UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

Propuesta de diseño de drenaje con gaviones y tuberías HDPE perforadas, para la mejora de la defensa ribereña en las cercanías del puente Ñaña, Chosica-2024

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor:

Bach. Handel Albert Lazo Diaz

Asesor:

Dr. Rolando Quispe Basualdo

Lima, marzo 2025

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD DE TESIS

Yo *Rolando Quispe Basualdo*, docente de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: **"Propuesta de diseño de drenaje con gaviones y tuberías HDPE perforadas, para la mejora de la defensa ribereña en las cercanías del puente Ñaña, Chosica 2024"** del autor Handel Albert Lazo Diaz tiene un índice de similitud de 20% verificable en el informe del programa Turnitin, y fue realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad u omisión de los documentos como de la información aportada, firmo la presente declaración en la ciudad de Lima, a los 06 días del mes de Enero del año 2025.



Dr. Rolando Quispe Basualdo

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En Lima, Ñaña, Villa Unión, a....07..... día(s) del mes de....marzo.....del año 2025, siendo las....09:00.....horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Lima, bajo la dirección del (de la) presidente(a): Mtra. Fiorella Maira Zapata Antesana el (la) secretario(a): Ing. David Diaz Garamendi y los demás miembros: Mg. Armin Quintana Sánchez y el (la) asesor(a) Dr. Rolando Quispe Basualdo con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: "Propuesta de diseño de drenaje con gaviones y tuberías HDPE perforadas, para la mejora de la defensa ribereña en las cercanías del puente Ñaña, Chosica-2024" del(los) bachiller/es: a) Handel Albert Lazo Diaz b)..... c)..... conducente a la obtención del título profesional de: Ingeniero Civil

(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.
Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller (a): Handel Albert Lazo Diaz

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
Aprobado	14	D	Aceptable	Bueno

Bachiller (b): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

Bachiller (c): .....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

Presidente/a		Secretario/a
Asesor/a	Miembro	Miembro
Bachiller (a)	Bachiller (b)	Bachiller (c)

Esta sustentación fue realizada de manera virtual u online sincrónica según conforme al Reglamento General de Grados y Títulos.

Escaneado con CamScanner

Propuesta de diseño de drenaje con gaviones y tuberías *HDPE* perforadas, para la mejora de la defensa ribereña en las cercanías del puente Ñaña, Chosica-2024.[1]

Drainage design proposal with gabions and perforated HDPE pipes, for the improvement of riverside defense in the vicinity of the Ñaña bridge, Chosica-2024.

H. A. Lazo, R. Quispe

***Resumen*— Este estudio propone el diseño de un sistema de drenaje utilizando gaviones y tuberías *HDPE* (polietileno de alta densidad) perforadas para mejorar la defensa ribereña en las proximidades del Puente Ñaña, Chosica, en 2024, con el objetivo de prevenir los posibles efectos de la erosión e inundaciones. En una fase previa, se evaluó el estado actual de la defensa ribereña cercana al Puente Ñaña y se analizaron las características hidrológicas y geotécnicas del área. Con ello, se desarrolló un diseño técnico detallado del sistema de drenaje, que incluye la disposición y especificaciones de los elementos, por otro lado, se apoyó en simulaciones en los softwares *ArcGIS Pro* y *GAWAC 3.1*. Además, se realizó una evaluación de la viabilidad económica y ambiental del proyecto. Entre los resultados más destacados, se determinó que las tuberías de 500 mm de diámetro pueden drenar un caudal de 0.23556 m³/s, lo que representa el 0.258% del caudal máximo. Aunque el análisis costo-beneficio arrojó una relación de 0.375, los beneficios en seguridad, estabilidad social y reducción de daños por inundaciones justifican el proyecto.**

***Palabras clave*— Erosión e inundaciones, evaluación hidrológica y geotécnica, gaviones, sistemas de drenaje, tuberías *HDPE* perforadas.**

***Abstract*— This study proposes the design of a drainage system using gabions and perforated HDPE (high-density polyethylene) pipes to improve the riverside defense in the vicinity of the Ñaña Bridge, Chosica, in 2024, with the aim of preventing the possible effects of erosion and floods. In a previous phase, the current state of the riverside defense near the Ñaña Bridge was evaluated and the hydrological and geotechnical characteristics of the area were analyzed. With this, a detailed technical design of the drainage system was developed, which includes the layout and specifications of the elements, on the other hand, it was supported by simulations in the ArcGIS Pro and GAWAC 3.1 software. In addition, an evaluation of the economic and environmental viability of the project was carried out. Among the most notable results, it was determined that 500 mm diameter pipes can drain a flow rate of 0.23556 m³/s, which represents 0.258% of the maximum flow rate. Although the cost-benefit analysis showed a ratio of 0.375, the benefits in safety, social stability, and flood damage reduction justify the project.**

***Keywords*— Erosion and flooding, hydrological and geotechnical evaluation, gabions, drainage systems, perforated HDPE pipes.**

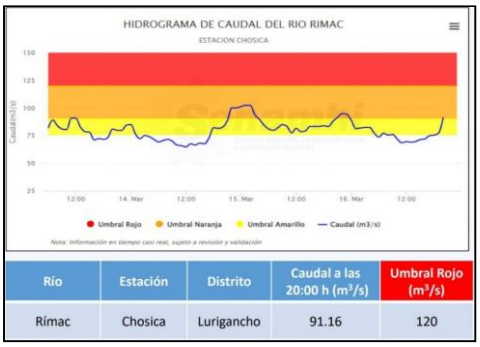
I. Introducción

El presente artículo surge de la preocupación por la preservación del Puente Ñaña, ubicado en Chosica, y del riesgo potencial de inundaciones que amenaza a los residentes de la zona circundante. La vulnerabilidad de esta infraestructura se evidenció en un reportaje transmitido por Andina de Televisión (ATV) el 14 de marzo de 2023, donde los residentes expresaron su inquietud sobre la posible crecida del Río Rímac y el impacto de los sedimentos [1]. Además, un informe emitido el 16 de marzo de 2023 por el Centro de Operaciones de Emergencia Nacional mostró que el caudal del río en la estación Chosica alcanzó los 91.16 m³/s, situándose en el umbral naranja (rango de 80 a 120 m³/s), lo que planteó una seria amenaza para la infraestructura y la seguridad de la comunidad debido a la alerta del fenómeno del Niño costero [2].

[1]Producto derivado del perfil de investigación "Propuesta de diseño de drenaje con gaviones y tuberías HDPE perforadas, para la mejora de la defensa ribereña en las cercanías del puente Ñaña, Chosica-2024.", promovido por la Universidad Peruana Unión a través de su Escuela Profesional de Ingeniería Civil.

H. A. Lazo, Universidad Peruana Unión, Lurigancho-Chosica, Perú, email: handellazo@upeu.edu.pe

R.Quipe, Universidad Peruana Unión, Lurigancho-Chosica, Perú, email: rolandoquispe@upeu.edu.pe



Río	Estación	Distrito	Caudal a las 20:00 h (m^3/s)	Umbral Rojo (m^3/s)
Rímac	Chosica	Lurigancho	91.16	120

Fig. 1. Hidrograma de caudal del Rio Rímac - COEN [2].

Ante este contexto, exacerbado por las precipitaciones en las montañas del Perú durante la temporada de lluvias, resulta fundamental investigar y proponer medidas efectivas de prevención y protección. Por tal motivo, este estudio, a manera de propuesta, propone el diseño de un sistema de muro de gavión con drenaje mediante tuberías HDPE o tipo drenaje francés, con la finalidad de prever impactos adversos, posibles ante desbordamientos y socavamientos en los apoyos del puente y en sus cercanías a 1km de radio de sus ejes. El proyecto busca garantizar la integridad del Puente Ñaña, inaugurado en abril de 2018 y con una longitud de 70 metros, así como la seguridad de los 60,000 habitantes que se benefician directamente de esta infraestructura [3].

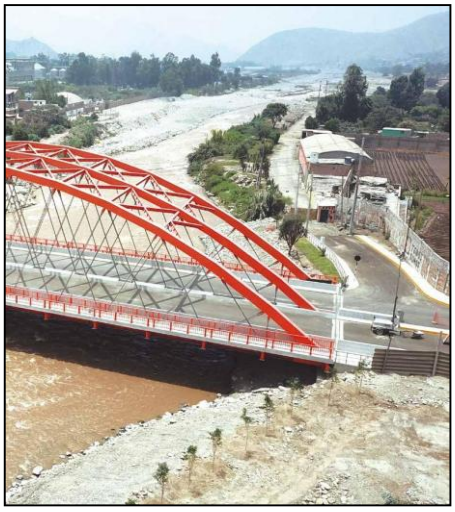


Fig. 2. Zona de posible socavamiento ante crecida de aguas – Perú Construye [3].

Esta investigación pretende ofrecer una solución técnica viable para la defensa ribereña en las proximidades del Puente Ñaña, contribuyendo a la prevención de desastres y al fortalecimiento de la infraestructura local frente a fenómenos naturales adversos.

II. Estado del Arte

Entre las investigaciones más recientes y significativas se destaca el estudio realizado en [4], enfocado en analizar la relevancia de mantener la estabilidad física en depósitos de materiales granulares producidos por actividades mineras, específicamente en los terraplenes escalonados conocidos como botaderos de ripios. Estos terraplenes enfrentan desafíos en su estabilidad debido a diversos factores, como cambios en los niveles de agua subterránea, el tipo de material utilizado y la irrigación aplicada, entre otros.

La eficacia del sistema de evacuación en los depósitos de desechos rocosos presenta incertidumbres, especialmente en la estimación del flujo de agua tanto en capas de cobertura como en tuberías perforadas integradas en el material después del proceso de lixiviación. La investigación se centró en evaluar experimentalmente la evacuación de líquidos en tuberías perforadas empleadas en áreas de acumulación de desechos rocosos con filtración de líquidos. Para alcanzar este objetivo, se emplearon diversas técnicas de análisis y estimación de infiltración para valorar la colocación y el flujo de líquido del sistema de evacuación compuesto por tuberías perforadas dentro del botadero.

El estudio incluyó la descripción detallada de un suelo con características análogas a la fracción fina del ripio tras el proceso de lixiviación, seguida de una simulación numérica de la infiltración en un entorno bidimensional. Además, se construyó un modelo a escala 1:10 para simular terraplenes escalonados compuestos de arcilla y arena arcillosa, junto con los conductos del sistema de evacuación utilizando tubos de 4 milímetros de diámetro. Los resultados del modelado numérico indicaron un caudal de 1,22 × 10^(-4) cm^3/s, mientras que en una de las evaluaciones del modelo físico se obtuvo un caudal de 5 × 10^(-3) cm^3/s. Esta discrepancia se atribuyó a posibles errores durante la ejecución del modelo físico, como obstrucciones en las tuberías, variabilidad en la tasa de irrigación y homogeneidad del material, entre otros. Estos hallazgos proporcionaron una comprensión del rendimiento de las tuberías perforadas en el proceso de drenaje y destacaron la importancia de la composición granulométrica del material triturado en la estabilidad del depósito de desechos rocosos.

En otro estudio realizado en [5], se analizó la estabilidad de taludes del Cerro Pucruchacra, una zona afectada por deslizamientos que impactaron la Carretera Central, la principal vía del país. Se planteó la hipótesis de que un procedimiento de evacuación mediante perforaciones con amarres proporcionaría una mejor permanencia en comparación con el sistema existente de gaviones con banquetas. Para respaldar esta hipótesis, se recopiló información geotécnica y topográfica previa, y se utilizó software especializado para modelar y comparar la estabilidad de ambos sistemas. Los resultados indicaron que, aunque ambos sistemas presentaban factores de seguridad similares, el sistema de desagüe por excavación con amarres se consideró una opción superior debido a su menor necesidad de movimiento de tierras, lo que podría reducir la duración y el costo del proyecto, así como su menor requerimiento de mantenimiento.

Por otro lado, en [6] sugirieron un sistema de protección de riberas con drenaje LGD (L-shaped geosynthetic drain) para abordar características técnicas del suelo y reducir el efecto socioeconómico de las inundaciones en el Río Rímac,

particularmente en el segmento desde el Puente Colgante de la Avenida Arequipa hasta el Puente Estela Montti en Chosica. La población de Clorinda Málaga, cercana al Río Rímac, sufriórepetidas pérdidas humanas y materiales debido a desbordamientos. Aunque la municipalidad local implementó estrategias temporales de salvaguarda contra las avenidas, estas soluciones fueron insuficientes para garantizar la seguridad. Para cumplir con el objetivo establecido, se realizaron diversos estudios preliminares, que incluyeron evaluaciones de fragilidad y peligro, estudios de avenidas de aluvión, y análisis hidráulicos e hidrológicos, así como modelado. Posteriormente, se desarrollaron y presupuestaron diseños de muros convencionales y alternativos para la protección de riberas, con el propósito de examinar su efectividad, consideraciones tecnológicas y su relación costo-beneficio. Sin embargo, el diseño propuesto no pudo ser ejecutado debido a que el ancho de su cimentación excedía las limitaciones del terreno. No obstante, se recomendó la construcción de muros de concreto y de concreto ciclópeo para las áreas más críticas del tramo en estudio.

Las investigaciones mencionadas previamente han explorado diversas alternativas para asegurar que los gaviones sean una opción rentable en términos de costo y beneficio. Por lo dicho, es crucial proponer nuevos diseños y alternativas que enriquezcan las investigaciones actuales, además de identificar posibles fallos ocultos en el presente estudio para que futuros investigadores los tengan en consideración.

III. Presupuesto de la investigación

TABLA I
PRESUPUESTO PARA DESARROLLAR EL PROYECTO.

Recursos disponibles	**Unidad**	**Cantidades**	**Precios Unitarios**	**Precios Totales**
Movilidad a zona del puente Ñaña (4 viajes ida y vuelta)	viajes	4	S/ 5.00	S/ 20.00
Wincha flexómetro	unidad	1	S/ 54.90	S/ 54.90
Medidor y nivel láser Bosh 50m	unidad	1	S/ 669.90	S/ 669.90
Licencias de ArcGIS Pro for student use ($100/año)	licencia	1	S/ 373.00	S/ 373.00
Licencia GAWAC 3.1 (Software gratuito)	licencia	1	S/ -	S/ -
AutoCAD licencia para estudiantes y profesores (1 año-gratis para estudiantes de universidades)	licencia	1	S/ -	S/ -
Licencia Microsoft Excel (Office 365 personal 1 año 69€/año)	licencia	1	S/ 273.93	S/ 273.93
Artículos de oficina	global	1	S/ 30.00	S/ 30.00
Celular para fotografías (propio)	global	1	S/ -	S/ -
Impresiones	global	1	S/ 25.00	S/ 25.00
Laptop Gamer Asus Intel Core i5 RTX3050 8GB 512GB SSD TUF Gaming F15 12°Gen 15.6"	unidad	1	S/ 3,599.00	S/ 3,599.00
Levantamiento topográfico	**Unidad**	**Cantidades**	**Precios Unitarios**	**Precios Totales**
Análisis de Imágenes Satelitales (Google maps)	global	1	S/ 740.00	S/ 740.00
			TOTAL:	**S/ 5,785.73**

IV. Metodología

A. Diseño de investigación

La investigación es predominantemente descriptiva y aplicada. Este tipo de diseño se enfoca en describir características o fenómenos específicos como, en este caso, la propuesta de diseño de drenaje para mejorar la defensa ribereña. Dado que implica la descripción detallada de una propuesta de ingeniería para abordar un problema específico, se considera un estudio aplicado, ya que busca generar conocimiento que pueda aplicarse en la práctica para resolver un problema real en el campo de la ingeniería civil [7].

B. Población y Muestra

La población consta de las riberas del río Rímac y la muestra abarca sólo a 1 kilómetro a lo largo de esta, teniendo como eje central la ubicación del Puente Ñaña. Esta elección de muestreo es de tipo no probabilístico, por el cual, su alcance se elige de manera intencionada basándose en la factibilidad de realización por parte del autor [7].

C. Recolección de Datos

Basándonos en la investigación [8], se empleó la técnica de observación directa para el estudio. Esto implicó realizar visitas a la zona de estudio para llevar a cabo mediciones en el Puente Ñaña y otras áreas relevantes que contribuyan al desarrollo de la tesis. Las mediciones se realizaron mediante una wincha flexómetro y equipos de medición láser de alta precisión, los cuales, estuvieron disponibles para el autor durante el momento de la observación.

Se recopiló información de los registros más desfavorables de crecidas de caudal y precipitaciones presentados en informes del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Adicionalmente, se pudo contrastar con información proveniente de otras entidades de relevancia y de estudios particulares de empresas proyectistas, las cuales son de dominio público (publicado en la web) [8].

D. Evaluación del Estado Actual

Para evaluar el estado actual de la defensa ribereña del puente de Ñaña, se siguió una metodología estructurada que incluyó varias etapas. Primero, se realizó una revisión documental y un análisis histórico, recopilando información sobre eventos de crecidas y erosión, así como estudios y proyectos previos en el área. Luego, se llevaron a cabo visitas técnicas al sitio para inspeccionar el estado del sitio.

E. Técnicas de diseño

Para realizar los predimensionamientos y cálculos de diseño de los muros de gavión y el sistema de drenaje, se recurrió a normativas y teorías como el Eurocódigo 7 y Método de diseño de Maccaferri. Para la representación en 2D, se utilizó AutoCAD. Asimismo, ArcGIS Pro se empleó para obtener secciones, mientras que GAWAC 3.1 fue útil para llevar a

cabo el diseño propio del gavión y el sistema de drenaje con tuberías HDPE mediante una formulación teórica, contribuyéndose a la comprensión del diseño. La elección de los programas ArcGIS Pro y GAWAC 3.1 fue por la facilidad en el manejo de datos, accesibilidad remota a la información, facilidad de creación de nuevas herramientas de geoprocesamiento, entorno de trabajo más organizado y posibilidad de trabajar en equipo.

V. Procedimiento de Trabajo

A. Selección y dimensionamiento de materiales

1) Gaviones

Las defensas ribereñas son estructuras diseñadas para proteger áreas adyacentes a cursos de agua durante períodos de caudales anómalos. Estas estructuras no solo deben enfrentar las condiciones normales de los ríos, sino también situaciones extraordinarias que podrían sobrepasar la capacidad de contención del cauce natural.

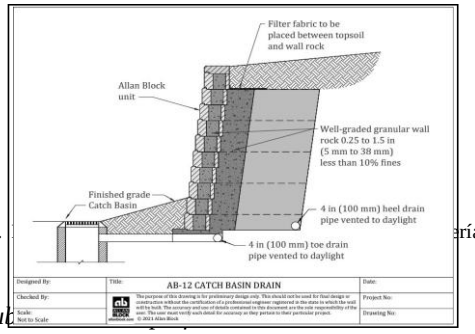


Fig. 3. [illegible] ería externa

2) Tu[illegible]

Se propone la instalación de dos tuberías corrugadas de HDPE perforadas (a fin de evitar obstrucciones), cada una de 500 mm de diámetro, para drenar el flujo de agua filtrada cerca de la base del gavión [4].



Fig. 4. Tubería corrugada HDPE [10].

.

El diseño de gaviones y sus bases buscan actuar como un filtro al utilizar diferentes tamaños de rocas, siguiendo el principio de drenaje francés. Este método implica el uso de tuberías perforadas que permiten el paso del agua filtrada a través de una capa de agregado grueso, facilitando la eliminación de impurezas y advirtiendo el atoramiento de los orificios de la tubería.

B. Diseño técnico

En base a lo revisado en campo y a estimaciones nos resultan las siguientes consecuencias para el diseño del muro y sus tuberías de drenaje.

1) Caudal de cauce de río

El área de sección, más desfavorable, dentro del rango de acción de 1km del cauce del río es de 151.79m². Considerándose una altura de agua de 2.88m, desde el fondo, con un caudal máximo reportado de 91.16 m³/s (instantáneo) resulta ser, aproximadamente, una velocidad de flujo de 0.60m/s.

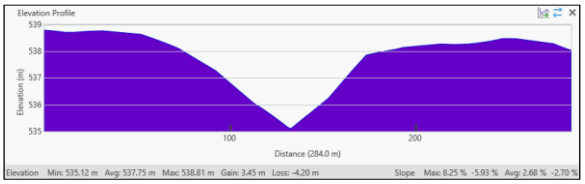


Fig. 5. Perfil de sección de río más crítica representado en ArcGIS Pro.

2) Sección de gaviones

La siguiente representación preliminar, del sistema de gaviones y tuberías HDPE, se debe colocar a ambas riberas del río. Se considerará una carga estimada sobre el terraplén de 90.00 kN/m².

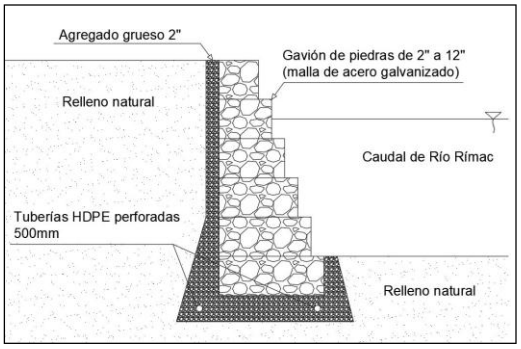


Fig. 6. Planteamiento inicial de sección de gavión con sistema de drenaje de tuberías HDPE perforadas corrugadas.

Tabla II
Datos sobre el muro.

Inclinación del muro	0.00
Peso esp. de las piedras [kN/m³]	30.00
Porosidad de los gaviones [%]	32.00
Geotextil en el terraplén	Si
Reducción en la fricción [%]	4.00
Geotextil en la base	Si
Reducción en la fricción [%]	4.00

Tabla III
Datos sobre el suelo del terraplén.

Inclinación del primer trecho [°]	2.00
Largo del primer trecho [m]	15.00
Inclinación del segundo trecho [°]	0.00
Peso específico del suelo [kN/m³]	16.50
Ángulo de fricción del suelo [°]	21.80
Cohesión del suelo [kN/m²]	Si

TABLA IV
DATOS SOBRE LA FUNDACIÓN.

Profundidad de la fundación [m]	1.00
Largo horiz. en la fundación [m]	0.00
Inclinación de la de fundación [°]	2.00
Peso específico del suelo [kN/m³]	30.00
Ángulo de fricción del suelo [°]	20.28
Cohesión del suelo [kN/m²]	0.00
Presión aceptable en la fundación [kN/m²]	320.00
Nivel del agua [m]	2.88

C. Reporte de resultados Macaferri - Eurocode 7 EN 1997-1 (EU)

1) Resultados de Análisis de Estabilidad

TABLA V
EMPUJE ACTIVO Y PASIVO.

Empuje Activo [kN/m]	1829.44
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	3.50
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	3.71
Dirección del empuje con ref. al eje X [°]	20.93
Empuje Pasivo [kN/m]	22.74
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	0.00
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	0.33
Dirección del empuje con ref. al eje X [°]	-2.00

TABLA VI
DESLIZAMIENTO.

Fuerza normal en la base [kN/m]	702.29
Punto de aplicación con ref. al eje X[m]	-5.73
Punto de aplicación con ref. al eje Y[m]	0.00
Fuerza actuante tangencial [kN/m]	1748.44
Fuerza resistente tangencial [kN/m]	271.85
Deslizamiento	0.16

TABLA VII
VUELCO.

Momento Activo [kN/m x m]	7008.10
Momento Resistente [kN/m x m]	2138.36
Vuelco	0.31

TABLA VIII
TENSIONES ACTUALES EN LA FUNDACIÓN.

Excentricidad	7.48
Tensión normal a la izquierda [kN/m²]	-81.74
Tensión normal a la derecha [kN/m²]	0.00
Tensión última de la fundación[kN/m²]	320.00

TABLA IX
ESTABILIDAD GLOBAL/BISHOP.

Centro del arco con referencia al eje X [m]	0.90
Centro del arco con referencia al eje Y [m]	19.99
Global	0.00

2) ELU – Estado Límite Último

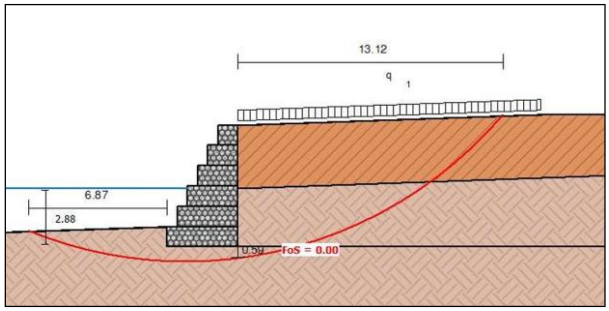


Fig. 7. Geometría del gavión en GAWAC 3.1.

Sa(0.5)=1.0×0.40×1.0×2.0=0.80g (Formulación de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú).

a) Externa

TABLA X
ELU - EXTERNA.

FS para Vuelco (FoS)	0.31
FS para Deslizamiento (FoS)	0.16
FS Global (FoS)	0.00

b) Interna

TABLA XI
ELU - INTERNA.

Camada	H [m]	N [kN/m]	T [kN/m]	M [kN/m x m]	τ max [kN/m]	τ All [kN/m²]	τ FoS	σ Max [kN/m²]	σ All [kN/m²]	σ FoS
1	1.00	72.51	182.21	-45.60	182.21	86.73	0.48	-57.66	725.79	12.59
2	2.00	158.55	396.09	-270.37	264.06	119.92	0.45	-46.49	725.79	15.61
3	3.00	258.12	641.64	-711.40	320.82	143.28	0.45	-46.83	725.79	15.50
4	4.00	385.17	957.87	-1430.73	383.15	168.29	0.44	-51.85	725.79	14.00
5	5.00	533.99	1328.21	-2516.74	442.74	192.22	0.43	-56.65	725.79	12.81

3) ELS – Estado Límite de Servicio

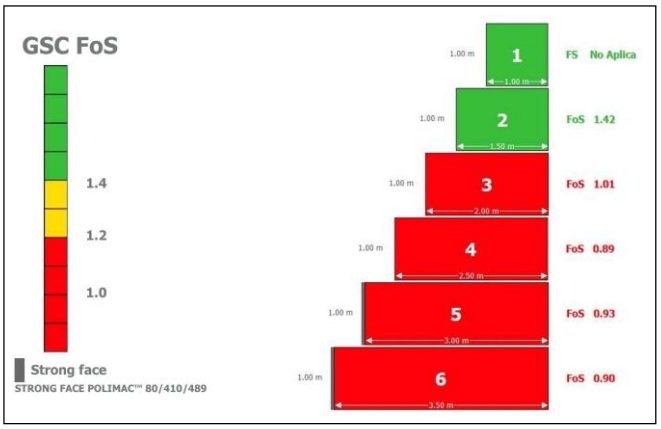


Fig. 8. Gabion Serviceability Coefficient en GAWAC 3.1.

D. Caudal recogido por el drenaje de tuberías corrugadas HDPE

Si hay dos tuberías de 500 mm de diámetro, la capacidad total de drenaje sería:

$$Q_{total} = 2 \times 0.1963 m^2 \times 0.60 m/s = 0.23556 m^3/s$$

E. Evaluación de la viabilidad económica y ambiental del sistema de drenaje

1) Evaluación económica

Supuestos:

- Longitud de tubería: 1 km
- Costo unitario de la tubería corrugada de HDPE perforada (500 mm de diámetro): $50 por metro.
- Mano de obra: $20,000 por km de instalación.
- Excavación: $30,000 por km.
- Construcción del muro de contención: $300 por metro cuadrado, con una sección transversal de 5 m².

Cálculos:

- Costo de la tubería: Costo por km = 1,000 x $50/m = $50,000
- Costo de la mano de obra: $20,000
- Costo de la excavación: $30,000
- Costo del muro de contención: Sección del muro de contención = 5m², Costo por km de muro = 1,000m x 5m² x $300/m² = $1,500,000

Costo Total del Proyecto (por km): $50,000 (tubería) + $20,000 (mano de obra) + $30,000 (excavación) + $1,500,000 (muro de contención) = $1,600,000

2) Evaluación ambiental

Impactos Positivos:

- Reducción de inundaciones: Mejora de la seguridad y reducción del daño a la infraestructura existente.
- Protección del ecosistema: Prevención de la erosión y protección de áreas adyacentes sensibles.

Impactos Negativos:

- Disrupción del hábitat durante la construcción: Se pueden ver afectadas temporalmente especies locales y vegetación.
- Generación de residuos: La excavación y construcción pueden generar residuos sólidos que deben gestionarse adecuadamente.

Mitigación Ambiental:

- Implementación de planes de manejo de residuos y restauración del hábitat post-construcción.

3) Beneficio Anual Total

Beneficio total anual estimado = $500,000 (reducción de daños) + $100,000 (ahorro en mantenimiento) = $600,000

4) Relación Costo - Beneficio

$$RCB = 600,000 / 1,600,000 = 0.375$$

Una RCB de 0.375 sugiere que, en términos estrictamente económicos, el costo del proyecto es alto en relación con los beneficios anuales directos. Sin embargo, es importante considerar los beneficios intangibles y a largo plazo, como la mejora en la seguridad y la calidad de vida de la comunidad, que no están plenamente capturados en este análisis

VI. Conclusiones

En terrenos donde la topografía lo permita, se recomienda la implementación de sistemas de almacenamiento para el agua excedente y pluvial, con el fin de reutilizarla en riego u otros usos sostenibles. En casos donde esto no sea factible, el agua sobrante deberá ser canalizada de manera eficiente hacia el sistema de alcantarillado más cercano o hacia el río, asegurando que se mantenga una distancia adecuada para minimizar riesgos de erosión o inundaciones.

Las dos tuberías corrugadas y perforadas de 500 mm de diámetro tienen la capacidad de drenar un caudal aproximado de 0.23556 m³/s, lo que equivale a aproximadamente el 0.258% del caudal máximo reportado de 91.16 m³/s. Este cálculo demuestra que las tuberías están dimensionadas para gestionar el drenaje localizado en la base del gavión, cumpliendo eficazmente su función específica sin pretender abarcar la totalidad del caudal del río.

Aunque el análisis costo-beneficio presenta una relación de 0.375, es esencial considerar los beneficios intangibles, como la seguridad y la estabilidad social que se proporcionarán a una población de 60,000 personas. Además, los impactos ambientales positivos y la reducción de daños por inundaciones a largo plazo, fortalecen la justificación del proyecto, subrayando su importancia para la protección y el bienestar de la comunidad y el entorno natural.

Agradecimientos

El autor reconoce y agradece sinceramente las valiosas contribuciones y recomendaciones del Dr. Rolando Quispe Basualdo, docente asesor de la Universidad Peruana Unión, por su colaboración en la redacción y en la formulación de los resultados de la investigación.

Referencias

[1] Andina de Televisión, "Residentes preocupados por la vulnerabilidad del Puente Ñaña," Andina de Televisión, Lima, Mar. 14, 2023. Disponible en: https://www.atv.pe/noticia/pobladores-temen-por-posible-desborde-del-rio-en-el-puente-nana#!/player-visor

[2] Centro de Operaciones de Emergencia Nacional, "Umbral de caudal del Río Rímac en alerta naranja," La República, Lima, Mar. 16, 2023. [Online]. Disponible en: https://larepublica.pe/sociedad/2023/03/14/lluvias-en-lima-hoy-en-vivo-huaicos-activacion-de-quebradas-por-ciclon-yaku-y-ultimo-minuto-hoy-14-de-marzo-jicamarca-san-juan-de-lurigancho-ancon-chosica-senamhi-ciclon-en-peru-2023-ultimas-noticias-en-directo-indeci-1306228

[3] Perú Construye, "Puente Ñaña: Integrado superestructura vial," Perú Construye, 2018. [Online]. Disponible: https://www.peruconstruye.net/wp-content/uploads/2018/07/PUENTE-NANA.pdf

[4] C. M. Muñoz Vergara, F. Rivas Saldaña, y C. Moraga Cruz, "Evaluación experimental de la capacidad de drenaje de tuberías perforadas colectoras utilizadas en botaderos de ripios lixiviados – resultados preliminares," Doctoral dissertation, Universidad de Talca, Facultad de Ingeniería, 2021. [Online]. Disponible: http://dspace.utalca.cl/handle/1950/12832

[5] L. J. Villagaray Flores y D. M. Ríos Hidalgo, "Estudio comparativo de estabilidad de taludes entre el sistema de drenaje por perforación con anclajes y el sistema de gaviones con banquetas en la Carretera Central, Cerro Pucruchacra, San Mateo," 2021. [Online]. Disponible: http://hdl.handle.net/10757/657577

[6] B. A. Camacho Vargas y J. U. De La Cruz Mesías, "Propuesta de diseño de un muro de defensa ribereña con sistema de drenaje LGD en el Río Rímac desde el puente colgante al puente estela montti, Chosica," 2021. [Online]. Disponible: http://hdl.handle.net/10757/658731

[7] R. Hernández Sampieri y C. Mendoza Torres, "Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta," McGraw-Hill Education, México, 2018.

[8] B. A. Camacho Vargas y J. U. De La Cruz Mesías, "Propuesta de diseño de un muro de defensa ribereña con sistema de drenaje LGD en el Río Rímac desde el puente colgante al puente estela montti, Chosica," 2021. [Online]. Disponible: http://hdl.handle.net/10757/658731

[9] Alibaba.com, "Tubería perforada de hdpe, corrugada para drenaje francés," spanish.alibaba.com, Ago. 28, 2024. [Online]. Disponible: https://spanish.alibaba.com/product-detail/hdpe-perforated-pipe-corrugated-for-french-1600110204075.html

[10] Allanblock.com, "Muros de contención - Diseño," Allan Block Leader in Wall Solutions and Support, Ago. 27, 2024. [Online]. Disponible: https://spanish.alibaba.com/product-detail/hdpe-perforated-pipe-corrugated-for-french-1600110204075.html



Handel Albert Lazo Diaz 1. Bachiller de Ingeniería Civil por la Universidad Peruana Unión (Perú), egresado del 2022. Actualmente, se desempeña como profesional en el campo de la mecánica de suelos. Ha trabajado como Asistente de Laboratorio de Suelos y Concreto en Tecnovias SRL, empresa dedicada a estudios geotécnicos en Lima, Perú. Además, ha ocupado el cargo de Asistente del Área de Gestión del Riesgo en el Gobierno Regional del Cusco y ha participado en la elaboración de estudios hidrológicos en el Consorcio IRRIGAR E.I.R.L, empresa de Consultoría Ambiental. Forma parte del grupo de investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana Unión, donde se desarrollan artículos de investigación enfocados al diseño y planeamiento de soluciones ingenieriles e infraestructuras civiles en el Perú.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-0122-0641.



Rolando Quispe Basualdo. Bachiller e Ingeniero Civil por la Universidad Nacional Federico Villarreal. Maestro en Administración con mención en Gestión Pública por la Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle. Estudios de Maestría en Recursos Hídricos de la Universidad Nacional Agraria La Molina. Estudios de doctorado en Gestión Pública y Gobernabilidad por la Universidad César Vallejo. Trabajé como Gerente del Área de Infraestructura de la Universidad Peruana Unión (UPeU), del campus Lima y Coordinador de la Escuela de Ingeniería Civil de la UPeU campus Juliaca. Actualmente soy el Coordinador de la Escuela de Ingeniería Civil de la UPeU campus Tarapoto; docente de las asignaturas de Investigación, Estructuras, Seminario de la Tecnología y Construcción, y Prácticas Pre Profesionales de la UPeU campus Tarapoto.
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-3488-4372.

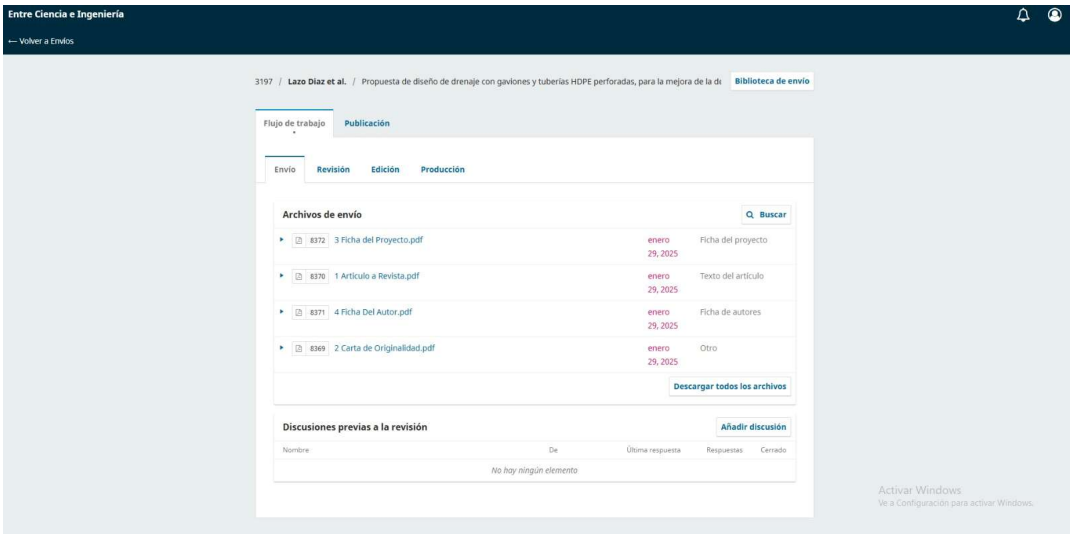
EVIDENCIA DE SUMISION DE ARTICULO A REVISTA

1. Revista indexada elegida

ENTRE CIENCIA E INGENIERIA – UNIVERSIDAD CATOLICA DE PEREIRA – COLOMBIA

https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/index

2. Evidencia de envió a través de la plataforma



3. Evidencia de la respuesta de la revista

29/1/25, 2:39 p.m. Gmail - Acuse de recibo del envío

Gmail

Handel Lazo <hlazodiaz.personal@gmail.com>

Acuse de recibo del envío

1 mensaje

Line Yasmin Becerra Sánchez, PhD. <entrecei@ucp.edu.co> 29 de enero de 2025, 14:36
Para: Handel Albert Lazo Diaz <hlazodiaz.personal@gmail.com>

Handel Albert Lazo Diaz:

Gracias por enviar el manuscrito "Propuesta de diseño de drenaje con gaviones y tuberías HDPE perforadas, para la mejora de la defensa ribereña en las cercanías del puente Ñaña, Chosica-2024." a Entre Ciencia e Ingeniería. Con el sistema de gestión de publicaciones en línea que utilizamos podrá seguir el progreso a través del proceso editorial tras iniciar sesión en el sitio web de la publicación:

URL del manuscrito: https://revistas.ucp.edu.co/index.php/entrecienciaeingenieria/authorDashboard/submission/3197
Nombre de usuario/a: handellazo

Si tiene alguna duda puede ponerse en contacto conmigo. Gracias por elegir esta editorial para mostrar su trabajo.

{$contextName}

"AÑO DEL BICENTENARIO, DE LA CONSOLIDACIÓN DE NUESTRA INDEPENDENCIA, Y DE LA CONMEMORACIÓN DE LAS HEROICAS BATALLAS DE JUNÍN Y AYACUCHO"

RESOLUCIÓN N° 0426-2024/UPeU-FIA-CF-T

Lima, Ñaña 02 de julio de 2024

VISTO:

El expediente de **Lazo Diaz, Handel Albert**, identificado(a) con Código Universitario Nº 201911460, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión;

CONSIDERANDO:

Que la Universidad Peruana Unión tiene autonomía académica, administrativa y normativa, dentro del ámbito establecido por la Ley Universitaria Nº 30220 y el Estatuto de la Universidad;

Que la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, mediante sus reglamentos académicos y administrativos, ha establecido las formas y procedimientos para la aprobación e inscripción del perfil de proyecto de tesis en formato artículo y la designación o nombramiento del asesor para la obtención del título profesional;

Que **Lazo Diaz, Handel Albert**, ha solicitado: la inscripción del perfil de proyecto de tesis titulado "Propuesta de diseño de drenaje con gaviones y tuberías HDPE perforadas, para la mejora de la defensa ribereña en las cercanías del puente Ñaña, Chosica-2024" y la designación del Asesor, encargado de orientar y asesorar la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo;

Estando a lo acordado en la sesión del Consejo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad Peruana Unión, celebrada el 02 de julio de 2024, y en aplicación del Estatuto y el Reglamento General de Investigación de la Universidad;

SE RESUELVE:

Aprobar el perfil de proyecto de tesis en formato artículo titulado **"Propuesta de diseño de drenaje con gaviones y tuberías HDPE perforadas, para la mejora de la defensa ribereña en las cercanías del puente Ñaña, Chosica-2024"** y disponer su inscripción en el registro correspondiente, designar como asesor a **Mg. Reymundo Jaulis Palomino** para que oriente y asesore la ejecución del perfil de proyecto de tesis en formato artículo el cual fue dictaminado por: **Ing. David Diaz Garamendi y Mg. Armin Quintana Sánchez** otorgándoles un plazo máximo de doce (12) meses para la ejecución.

Regístrese, comuníquese y archívese.

Dra. Erika Inés Acuña Salinas
DECANA

Ph.D. Silvia Pilco Quesada
SECRETARIA ACADÉMICA

cc:
-Interesado
-Asesor
-Dirección General de Investigación
-Archivo