climático y relacionado con el río Santa ha perjudicado de diversas formas a la población encuestada, el 75% de las respuestas de los encuestados dice que estos eventos han afectado la economía familiar, otros

eventos mencionados fueron la pérdida de bienes materiales, humedades en pisos/paredes, inundaciones de viviendas, pérdidas de cosechas, etc.

Gráfico 11: ¿Cada cuánto tiempo ocurren estos eventos el Río Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos



Fuente: Elaboración propia

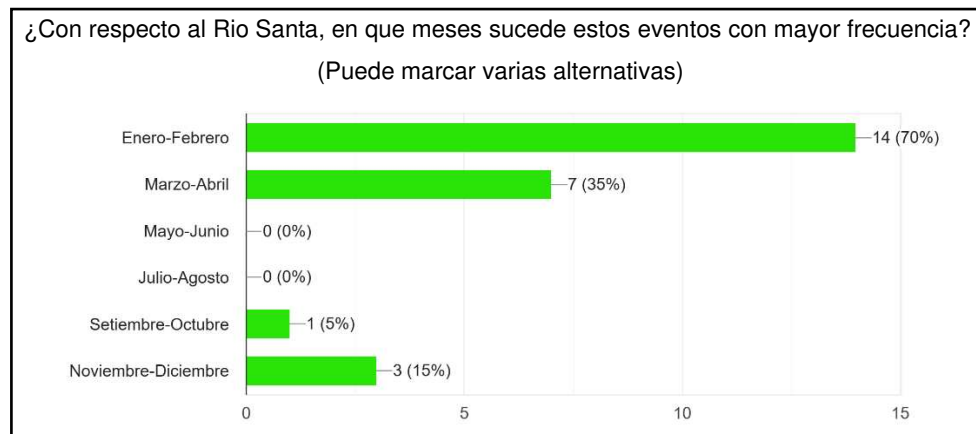
RESULTADOS							
Respuestas	¿Cada cuánto tiempo ocurren estos eventos el Río Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?						Total
	Mensual	Anual	2 a 5 años	6 a 10	10 a 25 años	26 a 50 años	
Encuestados	15%	60%	5%	20%	0%	0%	100%

Tabla 39: Resultados - ¿Cada cuánto tiempo ocurren estos eventos el Río Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 50% de los pobladores encuestados del Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos indican que los eventos de mayor impacto en el río Santa ocurren entre periodos de cada 2 a 5 años, el otro grupo que representa el 40% de los encuestados indican que los eventos recurrentes ocurren de manera anual, solo el 10% menciona que los eventos de mayor gravedad ocurren entre cada 6 a 10 años

Gráfico 12: ¿Con respecto al Río Santa, en que meses sucede estos eventos con mayor frecuencia? (Puede marcar varias alternativas)



Fuente: Elaboración propia

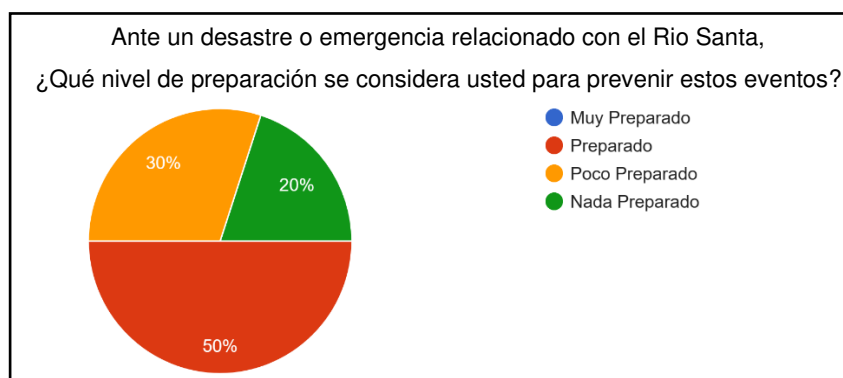
RESULTADOS						
Respuestas Múltiples	¿Con respecto al Río Santa, en que meses sucede estos eventos con mayor frecuencia? (Puede marcar varias alternativas)					
	Enero-Febrero	Marzo-Abril	Mayo-Junio	Julio-Agosto	Setiembre-Octubre	Noviembre-Diciembre
Encuestados	70%	35%	0%	0%	5%	15%

Tabla 40: Resultados - ¿Con respecto al Río Santa, en que meses sucede estos eventos con mayor frecuencia? (Puede marcar varias alternativas)

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 75% de respuestas de los encuestados sugieren que esos eventos de carácter climático ocurren en su mayoría entre los meses de Enero-Febrero donde la temporada de lluvias y la avenida de los ríos es mucho mayor.

Gráfico 13: Ante un desastre o emergencia relacionado con el Rio Santa, ¿Qué nivel de preparación se considera usted para prevenir estos eventos?



Fuente: Elaboración propia

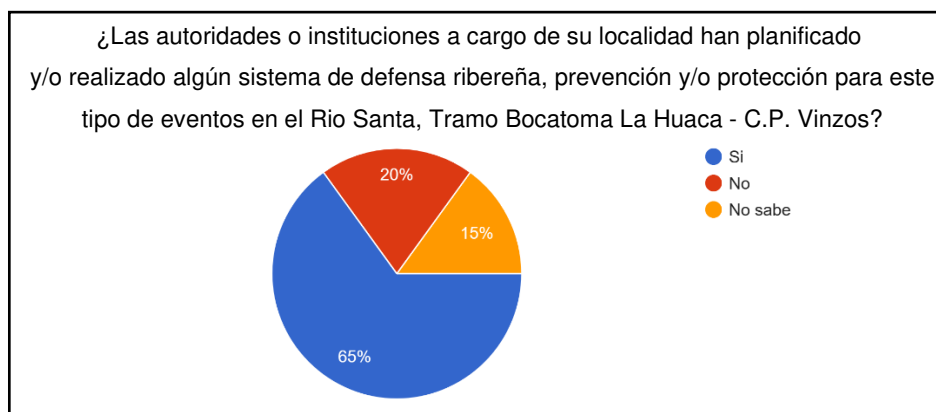
RESULTADOS					
Respuestas	Ante un desastre o emergencia relacionado con el Rio Santa, ¿Qué nivel de preparación se considera usted para prevenir estos eventos?				Total
	Muy Preparado	Preparado	Poco Preparado	Nada Preparado	
Encuestados	0%	50%	30%	20%	100%

Tabla 41: Resultados – Ante un desastre o emergencia relacionado con el Rio Santa, ¿Qué nivel de preparación se considera usted para prevenir estos eventos?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Debido a que los pobladores son afectados periódicamente, el 50% de los encuestados indican estar preparados, mientras que el 30% indican estar algo preparados y el 20% que no están preparados para las emergencias y desastres.

Gráfico 14: ¿Las autoridades o instituciones a cargo de su localidad han planificado y/o realizado algún sistema de defensa ribereña, prevención y/o protección para este tipo de eventos en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?



Fuente: Elaboración propia

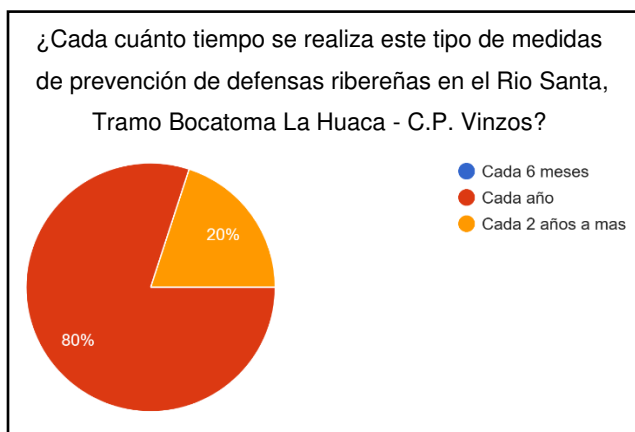
RESULTADOS				
Respuestas	¿Las autoridades o instituciones a cargo de su localidad han planificado y/o realizado algún sistema de defensa ribereña, prevención y/o protección para este tipo de eventos en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?			Total
	Si	No	No Sabe	
Encuestados	65%	20%	15%	100%

Tabla 42: Resultados – ¿Las autoridades o instituciones a cargo de su localidad han planificado y/o realizado algún sistema de defensa ribereña, prevención y/o protección para este tipo de eventos en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 65% de los encuestados afirma que las autoridades locales si realizan trabajos de prevención para las defensas ribereñas del Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos, el 20% considera que no y el resto de encuestados indicaron no saber del tema.

Gráfico 15: ¿Cada cuánto tiempo se realiza este tipo de medidas de prevención de defensas ribereñas en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?



Fuente: Elaboración propia

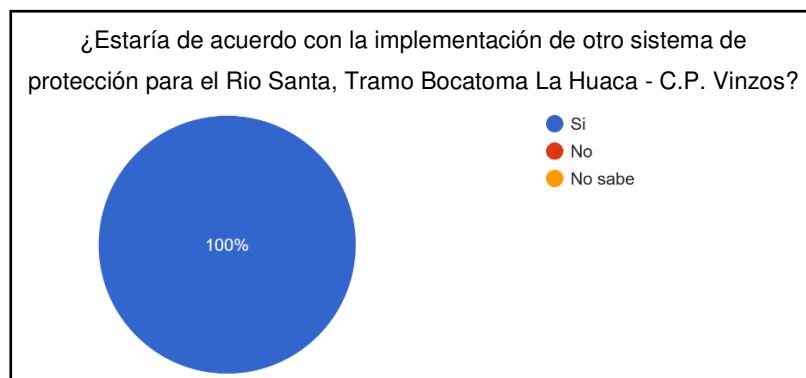
RESULTADOS				
Respuestas	¿Cada cuánto tiempo se realiza este tipo de medidas de prevención de defensas ribereñas en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?			Total
	Cada 6 meses	Cada año	Cada 2 años a mas	
Encuestados	75%	5%	0%	100%

Tabla 43: Resultados – ¿Cada cuánto tiempo se realiza este tipo de medidas de prevención de defensas ribereñas en el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: El 80% de los encuestados indicaron que cada año se realizan medidas de prevención en el rio Santa, el 20% considera que las medidas de prevención del rio Santa en el Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos.

Gráfico 16: ¿Estaría de acuerdo con la implementación de otro sistema de protección para el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?



Fuente: Elaboración propia

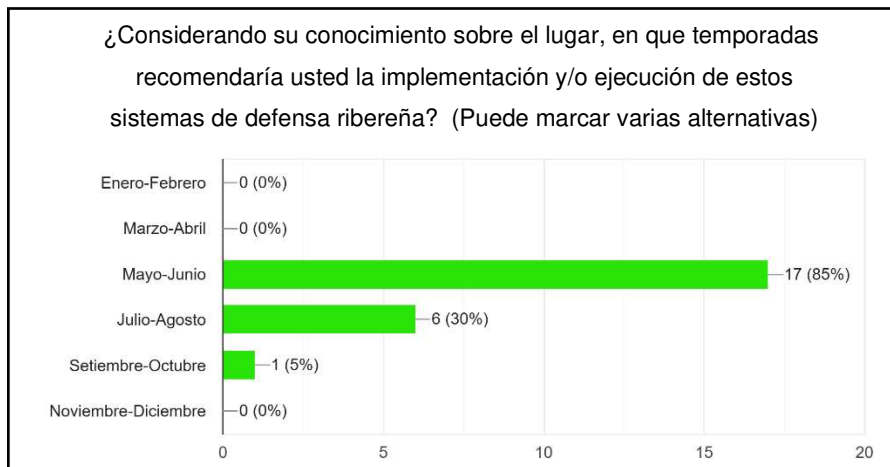
RESULTADOS				
Respuestas	¿Estaría de acuerdo con la implementación de otro sistema de protección para el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?			Total
	Si	No	No Sabe	
Encuestados	100%	0%	0%	100%

Tabla 44: Resultados – ¿Estaría de acuerdo con la implementación de otro sistema de protección para el Rio Santa, Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: Todos los pobladores encuestados indicaron estar de acuerdo con otro sistema de protección para el rio Santa tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos.

Gráfico 17: ¿Considerando su conocimiento sobre el lugar, en que temporadas recomendaría usted la implementación y/o ejecución de estos sistemas de defensa ribereña? (Puede marcar varias alternativas)



Fuente: Elaboración propia

RESULTADOS						
Respuestas Múltiples	¿Con respecto al Río Santa, en que meses sucede estos eventos con mayor frecuencia? (Puede marcar varias alternativas)					
	Enero-Febrero	Marzo-Abril	Mayo-Junio	Julio-Agosto	Setiembre-Octubre	Noviembre-Diciembre
Encuestados	0%	0%	85%	30%	5%	0%

Tabla 45: Resultados – ¿Con respecto al Río Santa, en que meses sucede estos eventos con mayor frecuencia? (Puede marcar varias alternativas)?

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: De los pobladores encuestados el 85% de las múltiples respuestas según su opinión indicaron que recomiendan que los trabajos de protección en defensa ribereña sean realizados en los meses de estiaje, según ellos las épocas de bajo caudal ocurren principalmente entre los meses de Mayo-Junio. El 30% de respuestas considera los meses de Julio-Agosto como temporadas idóneas para implementar defensas ribereñas.

## V. Discusión

1. Cumpliendo el propósito de determinar las zonas vulnerables en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025, con la visita de campo se ha visto el problema más crítico del río Santa es la inundación de áreas contiguos al cauce del río, siendo los más afectados las áreas de cultivo, viviendas cercanas y la infraestructura de las instituciones públicas ubicadas en el Tramo Bocatoma La Huaca - C.P. Vinzos. Se ha buscado una concordancia de la gestión del riesgo de desastre tanto internacionalmente como localmente, haciendo comparación con la tesis de Linco (5) “Diseño de Defensas Fluviales Río Cruces en San José de la Mariquina” quien sugirió realización de un estudio exhaustivo que proponga alternativas que disminuyan los riesgos a los que se podría ver enfrentado el río Cruces el viaducto a causa de obstrucciones o atoramientos acarreados en las crecidas.
2. De acuerdo al objetivo de realizar el diseño de dique enrocado de la ribera del río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025. El diseño de dique está basado en las características del río, en la tesis de Otiniano D. et al. “Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del Río Nepeña, Sector Puente Huambacho –Distrito de Nepeña –Santa- Ancash”, muestra dos tipos de diseño de enrocado debido a que las dimensiones del río son súbitamente variables en ciertos tramos. Sin embargo, en nuestro estudio no se requerirá variar en la sección de dique enrocado de 6.10 m. de altura debido al enorme amplitud del cauce natural en el río Santa.
3. En conformidad con la finalidad de determinar la mejora de la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025. la mejora de la defensa ribereña, en la tesis de Medina J. et al. “Propuesta de una defensa ribereña en el río la leche, tramo 01 km aguas arriba y 01 km aguas bajo de la bocatoma Huaca de la cruz-Íllimo-Lambayeque” ha mostrado un diseño de defensa que abarca 2 km en cada margen destacando la importancia de contar con la información actualizada que nos permita obtener los mejores resultados en el diseño. Para esta tesis debido a las dimensiones del área de estudio y las áreas a proteger se propuso proteger los márgenes de 17.555 km de longitud de estudio.

## **VI. Conclusiones**

1. Se determino que el rio Santa Trano Bocatoma la Huaca C:P: Vinzos desde las progresivas 0+000 hasta 17+555 no cuenta con una estructura de ingeniería visible y permanente que sirva como medida de protección lo que pone en peligro de inundación a las localidades cercanas.
2. Se realizo el diseño de dique enrocado, proponiendo una solución técnica a través de un dique enrocado conformado por un enrocado conformado por rocas de 0.60 m de diámetro mínimo debidamente acomodados con una base inferior de uña de 3.45 m de espesor una base superior de uña de 6.60 m una altura de uña de 2.30 m en apoyo de un dique de fundación de 3.80 m de altura conforman una estructura total de dique enrocado de 6.10 m de altura.
3. Se llega a la conclusión que el diseño de dique enrocado establece una mejora de la defensa ribereña debido a que el 100% de los encuestados esta de acuerdo con la implementación de un sistema de protección adicional para el rio Santa.

## **VII. Recomendaciones**

1. Para una visualización más exacta del problema se recomienda adicionar un análisis de estudios geotécnicos que muestren con mayor detalle el comportamiento de los suelos y las rocas que conforman el flujo del río, también se sugiere para una mayor precisión en los estudios un análisis topográfico más riguroso especialmente en momentos previos y cercanos a la materialización del diseño que sirvan para actualizar el diseño del dique enrocado, pues la naturaleza morfológica del río es cambiante y estas actualizaciones servirían para una mejor administración de los recursos disponibles.
2. Para la conformación del dique enrocado se recomienda la utilización de material propio del lugar que puede ser obtenido mediante la descolmatación para el caso del dique de fundación y el uso de rocas provenientes de una cantera cercana al lugar de estudio para el enrocado de protección.
3. Como el flujo del río Santa es inestable y su caudal es mayor entre los meses de enero y febrero. Entonces considerando la respuesta de los trabajadores de la Bocatoma La Huaca y habitantes del C.P. Vinzos. Se recomienda realizar la implementación de sistemas de defensa ribereña entre los meses mayo y junio para evitar en mayor medida el aumento de caudal en épocas de crecidas.

## Referencias bibliográficas

1. Salhab M, Rentschler J. People in Harm's Way: Flood Exposure and Poverty in 189 Countries. [Internet]. OPEN KNOWLEDGE REPOSITORY; 2020. [Consultado 18 Jul 2025]. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/10986/34655>

2. INDECI. Dirección de Políticas, Planes y Evaluación Sub Dirección de Aplicaciones Estadísticas. BOLETIN ESTADISTICO VIRTUAL DE LA GESTION REACTIVA N° 07 / AÑO 4/ JUL 2017 [Internet] Perú; 2007. [Consultado 18 Mar 2024]; 1(4): 12-15 Disponible en:

<https://portal.indeci.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/201708091706381.pdf>

3. INGEMMET. Evaluación de zonas críticas por peligros geológicos ante el fenómeno El Niño 2023-2024 en las provincias de Huaraz, Carhuaz, Casma, Huaylas, Santa, Yungay, Aija, Recuay, Bolognesi, Huarmey y Ocros, departamento de Áncash. Informe Técnico N° A7460. [Internet] Perú; 2024. [Consultado 18 Mar 2024]; Disponible en:

<https://sigrid.cenepred.gob.pe/sigridv3/documento/16981>

4. Bernex N. Perú: desafíos y oportunidades en la gestión de agua. [Internet] Perú; 2014. [Consultado 18 Mar 2024]; Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12543/3842>

5. Linco N. Diseño de defensas fluviales Río Cruces en San José de La Mariquina. [Internet] Chile; 2015. [Consultado 18 Nov 2023] Disponible en:

<http://biblioteca.cehum.org/handle/123456789/715>

6. Ibarra A. Propuestas de diseño de infraestructura Hidráulica y Sistemas de alerta temprana para reducir los riesgos por inundaciones en la zona el Saltadero, provincia de los Ríos. [Internet] Ecuador; 2022. [Consultado 17 Oct 2023]. Disponible en:

<http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/62974>

7. Cardenas O. Estudios y diseños de las obras de protección de orillas en la margen izquierda del río Cauca en el sector Candelaria en el Distrito de riego Roldanillo - La Unión - Toro. [Internet] Colombia; 2015. [Consultado 17 Sep 2024]. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/10893/7750>

8. Cansaya W. Diseño y Modelamiento de Enrocados para Protección de Talud Vial en Riesgo Carabayllo-Lima. [Internet] Peru; 2022. [Consultado 27 Set 2024]. Disponible en:

<https://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/4949>

9. Martinez L. Diseño de la defensa ribereña en el cauce del río Sisa en el tramo Getsemaní a San Rafael del distrito San Rafael, departamento San Martín 2020. [Internet] Peru; 2020. [Consultado 17 Oct 2023]. Disponible en:

<https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/6035>

10. Medina J. Serrano J. Propuesta de una defensa ribereña en el río la leche, tramo 01 km aguas arriba y 01 km aguas abajo de la bocatoma huaca de la cruz-Íllimo-Lambayeque. [Internet] Peru; 2019. [Consultado 17 Oct 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/6639>

11. Otiniano D. Cielo J. Diseño hidráulico y estructural de la defensa ribereña del Río Nepeña, sector puente Huambacho –distrito de Nepeña – Santa-Ancash. [Internet] Peru;

2016. [Consultado 17 Oct 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.uns.edu.pe/handle/20.500.14278/2718>

12. Azaña J. Modelamiento Hidráulico del Río Loco para la Propuesta de Defensa Ribereña y un Sistema de Alerta Temprana - Moro- Ancash. [Internet] Peru; 2022. [Consultado 17 Oct 2023]. Disponible en:

<http://www.repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/20.500.129076/20424>

13. Fernandez C. Vega N. Modelamiento hidrológico e hidráulico para el prediseño de la defensa ribereña en el tramo km 55+471 al tramo km 58+081 del río Mosna ubicado en el distrito San Marcos – Provincia de Huari – Departamento de Áncash. [Internet] Peru; 2021. [Consultado 17 Oct 2023]. Disponible en:

<https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/9051>

14. Parodi I. Criterio de diseño hidrológico de diques en ríos para niveles máximos bajo condiciones no estacionarias Áncash. [Internet] Peru; 2016. [Consultado 17 Oct 2023]. Disponible en: <https://manglar.uninorte.edu.co/handle/10584/9214>

15. Cerna E. Arredondo J. Capacitaciones CRITERIOS DE DISEÑO DE DIQUES. [Internet] Peru; 2023. [Consultado 11 Dic 2024]. Disponible en:

<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/670642>

16. Saldaña S. Diseño de dique enrocado y defensa ribereña del sector baños de fierro tramo km 102+080 a 202+435, distrito de Andajes - Oyon - Lima. [Internet] Peru; 2022. [Consultado 20 Abr 2025]. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.14067/6100>

17. Chow VT, Maidment DR, Mays LW. Hidrología Aplicada. Colombia: Editorial Nomos S.A.; 2000.

18. Autoridad Nacional del Agua. CAPITULO IV. [Internet]. Peru;. [Consultado 12 Abr 2025]. Disponible en:

[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/Capitulo%204\\_0.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/Capitulo%204_0.pdf)

19. Aparicio F. FUNDAMENTOS DE HIDROLOGÍA DE SUPERFICIE. [Internet]. Mexico;. [Consultado 20 Abr 2025]. Disponible en:

<https://www.campus-virtual.mineria.unam.mx/Mineria/Cursos/DGC/Unidad1/documentos/FundamentosdeHidrologia.pdf>

20. Acosta M. Sierra L. Evaluación de métodos de construcción de curvas IDF a partir de distribuciones de probabilidad y parámetros de ajuste. Revista Facultad de Ingeniería [Internet]. Peru; 2013. [Consultado 12 Abr 2025];22(35):25-33. Disponible en:

<https://doi.org/10.19053/01211129.2512>

21. Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de hidrología, hidráulica y drenaje. [Internet]. Peru; 2018. [Consultado 12 Abr 2025]. Disponible en:

[http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_2950.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_2950.pdf)

22. Universidad Técnica Particular de Loja. Tiempo de concentración de una cuenca. [Internet]. Ecuador;HYDROVLAB;. [Consultado 12 Abr 2025]. Disponible en:

<http://www.hydrovlab.utpl.edu.ec/wiki/tabid/73/language/es-ES/Default.aspx?topic=Tiempo+de+concentraci%26oacute%3Bn+de+una+cuenca>

23. Vasquez L. Diseño de defensas ribereñas y su aplicación en el cauce del río La Leche, distrito de Pacora – Lambayeque [Internet] Peru; 2018. [Consultado 10 Abr 2025]. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.12423/1330>

24. Becerra J. Angulo . Influencia de condiciones climáticas y orografía de la superficie terrestre en la zona para el diseño del sistema de drenaje pluvial en el Centro Poblado de San Pedro. [Internet] Peru; 2021. [Consultado 10 Abr 2025]. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/11458/4000>

25. Villon M, " Hidrología". Costa rica: Editorial Nomos S.A.; 2000.

26. Autoridad Nacional del Agua ANEXO I Criterios para identificar, seleccionar y explotar zonas de extracción de material de acarreo. [Internet] Peru; 2021. [Consultado 10 Abr 2025]. Disponible en:

<https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/RJ%20102-2019-ANA%20-%20Anexo.pdf>

27. Autoridad Nacional del Agua MANUAL: CRITERIOS DE DISEÑOS DE OBRAS HIDRAULICAS PARA LA FORMULACION DE PROYECTOS HIDRAULICOS MULTISECTORIALES Y DE AFIANZAMIENTO. [Internet] Peru; 2010. [Consultado 10 Abr 2025]. Disponible en:

[https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/manual-disenos-1\\_0\\_2.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/normatividad/files/manual-disenos-1_0_2.pdf)

28. French R. Hidráulica de canales abiertos. [Internet] Mexico; 1988. [Consultado 10 Abr 2025]. Disponible en:

[https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/richard\\_french\\_hidraulica\\_canales\\_abiertos\\_-\\_hydroclis\\_compressed\\_compressed-comprimido.pdf](https://sinia.minam.gob.pe/sites/default/files/siar-puno/archivos/public/docs/richard_french_hidraulica_canales_abiertos_-_hydroclis_compressed_compressed-comprimido.pdf)

29. Quinte N. Socavación en obras longitudinales de defensa ribereña según caudales de diseño en un tramo del río Ichu, Huancavelica, Huancavelica. [Internet] Peru; 2021. [Consultado 10 Abr 2025]. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.12394/10523>

30. Toapaxi J. Galiano L. Castro M. Hidalgo X. Valencia N. Análisis de la Socavación en Cauces Naturales. Revista Politécnica. [Internet]. Ecuador; 2015. [Consultado 12 Abr 2025];35(3):83. Disponible en:

[https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/368](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/368)

31. Marin c. Menjivar M. Zavaleta J. Diseño y construcción de un canal hidráulico de pendiente variable para uso didáctico e investigación. [Internet] El Salvador; 2012. [Consultado 10 Abr 2025]. Disponible en:

<https://hdl.handle.net/20.500.14492/17502>

32. Ministerio de Economía y Finanzas Protección frente a Inundaciones Guía simplificada para PIP de servicios de protección frente a inundaciones. [Internet] Peru; 2013. [Consultado 10 Abr 2025]. Disponible en:

[https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv\\_publica/docs/instrumentos\\_metod/prevencion\\_y\\_d\\_esastres/GUIA\\_SERVICIO\\_DE\\_PROTECCION\\_VERSION\\_FINAL\\_JUNIO24.pdf](https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_publica/docs/instrumentos_metod/prevencion_y_d_esastres/GUIA_SERVICIO_DE_PROTECCION_VERSION_FINAL_JUNIO24.pdf)

33. Sandoval W. Diseño de obras Hidrotécnicas Capítulo 5: Presas de Tierra y Enrocamiento [Internet] Ecuador; 2018. [Consultado 10 Abr 2025]. Disponible en:

<http://hdl.handle.net/20.500.14067/6100>

34. CIHDMA Defensas ribereñas. [Internet] Peru;. [Consultado 14 Ago 2024]. Disponible en:

<https://www.cidhma.edu.pe/defensas-riberenas/>

35. Gallardo E. Metodología de la Investigación. [Internet] Peru; 2017. [Consultado 22 Abr 2024]. Disponible en:

<https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/4278>

36. Valderrama S. Pasos para elaborar proyectos de investigación científica: cuantitativa, cualitativa y mixta. Peru: Editorial San Marcos.; 2013.

37. Arias F. EL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN 6a EDICIÓN. [Internet] Venezuela; 2012. [Consultado 22 Abr 2024]. Disponible en:

[https://www.researchgate.net/publication/301894369\\_EL\\_PROYECTO\\_DE\\_INVESTIGACION\\_6a\\_EDICION](https://www.researchgate.net/publication/301894369_EL_PROYECTO_DE_INVESTIGACION_6a_EDICION)

## ANEXOS

### Anexo 01. Documento de autorización para el desarrollo de la investigación

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Vinzos, 17 de septiembre del 2025.

Señora:

ELENA ESTHER REYNA MARQUEZ

Coordinadora de Gestión de Información – Universidad Católica Los Ángeles de  
Chimbote

Asunto: AUTORIZACION PARA REALIZAR INVESTIGACION

REFERENCIA: CARTA N° 0000002315-2025-CGI-VI-ULADECH CATOLICA

Por la presente me dirijo a usted para saludarlo cordialmente como representante del Centro Poblado Vinzos y en atención al documento de referencia mediante el cual solicita autorización para llevar a cabo la investigación titulada "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA - CENTRO POBLADO DE VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH – 2025"

En tal sentido, se declara PROCEDENTE la AUTORIZACION a favor del señor WALTER RHUDOLF CRUZ LOPEZ, identificado con el DNI N° 47576701, estudiante de la carrera profesional de INGENIERIA CIVIL para realizar la investigación de título antes mencionado para fines académicos, así mismo para indicarle que puede realizar las evaluaciones y estudios necesarios para continuar con su trabajo de investigación.

Sin más que agregar me despido de usted.

Atentamente

  
**Rocio Del Pilar Euribe Paico**  
GOBERNADORA DEL CENTRO  
POBLADO VINZOS

Anexo 02. Carta de recojo de datos



Chimbote, 15 de septiembre del 2025

**CARTA N° 0000002315- 2025-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA**

**Señor/a:**

**ROCIO DEL PILAR EURIBE PAICO  
CENTRO POBLADO VINZOS**

**Presente.-**

A través del presente reciba el cordial saludo a nombre del Vicerrectorado de Investigación de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, asimismo solicito su autorización formal para llevar a cabo una investigación titulada DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH - 2025, con la LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: EVALUACIÓN Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS HIDRÁULICAS PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN LOS RÍOS Y EN CANALES, que involucra la recolección de información/datos en BOCATOMA LA HUACA - CENTRO POBLADO VINZOS, a cargo de WALTER RHUDOLF CRUZ LOPEZ, perteneciente al PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL, con DNI N° 47576701, durante el período de 14-07-2025 al 16-11-2025.

La investigación se llevará a cabo siguiendo altos estándares éticos y de confidencialidad y todos los datos recopilados serán utilizados únicamente para los fines de la investigación.

Es propicia la oportunidad para reiterarle las muestras de mi especial consideración.

Atentamente.

  
**Rocio Del Pilar Euribe Paico**  
GOBERNADORA DEL CENTRO  
POBLADO VINZOS





**Mgtr. Elena Esther Reyna Márquez**  
Coordinadora de Gestión de Investigación

16-09-25  
Recibido

Anexo 03. Matriz de consistencia y operacionalización de variables

<b>DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH–2025</b>				
<b>ENUNCIADO DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>METODOLOGIA</b>
<p><b>Descripción del problema</b> A inicios del 2023, entre la temporada de lluvias en adición de eventos mete reológicos como el cambio climático y el fenómeno climatológico inusual denominado como “Ciclón Yaku” ha ocasionado pérdidas humanas y miles de damnificados en diversas partes del Perú incluyendo a la región Ancash donde se ubica el rio Santa. Este tipo de eventos resultaron en una elevación considerable del flujo de agua que pone en riesgo y peligro a miles de personas que habitan a lo largo de su ribera.</p> <p><b>Formulación problema</b> ¿El diseño de dique enrocado mejorará la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash–2025?</p>	<p><b>Objetivo General</b> Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el rio Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash – 2025.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Determinar las zonas vulnerables en el rio Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash–2025.</li> <li>• Realizar el diseño de dique enrocado de la ribera del rio Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash–2025.</li> <li>• Determinar la mejora de la defensa ribereña en el rio Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash–2025.</li> </ul>	<p>Debido al tipo de investigación mostrado la hipótesis <b>no aplica.</b></p>	<p><b>Variable Independiente</b> Diseño de dique enrocado</p> <p><b>Variable Dependiente</b> Mejora de defensa ribereña.</p>	<p><b>Tipo de Investigación</b> Aplicado.</p> <p><b>Nivel de Investigación</b> Exploratorio-descriptivo</p> <p><b>Diseño de Investigación</b> No experimental</p> <p><b>Población y Muestra</b> La <b>Población</b> está dado por la trayectoria del rio tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash.. La <b>Muestra</b> de la investigación son los diferentes tramos del rio tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash–2025.</p>

<b>DISEÑO DE DIQUE ENROCADO PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RIO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH – 2025</b>					
<b>VARIABLE</b>	<b>DEFENICION OPERATIVA</b>	<b>DIMENSIONES</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>ESCALA</b>	<b>CATEGORIA</b>
<b>INDEPENDIENTE: DISEÑO DE DIQUE ENROCADO</b>	Es el diseño del dique enrocado previo estudio de parámetros de las condiciones hidrológicas presentes para que sirvan como defensa ante riesgos y peligros en ríos y canales.	Factores y características de diseño de dique enrocado	Análisis estadístico de máximas avenidas	Nominal	Caudal Volumen Tiempo
			Cálculos geométricos y estructurales preliminares	Nominal	Longitud Area Caudal
			Calculos cálculos de proteccion de enrocado	Nominal	Longitud Area
			Dimensionamiento del dique enrocado	Nominal	Longitud Area
<b>DEPENDIENTE: MEJORA DE DEFENSA RIBEREÑA</b>	Es la proyección de resultados de mejora de las defensas ribereñas a partir del diseño previo con la finalidad de lograr mitigar riesgos y peligros en ríos y canales.	Impacto social y ambiental	Cuestionarios y encuestas	Razón	Descriptivo

## Anexo 4. Ficha de Identificación del Experto

### Experto 1

#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister / Doctor:

..... DELVA FLORES 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: CRUZ LOPEZ WALTER RHUDOLF estudiante del programa académico de INGENIERIA CIVIL de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote con código de estudiante N° 080110101, 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 DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

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

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



Walter Rhudolf Cruz Lopez  
DNI. N° 47576701



ING. C.P. BADA ALAYO DELVA FLOR  
INGENIERIA CIVIL  
REG. COLECCION DE INGENIEROS N° 150057

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO PARA PROCESO DE VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos:

DELVA FLOR BADA ALAYO

N° DNI / CE: 40685812 Edad: 40

Teléfono / celular: 926196642 Email: florba16@hotmail.com

Título profesional:

INGENIERO CIVIL

Grado académico: Maestría:  Doctorado:

Especialidad:

TRANSPORTE CONSERVACIÓN VIAL

Institución en que labora:

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

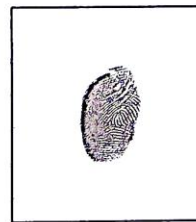
"DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025"

Autor: Walter Rhudolf Cruz Lopez

Programa académico: Ingeniería Civil

  
ING. CIP. BADA ALAYO DELVA FLOR  
INGENIERA CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 150957

Firma



Huella digital

**FICHA DE VALIDACION**

		Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
		Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	
<b>VARIABLE 1: DISEÑO DE DIQUE ENROCADO</b>								
<b>Dimensión 1: Factores y características de diseño de dique enrocado</b>								
1	Análisis estadístico de máximas avenidas	X		X		X		
2	Cálculos geométricos y estructurales preliminares	X		X		X		
3	Cálculos cálculos de protección de enrocado	X		X		X		
4	Dimensionamiento del dique enrocado	X		X		X		
<b>VARIABLE 2: MEJORA DE DEFENSA RIBERENA</b>								
<b>Dimensión 1: Impacto social y ambiental</b>								
1	Cuestionarios y encuestas	X		X		X		

**DISEÑO DE DIQUE ENROCADO PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN EL RIO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGION ANCASH-2025**

Recomendaciones: .....

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

Nombres y Apellidos de experto: Dr / Mg DELVA FLORENTINA OLIVERA

DNI 40685812



*[Handwritten Signature]*

**ING. CIPRIANO ALVARO DELVA FLORENTINA OLIVERA**  
REG. CALIFICACION PROFESIONAL N° 12345

Firma

Huella Digital

## EXPERTO 2

### CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister / Doctor:

..... GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA .....

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: CRUZ LOPEZ WALTER RHUDOLF estudiante del programa académico de INGENIERIA CIVIL de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote con código de estudiante N° 080110101, 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 DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

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

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



Walter Rhudolf Cruz Lopez  
DNI. N° 47576701



GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLECCION DE INGENIEROS N° 73528  
REGISTRADO DE CONSULTOR N° C-5612

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO PARA PROCESO DE VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos:

..... GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA .....

N° DNI / CE: ..... 09147920 ..... Edad: ..... 59 AÑOS .....

Teléfono / celular: ..... 943227728 ..... Email: ..... gfrance73528@hotmail.com .....

Título profesional:

..... INGENIERO CIVIL .....

Grado académico: Maestría: ..... X ..... Doctorado: .....

Especialidad:

..... TRANSPORTE Y CONSERVACION VIAL .....

Institución en que labora:

..... INDEPENDIENTE .....

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

"DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025"

Autor: Walter Rhudolf Cruz Lopez

Programa académico: Ingeniería Civil

  
GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 73528  
REGISTRO DE CONSULTOR N° C-5812

Firma



Huella digital

**FICHA DE VALIDACION**

**DISEÑO DE DIQUE ENROCADO PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN EL RIO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGION ANCASH-2025**

	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	
<b>VARIABLE 1: DISEÑO DE DIQUE ENROCADO</b>							
Dimensión 1: Factores y características de diseño de dique enrocado							
1 Analisis estadístico de máximas avenidas	X		X		X		
2 Cálculos geométricos y estructurales preliminares	X		X		X		
3 Cálculos de protección de enrocado	X		X		X		
4 Dimensionamiento del dique enrocado	X		X		X		
<b>VARIABLE 2: MEJORA DE DEFENSA RIBERENA</b>							
Dimensión 1: Impacto social y ambiental							
1 Cuestionarios y encuestas	X		X		X		



Huella Digital

Firma

*Gonzalo Eduardo France Cerna*

**GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA**  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 73628  
REGISTRO DE CONSULTOR N° C-3872

Opinión de experto: Aplicable ( ) No aplicable ( )

Nombre y Apellidos de experto: Dr / Mg GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA

DNI 99147920

Recomendaciones: .....

### EXPERTO 3

#### CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister / Doctor:

Mgtr. GIOVANA MARLENE ZÁRATE ALEGRE

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: CRUZ LOPEZ WALTER RHUDOLF estudiante del programa académico de INGENIERIA CIVIL de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote con código de estudiante N° 080110101, 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 DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

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

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

Walter Rhudolf Cruz Lopez  
DNI. N° 47576701

Recibido  
  
Giovana Marlene Zárate Alegre  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 112271

FICHA DE IDENTIFICACIÓN DEL EXPERTO PARA PROCESO DE VALIDACIÓN

Nombres y Apellidos:

GIOVANA MARLENE ZARATE ALEGRE

N° DNI / CE: 40644072

Edad: 45 AÑOS

Teléfono / celular: 943183230

Email: MARLENIX\_ING@HOTMAIL.COM

Título profesional:

INGENIERO CIVIL

Grado académico:

Maestría:

Doctorado:

Especialidad:

MAESTRA EN TRANSPORTES Y CONSERVACIÓN VIAL

Institución en que labora:

UNIVERSIDAD CESAR VALLEJO

Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis

Título:

"DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025"

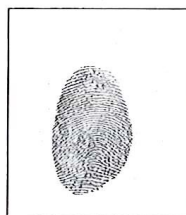
Autor: Walter Rhudolf Cruz Lopez

Programa académico: Ingeniería Civil



Giovana Marlene Zarate Alegre  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.I.P. N° 412871

Firma



Huella digital

**FICHA DE VALIDACION**

**DISEÑO DE DIQUE ENROCADO PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN EL RIO SANTO, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGION ANCASH-2025**

	Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	Cumple	No Cumple	
<b>VARIABLE 1: DISEÑO DE DIQUE ENROCADO</b>							
Dimensión 1: Factores y características de diseño de dique enrocado							
1 Análisis estadístico de máximas avenidas	X		X		X		
2 Cálculos geométricos y estructurales preliminares	X		X		X		
3 Cálculos cálculos de protección de enrocado	X		X		X		
4 Dimensionamiento del dique enrocado	X		X		X		
<b>VARIABLE 2: MEJORA DE DEFENSA RIBERENA</b>							
Dimensión 1: Impacto social y ambiental	X		X		X		
Cuestionarios y encuestas							

Recomendaciones: .....

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

Nombre y Apellidos de experto: **Dr / Mg GIOVANNA MARLENE ZARATE A.**

DNI ..... **40644072**






Huella Digital

*[Firma manuscrita]*

Firma

Anexo 5. Ficha técnica de los instrumentos

DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBERENA EN EL RIO SANTA, TRAMO BOCATOMALA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGION ANCASH-2025									
UBICACION DEL ESTUDIO									
DEPARTAMENTO		MUESTRA		PROGRESIVA					
PROVINCIA	ALTITUD	ANTIGUIDAD	UTM		E				
DISTRITO	LONGITUD			S					
LOCALIDAD	LATITUD								
CONDICION HIDROLOGICA/HIDRAULICA EXISTENTE					DISEÑO DE DIQUE ENROCADO				
FACTORES Y CARACTERISTICAS ACTUALES					DIMENSIONAMIENTO DE DIQUE ENROCADO				
CAUDAL DE AVENIDA MAXIMA	CAUDAL DE DISEÑO	PENDIENTE DE DISEÑO			TIEMPO DE RETORNO				
AREA DE CUENCA ESTUDIADA	DIQUE				ANCHO ESTABLE DE CAUCE				
PENDIENTE DE CUENCA					ENROCADO				
ANCHO DE CAUCE NATURAL	TALUD	SECO	ALTIMETRIA		ALTIMETRIA				
VELOCIDAD DEL AGUA	HUNEDO		DIAMETRO DE ROCA		PESO ESP. ENROCADO				
TIPO DE FONDO DE RIO	ALTIMETRIA		UN. DE ESTABILIDAD		LADO SUPERIOR				
TIPO DE ORILLA DE RIO	CORONA DE DIQUE		LADO INFERIOR		DADOS DEL EVALUADOR				
TIRANTE DE AGUA	BASE DE DIQUE				NOMBRES Y APELLIDOS				
PROFUNDIDAD DE SOCACION					WALTER RHUDOLF				
 Giovanni Martínez Zárate Alegre INGENIERO CIVIL REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 150271					EXPERTO 2				
					EXPERTO 3				
					DNI 47576701 FIRMA				
					 GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA INGENIERO CIVIL REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 73528 REGISTRO DE CONSULTOR N° C-5612				
					 ING. CIP. BADA ALAYO DELVA FLOR INGENIERA CIVIL REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 15009				

**ENCUESTA SOBRE EL ESTADO ACTUAL DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO "SANTA",  
TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA  
DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025**

Nombres y Apellidos \_\_\_\_\_

Marque con una X su respuesta

Seleccione su rango de edad

De 18 a 25 años  De 26 a 35 años  De 36 a 45 años   
De 46 a 55 años  De 56 a 64 años  De 65 a + años

¿Dónde vive actualmente?

C.P. Vinzos  Localidad La Huaca  Otro lugar

¿Cuántas personas integran su familia en el lugar donde vive?

De 1 a 3  De 4 a 6  De 6 a +

¿Dónde trabaja actualmente?

C.P. Vinzos  Localidad La Huaca  Otro lugar

¿Conoce el estado actual del Río Santa, tramo Localidad La Huaca - C.P. Vinzos?

Si  No

¿Conoce los peligros en el que esta expuesto en el Río Santa, tramo Localidad La Huaca - C.P. Vinzos?

Si  No

¿Ha tenido usted o su familia algún tipo de evento climático u otro suceso relacionado con el Río Santa, tramo Localidad La Huaca - C.P. Vinzos?

Si  No

Si la respuesta es Si, indique cuales fueron esos eventos. (Puede marcar varias alternativas)

Lluvias intensas	<input type="checkbox"/>	Huacos	<input type="checkbox"/>
Sismos (Temblor/Terremoto)	<input type="checkbox"/>	Inundaciones	<input type="checkbox"/>
Incendios Forestales	<input type="checkbox"/>	Fenomenos del Niño-Niña	<input type="checkbox"/>
Sequias	<input type="checkbox"/>	Heladas, nieve y/o granizo	<input type="checkbox"/>
Deslizamiento de tierras	<input type="checkbox"/>	Actividad Volcanica	<input type="checkbox"/>

Otros (Escriba su respuesta) \_\_\_\_\_

  
Giovanna Mariene Zarate Alegre  
INGENIERO CIVIL  
REG. C.I.P. N° 112271

  
ING. CIR. BADA ALAYO DELVA FLORES  
INGENIERA CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 15041

  
GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 73528  
REG. FRENDE CONSULTOR N° C-5612

¿De que manera estos eventos lo han perjudicado a usted y a su familia?

Inundacion de vivienda	<input type="checkbox"/>	Humedades en pisos/paredes	<input type="checkbox"/>
Derribe total o parcial de vivienda	<input type="checkbox"/>	Perdidas Humanas	<input type="checkbox"/>
Perdidas laborales o de trabajo	<input type="checkbox"/>	En negocios y comercios locales	<input type="checkbox"/>
Economia familiar	<input type="checkbox"/>	Perdida de cosechas	<input type="checkbox"/>
Perdida de bienes materiales	<input type="checkbox"/>	Transito peatonal y/o vehicular	<input type="checkbox"/>
Otros (Escriba su respuesta)			

¿Cada cuanto tiempo ocurren estos eventos el Rio Santa, tramo Localidad La Huaca - C.P. Vinzos?

Mensualmente	<input type="checkbox"/>	Anualmente	<input type="checkbox"/>	Cada 2-5 años	<input type="checkbox"/>
Cada 6-10 años	<input type="checkbox"/>	Cada 10-25 años	<input type="checkbox"/>	Cada 26-50 años	<input type="checkbox"/>

¿Con respecto al Rio Santa, en que meses sucede estos eventos con mayor frecuencia?

Enero-Febrero	<input type="checkbox"/>	Marzo-Abril	<input type="checkbox"/>	Mayo-Junio	<input type="checkbox"/>
Julio-Agosto	<input type="checkbox"/>	Setiembre-Octubre	<input type="checkbox"/>	Noviembre-Diciembre	<input type="checkbox"/>

Ante un desastre o emergencia relacionado con el Rio Santa, ¿Qué nivel de preparacion se considera usted para prevenir estos eventos?

Muy Preparado	<input type="checkbox"/>	Preparado	<input type="checkbox"/>
Poco Preparado	<input type="checkbox"/>	Nada Preparado	<input type="checkbox"/>

¿Las autoridades o instituciones a cargo de su localidad han planificado y/o realizado algun sistema de defensa ribereña, prevencion y/o proteccion para este tipo de eventos en el Rio Santa, tramo Localidad La Huaca - C.P. Vinzos?

Si  No  No Sabe

¿Cada cuanto tiempo se realiza este tipo de medidas de prevencion de defensas ribereñas en el Rio Santa, tramo Localidad La Huaca - C.P. Vinzos?

Cada 6 meses  Cada año  Cada 2 años a mas

¿Estaria de acuerdo con la implementacion de otro sistema de proteccion para el Rio Santa, tramo Localidad La Huaca - C.P. Vinzos?

Si  No  No Sabe

¿Considerando su conocimientos sobre el lugar, en que temporadas recomendaria usted la implementacion y/o ejecucion de estos sistemas de defensa ribereña?

Enero-Febrero	<input type="checkbox"/>	Marzo-Abril	<input type="checkbox"/>	Mayo-Junio	<input type="checkbox"/>
Julio-Agosto	<input type="checkbox"/>	Setiembre-Octubre	<input type="checkbox"/>	Noviembre-Diciembre	<input type="checkbox"/>

  
Giovanna Mariene Zarate Alegre  
INGENIERO CIVIL  
Reg. C.P. N° 112271

  
ING. CIP. BADA ALAYO DELVA FLOR  
INGENIERA CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 15097

  
GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 73528  
REGISTRO DE CONSULTOR N° C-5612

Anexo 6. Formato de consentimiento informado u otros que corresponda a la investigación



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS**

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: Jhassy Aguirre Alegos

Fecha: 07-10-25

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: Aguirre A.

Firma del investigador (o encargado de recoger información): [Firma]

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS**

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: Rubi Gonzales Moreno

Fecha: 07 - 10 - 25

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: [Firma]

Firma del investigador (o encargado de recoger información): [Firma]

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS**

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: Sabrina Honorio Chavarria

Fecha: 07/10/25

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: Sabrina Honorio Chavarria

Firma del investigador (o encargado de recoger información): Walter Rhudolf Cruz Lopez

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: Julio Bente Angulo

Fecha: 07-10-2025

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: [Firma]

Firma del investigador (o encargado de recoger información): [Firma]

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Ancash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: Cristian Pereda Auspo

Fecha: 04/10/2025

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: 

Firma del investigador (o encargado de recoger información): 

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS**

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: Martza Estela Álvarez

Fecha: 07/10/25

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: Martza

Firma del investigador (o encargado de recoger información): [Firma]

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS**

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: MAURO LIWAN LOPEZ

Fecha: 07-10-25

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: 

Firma del investigador (o encargado de recoger información): 

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS**

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: Yhona Agueda Leonardo

Fecha: 07-10-2025

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: [Firma]

Firma del investigador (o encargado de recoger información): [Firma]

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS**

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Ancash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: Santos Carnero Jaico

Fecha: 07-10-2025

Correo electrónico: 

Firma del participante: \_\_\_\_\_

Firma del investigador (o encargado de recoger información): 

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020



UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS**

La finalidad de este protocolo en Ciencias e Ingeniería, 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 titula "DISEÑO DE DIQUE ENROCADO, PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RÍO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH-2025" y es dirigido por Walter Rhudolf Cruz Lopez, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

El propósito de la investigación es Determinar el diseño de dique enrocado para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo Bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del Santa, región Áncash-2025.

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 15 minutos de su tiempo y constará de 15 preguntas.

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 de correo electrónico, Gmail, Outlook, WhatsApp, Facebook o cualquier otro medio de comunicación que sea de su preferencia. Si desea, también podrá escribir al correo [walter\\_cruz\\_1991@hotmail.com](mailto:walter_cruz_1991@hotmail.com) para recibir mayor 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: Enrique Rojas Ramos Quintana

Fecha: 07/10/25

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: [Firma]

Firma del investigador (o encargado de recoger información): [Firma]

CIEI VERSION 001

Aprobado 24-07-2020

## DECLARACION JURADA

### DECLARACION JURADA

Yo, Walter Rhudolf Cruz Lopez, identificado con Documento Nacional de Identidad (D.N.I.) N° 47576701, nacido el 28/112/1991 en Lima, con domicilio real en Asentamiento Humano "Praderas" Manzana J Lote 7, distrito de Nuevo Chimbote, provincia de Santa, departamento de Ancash.

#### DECLARO BAJO JURAMENTO:

En mi condición de estudiante con código 0801101101 de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

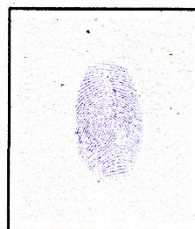
- Que los datos consignados en la tesis titulada "Diseño de dique enrocado, para mejorar la defensa ribereña en el río Santa, tramo bocatoma La Huaca, C.P. Vinzos, distrito Chimbote, provincia del santa, región Ancash-2025"

Doy fe que esta declaración corresponde con la verdad.

17 de julio del 2025.



Walter Rhudolf Cruz Lopez  
D.N.I. 47576701



**PANEL FOTOGRAFICO**











PERÚ

Ministerio  
de Transportes  
y Comunicaciones



## MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE



# INSTITUTO GEOFISICO DEL PERU

BIBLIOTECA DE PERCEPCION REMOTA  
IF-0039-HI  
"Estudio Hidrológico de la Cuena  
del Río Santa"  
1973.

Dpto de  
ANCASH

## ESTUDIO HIDROLOGICO DE LA CUENCA DEL RIO SANTA

PEDRO LAVI ZAMBRANO

ING. GEOLOGO

Reg. del Colegio de Ingenieros 14112



10207

IMPRESA  
Biblioteca

PROYECTO ERTS - A

Primera Etapa

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA

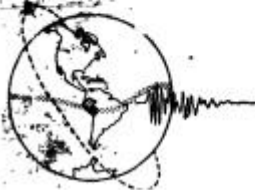


Medardo Molina (U.N.A.)

Eduardo Seminario (I.G.P.)

LIMA - PERU

1973





**MINISTERIO DE AGRICULTURA  
AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA  
DIRECCIÓN DE CONSERVACIÓN Y PLANEAMIENTO  
DE RECURSOS HÍDRICOS**



**“ESTUDIO DE MÁXIMAS AVENIDAS EN LAS  
CUENCAS DE LA VERTIENTE DEL PACÍFICO -  
CUENCAS DE LA COSTA NORTE”**

**INFORME FINAL**

**Msc. Cayo Leonidas Ramos Taípe**

*Asistente: Ing. Marcelo Portuguez Maurtua*

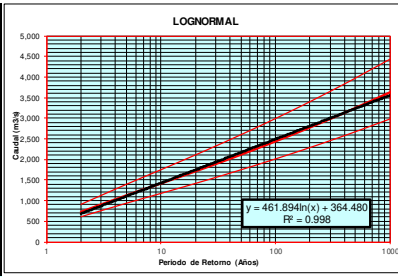
**Lima, Diciembre del 2010**



ANALISIS ESTADISTICO DE MAXIMAS DESCARGAS						
Nombre:	DISEÑO DE DIQUE ENROCADO PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA EN EL RIO SANTA, TRAMO BOCATOMA LA HUACA, C.P. VINZOS, DISTRITO CHIMBOTE, PROVINCIA DEL SANTA, REGIÓN ÁNCASH – 2025					
	Información Básica					
	100.00	Tiempo de Retorno (T <sub>R</sub> )				
	1,957	Inicio de Medicion de Caudales (Año)				
Año	Caudal (Q <sub>x</sub> )	(Q <sub>x</sub> - Q <sub>p</sub> ) <sup>2</sup>	(Q <sub>x</sub> - Q <sub>p</sub> ) <sup>3</sup>	Ln (Q <sub>x</sub> )	( Ln (Q <sub>x</sub> )-Q <sub>y</sub> ) <sup>2</sup>	( Ln (Q <sub>x</sub> )-Q <sub>y</sub> ) <sup>3</sup>
1,957	618.40	6,899	-573,037	6.43	0.03	-0.01
1,958	887.50	34,611	6,438,962	6.79	0.03	0.01
1,959	1,205.00	253,552	127,673,501	7.09	0.24	0.12
1,960	1,650.00	899,727	853,426,913	7.41	0.65	0.52
1,961	1,078.00	141,782	53,386,544	6.98	0.14	0.05
1,962	1,170.00	219,529	102,858,166	7.06	0.21	0.10
1,963	607.00	8,923	-842,849	6.41	0.04	-0.01
1,964	350.00	123,524	-43,413,957	5.86	0.56	-0.41
1,965	482.00	48,163	-10,569,849	6.18	0.18	-0.08
1,966	925.00	49,970	11,170,256	6.83	0.05	0.01
1,967	403.50	88,780	-26,453,056	6.00	0.36	-0.22
1,968	922.00	48,638	10,726,535	6.83	0.05	0.01
1,969	1,186.00	234,779	113,759,507	7.08	0.23	0.11
1,970	285.66	172,890	-71,887,745	5.65	0.90	-0.85
1,971	811.17	12,036	1,320,485	6.70	0.01	0.00
1,972	548.07	23,529	-3,609,067	6.31	0.09	-0.03
1,973	415.38	81,842	-23,413,402	6.03	0.33	-0.19
1,974	431.27	73,003	-19,724,680	6.07	0.29	-0.15
1,975	377.61	104,879	-33,965,148	5.93	0.45	-0.30
1,976	352.12	122,039	-42,633,071	5.86	0.55	-0.40
1,977	424.44	76,740	-21,258,640	6.05	0.30	-0.17
1,978	337.29	132,620	-48,296,327	5.82	0.61	-0.48
1,979	931.10	52,734	12,109,887	6.84	0.05	0.01
1,980	369.84	109,972	-36,469,004	5.91	0.48	-0.33
1,981	780.82	6,298	499,802	6.66	0.00	0.00
1,982	718.08	276	4,590	6.58	0.00	0.00
1,983	796.08	8,953	847,116	6.68	0.01	0.00
1,984	1,225.05	274,146	143,539,991	7.11	0.26	0.13
1,985	396.00	93,306	-28,501,319	5.98	0.39	-0.24
1,986	463.32	56,711	-13,505,153	6.14	0.22	-0.10
1,987	505.15	38,538	-7,565,371	6.22	0.14	-0.05
1,988	485.34	46,708	-10,094,564	6.18	0.17	-0.07
1,989	592.62	11,846	-1,289,350	6.38	0.05	-0.01
1,990	228.93	223,285	-105,508,972	5.43	1.37	-1.60
1,991	840.92	19,449	2,712,344	6.73	0.02	0.00
1,992	204.63	246,840	-122,637,873	5.32	1.64	-2.11
1,993	1,250.00	300,896	165,053,160	7.13	0.28	0.15
1,994	684.00	305	-5,323	6.53	0.01	0.00
1,995	366.40	112,266	-37,615,730	5.90	0.49	-0.34
1,996	730.22	827	23,787	6.59	0.00	0.00
1,997	450.00	63,232	-15,900,437	6.11	0.24	-0.12
1,998	935.00	54,541	12,737,416	6.84	0.06	0.01
1,999	1,032.00	109,256	36,113,560	6.94	0.11	0.04
2,000	637.00	4,155	-267,843	6.46	0.02	0.00
2,001	764.81	4,013	254,232	6.64	0.00	0.00
2,002	545.00	24,480	-3,830,132	6.30	0.09	-0.03
2,003	454.90	60,792	-14,988,916	6.12	0.23	-0.11
2,004	291.67	167,928	-68,815,377	5.68	0.86	-0.80
2,005	374.93	106,622	-34,815,373	5.93	0.46	-0.31
2,006	849.57	21,936	3,248,996	6.74	0.02	0.00
2,007	592.50	11,872	-1,293,620	6.38	0.05	-0.01
2,008	433.77	71,658	-19,182,209	6.07	0.28	-0.15
2,009	758.77	3,284	188,227	6.63	0.00	0.00
2,010	499.20	40,909	-8,274,331	6.21	0.15	-0.06
2,011	503.03	39,375	-7,813,128	6.22	0.15	-0.06
2,012	617.53	7,044	-591,233	6.43	0.03	-0.01
2,013	669.83	1,000	-31,646	6.51	0.01	0.00
2,014	723.30	477	10,417	6.58	0.00	0.00
2,015	888.90	35,134	6,585,424	6.79	0.03	0.01
2,016	460.80	57,917	-13,938,440	6.13	0.22	-0.10
2,017	685.00	271	-4,460	6.53	0.01	0.00
2,018	552.70	22,130	-3,292,020	6.31	0.08	-0.02
2,019	517.70	33,768	-6,205,205	6.25	0.13	-0.04
2,020	308.50	154,418	-60,680,132	5.73	0.76	-0.66
2,021	517.66	33,783	-6,209,258	6.25	0.13	-0.04
2,022	569.18	17,498	-2,314,659	6.34	0.07	-0.02
2,023	2,212.48	2,283,180	3,449,929,753	7.70	1.21	1.33
2,024	787.37	7,380	634,051	6.67	0.00	0.00
2,025	1,328.84	393,605	246,939,793	7.19	0.35	0.20
Suma =	46,997.85	8,393,472	4,383,911,509	442.403	17.616	-7.879

DISTRIBUCION LOGNORMAL DE DOS PARAMETROS

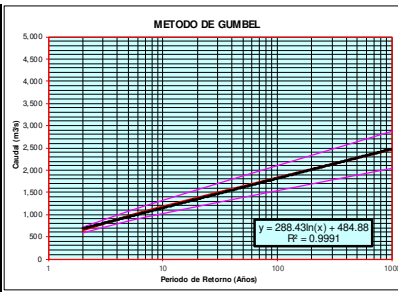
Parametros Estadísticos	
Campo Normal	
N =	67.00
$Q_x =$	701.46
$S_x =$	356.61
$C_x =$	1.51
$Cv =$	0.51
Campo Transformado	
$Q_y =$	6.60
$S_y =$	0.52
$C_{y1} =$	-0.89
$C_{y2} =$	0.08
$K = F(1-1/T_R)$	
$K = F$	0.99
$K = Z$	2.33
$Q_{ESP} = \text{Exp}(Q_y + K S_y)$	
$Q_{ESP} =$	2,452.57
Intervalo de Confianza	
	2,008.29
	2,955.15



$T_R$ (Años)	Probabilidad	$F(1-1/T_R)$	$K = Z$	$Q_{ESP}$	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	0.5000		737.33	603.76	900.44
5	0.2000	0.8000	0.8416	1,138.92	932.60	1,390.88
10	0.1000	0.9000	1.2816	1,429.55	1,170.59	1,745.81
25	0.0400	0.9600	1.7507	1,821.63	1,491.64	2,224.63
50	0.0200	0.9800	2.0537	2,130.39	1,744.46	2,601.69
75	0.0133	0.9867	2.2164	2,317.10	1,897.35	2,829.70
100	0.0100	0.9900	2.3263	2,452.57	2,008.29	2,955.15
150	0.0067	0.9933	2.4747	2,647.99	2,168.30	3,233.80
200	0.0050	0.9950	2.5758	2,789.96	2,284.55	3,407.17
300	0.0033	0.9967	2.7131	2,994.93	2,452.39	3,657.49
400	0.0025	0.9975	2.8070	3,143.93	2,574.40	3,839.46
500	0.0020	0.9980	2.8782	3,261.61	2,670.76	3,983.17
1000	0.0010	0.9990	3.0902	3,639.27	2,980.01	4,444.38

DISTRIBUCION DE GUMBEL O EXTREMA TIPO I

Parametros Estadísticos	
Campo Normal	
N =	67.00
$Q_x =$	701.46
$S_x =$	356.61
$C_x =$	1.51
$Cv =$	0.51
Campo Transformado	
$Q_y =$	6.60
$S_y =$	0.52
$C_{y1} =$	-0.89
$C_{y2} =$	0.08
$K_T = T_R/(T_R - 1)$	
$K_T =$	1.0101
$\text{Ln}[\text{Ln}(K_T)] =$	-4.60
$K_T =$	3.14
$Q_{ESP} = Q_y + K_T S_y$	
$Q_{ESP} =$	1,820.04
Intervalo de Confianza	
	1,538.85
	2,101.24



$T_R$ (Años)	Probabilidad	$\text{Ln Ln } T_R / (T_R - 1)$	$K_T$	$Q_{ESP}$	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000	-0.3665	-0.16	642.88	577.10	708.65
5	0.2000	-1.4999	0.72	958.03	847.26	1,068.80
10	0.1000	-2.2504	1.30	1,166.69	1,017.07	1,316.30
25	0.0400	-3.1985	2.04	1,430.32	1,228.60	1,632.05
50	0.0200	-3.9019	2.59	1,625.91	1,394.52	1,867.29
75	0.0133	-4.3108	2.91	1,739.59	1,474.93	2,004.24
100	0.0100	-4.6001	3.14	1,820.04	1,538.85	2,101.24
150	0.0067	-5.0073	3.45	1,933.25	1,628.70	2,237.80
200	0.0050	-5.2958	3.68	2,013.47	1,692.34	2,334.61
300	0.0033	-5.7021	4.00	2,126.44	1,781.89	2,471.00
400	0.0025	-5.9902	4.22	2,206.55	1,845.36	2,567.74
500	0.0020	-6.2136	4.39	2,268.67	1,894.56	2,642.77
1000	0.0010	-6.9073	4.94	2,461.54	2,047.26	2,875.81

DISTRIBUCION LOG - PEARSON III O GAMA DE TRES PARAMETROS

Parametros Estadísticos	
Campo Normal	
N =	67.00
$C_x =$	1.51
$Cv =$	0.51
Campo Transformado	
$Q_y =$	6.60
$S_y =$	0.52
$C_{y1} =$	-0.89
$K = F(1-1/T_R)$	
$K = F$	0.9900
$Z =$	2.33
$Z^2 - 1 =$	4.41
$Z^2 - 6Z =$	-1.37
$C_0/b =$	-0.15
$K_T =$	1.676
$Q_{ESP} = \text{Exp}(Q_y + K_T S_y)$	
$Q_{ESP} =$	1,752.38
Intervalo de Confianza	
	1,491.84
	2,058.43



$K_T = Z + (Z^2 - 1) (C_{y1}/b) + (1/3) (Z^2 - 6Z) (C_{y2}/b)^2 - (Z^2 - 1) (C_{y1}/b)^3 + Z (C_{y2}/b)^4 + (1/3) (C_{y2}/b)^5$

$T_R$ (Años)	Probabilidad	$Z$	$K_T$	$Q_{ESP}$	Intervalo de confianza	
					(-)	(+)
2	0.5000		0.1454	794.85	716.08	882.29
5	0.2000	0.8416	0.8516	1,144.80	1,014.14	1,292.29
10	0.1000	1.2816	1.1475	1,333.93	1,167.00	1,524.74
25	0.0400	1.7507	1.4133	1,530.24	1,321.35	1,772.15
50	0.0200	2.0537	1.5597	1,650.48	1,414.12	1,826.34
75	0.0133	2.2164	1.6396	1,712.06	1,461.18	2,006.02
100	0.0100	2.3263	1.6757	1,752.38	1,491.84	2,058.43
150	0.0067	2.4747	1.7329	1,804.94	1,531.63	2,127.02
200	0.0050	2.5758	1.7695	1,839.46	1,557.66	2,172.25
300	0.0033	2.7131	1.8164	1,884.57	1,591.55	2,231.54
400	0.0025	2.8070	1.8467	1,914.26	1,613.78	2,270.68
500	0.0020	2.8782	1.8686	1,936.05	1,630.06	2,299.48
1000	0.0010	3.0902	1.9291	1,997.51	1,675.83	2,380.94

RESULTADOS CAUDAL DE DISEÑO		
METODO	R <sup>2</sup>	Q(m <sup>3</sup> /s)
LOG NORMAL	0.99791	2,452.57
GUMBEL	0.99912	1,820.04
LOG PEARSON	0.94648	1,752.38
CAUDAL ELEGIDO >>>>>>>>>>	Q(m <sup>3</sup> /s) =	2,452.57

### CALCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACION (Tc)

INFORMACION DE LA CUENCA		
L =	17.56	Longitud de cauce principal (Km)
S <sub>J</sub> =	0.0020	Pendiente de la cuenca (Manning)
H =	34.84	Diferencia de Cotas (m)
A =	400.00	Area (Km <sup>2</sup> )

Formula de R. Temez		
<b>Tc = 0.3 ( L / S<sub>J</sub><sup>0.25</sup>)<sup>0.75</sup></b>		
<b>Tc = Tiempo de concentracion(horas)</b>		
L =	17.56	Longitud de cauce principal (Km)
S <sub>J</sub> =	0.0020	Pendiente media del tramo (m/100 m)
<b>Tc =</b>	<b>5.3627</b>	<b>horas</b>

Formula de la Soil Conservation Service of California		
<b>Tc = (0.871( L<sup>3</sup> /H))<sup>0.385</sup></b>		
<b>Tc = Tiempo de concentracion(horas)</b>		
H =	34.84	Diferencia de Cotas (m)
L =	17.56	Longitud de cauce principal (Km)
<b>Tc =</b>	<b>6.6144</b>	<b>horas</b>

Formula de Kirpich		
<b>Tc = 0.06628 (L<sup>0.77</sup>)(Sk<sup>-0.385</sup>)</b>		
L =	17.56	Longitud del cauce (Km)
H =	34.84	Diferencia de cotas extremas (m)
Sk =	0.0020	Pendiente media cauce principal (manning)
<b>Tc =</b>	<b>6.5995</b>	<b>horas</b>

EVALUACION RESULTADOS	
Metodo	Tc (Horas)
Formula de R. Temez	5.3627
Soil Conservation service of California	6.6144
Formula de Kirpich	6.5995
Promedio	6.1922
<b>RESULTADO ELEGIDO Tc &gt;&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;&gt;</b>	<b>6.6144</b>











## PLANOS

