

UNIVERSIDAD SAN PEDRO
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL



**Diseño de Gaviones Tipo Caja en Zonas Vulnerables de
la Quebrada Tingo Mayo, Cajamarca, 2021.**

Tesis para obtener el título de Ingeniero Civil

Autor:

Chávez Minchán, Cristhian Jhosep

Asesor(a): - Código ORCID

Rojas Huamán, Ever

0000-0002-2914-2104

CAJAMARCA – PERÚ

2021

PALABRAS CLAVE:

Tema: Diseño de Gaviones Tipo Caja

Especialidad Ingeniería Civil

KEYWORKS

Theme Box Gabion Design

Speciality Civil Engineering

Línea de investigación Hidráulicas
Área Ingeniería y Tecnología
Sub área Ingeniería Civil
Disciplina Ingeniería Civil

TITULO:

**Diseño de Gaviones Tipo Caja en Zonas Vulnerables de la
Quebrada Tingo Mayo, Cajamarca, 2021.**

RESUMEN

El trabajo de investigación denominado “Diseño de Gaviones Tipo Caja en Zonas Vulnerables de la Quebrada Tingo Mayo, se desarrolló en el distrito de Baños del Inca, en la provincia de Cajamarca - departamento de Cajamarca, en donde se planteó mitigar la posibilidad o riesgo de una inundación en el distrito de los Baños del Inca haciendo uso de construcción de estructuras denominadas gaviones tipo caja en las zonas vulnerables de la quebrada Tingo Mayo, Cajamarca. Para ello se utilizó una metodología basada en el análisis técnico metodológico de diseño de gaviones tipo caja, así como del uso de información provenientes de proyectos parecidos o iguales.

Este estudio de investigación se apoyó en investigaciones hechas de forma similar en su diseño, la conformación de las estructuras o cajas de gaviones además a las estructuras se le realizó la verificación de su estabilidad con la finalidad de tener una confiabilidad alta en el correcto funcionamiento y como un elementos de protección para con los habitantes del distrito de Los Baños del Inca, disminuyendo el riesgo las posibles fallas que puedan presentarse dentro del periodo de vida útil del gavión. a fallas dentro del tiempo de vida útil de la estructura. Con el diseño de estas estructuras se obtuvo resultados que permiten asegurar que la utilización de los gaviones específicamente el tipo caja mitigan los riesgos de inundación del distrito de Baños del Inca por zonas vulnerables de la Quebrada Tingo Mayo, Cajamarca.

ABSTRACT

The research work called “Design of Box-Type Gabions in Vulnerable Zones of the Tingo Mayo Creek, was developed in the district of Baños del Inca, in the province of Cajamarca - department of Cajamarca, where it was proposed to mitigate the possibility or risk of a flood in the district of the Baños del Inca using the construction of structures called box-type gabions in the vulnerable areas of the Tingo Mayo creek, Cajamarca. To do this, a methodology based on the technical methodological analysis of box-type gabion design was used, as well as the use of proven information from similar or equal projects.

This research study was supported by investigations made in a similar way in its design, the conformation of the structures or gabion boxes in addition to the structures, a verification of its stability was carried out in order to have a high reliability in the correct operation and as an element of protection for the inhabitants of the Los Baños del Inca district, reducing the risk of possible failures that may occur within the useful life of the gabion. to failures within the useful life of the structure. Tingo Mayo, Cajamarca.

ÍNDICE

PALABRAS CLAVE:	i
TITULO:	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
ÍNDICE	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	vii
INTRODUCCIÓN	1
METODOLOGÍA	32
RESULTADOS	36
ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	61
CONCLUSIONES	63
RECOMENDACIONES	64
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
ANEXOS	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Estabilidad del terreno con Gaviones tipo Caja. (Cueva del Ingeniero Civil, s.f.)	2
Figura 2: Gavión Tipo Caja (Grupo Desnivel, 2018).....	11
Figura 3: Gavión Recubrimiento (Grupo Desnivel, 2018).....	11
Figura 4: Características Técnicas de malla triple torsión (Grupo Desnivel, 2018).	12
Figura 5: Detalle de piedra de relleno (Grupo Desnivel, 2018).	13
Figura 7: Tipos de Gaviones (Grupo Desnivel, 2018).....	16
Figura 6: Ejemplo de Muro de Contención (Grupo Desnivel, 2018).	16
Figura 8: Tipo de gaviones y sus aplicaciones. (Grupo Desnivel, 2018).	17
Figura 9: Plano de aplicación del empuje activo Tipo de gaviones (Almeida, 2008)	18
Figura 10: Plano de ubicación Distrito Baños del Inca (elaboración propia).....	36
Figura 11: Plano de ubicación Georreferenciado Quebrada Tingo Mayo (elaboración propia).....	37
Figura 12: Plano de delimitación de tramo de estudio Quebrada Tingo Mayo (elaboración propia).....	38
Figura 13: Zona vulnerable 01 margen izquierda – Quebrada Tingo Mayo (elab. propia).....	43
Figura 14: Zona vulnerable 02 margen izquierda – Quebrada Tingo Mayo (elab. propia).....	44
Figura 15: Zona vulnerable 03 margen derecha – Quebrada Tingo Mayo (elab. propia).....	44
Figura 16: Zona vulnerable 04 margen derecha – Quebrada Tingo Mayo (elab. propia).....	45
Figura 17: Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia Cuenca (elab. propia).....	50

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Gaviones.....	9
Tabla 2: Tipo de Gaviones.....	10
Tabla 3: Tipos de Gaviones.....	11
Tabla 4: Características Técnicas de malla triple torsión.....	12
Tabla 5: Valores típicos del peso específico de suelos.....	19
Tabla 6: Valores típicos del ángulo de fricción interno de suelos no cohesivos.	20
Tabla 7: Periodo de retorno de diseño recomendado para estructuras menores.....	21
Tabla 8: Factor de escorrentía de Mac Math.	23
Tabla 9: Valores de γ_N y σ_N en función de N.....	25
Tabla 10: Operacionalización de variables.....	30
Tabla 11: Intensidades máximas estación A. Weberbauer - Cajamarca 1973 – 2015.	46
Tabla 12: Tabla. Intensidades máximas de precipitación mediante modelo Gumbel – estación pluviométrica A. Weberbauer (altitud 2536 msnm), cuenca río Tingo Mayo.	48
Tabla 13: Ecuación de Intensidad Cuenca.	49
Tabla 14: Intensidades máximas (mm/h) cuenca.....	50
Tabla 15: Intensidades de cuenca.	51
Tabla 16: Caudales máximos.....	51
Tabla 17: Áreas inundables totales para Tr = 10 años.....	52
Tabla 18: Áreas de máxima peligrosidad para Tr = 10 años.	53
Tabla 19: Áreas inundables totales para Tr = 50 años.....	53
Tabla 20: Áreas de máxima peligrosidad para Tr = 50 años.	54
Tabla 21: Áreas inundables totales para Tr = 100 años.....	54
Tabla 22: Áreas de máxima peligrosidad para Tr = 100 años.	55
Tabla 23: Áreas inundables totales para Tr = 200 años.....	55
Tabla 24: Áreas de máxima peligrosidad para Tr = 200 años.	56

INTRODUCCIÓN

Con el pasar del tiempo, los seres humanos vivían en las riberas de los ríos, razón por la cual se hacía inevitable la edificación de elementos de defensa, dichas estructuras que se crearon para advertir y prevenir las inundaciones que eran causadas por los desbordes de estos ríos en periodos de grandes avenidas (temporada de lluvia), y de esta forma se pueda salvaguardar a los pobladores así como también a las edificaciones que los cobijan, y que ambos se encuentran en riesgo relacionado con el agua.

Casi la totalidad del territorio peruano presenta un relieve topográfico accidentado, este territorio está compuesto de diferentes tipos de suelos, en los cuales se localizan fallas geológicas; lo que provoca como consecuencia un mayor riesgo de damnificados y pérdidas humanas en caso se produzcan fenómenos naturales como inundaciones.

Unas fallas geológicas generalmente ocasionan daños debido a la presencia de la humedad que provocan las lluvias, las infiltraciones subterráneas y también debido al riego de forma inadecuada en cotas más elevadas por parte de pobladores de las comunidades aledañas.

Este tipo de fenómeno de alud o deslizamiento de la tierra posee mayor efecto en la ocupación del área de las viviendas, afectando así el **Ámbito Económico y Social**. Para evitar esta situación, la gente ha utilizado diferentes métodos para contrarrestar el deslizamiento del Terreno.

La vulnerabilidad es un estado de amenaza que puede tener efectos devastadores. Empeora cuando pierde la capacidad de protegerse de las amenazas.

Debido al problema de las inundaciones, para diseñar estas medidas de protección, se ha de realizar algunos trabajos de campo iniciales o estudios, entre los que podemos mencionar: un análisis hidrológico e investigación hidráulica de una situación real in situ, que permitan alcanzar eficazmente sus objetivos durante el periodo de vida útil, y así realizar una exacta estimación de su altura y de la distancia en la que se debería ubicarse la estructura.

Dependiendo de la naturaleza del entorno hidráulico y del suelo, de la disposición de materiales y tipo de utilidad del espacio circundante, será de suma importancia determinar el conveniente tipo de defensa a utilizarse.

La estabilidad global de la propuesta, que posteriormente al uso de redes de gaviones de caja que ayudan a estabilizar el suelo. Para análisis y diseño de investigación y ensayos de campo.



Figura 1: Estabilidad del terreno con Gaviones tipo Caja. (Cueva del Ingeniero Civil, s.f.)

Para esta investigación se han realizado numerosos estudios a nivel internacional y nacional, como medidas preventivas ante eventuales deslizamientos, trabajos realizados por profesionales en la rama que buscan comprender las causas que producen estos deslizamientos y vulnerabilidades, y también como la ciudad reacciona físicamente frente a este fenómeno.

Se mencionan a nivel internacional los siguientes estudios:

Piñar (2018), para obtener el grado de licencia en Ingeniería en el país de Costa Rica, presentó un trabajo de investigación que consiste en la construcción de una estructura

que corresponde a un muro de gaviones cuyo volumen llega a ser de 960 m³, cuyo propósito general se estableció en estabilizar los inestables taludes cercanos a la Urbanización “La Estefanía”, la cual se ubica en la provincia del Carmen de Guadalupe, Costa Rica. Se utilizó una metodología descriptiva inicialmente con la recopilación y estudio de la bibliografía relativa al empleo de las estructuras de contención conocidas como gaviones, paralelamente se realizó una participación muy activa en el proceso constructivo de 2 muros de tipo realizados por la empresa Gaviones Bekaertp, con el fin de proporcionar experiencia en el ramo de las construcciones futuras en este tipo de obras civiles: muros de gaviones.

Los resultados más importantes obtenidos en esta etapa fueron los factores de seguridad y utilidad: factor de seguridad de 3.58 y 8.45 contra el volcamiento, 50% de utilidad para este tipo de proyecto. Llegando a concluir que se debe elaborar un adecuado estudio de suelos antes de toda actividad de diseño, el 75% del costo del proyecto corresponde a las mallas, los muros de gaviones tienen un fácil proceso de construcción y son económicos fundamentalmente.

Galanton y Romero (2017), presento un trabajo de investigación cuyo propósito es determinar la eficiencia y a la adaptabilidad de los gaviones ante los fenómenos naturales; su objetivo es demostrar cuan útil son los gaviones para poder ser empleados como estructuras de defensa. Para se realizó estudios básicos de ingeniería con la finalidad de cumplir estrictamente con los parámetros establecidos en las normas y se concluye que los gaviones son más flexible y susceptibles a adaptarse ante cualquier cambio y posteriormente se realizó una aplicación práctica acorde con el tema, se ejecutó en la Cuenca Baja del rio Neverí, obteniendo la conclusiones como: la construcción del muro de gavión es el más adecuado, es una obra construida con material flexible, cumple con la normatividad y exigencias, es capaz de adecuarse a las deformaciones que se produzcan cuando esté en funcionamiento. (págs. 3-4).

Se mencionan a nivel nacional los siguientes estudios:

Morales, (2019), presento un trabajo de investigación cuyo propósito fue definir cuál sería la apropiada defensa ribereña que pueda controlar las inundaciones provocadas

por el aumento de caudales en el río, haciendo uso del programa Geo 5 en un área urbana perteneciente al distrito de Lircay, en la provincia de Angares, Huancavelica, Perú. Esta investigación aplicó una metodología del tipo aplicada con un nivel cuantitativo-correlacional. Entre los resultados de la investigación podemos mencionar que se tienen tres bloques geométricos (muros de contención) de concreto armado. Presentan las características siguientes: el primero o Tipo I con $B=4.00$ m – $H=4.00$ m – con longitud de 680.00 m – con Factor de seguridad al volteo $=5.21$ y factor de seguridad al desplazamiento $=1.55$; el segundo o Tipo II con $B=5.00$ m – $H=6.00$ m – con longitud de 2,120.00 m – con Factor de seguridad al volteo $=5.42$ y factor de seguridad al desplazamiento $=1.50$; por último, el tercero o Tipo III con $B=6.00$ m – $H=6.50$ m – con longitud de 1,147.00 m – con Factor de seguridad al volteo $=6.57$ y factor de seguridad al desplazamiento $=1.57$; los cuales se deberán construir a los dos márgenes del río Sicra. El investigador llegó a la conclusión que la estructura más apropiada para la construcción en el distrito de Lircay sería la construcción de muros de contención de concreto armado, estos habían superado los cálculos teóricos, análisis práctico y análisis dinámico que habían sido planteados mediante programa Geo 5. Las estructuras planteadas permiten una correcta canalización de todos los caudales, inclusive los excepcionales, proporcionan más seguridad ante los deslizamientos de tierras, vuelcos, menor desgaste debido a la erosión y la socavación, protección por las crecidas del río, por último, la zona urbana estará más protegida ante fenómenos naturales extraordinarios.

Evangelista (2017), presentó un trabajo de investigación el cual consiste en evitar que el río Chancay pueda desbordarse a la altura del sector de Salinas, sector que cuenta con población y tierras de cultivo que podrían sufrir daños materiales ante un evento extraordinario del fenómeno del niño que trae consigo las crecidas del río y consecuente desborde. Se plantea como objetivo poder identificar cuáles serían las zonas susceptibles a colapsar o desbordar en el sector Salinas, perteneciente al distrito de Chancay, en la provincia de Huaral, departamento de Lima. Se utilizó una metodología científica, ya que se estableció a través de fenómenos observables como los efectos que tuvo el fenómeno del niño en años anteriores (datos históricos), obteniendo finalmente parámetros adecuados para la ubicación y diseño de las

estructuras de defensa en el río Chancay, sector las Salinas, tramo centro poblado San Juanito Alto. Se concluyó, según los criterios estudiados, que la estructura para la defensa ribereña sería los Gaviones del tipo Caja.

Se pueden mencionar en el marco local los siguientes estudios:

Díaz (2019), presentó un trabajo de investigación que consiste en evitar el desborde del Río Chonta y prever que se deterioren los predios que se han destinado al sector agrario: producción de pastos y forrajes para el consumo en el sector ganadero. Se determinó zonas inundables a través modelamiento hidráulico del río Chonta a la altura del caserío de Tartar Chico, en el distrito de Baños del Inca, Cajamarca, así como también el grado de vulnerabilidad y en función del peligro se estimó el riesgo de inundación. Su metodología fue aplicada e hizo uso de software para el modelamiento hidráulico, considerando base de datos de estaciones meteorológicas como la Augusto Weverbauer como la información de las intensidades máximas de las precipitaciones en la cuenca del río Chonta para obtener los caudales máximos del río. Llegando a la conclusión de la existencia de zonas en peligro de inundación.

Soto (2017), presentó un trabajo de investigación que consiste en evitar el desborde del Río Amojú y evitar la inundación de la localidad de Parral; quién presenta como objetivo de estudio el desarrollar 2 modelamientos: el hidráulico y el hidrológico que permita establecer cuáles serían las zonas con alto riesgo de inundación. Su metodología consistió en el procesamiento y compilación de la información cartográfica, posteriormente mediante el uso del software Hec-Ras y la topografía digital del cauce del río Amojú se determinó el modelamiento hidráulico, y las máximas descargas mediante el estudio hidrológico, dando como conclusión parámetros que se usaron para diseñar la defensa ribereña del río Amojú, posteriormente se concluye que en acorde a los resultados conseguidos en el prototipo del diseño será un muro de concreto ciclópeo.

A consecuencia de que la ocurrencia periódica, casi anual del fenómeno del niño e incluso por fenómenos de otra naturaleza se pretende aplicar métodos netos de Ingeniería Civil para el diseño de gaviones tipo caja considerando las características principales de la Quebrada Tingo Mayo, con la finalidad principal de tener un diseño

que pueda ser útil y se pueda aplicar para así brindar seguridad a las construcciones, zonas ganaderas y agrícolas que se encuentren en las zonas vulnerables existentes.

En donde se aplicó estudios básicos de Ingeniería para obtener el cálculo y diseño óptimo de acuerdo a las solicitaciones correspondientes que cumplan con la normatividad vigente en el Reglamento Nacional de Edificaciones.

Por lo que fue necesario revisar en la problemática de este estudio en lo siguiente, como referencia con lo que se partió a plantear el problema de la investigación:

Según (Mujeriego, 2000) las inundaciones han coexistido desde épocas de la conquista, estas originan adecuadas para el desarrollo de nuevas civilizaciones o asentamientos humanos, además enriquecen los suelos de los valles con nutrientes lo que permite una gran diversidad de productos y traslado de mercancía incluso navegación (pag, 7)

Muchas culturas se desarrollaron gracias a su ubicación e influencia de un cauce de río; la cultura egipcia una de las destacadas de la humanidad por su gran desarrollo él se ubica la zona de la Mesopotamia en las riberas del río Nilo, entre los ríos Tigris y Éufrates, la cultura hindú delimitada por los ríos Ganges e Indo, otra gran cultura es la China, la cual se desarrolló entre el río Hoang Ho y el río Yang Tse kiang,

La Organización de la Naciones Unidas (ONU 2015) destaca como principal razón de que las migraciones desde las zonas rurales a las zonas urbanas acrecientan el aumento poblacional en las ciudades, generando unas condiciones de mayor presión de los suelos y en los servicios, por lo que aumentan los asentamientos humanos en la costa, y en laderas inestables que son zonas vulnerables y de alto riesgo, así como también por desastres atribuibles al fenómeno del niño.

De acuerdo a (Kerimbey & Henriquez, 2014) en los últimos años en el norte del país se ha observado la deficiencia para poder advertir y minimizar los daños ocasionados por los desastres naturales dentro de los cuales, en intensidad y daños causados ocurrieron en 1,925- 1,982-1,983-1,997-1,998 (pág. 2)

Debido a los fenómenos y causas antrópicas que se pueden producir, los terrenos destinados para la agricultura, ganadería y vivienda de la quebrada Tingo Mayo podrían sufrir daños a nivel económico y social.

(Galanton & Romero, 2007) Establece que el tipo de defensa ribereña a construirse dependerá de la ubicación del área cercana, se es área rural o área urbana. Debe de realizarse los debidos estudios y ensayos preliminares de las zonas y suelos previos al correspondiente diseño de las estructuras de protección, los parámetros más importantes a tener en cuenta son los caudales de diseño, la estimación de las máximas avenidas que definen los niveles máximos del agua que pueden alcanzar, entre otros; que permite definir las distancias a la que deben ubicarse las estructuras de defensa. (pág. 13).

Por todo lo mencionado se planteó que el uso gaviones tipo caja que ayuden a encauzar la quebrada Tingo Mayo cuando se presenten grandes avenidas debido a precipitaciones ocasionadas por el fenómeno del niño, para que sirvan de protección a las zonas vulnerables en las riberas de los ríos y evitar pérdidas económicas y sociales. Bajo este contexto de la realidad problemática la investigación puede plantear como problema de investigación la siguiente pregunta: ¿Cómo se puede mitigar el riesgo de inundación en el distrito de Baños del Inca mediante la construcción de gaviones tipo caja en las zonas vulnerables de la quebrada Tingo Mayo, Cajamarca?

Fundamentación científica

La cuenca Hidrológica

Una cuenca de drenaje de un fluido o corriente vienen a ser el espacio del suelo por donde la totalidad de las aguas que se precipitan en ella se articulan y reúnen para conformar un único curso del agua. Cada uno de estos cursos de agua tiene un área definida llamada también cuenca, en cada parte del recorrido del curso. Es posible clasificar una cuenca teniendo en cuenta el tamaño de la siguiente manera:

- Cuenca grande
- Cuenca pequeña

La Cuenca grande

Es la cuenca en que predominan sus características fisiográficas es decir su pendiente, su elevación, su área y su cauce. También se considera una cuenca grande aquella que tiene un área superior a 205 km².

La Cuenca pequeña

Es la cuenca en donde existen comúnmente precipitaciones de fuerte intensidad y corta duración, en que predominan las características físicas es decir su vegetación, su tipo de suelo por encima de las características del cauce. También se considera una cuenca pequeña aquella que tiene desde algunas pocas hectáreas hasta las que tienen un área de 205 km².

Uso de gavión:

Los gaviones son estructuras de defensa que se ubican en las riberas de los ríos para disminuir el impacto que origina el flujo de los ríos, porque evita la erosión y protege la plataforma de la estructura de contención, así como también encauza las riberas del río.

En el Perú hay 21 provincias que registran desbordes de ríos, a causa de las precipitaciones (INDECI), y recomienda la construcción de defensas ribereñas que se componen de material flexible y que tengan concordancia con el entorno del relieve y geografía de cada lugar.

Definición Gavión

Las estructuras de defensa llamadas gaviones son elementos modulares que tiene generalmente una forma prismática y rectangular, que se elaboran con mallas de alambre galvanizado, que se refuerzan en los bordes con alambres de mayor grosor y que se dividen en celdas a través de diafragmas.

Tabla 1
Gaviones.

Tratamiento	Función	Aplicaciones
Gaviones	Contención de Tierras.	<ul style="list-style-type: none">• Muros de contención.• Adición de carril de tránsito.• Obras de defensas fluviales.• Corrección de torrentes.

Fuente: (Grupo Desnivel, 2018)

El sistema de gaviones muestra las siguientes ventajas:

- Posee una alta resistencia a causa de su elevada flexibilidad.
- Tiene gran durabilidad debido a su resistencia a los químicos, al agua, al hielo y deshielo.
- Tiene una permeabilidad elevada que le permite un gran drenaje natural
- Presenta una vez construida mínimo impacto visual debido a su gran variedad geométrica (Malpartida, 2011).

Descripción del gavión:

La estructura de contención de tierras que se forma con un enrejado metálico, que se compone por una malla hexagonal de torsión triple, estos elementos se arman y rellenan con piedras o cantos rodados, formando así una estructura capaz de soportar el empuje del terreno y la erosión por la corriente de un fluido (Malpartida, 2011)

Las características técnicas de los componentes:

Un sistema de protección o contención de gaviones está conformado por los componentes siguientes:

➤ **Gavión:**

Es un sistema de confinamiento de forma prismática que tiene elevada resistencia y se conforma por una malla de torsión triple que puede ser de varias dimensiones, y está confeccionada usando alambre galvanizado. Se puede considerar fundamentalmente dos tipos de gaviones:

- Tipo caja
- Tipo recubrimiento.

a. **Gavión tipo CAJA:**

Este tipo de gavión lo conforman elementos de forma rectangular, se emplean en la protección de los cauces de ríos, en los taludes como muros de contención. A continuación, se presentan algunas dimensiones:

Tabla 2
Tipos de Gaviones.

TIPOS DE GAVIONES						
Largo. (m)	Ancho. (m)	Alto. (m)	N° Diafrag	Malla 8 x 10 – 2,7 mm	Malla 5 x 7- 2,0 mm	
				Unid / paquete P.V.C.	Unid/paquete	
2	1	0,5	1	50	40	25
3	1	0,5	2	40	30	25
4	1	0,5	3	30	25	25
2	1	1	1	40	35	25
3	1	1	2	30	25	25
4	1	1	3	20	20	25

Fuente: (Grupo Desnivel, 2018)

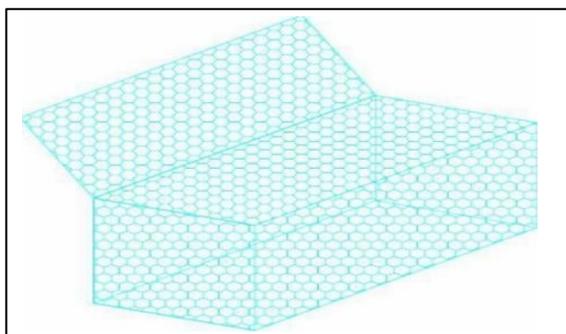


Figura 2: Gavión Tipo Caja (Grupo Desnivel, 2018).

b. Gavión tipo RECUBRIMIENTO

Este tipo de gavión se diferencia con el tipo caja porque presentan un menor espesor y tienen mayor amplitud. Estos gaviones se utilizan la construcción de obras de protección de las riberas y orillas de los ríos, así como en los torrentes. Este tipo de gavión presentan las siguientes características:

Tabla 3

Tipos de Gaviones.

TIPOS DE GAVIONES			
Largo. (m)	Ancho. (m)	Malla 5 x 7 –	Malla 8 x 10 –
		2,0 mm	2,7 mm
		Alto. (m)	Alto. (m)
3	2	0.2	
4	2	0.2	
3	2		0.3
4	2		0.3

Fuente: (Grupo Desnivel, 2018)

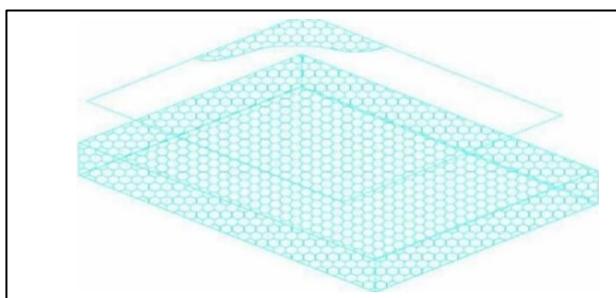


Figura 3: Gavión Recubrimiento (Grupo Desnivel, 2018).

Las mallas de torsión triple de confeccionadas de acero galvanizado son elementos conforman una estructura de gavión, y tiene las siguientes características técnicas específicas:

Tabla 4
Características Técnicas de malla triple torsión

Tipo malla	N° alambre	Diámetro alambre mm	Contenido zn gr/m ²	Resistencia a tracción n/ml x m de ancho	L m	A m	P kg/m ²
5X7/13	13	2,0	215	33700	100	4	1,13
8X10/16	16	2,7	260	40800	100	4	1,35
8x10/16 + PVC	16	2,7 / 3,7	260	40800	100	4	1,60

Fuente: (Grupo Desnivel, 2018)

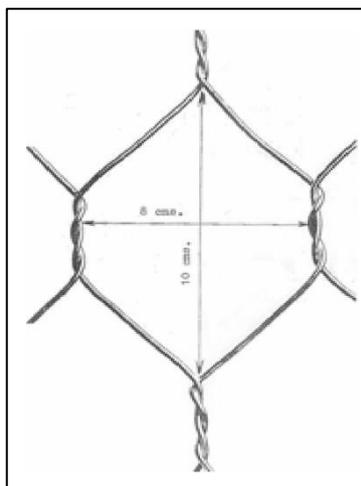


Figura 4: Características Técnicas de malla triple torsión
(Grupo Desnivel, 2018).

- La luz de la malla tendrá una dimensión de 8.0 cm x 10.0 cm de largo cuando se trate de la malla: 8x10/16
- El alambre galvanizado utilizado es de numero 16 o equivalente a 2.70 de diámetro.
- Se puede admitir una tolerancia de $\pm 2.5\%$ del diámetro del alambre, también el mismo porcentaje en las otras características, debe cumplir la norma UNE.EN.10223-3

- El alambre debe cumplir con lo indicado en la Norma UNE.EN.10224-2 que establece la cantidad mínima de zinc en su contenido y es de 260 gr/m²
- El alambre debe tener una resistencia media a tracción de 40,800 N/m linealmente por metros de ancho, según lo establecido en la norma UNE.EN.10218-2 (Malpartida, 2011)

➤ **La piedra de relleno**

El material de relleno en los gaviones es la piedra que debe ser natural o proveniente de un proceso de trituración, esta piedra no debe contener agentes del tipo corrosivos, debiendo tener resistencia a la acción del intemperismo y el agua. Se recomienda una dimensión entre 10.0 cm, a 20.0 cm para las aristas, las que deben graduarse de forma correcta entre los límites correspondientes para llevar el gavión al máximo y obtener una cara vista homogénea (Malpartida, 2011).



Figura 5: Detalle de piedra de relleno (Grupo Desnivel, 2018).

Los trabajos preliminares

Previamente a la ejecución del sistema de gaviones, se debe proceder a limpiar el área y eliminar la capa vegetal y los desechos de la zona de ejecución. También se tiene que realizar la sustitución de los suelos que no son aptos y reemplazarlos con un adecuado material (Malpartida, 2011).

De la ejecución de sistema de gaviones:

Se inician los trabajos según el proyecto con el cajoneado del gavión, luego de nivelará y realizará la compactación adecuada, que debe de medirse con ensayos de densidad de campo in situ. El proceso de montaje de los gaviones comprende cinco etapas (**ver Anexo A**).

- Armado
- Emplazamiento
- Colocación de los encofrados
- Relleno
- Cierre

Armado: corresponde a la primera etapa, y esta consiste en realizar el despliegue sobre el terreno de los gaviones, los cuales se suministran en paquetes plegados. Se inicia levantando los dos lados largos y sus dos lados cortos hasta que se haga coincidir sus aristas las cuales se unirán fijamente con alambre galvanizado y se reforzaran alternándose torsiones dobles y simples con el objeto de asegurar su labor. Se deben colocar diafragmas verticales entre sus caras contrarias para aumentar la resistencia a los gaviones

Emplazamiento: es la segunda etapa y esta consiste en la colocación del gavión en su ubicación final según lo proyectado, se debe alinear de forma correcta, y unir con los gaviones adyacentes utilizando alambre galvanizado.

Colocación de los encofrados: antes de iniciar rellenar el gavión se debe colocar los encofrados porque estos no permiten la deformación de las caras vistas del gavión.

Relleno: al verificar la colocación de los encofrados adecuadamente se inicia el llenado de los gaviones con material seleccionado: piedras de cantera o canto rodado, el cual debe tener una granulometría uniforme, piedras con un tamaño de 1.5 veces mayor a la abertura de la malla. En este proceso de relleno se debe tener un mínimo número de huecos con la finalidad de que el gavión tenga el mayor peso posible, es decir tener una máxima compacidad (Malpartida, 2011).

Cierre: esta etapa se realiza el proceso de cosido de la tapa del gavión con el alambre galvanizado, en este proceso para que conseguir que las aristas coincidan se debe usar una palanca de acero que tiene extremo curvo (Malpartida, 2011)

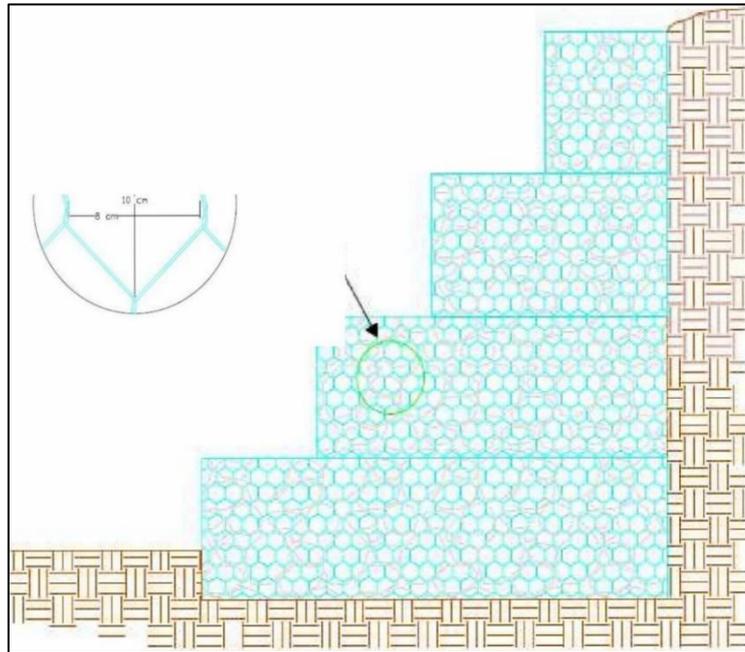


Figura 6: Ejemplo de Muro de Contención (Grupo Desnivel, 2018).

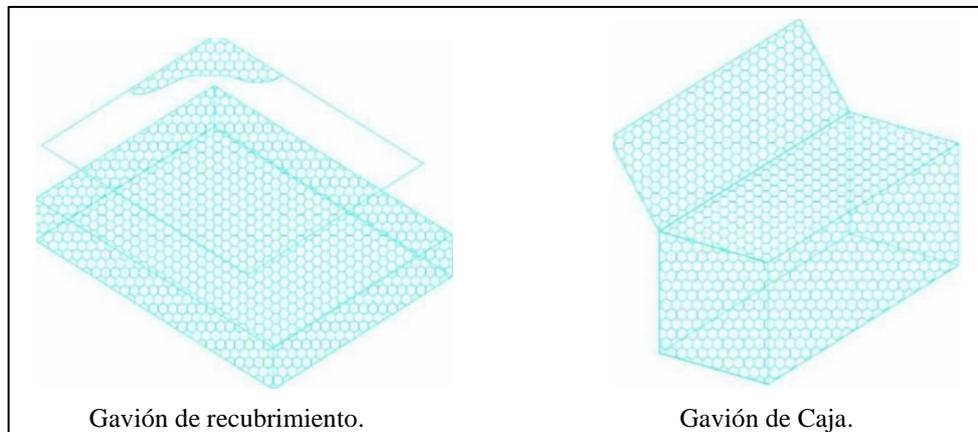


Figura 7: Tipos de Gaviones (Grupo Desnivel, 2018).

Las aplicaciones



Figura 8: Tipo de gaviones y sus aplicaciones. (Grupo Desnivel, 2018).

Cálculo Estructural

• Determinación de la superficie de aplicación del empuje activo

Establece los criterios para el cálculo estructural:

Se pueden considerar dos casos para la determinación de la superficie de aplicación en donde actúa el empuje activo. Un primer caso considera la geometría de los gaviones como la cara de contacto con la masa contenida y se idealiza como cara plana tal como se observa en la figura 8 (a), se define claramente la cara donde se aplica el empuje activo. (Almeida, 2008).

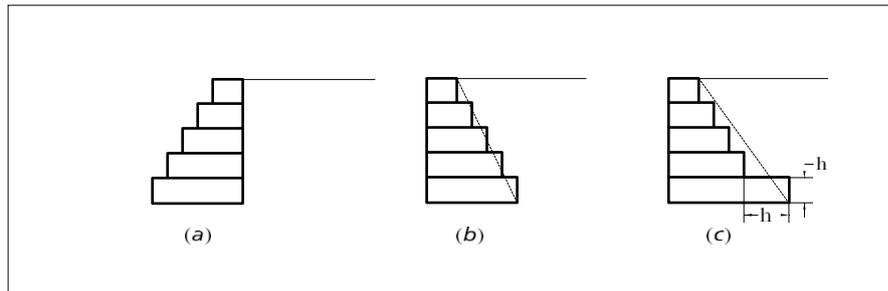


Figura 9: Plano de aplicación del empuje activo Tipo de gaviones (Almeida, 2008)

En el segundo caso, como se muestra en la figura 8 (b) la formación de los gaviones es en forma escalonada, en la cara de contacto con la masa. Para ello se establece un plano ficticio de aplicación del empuje. Si fuera el caso mostrado en la figura 8 (c) la parte inferior de los gaviones “camada” se debe extender por debajo hacia el interior de la masa, y ha de tomar como extremo inferior de la superficie de aplicación del empuje, este punto se ubica en la cara inferior de la base a distancia “h” desde la camada del gavión hacia arriba. La parte que se sitúa más lejos del punto indicado se debe estimar como el anclaje del muro con el macizo o masa. (pág. 10).

- **Elección de los parámetros del suelo**

La estructura de contención, gavión, está sometida a empuje activo, para determinarlo se necesita seleccionar correctamente los parámetros del suelo contenido.

Se estima el peso específico a través de ensayos realizados en el terreno es decir “in situ”, ensayos como el embudo de arena. Otra forma para determinar el peso específico del material se presenta en la tabla 5.

Tabla 5*Valores típicos del peso específico de suelos.*

Tipo de suelo	Peso específico (t/m³)
Arena angular, suelta	1,7
Arena angular, compacta	2,0
Arena limosa, suelta	1,8
Arena limosa, compacta	1,9
Limo	1,7-1,9
Limo arcilloso	1,6-1,8
Arcilla inorgánica	1,5-1,7
Arcilla orgánica	1,3-1,6

Fuente: elaboración propia.

Se debe utilizar los ensayos de resistencia al corte para determinar con exactitud el valor que tiene el ángulo de fricción interno de los suelos, mediante el ensayo de corte directo a la compresión triaxial.

Las tensiones normales efectivas que inciden en el macizo o masa debe ser la base para todo análisis, por tanto, se realizaran ensayos los cuales deben permitir determinar cuál es la envolvente de resistencia efectiva que posee el suelo.

Se presentan mediante tablas algunos valores referenciales para el ángulo de fricción interno según el tipo de suelo, estos valores se muestran en la tabla 1. Con estos datos se puede realizar una estimación inicial del valor del ángulo de fricción interno de un cierto suelo. (Almeida, 2008, pág. 85).

Tabla 6

Valores típicos del ángulo de fricción interna de suelos no cohesivos.

Tipo de suelo	Ángulo de fricción (°)
Arena angular, suelta	32-36
Arena angular, compacta	35-45
Arena sub - angular, suelta	30-34
Arena sub - angular, compacta	34-40
Arena redondeada, suelta	28-32
Arena redondeada, compacta	32-38
Arena limosa, suelta	25-35
Arena limosa, compacta	30-36
Limo	25-35

Fuente: elaboración propia.

Respecto a la cohesión que presenta un suelo usualmente se considera un valor igual a cero, es decir: $c = 0$

Sucedee esta consideración debido a que la masa o macizo que este contenido viene a ser un relleno, para estos casos la cohesión efectiva es bastante pequeña al igual que en los suelos arcillosos.

Es por tanto conveniente la no utilización de materiales en el terraplén que contengan arcillas en un alto grado de su composición. Estos suelos arcillosos muestran diversos problemas, entre los cuales podemos mencionar: primero la dificultad para el drenaje pues presentan baja permeabilidad; segundo, las arcillas presentan un alta variabilidad o expansividad de su volumen en cuando la humedad aumenta, este cambio de su volumen es el responsable de aumentar la fuerza de empuje (Almeida, 2008, pág. 86).

Cálculo Hidrológico

• Caudales máximos

De acuerdo a (Villon, 2011) para diseñar estructuras verticales para encauzamientos capaces de proteger los centros poblados y áreas cultivables, se debe priorizar calcular o estimar preciso de caudal de diseño el cual viene a ser una función directa de un periodo de retorno asignado (p.241)

• Período de retorno de una avenida

El período de retorno de una avenida viene a ser el intervalo de tiempo en el cual un determinado evento cuya magnitud es “Q” se puede igualar o sobrepasar su magnitud al menos una vez en promedio. (Villon, 2011, pág. 242).

Se determina mediante la fórmula:

$$p = \frac{1}{T}$$

Donde:

p = la probabilidad de que ocurra un caudal.

T = el período de retorno

Tabla 7

Periodos de retorno en diseños de estructuras menores.

TIPO DE ESTRUCTURA	PERIODO DE RETORNO (años)
Puente encima de una importante carretera	50 – 100
Alcantarillas en camino secundario	5 – 10
Drenaje lateral de los pavimentos	1 – 2
Drenaje en aeropuerto	5
Drenaje en zona urbana	5 – 10
Muros para encauzamiento	2 – 50

Fuente: (Villon, 2011).

Métodos Empíricos

“estos métodos se difunden masivamente, aunque involucran a menudo gran cantidad de errores, debido a la complejidad del proceso de escurrimiento, que difícilmente puede resumirse en solo una formula con incidencia de la cuenca (área) y el coeficiente de escurrimiento” (Villón 2011, pag.250)

Método racional

“Este tipo de método se puede aplicar sobre todo en pequeñas cuencas de drenaje, que no superen las 1,300 hectáreas aproximadamente (Villon, 2011, pág. 250)

Cuando se aplica este método debe suponer que las precipitaciones producen una máxima esorrentía y estas lluvias se dan cuando en el mismo tiempo de concentración.

Si la duración de las precipitaciones es diferente por encima del tiempo de concentración se considera la contribución a la totalidad del área de la cuenca, empero si la intensidad de lluvia es menor porque es mayor la duración, entonces el caudal es menor.

Si la duración de las precipitaciones es diferente por debajo del tiempo de concentración se considera la contribución a la totalidad del área de la cuenca, empero al instante que termina la lluvia, se tiene que el agua que cayó en los puntos más alejados de la cuenca, todavía no llega a la salida.

$$Q = \frac{C I A}{360}$$

Donde:

- Q = el caudal máximo (m³/seg)
- C = el coeficiente de esorrentía
- I = la intensidad de lluvia máxima
- A = el área de cuenca (hectáreas)

Método De Mac Math

Para la aplicación de este método es establece para el sistema métrico la siguiente fórmula: (Villon, 2011) (p.261).

$$Q = 0.0091CIA^{\frac{4}{5}}S^{\frac{1}{5}}$$

Donde:

- Q = el caudal máximo (m³/seg) –con T años de periodo de retorno
- C = el coeficiente de escorrentía para Mac Math
- I = la intensidad de lluvia máxima
- A = el área de cuenca (hectáreas)
- S = la pendiente promedio que tiene el cauce.

Tabla 8

Factor de escorrentía – Método Mac Math.

Factor de escorrentía de Mac Math					
Vegetación		Suelo		Topografía	
Cobertura %	C1	Textura	C2	Pendiente	C3
100	0.08	Arenoso	0.08	0.0-0.2	0.04
80-100	0.12	Ligera	0.12	0.2-0.5	0.06
50-80	0.16	Media	0.16	0.5-2.0	0.06
20-50	0.22	Fina	0.22	2.0-5.0	
0-20	0.30	Rocosa	0.30	5.0-10.0	0.15

Fuente: (Villon, 2011).

Métodos estadísticos:

En estos métodos se considera como variable aleatoria al caudal máximo anual, esta debe tener una distribución, la cual se debe contar como información en los correspondientes registros de los máximos caudales por año. El cálculo de caudal de diseño tendrá una aproximación mayor, cuanto mayor sea el número de años de registro con que se cuente. Este caudal de diseño hallado es calculado para un periodo de retorno definido. (Villon, 2011, pág. 281).

Método De Gumbell

De acuerdo a (Villon, 2011)“si deseamos calcular para un determinado periodo de retorno su caudal máximo deberá usarse la siguiente ecuación del Q.max”.

$$Q_{max} = Q_m - \frac{\sigma_Q}{\sigma_N} (\gamma_N - \ln T)$$

$$\sigma_Q = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N Q_i^2 - NQ_m^2}{N - 1}}$$

- Q = el caudal máximo (m³/seg) –con T años de periodo de retorno
- N = la cantidad de años de registro
- Qi = caudal máximo (m³/seg) registrado
- Qm = caudal promedio (m³/seg)
- T = el periodo de retorno
- σ_N, γ_N = las constantes en función de N
- σ_Q = la desviación estándar de caudales

Para calcular el intervalo de confianza, es decir, la variación del caudal máximo a consecuencia de los registros disponibles, se tiene:

Si es que $\phi = 1 - \frac{1}{T}$ varía desde 0,20 a 0,80,

Entonces el intervalo de confianza se debe calcular usando la siguiente formula:

$$\Delta Q = \pm \sqrt{N\alpha\sigma_m} \frac{\sigma_Q}{\sigma_N\sqrt{N}}$$

Donde:

- N = el número de los años de los registros

Tabla 9*Valores de γ_N y σ_N en función de N.*

N	γ_N	σ_N
8	0.4843	0.9043
9	0.4902	0.9288
10	0.4952	0.9497
11	0.4996	0.9676
12	0.5053	0.9833
13	0.507	0.9972
14	0.51	1.0095
15	0.5128	1.02057
16	0.5127	1.0316
17	0.5181	1.0411
18	0.5202	1.0493
19	0.5283	1.0566
20	0.5296	1.06283
21	0.53086	1.0696
22	0.532	1.0754
23	0.5332	1.0811
24	0.5343	1.0864

Fuente: (Villon, 2011).

$\sqrt{N\alpha\sigma_m}$ = la constante en función de \emptyset

σ_N = la constante en función de número de años (N)

σ_Q = la desviación estándar de caudales

Método De Levedieb

En este método supone “la condición de variabilidad aleatoria Pearson Tipo III que presentan los caudales máximos. (Villon, 2011, pág. 294)

Por tanto, para determinar el caudal del diseño se debe hacer uso de la formula siguiente:

$$Q_d = Q_{max} + \Delta Q$$

Donde:

$$Q_{max} = Q_m (K C_v + 1)$$

y

$$\Delta Q = \pm \frac{A E_r Q_{max}}{\sqrt{N}}$$

Donde:

A = es el coeficiente (varía entre 0.7 a 1.5 de acuerdo a los años de registro)

C_s = *coeficiente de asimetría*

De otro modo, Levedieb da recomendación del uso de los siguientes valores:

$C_s = 3C_v$ *para avenidas producidas por tormentas*

C_v = *el coeficiente de variación; el cual se determina mediante:*

$$C_v = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N \left(\frac{Q_i}{Q_m} - 1\right)^2}{N}}$$

Glosario de términos:

La hidrología:

Viene a ser una ciencia natural que se encarga de estudiar al agua, cual su ocurrencia, su circulación y su distribución sobre la superficie de la tierra. Además, mediante la hidrología podemos determinar las propiedades químicas y físicas del agua y conocemos la relación de esta con el medio ambiente. (Chow, V; Suarez, M, 1994, pág. 13)

La Socavación:

La socavación es un fenómeno físico que consiste en aumentar la profundidad del nivel de fondo de un determinado cauce y que tiene como origen el aumento de los niveles de agua en épocas de avenidas extraordinarias o simplemente mayores, esto provoca la modificación de la morfología del cauce del río, en algunos casos por la construcción de algunas estructuras dentro del cauce del río, como pueden ser: puentes, espigones, etc.

Cuenca Hidrológica:

Corresponde a la superficie de terreno en donde la totalidad de las aguas caídas por las precipitaciones se llegan a unir en un único curso de agua, tienen por tanto una definición bien establecida para cada punto en su recorrido. (Villon, 2011)

Los gaviones

Es un sistema de confinamiento de forma prismática que tiene elevada resistencia y se conforma por una malla de torsión triple que puede ser de varias dimensiones, y está confeccionada usando alambre galvanizado. Los dos tipos más comunes son: tipo caja y de recubrimiento.

Los muros y diques longitudinales.

Vienen a ser estructuras que se usan para dar protección a las riberas de los ríos de la erosión y de los empujes de tierras, también cumplen la función de sedimentar los acarreo de las corrientes en los lechos amplios y del mismo modo pueden establecer algunos canales en el mismo cauce.

El colchón de gaviones

Una estructura de protección o muro de gavión es aquella conformada por mallas de cables y agregado o piedras de relleno. Para este tipo de estructuras hay muchas patentes por lo que se debe manejar y aplicar los requerimientos y criterios de los proveedores de forma particular para cada caso. Pese a ello algunas características se pueden generalizar como el tamaño de abertura.

La vulnerabilidad:

Es el riesgo, debilidad y/o exposición que poseen uno varios elementos frente a la ocurrencia de los peligros naturales o antrópico de cierta magnitud. Señala la facilidad que tiene una infraestructura, o unas actividades productivas, edificación, una organización, un sistema de alerta, entre otros, para poder sufrir daños humanos y/o materiales. (Indeci, 2006, pág. 6)

Justificación de la investigación.

Debido a la ocurrencia cada año del fenómeno del niño e incluso por fenómenos de otra naturaleza se pretende aplicar métodos netos de Ingeniería Civil para el diseño de gaviones tipo caja considerando las características principales de la Quebrada Tingo Mayo, con la finalidad principal de tener un diseño que pueda ser útil y se pueda aplicar para así brindar seguridad a las construcciones, zonas ganaderas y agrícolas que se encuentren en las zonas vulnerables existentes.

Es así que se aplicara estudios básicos de Ingeniería para obtener el cálculo y diseño óptimo de acuerdo a las solicitaciones correspondientes que cumplan con lo establecido en el reglamento nacional de edificaciones.

Conceptuación y operacionalización de variables.

Se indican las variables tomadas con relación al objetivo planteado en la investigación, a su vez se detalla la operacionalización de cada una.

Variable independiente: Mitigar el riesgo de inundación.

- **Definición conceptual:** Para (CENEPRED, 2015, pág. 7), considera a la inundación como un “acontecimiento que, por motivo de la precipitación, o grieta de alguna estructura induce un acrecentamiento en el ras de la superficie del agua de los ríos, formando incursión o sutileza de agua en sitios donde comúnmente no la hay fundando, deterioros en la población.
- **Definición operacional:** La variable inundación se examinará en función de sus dimensiones, parámetros hidrológicos, parámetros de la zona de estudio y parámetros hidráulicos, por lo tanto, las 3 dimensiones de esta variable serán evaluadas por 9 ítems los cuales fueron estimados 3 para cada uno.

Variable dependiente: Diseño de Gaviones.

- **Definición conceptual:** Es un sistema de confinamiento de forma prismática que tiene elevada resistencia, se compone por una malla de torsión triple y tiene varias dimensiones, se confecciona usando alambre galvanizado.
- **Definición operacional:** Al ser un sistema de contención flexible su proceso presenta cierta facilidad, ya que en el proceso de montaje de los gaviones solo comprende cinco fases consecutivas: el armado del gavión sobre el área, el emplazamiento, la colocación de los encofrados, luego se pasa a la fase de relleno con la piedra de diámetro mayor 1.5 veces el diámetro de la abertura, y por último la fase de cierre.

Tabla 10*Operacionalización de variables*

VARIABLE		DIMENSIONES	INDICADORES	INSTRUMENTO	ESCALA
<i>Variable independiente</i>	Mitigar el riesgo de inundación.	Parámetros hidrológicos	Precipitación	Una ficha para recolección de datos	nominal
			Intensidad	Una ficha para recolección de datos	nominal
			Duración	Una ficha para recolección de datos	nominal
		Parámetros de la zona de estudio	Topografía	Una ficha para recolección de datos	nominal
			Geología	Una ficha para recolección de datos	nominal
			Población	Una ficha para recolección de datos	nominal
		Parámetros hidráulicos	Velocidad	Una ficha para recolección de datos	nominal
			Pendiente	Una ficha para recolección de datos	nominal
			Tirante	Una ficha para recolección de datos	nominal

Fuente: elaboración propia.

Hipótesis

La construcción de gaviones tipo caja mitigará el riesgo de inundación en el distrito de Baños del Inca por zonas vulnerables de la Quebrada Tingo Mayo, Cajamarca.

Objetivos

Objetivo general.

- Mitigar el riesgo de inundación en el distrito de Baños del Inca a través de la construcción de gaviones tipo caja en las zonas vulnerables de la quebrada Tingo Mayo, Cajamarca.

Objetivos específicos.

- Determinar las vulnerabilidades de la Quebrada Tingo Mayo mediante las visitas a campo y los estudios básicos de ingeniería en Cajamarca.
- Determinar los niveles de riesgo de inundación en la quebrada Tingo Mayo y su grado de vulnerabilidad que presenta el distrito de Baños del Inca, Cajamarca.
- Proponer el diseño estructural de la defensa ribereña en las zonas vulnerables aplicando el software River en la quebrada Tingo Mayo Cajamarca.

METODOLOGÍA

Tipo y Diseño de investigación

Tipo de Investigación.

Es aplicada; ya que está centrada en prevenir y minimizar el efecto de las inundaciones en las zonas vulnerables de la Quebrada Tingo Mayo, Cajamarca 2021.

Diseño de investigación

El diseño de estudio para este proyecto de investigación será, no experimental – transversal – correlacional.

Se consideró no experimental porque la realización de la exploración se hace sin manejar las variables, sin embargo, se establecen los problemas sucedidos en la zona de estudio.

Se determinó que el diseño es transversal porque se recopilará información de la problemática en la cual se encuentra la zona de estudio, a partir de ello será relacionada con las teorías e investigaciones realizadas a lo largo de la investigación para dar solución a las complicaciones existentes en la localidad.

Se estableció que el diseño será correlacional por que la variable independiente como dependiente tienen correlación causa – efecto.

Población y muestra.

Población:

(Hernández, et. al, 2014, p. 174), comento sobre población lo siguiente:

“Aglomeración de casos que guardan relación con características determinadas, que refieren al contenido, lugar y tiempo”.

Entonces por lo referido antes, la población lo conformará la Quebrada Tingo Mayo, delimitado por el área urbana del Distrito de Baños del Inca – Cajamarca.

Muestra:

Valderrama, Santiago (2013, p. 184), en su libro; Pasos para elaborar proyectos de investigación científica; indica:

“Es la parte representativa de un todo, representa porque manifiesta las características del todo cuando se aplica el método adecuado de muestreo” Para efectos de la investigación se trabajará en la zona crítica delimitada dentro del área urbana del distrito de Baños del Inca.

Muestreo:

Tamayo (1990, p. 147), dice del muestreo: “es la determinación de lo representativo a partir del conjunto, de este modo se obtiene los datos que nos sostienen para demostrar la veracidad o falsedad de la hipótesis y sacar deducciones sobre la población de estudio”.

Se consideró que el muestreo de la investigación sea no probabilístico intencional, porque se ejecutara según los análisis del River.

Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas de investigación

Hernández Sampieri (2010, p. 198), menciona: “de acuerdo a nuestros objetivos planteados, el siguiente paso es recopilar datos adecuados sobre las particularidades, conocimientos o variables”.

En este caso las técnicas que emplearemos serán la recopilación de datos en campo y gabinete los cuales servirán para conseguir la información propicia para afrontar las aclaraciones de investigación. Entonces considero como origen primario la observación directa – estructurada, la cual determine la percepción más idónea para definir la problemática que presenta mi zona de estudio y plantear la solución más eficiente.

Instrumentos de investigación

Arias (2012), acota sobre los instrumentos de datos: “cualquier trámite, terminal o conformación, que se maneja para alcanzar, inspeccionar o acumular información”. Se precisó que el instrumento usado en esta investigación radica en la ficha de recopilación de datos cuantitativos y cualitativos. Así mismo para proceder con la investigación se deberá tener datos de precipitaciones que son fundamentales para el planteamiento del problema, determinando caudales máximos y de diseño para posteriormente se utilizara los softwares de ingeniería apropiados como herramienta que permita determinar el mejor diseño de defensa ribereña.

Procesamiento y análisis de la información.

El siguiente proyecto muestra el método de análisis de datos el cual fue determinado como estadístico inferencial y prospectivo. Porque requiere superar el nivel de validez presentado por la investigación, ya que no se permite que nuestra confiabilidad sea vulnerada por los límites de estudio establecidos.

En primer lugar, se aplica el instrumento en este caso; nuestra (ficha de recolección de datos) el cual mediante la pericia de investigación continua en un tiempo establecido se irá a visualizar la situación en la que se encuentra nuestra zona de estudio, delimitando el tema en nuestra variable independiente como dependiente, determinando: el estado en el cual se encuentra nuestra zona, en cuanto se verá afectada por futuras inundaciones, las principales causas, si hubo presencia de estructuras para proteger áreas aledañas, entre otros; lo cual nos dará facilita una idea objetiva de la situación en la que se está planteando el proyecto, el cual quedará evidenciado en las tomas fotográficas que darán fe y serán evidencias del trabajo que se realizara.

En segundo lugar, se procede a sacar muestras del terreno ubicando zonas puntuales del margen de la quebrada Tingo Mayo, esto con el fin de establecer a qué tipo de

suelo pertenece dicho terreno, saber las características del material, conocer las capacidades que admite el suelo, entre otros fines.

En tercer lugar, teniendo los datos proporcionados por Senamhi y ubicada nuestra estación hidrológica y meteorológica, se evaluarán las precipitaciones, intensidades máximas; todo ello respecto a nuestra zona de estudio, para ingresar a una base de datos propia la cual nos permitirá obtener valores decisivos para poder modelar nuestras estructuras en el software River el cual determinara cuales son las más adecuadas para determinada zona a lo largo del área urbana del distrito.

Finalmente, se establecerá una relación entre los efectos alcanzados en la investigación y el soporte del software que nos será de vital importancia para poder definir el control de inundaciones y las estructuras de contención a implementar.

RESULTADOS

Análisis de Resultados

Datos Generales:

Ubicación y descripción de la zona de estudio.

Baños del Inca, es una ciudad o Balneario de gran importancia y desarrollo turístico, está ubicada en la parte superior este de la cuenca del río Cajamarquino, cuyas aguas discurren en dirección SE habiéndose tomado como referencia el Hito Geográfico ubicado en la Universidad Nacional de Cajamarca, determinado, ubicado y controlado por el Registro Público de Minería mediante el Sistema de Posicionamiento con GPS de doble frecuencia cuya precisión es menor al cm en grandes longitudes.

Las características geodésicas en el Sistema PSAD 56 son:

- **N 9'207,507.062**
- **E 776,780.420**
- **Altitud 2,776.209 m.s.n.m**

Regionalmente se ubica en el distrito de Baños del Inca, Provincia de Cajamarca, y la actual Región Cajamarca.

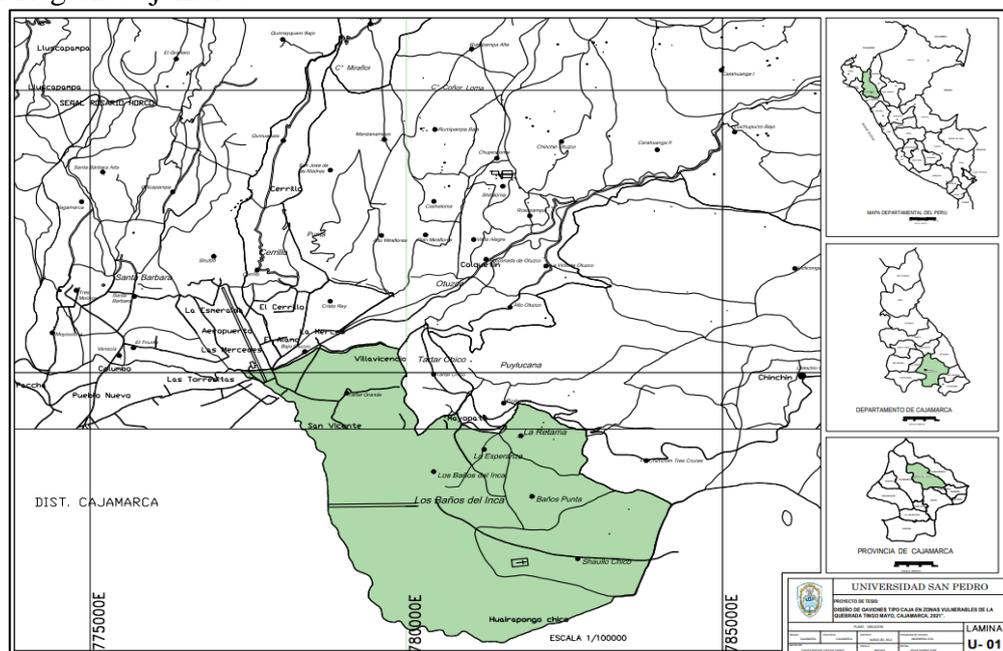


Figura 10: Plano de ubicación Distrito Baños del Inca (elaboración propia).

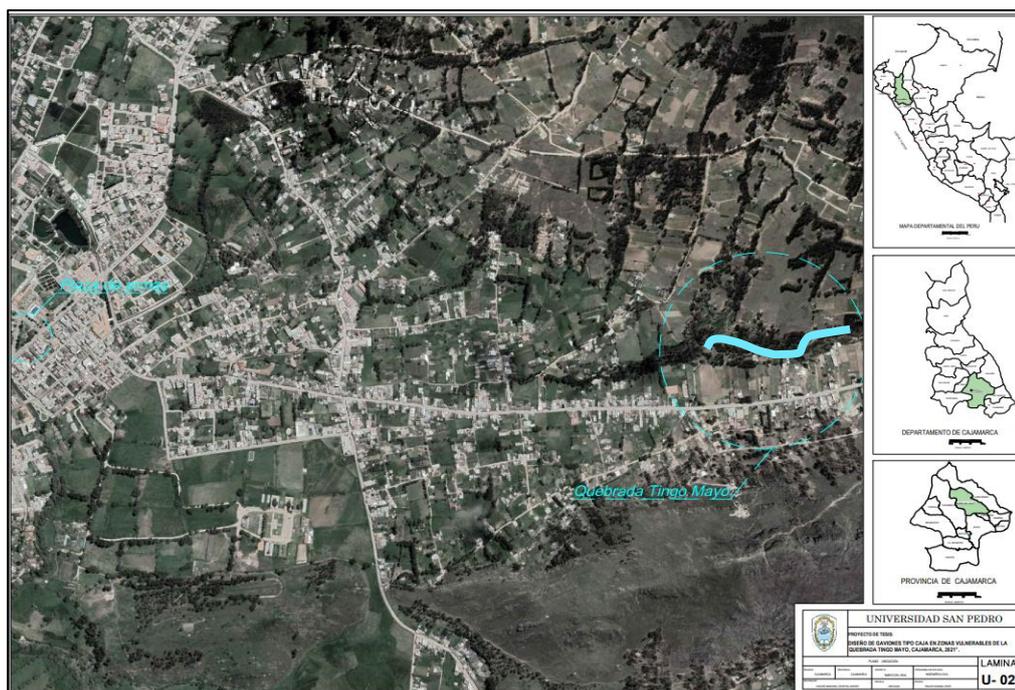


Figura 11: Plano de ubicación Georreferenciado Quebrada Tingo Mayo (elaboración propia).

La ubicación de la Quebrada

Esta quebrada lleva el nombre de “Quebrada de Tingo Mayo” corresponde a un cauce de un río que tributa sus aguas al río Chonta; su dirección es desde el este al oeste, inicia desde la cota 2950 metros sobre el nivel del mar, y tiene 3 quebradas como tributarias a ella en la cota 2803.5 metros sobre el nivel del mar, además cruza el caserío de Shaullo Chico y el distrito de Baños del Inca.

La quebrada de Tingo Mayo tiene una pendiente promedio de 31.10% y posee una escasa vegetación como cobertura natural. Solamente en los meses lluviosos esta quebrada traslada agua con carga de sedimentos y de elementos de desecho. Se considera una quebrada intermitente. Desde la cota 2750 msnm su terreno presenta problemas de inestabilidad en ambos márgenes y cotas más abajo la problemática se centra en la sedimentación y en los ocasionales desbordes



Figura 12: Plano de delimitación de tramo de estudio Quebrada Tingo Mayo (elaboración propia).

Determinar las vulnerabilidades de la Quebrada Tingo Mayo

En la quebrada de Tingo Mayo se tiene a la erosión como el impacto antrópico ambiental que se presenta con mayor incidencia y con más frecuencia.

Este impacto ocasiona el aumento de los sedimentos que son arrastrados por el caudal, y fenómenos físicos; además la erosión también es responsable de la pérdida de la capacidad de infiltración de los suelos, por tanto, aumenta la escorrentía superficial.

Entre las vulnerabilidades se pueden mencionar las siguientes:

- La desaparición del suelo por arrastre de los materiales.
- La afectación de las infraestructuras de terceros,
- Los deslizamientos o aludes y caídas o derrumbes de material movimiento de masas de tierras y estabilidad de los taludes.
- Posible foco infeccioso a causa de los residuos líquidos y sólidos.

La quebrada Seca de Tingo Mayo.

La quebrada seca Tingo Mayo tiene una cuenca con una extensión de 4,27 Km² medidos desde la divisoria de las aguas hasta el punto del emisor que se ubica en la intersección de la avenida Eucalipto, esta cuenca tiene muy poca, casi nada de cobertura vegetal, solamente menos de la tercera parte del área de la quebrada seca (30% aproximadamente) tiene una cobertura de pastos, árboles y son terrenos de cultivo con productos de la zona.

La quebrada tiene por lo general transporta agua entre los meses de noviembre a mayo, los meses desde junio hasta octubre esta seca y cuenta con mayor caudal durante los meses de enero a marzo.

Se presenta de forma muy fuerte el proceso de erosión desde la cota 2,701msnm hacia las aguas arriba. Existen cercos con pencas y arboles de eucalipto en las riberas del rio los cuales actúan como estabilizadores del talud vertical en ciertos tramos.

La quebrada seca de Tingo Mayo se encuentra canalizada y cerrada o tapada con una losa de concreto armado en ciertos tramos, específicamente desde el punto de la desembocadura en rio Chonta a una cota de 2630 msnm, por el jirón Sinchi Roca hasta llegar al jirón Toparpa que se sitúa en la cota 2640 msnm. Esta canalización tiene una sección rectangular de 2.20 metros de ancho y 1.40 metros de profundidad en toda su extensión en promedio. En la intersección de los jirones Sinchi Roca y Yahuarhuaca existen hay 4 sumideros de tipo rejilla para las aguas pluviales, estas obras de arte se conectan para las aguas de las mediante un tubo de 8" de longitud pequeña con la canalización. Se presenta en la esquina de los jirones Inca Roca y Sinchi Roca otro sumidero con rejillas en este caso varia su dimensión a 4" la cual no se une a la canalización sino se une a la acequia en la cota 2635 msnm, en la avenida Manco Cápac y gira y continua de forma paralela al canal Remonta I. hasta llegar a desembocar en la quebrada seca Tingo Mayo.

Esta canalización aguas arriba desde la cota 2652(hotel Laguna Seca) tiene una sección de 2.20 metros de ancho y una profundidad de 1.95 metros, y no presentan tapa o cerramiento. Existen 2 acequias en la cota 2651 msnm, tienen trayectorias paralelas y drenan aguas termales (el Tragadero) y también aguas de precipitaciones.

Si continuamos aguas arriba hasta llegar a la esquina con la avenida Los Eucaliptos, se verifican la presencia de terraplenes confinados en todo el cauce y ciertos tramos. Este confinamiento se realiza con eucaliptos, cercos con árboles, pencas, pastos, etc.

A partir de la cota 2655 msnm hacia aguas arriba, no existen ningún tipo de estructura como canalización o defensa ribereña alguna, el ancho y la profundidad es variable, se debe hacer referencia que la profundidad es mayor en laderas altas.

Se presentan restos de desecho (basura) a lo largo del cauce con elementos como: residuo orgánico, residuos de plantas, bolsas plásticas, botellas, juguetes, entre otros.

El distrito de Baños del Inca es atravesado por la quebrada seca quebrada Seca Tingo Mayo María, funcionando como un elemento colector primario y aguas pluviales en todo su recorrido, y atraviesa el cercado de la ciudad y la urb. Laguna Seca, y se reúne río Chonta; también es usado como colector, ejemplo: como es el Camal Municipal. Este elemento descarga debe utilizar.

Las secciones de desbordes estrechas en la quebrada seca Tingo Mayo

En la cota 2633 msnm, se ubica el primer punto de desbordes a altura del cruce con jirón Toparpa. La capacidad hidráulica de canalización y también los elementos flotantes (restos de plantas, basura y elementos en suspensión o sedimentos) que arrastra el flujo son los que originan los desbordes. El jirón Sinchi Roca y el cruce de canal de riego Remonta I se encargan de limitar la altura que tiene el encauzamiento.

Desde este punto hasta la zona Tragadero se tiene una canalización con sección mayor, aun así, no es suficiente ante el remanso que se forma cuando los caudales aumentan en periodo de máximas avenidas.

En la cota 2658 msnm, se ubica el segundo punto de desbordes a altura del cruce con la avenida los eucaliptos. Un pontón de concreto armado de 3.37 metros de luz libre se ubica en este punto en el cual la profundidad el cauce es de 2.00 metros aproximadamente y una huella máxima de 1.60 metros, aguas debajo de esta estructura, empero, aguas arriba del pontón de concreto la sección disminuye debido a los residuos vegetales, basuras y sedimentos que han sido favorecidos por la colmatación. El cambio brusco de dirección forma un ángulo de 80° respecto al flujo, y se direcciona hacia el lado derecho.

En la cota 2673 msnm, se ubica el tercer punto de desbordes a altura del cruce de la calle las arenas con la quebrada, Un pontón de concreto armado de 4.30 metros de luz libre se ubica en este punto, a consecuencia del proceso de colmatación se tiene una altura desde el fondo del cauce hasta la estructura de apenas 0.90 metros. En el margen derecho y en las riberas de la quebrada se ubica una estructura de almacenamiento de agua subterránea, cuya fuente de agua es el manantial de Tingomayo, este reservorio abastece de agua potabilizada a una población aproximada de 50 familiar, el reservorio es de concreto armado, del tipo apoyado y el tubo por donde emite el agua está a orillas de la quebrada Tingomayo.

Las orillas inestables de la quebrada.

Existe un proceso de erosión lateral en el tramo debido a la acción dinámica del agua, este tramo inicia en la cota 2690 msnm en la que es común los deslizamientos activados sobre todo al margen izquierdo en una longitud de 22.0 metros y un promedio de altura de 3.5 metros, su relieve es casi vertical, aguas arriba se observan grandes masas de terreno deleznable y el cauce tiene mayor profundidad y forma irregular. Desde la cota 2706 msnm. de forma paralela al cauce existe un camino de herradura.

Los tramos sedimentables de la quebrada.

Los sedimentos presentes en la quebrada de Tingo mayo se conforman principalmente de arcillas, gravas, arenas piedras angulares, etc. las piedras tienen un tamaño máximo de 80 cm, se producen en su mayoría por la socavación lateral y las profundidades en los meses de avenidas. Este tramo se ubica desde la cota 2658 msnm hasta la cota 2690 msnm.

Las posibles variaciones del curso en la quebrada Tingo mayo

No existen indicios para la variación del curso de la quebrada.

Calles y áreas inundables:

- Urbanización Laguna Seca
- Barrio Yahuarhuaca
- Cercado de la ciudad (parte de él)
- Hasta avenida Manco Cápac

- Hasta el jirón Alameda – la Chonta
- Hasta el jirón Lloque Yupanqui.

Los caudales en máximas avenidas (quebrada de Tingomayo)

Teniendo en consideración que la quebrada de Tingomayo viene a tener la función de un colector primario que se sitúa en la zona media de la ciudad con una densidad de población media, el caudal se establece con un periodo de retorno de 30 años.

Según la aplicación de método racional, para la quebrada de Tingomayo se considera un coeficiente de escorrentía $C= 0.50$ de acuerdo a su geomorfología y la vegetación sobre el área de drenaje total de la quebrada.

En la intersección con el jirón Toparpa se estableció el punto de descarga debido a que es una zona de alta peligrosidad ante los desbordes. Su caudal máximo es $26.10 \text{ m}^3/\text{seg}$. La estación meteorológica Augusto Weberbauer se ubica en la cota 2,690 msnm: en la cota 2861 msnm se ha considerado la altitud media de la cuenca de la quebrada Seca Tingo Mayo.

Vulnerabilidades en época de lluvias en la quebrada Tingo Mayo

Las zonas vulnerables son aquellas que se encuentran en proceso de elaborar su habilitación urbana, en ellas se encuentran no sólo un punto de desbordes de la quebrada seca Tingo Mayo la cual está en el cruce de la calle Las Arenas y la quebrada, aquí existe un pontón de concreto armado de 4.30 metros de luz libre, pese a ello, desde el cauce del río hasta el pontón existe solo 0.90 metros de altura a consecuencia de la colmatación con basura, restos vegetales etc. Las zonas cercanas a este punto de desbordes sufren inundaciones todos los años en la época de lluvias, y se localizan junto a la calle “las Arenas”.

Se descubre en el interior de esta área, parte del caserío de Puyllucana. Donde se aprecia que existen alrededor de diez casas adyacentes a la carretera que siempre sufren los daños debido a los desbordes del canal Luichupucro-Puyllucana que tiene solo 0.50 m de ancho por 0.28 metros de profundidad que trabaja como un sistema de drenaje pequeño en periodos de lluvias. Pero no tiene la capacidad hidráulica que pueda transportar la escorrentía superficial.



Figura 13: Zona vulnerable 01 margen izquierda – Quebrada Tingo Mayo (elab. propia).



Figura 14: Zona vulnerable 02 margen izquierda – Quebrada Tingo Mayo (elab. propia).



Figura 15: Zona vulnerable 03 margen derecha – Quebrada Tingo Mayo (elab. propia).



Figura 16: Zona vulnerable 04 margen derecha – Quebrada Tingo Mayo (elab. propia).

Análisis de intensidad de máximas precipitaciones

De la información asentada de intensidades máximas de precipitación de la estación pluviométrica de la estación Weberbauer, advertidos entre los periodos de 1973 a 2015, y la realización del análisis probabilístico, intervalo de retorno y su distribución de probabilidad (Distribución Gumbel).

Tabla 11

Intensidades máximas estación A. Weberbauer - Cajamarca 1973 – 2015.

Año	5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
1973	101	71	24	14	11
1974	73	58	34	18	19
1975	90	50	24	16	10
1976	68	63	37	19	9
1977	65	53	37	21	11
1978	26	24	21	12	6
1979	60	60	38	23	14
1980	73.02	60.1	33.8	21.08	9.24
1981	67.2	54.8	29.13	15.54	13.02
1982	88.29	75.15	37.2	23.1	13.27
1983	75.3	50.4	31.4	23.71	13.99
1984	112.8	71.8	27.6	15.63	9.8
1985	59.31	54.4	25.56	14.7	8.05
1986	84.6	65.4	30.11	15.6	8.23
1987	76	49.2	21.6	13.2	7.95
1988	70.4	52.8	23	13.79	7.85
1989	73.6	47.8	28	16	9.6
1990	111.6	75	37.94	23	12
1991	83	73	41	26	14
1992	56	39	19	10	5
1993	58	51	28	18	10
1994	91.49	64.18	36.22	19.04	12.91
1995	71.11	56.25	28.66	16.72	9.32
1996	81.3	60.21	32.44	17.88	11.12
1997	82.2	68.1	35.04	17.86	8.94
1998	92	66.34	40.6	27.1	13.5
1999	70.8	38.3	13.8	9.9	6.4
2000	46.8	32.4	23	15.81	7.95
2001	67.2	49.9	25.4	17.28	9.7
2002	28.2	20.6	13.8	8.7	4.4
2003	70.8	42.6	15.9	9.8	6.1

2004	84.6	84.6	33	18.7	9.4
2005	45.6	43.8	20.5	11.1	6.5
2006	30	30	15	10.3	6.9
2007	72	64	32.7	19.4	12.3
2008	47	33.24	22.8	13.66	9.83
2009	68	49.2	32.04	22	4.05
2010	86.4	38.5	30.67	20.28	10.89
2011	62.4	36.6	26.8	16.6	10
2012	64	42.2	23.6	15.2	6.8
2014	119.1	69.3	27.24	15.87	9.23
2015	100	63.89	27.28	15.9	9.89
2016	72.7	53.6	28.2	16.9	9.7
2017	72.0	53.2	28.3	17.0	9.7
2018	72.0	53.1	28.2	17.0	9.5
2019	71.6	53.2	28.3	17.0	9.5
2020	71.7	53.0	28.1	17.0	9.5
Promedio	72.62	53.60	28.21	16.94	9.70
Desv. Estándar	19.84	14.02	6.85	4.21	2.84
Años Obs.	47	47	47	47	47

Fuente: elaboración propia.

* Para el año 2012 tan sólo se pudo contar con información desde el mes de enero a mayo. Para el año 2013 no se tiene a la mano información suficiente

Tabla 12

Intensidades máximas de precipitación mediante modelo Gumbel – estación pluviométrica A. Weberbauer (altitud 2536 msnm), Quebrada Tingo Mayo.

N	J (%)	Tr	INTENSIDADES MÁXIMAS WEBERBAUER				
			(mm/h)				
			5 min	10 min	30 min	60 min	120 min
3	1%	272.2	155.04	111.84	56.63	34.43	21.52
	2%	135.7	143.61	103.76	52.69	32.00	19.88
	5%	53.7	128.33	92.96	47.41	28.76	17.69
	10%	26.4	116.54	84.63	43.34	26.25	16.00
	15%	17.3	109.45	79.62	40.90	24.75	14.99
	20%	12.7	104.20	75.91	39.09	23.63	14.23
	25%	10.0	100.10	73.01	37.67	22.76	13.65
	30%	8.2	96.65	70.57	36.48	22.03	13.15
	40%	5.9	90.81	66.45	34.47	20.79	12.32
	50%	4.5	85.86	62.95	32.75	19.74	11.61
	60%	3.5	81.08	59.57	31.11	18.72	10.92
	70%	2.8	76.62	56.42	29.56	17.77	10.28
	80%	2.2	71.44	52.76	27.78	16.67	9.54
15	90%	1.8	66.67	49.39	26.13	15.66	8.85
	1%	1417.3	182.09	130.95	65.97	40.18	25.40
	2%	705.3	170.66	122.87	62.02	37.75	23.76
	5%	278.1	155.40	112.09	56.76	34.50	21.57
	10%	135.7	143.61	103.76	52.69	32.00	19.88
	15%	88.1	136.50	98.74	50.23	30.49	18.87
	20%	64.3	131.31	95.07	48.44	29.39	18.12
	25%	50.0	127.15	92.13	47.01	28.51	17.52
	30%	40.4	123.62	89.63	45.79	27.76	17.02
	40%	28.4	117.76	85.49	43.77	26.51	16.18
	50%	21.0	112.71	81.92	42.02	25.44	15.45
	60%	16.0	108.13	78.68	40.44	24.47	14.80
	70%	12.3	103.66	75.52	38.90	23.52	14.16
80%	9.4	99.03	72.25	37.30	22.53	13.49	
30	90%	6.7	93.09	68.06	35.25	21.27	12.64
	1%	2848.6	193.53	139.04	69.92	42.60	27.04
	2%	1417.3	182.09	130.95	65.97	40.18	25.40
	5%	558.5	166.83	120.17	60.70	36.93	23.21
	10%	272.2	155.04	111.84	56.63	34.43	21.52
	15%	176.6	147.94	106.82	54.18	32.92	20.50
	20%	128.8	142.75	103.15	52.39	31.82	19.76
	25%	100.0	138.59	100.21	50.95	30.94	19.16
	30%	80.8	135.08	97.73	49.74	30.19	18.66
	40%	56.5	129.17	93.56	47.70	28.94	17.81
	50%	41.8	124.19	90.03	45.98	27.88	17.10
	60%	31.7	119.59	86.78	44.40	26.90	16.44

	70%	24.3	115.16	83.65	42.87	25.96	15.80
	80%	18.3	110.40	80.29	41.22	24.95	15.12
	90%	12.9	104.47	76.10	39.18	23.69	14.27
	1%	5711.0	204.93	147.09	73.85	45.02	28.67
	2%	2841.3	193.49	139.01	69.90	42.60	27.03
	5%	1119.4	178.23	128.22	64.64	39.35	24.85
	10%	545.2	166.44	119.89	60.57	36.85	23.16
	15%	353.6	159.34	114.87	58.12	35.34	22.14
60	20%	257.7	154.15	111.20	56.32	34.24	21.39
	25%	200.0	149.98	108.26	54.89	33.36	20.80
	30%	161.4	146.46	105.77	53.67	32.61	20.29
	40%	112.9	140.59	101.62	51.64	31.36	19.45
	50%	83.3	135.58	98.08	49.92	30.30	18.73
	60%	63.1	131.00	94.85	48.33	29.32	18.08
	70%	48.2	126.55	91.70	46.80	28.38	17.44
	80%	36.2	121.80	88.34	45.16	27.37	16.76
	90%	25.4	115.90	84.17	43.12	26.12	15.91

Fuente: elaboración propia.

Estimación de caudales máximos.

✓ Coeficiente de escorrentía.

El valor del coeficiente de escorrentía de la cuenca, calculando la pendiente del terreno, cobertura vegetal y tipo de suelo, con apoyo del software ArcGIS, estableció un valor de **0.498** (ver **Anexo B**).

✓ Intensidad

Con los datos referentes a las intensidades transferidas para diferentes periodos de retorno como múltiples duraciones, se estableció la siguiente ecuación de intensidad, que es válida para la cuenca Sambarbamba.

Tabla 13

Ecuación de Intensidad de Cuenca.

Ecuación	R	R ²	Se
$Imáx = 273.2708 * T^{(0.1321)} * D^{(-0.6292)}$	0.9973	0.9945	6.2591

Fuente: elaboración propia.

Con la ecuación de ajuste de $I_{m\acute{a}x}$, se empezó a establecer las intensidades para los diferentes intervalos de duración para luego graficar las curvas IDF para los distintos periodos de retorno.

Tabla 14

Intensidades máximas (mm/h) cuenca.

Tiempo de retorno (años)	10	50	100	200
5	134.56	166.43	182.39	199.88
10	86.99	107.60	117.92	129.23
20	56.25	69.57	76.24	83.55
30	43.58	53.90	59.07	64.74
40	36.36	44.98	49.29	54.02
50	31.60	39.09	42.84	46.94
60	28.18	34.85	38.19	41.85
70	25.57	31.63	34.66	37.99
800	23.51	29.08	31.87	34.92
100	20.43	25.47	27.69	30.35
120	18.22	22.53	24.69	27.06

Fuente: elaboración propia.

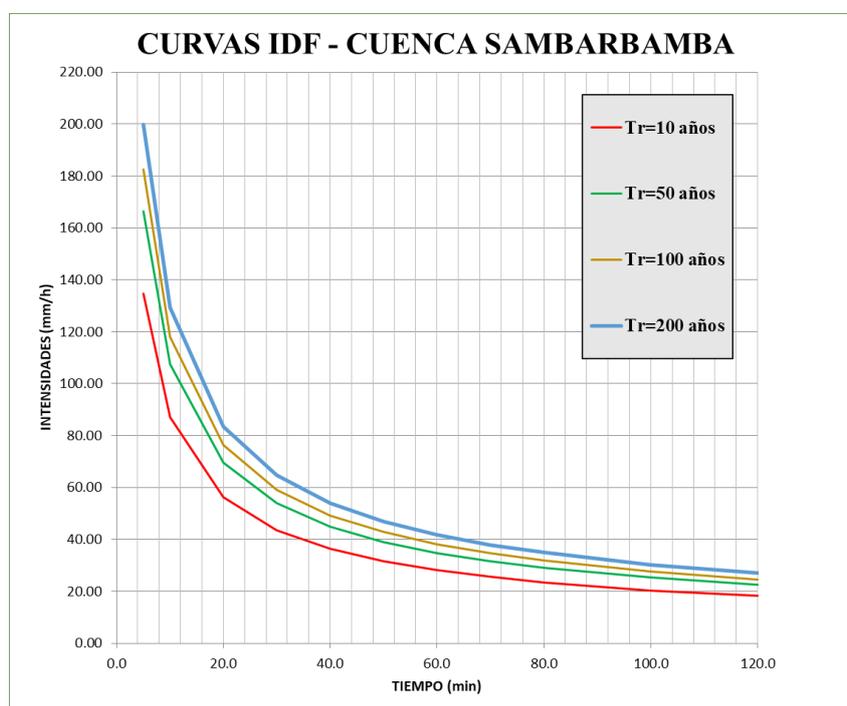


Figura 17: Curvas Intensidad – Duración – Frecuencia Cuenca (elab. propia).

Subsiguiente se determinó la intensidad respectiva para el tiempo de concentración de la cuenca, tomando en cuenta el periodo de retorno (Tr), para luego después determinar el caudal al respecto de cada ítem evaluado.

Tabla 15
Intensidades de cuenca.

Tr (años)	N (años)	J (%)	Intensidad (mm/hr)
10	3	25%	25.21
50	15	25%	31.18
100	30	25%	34.17
200	60	25%	37.45

Fuente: elaboración propia.

Tabla 16
Caudales máximos.

Periodo de retorno (años)	Coefficiente de escorrentía	Intensidad (mm/hr)	Área (km²)	Caudal (m³/s)
10		25.21		53.41
50		31.18		66.06
100	0.498	34.17	15.32	72.39
200		37.45		79.33

Fuente: elaboración propia.

Nivel de riesgo de Inundación de la quebrada Tingo Mayo y el grado de vulnerabilidad del distrito de Baños del Inca.

La velocidad y el calado del agua son fundamentalmente los factores clave en el grado de afección de las inundaciones. Los daños pueden ser significativamente pequeños cuando los volúmenes de agua son mínimos, o muy severos cuando la velocidad o altura del agua son elevadas, trasladando sedimento en gran cantidad, objetos, ramas, etc.

Como consecuencia se definieron las zonas cubiertas por los niveles máximos alcanzados para las avenidas de, por lo menos, los intervalos de retorno de 10, 50, 100 y 200 años respectivamente que a continuación se muestra:

RESULTADOS PARA PERIODO DE RETORNO R = 10 AÑOS

Los resultados conseguidos para este escenario atañen a un $53.41 \text{ m}^3/\text{s}$, que es el máximo caudal. Lo cual produce en ciertos sectores superar las dimensiones de la quebrada en 4.7 m.

• Áreas de inundación

La determinación de las áreas inundables, en el instante en que se da la máxima inundación, para un periodo de retorno de 10 años, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 17

Áreas inundables totales para $Tr = 10$ años.

Zonas	Área Inundable (ha)
Baños del Inca	3.07
Total	3.07

Fuente: Elaboración propia.

• Identificación de zonas críticas

Sabiendo el área de inundación, se pudo identificar las áreas donde la altura del tirante de agua consigue ciertos valores, determinados según el Real Decreto 9/2008 del gobierno de España, quienes originan daños graves sobre los bienes y las personas, cuando las situaciones hidráulicas durante la avenida cumplen una o más de las condiciones siguientes:

- Que el calado esté por encima de 1 m.
- Que la velocidad esté por encima de 1 m/s.
- Que el producto de ambas variables esté por encima de $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$.

Teniendo en cuenta esta normativa es que el software IBER, ejecuta el cálculo de peligrosidad.

En la siguiente tabla se puede apreciar que un área considerable de la zona del distrito de Baños del Inca demuestra un nivel de Alta peligrosidad.

Tabla 18
Áreas de máxima peligrosidad para $Tr = 10$ años.

Peligrosidad	Margen izquierda	Margen derecha	Total
Sin peligrosidad	0.03 ha	0.33 ha	0.36 ha
Peligrosidad moderada	0.03 ha	1.15 ha	1.18 ha
Peligrosidad Alta	0.08 ha	1.45 ha	1.53 ha
Total	0.14 ha	2.93 ha	3.07 ha

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS PARA PERIODO DE RETORNO $R = 50$ AÑOS

Los resultados alcanzados para este escenario de modelamiento conciernen a un caudal de $66.06 \text{ m}^3/\text{s}$, se logra alcanzar tirantes máximos de 5.22 m.

• Áreas de inundación

La determinación de las áreas inundables, en el instante en que se da la máxima inundación, para un periodo de retorno de 50 años, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 19
Áreas inundables totales para $Tr = 50$ años.

Zonas	Área Inundable (ha)
Baños del Inca	4.01
Total	4.01

Fuente: Elaboración propia.

• Identificación de zonas críticas

Sabiendo el área de inundación, se pudo identificar las áreas donde la altura del tirante de agua consigue ciertos valores, determinados según el Real Decreto 9/2008 del gobierno de España, quienes originan daños graves sobre los bienes y las personas, cuando las situaciones hidráulicas durante la avenida cumplen una o más de las condiciones siguientes:

- Que el calado esté por encima de 1 m.
- Que la velocidad esté por encima de 1 m/s.
- Que el producto de ambas variables esté por encima de $0.5 \text{ m}^2/\text{s}$.

Teniendo en cuenta esta normativa es que el software IBER, ejecuta el cálculo de peligrosidad.

En la siguiente tabla se puede apreciar que un área considerable de la zona del distrito de Baños del Inca demuestra un nivel de Alta peligrosidad.

Tabla 20
Áreas de máxima peligrosidad para $Tr = 50$ años.

Peligrosidad	Margen izquierda	Margen derecha	Total
Sin peligrosidad	0.03 ha	0.38 ha	0.41 ha
Peligrosidad moderada	0.06 ha	1.27 ha	1.32 ha
Peligrosidad Alta	0.12 ha	2.15 ha	2.27 ha
Total	0.21 ha	3.79 ha	4.01 ha

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS PARA PERIODO DE RETORNO R = 100 AÑOS

Los resultados alcanzados para este escenario de modelamiento conciernen a un caudal de $72.39 \text{ m}^3/\text{s}$, se logra alcanzar tirantes máximos de 5.39 m.

- **Áreas de inundación**

La determinación de las áreas inundables, en el instante en que se da la máxima inundación, para un periodo de retorno de 100 años, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 21
Áreas inundables totales para $Tr = 100$ años.

Zonas	Área Inundable (ha)
Baños del Inca	4.89
Total	4.89

Fuente: Elaboración propia.

- **Identificación de zonas críticas**

Sabiendo el área de inundación, se pudo identificar las áreas donde la altura del tirante de agua consigue ciertos valores, determinados según el Real Decreto 9/2008 del gobierno de España, quienes originan daños graves sobre los bienes y las personas, cuando las situaciones hidráulicas durante la avenida cumplen una o más de las condiciones siguientes:

- Que el calado esté por encima de 1 m.
- Que la velocidad esté por encima de 1 m/s.
- Que el producto de ambas variables esté por encima de 0.5 m²/s.

Teniendo en cuenta esta normativa es que el software IBER, ejecuta el cálculo de peligrosidad.

En la siguiente tabla se puede apreciar que un área considerable de la zona del distrito de Baños del Inca demuestra un nivel de Alta peligrosidad.

Tabla 22
Áreas de máxima peligrosidad para $Tr = 100$ años.

Peligrosidad	Margen izquierda	Margen derecha	Total
Sin peligrosidad	0.02 ha	0.59 ha	0.61 ha
Peligrosidad moderada	0.08 ha	1.58 ha	1.66 ha
Peligrosidad Alta	0.14 ha	2.48 ha	2.62 ha
Total	0.24 ha	4.65 ha	4.89 ha

Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS PARA PERIODO DE RETORNO R = 200 AÑOS

Los resultados alcanzados para este escenario de modelamiento conciernen a un caudal de 79.33 m³/s, se logra obtener tirantes máximos de 5.53 m.

• **Áreas de inundación**

La determinación de las áreas inundables, en el instante en que se da la máxima inundación, para un periodo de retorno de 200 años, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla 23
Áreas inundables totales para $Tr = 200$ años.

Zonas	Área Inundable (ha)
Baños del Inca	6.39
Total	6.39

Fuente: Elaboración propia.

• Identificación de zonas críticas

Sabiendo el área de inundación, se pudo identificar las áreas donde la altura del tirante de agua consigue ciertos valores, determinados según el Real Decreto 9/2008 del gobierno de España, quienes originan daños graves sobre los bienes y las personas, cuando las situaciones hidráulicas durante la avenida cumplen una o más de las condiciones siguientes:

- Que el calado esté por encima de 1 m.
- Que la velocidad esté por encima de 1 m/s.
- Que el producto de ambas variables esté por encima de 0.5 m²/s.

Teniendo en cuenta esta normativa es que el software IBER, ejecuta el cálculo de peligrosidad.

En la siguiente tabla se puede apreciar que un área considerable de la zona del distrito de Baños del Inca demuestra un nivel de Alta peligrosidad.

Tabla 24

Áreas de máxima peligrosidad para $Tr = 200$ años.

Peligrosidad	Margen izquierda	Margen derecha	Total
Sin peligrosidad	0.03 ha	1.02 ha	1.05 ha
Peligrosidad moderada	0.08 ha	2.27 ha	2.35 ha
Peligrosidad Alta	0.17 ha	2.82 ha	2.99 ha
Total	0.28 ha	6.11 ha	6.39 ha

Fuente: Elaboración propia.

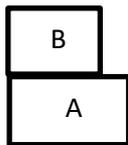
Diseño estructural de la defensa ribereña en las zonas vulnerables aplicando el software River en la quebrada Tingo Mayo Cajamarca.

Diseño de los Gaviones

Este es un gavión que tiene un bloque de 1.5 x 1 m en la base, un bloque de 1.25 x 1 m en la parte superior (entiéndase que las dimensiones son bxh)

Ángulo de fricción interna (&)	:	34.5	°	} Ver (Anexo C)
Cohesión (C)	:	0.2	Kg/cm2	
Densidad seca total	:	1.54	g/cm3	
Capacidad portante del suelo	:	2.94	Kg/cm2	
Ancho de cimentación	:	1.5	m	
Altura del muro	:	2	m	
F.S.	:	3		

Chequeo De Estabilidad Del Gavión



Cálculo del empuje activo:

$$Ea = 1/2 * Ys * H^2 * Ka - 2cH * \sqrt{Ka}$$

C	=	0.2	
Ys	=	1.54	ton/m3
h	=	2	m
b	=	1.5	m
a	=	1	m
@	=	0	°
Ka	=	0.3051	
H	=	(h-(b-a)*tg@)cos@	= 2

Ea = 0.498 ton/m

Seguridad al deslizamiento:

Yg	=	Yp * (1 - n)
Yp	=	2.11 g/cm3
n	=	0.3

$$Yg = 1.477 \text{ ton/m}^3$$

Cálculo de las componentes del empuje activo:

$$E_v = E_a \cdot \sin(90^\circ + \delta - \epsilon)$$

$$E_h = E_a \cdot \cos(90^\circ + \delta - \epsilon)$$

$$\delta = \epsilon = 34.5^\circ$$

$$\epsilon = 90^\circ$$

$$E_v = 0.2820 \text{ ton/m}$$

$$E_h = 0.4103 \text{ ton/m}$$

$$n' = \frac{[(w + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha] \operatorname{tg} \epsilon + (w + E_v) \sin \alpha}{E_h \cos \alpha} \geq 1.5$$

Metrado de cargas:

W	W (ton)	Xi	Mi
WA	2.216	0.75	1.662
WB	1.846	0.875	1.615
	4.06175		3.277

$$n' = 7.277$$

Entonces cumple con la condición ≥ 1.5

Seguridad al volteo:

$$d = H/3 = 0.667$$

$$M_v = E_h \cdot d = 0.274 \text{ ton-m/m}$$

$$n'' = \frac{M_r}{M_v} > 1.5$$

$$n'' = 11.982$$

Entonces cumple con la condición ≥ 1.5

Verificación

$$e = B/2 - ((M_r - M_v) / N) < B/6$$

$$N = (W + E_v) \cos \alpha + E_h \sin \alpha$$

$$N = 4.344 \text{ Tn/m}$$

$$e = 0.059 \quad m < 0.250$$

$$< b/6$$

Si cumple con la condición, cae dentro del núcleo central

Seguridad a la distribución de presiones:

$$P1 = (N/B) * (1 + (6 * e / B))$$

$$P2 = (N/B) * (1 - (6 * e / B))$$

$$P1 = 3.574 \quad \text{ton/m}^2 = 0.357 \quad \text{Kg/cm}^2$$

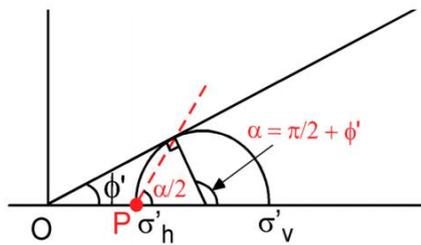
$$P2 = 2.218 \quad \text{ton/m}^2 = 0.222 \quad \text{Kg/cm}^2$$

La tensión en el punto 1 está por debajo de la capacidad portante del terreno.

La tensión en el punto 2 está por debajo de la capacidad portante del terreno.

Método de Rankine para empuje activo

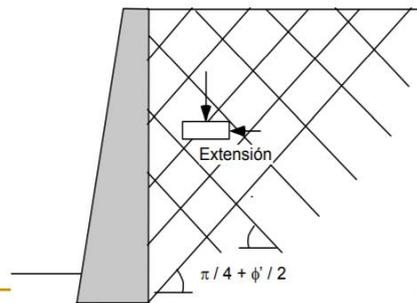
Terreno no cohesivo Horizontal drenado



$$\frac{\sigma'_v - \sigma'_h}{2} = \frac{\sigma'_v + \sigma'_h}{2} \text{sen} \phi'$$

$$K_a = \frac{\sigma'_h}{\sigma'_v} = \frac{1 - \text{sen} \phi'}{1 + \text{sen} \phi'} = \text{tg}^2 \left(\frac{\pi}{4} - \frac{\phi'}{2} \right) < 1$$

ϕ' (°)	K_a
20	0,49
25	0,406
30	0,333
40	0,271
40	0,217
45	0,171



El ángulo de fricción es = 34.5°
Interpolamos el $K_a = 0.3051$

Cálculo de Interpolación Simple

30	0.333
34.5	0.3051000000
40	0.271

Los diseños de los Gaviones para la quebrada Tingo Mayo se encuentran en los Anexos (**ver Anexo D**).

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Se puede concluir de la discusión y el análisis de resultados que la limpieza y eliminación del cauce del río nos consentirá tener mayor potencia hidráulica ya que se puede observar sedimentos en gran cantidad, tal como la presencia de escombros (basura), lo que disminuye en gran medida la sección transversal que puede ocasionar daños graves a las viviendas y aledaños.

Evangelista (2017), menciona en su investigación para evitar el desborde del Río Chancay del sector de salinas donde coexisten poblaciones aledañas y tierras de cultivo que están en peligro inminente ante un evento de la crecida y desborde del río por origen del fenómeno del niño; el cual tiene por objetivo identificar las zonas de desborde en el sector de Salinas - Distrito de Chancay - Provincia de Huaral – Lima, en el cual el método usado fue el científico puesto que se determina por los fenómenos observables de la realidad del estudio como son los efectos que trae consigo el fenómeno del niño, de esta manera se obtiene cada uno de los parámetros para el diseño de la defensa ribereña del río Chancay puede utilizar en ciertos tramos del Centro Poblado San Juanito Alto, finalmente se concluye que el tipo de defensa ribereña será los Gaviones Tipo Caja, por ser el más adecuado de acuerdo a los criterios estudiados.

Por lo cual queda demostrado que los cauces de las quebradas deben estar libres para evitar daños a viviendas con las inundaciones, por lo cual la propuesta de diseñar gaviones que puedan mitigar estas inundaciones en tiempo de muchas precipitaciones.

Soto (2017), en su investigación que consiste en evitar el desborde del Río Amojú y evitar la inundación de la localidad de Parral; cuyo objetivo es desarrollar un modelamiento hidráulico e hidrológico del río Amojú para lograr establecer las zonas de riesgo de inundación. Su metodología estuvo en la compilación y procesamiento de información cartográfica, luego se realizó un estudio hidrológico de máximas descargas del río Amojú, con la topografía digitalizada del cauce y el apoyo del software Hec – Ras se realizó el modelamiento hidráulico, llegando a la conclusión los parámetros para el diseño de la defensa ribereña del río Amojú, al final se concluye

que de acuerdo a los resultados obtenidos el pre diseño de la defensa ribereña es un muro de concreto ciclópeo.

En la investigación de defensa ribereña, a fin de evitar o reducir los posibles impactos que generan las inundaciones, permitiendo así el tener un control del flujo de agua por consiguiente mitigar los daños por causa de las inundaciones, para un $Tr = 200$ años, se posee calados de hasta 2.15 m al borde del cauce, $Tr = 100$ años, se posee calados de hasta 2.00 m al borde del cauce, para un $Tr = 50$ años, se posee calados de 1.85 m al borde del cauce y para un $Tr = 10$ años, se posee calados de hasta 1.65 m al borde del cauce.

Galanton y Romero (2017), presento un trabajo de investigación cuyo propósito es determinar la eficiencia y a la adaptabilidad de los gaviones ante los fenómenos naturales; su objetivo es demostrar cuan útil son los gaviones para poder ser empleados como estructuras de defensa. Para se realizó estudios básicos de ingeniería con la finalidad de cumplir estrictamente con los parámetros establecidos en las normas y se concluye que los gaviones son más flexible y susceptibles a adaptarse ante cualquier cambio y por último se realizó una aplicación práctica en la cuenca baja del río Neverí que se relaciona con el tema.

Se considera que la inflación de gaviones tipo caja también se ha considerado la reforestación de la misma manera, la modificación de la cubierta vegetal que puede retener un cierto porcentaje de agua de sedimentación, porque esto nos permitirá controlar la erosión del suelo, contribuyendo así a reducir el impacto de las inundaciones sobre el producto.

Para ello debe existir una planificación urbanística suficiente para evitar la construcción de viviendas en áreas cercanas a los cauces naturales, donde existe un alto riesgo de inundaciones, y además se debe pensar en la reubicación de viviendas existentes.

La concientización para la población, frente a los peligros en el que se están expuestos, para así se pueda tomar conciencia de la situación en la que se hallan, para que se pueda generar las respectivas medidas de solución con las autoridades de la zona.

CONCLUSIONES

- El grado de vulnerabilidad al que está expuesto las comunidades aledañas al cauce de la quebrada Tingo Mayo es alto, debido a que los indicadores de vulnerabilidad física no se comprueban, El coeficiente de escorrentía se estima de 0.50 según la cobertura vegetal del área de drenaje de la quebrada además de características geomorfológicas de la misma.
- De acuerdo a los resultados hallados, se establece que si existen zonas con riesgo a inundación por avenidas extraordinarias de la quebrada Tingo Mayo en el distrito de Baños del Inca, por lo cual se comprobó que las áreas que fueron afectadas en total por el desbordamiento del cauce de la quebrada Tingo Mayo son de: 3.07, 4.01, 4.89 y 6.39 ha. para los intervalos de retorno de 10, 50, 100 como 200 años sucesivamente.
- Se propone el diseño estructural de gaviones tipo Caja en el software River que mitigaran el riesgo en zonas aledañas a la quebrada Tingo Mayo por inundación, puesto que, presentan una gran resistencia, adaptabilidad y permeabilidad adecuándose a las condiciones de la zona de estudio.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el diseño de la cimentación de una obra hidráulica se realice teniendo en cuenta antecedentes de socavación de dicha obra en zonas aledañas a esta, ya que la socavación es un fenómeno complejo de estudiar.
- Evaluar las diferentes obras hidráulicas después de una máxima avenida para poder determinar que estructura es la más eficiente sin importar el costo y así poder reducir el riesgo existente.
- Realizar estudios orientados al comportamiento de erosión y sedimentación en la quebrada Tingo Mayo, ya que se observó colmatación de material, lo que implica aumentar los efectos de eventos extraordinarios. Se recomienda hacer los estudios respectivos de mecánica de suelos, orientados a la construcción de defensas ribereñas, los cuales permitirán tener un control de las inundaciones en la zona de estudio.

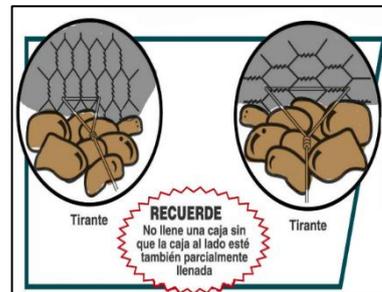
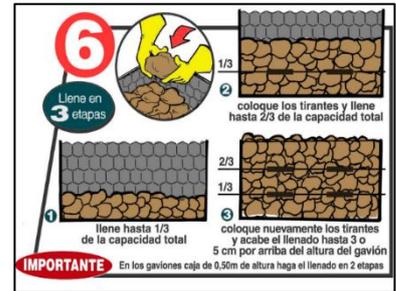
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, A. (2016). *COMPARACIÓN TÉCNICA ENTRE EL USO DE GAVIONES Y GEOCELDAS COMO ESTRUCTURA DE DEFENSA RIBEREÑAS*. Lima. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6935>
- Almeida, P. (2008). *Obras de contención, Manual técnico*. Brasil.
- ANA. (s.f.). *AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA*.
- Chow, V; Suarez, M. (1994). *Hidraulica de canales abiertos*. Colombia: Nomos.
- Cueva del Ingeniero Civil. (s.f.). Obtenido de <https://www.cuevadelcivil.com/2014/10/manual-de-gaviones.html>
- Díaz Briones, O. E. (2019). DETERMINACIÓN DE ZONAS DE INUNDACIÓN MEDIANTE MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO CHONTA EN EL CASERÍO TARTAR CHICO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA. Baños del Inca, Cajamarca , Cajamarca, Peru.
- Díaz, . O. (2019). DETERMINACIÓN DE ZONAS DE INUNDACIÓN MEDIANTE MODELAMIENTO HIDRÁULICO DEL RÍO CHONTA EN EL CASERÍO TARTAR CHICO, DISTRITO DE BAÑOS DEL INCA. Baños del Inca, Cajamarca, Cajamarca, Peru.
- Evangelista, K. M. (2017). Identificación de zonas inundables y propuesta de defensa ribereña del sector Salinas km 89 en el rio Chancay – 2017. Chancay, Huaral, Lima, Peru.
- Fasanando, J. H. (2018). *Dimensionamiento hidráulico y estructural de la defensa ribereña en la margen izquierda del Río Mayo en la localidad de Shanao – Lamas – Región San Martín*. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/bitstream/handle/11458/3330/CIVIL%20-%20Jimmy%20Holdem%20Fasanando%20Sinti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Galanton, E., & Romero, L. (2007). Obtenido de <https://es.scribd.com/document/99263129/Tesis-Defensa-Riverena>
- Galanton, E., & Romero, L. (2017). “DESCRIPCION DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS”. Barcelona. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/99263129/Tesis-Defensa-Riverena>
- Galanton, E., & Romero, L. (2017). “DESCRIPCION DE LAS DEFENSAS RIBEREÑAS”. Barcelona. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/99263129/Tesis-Defensa-Riverena>
- Grupo Desnivel. (2018). Obtenido de <https://grupodesnivel.com/blog-grupo-desnivel/>
- INDECI. (2004). *Mapa de peligros de la ciudad de Baños del Inca*. Cajamarca.
- Indeci. (2006). *Manual basico para la estimacion de riesgos*. Obtenido de <https://www.indeci.gob.pe/objetos/secciones/Mg==/MTY=/ODE=/lista/NDcz/1201012081402181.pdf>

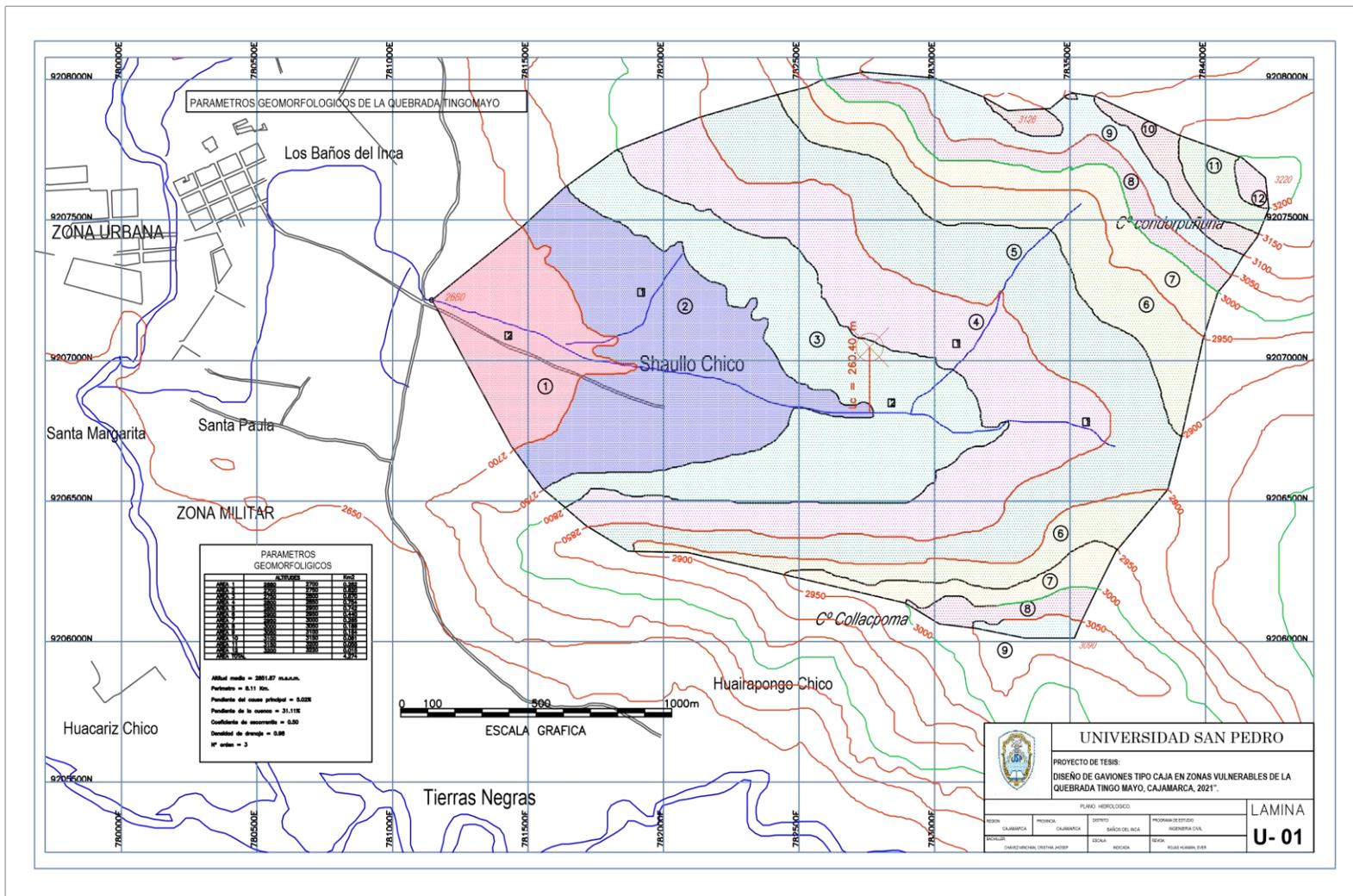
- Kerimbey, L., & Henriquez, L. (2014). *DISEÑO HIDRAULICO Y ESTRUCTURAL DE DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO CHICAMA TRAMO PUENTE PUNTA MORENO - PAMPAS DE JAGUEY APLICANDO EL PROGRAMA RIVER*. Trujillo. Obtenido de http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/683/1/ALVARO_MARCELO_DISE%C3%91O_HIDRAULICO_PROGRAMA%20RIVER.pdf
- Leon, E. (1194). *DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO RIMAC*. Lima. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2970>
- Malpartida, A. B. (5 de Mayo de 2011). *Gaviones*. Obtenido de https://www.academia.edu/11470875/Gaviones_2011
- Morales, J. L. (2019). *Aplicación del Geo 5 en Defensa Ribereña, para el Control de Inundaciones dentro del área urbana del Distrito de Lircay – Provincia de Angaraes – Huancavelica 2019*. Lima: Universidad Cesar Vallejo.
- Mossarutti, G. F. (25 de febrero de 2016). *DSpase mobile*. Obtenido de <http://mriuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/3937/gmorassutti.pdf?sequence=1>
- Mujeriego, M. (2000). *El arte de las primeras civilizaciones*. Obtenido de http://www.uclm.es/ab/humanidades/profesores/descarga/mujeriego/primeras_civilizaciones.pdf
- Neermal, D. (2012). *The use of gabions in hydraulic applications*. Civil.
- ONU. (2015). *Cómo desarrollar ciudades más resilientes; un manual para líderes de los gobiernos locales*.
- Piñar, R. (12 de 05 de 2018). *Proyecto de construcción de un muro de gaviones de 960 m3*. Obtenido de Repositorio Tec.: http://repositorio.tec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6034/construccion_muro_gaviones.pdf?seq
- Ruiz, R., & Colqui, D. (s.f.). *“DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO MARAÑON TRAMO CHAGUAL-VIJUS EN EL DISTRITO DE PATAZ DEPARTAMENTO LA LIBERTAD”*. Trujillo. Obtenido de http://www.academia.edu/6898031/PROYECTO_DE_TESIS
- Soto, J. L. (2017). *MODELAMIENTO HIDRÁULICO Y DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS DEL RIO AMOJÚ, LOCALIDAD EL PARRAL – JAÉN – CAJAMARCA*. Parral, Jaen, Cajamarca, Peru.
- Vergara, R. A. (2018). *Estabilización de talud por tres Métodos: Gaviones, Geomalla y Muro de Contención en el Centro Poblado San Juanito Alto Distrito de Guadalupito-Viru- La Libertad*. Chimbote, La Libertad, Peru.
- Vilcahuaman, I. (2015). *CONCEPTO DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN PARA REDUCIR*. Lima. Obtenido de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5988>
- Villón Béjar, M. (2011). Hidrología. En M. Villón Béjar, *Hidrología* (págs. 21-23). Lima-Perú.
- Villon, M. (2011). *Hidrologia*. Lima.

ANEXOS

Anexo A. Etapas de Construcción de Gaviones.



Anexo B. Estudio Hidrológico Quebrada Tingo Mayo – ArcGIS.



Anexo C. Estudio de Mecánica de Suelos.

		NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L. LABORATORIO DE MECANICA DE SUELOS Y MATERIALES ALFREDO SIFUENTES ORTIZ INGENIERO CIVIL C.I.P. N° 74682
ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS, ANALISIS DE CANTERAS Y DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO.		
PROYECTO	"DISEÑO DE GAVIONES TIPO CAJA EN ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CAJAMARCA, 2021".	
SOLICITA	BACH. ING. CHAVEZ MINCHAN CRISTHIAN	
UBICACION	REGION CAJAMARCA - PROVINCIA DE CAJAMARCA - DISTRITO BAÑOS DEL INCA - CASERIO SHAULLO CHICO	
MUESTRA	CALICATA C10: CONSTRUCCION DE GAVIONES TIPO CAJA	
FECHA :	CAJAMARCA, JULIO 2021	
CALCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE DE UN SUELO - CASO FALLA POR ASENTAMIENTO - METODO TERZAGHI - PECK		
PARÁMETROS CONOCIDOS CALICATA 10		
CLASIFICACIÓN SUCS	: SC.	
[Ø] ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA	: 34.5° (Ingresar en grados y decimales de grado)	
[c] COHESIÓN	: 0.20 (Ingresar en Kg/cm ²)	
[γ] PESO UNITARIO	: 1.54 (ingresar en gr/ cm ³)	
[Df] PROF. CIMENTACIÓN	: 1.50 (Ingresar en cm.)	
[B] LONG. DE ZAPATA CIMENT.(Cm)	: 400cm. (Ingresar en centímetros)	
FACTOR DE SEGURIDAD	3	
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA.		
N _c	: 44.14	
N _q	: 31.76	
N _δ	: 47.48	
CAPACIDAD PORTANTE DEL TERRENO		
q' _c	: 8.82 Kg/cm ²	
CAPACIDAD DE CARGA DE DISEÑO		
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; display: inline-block;"> $\sigma_t = 2.94 \text{ Kg/cm}^2$ </div>		
		
Jr. Leguía N° 410 – Jr. San Martín N° 186		Cel. 976661847 RPM #289612
		Cajamarca

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS, ANALISIS DE CALICATAS Y DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO	"DISEÑO DE GAVIONES TIPO CAJA EN ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CAJAMARCA, 2021".		
SOLICITA	BACH. ING. CHAVEZ MINCHAN, CRISTHIAN	CAJAMARCA, JULIO 2021	UBICACIÓN: REGION CAJAMARCA – PROVINCIA DE CAJAMARCA – DISTRITO BAÑOS DEL INCA – CASERIO SHAULLO CHICO
MUESTRA	CALICATA C10: CONSTRUCCION DE GAVIONES		

PESO ESPECÍFICO ASTM D 854

PESO ESPECÍFICO MUESTRA

MUESTRA	CALICATA C10	
Peso muestra en el aire (gr.)	9.75	10.27
Peso muestra sumergida (gr.)	4.25	5.62
Peso específico (gr/cm ³)	1.534	1.541
Peso específico promedio	1.54	

P. e. Total (gr/cm³) = 1.54

CONTENIDO NATURAL DE HUMEDAD ASTM D 2216

MUESTRA	C-10	C-10	C-10
ESTRATO	Único	Único	Único
TARA No	A	B	C
Peso muestra húmeda	9.14	8.34	11.58
Peso muestra seca	8.86	8.05	11.23
Peso del agua	0.28	0.29	0.35
Contenido de humedad (%)	3.16	3.60	3.12
PROMEDIO (%)	3.29		

CONDICION DE MUESTRO:	
Realizado por la parte solicitante	
SUCS	TIPO DE MUESTRA ALCANZADA
SC	Alterada del tipo Mab.

Alfredo Sifuentes Ortiz
NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz
GERENTE
CIP 74682

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS, ANALISIS DE CALICATAS Y DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO	"DISEÑO DE GAVIONES TIPO CAJA EN ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CAJAMARCA, 2021".		
SOLICITA	BACH. ING. CHAVEZ MINCHAN, CRISTHIAN	CAJAMARCA, JULIO 2021	UBICACIÓN: REGION CAJAMARCA – PROVINCIA DE CAJAMARCA – DISTRITO BAÑOS DEL INCA – CASERIO SHAULLO CHICO
MUESTRA	CALICATA C10: CONSTRUCCION DE GAVIONES		

ANALISIS GRANULOMETRICO POR LAVADO ASTM – D422

PESO SECO INICIAL :	950.00 gr.
PESO SECO FINAL :	78.44 gr.
PESO MENOR No 200 :	871.56 gr.

TAMIZ N°	Abert (mm)	PESO RETENIDO		PORCENTAJE ACUMULADO	
		PARCIAL	% Parcial	% Reten. Acumulado	% Que Pasa
3	75.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2 1/2"	63.00	0.00	0.00	0.00	100.00
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 1/2"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
3/4"	19.00	0.00	0.00	0.00	100.00
1/2"	12.70	0.00	0.00	0.00	100.00
3/8"	9.50	0.00	0.00	0.00	100.00
1/4"	6.30	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 4	4.75	0.00	0.00	0.00	100.00
N° 10	2.00	1.05	0.11	0.11	99.89
N° 20	0.85	1.33	0.14	0.25	99.75
N° 40	0.43	2.68	0.28	0.53	99.47
N° 60	0.25	10.25	1.08	1.61	98.39
N° 100	0.15	34.16	3.60	5.21	94.79
N° 200	0.08	28.97	3.05	8.26	91.74
Cazoleta	0.00	0.00	0.00	8.26	91.74
TOTAL		78.44			



Diametros efectivos		$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$	$C_c = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} \times D_{60})}$
D10 (mm)=	0.25		
D30 (mm)=	0.59		
D50 (mm)=	2.362		
D60 (mm)=	4.699		
	$C_u =$	19	$C_c =$ 0.296

)- CONDICION DE MUESTREO: Realizado por la parte solicitante
) TIPO DE MUESTRA : Alterada tipo Mab.

NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.
 Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz
 GERENTE
 CIP 74682

ESTUDIOS DE MECANICA DE SUELOS PAVIMENTOS, ANALISIS DE CALICATAS Y DISEÑO DE MEZCLAS DE CONCRETO

PROYECTO	"DISEÑO DE GAVIONES TIPO CAJA EN ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CAJAMARCA, 2021".		
SOLICITA	BACH. ING. CHAVEZ MINCHAN, CRISTHIAN	CAJAMARCA, JULIO 2021	UBICACIÓN: REGION CAJAMARCA – PROVINCIA DE CAJAMARCA – DISTRITO BAÑOS DEL INCA – CASERIO SHAULLO CHICO
MUESTRA	CALICATA C10: CONSTRUCCION DE GAVIONES		

ENSAYO N°	LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	4	1	2
Peso suelo hum+tara	42.09	51.05	45.65	49.76	33.66	35.62
Peso suelo seco + tara	36.39	42.47	38.98	40.85	31.30	33.06
Peso del Agua	5.70	8.58	6.67	8.91	2.37	2.56
Peso Tara	26.90	28.45	28.31	26.92	26.51	27.85
Peso del suelo	9.49	14.02	10.66	13.94	4.79	5.21
Contenido de humedad (%)	60.04	61.18	62.58	63.93	49.38	49.24
Número de golpes	33	28	23	19	PROMEDIO (%)	49.31

MUESTRA	CALICATA C2	CALICATA C2	CALICATA C2
ESTRATO	2	2	2
TARA No	A	B	C
Peso suelo hum+tara	268.61	266.45	244.06
Peso suelo seco + tara	207.60	205.99	189.89
Peso del agua	61.01	60.46	54.17
Peso tara	32.55	31.69	31.28
Peso del suelo	175.05	174.29	158.61
Contenido de humedad (%)	34.85	34.69	34.16
PROMEDIO (%)	34.57		



LÍMITE LÍQUIDO =	62.00%	W(%) PROM.	34.57%
LÍMITE PLÁSTICO =	49.00%		
INICE PLÁSTICO =	13.00%	INDICE LIQUIDEZ	-1.11

ESPECIFICACIONES:

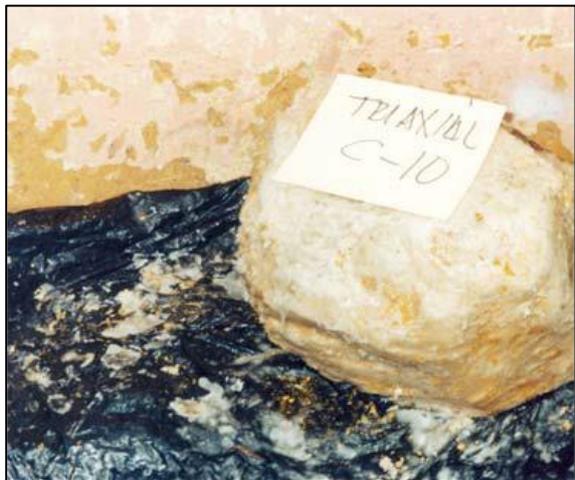
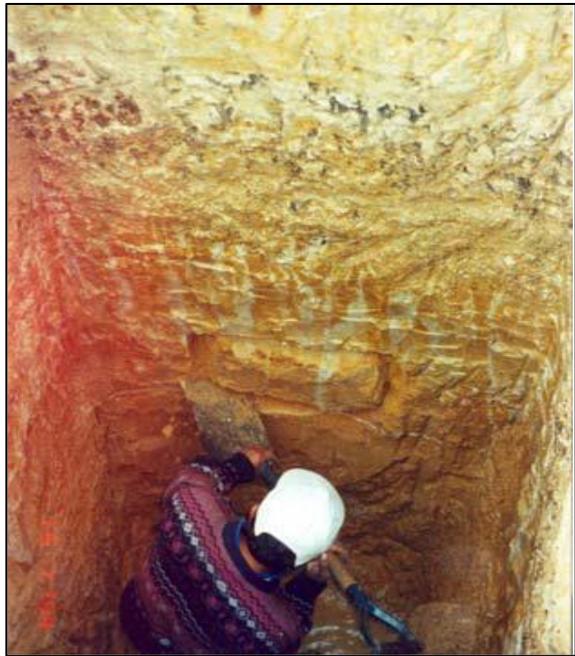
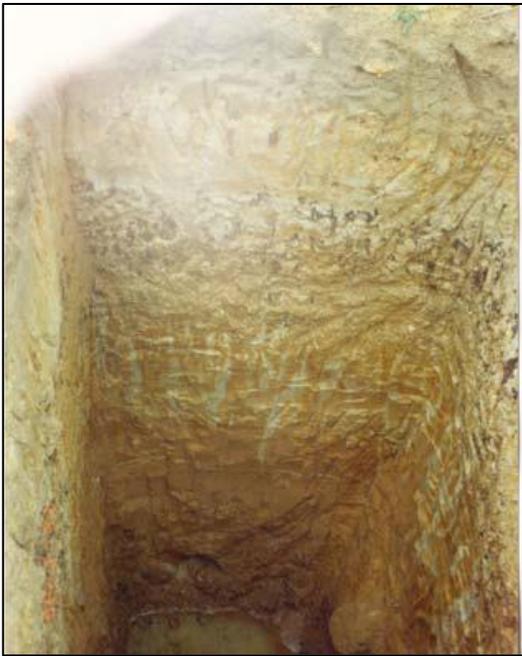
Secado de la muestra antes del ensayo: A temperatura ambiente.
 Secado de la muestra para obtener humedades: Al horno a 110°C ±5°C
 Tipo de Muestra para Ensayo: Alterada.
 Agua Empleada: Agua Potable.
 Rango de Medición: Balanza electrónica de 500gr. y 0.01gr.
 Muestra: CALICATA C10: CONSTRUCCION DE GAVIONES TIPO CAJA

CONDICION DE MUESTRO:
 Realizado por la parte solicitante

SUCS	TIPO DE MUESTRA ALCANZADA
B/C	Alterada del tipo Mat.

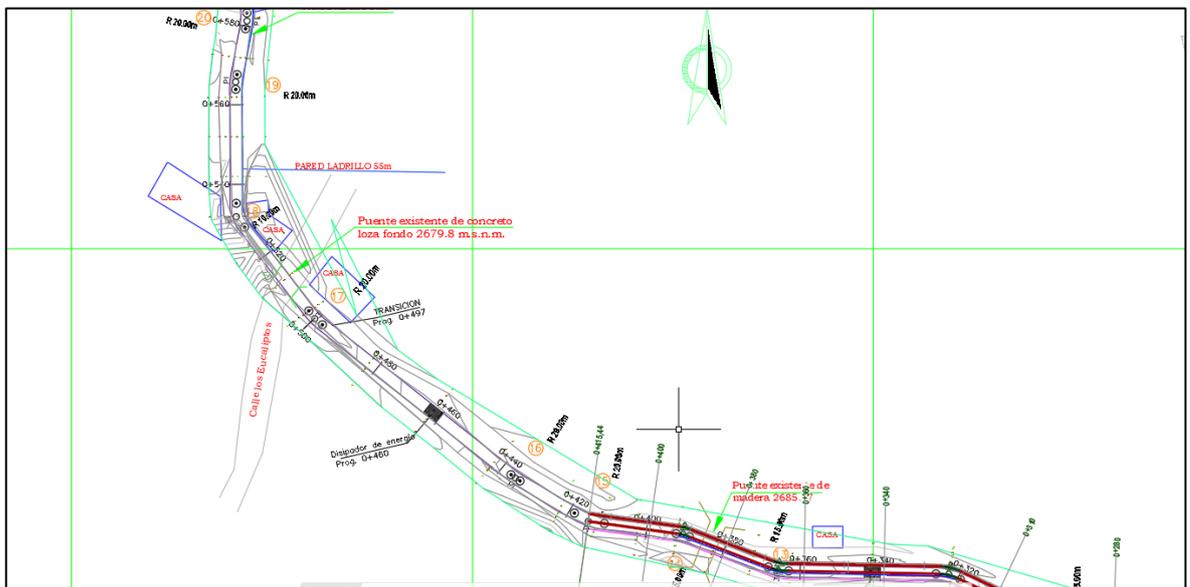
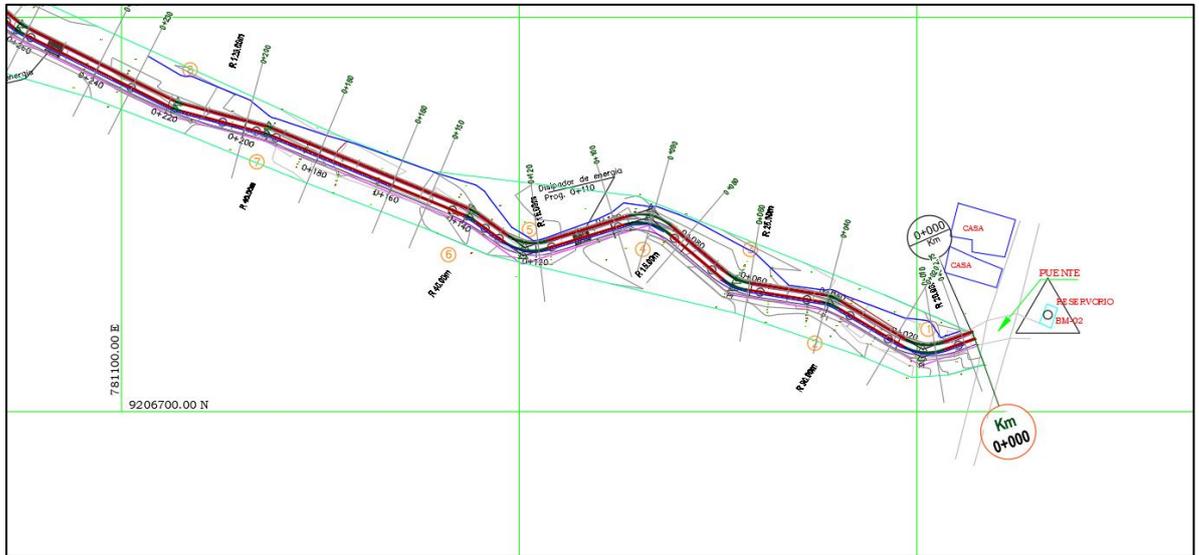
NEO TERRA INGENIEROS E.I.R.L.

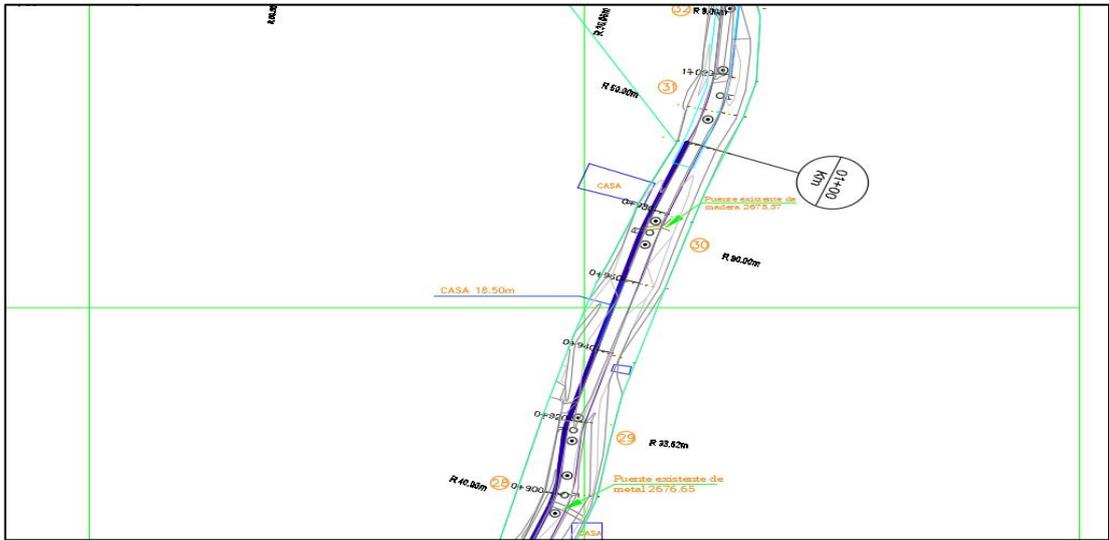
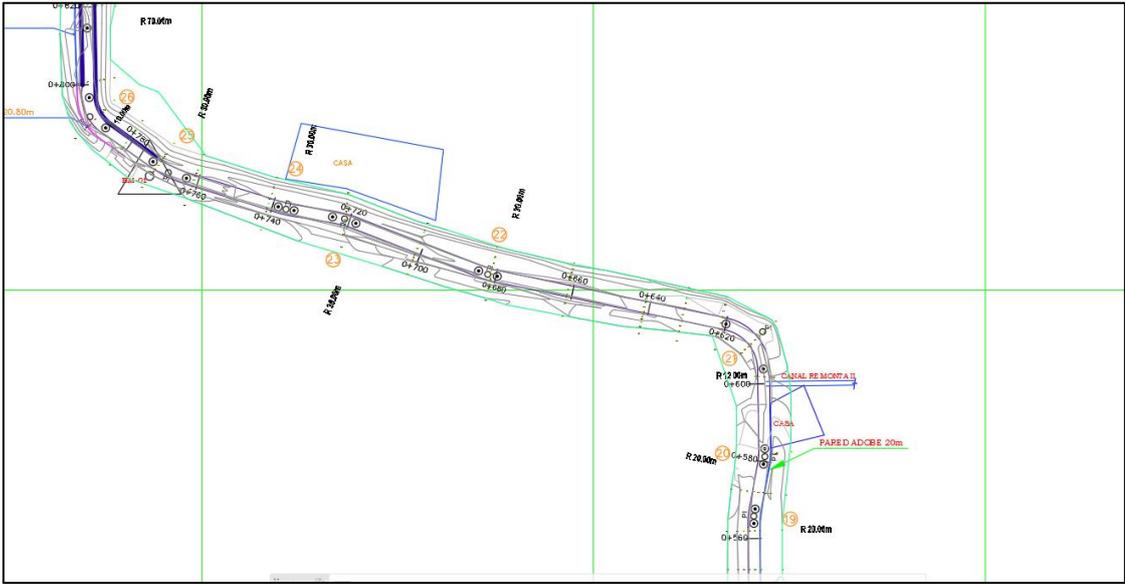
 Ing. Alfredo Sifuentes Ortiz
 GERENTE
 CIP 74682

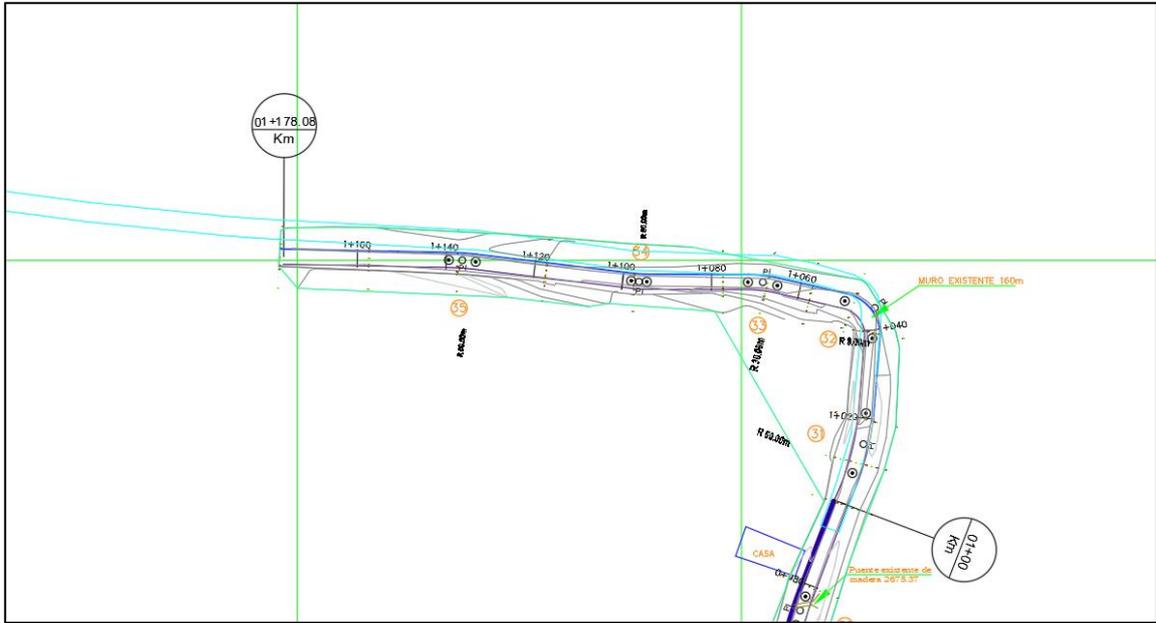


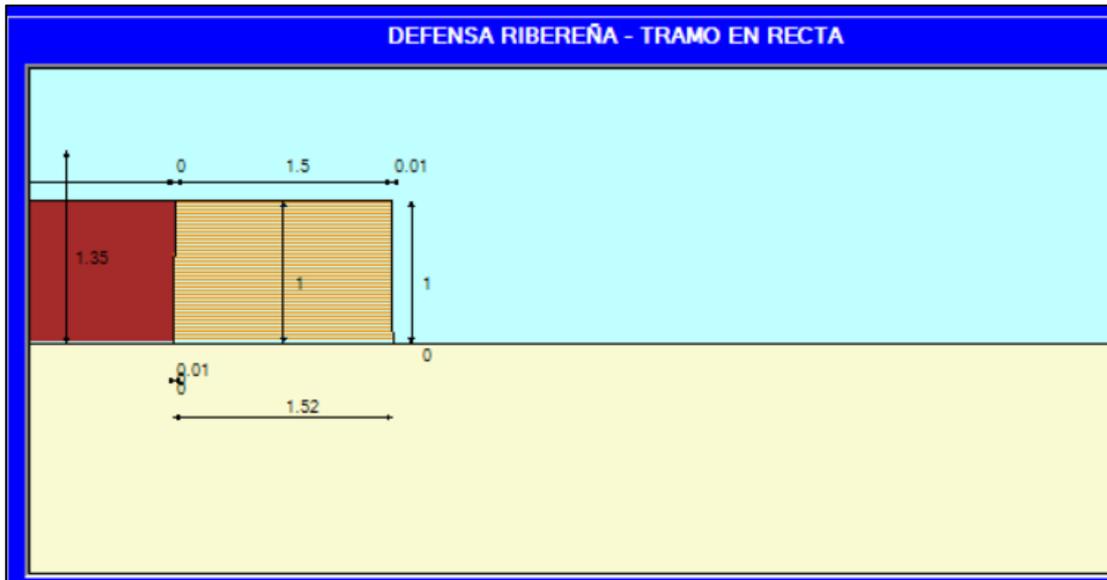
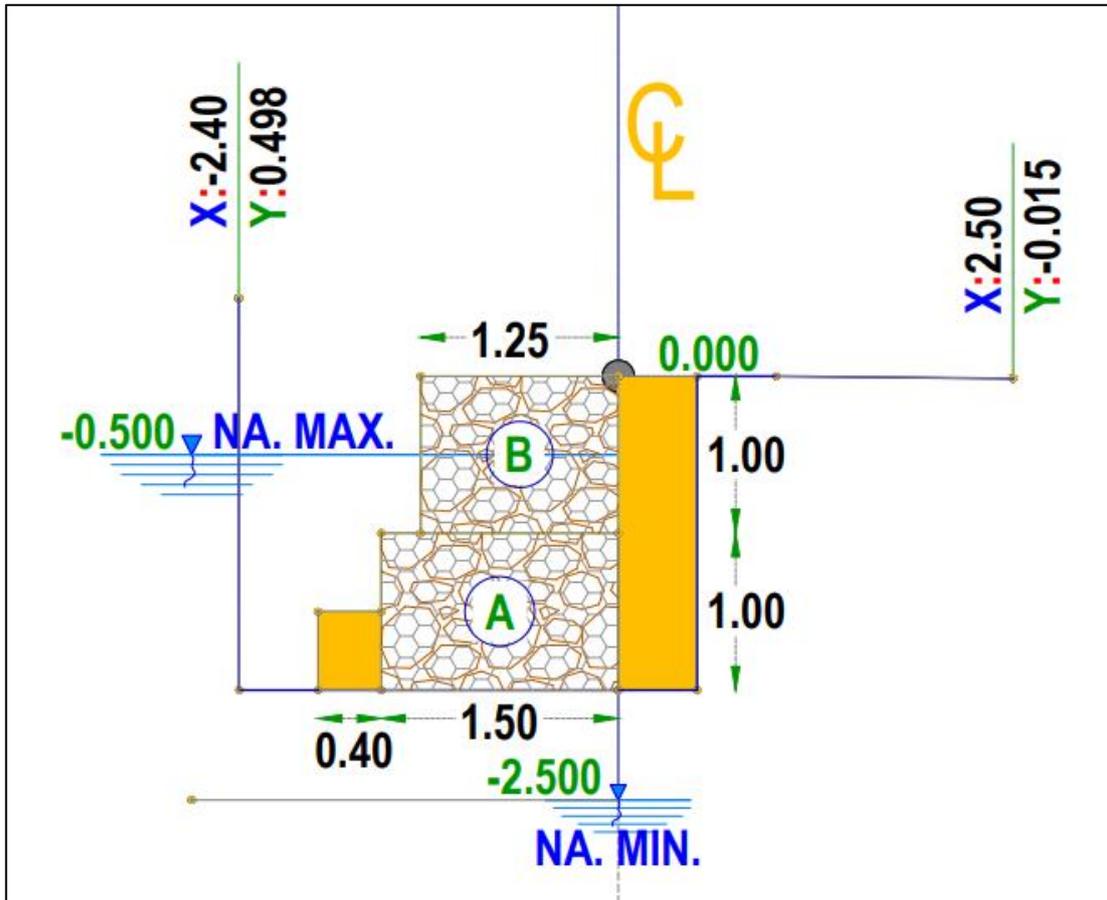
Anexo D. DISEÑO DE GAVIONES PARA LA QUEBRADA TINGO MAYO

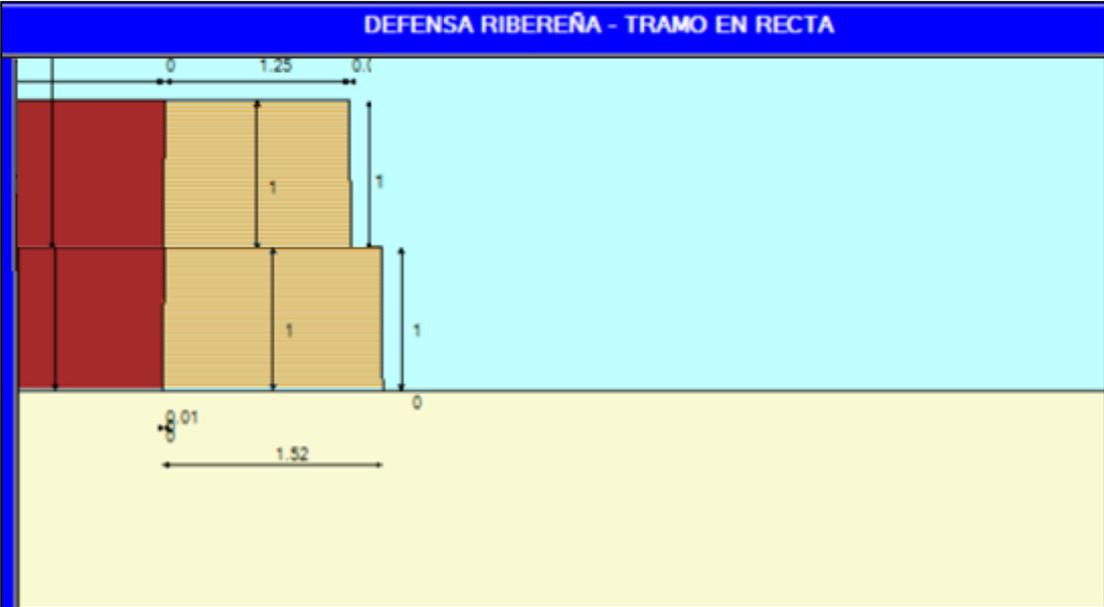
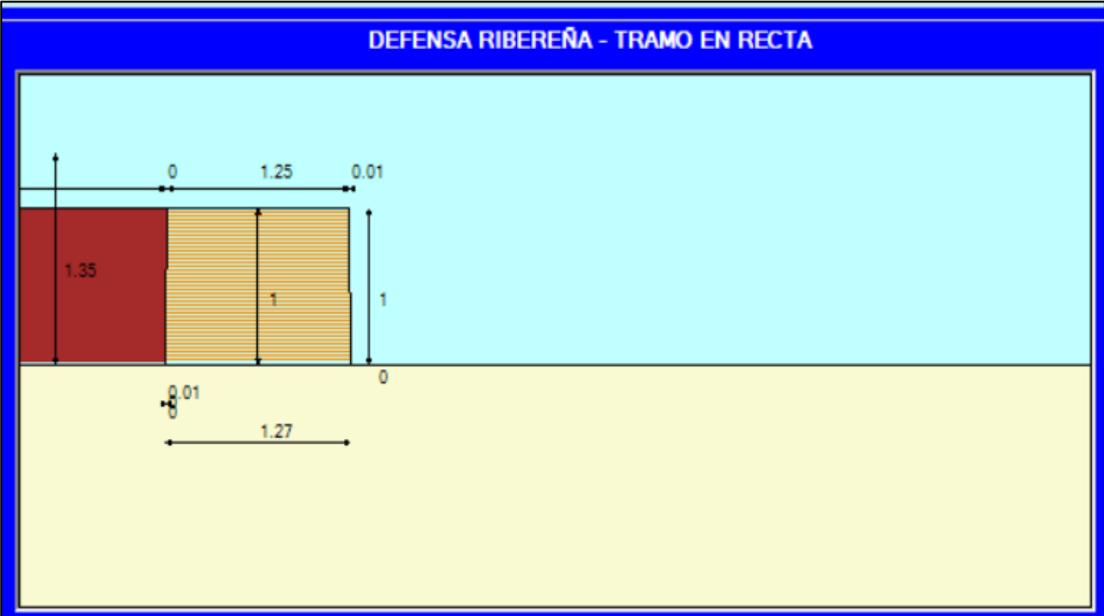
Margen derecha







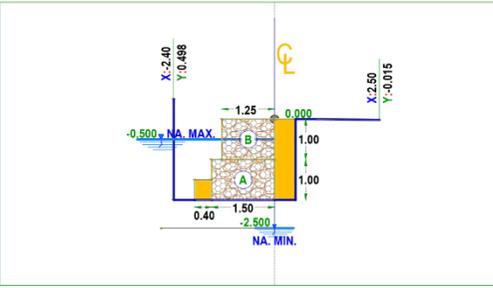
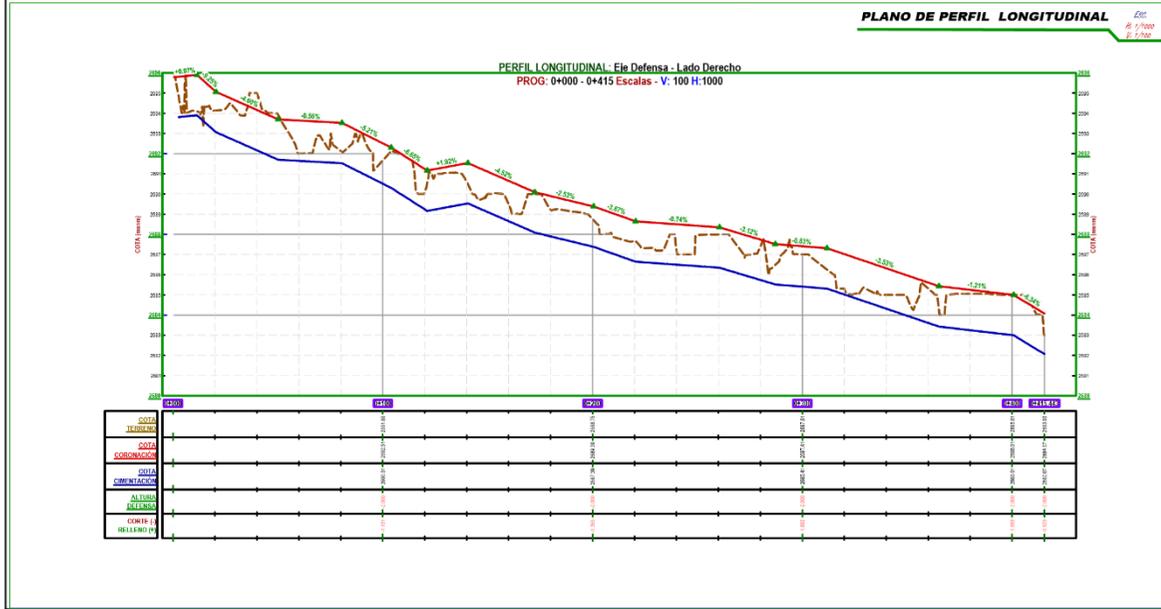






PLANO DE PLANTA
PLANO DE PLANTA

PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL



PROYECTO: DISEÑO DE GAVIONES TIPO CAJA EN ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CAJAMARCA, 2021.

PROYECTISTA: CHAVEZ MINCHAN, CRISTIAN JHOSEP

DIBUJO Y DISEÑO: CHAVEZ MINCHAN, CRISTIAN JHOSEP

PLANO: PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

REVISAR: ROJAS HUAMAN, EVER

PROYECTAR: ROJAS HUAMAN, EVER

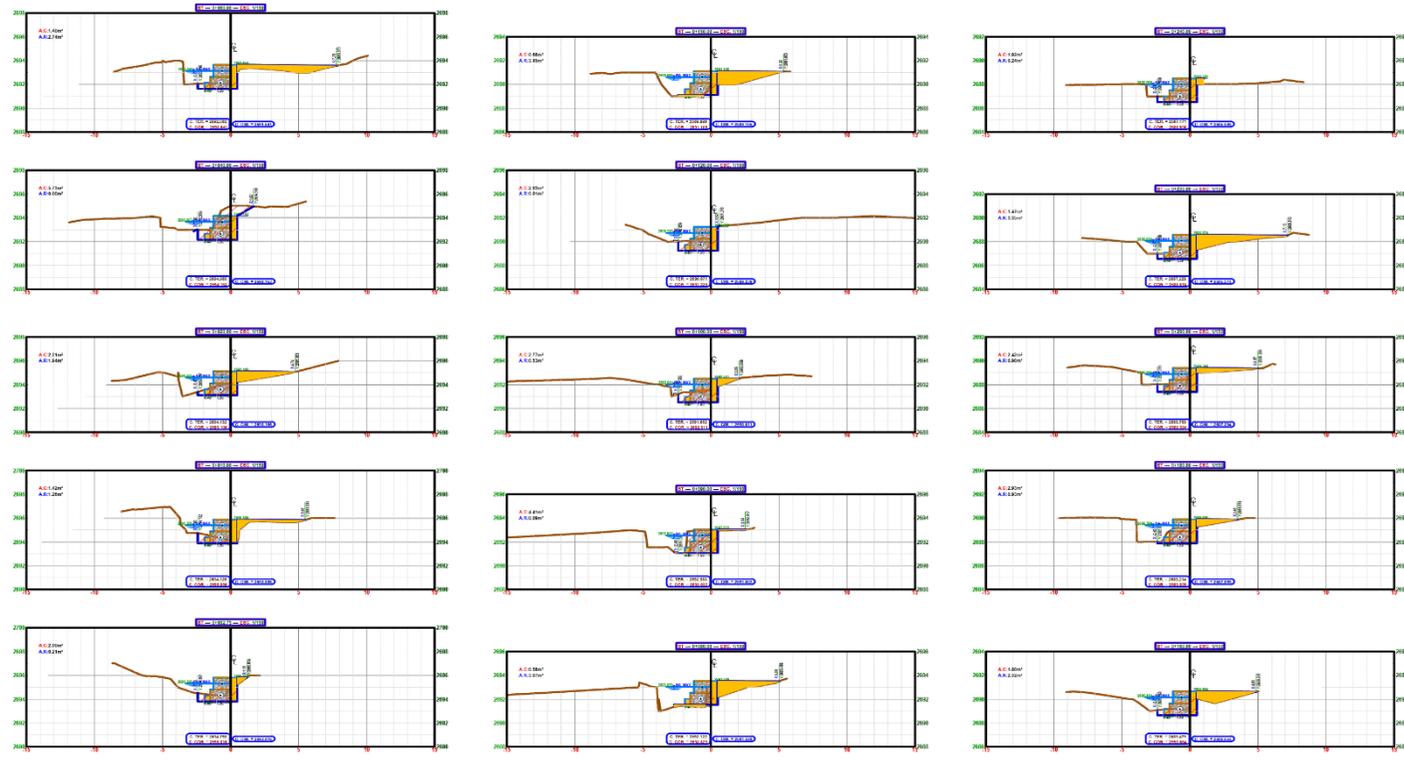
REGION: CAJAMARCA

PROVINCIA: CAJAMARCA

DISTRITO: BARRIOS DEL INCA

ESCALA: INDICADA





PROYECTO:
 DISEÑO DE GAVONES TIPO CAJA EN ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CAJAMARCA, 2021.

PROYECTISTA:
 CHAVEZ MINCHAN, CRISTHIAN JHOSEP

PLANO:
 SECCIONES TRANSVERSALES

DIBUJO Y DISEÑO:
 CHAVEZ MINCHAN, CRISTHIAN JHOSEP

REVISÓ: HUAMAN, EVER
 PROVINCA: CAJAMARCA
 DISTRITO: BARGOS DEL INCA

ESCALA:
 INDICADA





CAMBIOS AL SECCIONADO DEL TERRENO										
SECCION	ANCHO DE CALZADA (M)	ANCHO DE CARRETERA (M)	ANCHO DE CARRIL (M)							
ST-01	100	12.71	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05	1.05
ST-02	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-03	170	11.8	11.20	1.00	11.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-04	170	11.8	11.20	1.00	11.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-05	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-06	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-07	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-08	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-09	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-10	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-11	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-12	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-13	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-14	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-15	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-16	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-17	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-18	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-19	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
ST-20	142	12.29	12.50	1.00	12.70	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00



PROYECTO:
DISEÑO DE GAVONES TIPO CAJA EN ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CAJAMARCA, 2021.

PROYECTISTA:
CHAVEZ MINCHAN, CRISTIAN JHOSEP

DIBUJO Y DISEÑO:
CHAVEZ MINCHAN, CRISTIAN JHOSEP

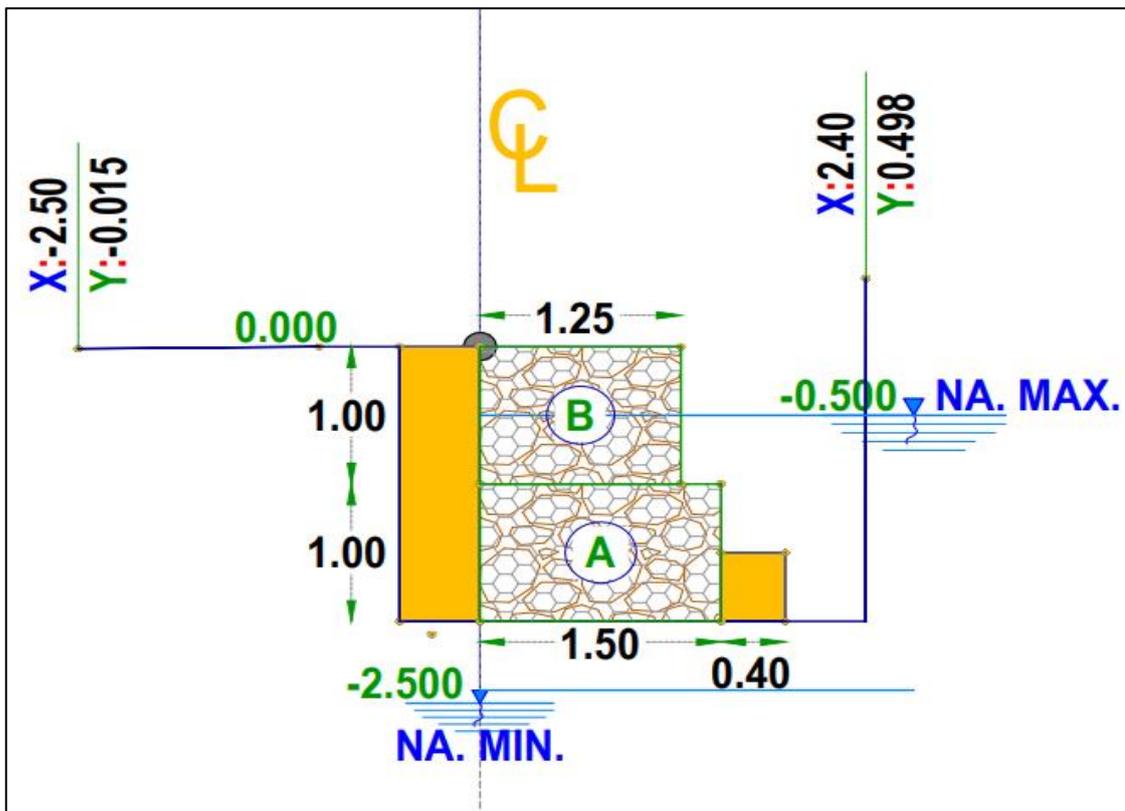
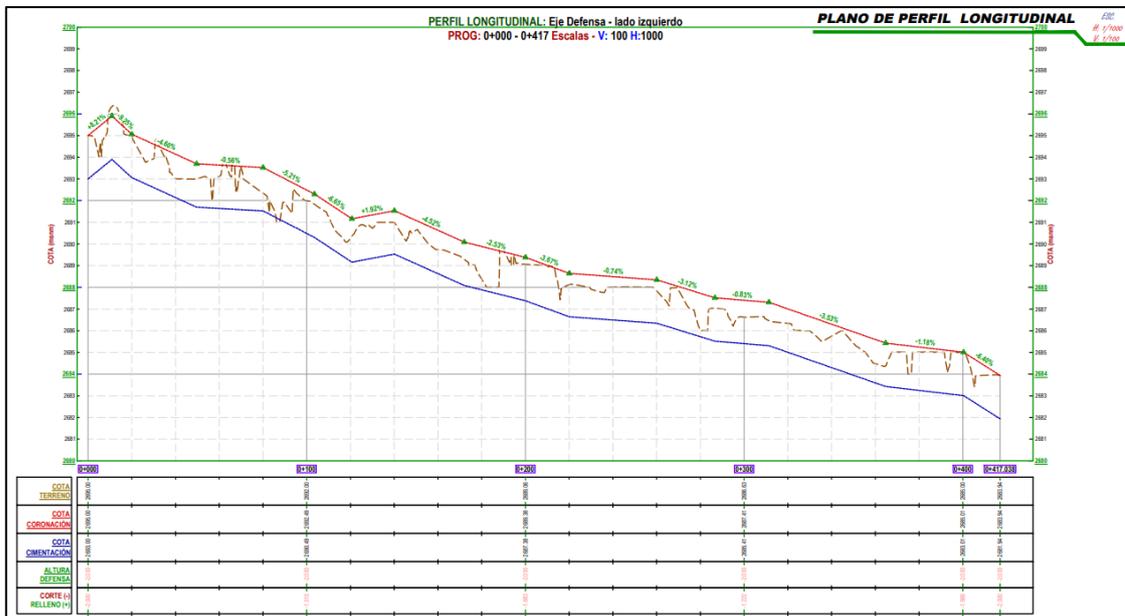
REVISA:
ROJAS HUAMAN, EVER
APUSURUA
ROJAS HUAMAN, EVER

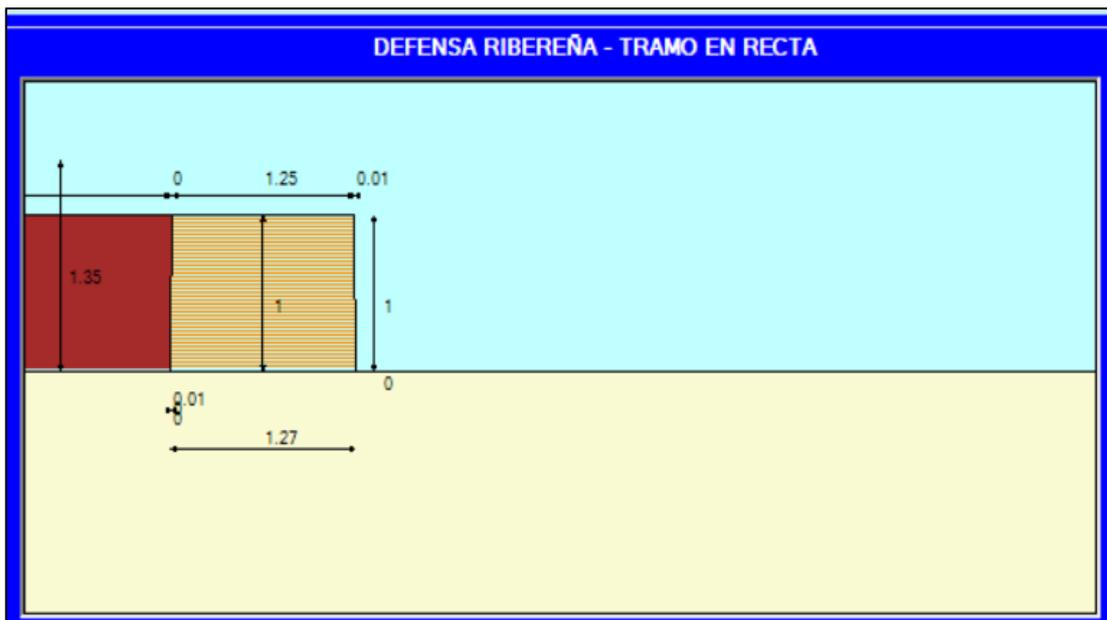
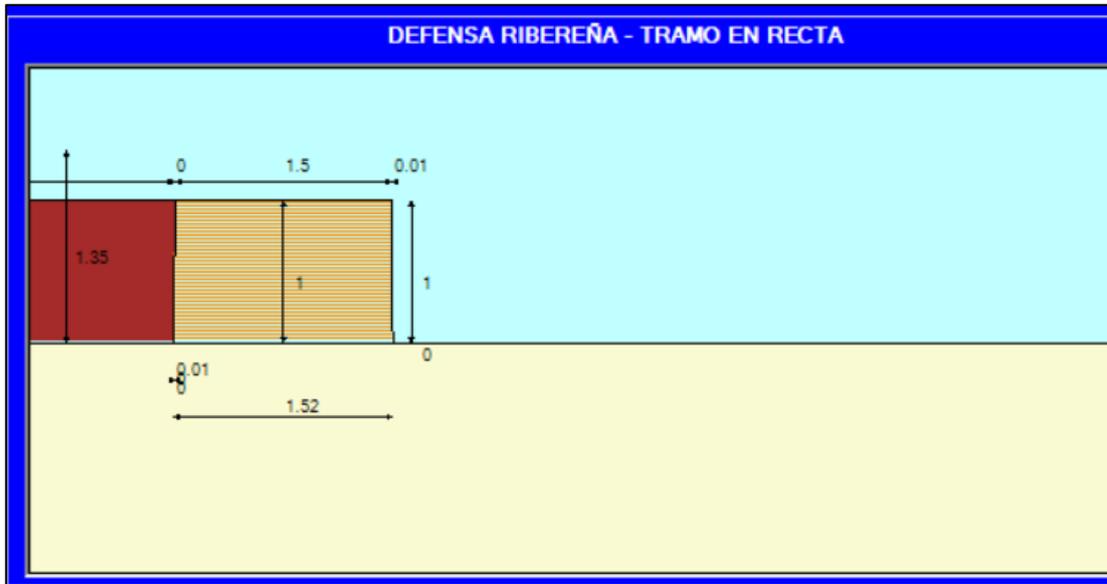
PLANO:
SECCIONES TRANSVERSALES

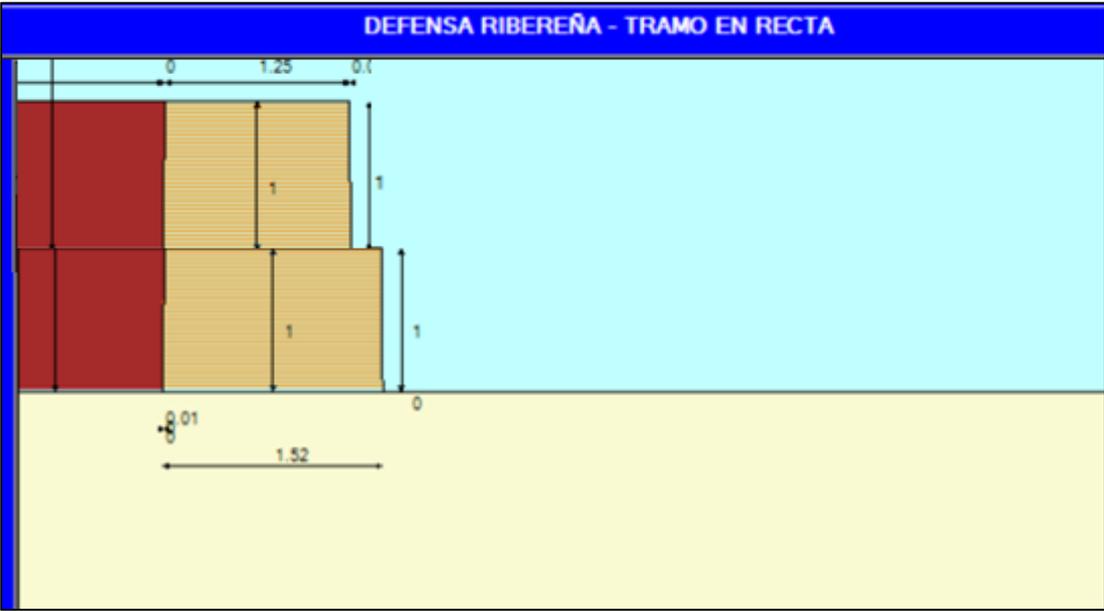
REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CAJAMARCA
DISTRITO: BARRIOS DEL INCA

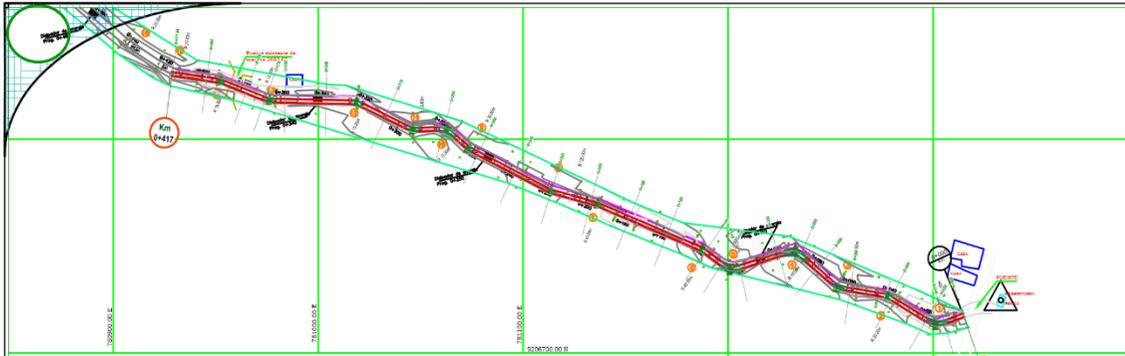


Margen izquierda









PLANO DE PLANTA

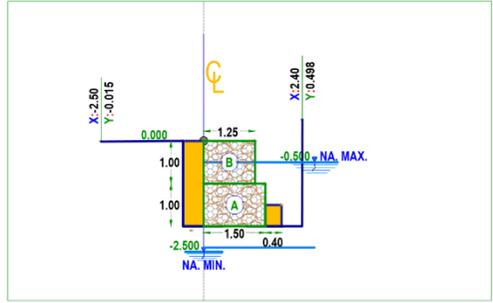


PERFIL LONGITUDINAL - Eje Defensa - lado izquierdo
PROG: 0+000 - 0+417 Escalas - V: 100 H: 1000

PLANO DE PERFIL LONGITUDINAL



	0+000	0+100	0+200	0+300	0+400	0+417
COTA SUPERIOR	2650.00	2640.00	2630.00	2620.00	2610.00	2600.00
COTA EXISTENTE	2650.00	2640.00	2630.00	2620.00	2610.00	2600.00
COTA PROPUESTA	2650.00	2640.00	2630.00	2620.00	2610.00	2600.00
ALTIMETRIA						
CORTES Y RELLENO (M)						



PROYECTO:
 DISEÑO DE GAVONES TIPO CAJA EN ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CAJAMARCA, 2021.

PROYECTISTA:
 CHAVEZ MINCHAN, CRISTIAN JHOSEP

DIBUJO Y DISEÑO:
 CHAVEZ MINCHAN, CRISTIAN JHOSEP

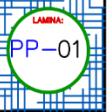
REVISÁ:
 ROJAS HUAMAN, EVER

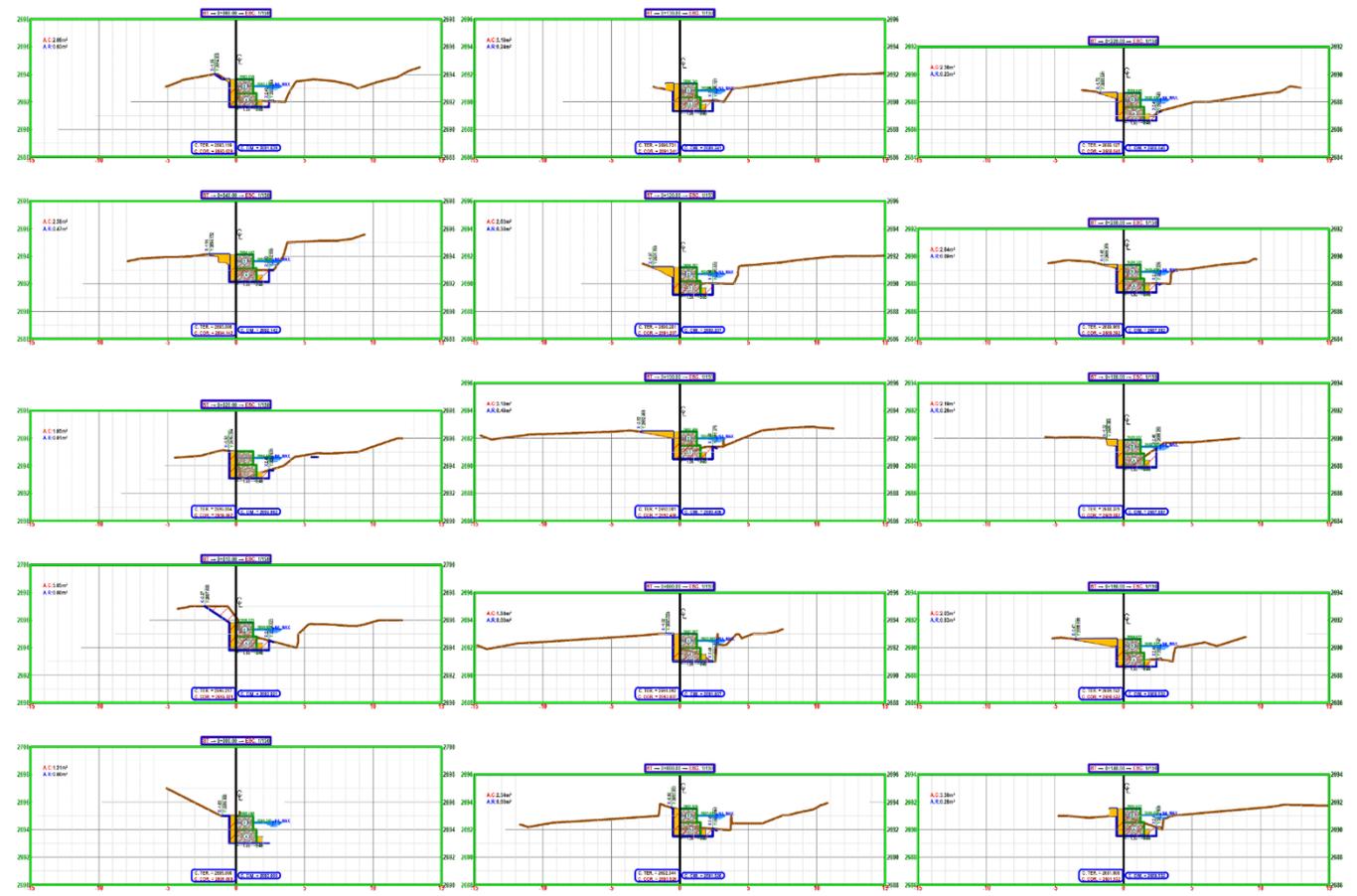
APRUEBA:
 ROJAS HUAMAN, EVER

PLANO:
 PLANTA Y PERFIL LONGITUDINAL

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CAJAMARCA
DISTRITO: BARROS DEL INCA

ESCALA:
 INDICADA





PROYECTO:
 DISEÑO DE GAVIONES TIPO CAJA EN ZONAS VULNERABLES DE LA QUEBRADA TINGO MAYO, CAJAMARCA, 2021.

PROYECTISTA:
 CHAVEZ MINCHAN, CRISTIAN JHOSEP

DIBUJO Y DISEÑO:
 CHAVEZ MINCHAN, CRISTIAN JHOSEP

PLANO:
 SECCIONES TRANSVERSALES

REGION: CAJAMARCA
PROVINCIA: CAJAMARCA
DISTRITO: BARRIOS DEL INCA

ESCALA:
 INDICADA



