



Protección para los márgenes del río Moche: estructura sostenible

Protection for the banks of the Moche river: sustainable structure

Fabian Alberto Alva, Keren Guzman Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

RECIBIDO: 20 de abril de 2024.

ACEPTADO: 31 de mayo de 2024.

Resumen

Esta investigación tiene como objetivo realizar una propuesta de una estructura sostenible para la protección del río Moche en Trujillo, La Libertad. La metodología utilizada se enfocó en cuantificar las variables biológicas, topográficas, hidrológica, hidráulicas, estructurales y ambientales según las teorías más eco amigables utilizadas en la literatura internacional, así como normas técnicas E030, ley de recursos hídricos y la ley del impacto ambiental. Como análisis y procesamiento de las variables se utilizó modelos matemáticos ArcGIS pro HEC RAS y Gawac 3.0 y estadísticos SPSS29. Como principales resultados se alcanzó que existen condiciones favorables para ejecutar la estructura sostenible. La máxima avenida 643.47 m³/s para un periodo de retorno de 140 años y un tirante máximo del agua 7.62. Las dimensiones de la estructura del gavión oscilaron entre 4 y 8 metros en concordancia con la topografía del margen del río. El muro de gavión tuvo un 58% de impactos negativos directo e indirecto, mientras que el 78% fueron impactos positivos al medio ambiente. Se concluye que los gaviones son una estructura sostenible para el cuidado y protección del medio ambiente y la sociedad.

Palabras clave: Gavión eco-amigable, impacto ambiental, hidráulica fluvial, socavación general, defensa ribereña, hidráulica.

Cómo citar

M. A. Morales Virhuez, F. A. Alva Rodríguez, K. C. Guzmán Chuquispuma, A. C. Saravia Torres, K. S. Fernández Solórzano, y M. López Silva, «Protección para los márgenes del río moche Estructura sostenible», *Perfiles_Ingenieria*, vol. 20, n.º 21, pp. 58-94, jun. 2024.

Abstract

This research aims to make a proposal for a sustainable structure for the protection of the Moche River in Trujillo, La Libertad. The methodology used focused on quantifying the biological, topographic, hydrological, hydraulic, structural and environmental variables. According to the eco-friendliest theories used in international literature, as well as technical standards E030, water resources law and the environmental impact law. ArcGIS pro HEC-RAS and Gawac 3.0 mathematical models were used to analyze and process the variables; and SPSS29 statistics. The main results were that favorable conditions exist to execute the sustainable structure. The maximum flood 643.47 m³/s for a return period of 140 years and a maximum water depth of 7.62. The dimensions of the gabion structure ranged between 4 and 8 meters in accordance with the topography of the river bank. The gabion wall had 58% direct and indirect negative impacts, while 78% were positive impacts to the environment. It is concluded that gabions are a sustainable structure for the care and protection of the environment and society.

Keywords: eco-friendly gabion, environmental impact, river hydraulics, general scour, riverside defense, hydraulics.

© Los autores. Este artículo Open Access está publicado bajo la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC-BY 4.0).



1. Introducción

La gestión eficiente de los recursos hídricos es una preocupación constante en la planificación urbana y el desarrollo sostenible. En este contexto, el proyecto titulado “Propuesta de una defensa ribereña para reducir el riesgo por inundaciones y la erosión en los márgenes del río Moche” se suma a la discusión sobre la importancia de implementar medidas preventivas para mitigar los efectos adversos de eventos naturales, especialmente en zonas propensas a inundaciones y erosión.

Zevallos (2015) indica los criterios para optar por el diseño de construcción de protección ribereña siendo estas estructuras elaboradas dentro del cauce del río lo cual contribuiría al control de la trayectoria natural del río. Como consecuencia de las inundaciones se propone un diseño que sea favorable para la sociedad y adecuado para la economía. No obstante, realizar un diseño de obras en los ríos en general requieren grandes inversiones (p.41).

El río Moche, como tantos otros cuerpos de agua, representa un elemento vital para las comunidades que dependen de sus recursos. Sin embargo, la creciente frecuencia e intensidad de eventos climáticos extremos plantea desafíos significativos en términos de seguridad y bienestar de las poblaciones ribereñas. En este contexto, la propuesta presentada en el proyecto busca no solo reducir el riesgo de inundaciones, sino también abordar la erosión que afecta los márgenes del río, que compromete la estabilidad de las tierras adyacentes.

Este proyecto explora en detalle la viabilidad y los beneficios de una defensa ribereña como estrategia integral para proteger las zonas vulnerables a lo largo del río Moche. Se examinan las técnicas y tecnologías actuales, considerando tanto aspectos ingenieriles como ambientales, con el objetivo de proponer soluciones sostenibles que minimicen los impactos negativos en el ecosistema circundante.

Al abordar este tema crítico, el proyecto no solo contribuye al conocimiento científico y técnico, sino que también ofrece una perspectiva aplicada que puede ser de utilidad para las autoridades locales, los planificadores urbanos y las comunidades afectadas. La importancia de establecer defensas ribereñas efectivas

y adaptadas a las características específicas del río Moche se presenta como una medida clave para fortalecer la resiliencia de la región frente a los desafíos ambientales actuales y futuros.

2. Objetivo

Proponer un diseño de defensa ribereña para poder reducir el riesgo por inundaciones y erosión en los márgenes de un tramo del río Moche, en Trujillo.

3. Fundamentos teóricos

3.1 Ubicación del Proyecto

El río Moche se ubica en la costa norte del Perú, nace en la Laguna Grande sobre los 3.988m, próximo a la divisoria de las aguas continentales, en las cercanías del pueblo de Quiruvilca, a la altura de la localidad de San Juan, distrito de Santiago de Chuco. A unos 14 km de su origen, toma el nombre de río Moche hasta su desembocadura en la vertiente del Pacífico.

3.2 Defensa Ribereña

Una defensa ribereña se define como una estructura construida e implementada para proteger la margen derecha e izquierda de las áreas adyacentes a un río. Permite reducir la erosión, socavamiento y desbordes producidos por la dinámica hidrológica (Meléndez, 2020, p. 1). Las defensas ribereñas adecuadas para la protección de los márgenes de diversos cauces se definen de acuerdo con factores zonales y económicos, así como condiciones ambientales y sociales.

3.3 Cuenca Hidrográfica

La cuenca es un sistema de captación y concentración de aguas superficiales en el que interactúan recursos naturales y asentamientos humanos dentro de un complejo de relaciones, donde los recursos hídricos aparecen como factor determinante. El territorio de la cuenca facilita la relación entre sus habitantes, independientemente de si estos se agrupan allí en comunidades delimitadas por

razones político-administrativas, debido a su dependencia común a un sistema hídrico compartido, a los caminos y vías de acceso y al hecho de que deben enfrentar peligros comunes (García, W., 2007). La diferencia entre una cuenca hidrológica a una cuenca hidrográfica, se basan en los tipos de aguas que abarcan cada una, debido a que la primera se refiere únicamente a las aguas superficiales, mientras que la segunda contempla a las aguas subterráneas o acuíferos.

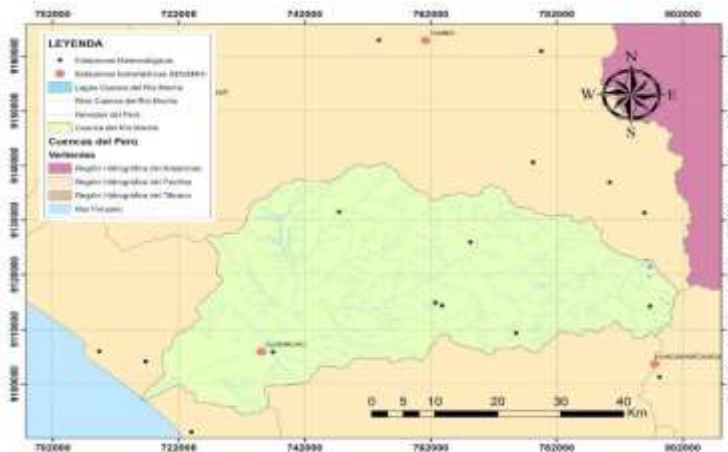
a. Datos Morfológicos

El distrito de Moche se encuentra dentro de la cuenca del río Moche, tiene una longitud 110 km, y se origina cerca de Quiruvilca en los andes de La Libertad, en el cerro Pelón Chico ubicado a 4,450 m.s.n.m.

Su cuenca tiene un área total de drenaje, hasta su desembocadura en el Océano Pacífico, de 2 708 km². La longitud máxima de recorrido, desde sus nacientes hasta su desembocadura, es de 102 km, y una pendiente promedio de cauce de 4%. La pendiente del cauce en sus afluentes es aún más pronunciada llegando a un valor de 16 %, en el caso de la quebrada La Cuesta.

Figura 1.

Cuenca del Río Moche



Nota: Delimitación de la cuenca del Río Moche a través de ArcMap. Elaboración propia

4. Metodología

4.1 Parámetros Morfológicos

Con la delimitación de la cuenca se realiza la toma de los parámetros morfológicos de dicha cuenca. Los datos obtenidos fueron de área, perímetro, pendiente del cauce, orden de los ríos y densidad de drenaje.

4.2 Caudal de Diseño

Para el cálculo del caudal de diseño primero se determinó el periodo de retorno a través de la siguiente fórmula.

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

R: riesgo, N: vida útil y T: tiempo de retorno

Teniendo en cuenta que el riesgo para una obra de defensa ribereña es de 25% y la vida útil es de 40 años. Por lo tanto, al reemplazar en la formula, se puede decir que el tiempo de retorno para una defensa ribereña es de 140 años.

También se empleó el registro de caudal máximo mensual para cada año, entre los años 1950 y 2019. Finalmente, con el programa River, se procesan los datos obtenidos anteriormente y nos determina el caudal de diseño a trabajar.

4.3 Cálculo del ancho de encauzamiento

La obtención del ancho de encauzamiento estable del río se calculó utilizando el programa Rover, para ello se usaron los siguientes métodos:

- Método de Simons y Henderson

$$B = K_1 \cdot Q^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(2)$$

Fondo y Orillas del cauce de grava K1=2.90

- Método de Petit

$$B = 4.44 \cdot Q^{0.5} \dots\dots\dots(3)$$

- Método de Blench y Altunin $B = 1.81(Q \cdot F_s)^{\frac{1}{2}} \dots\dots\dots(4)$



0.80 - Mat. Finos ($D_m < 0.50$ mm) - 0.10 Mat. Suelos

- Método de Manning y Strickler

$$B = \left(\frac{Q}{2}\right)^{\frac{1}{S_5}} (n \cdot K_{\frac{2}{3}})^{\frac{3}{(3+5m)}} \dots \dots \dots (5)$$

16 – Mat. Fácilmente erosionable (k) - 1.00 - Río de Cauces montañosos (m)

4.4 *Estimación de la socavación general*

Para esta estimación se utilizó el método de Lacey.

$$D_s = 1.35 \cdot (q_f)^{\frac{1}{2}} \dots \dots \dots (6)$$

$$Dsa = ksa \cdot Da \dots \dots \dots (7)$$

$$dsa = Dsa - y_{max} \dots \dots \dots (8)$$

Factor (f) de Lacey:

$$f = 1.76 + D_{50}^{0.5} \dots \dots \dots (9)$$

4.5 *Estimación de la velocidad crítica del flujo*

En la tabla 1, se muestran las formulaciones empíricas en función de la h_s la profundidad de equilibrio y diámetro medio de la partícula.

Maza Álvarez y Echevarría Alfaro (1973):

$$V_c = 3.62 \cdot d_{50}^{0.200} \cdot h_s^{0.275} \dots \dots \dots (10)$$

Lischtvan-Lebediev (1959):

$$V_c = 4.70 \cdot d_{50}^{0.280} \cdot h_s^z \dots \dots \dots (11)$$

$$Z = \frac{0.223}{d_{50}} ; 2.8 < d_{50} [mm] < 182 \dots \dots \dots (12)$$

Laursen (1963):

$$V_c = 6.19 \cdot d_{50}^{0.333} \cdot h_s^{0.167} \dots \dots \dots (13)$$

Maza Álvarez y García Flores:

$$V_c = 6.05 \cdot d_{50}^{0.350} \cdot h_s^{0.150} \dots\dots\dots(14)$$

Neill (1980):

$$V_c = 4.16 \cdot d_{50}^{0.250} \cdot h_s^x \dots\dots\dots(15)$$

$$X = \frac{0.125}{d_{50}^{0.180}} ; 0.3 < d_{50}[mm] < 30 \dots\dots\dots(16)$$

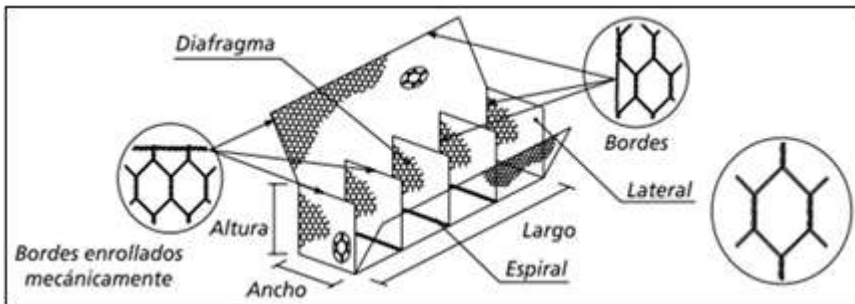
$$V_c = 6.35 \cdot d_{50}^{0.167} \cdot h_s^{0.333} ; d_{50}[mm] > 30 \dots\dots\dots(17)$$

4.6 Uso del Software GAWAC 3.0

El Gawac, ofrece a los ingenieros proyectistas un instrumento rápido y confiable para realizar los análisis necesarios para el diseño de muros de contención en gaviones. Para iniciar con el uso del software, dependemos de los datos hidráulicos, topográficos, geológicos, etc. Estos datos nos brindan la información necesaria para el buen diseño del muro de contención de aviones.

Figura 2.

Gaviones tipo caja



Nota: La figura representa las especificaciones de los gaviones tipo caja. Fuente: COMISUR.

Las dimensiones de los gaviones caja son estandarizadas.

Tabla 1.

Dimensionamiento estándar de los gaviones tipo caja

	Gaviones Caja con Diafragmas				
Largo (m)	Dimensiones Estándar		Volumen	Diafragma	
	Ancho (m)	Alto (m)			
1.5	1	0.5	0.7		
2	1	0.5	1	1	
3	1	0.5	1.5	2	
4	1	0.5	2	3	
1.5	1	0.5	1.5		
2	1	0.5	2	1	
3	1	0.5	3	2	
4	1	0.5	4	3	

Nota: Elaboración propia

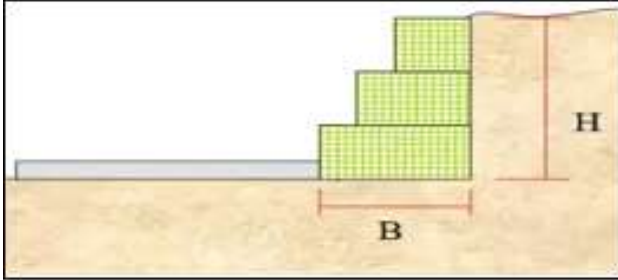
En las características de los materiales en la malla, no se permiten más grandes para evitar que el gavión se vaya a deformar.

a. Dimensionamiento del gavión

El primer paso es hallar la altura. Este dato consta de los valores o datos hídricos, como el tirante máximo (Y_{max}). Los valores correspondientes son de $H = Y_{max} + 1.00$ m.

Figura 3.

Dimensionamiento del H total de nuestro muro de contención

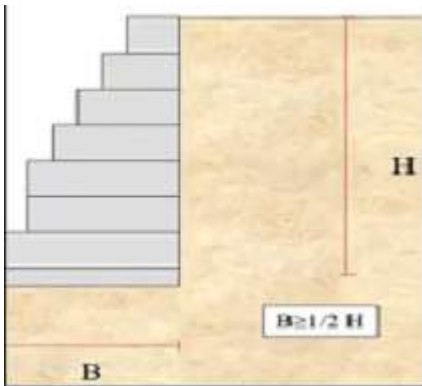


Nota: Elaboración propia

El segundo paso es hallar la base relacionada a la H. Los valores correspondientes son $B \geq \frac{1}{2} * H$.

Figura 4.

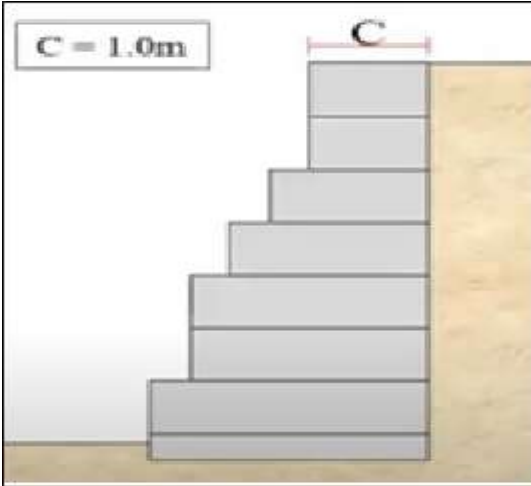
Dimensionamiento de la base del muro de contención



Nota: Elaboración propia

Figura 5.

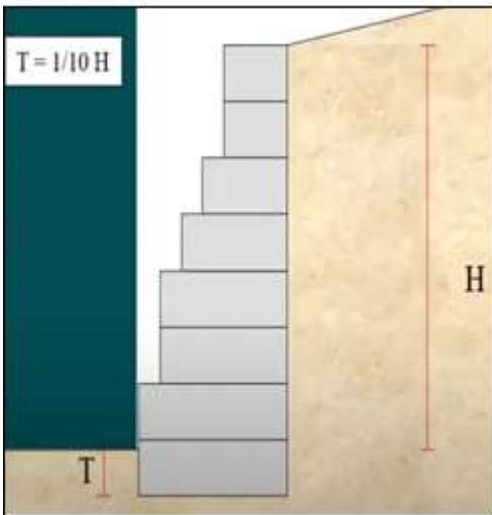
Dimensionamiento de corona del muro de contención



Nota: Elaboración propia

Figura 6.

Dimensionamiento de pie enterrado



Nota: Elaboración propia

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

5. RESULTADOS

5.1 Parámetros morfométricos y caudal de diseño

De la delimitación de la cuenca del río Moche en el software ArcMap se obtuvieron los siguientes parámetros:

- Área: 2022.6042 Km²
- Perímetro: 329.16 Km
- Longitud del río: 107.786 Km
- Densidad de drenaje: 0.6521 Km/km²

Con el programa River se obtuvo el siguiente caudal de diseño:

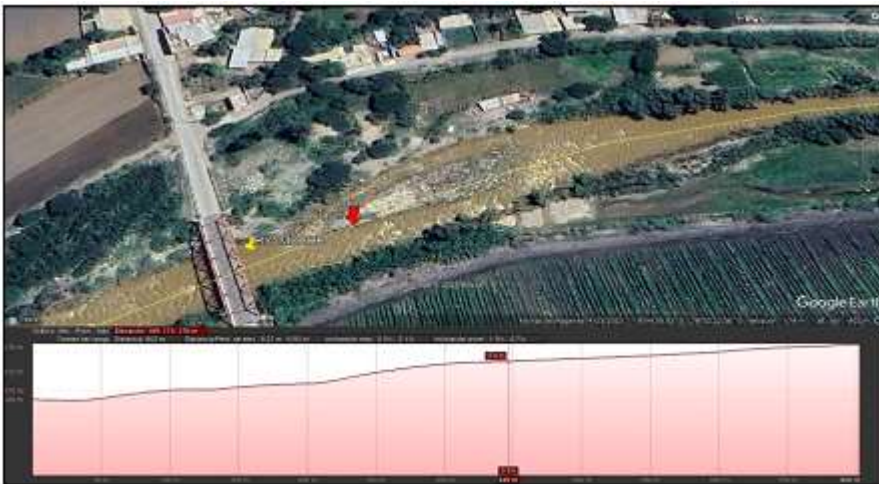
- Qdiseño: 643.47 m³/s

5.2 Área de ubicación de la defensa ribereña

Elegimos un tramo de 1.9 km del río Moche, que es aledaño a la población.

Figura 7.

Delimitación del área de estudio



Nota: Elaboración propia

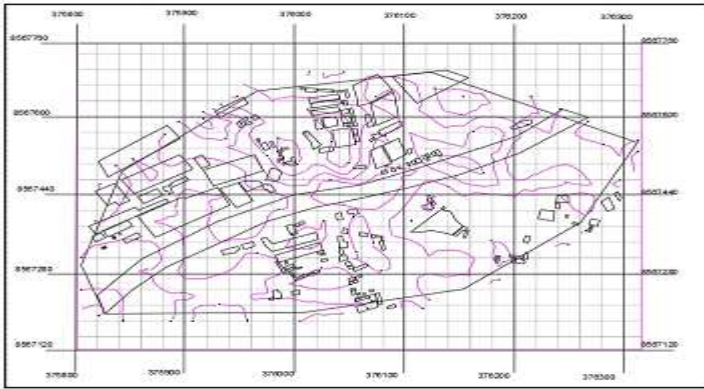
CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

5.3 Plano topográfico

Figura 8.

Plano topográfico de área de estudio

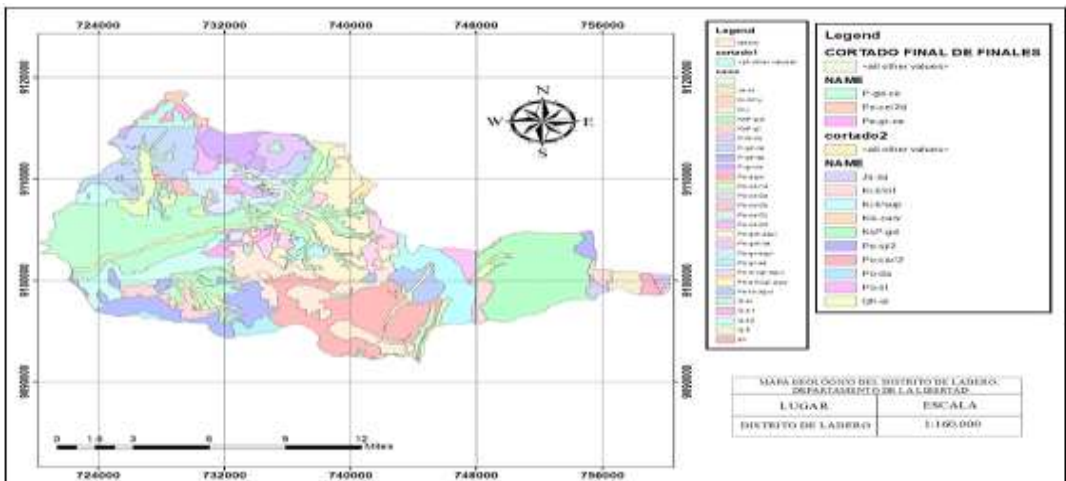


Nota: La figura muestra un plano detallado de curvas de nivel y lotización de las comunidades a los bordes del río Moche. Elaboración propia

5.4 Plano geológico

Figura 9.

Mapa geológico de la cuenca del río Moche



Nota: Elaboración propia

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Q-fl = DEPÓSITO FLUVIAL, gravas, arenas, limos y arcillas, polimícticos que forman el cauce de los ríos.

Qh-al = DEPÓSITO ALUVIAL, acumulaciones de clastos, gravas, arenas, limos y arcillas sub redondeados poco clasificados, que forman terrazas.

KsP-gd = GRANODIORITA

Js-si = FORMACIÓN SIMBAL, calizas grises laminadas con intercalaciones de lutitas y areniscas grises con un espesor promedio 50 m.

5.5 Ancho de encauzamiento

Utilizando el programa River se pudo obtener el ancho de encauzamiento por diferentes métodos, para ello se precisa que nuestro caudal de diseño es $Q_{\text{diseño}}=643.47 \text{ m}^3/\text{s}$, $T=140$ años y $\text{Pendiente}=0.0076$.

Tabla 2.

Tabla de anchos de encauzamiento

<i>Recomendación Práctica</i>	78.16
<i>Método de Petits</i>	112.64
<i>Método de Simons y Henderson</i>	73.57
<i>Método de Blench y Altunin</i>	159.06
<i>Método de Manning y Strickler</i>	119.03

Nota: Elaboración propia

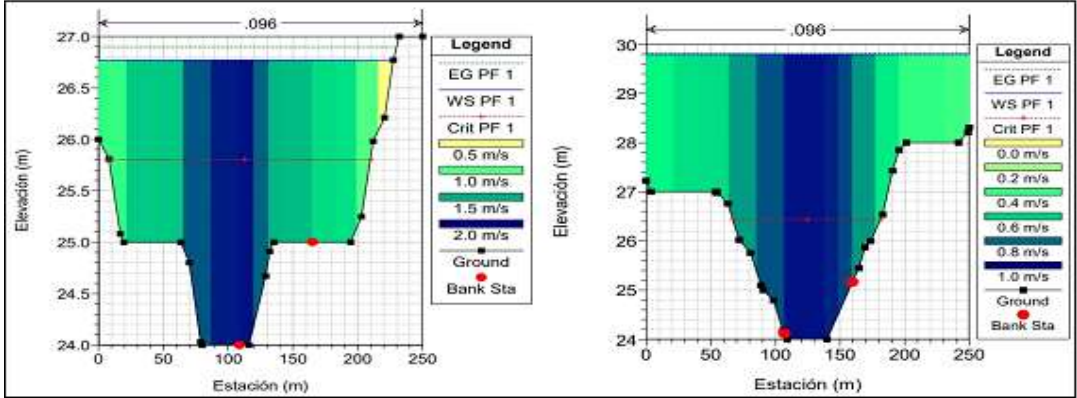
Tenemos que el ancho estable para un periodo de retorno de 140 años puede variar desde 73.57 m hasta 159.06 m; para fines prácticos, se adopta el ancho del cauce de 160 m. Optamos por este valor porque es el más crítico, que se asemeja a 159.06.

5.6 Perfiles de velocidades del flujo en el cauce del río

En este proceso, nos sirvió como guía el material compartido por el docente para modelar nuestro tramo en estudio en la cuenca del río Moche. Ingresamos los datos solicitados y diseñamos en el RAS Mapper. Posteriormente, para obtener los perfiles de velocidad, nos dirigimos a View cross sections.

Figura 10

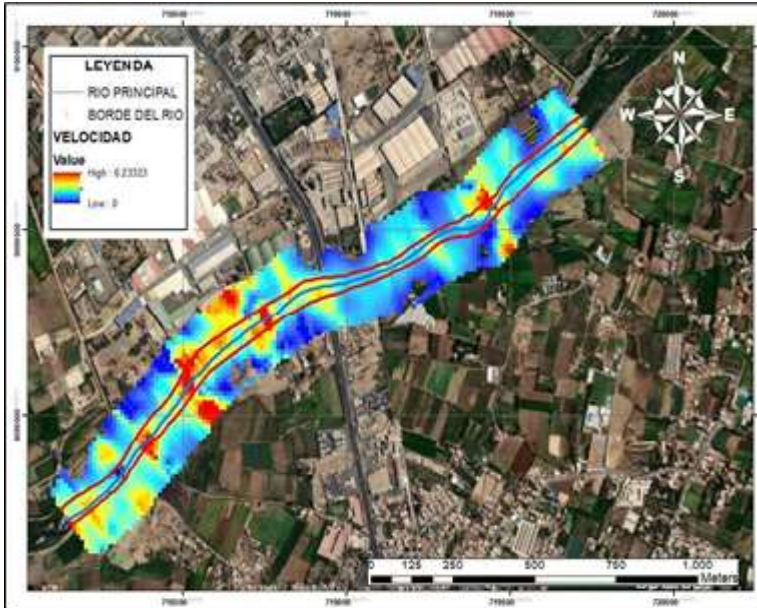
Perfiles de velocidades del flujo



Nota: Elaboración propia

Figura 11.

Modelamiento de la inundación con los valores de velocidad



Nota: Elaboración propia

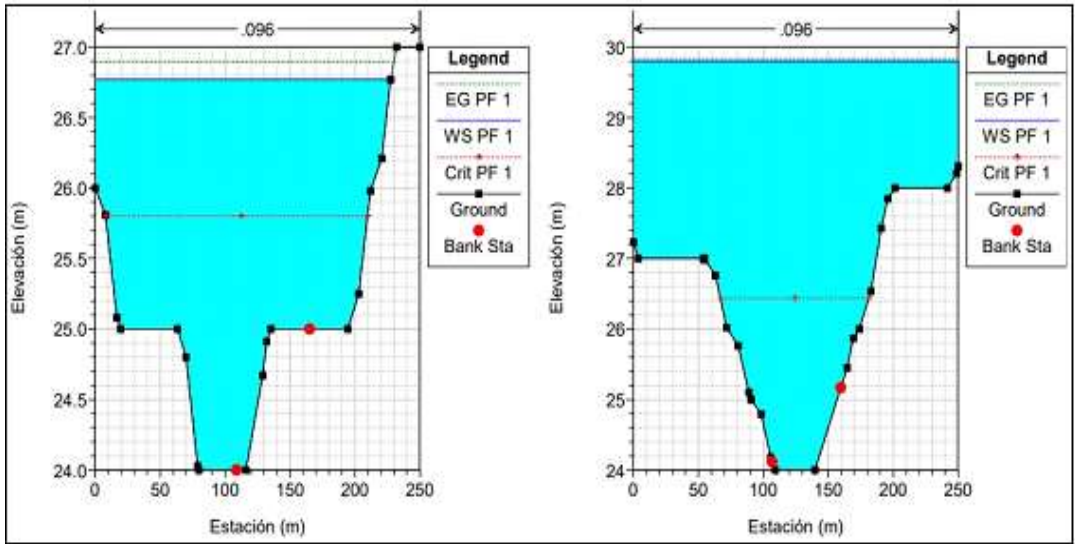
Como se puede apreciar en los perfiles, en la parte central del cauce del río hay una mayor velocidad que puede oscilar hasta los 6 m/s. Esto se debe a la velocidad de la corriente que aumenta en el centro mientras que en las zonas más próximas a las orillas, al fondo o a la superficie existe más rozamiento y la corriente se frena.

5.7 Perfiles del tirante de agua en el tramo del río

De igual manera, con el procedimiento que se realizó en el paso anterior, podemos obtener los perfiles para los tirantes de agua.

Figura 12.

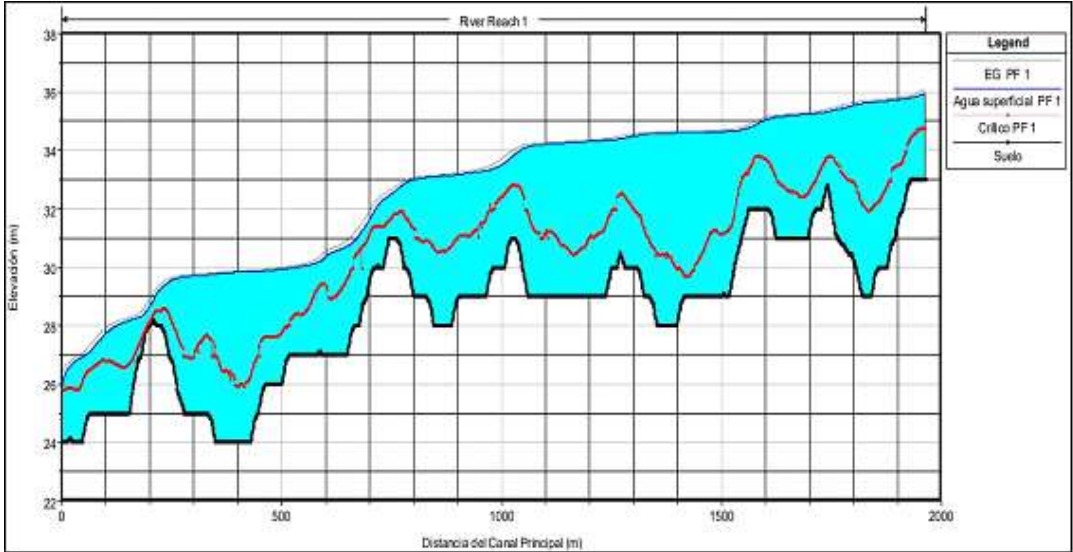
Perfiles del tirante de agua



Nota: Elaboración propia

Figura 13.

Vista en perfil del tirante de agua en el tramo de estudio



Nota: Elaboración propia

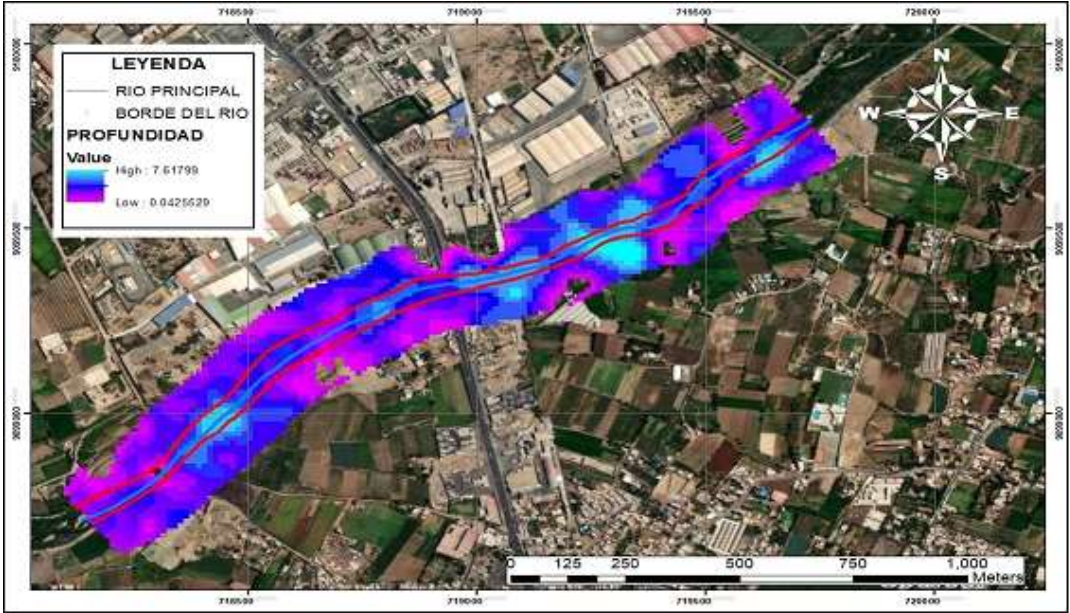
Como se puede apreciar los perfiles van cambiando en su forma, por su profundidad, etc. Muchos de ellos se aprecian inundados debido a estas características. Podemos decir también que la superficie del agua no sobrepasa la línea de energía en ninguna de sus secciones.

5.8 Áreas inundadas en los márgenes del tramo del río

Con la aplicación del Ras Mapper y ArcMap se pudo obtener las áreas inundadas. Asimismo, presentamos la profundidad mediante el siguiente mapa.

Figura 14.

Modelamiento de la inundación con los valores de velocidad



Nota: Elaboración propia

5.9 Socavación y velocidad crítica del flujo

La socavación y la velocidad se obtuvieron de la siguiente manera:

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Tabla 3.

Tabla de datos secciones (1972 – 1943) del río

River	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	Flow Area	Top Width	Max Chl	Froud	#Ch
Sta	(m3/s)	(m)	(m)	(m2)	(m)	Dpth		
(m)		35.94			244.88			
1972	643.47			33 441.26	2.94			0.33
1971	643.47	33	35.94	447.39	248.98	2.94		0.33
1969	643.47	33	35.93	450.3	250	2.93		0.33
1968	643.47	33	35.92	453.67	250	2.92	0.33	1966
643.47	33	35.91	457.13	250	2.91	0.33	1965	643.47 33
35.9	461.57	250	2.9	0.33	1964	643.47	33	35.9
467.07	250	2.9	0.32					
1962	643.47	33	35.89	471.71	250	2.89	0.32	1961
643.47	33	35.88	477.07	250	2.88	0.31	1959	643.47 33
35.87	483.29	250	2.87	0.31				
1958	643.47	33	35.87	489.22	250	2.87		0.31
1956	643.47	33	35.86	495.41	250	2.86		0.3
1955	643.47	33	35.85	501.3	250	2.85		0.3
1953	643.47	33	35.85	507.48	250	2.85		0.29
1951	643.47	33	35.84	514	250	2.84		0.29
1950	643.47	33	35.84	520.46	250	2.84	0.28	1949
643.47	33	35.83	526.55	250	2.83	0.28	1947	643.47 33
35.82	532.36	250	2.84	0.27				
1945	643.47	33	35.82	538.1	250	2.88		0.27
1944	643.47	33	35.81	543.34	250	2.91		0.26
1943	643.47	33	35.81	548.23	250	2.96		0.26

Nota: Elaboración propia

De las tablas podemos observar que el número de Froude de todas las secciones es menor a 1, lo que significa que el flujo a lo largo de todo el tramo del río es subcrítico. En la extracción de la tabla de resultados del modelado del río mediante en el software Hec-Ras, obtenemos el tirante máximo de profundidad por sección que con ella a lo largo del cauce nos da un tirante máximo de 7.62 m.

Con estos resultados vamos a realizar la estimación de socavación del río por el método de Lacey.

Tabla 4.

Tabla de datos de socavación en secciones (1972 – 1943) del río

River Sta	M. NUMÉRICO MÉTODO DE LACEY				M. EMPIRICO MÉTODO DE LACEY				
	Ds	Dsa	Hs = Dsa-Ymax		Ds	Dsa	Hs = Dsa-Ymax		
1972	2.24	3.35	0.41	2.97	4.45	1.51	1971	2.21	3.32
	0.38	2.97	4.45	1.51	1969	2.21	3.31	0.38	2.97
	4.45	1.52	1968	2.21	3.31	0.39	2.97	4.45	1.53
1966	2.21	3.31	0.40	2.97	4.45	1.54	1965	2.21	3.31
	0.41	2.97	4.45	1.55	1964	2.21	3.31	0.41	2.97
	4.45	1.55	1962	2.21	3.31	0.42	2.97	4.45	1.56
1961	2.21	3.31	0.43	2.97	4.45	1.57	1959	2.21	3.31
	0.44	2.97	4.45	1.58	1958	2.21	3.31	0.44	2.97
	4.45	1.58	1956	2.21	3.31	0.45	2.97	4.45	1.59
1955	2.21	3.31	0.46	2.97	4.45	1.60			
1953	2.21	3.31	0.46	2.97	4.45	1.60	1951	2.21	3.31
	0.47	2.97	4.45	1.61	1950	2.21	3.31	0.47	2.97
	4.45	1.61	1949	2.21	3.31	0.48	2.97	4.45	1.62
1947	2.21	3.31	0.47	2.97	4.45	1.61	1945	2.21	3.31
	0.43	2.97	4.45	1.57	1944	2.21	3.31	0.40	2.97
	4.45	1.54							
1943	2.21	3.31		0.35		2.97	4.45		1.49

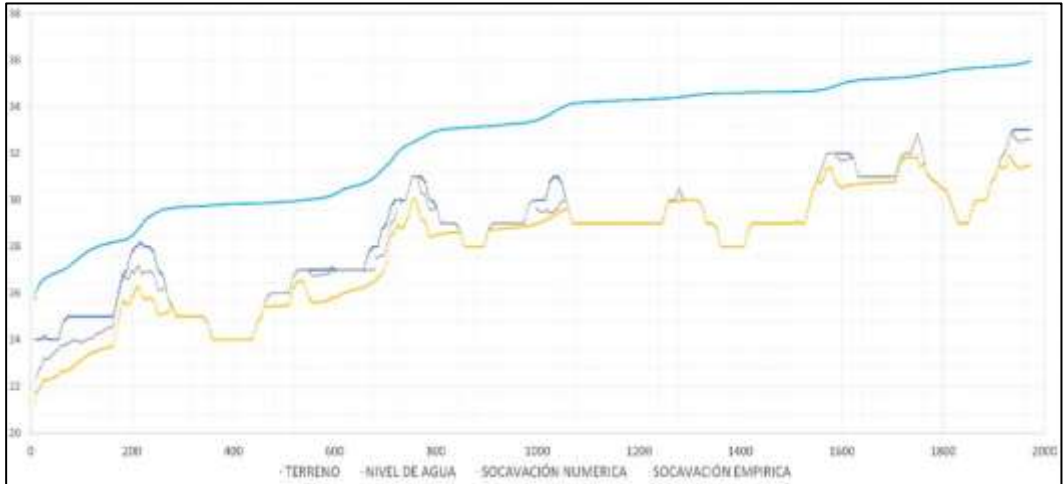
Nota: Elaboración propia

En los resultados empíricos y numéricos hay profundidades de socavación igual a 0. Anteriormente, estos resultados salían negativos, lo que no significaba que estén mal, sino que permitían entender que hay secciones donde no hay socavación en varias secciones. Por ello, se hizo un análisis de varios cortes del cauce para verificar y examinarlos con precisión.

En otro punto, estos resultados negativos se le reemplazaron igual a 0, porque con la tabla de cotas de la profundidad del río y la tabla de socavación por datos empíricos y numéricos, se hizo un perfil de elevación con el fin de verificar cómo quedaría nuestro cauce después que sucediera la socavación.

Figura 15.

Perfil de socavación del río por método empírico y numérico



Nota: Elaboración propia

Podemos interpretar que la socavación por el método empírico es más profunda que por el método numérico. En otro caso, para el diseño, elegiremos las profundidades de socavación por el método numérico, ya que el análisis nos resulta más confiable preciso a comparación de trabajar con resultados aproximados.

De la misma forma podemos interpretar que, al comparar este gráfico con el mapa de inundación o la tabla de tirantes máximos, a menor profundidad de agua por sección, mayor profundidad de socavación por sección. Además, al comparar este gráfico con la tabla de velocidades, podemos concluir que mientras la velocidad del flujo es mayor por sección, mayor será la socavación por sección.

Ahora se hallará la velocidad crítica mediante los métodos de Lischtvan – Lebediev, Maza & Echevarría, Laursen, Maza & Garcia y Neill. Se usó un ancho de encauzamiento de 162.58 m, ya que es el resultado mínimo de ancho que nos brindó el Hec-Ras. Se usará el dato mínimo porque, de esta manera, nos dará la velocidad más crítica que hay todo el tramo del río; en otras palabras, mientras menos sea el ancho de encauzamiento, más crítica será la velocidad del flujo.

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Tabla 5.

Velocidades críticas por métodos

		Lischtvan - Maza & Lebediev Echevarria				Laursen				Maza & Neill		Garcia	
Q	Top q	hs	Vc	hs	Vc	hs	Vc	hs	Vc	hs	Vc	hs	Vc
Total Width													
(m ³ /s)	(m)	m ³ /s/m		(m)	(m/s)	(m)	(m/s)	(m)	(m/s)	(m)	(m/s)	(m)	(m/s)
643.47	162.58	3.96	1.13	3.48	1.29	3.06	0.96	4.14	0.99	3.99	1.22	3.19	

Nota: Elaboración propia

Para estos resultados descartamos los métodos de Lischtvan – Lebediev y Neill, ya que para estos parámetros solo son aplicables para un D50 de 21 mm y nosotros trabajamos con 0.305 mm. Para estos métodos se elegirá la mayor velocidad que, en este caso, es de 4.14 m/s. Estos datos son sacados del trabajo de investigación de Willian Agreda y Diego Bartolo.

5.10 Diseño de muro de contención con gaviones usando el Software GAWAC 3.0

H=9.00m; B= 6.00m; C= 1.00m; T= 0.90m; por lo que, en un ambiente agresivo, se usa una malla POLIMAC 100/418.

Tabla 6.

Parámetros del muro

Inclinación (°)	0
Peso esp. Piedra	24.5
Porosidad (%)	30
Geotextil en el terraplén	
Reduc. en fricción (%)	5
Geotextil bajo la base	
Reduc. en fricción (%)	5

Nota: Elaboración propia

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Tabla 7

Camadas del muro

<u>Ancho</u>	<u>Altura</u>	<u>Desplaz. (m)</u>	
6	1	0.5	Base
6	1	0.5	
4	1	0.5	
4	1	0.5	
3	1	0.5	
3	1	0.5	
2	1	0.5	
2	1	0.5	
1	1	0.5	Top

Nota: Elaboración propia

Tabla 8.

Datos sobre el terraplén y sus cargas

Inclin. Primer trecho (°)	0
Largo del primer trecho (m)	15
Inclin. Segundo trecho (°)	30
Peso específico (kN/m ³)	18
Ángulo de fricción (°)	30
Cohesión	0

Nota: Elaboración propia

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Tabla 9.

Datos sobre la fundación y sus cargas

Altura inicial (profundidad) (m)	0.9
Largo horizontal (m)	15
Inclinación (°)	0
Peso específico (kN/m ³)	19
Ángulo de fricción (°)	31
Cohesión	1

Nota: Elaboración propia

Tabla 10

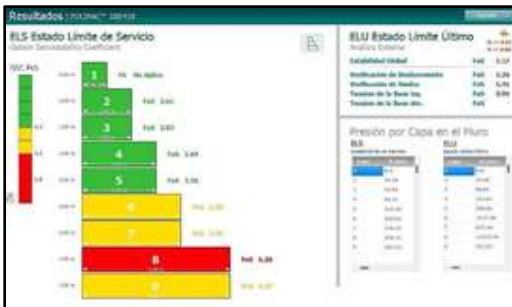
Cargas sobre el terraplén

Primer trecho (kN/m ²)	20
Segundo trecho (kN/m ²)	0

Nota: Elaboración propia

Figura 16

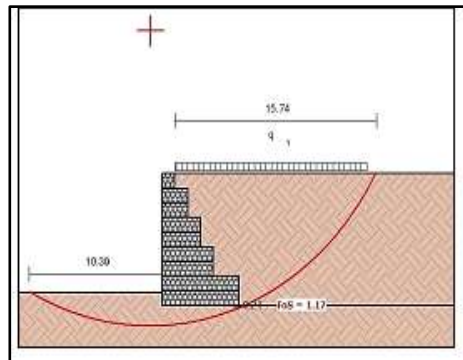
Elevación del muro de contención en GAWAC 3.



Nota: Elaboración propia

Figura 17

Respuesta del software GAWAC 3.0



Nota: Elaboración propia

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

5.11 Diseño de muro de contención con gaviones por tramos según su altura

Altura de 4m

Figura 18

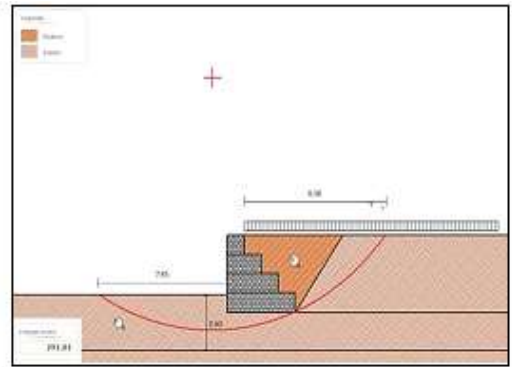
Diseño de Gaviones GAWAC 3.0 – 4m



Nota: Elaboración propia

Figura 19

Respuesta del software GAWAC 3.0



Nota: Elaboración propia

Altura de 5m

Figura 20

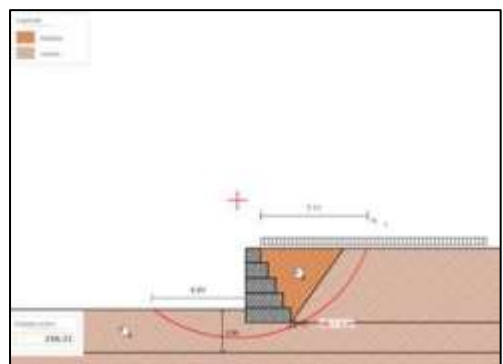
Diseño de Gaviones GAWAC 3.0 – 5 m



Nota: Elaboración propia

Figura 21

Respuesta del software GAWAC 3.0



Nota: Elaboración propia

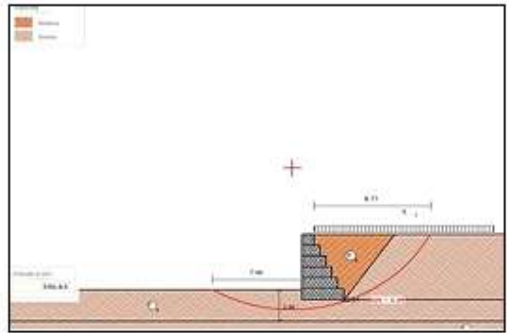
Altura de 6m

Figura 22
Diseño de Gaviones GAWAC 3.0 – 6 m V



Nota: Elaboración propia

Figura 23
Respuesta del software GAWAC 3.0



Nota: Elaboración propia

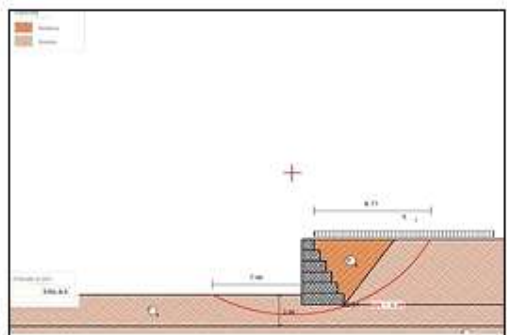
Altura de 7m

Figura 24
Diseño de Gaviones GAWAC 3.0 – 7 m



Nota: Elaboración propia

Figura 25
Respuesta del software GAWAC 3.0



Nota: Elaboración propia

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Altura de 8m

Figura 26

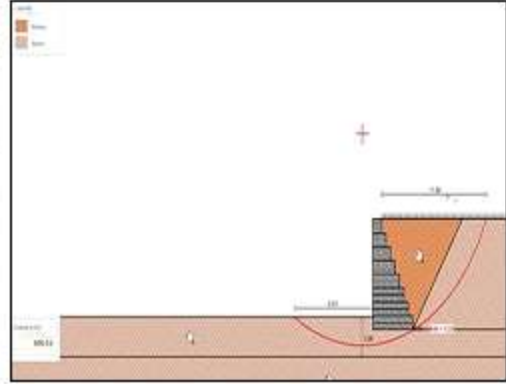
Diseño de Gaviones GAWAC 3.0 – 8 m



Nota: Elaboración propia

Figura 27

Respuesta del software GAWAC 3.0



Nota: Elaboración propia

5.12 Evaluación de impacto ambiental

Se realizó la evaluación de impacto ambiental mediante una matriz cuantitativa y cualitativa.

Cualitativa

Tabla 11.

Leyenda de la matriz

Leyenda	Descripción	Signo	
D	Impacto negativo directo	-1	43
I	Impacto negativo indirecto	-1	42
D	Impacto positivo directo	+1	34
I	Impacto positivo indirecto	+1	27

Nota: Elaboración propia

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Figura 28.

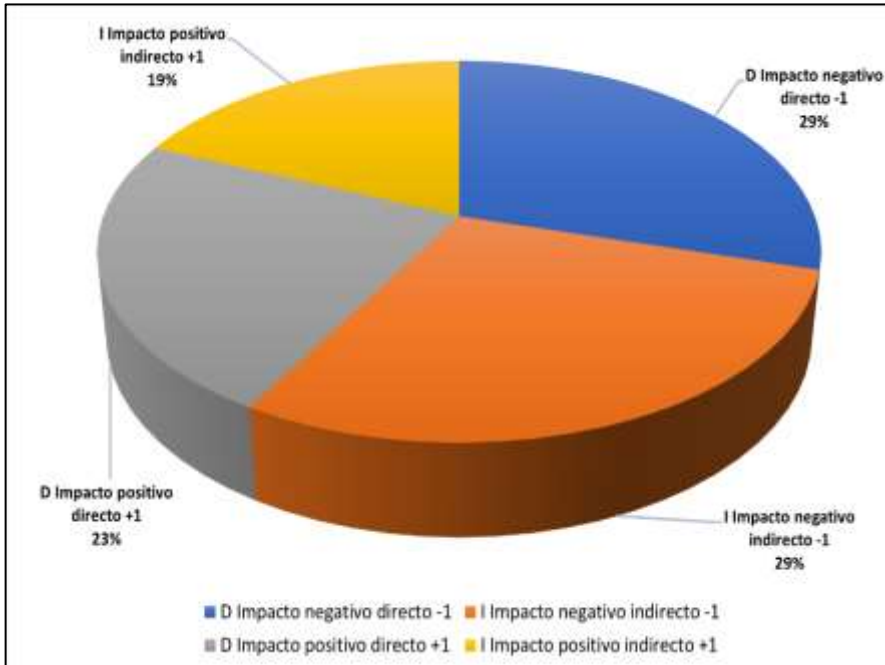
Matriz cualitativa

IMPACTO AMBIENTAL			PROVISIONALES		PRELIMINARES		MOVIMIENTO DE TIERRA Y TRANSPORTE DE MATERIALES						MURO	ACONDICIONAMIENTO DEL CAUCE Y OBRAS CIVILES									
			Carro de abstracción y movilidad ganadería	Carril de obra	Movimiento y almacenamiento de maquinaria	Lecheros ecobólidos	Limpieza de áreas	Trazo y replanteo	Desvío de río	Corte de terreno	Corte de roca perforación	Relevo de material grueso	Relleno con material fino con equipo Boma	Relevo compactado con planas compactadoras	Revolución	Eliminación de material asociado con volquete	Acarreo y abstracción de material asociado normal	Carrocería de caudales	Dirección del cauce	Plantación de especies propias de ribera			
Condiciones físico-químicas bacteriológicas	Abiótico	Atmosférico	Aire		I	I	I	D	I						I	I				D			
			Ruido	I		D	I	D	I	I	D	D	D	D	D	D	D	D	D	I			
			Vibración			D					D	D		D									
			Humo y Gases			D								D									
			Pebro			D		D	D		D	D	D	D	D	D	D	D					
	Socio	Agua	Turbidez										I							I			
			Toxicidad																				
			Tasa de erosión									D									D		
			Modificación del relieve					I				D				D					I	I	
			Contaminación líquidos tóxicos				I				I			D	D								
Condiciones biológicas	Biótico	Flora y Fauna	Cobertura vegetal	I		D		I	D	D	D			I	D	I	I	D	D	D			
			Especies aéreas																		I	D	
			Especies terrestres			I	I			I	I	I	I										
			Especies acuáticas										D								I		
			Estabilidad						I			D								I	I	D	
	Paisaje	Económico	Social	Variedad de especies															I	I			
				Inclusión																			
				Calidad			I		D		D				I	I	I	I	I	I	D	D	D
				Deforestación																			
				Patrones culturales (estilo de vida)																	I		I
Medio Socioeconómico	Demográfico	Social	Morales			D		I				I	I										
			Salud e higiene						I													I	
			Generación de empleo	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	D	
			Bienestar de la población	I				I												D		I	
			Tránsito			I	D		I	I			D				I	I				I	
Economía	Económico	Redes de servicios																	I				
		Tránsito																	I		I		

Nota: Elaboración propia

Figura 29.

Resultados de la matriz cualitativa



Nota: Elaboración propia

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Cuantitativa

Figura 30.

Matriz cuantitativa

$$S = \pm(3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC)$$

PROCESO CONSTRUCTIVO (PIPE BURSTING)	ASPECTOS AMBIENTALES	CALIFICACIÓN DEL IMPACTO DE LA DEFENSA RIBERUSA											
		Signo	(IN)	(EX)	(MO)	(PE)	(RV)	(SI)	(AC)	(EF)	(PR)	(MC)	(S)
Señalización zona de trabajo	Tránsito (Puentes)	-1	1	2	1	3	2	2	1	1	2	1	-22
	Accesibilidad peatonal (Puentes)	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	2	-17
Desvío de cauce, Corte, Excavación y movimiento de tierra, Relleno y compactación	Ruido	-1	4	1	1	3	1	1	1	1	1	2	-25
	Vibración	-1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	2	-28
	Polvo	-1	1	1	1	1	1	1	4	4	2	2	-32
	Modificación del relieve	-1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	2	-16
	Contaminación	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Cobertura Vegetal	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Molestias	-1	2	1	1	3	2	1	4	4	2	3	-28
	Salud e higiene	-1	1	1	1	1	1	1	1	4	1	2	-18
	Bienestar de la población	-1	2	1	2	2	2	1	1	1	2	2	-20
	Accesibilidad peatonal	-1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	2	-18
	Tránsito	-1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	3	-23
	Zona comercial	-1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-16
Uso de Maquinaria	Turismo	-1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Aire	-1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Ruido	-1	2	1	1	3	1	1	1	1	1	2	-19
	Vibración	-1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-17
	Humo y Gases	-1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Polvo	-1	2	2	3	3	2	1	4	1	1	2	-27
	Accesibilidad peatonal	-1	4	2	1	1	1	1	4	1	2	3	-30
	Tránsito	-1	4	1	3	1	1	1	1	1	2	2	-26
	Ruido	-1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	2	-16
	Vibración	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
Construcción de los puentes in situ	Polvo	-1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	2	-16
	Molestias	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Salud e higiene	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Bienestar de la población	-1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Accesibilidad peatonal	-1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	-17
	Tránsito	-1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	-14
	Turismo	-1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	2	-16
	Ruido	-1	4	1	2	2	2	1	1	1	1	2	-27
Colocación de los Góndoles	Vibración	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	-15
	Polvo	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Molestias	-1	2	1	2	1	1	1	1	1	1	2	-18
	Salud e higiene	-1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Bienestar de la población	-1	1	1	3	1	2	1	1	1	1	2	-16
	Tránsito	-1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Turismo	-1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2	-16
	Ruido	-1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-16
Reposición de río en su curso, Relleno y forestación (árboles - lietas)	Vibración	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	-15
	Humo y Gases	-1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	2	-15
	Polvo	-1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	2	-15
	Molestias	-1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Salud e higiene	-1	1	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-16
	Bienestar de la población	-1	4	1	3	1	1	1	1	1	1	2	-25
	Accesibilidad peatonal	-1	4	2	3	1	1	1	1	1	1	2	-27
	Tránsito	-1	4	2	3	1	1	1	1	1	1	3	-28
	Zona comercial	-1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	3	-19
	Turismo	-1	1	2	3	1	1	1	1	1	1	3	-19

Nota: Elaboración propia

Figura 31

Resultados de la matriz

Poco significativo (Positivo)	39
Moderadamente significativo (Positivo)	5
Poco significativo (Negativo)	4
Moderadamente significativo (Negativo)	2

Nota: Elaboración propia

Figura 32

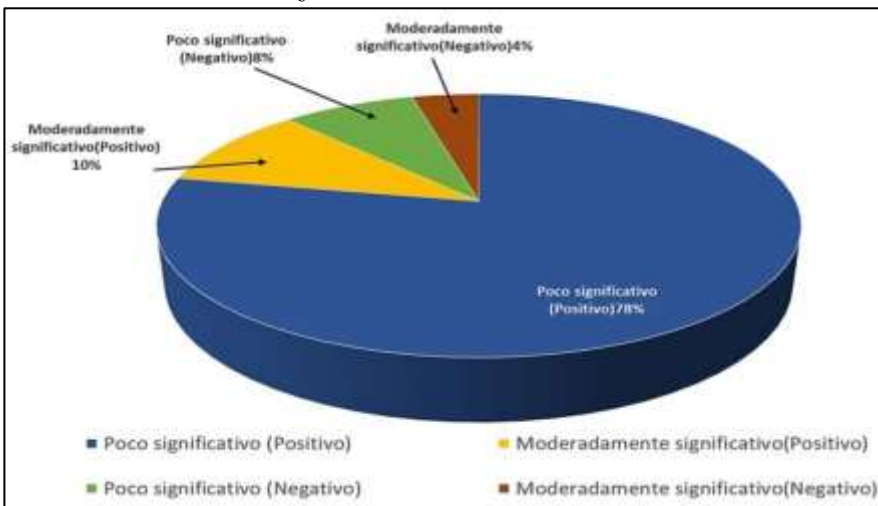
Leyenda de la matriz

IMPACTOS POSITIVOS		
Símbolo	Nivel de Significación	Rango
PS	Poco significativo	- 13 a - 25
MoS	Moderadamente significativo	- 26 a - 50
MuS	Muy significativo	- 51 a - 75
AS	Altamente significativo	- 76 a - 100
IMPACTOS NEGATIVOS		
ps	Poco significativo	13 a 25
mos	Moderadamente significativo	26 a 50
mus	Muy significativo	51 a 75
as	Altamente significativo	76 a 100

Nota: Elaboración propia

Figura 33

Resultados de la matriz cuantitativa



Nota: Elaboración propia

En las matrices observamos que los aspectos positivos en cuanto a la obra tienen un buen porcentaje, lo cual hace viable la ejecución del proyecto.

6. Conclusiones

Si la propuesta se implementa correctamente, se esperaría una reducción significativa en el riesgo de inundaciones en las áreas cercanas al río Moche. Esto protegería a las comunidades locales y la infraestructura crítica.

Comparando los mapas geológicos de otras cartas con la zona de estudio, se puede observar que las capas que más se repiten son gravas, arenas, limos, granodiorita, calizas, entre otros, debido a la morfología del suelo verificadas en la página de Geocatmin.

Mediante la utilización del software QGIS para analizar imágenes satelitales, se identificaron las características de la región bajo estudio, que es conocida como la cuenca del río Moche. Esta metodología nos ha facilitado la identificación de las características geomorfológicas únicas de la cuenca, de las cuales se obtuvieron los siguientes datos de relevancia. Parámetros morfométricos básicos de la cuenca: un área de 2022.6042 Km², perímetro de 329.16 Km, longitud del río es de 107.786 Km y la densidad de drenaje es de 0.6521 Km/km².

Teniendo en cuenta nuestros registros de 69 años sobre los caudales, nos damos cuenta de que el caudal más favorable fue en 1985 con 20.8 m³/s y el desfavorable fue en el año 1998 con un caudal de 1000 m³/s.

Según la información del índice de compacidad, factor de forma y pendiente de la cuenca, se determina que la cuenca de mala es de forma alargada, estrecha y de topografía del cauce principal plano.

De las tablas podemos observar que el número de Froude de todas las secciones es menor a 1, lo que significa que el flujo a lo largo de todo el tramo del río es subcrítico. Podemos interpretar que la socavación por el método empírico es más profunda que por el método numérico. En otro caso, para el diseño, elegiremos las profundidades de socavación por el método numérico, ya que el análisis nos resulta más confiable y preciso a comparación de trabajar con resultados aproximados.

En conclusión, el diseño de gaviones para la protección de las riberas del río se ha enfocado en la variabilidad de altura, específicamente en rangos de 4 a 8 metros. Esta selección permite una adaptabilidad óptima a las diversas profundidades del borde del río. El enfoque integral considera factores geotécnicos, medioambientales y de estabilidad para garantizar una solución sostenible. Este diseño se presenta como una estrategia eficaz para prevenir la erosión y proteger las áreas ribereñas de manera duradera.

8. Referencias bibliográficas

Vargas-Aliaga, C (2015). Gestión integrada del agua de riego en la cuenca baja del Rio Moche, Trujillo-Perú https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/-11042/2793/MAS_GAA_023.pdf.

Grupo Rpp. (2015). Hallan construcciones ilegales en el cauce del Rio Moche

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2015). Población del Distrito Moche.

Fernández, C. (2021). Rain for Peru and Ecuador (RAIN4PE), <https://dataservices.gfzpotdam.de/pik/showshort.php?id=6f766e202d9411eb-9603-497c92695674>

Lluén Chero, W. E. (2015). Aplicación de la nueva herramienta HecRas 5.0 para cálculos bidimensionales del flujo de agua en ríos. Tesis, UPC Barcelona TECH, Barcelona. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/-81164/17371290.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SENAMHI. <https://www.senamhi.gob.pe/?p=senamhi>

Autoridad Nacional del Agua, (2008). <https://www.gob.pe/institucion/-ana/institucional>

Bello, M. (2012). Cálculo de periodo de retorno. http://ru.ffyl.unam.mx/-bitstream/handle/10391/3722/07_Bello_Velazquez_Periodo_retorno_Guia_Metodos_Estadisticos_2012.pdf?sequence=1#:~:text=Se%20ordena%20a%20serie%20de,solo%20se%20multiplica%20por%20100.

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Trayectoria académica

Fabian Alberto Alva

Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Soy egresado de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Ricardo Palma, con una sólida formación académica y una gran motivación para comenzar mi carrera profesional. A lo largo de mi formación académica y experiencias previas, he desarrollado y fortalecido competencias blandas, tales como trabajo en equipo, habilidades comunicativas, capacidad de liderazgo y una excelente adaptabilidad a nuevas situaciones. He adquirido conocimientos en Sistema de Información Geográfica “SIG” en base a análisis teóricos y manejo de programas con ArcGIS, QGIS y Google Earth. Asimismo, poseo sólidos conocimientos en topografía y manejo de equipos como teodolito, estación total y drones (certificado a nombre de la UNI); complementado con cursos de AutoCAD 2D y Civil 3D certificados por SENCICO.

Autor corresponsal: fabian.alva@urp.edu.pe

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-2335-8738>

Keren Guzmán Chuquispuma

Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Soy egresada de la carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Ricardo Palma, con una sólida formación académica y una gran motivación para comenzar mi carrera profesional. Durante mi trayectoria académica y mis experiencias anteriores, he cultivado y mejorado habilidades interpersonales, como el trabajo en equipo, la comunicación efectiva, la capacidad de liderazgo y una notable adaptabilidad a situaciones nuevas. He adquirido conocimientos en ArcGIS, Autocad, Lectura de planos, Metrados, Excel, entre otros.

201911219@urp.edu.pe

Orcid: <https://orcid.org/0009-0003-4216-7036>

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Karla Sofía Fernández

Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Me encuentro en el grado de bachiller en ingeniería civil de la Universidad Ricardo Palma, donde pude obtener todos los conocimientos necesarios para poder ser la profesional que estoy formarnos. Agradezco a mis padres y hermano por el apoyo continuo.

karlasofia.fernandez@urp.edu.pe

Orcid: <https://orcid.org/0009-0008-5636-1514>

Anyela Camila Saravia

Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Soy un Bachiller en Ingeniería Civil, egresado de la Universidad Ricardo Palma, donde he adquirido conocimientos. A lo largo de mi formación he adquirido conocimientos innovadores para poder formarme y sobresalir en mi carrera profesional. Mi compromiso y responsabilidad han sido clave en mi desarrollo profesional, permitiéndole enfrentar desafíos y aprender constantemente. Agradezco profundamente a mis padres por su amor y sacrificio, a mi hermana por su inspiración y apoyo. Su apoyo ha sido esencial para alcanzar mis metas y sueños.

anyela.saravia@urp.edu.pe

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3254-7636>

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Marco Ademir Morales

Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Estoy cursando el grado de bachiller en Ingeniería Civil en la Universidad Ricardo Palma, donde he podido adquirir todos los conocimientos necesarios para formarme como una profesional competente en el campo. Expreso mi profundo agradecimiento a mis padres por su apoyo incondicional a lo largo de este camino. Su aliento y respaldo han sido fundamentales para mi desarrollo académico y personal. Estoy muy agradecido por todo lo que me han brindado.

moralesvirhuez@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0009-0005-6709-4974>

Maiquel López Silva

Universidad Ricardo Palma, Lima, Perú.

Doctor en Ciencias Técnicas y Master por la Universidad de Ciego de Ávila (Cuba). Ingeniero Hidráulico por la Universidad de Oriente, Cuba. Investigador de Renacyt Nivel V, Código de Registro: P0206393. Scopus Author ID: 57964089200, Web of Science ID: AGY-4975-2022. Ha publicado más de 20 artículos científicos en revistas indexadas y participación como ponente en congresos internacionales. Publicó 2 libros en la Biblioteca Nacional del Perú y ha realizado más de 70 asesoría de tesis en opción al título de Ingeniero y Master en Ciencias en los últimos 5 años. Profesor asociado del Departamento de investigaciones en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Católica Sedes Sapientiae y contratado por la Universidad Ricardo Palma, (Perú). Además, Profesor invitado como Jurado Revisor en la carrera de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur, Perú. Sus principales intereses de investigación es la Hidráulica Aplicada, el proceso de enseñanza y aprendizaje en la Educación Superior y el uso de las TIC.

Maiquel.lopez@urp.edu.pe

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0946-6160>

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Contribución de autoría

Morales Virhuez: Análisis numérico

Alva Rodriguez: Análisis numérico

Guzmán Chuquispuma: Datos estadísticos y ambientales

Saravia Torres: Datos estadísticos y ambientales

Fernández Solorzano: Elaboración de planos y análisis empíricos

López Silva: Realizó la revisión y edición del manuscrito

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe ningún tipo de conflictos de intereses en el desarrollo de la presente investigación.

Responsabilidad ética y legal

El desarrollo de la investigación se realizó bajo la conformidad de los principios éticos del conocimiento, respetando la originalidad de la información y su autenticidad.

Declaración sobre el uso de LLM (Large Language Model)

Este artículo no ha utilizado para su redacción textos provenientes de LLM (ChatGPT u otros).

CIVIL

Fabian Alberto Alva, Keren Guzmán Chuquispuma, Karla Sofía Fernández, Anyela Camila Saravia, Oscar Sebastián Pachas, Marco Ademir Morales y Maiquel López Silva

Financiamiento

La presente investigación ha sido realizada con recursos propios de los coautores de la investigación.

Correspondencia: fabian.alva@urp.edu.pe