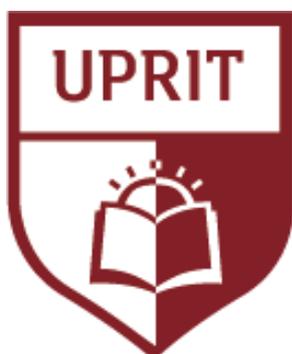


**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO SAN PEDRO**  
**DISTRITO DE PAUCARA PROVINCIA DE ACOBAMBA**  
**DEPARTAMENTO HUANCAVELICA 2021**

**TESIS:**

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE**  
**INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**Eddy Yuwer Padilla Zúñiga**

**Vismarc Chambi Quispe**

**ASESOR:**

**ING. Enrique Manuel Durand Bazán**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2021**

---

## HOJA DE FIRMAS

Diseño de Defensas Ribereñas en el Rio San Pedro distrito de Paucara  
provincia de Acobamba Región Huancavelica 2021

**Autores:**

Bachiller. Eddy Yuwer Padilla Zúñiga

Bachiller. Vismarc Chambi Quispe

---

Ing. Enrique Durand Bazán

PRESIDENTE

---

Ing. Guido Marín Cubas

SECRETARIO

---

Ing. Elton Javier Galarreta Malaver

VOCAL

## DEDICATORIA

La presente tesis de grado va dedicado a Dios, quien como guía estuvo presente en el caminar de mi vida, a mi familia por haber sido mi apoyo a lo largo de toda mi carrera universitaria. A todas las personas que me acompañaron en esta etapa tan importante, aportando a mi formación tanto profesional y como persona.

Eddy Yuwer  
Vismarc

## AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi asesor de tesis quien con su experiencia, conocimiento y motivación me oriento en el proceso de investigación. Por sus consejos, enseñanzas, apoyo y sobre todo amistad brindada en los momentos más difíciles de mi vida.

Agradezco a los todos docentes que con su sabiduría, conocimiento y apoyo, motivaron a desarrollarme como persona y profesional en la Universidad Privada de Trujillo.

Los autores.

## INDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
RESUMEN .....	10
ABSTRACT .....	12
I. INTRODUCCION .....	14
1.1. Realidad Problemática .....	14
1.2. Formulación del Problema .....	16
1.3. Justificación .....	16
1.3.1. Objetivo General .....	19
1.3.2. Objetivos Específicos .....	19
1.4. Antecedentes .....	20
1.5. Bases Teóricas.....	23
1.5.1. Socavación .....	32
1.5.2. Parámetros que influyen en la socavación .....	34
1.5.3. Metodología para el cálculo de la socavación .....	35
1.5.4. Hidrogeomorfología .....	37
1.5.5. Elementos de dinámica fluvial y ecológica .....	39
1.5.6. Las inundaciones .....	40
1.6. Definición de Términos Básicos.....	42
1.7. Formulación de Hipótesis.....	51
1.8. Propuesta de aplicación profesional .....	52
1.8.1. Del Proyecto Estructural: .....	52
1.8.2. Del proyecto estructural .....	53
II. MATERIALES Y METODOS.....	53
2.1. Materiales de Estudio.....	53
2.1.1. Población.....	53
2.1.2. Muestra. ....	55
2.2. Técnicas, procedimiento e instrumentos .....	55
2.2.1. Para recolectar datos .....	56
2.2.2. Para procesar datos.....	56
2.3. Operacionalización de variable .....	56
III. RESULTADOS .....	58
3.1. Aspectos Generales .....	58
3.1.1. Ubicación Geográfica .....	58
3.1.4. Climatología .....	61

3.1.5.	Topografía y Tipo de Suelo.....	62
3.1.6.	Criterios de Diseño.....	62
3.2.	Estudio de topografía .....	65
3.2.1.	Equipo utilizado .....	66
3.2.2.	Trabajos de campo realizados .....	67
3.2.3.	Procesamiento de la información:.....	68
3.3.	Estudio de Mecánica de Suelos.....	70
3.3.1.	Información previa de estudio de suelos .....	70
3.3.2.	Exploración de campo.....	70
3.3.3.	Ensayos de laboratorio .....	71
3.3.4.	Nivel de la napa freática.....	72
3.3.4.1.	Perfil del suelo .....	72
3.3.5.	Del cálculo de ingeniería.....	72
3.4.	Parámetros de diseño geométrico .....	78
3.4.1.	Descripción del muro de contención.....	78
3.4.2.	Muros de contención con gaviones .....	81
3.4.2.1.	Red Metálica .....	82
3.4.3.	Suministro, armado, colocación y cierre del elemento colchón reno malla 10x12, (2.4 mm galfan + pvc) .....	84
3.4.3.1.	Llenado con piedras del elemento gavión de 5.0 x 1.5 x1.0 m. ....	89
3.4.4.	Factores geotécnicos en la erosión de las riberas .....	92
3.4.4.1.	Características del suelo.....	92
3.4.4.2.	Parámetros geotécnicos .....	93
3.5.	Presupuesto estimado .....	96
IV.	DISCUSIÓN .....	101
V.	CONCLUSIONES.....	102
VI.	RECOMENDACIONES .....	104
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	105
VIII.	ANEXO: PANEL FOTOGRAFICO .....	107
IX.	ANEXOS .....	110

## INDICE DE TABLAS

TABLA N° 01 Factores a tener en cuenta en el analisis de un rio .....	22
TABLA N° 02 Socavacion general a largo plazo.....	26
TABLA N° 03 Socavacion general de suelos heterogeneos .....	28
TABLA N° 04 Gaviones tipo colchon 10x12 cm.....	30
TABLA N° 05 Dimensiones gaviones tipo colchon.....	30
TABLA N° 06 Dimensiones gavione tipo caja .....	31
TABLA N° 07 Estudios realizados .....	31
TABLA N° 08 Poblacion .....	32
TABLA N° 09 Operacionalizacion de variables .....	33
TABLA N° 10 Ubicaci3n geografica.....	34
TABLA N° 11 Coordenadas y cotas de poligonal.....	36
TABLA N° 12 Clasificacion de los suelos seg3n el tama3o de las particulas ...	39
TABLA N° 13 Valores de la cohesion y el angulo de rozamiento interno .....	41

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 01 Llanuras de inundacion y sus sistemas fluviales .....	33
FIGURA N° 02 Relaciones topograficas entre diferentes lechos .....	34
FIGURA N° 03 Diques longitudinales .....	36
FIGURA N° 04 Espigones.....	38
FIGURA N° 05 Defensa ribereña con gaviones .....	54
FIGURA N° 06 Estructura de gaviones .....	56
FIGURA N° 07 Partes de gavion tipo colchon.....	57
FIGURA N° 08 Estructura de gaviones tipo colchon.....	57
FIGURA N° 09 Estructura de gaviones tipo caja.....	62
FIGURA N° 10 Estructura de gaviones tipo saco.....	63
FIGURA N° 11 Proceso de recoleccion de datos.....	33
FIGURA N° 12 Diseño de la investigacion .....	34
FIGURA N° 13 Ubicación del proyecto macro localizacion .....	36
FIGURA N° 14 Ubicación del proyecto.....	38
FIGURA N° 15 Gaviones construidos.....	54
FIGURA N° 16 Gaviones construidos tipo caja .....	56
FIGURA N° 17 Instalacion de gaviones.....	57
FIGURA N° 18 Rio san pedro de chopcca .....	57
FIGURA N° 19 Inicio de levantamiento topografico .....	62
FIGURA N° 20 Detalle canal.....	63
FIGURA N° 21 Detalle de union de malla .....	62
FIGURA N° 22 Amarre de alambre.....	63
FIGURA N° 23 Malla enrollada mecanicamente .....	62
FIGURA N° 24 Gavion tipo colchon reno .....	63
FIGURA N° 25 Malla con recubrimiento de plastico .....	62

FIGURA N° 26 Gaviones con relleno .....	63
FIGURA N° 27 Gaviones en proceso de relleno .....	63
FIGURA N° 28 Malla con recubrimiento de plastico .....	62

## RESUMEN

En el presente proyecto se observó que Los Pobladores del centro poblado de Chopcca que radican junto al río San Pedro, durante varios años han intentado solucionar este problema de inseguridad de inundaciones en épocas de invierno (lluvia), donde por la crecida de los ríos se ha visto, afectadas las viviendas y áreas de cultivo que son el principal factor económico de la población, así mismo cabe preponderar que en épocas de invierno (lluvia) estos ríos han provocado daños en considerable magnitud hacia la propiedad privada, en la actualidad permanece una parte de la defensa ribereña con gaviones pero estos están en mal estado debido a la falta de mantenimiento.

Cabe resaltar que el río ya fue intervenido, ejecutando muros de contención con gaviones el cual solo se ha intervenido por partes dejando expuesto muchas viviendas y zonas de cultivo que son un factor económico para el centro poblado antes mencionada.

Los daños sobre la propiedad, se ahondan más en la situación de pobreza de los Pequeños y medianos pobladores, ubicados en las márgenes del río.

Con el diseño de defensas ribereñas, se pretende buscar como objetivos inmediatos no solo la protección del área urbana y la infraestructura que se encuentra dentro del perímetro de intervención, si no de igual manera recortar los daños a las viviendas de las diversas asociaciones de vivienda, además de inundaciones y daños colaterales que pudieren ocurrir, etc. Las obras de protección de las áreas urbanas, deberán cumplir las condiciones adecuadas al cauce del río para garantizar el pase de agua aun en épocas de avenidas, restableciendo las condiciones medioambientales en forma adecuada y estable, de acuerdo al diseño de los trabajos.

La participación activa de las organizaciones de vivienda e Instituciones beneficiarias, con la intervención dirigida hacia las áreas críticas y dando solución al problema de desborde del río.

El diseño de defensa ribereña propuesta, deberá ser adecuado para resistir los siguientes efectos de las precipitaciones y avenidas:

- El arrastre de material erosionado de las laderas en las partes altas de las cuencas.
- La erosión del material que conforma la margen del río, provoca la colmatación del cauce. Esto ocurre por efecto de la precipitación estacional y escorrentía superficial, que al humedecer las laderas, provocan el desprendimiento de suelo y rocas. La pendiente de la cuenca dirige este material desprendido al cauce del río, para luego ser arrastrado aguas abajo por la corriente, exponiendo a daños y destrucción por el impacto de este material y provocando su depósito en todo el recorrido.
- La erosión a la que está expuesta la estructura, deberá tomar en cuenta la magnitud del caudal, la velocidad de la corriente y material del lecho; a fin de contrarrestar la socavación que se produce.

Palabras claves: Defensa ribereña, Socavación, Erosión.

## ABSTRACT

In the present project, it was observed that the inhabitants of the town of Chopcca who live next to the San Pedro river, for several years have tried to solve this problem of insecurity of floods in winter (rain), where the flooding of the rivers It has seen, affected the houses and cultivation areas that are the main economic factor of the population, likewise it is possible to preponderate that in times of winter (rain) these rivers have caused considerable damage to private property, at present there remains a part of the riverside defense with gabions but these are in poor condition due to lack of maintenance.

It should be noted that the river has already been intervened, executing retaining walls with gabions which has only been intervened in parts, exposing many houses and cultivation areas that are an economic factor for the aforementioned town center.

Damages to property deepen further into the poverty situation of small and medium-sized settlers, located on the banks of the river.

With the design of riverside defenses, it is intended to seek as immediate objectives not only the protection of the urban area and the infrastructure that is within the intervention perimeter, but also cut the damage to the homes of the various housing associations, in addition to floods and collateral damage that may occur, etc. The works for the protection of urban areas must meet the appropriate conditions for the riverbed to guarantee the passage of water even in times of floods, restoring the environmental conditions in an adequate and stable manner, according to the design of the works.

The active participation of housing organizations and beneficiary institutions, with intervention directed towards critical areas and providing a solution to the problem of the river overflowing.

The proposed riparian defense design must be adequate to resist the following effects of rainfall and floods:

- The dragging of eroded material from the slopes in the upper parts of the basins.
- The erosion of the material that makes up the river bank, causes the clogging of the channel. This occurs due to the effect of seasonal precipitation and surface runoff, which by moistening the slopes, cause the detachment of soil and rocks. The slope of the basin directs this detached material to the riverbed, to then be dragged downstream by the current, exposing it to damage and destruction by the impact of this material and causing its deposit throughout the entire route.
- The erosion to which the structure is exposed must take into account the magnitude of the flow, the speed of the current and the bed material; in order to counteract the scour that occurs.

Keywords: Riparian defense, Scour, Erosion.

## I. INTRODUCCION

### 1.1. Realidad Problemática

La presente investigación hace referencia a la prevención de riesgos geológicos exógenos, que también son denominados fenómenos naturales, provocados por el constante movimiento y variación de la naturaleza, como lo son los sismos, las erupciones volcánicas, las lluvias constantes, entre otros. Estos suelen provocar desastres naturales, lo que significa grandes pérdidas humanas y materiales. Esto se debe a la falta de planificación de medidas de seguridad y prevención (Asencio, 2012). El interés que nos conlleva a hacer esta investigación se debe a las fuertes precipitaciones que han ocurrido en el país a comienzos del presente año, y que han causado fallas en las estructuras que existen en el cauce y márgenes del río San Pedro. El objetivo de esta esta investigación consiste en plantear el proyecto de defensas ribereñas (con gaviones), Estos tipos de estructuras ayudan a prevenir los deslizamientos de suelo e inundaciones causados por avenidas en los ríos y quebradas de nuestra región.

La Ingeniería fluvial estudia el comportamiento de los ríos y la alternativa de ejecución de obras de defensas ribereñas con criterio hidráulico que posibiliten un comportamiento conveniente del curso de agua y se eviten daños en los puntos críticos del río, determinando los niveles de agua que se alcancen para el caudal máximo asegurando que este nivel de agua no sobrepase los niveles de las obras a ejecutar.” Para realizar esta labor de cálculo de niveles de inundación y parámetros de diseño, uno de los procedimientos más reconocidos es la modelización hidráulica de cauces. En el presente estudio de investigación se procederá a implementar esta metodología para definir los parámetros de diseño de las obras hidráulicas planteadas para el proyecto.

En la actualidad la falta de una estructura de defensa ribereña en el cauce del río san pedro, hace que los afluentes provenientes de las partes altas de Huachua forman al tener altas precipitaciones pluviales desborden y salgan de su cauce causando grandes daños a las casas aledañas y terrenos que se

encuentran en las riberas del mencionado río por lo que es necesario la urgente e inmediata construcción de muros de contención las mismas que servirán como defensa ribereña para que las aguas continúen con su cauce normalmente

El problema central será superado con la ejecución de trabajos que permitan dar condiciones adecuadas al cauce del río, que garanticen el paso del flujo de agua aún en época de avenidas, de acuerdo al diseño de los trabajos, a la vez que se restablecen las condiciones medioambientales más adecuadas y estables.

Las medidas de prevención y control de la erosión en las riberas de ríos facilitan sin lugar a dudas la ejecución de estructuras y obras que permiten la protección de las infraestructuras viales (carreteras, puentes, etc), las infraestructuras hidráulicas centros poblados y del área de producción agrícola. Por todas estas razones antes mencionadas, en el presente trabajo, se pretende abordar la experiencia de aquellos aspectos básicos de diseño relacionados con las obras más usadas en la defensa y protección de las riberas de los ríos.

## 1.2. Formulación del Problema

### Pregunta General

¿Cómo determinar el diseño de defensas ribereñas en el rio san pedro, distrito de Paucara provincia de Acobamba Región Huancavelica 2021?

### Problema Específico

#### A. Problema Especifico

¿Cuál es el estudio de topografía para el diseño de defensas ribereñas en el rio san pedro?

#### B. Problema Especifico

¿Cuál es el estudio de mecánica de suelos para el diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro?

#### C. Problema Especifico

¿Cuáles son los parámetros de diseño, para la defensa ribereña en el rio San pedro?

#### D. Problema Especifico

¿Cuál es el presupuesto estimado para el diseño, de defensas ribereñas en el rio San pedro?

## 1.3. Justificación

### Justificación Práctica

El presente proyecto de investigación tiene por finalidad Mejorar la calidad de vida de los pobladores de San pedro de Chopcca afectada a causa del desborde del rio y dar solución al problema de inundación con un sistema de defensas ribereñas.

## **Beneficios del proyecto**

En los proyectos de defensa ribereñas, se consideran como beneficios las pérdidas por los daños que ocasionan las avenidas; el beneficio principal en el presente caso es reducir el riesgo de pérdida de infraestructura habitacional, infraestructura vial superficie agrícolas y la producción asociada al área perdida; reducir el riesgo de pérdida de los cultivos y su producción en las áreas inundadas y finalmente reducir el riesgo de pérdidas de la producción por daños a la infraestructura de la localidad de chopcca. Entre los beneficios se pueden distinguir: los beneficios directos, los beneficios indirectos y los beneficios intangibles.

### **Beneficios directos:**

Los beneficios directos provienen de los daños resultantes del contacto directo del agua con las diferentes propiedades del área afectada. El monto de los daños será el resultante de la suma necesaria para la recuperación de los bienes involucrados, devolviéndolos a la condición que tenían antes de la avenida. Si la restauración física no es posible (caso de suelos agrícolas), se considera como beneficio el valor presente de la productividad esperada en el horizonte del proyecto.

### **Beneficios indirectos**

Los beneficios indirectos son los que reflejan el impacto del proyecto en el resto de la economía. Se puede citar entre los daños evitables la interrupción del transporte, las comunicaciones y los gastos de emergencia en que se incurre durante y después de la contingencia. Así mismo, la pérdida de la recaudación del IGV y del Impuesto a la Renta, así como la pérdida de los salarios y puestos de trabajo.

### **Beneficios Intangibles**

Se define como beneficios intangible a todos aquellos de difícil cuantificación y valoración, como son la pérdida de vidas humanas, mejorar el bienestar y seguridad y mejorar las condiciones sanitarias.

### **Perdidas previsibles por efectos de una avenida**

Por lo expuesto, en el proyecto de defensa ribereña, por ser un proyecto orientado a la reducción de riesgos de pérdida de la producción y por la precisión que se requiere, se ha considerado los ítems siguientes:

### **Justificación practica**

En esta tesis, denominada Diseño de defensas ribereñas en el rio san Pedro, distrito de Paucara provincia de Acobamba Región de Huancavelica, tiene como propósito la erosión de riberas y los tipos de control de erosión en defensas paralelas al eje del río. Se aplicará el diseño de defensa ribereña en tramos del río San Pedro, con fines de estabilidad y seguridad.

### **Justificación legal**

RESOLUCION MINISTERIAL N° 11335-2006-AG DEL 31 DE AGOSTO DEL 2006, E SPOSIBLE APRECIAR EN EL CONSIDERANDO LOS CRITERIOS SOBRE LAS OBRAS DE DEFENSA Y ENCAUZAMIENTO

“Que, en virtud del artículo 43° de referido Reglamento, constituyen obras de defensa las que se ejecuten en las márgenes de los cursos de agua, en una o ambas riberas, para proteger las tierras, poblaciones, instalaciones y otras, contra las inundaciones y la acción erosiva del agua y conforme al artículo 47°, son obras de los ríos en forma continua, para formar un canal de escurriendo que permita establecer el cauce del rio o quebrada dentro de una zona determinada;

agrega que en principio, las obras de encauzamiento tienen prioridad sobre las de defensa para la solución integral de los problemas creados por avenidas extraordinarias”

Mediante Decreto Legislativo N° 1083-2008 de fecha 22 de junio 2008 último y su Reglamento el gobierno promueve el aprovechamiento eficiente del agua y la conservación de los recursos hídricos a nivel nacional. En su Art. 7º establece que: El Estado a través de sus entidades públicas en los diferentes niveles de gobierno, prioriza el financiamiento de estudios y la ejecución, rehabilitación y equipamiento de obras de infraestructura hidráulica que tengan por objeto lograr la reducción de pérdidas volumétricas de agua, el aprovechamiento eficiente y la conservación de los recursos hídricos.

## **Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Desarrollar el diseño del proyecto de defensas ribereñas en el rio san pedro, distrito de Paucara provincia de Acobamba Región Huancavelica 2021

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

#### **A. Objetivo Especifico**

Desarrollar el estudio topográfico para el diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

#### **B. Objetivo Especifico**

Desarrollar el estudio de mecánica de suelos para el diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

#### **C. Objetivo Especifico**

Desarrollar los parámetros de diseño para defensas ribereñas en el rio San Pedro.

## D. Objetivo Especifico

Determinar el presupuesto estimado para el diseño para defensas ribereñas en el rio San Pedro.

### 1.4. Antecedentes

#### Antecedentes internacionales

**Coutiño, Laura. 2015** “Metodología Integral para la estimación y mitigación de la erosión marginal en ríos.” Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.

La dinámica que se genera en un río sobrelleva muchos procesos, entre los cuales se tiene el desprendimiento, transporte y deposición de los sedimentos que conforman su perímetro mojado. Tales procesos, traen consigo efectos colaterales entre los cuales se encuentra el tema central de este trabajo, las erosiones de las márgenes de los cauces; y, debido a la constante incidencia en daños que resultan como consecuencia de este fenómeno, es de interés en el desarrollo de este trabajo, definir una metodología para su óptimo análisis y así brindar soluciones más acertadas y funcionales. Asimismo, se plantea el análisis en particular, de un caso de estudio ubicado en inmediaciones del municipio Centro en el estado de Tabasco, específicamente en la margen izquierda del río Carrizal, en el cambio de dirección con una curvatura a 89°, aproximadamente a la altura de la ranchería González, y frente a la población Buena Vista Río Nuevo; se considera este estudio, ya que a pesar de que en la rivera se localizan 3 espigones para su protección, se continúa teniendo afectaciones.

**Romero, Liccet. 2007.** “Descripción de las Defensas Ribereñas.” Tesis para optar el título de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente. Este trabajo está referido a las defensas ribereñas, las cuales son estructuras situadas en los márgenes de los ríos para proteger a las poblaciones

costeras cercanas que albergan, y a estructuras existentes al riesgo hídrico. En lo que respecta a las defensas se realizó una descripción de los diferentes tipos que según su clasificación pueden ser flexibles y rígidos. 8 Se mencionó los materiales que se deben utilizar para la construcción de dichas protecciones y para determinar la distancia a la cual se deben colocar estas defensas se tomaron en cuenta ciertas consideraciones. Y, por último, se hizo una aplicación práctica relacionada con el tema realizándose en la cuenca baja del río Neverí, para ello se hizo un recorrido a lo largo del río, para luego emitir los respectivos comentarios, conclusiones y/o recomendaciones de la situación actual que presenta este afluente.

**Maccaferri (2015)**, en su catálogo denominado como “Defensas Ribereñas y obras transversales” menciona que: “los gaviones caja” representan una alternativa de excelente resultado técnico y funcional en la construcción de diques. En la sistematización de las cuencas y en el control del transporte del material de arrastre, ofrecen la ventaja de ser altamente permeables y permitir la ampliación de la estructura en etapas. También en estos casos, la piedra para el llenado de los gaviones está disponible en el propio cauce del río lo cual se transforma en un factor económico relevante.

### **Antecedentes nacionales**

**Olivos. (2006)**, Sustento: "Estudio de Defensas Ribereñas del tramo urbano del río Tumbes", La presente tesis describe el comportamiento, características y problemática del río Tumbes, mostrando la información básica necesaria para desarrollar el estudio: hidrología, hidráulica, topografía, sedimentología, geología y geotecnia; la cual contempla todos los parámetros hidrológicos, sedimentológicos e hidráulicos que tienen influencia sobre en la labor de la estructura de protección. Muestra una metodología para diseñar un buen sistema de protección. Describe los sistemas de protecciones ribereñas más usados en el mundo.

**Cisneros. (2008)**, Sustento: “Estudio de Encauzamiento y diseño de Defensas Ribereñas en el río Reque”. Proponen que es conveniente el empleo de los métodos de Gumble y Log-Pearson III para determinar el caudal máximo promedio en la zona de Carhuaquero. De igual forma, el tipo de estructuras empleadas en el diseño del encauzamiento y defensa de márgenes han sido seleccionadas en base a criterios técnicos y económicos, mediante el uso de espigones por las siguientes razones: Son más comunes ya que se trata de fijar las orillas al menor costo posible.

Son construidos sobre todo en aquellos lugares donde por razones especiales no es posible el uso de diques continuos a lo largo de las márgenes.

Por las condiciones desfavorables que presenta el material del cauce para el empleo de diques de tierra, ya que se trata de suelos arenosos

**Orestes (2015)** realizó un estudio que tuvo por objetivo proponer el análisis y diseño de defensas ribereñas en el rio Llave – sector C.P. Santa Rosa de Huayllata, para reducir el riesgo de inundaciones. El contenido presenta estudios básicos de ingeniería tales como: estudio topográfico, geotécnicos, hidrológicos, evaluación de impacto ambiental, así como también los diseños de enrocado; los cuales se diseñan en base a los estudios básicos de ingeniería mencionados, para posteriormente elegir un buen diseño óptimo y adecuado para la zona de estudio. Las propuestas de solución fueron enrocados gaviones y muros de concreto, se determinó hacer una defensa ribereña de enrocados gaviones por el material existente en la zona, el menor costo y el mantenimiento adecuado para zonas rurales. A partir de estos resultados se concluye que es necesario la construcción de una defensa ribereña por el alto riesgo de inundaciones que existe en la zona.

## 1.5. Bases Teóricas

### **Ley de Recursos Hídricos Ley N° 29338. 2009. Perú: Autoridad Nacional del Agua.**

La presente ley regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Se extiende al agua marítima y atmosférica en lo que resulte aplicable. Tiene por finalidad regular el uso y gestión integrada del agua, la actuación del Estado y los particulares en dicha gestión, así como en los bienes asociados a esta.

### **Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Natural y Artificial. 2016. Perú: Autoridad Nacional del Agua.**

El reglamento tiene por finalidad establecer y regular los criterios, términos y métodos para efectuar la delimitación, aprobación, señalización y mantenimiento de las fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua naturales y artificiales, el reglamento es de aplicación nacional y de cumplimiento obligatorio por los órganos de la Autoridad Nacional del Agua, así como por las personas naturales o jurídicas de derecho público o privado, y así uniformizar a nivel nacional criterios, términos y métodos para la delimitación y mantenimiento de fajas marginales en cursos fluviales y cuerpos de agua.

### **Hidrología**

**Según Villón B. (2002)**, la hidrología es la ciencia natural que estudia al agua, su ocurrencia, circulación y distribución de la superficie terrestre, sus propiedades químicas y su relación con el medio ambiente, incluyendo a los seres vivos.

### **Ciclo hidrológico**

**Chereque (1980)**, se denomina ciclo hidrológico al conjunto de cambios que experimenta el agua en la naturaleza, tanto en su estado (sólido, líquido y gaseoso) como en su forma (agua superficial, agua subterránea, etc.).

**Linsley et. al. (1986)**. Indica que el ciclo hidrológico se visualiza iniciándose con la evaporación del agua de los océanos, el vapor de agua resultante es transportado por las masas móviles del aire, bajo condiciones adecuadas, el vapor se condensa a formar las nubes, las cuales, a su vez, pueden transformarse en precipitación. El agua se presenta en la naturaleza en los tres estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso). Las moléculas de agua pueden pasar de un estado a otro por evaporación/condensación, fusión/congelación y sublimación. De hecho las moléculas de agua están en constante movimiento, su velocidad depende de su energía que está relacionada con la temperatura. Para pasar de estado líquido a gaseoso las moléculas de agua deben incrementar su energía cinética (energía de movimiento), concretamente 600 cal/g (calor latente de vaporización), que normalmente absorbe a partir de la energía solar. Por tanto van a ser las moléculas que posean más energía (las más rápidas) las que antes se evaporen, de este modo la energía media del agua restante disminuye y por tanto también desciende su temperatura. Cuando el agua se condensa esta energía se libera a la atmósfera. Los procesos de fusión/condensación suponen un intercambio energético de 80 cal/g (calor latente de fusión). El tiempo de residencia del agua en los distintos componentes del sistema climático varía desde cientos o miles de años para los océanos o los hielos polares a unos diez días para la atmósfera.

### **Cuenca hidrografica**

**Según Villón B. (2002)**, la cuenca de drenaje de una corriente, es el área del terreno donde todas las aguas caídas por precipitación, se unen para formar un solo curso de agua. Cada curso de agua tiene una cuenca bien definida, para cada punto de su recorrido.

**Según Reyes Carrasco, Luis V. (1992)**, La cuenca hidrográfica o de drenaje de un cauce está delimitada por el contorno en cuyo interior el agua es recogida y concentrada en la entrega del dren mayor.

#### **Máximas avenidas.**

**Linsley (1968)**, dice que se entiende como máxima avenida “un caudal muy grande de escorrentía superficial que sobrepasan la capacidad de transporte del canal generando la inundación de tierras aledañas”.

**Según Molina (1970)**, indica que se entiende por máxima avenida de un río, “el caudal que haya superado a todas las demás observadas durante un periodo de tiempo dado”.

#### **Precipitación**

**Según Mejía (2001)**, “es una variable hidrológica que manifiesta más claramente su carácter aleatorio, variando más drásticamente en el tiempo (variación temporal) y en el espacio (variación espacial). Es común que, en un determinado periodo de tiempo, mientras que en una zona ocurre una lluvia, en otra zona próxima no hay precipitación ninguna. La forma más común y la que mayor interés tienen en la ingeniería, es la lluvia que viene a ser la causa de los más importantes fenómenos hidrológicos, su cuantificación correcta es uno de los desafíos que el hidrólogo o el ingeniero enfrentan”.

**Según Vásquez (1997)**, “es toda forma de agua cuyo origen está en las nubes, y cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, granizo, garúa o nieve. En hidrología el tipo de precipitación de mayor importancia es la lluvia, por lo cual es la variable de entrada más significativa en el sistema hidrológico”.

#### **Precipitación**

**Según Mejía (2001)**, “es una variable hidrológica que manifiesta más

claramente su carácter aleatorio, variando más drásticamente en el tiempo (variación temporal) y en el espacio (variación espacial). Es común que, en un determinado periodo de tiempo, mientras que en una zona ocurre una lluvia, en otra zona próxima no hay precipitación ninguna. La forma más común y la que mayor interés tienen en la ingeniería, es la lluvia que viene a ser la causa de los más importantes fenómenos hidrológicos, su cuantificación correcta es uno de los desafíos que el hidrólogo o el ingeniero enfrentan”.

**Según Vásquez (1997)**, “es toda forma de agua cuyo origen está en las nubes, y cae a la superficie terrestre en forma de lluvia, granizo, garúa o nieve. En hidrología el tipo de precipitación de mayor importancia es la lluvia, por lo cual es la variable de entrada más significativa en el sistema hidrológico”.

#### **Análisis de consistencia y la no homogeneidad.**

**Según Villón B. (2002)**, dice que la inconsistencia y la no homogeneidad se hacen notar con la presencia de saltos y/o tendencias en las series hidrológicas, afectando las características estadísticas de dichas series así como la media, desviación estándar y correlación serial, por lo que la inconsistencia y la no homogeneidad se deben corregir. Se realizan tres importantes procedimientos para realizar el análisis de consistencia de una información hidrológica. - Análisis visual gráfico. - Análisis de doble masa. - Análisis estadístico.

#### **Análisis de doble masa.**

**Según Villón B. (2005)**, este análisis se utiliza para tener una cierta confiabilidad en la información, así como también, para analizar la consistencia en lo relacionado a errores, que pueden producirse durante la obtención de los mismos y no para una corrección a partir de la recta doble masa. 13. Análisis estadístico.

**Según Villón B. (2005)**, una vez los gráficos visuales, de doble masa, los periodos posibles de corrección y los periodos de datos que se

mantendrán con sus valores originales, se proceden al análisis estadístico de saltos y tendencias, tanto en la media y en la desviación estándar

### **Clasificación de los ríos.**

Según Rocha (1998), dice que hay muchos modos de clasificar a los ríos. La más conocida es hacerlo por su edad, los ríos pueden ser jóvenes, maduros y viejos.

Ríos Jóvenes:

- Corresponden al estado inicial de un río.
- Generalmente tienen forma de V.
- Son muy irregulares.
- El ejemplo típico es un torrente de montaña, de gran poder erosivo, con caídas y rápidos.
- El delta no está bien formado.

Ríos Maduros:

- El valle se ha anchado.
- Las pendientes son menores.
- El río se encuentra en estado de equilibrio.
- Se forman meandros y pequeñas áreas de inundación.
- El valle es lo suficientemente ancho como para que se desarrollen actividades agroeconómicas.
- Se ha hecho obras de encauzamiento para evitar el desplazamiento lateral del río.

Ríos Viejos:

- El valle se ancha más y adquiere menor pendiente.
- Los meandros cubren menos que el área de todo el valle.
- Se forman diques naturales a lo largo del río.
- El río es más regular, desaparecen las caídas y rápidas.
- Se forman las deltas en las desembocaduras.
- El río puede formar meandros, con islas o divagar con muy baja pendiente y gran cantidad de islas.

## EROSIÓN.

La erosión comprende el desprendimiento, transporte y posterior depósito de materiales de suelo o roca por acción de la fuerza de un fluido en movimiento. La erosión puede ser generada tanto por el agua como por el viento. Como una regla general las regiones con suelos muy erosionables, pendiente alta, clima seco y fuertes vientos pero con lluvias intensas ocasionales, sufren las mayores pérdidas por erosión. Las actividades humanas frecuentemente intensifican o aceleran las ratas erosión, especialmente por la deforestación o la remoción de la capa vegetal, así como por la concentración de la escorrentía en forma artificial. De los totales de erosión que se producen en el mundo cerca de 1/4 a 1/3 de los sedimentos se transportan hasta el mar y los demás 28 se depositan en los planos de inundación, los canales de los ríos, los lagos y los embalses. La erosión es tal vez el factor más importante de contaminación del agua en cuanto a volúmenes de contaminantes se refiere. La erosión.

**Según Ayres. (2014)**, depende de cuatro variables principales:

$$E = f(R. G. S. V)$$

E = Rata de erosión

R = Factor que depende de la cantidad e intensidad de la lluvia

G = Factor que depende de la pendiente y topografía del terreno

S = Factor que depende de las propiedades físicas y químicas del suelo

V = Factor que depende de las características de la cobertura vegetal.

## TIPOS DE EROSIÓN

Se conocen varios tipos de erosión así:

- **Erosión por el viento.-** El movimiento del viento ejerce fuerzas de fricción y levantamiento sobre las partículas de suelo, desprendiéndolas transportándolas y depositándolas.
- **Erosión por gotas de lluvia.-** Cuando las gotas de agua impactan el suelo desnudo pueden soltar y mover las partículas a distancias realmente sorprendentes.
- **Erosión laminar.-** Las corrientes superficiales de agua pueden producir el desprendimiento de las capas más superficiales de suelo en un sistema de erosión por capas que se profundizan.
- **Erosión en surcos.-** La concentración del flujo en pequeños canales o rugosidades hace que se profundicen estos pequeños canales formando una serie de surcos generalmente semiparalelos.
- **Erosión por afloramiento de agua.-** El agua subterránea al aflorar a la superficie puede desprender las partículas de suelos subsuperficial formando cárcavas o cavernas.
- **Erosión interna.-** El flujo de agua a través del suelo puede transportar partículas formando cavernas internas dentro de la tierra.
- **Erosión en cárcavas.-** Los surcos pueden profundizarse formando canales profundos o la concentración en un sitio determinado de una corriente de agua importante puede generar canales largos y profundos llamados cárcavas. Una vez se inicie la cárcava es muy difícil de suspender el proceso erosivo.
- **Erosión en cauces de agua (erosión lateral y profundización).-** La fuerza tractiva del agua en las corrientes y ríos produce ampliación lateral y profundización de los cauces y dinámica general de la corriente.
- **Erosión por oleaje.-** Las fuerzas de las olas al ascender y descender por una superficie de suelo producen el

desprendimiento y el transporte de partículas.

- **Erosión en masa (deslizamientos).**- El término erosión o remoción en masa se relaciona a movimientos de masas importantes de suelo conocido con el nombre genérico de deslizamientos.

El tipo de erosión en estudio para el tema de investigación es:

## **EROSIÓN EN RÍOS Y CORRIENTES DE AGUA**

Las corrientes de agua poseen un comportamiento complejo y sobretodo dinámico. El río es solamente una parte del sistema. La cuenca, la geología, el clima, la vegetación y otros factores influyen en forma determinante en su comportamiento. El sistema fluvial incluye unas zonas de producción de sedimentos, unas de transporte y finalmente unas de depositación. Si construimos una obra en un río estamos logrando algo “bueno” con un objetivo, pero al mismo tiempo podemos estar generando efectos negativos. Los efectos secundarios de las obras pueden traer resultados catastróficos. Se requiere entonces capacidad para predecir la dinámica del sistema. Para anticipar el conocimiento del comportamiento de la corriente se hace necesario determinar las características morfológicas de la corriente, su geología, sedimentos, hidrología e hidráulica.

### **Características morfológicas del canal de una corriente**

Para el análisis hidrológico de un río o corriente se requiere conocer algunas características morfológicas principales, entre las cuales se pueden enunciar las siguientes:

**a) Longitud de canal.**- Esta distancia se mide a lo largo del canal principal de la corriente desde el punto analizado hasta la divisoria de aguas. En ocasiones se requiere cierto análisis subjetivo para determinar esta longitud, debido a que no siempre es claro cuál es el canal principal.

**b) Pendiente del canal.**- Se debe tener en cuenta la pendiente

promedio y la variación de pendientes a lo largo del canal.

**c) Densidad de drenaje.-** Es una medida de la cantidad de corrientes dentro de la cuenca.

**d) Sección transversal.-** En esta sección transversal se deben definir una serie de parámetros adicionales tales como ancho, perímetro mojado, pendiente, etc., incluyendo no solamente el canal sino además el plano de inundación y laderas laterales.

**e) Forma en planta.-** La forma de la corriente incluye la sinuosidad y patrones de trenzas y meandros.

Para poder realizar un diseño de las obras de control de erosión en una corriente de agua o río, con criterios de sana ingeniería es necesario conocer a detalle el comportamiento de la corriente; para lo cual se requiere realizar un estudio detallado de la cuenca y de la corriente. Este estudio debe incluir todos los factores que en una u otra forma pueden tener efecto sobre el mecanismo de erosión. A continuación se presenta una tabla-guía de algunos de los diversos factores y variables a tener en cuenta en el estudio de la dinámica de una corriente.

**TABLA N° 01. Factores a tener en cuenta en el análisis de un río**

FACTOR	VARIABLE
TIEMPO	Historia geológica. Tiempo moderno. Tiempo reciente. Tiempo futuro de análisis
GEOLOGIA	Litología. Tectónica. Estructura. Geomorfología. Meteorización. Heterogeneidad geológica.
SUELOS	Tipo, gradación y peso específico. Distribución de los diferentes tipos de suelo en la cuenca. Composición química de las partículas, Cohesión y fricción, Resistencia a la alteración física y química. Grado de densificación. Permeabilidad – infiltración. Erosionabilidad
HIDROLOGIA	Lluvias anuales – mensuales – diarias – horarias. Intensidades máximas de aguaceros Magnitud – Intensidad y duración de las lluvias. Caudales. Tipo y forma de hidrograma
COBERTURA VEGETAL	Tipo de vegetación. % de cobertura vegetal y su distribución. Prácticas de cultivos. Modificaciones de la cobertura por acción antrópica.
TOPOGRAFIA	Topografía, pendiente, morfología de la cuenca. Perfil longitudinal del río Morfología en planta, tipo de río (semirecto, sinuoso, trezado, meándrico) Sinuosidad, radios de curvatura, ancho de divagación, distancia entre meandros Distancia entre barras o islas, alineamiento general, sección, forma, ancho, Profundidad, fondo, formas del fondo, forma de dunas o barras, rápidos y fosas
HIDRAULICA	Pendiente del flujo. Rugosidad del fondo del cauce. Velocidad. Distribución de velocidades. Radio hidráulico. Fuerza tractiva. Resistencia al flujo. Poder de la corriente
SEDIMENTOS	Disponibilidad y localización de sedimentos. Granulometría de la carga de fondo. Granulometría de partículas en suspensión. Velocidad de caída. Mecánica del transporte
ALTERACIONES DE ORIGEN ANTROPICO	Sitios, volúmenes y procedimientos de explotación de materiales en el cauce y riberas. Localización y características de estructuras en el río (puentes, etc.). Estructuras de orilla. Canales de riego. Presas. Localización de asentamientos humanos. Rectificación del cauce

Fuente: Jaime Suárez Días

### 1.5.1. Socavación

#### Socavación General

La socavación general, también conocida como socavación normal, consiste en una disminución generalizada del fondo por el aumento del arrastre de sedimentos debido al incremento de la capacidad de flujo (crecidas). La socavación del fondo se produce debido a un desequilibrio entre el aporte sólido que transporta el agua a una sección y el material removido

#### Socavación Local

La socavación local se produce debido a la presencia de

estrechamientos, curvas o estructuras en la corriente de un río, lo que provoca un aumento en la intensidad del flujo capaz de remover el material del lecho. Este tipo de socavación afecta a una zona limitada, caracterizada por una fuerte turbulencia con desarrollo de remolinos y vórtices inducidos por la obstrucción al paso del agua. En el análisis de la socavación local se puede considerar dos escenarios.

### **Socavación en agua clara o socavación en lecho móvil.**

En la socavación en agua clara no existe transporte de sedimentos del lecho desde aguas arriba y por lo tanto no hay reabastecimiento de sedimentos en el hoyo socavado. Alcanza equilibrio cuando el esfuerzo cortante en el lecho es menor que el requerido para el inicio del movimiento de las partículas. Al contrario, en la socavación en lecho móvil existe transporte de sedimentos del lecho desde aguas arriba y por lo tanto parte de este sedimento queda atrapado en el hoyo de socavación. En este caso la socavación alcanza equilibrio cuando la cantidad de material que es transportado iguala la cantidad de material que es removido. A continuación se describen las generalidades de la socavación local de acuerdo al tipo de obstrucción que se presente

- **Socavación Local en Estrechamientos:**

Se presenta en los sitios del curso de un río donde exista un estrechamiento más o menos brusco. Por ejemplo, en los cimios de un puente o en un estrechamiento natural a lo ancho del río.

- **Socavación Local en Curvas**

En las curvas de los cauces, se presenta una mayor velocidad en su parte exterior (parte cóncava), aumentando así, la capacidad de arrastre de sólidos y provocando una mayor profundidad de socavación en esta zona.

- **Socavación Local en Pilas:**

El proceso de socavación alrededor de pilas de puentes es rápido, y se produce debido a la existencia de velocidades mayores alrededor de estas estructuras, provocando la formación de vórtices frontales, laterales y de estela detrás de la pila, los cuales constituyen la principal causa de este tipo de socavación.

### **1.5.2. Parámetros que influyen en la socavación**

Los factores que influyen en la socavación general y local, en un río son de origen geomorfológico, hidrológico, hidráulico y sedimentológico.

- Entre los principales factores geomorfológicos que influyen en la socavación están: las condiciones de borde (vegetación y tipo de suelo), alineación en planta, sección transversal (ancho del cauce), ubicación del río y topografía (pendiente longitudinal y pendiente de las laderas). Estos factores influyen en mayor medida en el caso de la socavación general, que en la socavación local.
- Las principales variables hidrológicas son la precipitación, la duración y la frecuencia de la crecida.
  - Las variables hidráulicas que influyen en la socavación son: el calado, la viscosidad, tensión tangencial, velocidades (velocidad de caída, velocidad media del flujo y velocidad crítica) y el caudal.
  - Las variables sedimentológicas que influyen en la socavación son: tipo de sedimento, tamaño de las partículas y el caudal sólido. En el caso de la socavación general, las principales variables que influyen en la profundidad de socavación son el caudal (directamente) y el tamaño del material del lecho (inversamente). En el caso particular de la socavación local, los factores principales que influyen según

el tipo de estructura son los siguientes:

- Estrechamientos: El grado de contracción.
- Curvas: El radio de curvatura y el ancho del cauce.
- Según [6] para pilas y estribos:
  - a) intensidad de flujo
  - b) profundidad del flujo
  - c) grosor del sedimento, d) no uniformidad del sedimento
  - e) forma de la cimentación
  - f) alineación de la cimentación.

### **1.5.3. Metodología para el cálculo de la socavación**

#### **Cálculo de la Socavación General**

La determinación de la socavación general se basa en fundamentos teóricos y experimentales, es decir, se utilizan formulaciones semiempíricas. En la Tabla se presenta un resumen de las formulaciones más utilizadas para el cálculo de la profundidad media de socavación a largo plazo en lechos no cohesivos. Adicionalmente, se presenta el diagrama de flujo para el cálculo de la socavación " $\Delta s$ " (diferencia entre el tirante medio de la sección antes de la socavación y la profundidad media de socavación calculada). Para suelos heterogéneos (diferentes estratos), con el fin de obtener información más clara del fondo del cauce luego de una avenida extraordinaria, es necesario calcular de la profundidad de socavación en diferentes puntos en la sección transversal del cauce. Los suelos heterogéneos pueden estar compuestos de material cohesivo y no cohesivo. El método aplicado para este caso es el Método Analítico por Tanteo, que consiste en determinar en qué estrato termina la socavación. Así, los cálculos terminan cuando el valor  $H_s$  (profundidad de socavación medida desde el nivel libre de agua) calculado para uno de los estratos, está entre las

fronteras superior e inferior del mismo. Cuando esto no sucede en ninguno de los estratos, el valor de Hs será el mayor valor producido en el punto de análisis.

**TABLA N° 02 Socavación general a largo plazo**

Ecuaciones para el cálculo de la socavación general a largo plazo en cauces naturales

<b>SOCAVACIÓN GENERAL (A LARGO PLAZO)</b>		
<b>AUTOR</b>	<b>ECUACIÓN</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<i>Lacey (1930)</i>	$h_{ms} = 0,389 \left( \frac{Q^{1/3}}{d_m^{1/6}} \right)$	
<i>Blench (1969)</i>	Para arenas de $0,06\text{mm} < d_{50} < 2\text{mm}$ $h_{ms} = 1,200 \left( \frac{q^{2/3}}{d_{50}^{1/6}} \right)$	Basado en estudios de ríos de grava gruesa
	Para arenas de $d_{50} > 2\text{mm}$ $h_{ms} = 1,230 \left( \frac{q^{2/3}}{d_{50}^{1/12}} \right)$	
<i>Maza &amp; Echavarría (1973)</i>	$h_{ms} = 0,365 \left( \frac{Q^{0,784}}{B^{0,784} d_{50}^{0,157}} \right)$	Basado en alcances de varios autores, incluyendo estudios en Sudamérica $d_{50}$ en (m)
<i>Lischtvan &amp; Levediev (-)</i>	$h_{ms} = 0,333 \left( \frac{q^{0,710}}{d_{50}^{0,199}} \right)$	Válido para el rango de las arenas $d_{50}$ en (m)
<i>Kellerhals (-)</i>	$h_{ms} = 0,470 \left( \frac{q^{0,800}}{d_{90}^{0,120}} \right)$	Válido para lechos de grava $d_{90}$ en (m)

- B:** Ancho de la superficie del agua (m)
- $d_{m, 50, 90}$ :** Diámetro medio, diámetro donde el 50% y 90% del material es fino, respectivamente (mm)
- $h_{ms}$ :** Profundidad media de socavación (m)
- Q:** Caudal de diseño ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- q:** Caudal de diseño ( $\text{m}^3/\text{s.m}$ )

### TABLA N° 03 Socavación general de suelos heterogéneos

Ecuaciones para el cálculo de la socavación general en suelos heterogéneos según el Método Analítico por Tanteo

SOCAVACIÓN GENERAL (SUELOS HETEROGÉNEOS)		
AUTOR	ECUACIÓN	OBSERVACIONES
<i>Maza (1968)</i>	Para estratos cohesivos: $H_s = \left( \frac{\alpha H_o^{5/3}}{0,60 \beta \gamma_s^{1,18}} \right)^{\frac{1}{1+x}}$	$\alpha = \left( \frac{Q}{H_m^{5/3} W_e \mu} \right)$
	Para estratos no cohesivos: $H_s = \left( \frac{\alpha H_o^{5/3}}{0,68 \beta d_m^{0,28}} \right)^{\frac{1}{1+x}}$	

- d<sub>m</sub>:** Diámetro medio de las partículas (mm)
- H<sub>o</sub>:** Es la diferencia entre el nivel del fondo antes de la avenida (pto de análisis) y el nivel máximo de agua (m)
- H<sub>m</sub>:** Profundidad media de la sección (m)
- H<sub>s</sub>:** Profundidad de socavación en el punto de análisis (m)
- Q:** Caudal de diseño (m<sup>3</sup>/s)
- W<sub>e</sub>:** Ancho efectivo que depende de la dirección de las pilas (m)
- α:** Coeficiente de distribución de gasto
- γ<sub>s</sub>:** Peso específico seco del material (t/m<sup>3</sup>)
- β:** Coeficiente de paso, depende de la frecuencia de la avenida (-). Ver [5]
- μ:** Factor de contracción. Ver [5]
- 1/(1+x):** Depende del tipo de material. Ver [5]

#### 1.5.4. Hidrogeomorfología

En la ciencia de la hidrogeomorfología el concepto de río se ha transformado hasta alcanzar un avance considerable al incluir las cuatro dimensiones o gradientes llamados longitudinales, transversales, verticales y temporales que son los controles fundamentales de la estructura del ecosistema y de los procesos de los ríos

**La dimensión longitudinal** (en sentido ascendente y descendente) que corresponde al gradiente aguas arriba-abajo que sigue el trayecto de las corrientes hídricas desde las cabeceras hasta los grandes colectores fluviales. Generalmente se reconocen tres zonas: las cabeceras, la zona de transferencia y la zona de deposición.

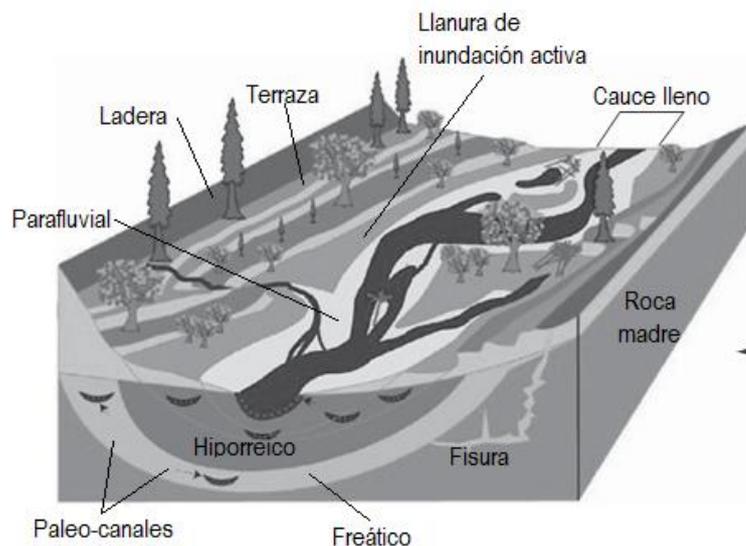
**La dimensión transversal** (a través del canal, llanuras de inundación y pendientes) está relacionada con los intercambios entre el curso de aguas y las zonas aluviales ribereñas que engloba la diversidad de ecosistemas interactuantes dispuestos en mosaico: cursos funcionales principales y secundarios, brazos muertos, paleo-cauces, zonas pantanosas, bosques de riberas, ecosistemas terrestres de las islas fluviales y de la planicie de inundación, entre otros.

**La dimensión vertical** (aguas superficiales, aguas subterráneas y sus interacciones) que se refiere a la estratificación de los ecosistemas de superficie (terrestres y acuíferos) y de las aguas subterráneas del acuífero aluvial. Todos ellos, generados y fuertemente influidos por la dinámica fluvial, mantienen numerosos intercambios de energía, materia y organismos vivos.

**La dimensión temporal** (a través del tiempo, de la respuesta temporal al cambio evolutivo) que incluye todos los cambios que se producen a diversas escalas, bien de origen natural, bien provocados por impactos directos o indirectos de actividades humanas. Según esta noción, los ríos pueden considerarse como sistemas complejos en esas cuatro dimensiones (longitudinal, transversal, vertical y temporal), constituidos por ecosistemas interactivos.

El manejo efectivo de los ecosistemas de llanuras de inundación para su conservación, restauración o incrementar sus servicios ecosistémicos requiere una comprensión profunda de los procesos que controlan la dinámica del sistema.

**FIGURA N°01 Llanura de inundación y sus sistemas fluviales**



Fuente: Elaboración propia

### 1.5.5. Elementos de dinámica fluvial y ecológica

El estudio de la morfología y la dinámica fluvial es necesario para caracterizar los ríos, valorar su estado ecológico y diseñar su restauración, si es necesario. Los ríos son entidades dinámicas que evolucionan por sí mismos debido a los factores hidrológicos, meteorológicos y geomorfológicos que intervienen; además por factores antrópicos ya que sus cambios se ven afectados por la intervención humana. Según:

La dinámica fluvial corresponde a los complejos procesos activos y de metamorfosis de los sistemas fluviales, como son las migraciones y cambios de trazado de cauces, los procesos de erosión de orillas o de deposición de sedimentos, entre otros, tanto en su componente espacial (longitudinalmente a lo largo del eje fluvial, así como transversal y vertical) como en su evolución temporal.

Se trata fundamentalmente de la dinámica del flujo de agua y el transporte de sedimentos en los canales y lechos aluviales, de los procesos de erosión, transporte y de acumulación y las geoformas resultantes de las interacciones como resultado del funcionamiento y de la historia del sistema de la cuenca. En consecuencia: tener en cuenta estos aspectos de morfodinámica y prever la evolución del río es de especial interés en la delimitación del espacio fluvial y en el establecimiento de los usos e infraestructuras admisibles en él, a fin de evitar posibles conflictos y respetar la identidad propia de cada río.

#### **1.5.6. Las inundaciones**

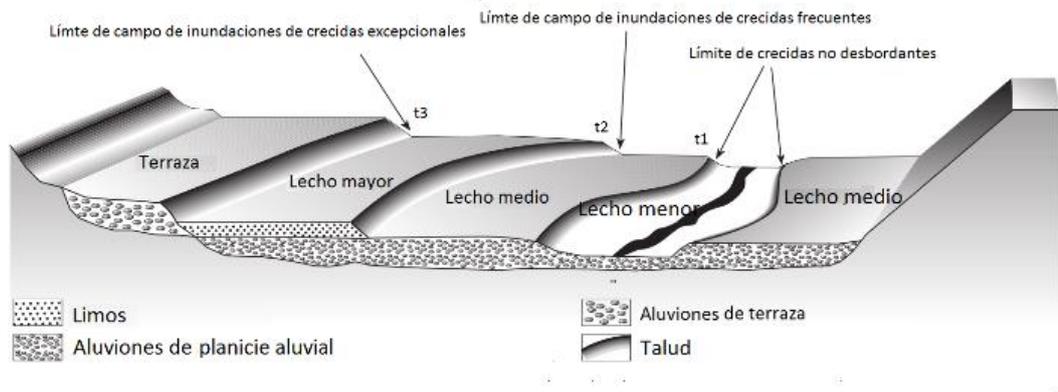
De todos los procesos de la dinámica fluvial destacan las inundaciones. Las inundaciones son eventos naturales y regulares en la vida de un curso de agua. Las inundaciones cumplen un papel indispensable para el equilibrio de los ecosistemas. Por supuesto, son de diferentes longitudes y duraciones según el río y el año, y son más o menos predecibles. Durante las inundaciones, la línea de agua se eleva y puede exceder los bancos del lecho menor y extenderse a las llanuras adyacentes, que constituyen el lecho mayor máximo donde se recargan de agua los acuíferos que se encuentran bajo la llanura, y también los cauces abandonados (madres viejas) y las lagunas

asociadas al río que actúan como reservorios naturales durante los desbordamientos. Durante los períodos secos esa agua de reserva se reintegra al cauce, lo que garantiza un nivel freático elevado y con ello la supervivencia de los ecosistemas de ribera. El agua desbordada transporta sedimentos finos, semillas y nutrientes hacia la planicie de inundación y permite a la biota del río acceso a los nutrientes del suelo. Gracias a la cantidad de materia orgánica y de nutrientes que arrastran las inundaciones periódicas a las planicies de inundación éstas se convierten en áreas muy fértiles. En efecto, las planicies aluviales constituyen un recinto de decantación de los materiales finos que la corriente transporta en suspensión. Desfavorablemente, las inundaciones se convierten en un peligro natural cuando sus márgenes y riberas se ocupan para establecimientos urbanos.

Es muy importante identificar los diferentes lechos fluviales en imágenes satelitales o fotos aéreas de alta resolución en varias décadas, ya que en función de su reconocimiento podríamos determinar el espacio a proteger para que el río cumpla sus funciones plenamente: el espacio fluvial. Sobre esta base espacial científicamente identificada se afianza la configuración de los espacios a delimitar bajo los sistemas más avanzados de SIG.

Los procesos físicos que rigen la dinámica fluvial, y por lo tanto, la morfología de los cursos de agua y su evolución espacio-temporal, también gobiernan, directa o indirectamente, la dinámica de los ecosistemas asociados con ello. Esquemáticamente, estos ecosistemas están asociados a: el lecho menor, el lecho medio y el lecho mayor.

**FIGURA N°02 Relaciones topográficas entre diferentes lechos de la planicie aluvial funcional**



Fuente: Elaboración propia

## 1.6. Definición de Términos Básicos

### Diques longitudinales

Los diques longitudinales son barreras construidas paralelamente a la línea del margen o a la línea de flujo que se desea conseguir, pueden ser en algunos casos impermeables y su objetivo es la protección de la margen mediante la disminución de la velocidad de la corriente en las proximidades del mismo, o bien la recuperación de la alineación del flujo mediante la restauración o el recrecimiento del margen del cauce previamente erosionado.

### FIGURA N°03 Diques longitudinales



Fuente: Elaboración propia

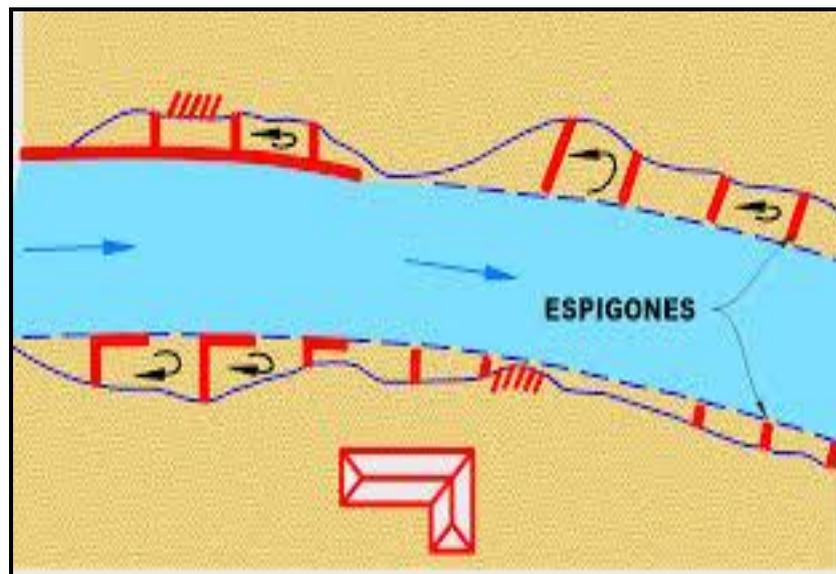
#### **Espigones**

Los espigones son estructuras lineales, permeables o impermeables, colocadas en dirección ligeramente transversal al cauce, los cuales controlan el movimiento del agua en la proximidad de la ribera alterando la dirección del flujo, y así reduciendo la velocidad y por tanto la erosión, además esto induce la sedimentación. Según el tipo de material de que están formados los espigones se pueden clasificar en: permeables e impermeables. Según la modificación que estos producen sobre la corriente de agua.

Pueden ser: estructuras de retardo de flujo, estructuras de desvío-retardo y estructuras de desvío; siendo las dos primeras estructuras permeables y el último estructura impermeable. Los espigones denominados de retardo se diseñan para reducir la velocidad del flujo en las proximidades de la orilla, como medida de protección de la misma. En el caso de los espigones de desvío-retardo también se produce una disminución de velocidad en las proximidades de la orilla,

pero debido a la orientación de estos se produce además un efecto de desvío de la corriente. Alejándola de la orilla a proteger. Los espigones de desvío funcionan únicamente desviando corriente, por lo que resulta muy importante que sean impermeables.

**FIGURA N°04 Espigones**



Fuente: Elaboración propia

### **Defensa ribereña**

Las **defensas ribereñas** son estructuras construidas para proteger de las crecidas de los ríos las áreas aledañas a estos cursos de agua. La protección contra las inundaciones incluye tanto los medios estructurales como los no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación.

**FIGURA N°05 Defensa ribereña con gaviones**



Fuente: Elaboración propia

**TABLA N°04 Gaviones tipo colchón 10x12 cm 2.40x3.00 zn+5% al+pvc (BEZINAL+ PVC)**

GAVIONES TIPO SUELO REFORZADO DE MALLA DOBLE TORSIÓN	
Tipo de malla	10x12 cm (ASTM a 975-97)
Diámetro de alambre de malla	2.70 mm + PVC (Diam. Ext. 3.40 mm)
Diámetro de alambre de borde	3.40 mm + PVC (Diam. Ext. 4.00 mm)
Diámetro de alambre de amarre	2.20 mm + PVC (Diam. Ext. 3.20 mm)
Resistencia de los alambres	HASTA 51 kg/mm <sup>2</sup> (BS 443-1982, tabla 4)
Revestimiento de los alambres	Zinc + 5%Al (BEZINAL+PVC) ASTM A 856
Espesor mínimo del PVC	0.4 mm

Fuente: Ficha técnica

## **Gavión tipo colchón**

### **Componente (alambre)**

El alambre usado en la fabricación de las mallas y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deberá ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones BS (British Standard) 1052/1980 "Mild Steel Wire", una carga de rotura media superior a 3, 800 kg/cm<sup>2</sup> y un estiramiento no inferior al 12%.

El diámetro externo del alambre de la malla será de 3.40 mm, y el diámetro externo del alambre de borde será de 4.00 mm (incluye el PVC)

### **Componente (malla)**

Las características indispensables que deberá tener la malla a utilizar son las siguientes:

- Poseer una elevada resistencia mecánica y contra fenómenos de corrosión.
- Facilidad de colocación.
- No ser fácil de destejer o desmallar.

La malla hexagonal de doble torsión es obtenida a través del entrelazado de los alambres por tres medias vueltas, conforme a las especificaciones de la NBR 10514, NB 710-00 y NP 15 055 00.

### **Abertura de la malla**

La abertura de la malla, también conocida como cocada, será de 10x12 cm. para los gaviones tipo colchón.

### **Alambre de amarre**

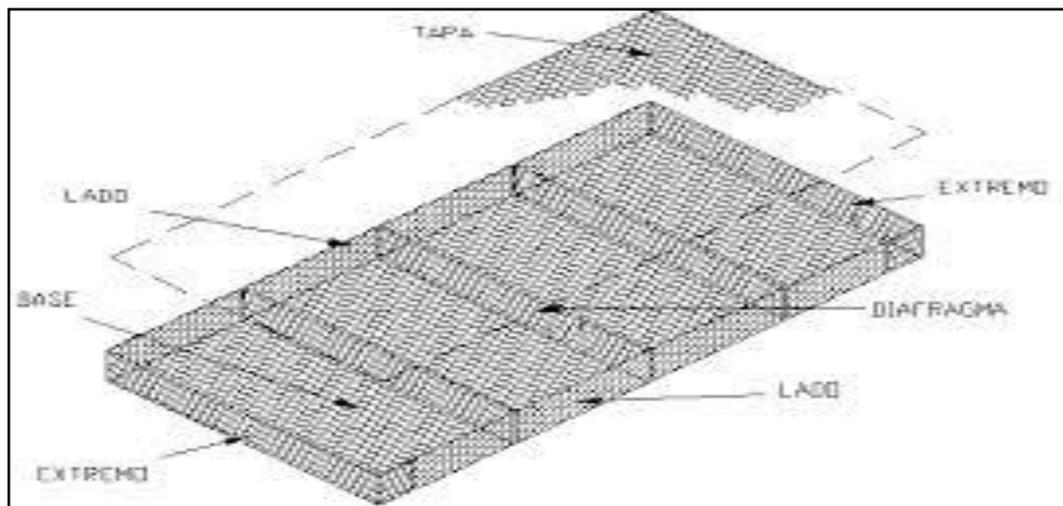
El alambre de amarre debe tener como diámetro 2.20 mm + PVC (3.2 mm diámetro externo). La cantidad a emplear debe corresponder al 6% en peso para gaviones tipo colchón.

**FIGURA N°06 Estructura de gaviones**



Fuente: Elaboración propia

**FIGURA N°07 Partes de gavión tipo colchón**



Fuente: Elaboración propia

Los **Gaviones Tipo Colchón** son también conocidos con el nombre de **Gaviones de Recubrimiento**. Se diferencian de los **Gaviones Tipo Caja**, en que presentan una gran amplitud y un menor espesor.

Este **tipo de gaviones** son utilizados en las obras de protección de los lechos y orillas, tanto en ríos como en torrentes.

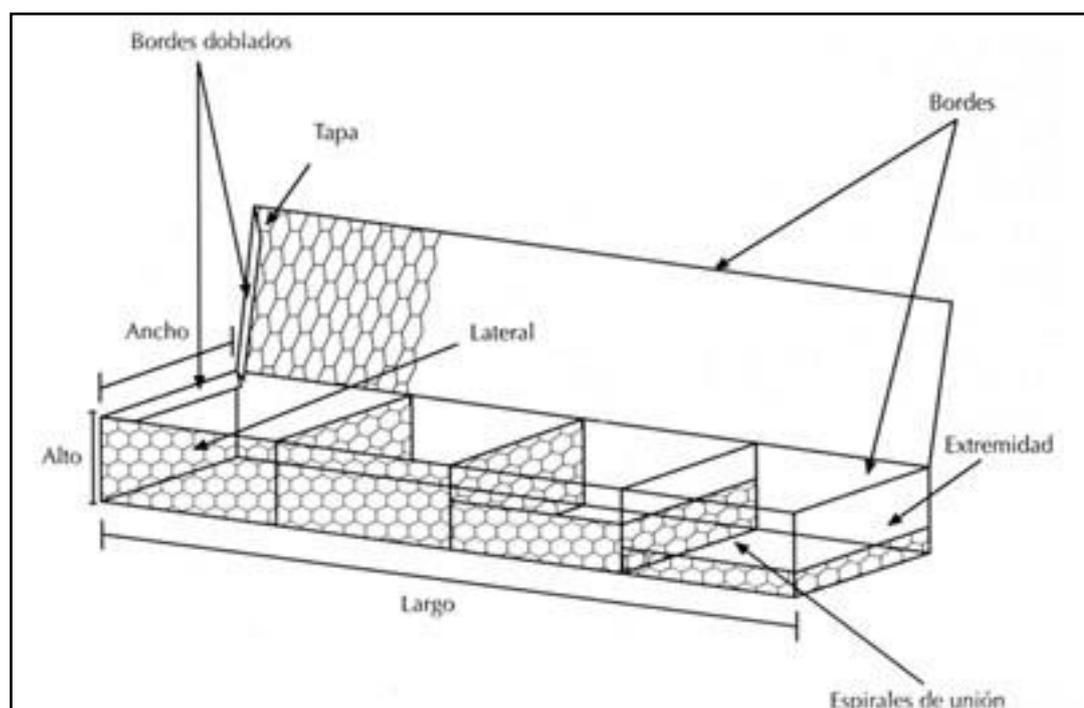
Los **Gaviones Tipo Colchón** son unidades rectangulares de malla tejida que está rellena con piedra, el colchón es una canasta sin tapa.

La altura de estos gaviones fluctúa entre los 0.17 – 0.30 metros.

Este tipo de gaviones tiene muchas características, como la flexibilidad, la permeabilidad, la resistencia; gracias a estas características este tipo de gaviones pueden ser usados en casi cualquier terreno.

Además, poseen una fácil integración con el medio ambiente que los rodea. La malla que se utiliza está constituida por una red tejida de forma hexagonal que se obtiene al entrecruzar dos hilos de alambre por tres medios giros.

**FIGURA N°08 Estructura de gaviones tipo colchón**



Fuente: Elaboración propia

**TABLA N°05 Dimensiones gaviones Tipo Colchón**

DIMENSIONES		
Largo (m)	Ancho (m)	Alto(m)
3.0	2.0	0.17
4.0		0.23
5.0		0.30
6.0		

Fuente: Elaboración propia

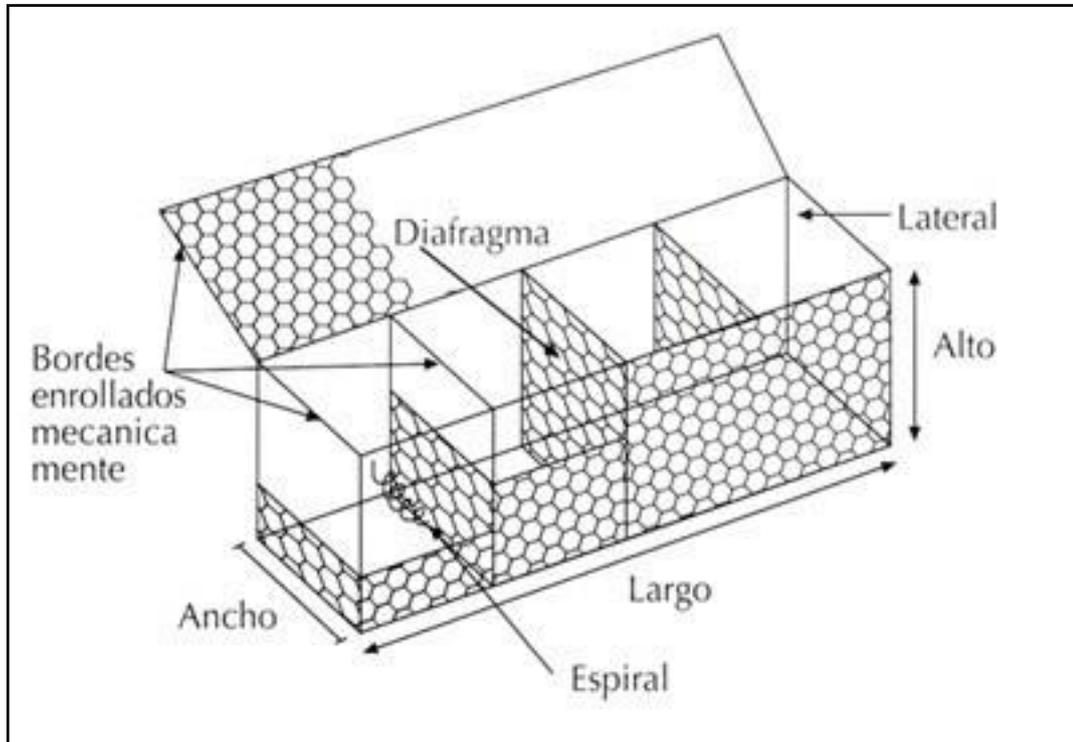
### **Gaviones Tipo Caja**

Los **Gaviones Tipo Caja** son estructuras monolíticas regulares de diferentes dimensiones, son los más utilizados sobre todo para la construcción de muros de contención y protección de cauces.

Se caracterizan por estar formados por una red de malla de hilo de acero dulce galvanizado, amarrados en sus extremidades y vértices por hilos de mayor diámetro y están rellenos con piedras de dureza y peso apropiado.

Son utilizados en aplicaciones geotécnicas, hidráulicas y de producción ambiental, en sustitución a grandes bloques de piedra que son de difícil transporte y manejo. Su altura fluctúa entre los 0.5 – 1.0 metros.

**FIGURA N°09 Estructura de gaviones tipo caja**



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presenta en la siguiente tabla las dimensiones en las que podemos encontrar este tipo de gavión.

**TABLA N°06 Dimensiones gaviones tipo caja**

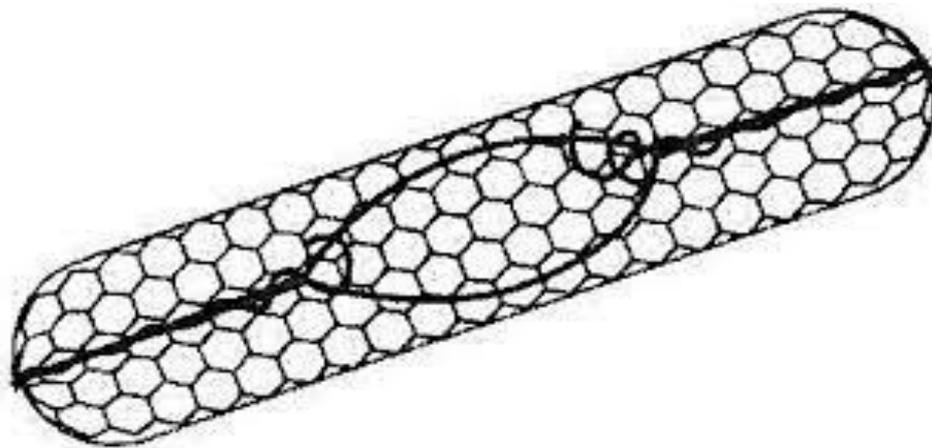
DIMENSIONES		
Largo (m)	Ancho (m)	Alto(m)
2.0	1.0	1.0
3.0	1.5	0.5
4.0	2.0	
5.0		
6.0		

Fuente: Elaboración propia

## Gaviones Tipo Saco

El gavión tipo saco es un gavión especial que se caracteriza porque puede ser armado y relleno antes de su colocado en la posición final. Es un módulo en forma cilíndrica que se construye con mallas tejidas a doble torsión de alambres con recubrimiento de protección triple zincado.

**FIGURA N°10 Estructura de gaviones tipo saco**



Fuente: Elaboración propia

### 1.7. Formulación de Hipótesis

#### a. Hipótesis general: Hi

Se desarrollara el diseño de defensas ribereñas en del rio San pedro distrito de Paucara provincia de Acobamba Región Huancavelica 2021.

#### b. Hipótesis específicas: Ha

**HE1:** Se desarrollará es el estudio de Topografía para el diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

**HE2:** Se desarrollara es el estudio de Mecánica de Suelos para el diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

**HE3:** Se desarrollara los parámetros de diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

**HE4:** Se realizara el presupuesto estimado para el diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

**TABLA N°07 Estudios realizados**

	ESTUDIOS RESPECTIVOS	ANTECEDENTES INFORMATIVOS DEL SECTOR.
Estudios topográfico	Estudios	Calicatas, caudal de agua, , etc.
	Método. volumétrico	Se realizara con los informes de precipitaciones anuales.
Calculo de caudales	Caudales	Tener en cuenta los caudales de diseño.
Diseño muro de contención.	investigación	Todo lo colectado en campo y gabinete.
Gaviones tipo malla (alambre)	Instalación	Muro de contención
Costo total de la propuesta	S10	Metrados y planos

## 1.8. Propuesta de aplicación profesional

### Descripción del proyecto

#### 1.8.1. Del Proyecto Estructural:

Consiste en la construcción de Muros de Contención con gaviones de 5.0 x1.0 x 1.0 y de medidas de 5.0 x1.5 x1.0 en 02

filas y una respectivamente además contendrá de cimientos corridos con colchones reno en una longitud de 640.05 ml

### **Accesos a la zona del proyecto.**

Acceso por la vía que interconecta a la localidad de Tinquercasa

Acceso por la vía que interconecta con la localidad de Huachua

### **Costo del Proyecto.**

La obra materia del Estudio comprende Valores Referenciales, los mismos que incluyen los impuestos de Ley, con precios al mes de Julio del año 2,021 (previa cotización con diferentes proveedores de los materiales requeridos para el proyecto)

#### **1.8.2. Del proyecto estructural**

El Proyecto que se desarrollará en la localidad de San Pedro de Chopcca comprende la construcción de muros de contención con gaviones de medidas de 5.0x1.0 x1.0

Y 5.0 x1.5 x1.0 m y colchones reno de medidas de 5.0 x2.0 x0.30m en las riberas del río San Pedro.

## **II. MATERIALES Y METODOS**

### **2.1. Materiales de Estudio**

#### **2.1.1. Población**

##### **Población**

La población Chopcca está conformada por 2 100 familias con un total de 10 500 habitantes, con una población mayoritaria de mujeres, 51 % y varones con un 49 %, una característica del perfil demográfico de la comunidad es la juventud, siendo la población menor de 29 años un total de 75 % que es la

que le da fortaleza y mucha esperanza a esta noble comunidad. Una de las fortalezas más importantes es la fuerte identidad que poseen sobre sus tradiciones y costumbres que son heredadas; el 88 % habla el quechua como idioma principal, el 93 % de la población afirman que su comunidad es muy unida y manifiestan que tienen una visión positiva para sus familias constituyendo este hecho uno de sus motores para su desarrollo, lo cual fue fehacientemente, comprobada por nosotros, que quedamos muy admirados de su organización y su identidad.

### **La comunidad campesina chopcca**

#### **Generalidades:**

La Comunidad Chopcca es una de las 555 comunidades campesinas del departamento de Huancavelica, se localiza en la sierra centro-sur de los andes peruanos, con una población mayoritariamente (70%) comunera-campesina que vive en los territorios ubicados entre los 2000 a 5000 m.s.n.m. Según información conocida, el nombre Chopcca etimológicamente proviene del vocablo quechua “Chullalla” o “Chupaccasca”, que significa “Pueblo escogido” o “Pueblo único”.

La Presente Investigación Es De Carácter No Probabilístico.

#### **TABLA N°08 Población**

##### **Distribución de Lotes Vivienda y Población**

<b>Comunidad</b>	<b>Población (Hab.)</b>	<b>Viviendas</b>
San Pedro	10 500	2 100
Chopcca		
<b>Total</b>	<b>10 500</b>	<b>2 100</b>

Fuente: Elaboración propia

### 2.1.2. Muestra.

La muestra representa a todos los participantes formando un total de 10,500 ( $n=10,500$ ) partícipes puesto que la muestra es censal.

## 2.2. Técnicas, procedimiento e instrumentos

### Método estadístico

Los métodos estadísticos se basan en considerar que el caudal máximo anual, es una variable aleatoria que tiene una cierta distribución. Para utilizarlos se requiere tener como datos, el registro de caudales máximos anuales, cuanto mayor sea el tamaño del registro, mayor será el tamaño de la proximidad del cálculo del caudal de diseño, el cual se calculó para un determinado periodo de retorno.

Por lo general, en los proyectos donde se desea determinar el caudal de diseño, se cuenta con pocos años de registro, por lo que, la curva de distribución de probabilidades de los caudales máximos, se tiene que prolongar en su extremo, si se quiere inferir un caudal con un periodo de retorno mayor al tamaño del registro, el problema se origina en que existen muchos problemas de distribuciones que se apegan a los datos, y que sin embargo difieren en los extremos. Esto ha dado lugar a diversos métodos estadísticos, dependiendo del tipo de distribución que se considere. Dentro de los métodos estadísticos encontramos el método de Gumbel, Nash y Levediev. Gumbel y Nash consideran una distribución de valores extremos, con la única diferencia, que el criterio de Nash es menos rígido que el de Gumbel, pues permite ajustar las distribución por mínimos cuadrados. Por otro lado Levediev considera una distribución tipo Pearson tipo III. En forma práctica se recomienda escoger varias distribuciones y ver cual se ajusta mejor; esto requiere que tengan los datos necesarios para poder aplicar algunas pruebas estadísticas, como la prueba de bondad de ajuste.

### 2.2.1. Para recolectar datos

### 2.2.2. Para procesar datos

Para el resumen de la indagación y el procesamiento de los respectivos datos para esta investigación son: tablas, cuadros, libros y programas. Que posteriormente al estudio elaborado se podrán utilizar como base hacia otros estudios de características similares.

**FIGURA N°11 PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**



### 2.3. Operacionalización de variable

#### a. Variable Independiente

Diseño de defensas ribereñas en el rio san pedro distrito de Paucara provincia de Acobamba, Región Huancavelica 2021.

#### b. Variable Dependiente

**Deterioro de riberas de ríos.** Al acrecentar el caudal la velocidad del flujo de agua extiende y se produce degradación en las riberas de los ríos

**.TABLA N°09 Operacionalización de la variable**

variables	definición conceptual	definición operacional	dimensiones	indicadores	Items
<b>Diseño de defensas ribereñas en el río San Pedro</b>	Las defensas ribereñas son estructuras construidas para proteger de las crecidas de los ríos las áreas aledañas a estos cursos de agua. La protección contra las inundaciones incluye, tanto los medios estructurales, como los no estructurales, que dan protección o reducen los riesgos de inundación.	Emplear las herramientas convenientes para que la investigación desarrolle su correcta manipulación.	Recaudación de información	Estudios de Topografía.  Estudio de Geotecnia y Mecánica de Suelos  Parámetros de diseño  Costos unitarios	Levantamiento Topográfico  Granulometría Tamizado  RNE  S10

Fuente: Elaboración propia

### **Tipos de Investigación.**

La investigación de la presente tesis es **aplicada** ya que se establece por su beneficio en el estudio de las ilustraciones a muestra contexto determinado y los instrumentos prácticos que de ella proceden.

## FIGURA N°12 Diseño de la investigación



### III. RESULTADOS

#### 3.1. Aspectos Generales

##### 3.1.1. Ubicación Geográfica

Localidad	:	San Pedro
Distrito	:	Paucará
Provincia	:	Huancavelica
Departamento	:	Huancavelica
Región	:	Huancavelica

##### Ubicación y Límites

Esta comunidad se encuentra ubicada entre los 3700 a 3900 m.s.n.m., al Sur de la ciudad de Huancavelica, pertenece a los Distritos de Yauli y Paucará en las Provincias de Huancavelica y Acobamba respectivamente. Tiene una extensión total de 10 950 Has. De las cuales solo el 50 Has. Son tierras de cultivo con riego, 1 595 has. Son tierras de secano, 900 Has. Son tierras de pastos naturales, y 1 400 Has. Son tierras eríceas, sin aptitud agropecuaria.

Los límites de la Comunidad Chopcca son: desde Lircay, Huallay Grande, Huallay Chico, Casahuiman, Pichccapuquio, Rumihuasi, Amancay, Auquimbra, bajan a Chinchihuasi, Tupuyquilla, Huanchos, Laria, Cosme, Cerro de Ambato, Huactapaco, Hatun Hierro,

Tacascaman, Uchuy Hierro, Tacascaman, Ccescchuaorco, Tururumi, Pucañan, Yanahuisa, Ccapasuta, Lecclespata y Uchcupampa.

El Distrito de Paucará se encuentra ubicada en las coordenadas UTM de la siguiente manera: 8593 050 N y 535 750 E, y en coordenadas Geográficas es de 12°43'37" latitud sur y 74°39'51" longitud oeste.

Y la comunidad de San pedro de Chopcca se encuentra en las coordenadas geográficas 12° 44' 20.00 "S 74° 41' 38.92" O y las coordenadas UTM 8593.8 051N y 535 750.9 E

**TABLA N°10 Ubicación geográfica**

UBICACION	Coordenadas UTM		Rango Altitudinal	
	ESTE	NORTE	m.s.n.m.	Región
San Pedro de Chopcca	535.7509	8593.8051	3850.00	Sierra

Fuente: Elaboración propia

**FIGURA N°13 Ubicación del proyecto – macro localización**



Fuente: Elaboración propia



FIGURA N°14 Ubicación del proyecto



Fuente: INEI – Google Maps

### **3.1.2. Vías de Comunicación y Acceso**

La localidad de San Pedro de Chopcca se encuentra alado Sur oeste del distrito de Paucará, el mismo que se encuentra localizado al lado nor este de la capital de la provincia de Acobamba, cuyo acceso es a través de la carretera longitudinal que une Huancayo – Paucará – Acobamba, del cual existe un desvío hacia la localidad de Paucará por una trocha carrozable de 2,00 Km, el cual se ubica a un promedio de 27 Km de Acobamba.

### **3.1.3. Fisiografía y Climatología**

#### **Fisiografía**

Esta unidad fisiográfica tiene una topografía accidentada, sin embargo presenta cadenas de montañas de ligera pendiente que permiten el desarrollo de la agricultura, igualmente esta zona es rica en pastos naturales propicias para el desarrollo de la ganadería, el mismo que no es aprovechado en todo su potencial dejándose casi a nivel de consumo familiar.

### **3.1.4. Climatología**

#### **Parámetros Climáticos**

La zona donde se plantea ejecutar el proyecto de Construcción de Muro de contención de san Pedro, presenta una zona definida de vida:

Esta zona de vida es la Estepa Montano - Sub Tropical, de clima Sub húmedo y semi. frío, con un promedio de precipitaciones pluviales anuales de 350 a 500 mm, con una temperatura medio anual que oscila entre los 12°C a 14°C; ubicado a una altitud promedio desde los 3,85000 a 3,8870 m.s.n.m.

### 3.1.5. Topografía y Tipo de Suelo

#### Características del tipo del Suelo:

El suelo es de característica sedimentaria, generalmente limo arcilloso a arcilloso, con presencia de napa freática a poca profundidad (a unos 2,00 m de profundidad) en una gran extensión del territorio. Posee una capa orgánica no muy significativa y la presencia de roca es por sectores de gran tamaño a una profundidad de 3,00 m a más e inclusive en las laderas más pronunciadas. En cuanto a coloración, es del tipo variable, encontrándose desde un marrón oscuro hasta un color crema y blanco.

### 3.1.6. Criterios de Diseño

Qué son los muros de contención

Están por doquier: en las carreteras, en las ciudades, como parte de los edificios, en parques... Los muros de contención pueden construirse en distintos materiales, pero **los que utilizan gaviones son los más comunes**. Este concepto alude a la estructura metálica (de hierro, acero inoxidable y otros metales) que puede constituir el propio muro o malla de contención, o constituir la base para un revestimiento con otro material. Para conocer más en detalle la tecnología del muro de contención, veamos los diseños que ofrece BTE en muros de gaviones.

### FIGURA N°15 Gaviones construidos



Fuente: Elaboración propia

Un primer tipo de estructura de contención son los **gaviones de malla triple torsión**, muy comunes en caminos y carreteras para evitar desprendimientos. Su fortaleza (utilizan acero galvanizado), forma hexagonal, permeables y flexible, permiten que soporten todo tipo de movimientos y que el agua, la tierra o el barro traspasen la estructura, lo que evita la acumulación de peso y la corrosión. El ajuste se realiza por tensado desde varios puntos y hay variedad de tamaños que se adaptan a la superficie a consolidar.

### FIGURA N°16 Gaviones construidos tipo caja



Fuente: Elaboración propia

Otro tipo de sujeción (similar a la anterior ya que está compuesta de malla hexagonal) son los **gaviones de malla electrosoldada** que, a diferencia de los de malla triple torsión, están recomendados para superficies verticales rectas que mantengan el diseño rectilíneo como fachadas. Estos son fáciles y rápidos de instalar, de materiales resistentes con recubrimientos impermeables si se desea y están amarrados con grapas muy resistentes.

La tecnología de los gaviones y los muros o estructuras de contención no solo sirve para edificaciones verticales. También en terrenos como **riberas de ríos, canales o márgenes de canalizaciones** son necesarios los gaviones para evitar que la tierra o las piedras acaben en los cauces o canales. Con la tecnología de la malla de la triple torsión pero utilizando un grosor de entre 20 y 30 cm y recubiertos de materiales anticorrosión, BTE provee a todo tipo de industria de la sujeción necesaria.

**FIGURA N°17 Instalación de gaviones**



Fuente: Elaboración propia

## **3.2. Estudio de topografía**

### **Introducción**

El levantamiento Topográfico es siempre la primera actividad de campo al inicio de un estudio, es la base del dimensionamiento del proyecto y el replanteo de las estructuras a construir.

### **Reconocimiento del terreno**

Se realizó dos recorridos previos al inicio de los trabajos. El primer reconocimiento fue previo al levantamiento topográfico.

En el segundo recorrido se realizó un reconocimiento de la zona a fin de establecer todos los detalles existentes que se tomaran en cuenta para el diseño geométrico de la vía.

### **Sistemas cartográficos de referencia**

Los planos topográficos estarán referidos a las coordenadas del Sistema Básico Nacional (UTM Modificado) o sea al Sistema Universal Transversa de Mercator, en su versión modificada (Coeficiente con respecto a la altura media del área del levantamiento).

Así mismo, en altura, estarán enlazados a la Red nacional establecida por el Instituto Geográfico Nacional – IGN.

### **Control horizontal**

Se ha identificado dos puntos en el campo cuyas coordenadas se ha tomado de la base de datos de IGN y son:

Punto A. Estos puntos se han determinado tomando como referencia la Carta Nacional 1:100000,

### **Control vertical.**

Para obtener elevaciones con respecto al nivel del mar, de los puntos de intersección de nuestra poligonal, del levantamiento, para este caso, se tomó

la localización del Bench Mark más cercano al área del proyecto. E incremento su referencia con GPS navegador.

### **Planos del proyecto**

Se elaboran planos definitivos considerando el trazo definitivo de la rasante del proyecto, donde se mejora la geometría de la rasante existente, el seccionamiento de la vía es cada 20.00 m.

### **Levantamiento taquimétrico**

Los planos en planta se elaboraron en escalas indicadas, en donde se ha colocado información del desarrollo del eje de la vía, las curvas de nivel cada 2.00 metros, así como los servicios existentes son detallados.

### **Planta y perfil longitudinal**

Se presentan planos, donde se puedan apreciar la planta y el perfil longitudinal a la vez. Los planos en planta han sido elaborados a escalas indicadas en donde se pueden apreciar la cota de terreno existente y la rasante proyectada del eje longitudinal.

#### **3.2.1. Equipo utilizado**

Para las mediciones topográficas de poligonal y levantamientos, se han utilizado lo siguiente:

##### **Equipos**

- 01 Camioneta pick up 4x4 para transporte
- 01 Estación total
- 01 GPS Navegador marca Garmin
- 01 Nivel Kern
- 02 Miras de 4.0 m.
- 02 Winchas

### 3.2.2. Trabajos de campo realizados

Para el establecimiento de los puntos de control se han ejecutado los siguientes trabajos:

#### **Recopilación y Evaluación de Puntos Existentes**

Para efectos del trabajo y la precisión de ubicación georeferencial inherente al proyecto se han determinado como datos base los obtenidos de:

- La carta Nacional a escala 1:100,000.
- Coordenadas obtenidas con el GPS Navegador.

#### **Reconocimiento del terreno**

Como actividad de campo, se ha determinado la ubicación y alineamiento de la línea de desagüe existente, los puntos de ubicación de piletas, el reservorio de agua, planta de tratamiento y principalmente la ubicación de los BMs, que conforman la cantidad los vértices de la poligonal de enlace y de la poligonal básica.

#### **Señalización de los Puntos de Control o Bench Marks**

Antes de iniciar las mediciones angulares y de distancias se han monumentado todos los vértices de la poligonal, pintado con pintura fluorescente de color anaranjado.

Los **BM**s se han ubicado en puntos fijos como son rocas fijas, vértices de vereda o cajas de conexiones domiciliarias, señalizados mediante pintura naranja; siendo ubicados y descritos en el plano que se presenta.

#### **Mediciones de los trazos del Proyecto**

Las mediciones de la Poligonal Básica se refieren a la medición de las coordenadas de todo el relieve, accesorios.

### 3.2.3. Procesamiento de la información:

a. Los registros digitales de la medición de los equipos GPS y los obtenidos con el Teodolito Electrónico, fueron transferidos a un computador.

b. Para el procesamiento de la información:

En el caso del GPS se empleó el software **SKY-PRO** provisto por el fabricante de los equipos, el que procesa los datos y entrega los resultados en coordenadas geográficas y UTM.

**TABLA N°11 Coordenadas y cotas de poligonal**

<b>BM<sub>s</sub></b>	
<b>Nº</b>	<b>COTA</b>
1	3851.115
2	3847.612

**FIGURA N°18 Rio San Pedro de Chopcca**



Fuente: Elaboración propia

**FIGURA N°19 Inicio de levantamiento topográfico desde el primer punto de control**



Fuente: Elaboración propia

### **3.3. Estudio de Mecánica de Suelos**

#### **3.3.1. Información previa de estudio de suelos**

Se conoce el tipo de suelo, sus características y fundaciones para ser determinado su capacidad admisible del terreno, mediante el análisis de laboratorio N° 02 – En el laboratorio de la ciudad de Huancayo - CONSEDIS, dichos ensayos fueron de clasificación de suelos, determinación de límites de Atterberg, y el Ensayo de corte directo.

##### **Del terreno a ejecutar:**

El terreno donde se construirá se encuentra dentro del cauce del Río denominado San Pedro el mismo que es de la localidad y este contienen material granular en mayor porcentaje así como bolonerías propias de ríos los mismos que permiten tener una buena capacidad de terreno.

##### **De la obra a cimentar:**

Las características principales del muro a construir es de gaviones con medidas ya mencionadas las mismas que dentro contendrán piedra de  $\varnothing = 8=10"$  y en la cimentación se excavará hasta una altura de 0.30m para la colocación de colchones reno de 5.0x2.0 x0.3m la misma que servirá de Cimentación y así evitar el volteo por erosión de la misma

#### **3.3.2. Exploración de campo**

Para la exploración de campo se estableció el programa de investigación mínimo, de acuerdo a lo exigido en la sección.

De la norma E. 020 de suelos y cimentaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones aprobado en enero de 1998. Esta norma será de aplicación en todo el informe por constituir la base técnico legal vigente.

Se comprobó que se cumple las condiciones de frontera indicados en la citada norma. Las características del suelo son semejantes a las de los terrenos colindantes ya edificados con cierta antigüedad no menor a 30 años.

Se determinó el número de sondaje o puntos a investigar según la Tabla, de lo cual para el tipo de edificación C se exige un “n” mínimo de 01 sondaje por cada 800 metros cuadrados, sin embargo

La edificación a construir tiene menos de 500 metros cuadrados en planta por lo que de acuerdo al terreno y por la importancia de la obra se realizó 02 calicatas de acuerdo al croquis que se adjunta, ambas muestras se llevaron al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Distribución de los puntos de exploración:

Las calicatas fueron distribuidas según el tipo de terreno y estratégicamente ubicadas dentro de la zona a ocupar en la edificación.

Número y tipo de muestras a extraer:

De cada estrato de calicata se ha tomado muestras tipo Mab, según el caso éstas fueron conducidas al laboratorio para los ensayos respectivos.

### **3.3.3. Ensayos de laboratorio**

Se realizaron los ensayos típicos con las muestras extraídas

ASTM D 420            POZOS Y CALICATAS

ASTM D 422            ANALISIS GRANULOMETRICO

### **Curva Granulométrica**

ASTM D 3080	CORTE DIRECTO
ASTM D 854	PESO ESPECIFICO
ASTM D 2487	CLASIFICACION SUCS
ASTM D 4318	LIMITE LIQUIDO Y LIMITE PLASTICO

Las pruebas fueron realizadas en el Laboratorio de la Ciudad de Huancayo CONSEDIS

### **Descripción geotécnica de la zona**

El suelo en la zona se encuentra constituido mayormente por arcilla, limos, con alto contenido de humedad, hasta una profundidad de 1.50 m., después de esta se ha encontrado la napa freática. La mayor parte de la zona alta de la sierra.

#### **3.3.4. Nivel de la napa freática**

En la zona la napa freática se encuentra aproximadamente a 1.60 metros de profundidad, por lo que considerando el tipo de cimentación superficial, no tendrá efecto en las zapatas.

##### **3.3.4.1. Perfil del suelo**

La estratigrafía del suelo se puede considerar uniforme con algunas variaciones puntuales, tal como se evidencia en los sondeos efectuados. Se sigue las siguientes secuencias de arriba hacia abajo en cada una de las calicatas. Se ha realizado 02 calicatas de las cuales se ha tomado para su evaluación la más desfavorable.

#### **3.3.5. Del cálculo de ingeniería**

### **DATOS INICIALES**

### **DATOS SOBRE EL MURO**

Inclinación del muro	: 0.00 grad.
Peso específico de las piedras tf/m <sup>3</sup>	: 2.47
Porosidad de los gaviones	: 30.00 %
Geotextil en el terraplén	: No
Reducción en la fricción	: 5.00 %
Geotextil en la base	: Si
Reducción en la fricción	: 5.00 %
Malla y diámetro del alambre ø 2.4 mm CD	: 10:x12,

**Camada Largo Altura Distancia**

m m m

1 2.00 1.00 -

2 1.50 1.00 0.00

3 1.00 1.00 0.00

**Datos sobre el suelo del terraplén**

Inclinación del primer trecho	: 0.00 grad.
Largo del primer trecho	: 10.00 m
Inclinación del segundo trecho	: 0.00 grad.
Peso específico del suelo	: 2.00 tf/m <sup>3</sup>
Ángulo de fricción del suelo	: 32.00 grad.
Cohesión del suelo	: 0.00 tf/m <sup>2</sup>

**Camadas adicionales en el terraplén**

Camada Altura inicial Inclinación Peso específico Cohesión  
Ángulo de fricción

m grad. tf/m<sup>3</sup> tf/m<sup>2</sup> grad.

1 0.00 60.00 2.00 0.00 32.00

La MACCAFERRI, no asume responsabilidad sobre los diseños y cálculos presentados, estos tienen únicamente carácter informativo y de sugerencia buscando optimizar el uso de los productos MACCAFERRI

B s

B 1

F s

GawacWin 1.0 Pagina 2

Programa licenciado para: MACCAFERRI WEB VERSION PERU

Proyecto: Defensa Ribereña San Pedro

Datos sobre la fundación

Profundidad de la fundación : 0.50 m

Largo horizontal. en la fundación : 10.00 m

Inclinación de la de fundación : 0.00 grad.

Peso específico del suelo : 2.00 tf/m<sup>3</sup>

Ángulo de fricción del suelo : 32.00 grad.

Cohesión del suelo : 0.00 tf/m<sup>2</sup>

Presión aceptable en la fundación : 25.00 tf/m<sup>2</sup>

Nivel del agua: m

**Camada adicional en la fundación**

Camada Profundidad Peso específico Cohesión Ángulo de fricción

m  $\text{tf/m}^3$   $\text{tf/m}^2$  grad.

Datos sobre la napa freática

Altura inicial: m

Inclinación del primer trecho : grad.

Largo del primer trecho : m

Inclinación del segundo trecho : grad.

Largo del segundo trecho : m

Datos sobre las cargas

Cargas distribuidas sobre el terraplén Primer trecho:  $\text{tf/m}^2$

**Segundo trecho:  $\text{tf/m}^2$**

Cargas distribuidas sobre el muro Carga:  $\text{tf/m}^2$

Línea de carga sobre el terraplén

Carga 1:  $\text{tf/m}$  Distancia al tope del muro: m

Carga 2:  $\text{tf/m}$  Distancia al tope del muro: m

Carga 3:  $\text{tf/m}$  Distancia al tope del muro: m

Línea de carga sobre el muro

Carga:  $\text{tf/m}$  Distancia al tope del muro: m

Datos sobre efectos sísmicos

**Coeficiente Horizontal: Coeficiente Vertical:**

La Maccaferri, no asume responsabilidad sobre los diseños y cálculos presentados, estos tienen únicamente carácter

informativo y de sugerencia buscando optimizar el uso de los productos MACCAFERRI GawacWin 1.0 Pagina 3

Programa licenciado para: MACCAFERRI WEB VERSION PERU

Proyecto: Defensa Ribereña San Pedro

### **Resultados de los análisis de estabilidad**

#### **Empuje Activo y Pasivo**

Empuje Activo : 4.11 tf/m

Punto de aplicación con referencia al eje X : 1.67 m

Punto de aplicación con referencia al eje Y : 1.00 m

Dirección del empuje con referencia al eje X : 48.83 grad.

Empuje Pasivo: 0.00 tf/m

Punto de aplicación con referencia al eje X : 0.00 m

Punto de aplicación con referencia al eje Y : 0.17 m

Dirección del empuje con referencia al eje X : 0.00 grad.

#### **Deslizamiento**

Fuerza normal en la base : 10.88 tf/m

Punto de aplicación con referencia al eje X : 0.78 m

Punto de aplicación con referencia al eje Y : 0.00 m

Fuerza de corte en la base : 2.71 tf/m

Fuerza resistente en la base : 6.46 tf/m

Coefficiente de Seg. Contra el Deslizamiento : 2.39

#### **Vuelco**

Momento Activo : 2.71 tf/m x m

Momento Resistente : 11.21 tf/m x m

Coeficiente de Seg. Contra el Vuelco : 4.14

### **Tensiones Actuantes en la Fundación**

Excentricidad : 0.22 m  
 Tensión normal a la izquierda : 9.00 tf/m<sup>2</sup>  
 Tensión normal a la derecha : 1.88 tf/m<sup>2</sup>  
 Máx. Tensión aceptable en la Fundación : 25.00 tf/m<sup>2</sup>

### **Estabilidad Global**

Distancia inicial a la izquierda : m  
 Distancia inicial a la derecha : m  
 Profundidad inicial con ref. a la base : m  
 Máx. Profundidad aceptable para el cálculo : m  
 Centro del arco con referencia al eje X : -0.12 m  
 Centro del arco con referencia al eje Y : 3.83 m  
 Radio del arco : 4.37 m  
 Número de superficies analizadas : 50  
 Coeficiente de Seg. Contra la Rotura Global : 2.07

### **Estabilidad Interna**

Camada H N T M t Máx. t Adm. sMáx. sAdm.  
 m tf/m tf/m tf/m x m tf/m<sup>2</sup> tf/m<sup>2</sup> tf/m<sup>2</sup> tf/m<sup>2</sup>  
 1 2.00 5.46 1.16 3.48 0.77 3.71 4.28 56.45  
 2 1.00 1.87 0.24 0.92 0.24 2.55 1.89

### **DATOS SOBRE EL SUELO**

Suelo g c f Suelo g c f  
 tf/m<sup>3</sup> tf/m<sup>2</sup> grad. tf/m<sup>3</sup> tf/m<sup>2</sup> grad.

Bs 2.00 0.00 32.00

B1 2.00 0.00 32.00

Fs 2.00 0.00 32.00

### **CARGAS**

Carga Valor Carga Valor

tf/m<sup>2</sup> tf/m

### **VERIFICACIONES DE ESTABILIDAD**

Coeficiente de seg. Contra el Deslizamiento. 2.39 Tensión en la base (izq.) 9.00tf/m<sup>2</sup>

Coeficiente de seg. Contra el Vuelco 4.14 Tensión en la base (der.) 1.88tf/m<sup>2</sup>

Coeficiente de seg. Contra la Rotación. Global 2.07 Máx. Tensión aceptable 25.00tf/m<sup>2</sup>

### **3.4. Parámetros de diseño geométrico**

Los parámetros de diseño el muro de contención fueron los siguientes:

- Para la determinación del caudal de diseño tomamos los datos proporcionados por el SENAMHI, los cuales fueron tabulados de acuerdo al METODO DE GUMBELL arrojando los siguientes datos:

Para un tiempo de retorno de **40** años, tendremos un Caudal de diseño de **75.00** m<sup>3</sup>/ s.

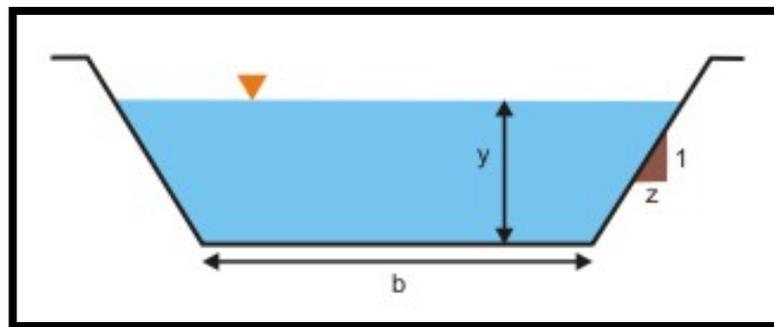
#### **3.4.1. Descripción del muro de contención**

Consiste en la construcción de Muros de Contención con gaviones de 5.0 x 1.0 x 1.0 y de medidas de 5.0 x 1.5 x 1.0 en 02 filas y una respectivamente además contendrá de cimientos corridos con colchones reno en una longitud de 640.05 ml

- Para la determinación del tirante de diseño se utilizaron dos métodos los cuales se detallaran a continuación:

**Método 01.** Haciendo uso de los diferentes datos previamente obtenidos y fórmulas para canales obtenemos los siguientes resultados:

**FIGURA N°20 Detalle canal**



Caudal Q:  m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>

Ancho del fondo b:  m

Pendiente del lado z:

Pendiente del fondo S:

Número de Manning n:

### CÁLCULOS INTERMEDIOS

(tirante normal):

Unidades : SI (metric)

Aceleración de la gravedad g : 9.81 m s<sup>-2</sup>

Constante de unidades C : 1

Área de flujo $A_n$	:	3.19 m <sup>2</sup>
Perímetro mojado $P_n$	:	9.037 m
Ancho en la superficie $T_n$	:	8.702 m
Radio hidráulico $R_n$	:	0.353 m
Profundidad hidráulica $D_n$	:	0.366 m

## RESULTADOS

### (tirante normal):

Tirante normal $y_n$	:	0.382 m
Velocidad media $V_n$	:	23.531 m s <sup>-1</sup>
Número de Froude $F_n$	:	12.414

## CÁLCULOS INTERMEDIOS

### (tirante crítico):

Unidades	:	SI (metric)
Acceleración de la gravedad $g$	:	9.81 m s <sup>-2</sup>
Área de flujo $A_c$	:	18.77 m <sup>2</sup>
Perímetro mojado $P_c$	:	13.223 m
Ancho en la superficie $T_c$	:	11.536 m
Radio hidráulico $R_c$	:	1.42 m
Profundidad hidráulica $D_c$	:	1.627 m

## RESULTADOS

### (tirante crítico):

Tirante crítico $y_c$	:	1.922 m
Velocidad media $V_c$	:	3.995 m s <sup>-1</sup>
Número de Froude $F_c$	:	1

De donde obtenemos el tirante crítico de 1.92 m.

**Método 02.** Haciendo uso del programa HCANALES tenemos los siguientes datos, para el cálculo de un tirante de diseño obtenemos los siguientes datos (Ver ANEXO 01):

**TIRANTE DE DISEÑO: 1.50m**

**Método 03.** Haciendo uso del programa proporcionado, obtenemos los siguientes datos (Ver

**TIRANTE DE DISEÑO: 1.50 m**

De los datos obtenidos, tomaremos el TIRANTE DE DISEÑO = 1.50 m.

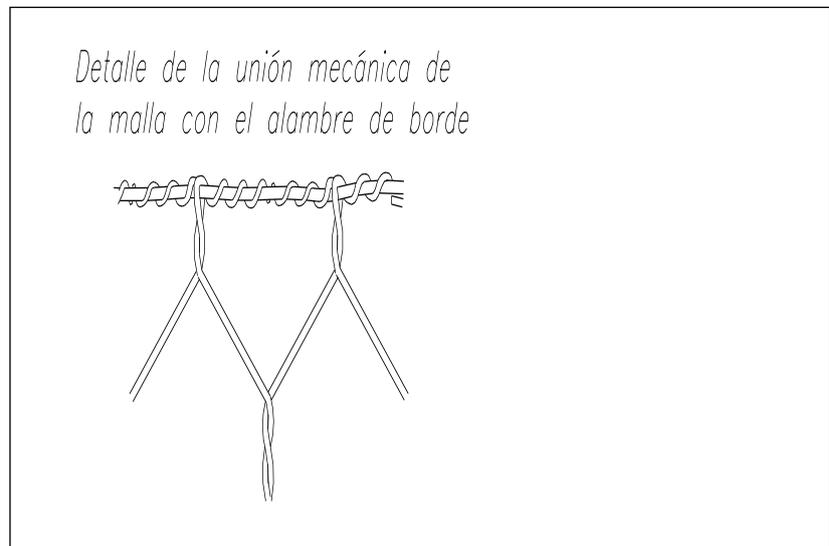
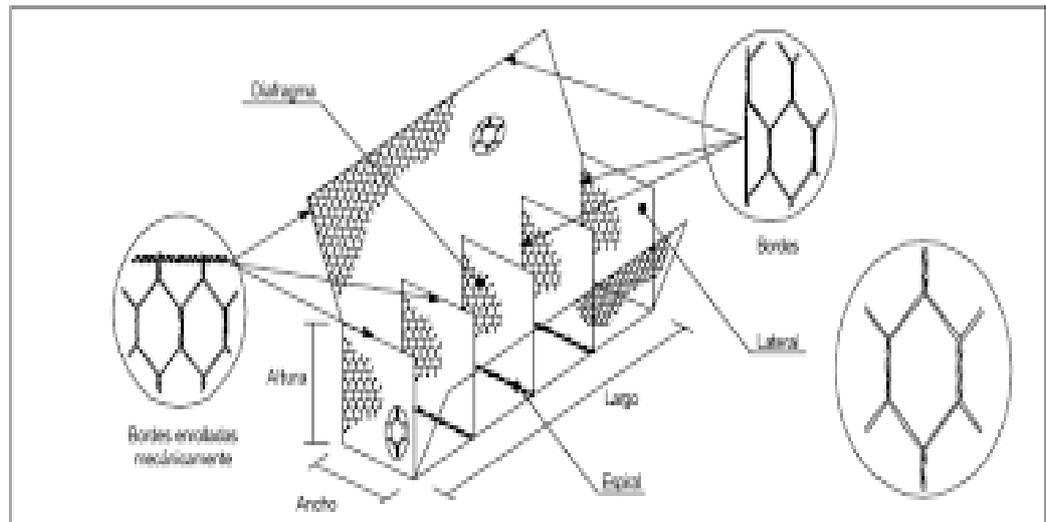
### **3.4.2. Muros de contención con gaviones**

**Materiales** El Gavión Caja es un elemento de forma prismática rectangular, constituido por piedras confinadas exteriormente por una red de alambre de acero protegido con un recubrimiento de Zinc 95% / Aluminio 5% + Tierras Raras (ASTM 856) y revestido adicionalmente con PVC.

El Gavión Caja estará dividido en celdas mediante diafragmas intermedios. Todos los bordes libres del gavión, inclusive el lado superior de los diafragmas, deberán estar reforzados con alambre de mayor diámetro al empleado para la red, alambre de borde.

Todos los bordes libres de la malla deberán ser enrollados mecánicamente al alambre de borde de manera que las mallas no se desaten.

### **FIGURA N°21 Detalle de unión de malla**



Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2.1. Red Metálica

Las características indispensables que deberá tener el tipo de red a utilizar son las siguientes:

- No ser fácil de destejer o desmallar.
- Poseer una elevada resistencia mecánica y contra fenómenos de corrosión.
- Facilidad de colocación.

La red será de malla hexagonal a doble torsión, obtenidas entrelazando los alambres por tres medios giros. De esta manera se impedirá que la malla se desteja por rotura accidental de los alambres que la conforman.

La abertura de la malla será de 10 x 12 cm para los Gaviones Caja.

El alambre usado en la fabricación de las mallas y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, deberá ser de acero dulce recocido con carga de rotura media superior a 3,800 Kg/cm<sup>2</sup> y un estiramiento no inferior al 12%.

El alambre deberá tener un recubrimiento de Zinc 95% / Aluminio 5% + Tierras Raras, de acuerdo a la Norma ASTM A856 Mishmetal Alloy Coated Carbon Steel, cuyo espesor y adherencia garantice la durabilidad del revestimiento.

Adicionalmente al recubrimiento con Zinc 95% / Aluminio 5% + Tierras Raras, el alambre usado para la fabricación de la malla tendrá un revestimiento por extrusión con PVC (polivinil cloruro), de manera de garantizar su durabilidad en el tiempo, y que no sea afectado por sustancias químicamente agresivas y corrosiones extremas.

- Peso específico entre 1,300 y 1,350 Kg/m<sup>3</sup>, de acuerdo con la ASTM D 792-66 (79).
- Dureza entre 50 y 60 shore D, de acuerdo con la ASTM D 2240-75 (ISO 868-1978).
- Pérdida de peso por volatilidad a 105°C por 24 horas no mayor a 2% y a 105°C por 240 horas no mayor a 6%, de acuerdo con la ASTM D 1203-67 (74) (ISO 176-1976) y la ASTM D 2287-78.
- Carga de rotura mayor a 210 Kg/cm<sup>2</sup> de acuerdo con la ASTM D 412-75.
- Estiramiento mayor que 200% y menor que 280%, de acuerdo con la ASTM D 412-75.
- Módulo de elasticidad al 100% de estiramiento mayor que 190 Kg/cm<sup>2</sup>, de acuerdo con la ASTM D 412-75.
- Pérdida de peso por abrasión menor que 190 mg, según la ASTM D 1242-56 (75).
- Temperatura de fragilidad, Cold Bend Temperature, menor que -30°C, de acuerdo con la BS 2782-104 A (1970), y Cold Flex

Temperature menor que +15°C, de acuerdo con la BS 2782-150 B (1976).

- La máxima penetración de la corrosión desde una extremidad del hilo cortado, deberá ser menor de 25 mm cuando la muestra fuera sumergida por 2,000 horas en una solución con 5% de HCl (ácido clorhídrico 12 Be).

El diámetro del alambre de la malla será de 3.40 mm. para los Gaviones Caja. El diámetro del alambre de amarre y atirantamiento será de 3.20 mm.

La especificación final para los Gaviones Caja será la siguiente:

Abertura de la malla : 10 x 12 cm

Diámetro del alambre de la malla: 3.40 mm (PVC)

Diámetro del alambre de borde: 4.00 mm (PVC)

Recubrimiento del alambre: Zn – 5 Al – MM (ASTM A856)

Revestimiento adicional: PVC

## **ALAMBRE**

El alambre para amarre y atirantamiento se proveerá en cantidad suficiente para asegurar la correcta vinculación entre los gaviones, el cierre de las mallas y la colocación del número adecuado de tirantes. La cantidad estimada de alambre es de 9% para los gaviones de 1.0 m de altura, en relación a su peso y 7% para los de 0.5 m.

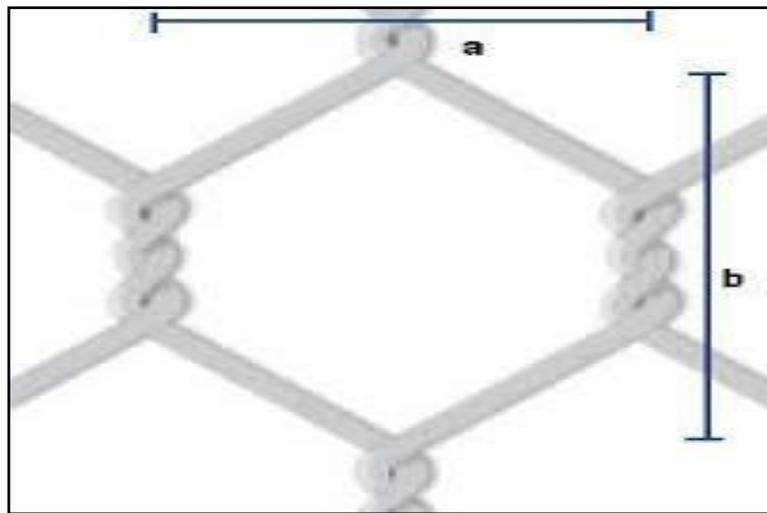
### **3.4.3. Suministro, armado, colocación y cierre del elemento colchón reno malla 10x12, (2.4 mm galfan + pvc)**

**Descripción** Nos referimos a los componentes que conforman el armado del enmallado con los colchones Tipo Reno.

## ALAMBRE

Todo el alambre utilizado en la fabricación del Colchón Reno y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser de acero dulce recocido de acuerdo con las especificaciones ASTM A641M-98 y NB 709-00, esto es, el alambre deberá tener una tensión de ruptura media de 38 a 50 kg/mm<sup>2</sup>.

**FIGURA N°22 Amarre de alambre**



Fuente: Elaboración propia

## REVESTIMIENTO DEL ALAMBRE

Todo el alambre utilizado en la fabricación del Colchón Reno y en las operaciones de amarre y atirantamiento durante su construcción, debe ser revestido con un recubrimiento pesado de zinc de acuerdo con las especificaciones de la ASTM A641M-98, esto es: la cantidad mínima de revestimiento de zinc en la superficie de los alambres debe cumplir con los siguientes valores:

### **Diámetro del**

**Alambre  $\varnothing$  (mm)**

**Masa mínima de**

## Revestimiento

(g/m<sup>2</sup>)

$\emptyset < 2,40$  240

$2,40 < \emptyset < 2,90$  260

$\emptyset \geq 2,90$  275

El revestimiento de zinc debe adherir al alambre de tal forma que, después del alambre haber sido enrollado 15 veces por alrededor de un mandril, cuyo diámetro sea igual a 3 veces el del alambre, no pueda ser escamado, quebrado o removido con el pasar del dedo, de acuerdo con la especificación de la ASTM A641M-98.

Los ensayos deben ser hechos antes de la fabricación de la red.

## ELONGACIÓN DEL ALAMBRE

La elongación no deberá ser menor que 12%, de acuerdo con las especificaciones de la NBR 8964.

Los ensayos deben ser hechos antes de la fabricación de la red, sobre una muestra de alambre de 30 cm de largo.

## RED

La red debe ser en malla hexagonal de doble torsión, obtenida entrelazando los alambres por tres veces media vuelta, de acuerdo con las especificaciones de la NBR 10514, NB 710-00 y NP 17055 00.

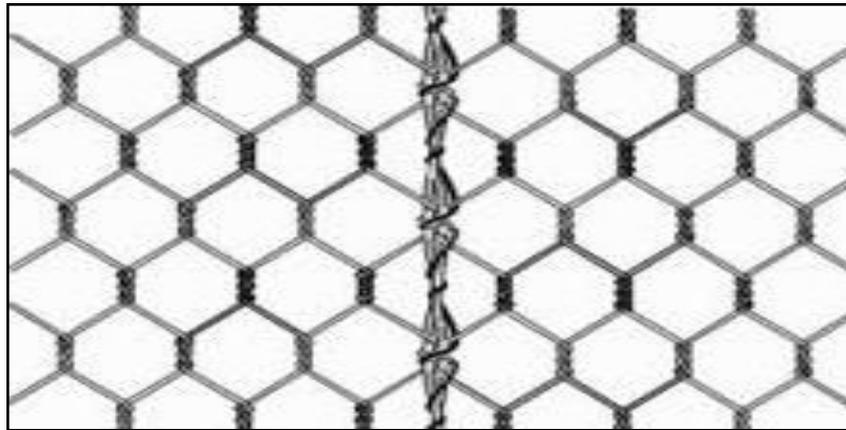
Las dimensiones de la malla de la base serán del tipo 10x12.

El diámetro del alambre utilizado en la fabricación de la malla de la base debe ser de 2.40 mm y de 3.00 mm para los bordes.

## **BORDES ENROLLADOS MECÁNICAMENTE**

Todos los bordes libres del Colchón Reno, incluso el lado superior de las laterales y de los diafragmas, deben ser enrollados mecánicamente en vuelta de un alambre de diámetro mayor, en este caso de 3.00mm, para que la red no se desarme y adquiera mayor resistencia.

### **FIGURA N°23 Malla enrollada mecánicamente**



Fuente: Elaboración propia

### **CARACTERÍSTICAS DEL COLCHÓN TIPO RENO**

Base, paredes laterales y paredes de las extremidades del Colchón Reno son formadas a partir de un único paño de red.

Cada diafragma debe presentar, en su parte inferior, una espiral de unión en alambre de diámetro 2,2 mm.

Los diafragmas deben ser insertados a cada metro a lo largo del Colchón Reno. Para facilitar el montaje del Colchón Reno, la base debe ser cortada, durante el proceso de fabricación, en sus laterales. La tapa también es fabricada en un único paño de red en malla tipo 10x12.

Dimensiones estándar:

Largo 3,00 m 4,00 m 5,00 m

Ancho 2,00 m

Altura 0,30 m 0.50 m

### **FIGURA N°24 Gavión tipo colcho reno**



Fuente: Elaboración propia

### **AMARRE Y ATIRANTAMIENTO**

Con los Colchones Reno debe ser provista una cantidad suficiente de alambre para amarre y atirantamiento.

Este alambre debe tener diámetro 2,2 mm y su cantidad, en relación al peso de los Colchones Reno provistos, es de 6%.

### **TOLERANCIAS**

Se admite una tolerancia en el diámetro del alambre zincado (galvan) de  $\pm 2,5\%$ . Se admite una tolerancia en el largo y en el ancho del colchón Reno de  $\pm 3\%$  y, en la altura, de  $\pm 2,5\%$ .

### **RECUBRIMIENTO PLÁSTICO**

El alambre zincado (galvan) deberá ser recubierto con una vaina de compuesto termoplástico a base de PVC, con características iniciales de acuerdo con las especificaciones de la NBR 10514 y de la ASTM 975, esto es: Espesor mínimo: 0,40 mm;

Masa específica: 1,30 a 1,35 kg/dm<sup>3</sup>;

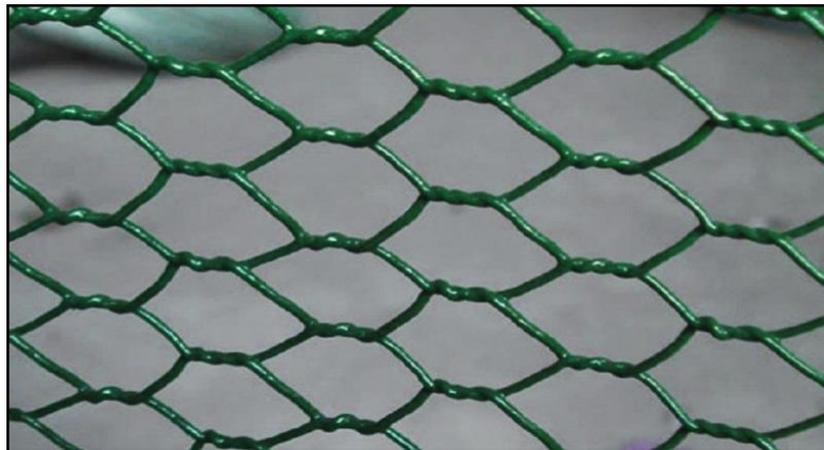
Dureza: 50 a 60 Shore D;

Resistencia a tracción: mayor que 210 kg/cm<sup>2</sup>;

Elongación de ruptura: mayor que 250%;

Temperatura de fragilidad: menor que -9°C.

### **FIGURA N°25 Malla con recubrimiento de plástico**



Fuente: Elaboración propia

### **CERTIFICACIÓN DEL FABRICANTE**

Para asegurar la calidad de la materia prima, los procesos de fabricante y el producto final, se deberá exigir que el proveedor, así como el fabricante de los gaviones a instalarse, posea la Certificación ISO 9002.

Los materiales despachados a obra serán acompañados por un Certificado de Calidad original del fabricante.

#### **3.4.3.1. Llenado con piedras del elemento gavión de 5.0 x 1.5 x1.0 m.**

**Descripción.-** Comprende en llenado de piedra al gavión por parte de la mano de obra no calificada

El relleno de los gaviones será efectuado con piedra seleccionada. El relleno debe permitir la máxima deformabilidad de la estructura, dejar el mínimo porcentaje de vacíos, asegurando así un mayor peso.

**Método de Construcción** La piedra será de buena calidad, densa, tenaz, durable, sana, sin defectos que afecten su estructura, libre de grietas y sustancias extrañas adheridas e incrustaciones cuya posterior alteración pudiera afectar la estabilidad de la obra.

El tamaño de la piedra deberá ser lo más regular posible, y tal que sus medidas estén comprendidas entre la mayor dimensión de la abertura de la malla y 2 veces dicho valor. Podrá aceptarse, como máximo, el 5% del volumen de la celda del gavión con piedras del tamaño menor al indicado. El tamaño de piedra deseable estará entre 6" y 10" para el respectivo relleno del mismo.

**FIGURA N°26 Gaviones con relleno**



Fuente: Elaboración propia

Durante la operación de relleno de los gaviones, deberán colocarse dos o más tirantes de alambre a cada tercio de la altura del gavión de 1.00 m. Estos tirantes unirán paredes opuestas con sus extremos atados alrededor de dos nudos de la malla. Para gaviones de 0.50 m de alto bastará colocar los tirantes en el nivel medio de las cajas.

En caso de que los gaviones sean llenados previamente e izados para su colocación, deberán colocarse tirantes verticales.

Después de completar el relleno de los gaviones, se procederá a cerrar el gavión bajando la tapa, la que será cosida firmemente a los bordes de las paredes verticales. Se deberá cuidar que el relleno del gavión sea el suficiente, de manera tal que la tapa quede tensada confinando la piedra.

Los gaviones vacíos, colocados arriba de una camada ya terminada, deberán coserse a lo largo de las aristas en contacto con la camada inferior de gaviones ya llenos, para lograr un contacto continuo entre los mismos que asegure la monoliticidad de la estructura.

**FIGURA N°27 Gaviones en proceso de relleno**



Fuente: Elaboración propia

#### **3.4.4. Factores geotécnicos en la erosión de las riberas**

En este punto se presenta destacar los factores geotécnicos que más influencia tienen en la estabilidad de las riberas de un río, así como mostrar los tipos de fallos que más se producen en las mismas.

##### **3.4.4.1. Características del suelo**

Los suelos de las riberas son los que van a requerir protección frente a la acción erosiva del río, en especial aquellos que no están constituidos por rocas duras a no ser que estas se encuentren alterada deterioradas por algún motivo, existen dos tipos básicos de suelos inorgánicos que se presentan con mayor frecuencia en las riberas, estos son: suelos cohesivos, formados por agregados de partículas finas y con formas planas originados a partir de la descomposición de rocas químicamente inestables, suelos granulares formado por partículas de forma regular y originado a partir del colapso físico de rocas relativamente estables. El diferente origen de estos tipos de suelos se refleja en sus propiedades como por ejemplo en un suelo granular la energía que predomina es la de su masa mientras que en los suelos cohesivos es la energía superficial de las partículas la responsable de sus características de cohesión, plasticidad y cambios volumétricos. Entre los muchos sistemas de clasificación de suelos existentes en la literatura geotécnica, uno de los más usados por su facilidad es el que utiliza el tamaño de partículas. Un ejemplo se puede ver en el cuadro N° 01 donde se presenta diferentes categorías de suelos, características de drenaje, y tamaños de partículas entre los que se establecen dichas categorías.

**Tabla N° 12 Clasificación de los suelos según el tamaño de las partículas**

Arcilla	< 0,002	Impermeable (arcillas intactas) Muy pobre (arcillas alteradas)
Limo	0.002 – 0.06	Pobre
Arena	0.06 – 2.0	Considerable
Grava	2.0 – 60	Bueno
Adoquines	60 – 600	Bueno
Canto rodado	> 600	Bueno

Fuente: Control de erosión, Jaime Suárez.

#### 3.4.4.2. Parámetros geotécnicos

La tensión de rotura de un suelo se define como la máxima resistencia que puede oponer ese suelo a una fuerza externa sin romperse. Si se sobrepasa ese valor, se produce un fallo en el suelo que suele traducirse en la aparición de superficies de deslizamiento. Uno de los factores que más influencia tiene en la determinación de la fuerza resistente de un suelo al deslizamiento es la presión intersticial o subpresión. Un incremento de ésta disminuye la resistencia del suelo a un valor que se suele denominar tensión efectiva de rotura, la cual se puede expresar matemáticamente como la suma de dos términos, la cohesión efectiva y fricción interna efectiva:

$$\tau = c' + \sigma' n \tan \phi'$$

Dónde:  $c' = c - u$

$c'$  es la cohesión efectiva,

$a$  cohesión y la presión intersticial

$\sigma' n$ : Tensión normal efectiva

$\phi'$ : Ángulo de rozamiento o fricción interna efectiva

En el caso de suelos no cohesivos, como arenas y gravas, la cohesión es cero. En los suelos cohesivos, la tensión de rotura depende normalmente de la cohesión y de la fricción interna, aunque puede darse a veces el caso de suelos arcillosos saturados por falta de tiempo para que se produzca el drenaje. El caso normal es que la estructura de los suelos que forman las riberas de un cauce pertenezca a una categoría intermedia entre los extremos anteriores, es decir un suelo cohesivo con fricción interna. Los parámetros  $c'$  y  $\phi'$  se obtienen normalmente mediante ensayos de laboratorio, aunque para realizar una estimación previa de estabilidad de los márgenes de un cauce.

**TABLA N° 13 Valores de la cohesión y el ángulo de rozamiento interno.**

MATERIALES	COHESIÓN $c$ ( $\text{kN/m}^2$ )	ANGULO DE FRICCIÓN INTERNA $\phi$ (°)		
		REDONDEADO	REDONDEADO Y ANGULAR	ANGULAR
<b>ARCILLAS:</b>				
Muy Rípidas o Dura	> 150			
Rígida	100 - 150			
Firme a Rígida	75 - 100			
Firme	50 - 75			
Suave a Firme	40 - 50			
Suave	20 - 40			
Muy Suave	< 20			
Arena Limosa	--		24 - 34	
<b>SUELOS GRANULARES :</b>				
Tamaño de partícula ( $D_{50}$ )				
< 1 mm		30	-33	33 - 35
1 - 10 mm		30 - 32	32 - 36	33 - 40
10 - 100 mm		32 - 37	33 - 40	-33

Fuente: Estabilidad y protección de cauces, José Gonzáles Ortega

### 3.5. Presupuesto estimado

#### PRESUPUESTO

PROYECTO: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO SAN PEDRO DISTRITO DE PAUCARA PROVINCIA DE ACOBAMBA  
LUGAR : HUANCAMELICA ACOBAMBA  
CLIENTE : EDDY YUWER PADILLA ZUÑIGA - VISMARC CHAMBI QUISPE

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01	<b>OBRAS PROVISIONALES</b>				<b>400.00</b>
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA SEGUN MODELO	UND	1.00	400.00	400.00
02	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>58,115.81</b>
02.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	5,088.95	2.23	11,348.36
02.02	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	5,088.95	4.40	22,391.38
02.03	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	5,088.95	4.79	24,376.07
03	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>90,203.77</b>
03.01	EXCAVACION DE TIERRA BAJO AGUA (PEDREGAL)	m3	1,431.27	19.06	27,280.01
03.02	RELLENO CON MATERIAL PROPIO ADYACENTE A MURO DE GAVIONES	m3	9,548.37	6.59	62,923.76
04	<b>MURO DE CONTENCION CON GAVIONES TIPO CAJA PLASTIFICADA</b>				<b>341,960.22</b>
04.01	<b>LLENADO DE PIEDRAS DEL ELEMENTO</b>				<b>165,671.60</b>
04.01.02	LLENADO CON PIEDRAS DEL ELEMENTO GAVION 5.0 X 1.5 X 1.00M MALLA DE 10X12 , DIAM 3.4 MM - PVC	UND	128.00	449.97	57,596.16
04.01.01	LLENADO CON PIEDRAS DEL ELEMENTO GAVION 5.0 X 1.0 X 1.00M MALLA DE 10X12 , DIAM 3.4 MM - PVC	UND	382.00	282.92	108,075.44
04.02	<b>ARMADO, COLOCACION Y CIERRE DEL ELEMENTO</b>				<b>176,288.62</b>
04.02.02	ARMADO COLOCACION Y CIERRE DEL ELEMENTO GAVION 5.0 X 1.5 X 1.00 M, MALLA 10X12, DIAM 3.4 MM - PVC	UND	128.00	216.90	27,763.20
04.02.01	ARMADO COLOCACION Y CIERRE DEL ELEMENTO GAVION 5.0 X 1.0 X 1.00 M, MALLA 10X12, DIAM 3.4 MM - PVC	UND	382.00	388.81	148,525.42
05	<b>CONTRAFUERTE CON GAVIONES TIPO CAJA PLASTIFICADA</b>				<b>30,536.22</b>
05.01	LLENADO CON PIEDRAS DEL ELEMENTO GAVION 2.0 X 1.0 X 1.00M MALLA DE 10X12 , DIAM 3.4 MM - PVC	UND	66.00	295.12	19,477.92
05.02	ARMADO COLOCACION Y CIERRE DEL ELEMENTO GAVION 2.0 X 1.0 X 1.00 M, MALLA 10X12, DIAM 3.4 MM - PVC	UND	66.00	167.55	11,058.30
06	<b>COLCHONES TIPO RENO</b>				<b>149,131.97</b>
	SUMINISTRO, ARMADO, COLOCACION Y CIERRE DEL ELEMENTO COLCHON RENO MALLA 10X12. ( 2.40 MM GALFAN + PVC)	m2	2,544.48	58.61	149,131.97
07	<b>LIMPIEZA GENERAL DE OBRA</b>				<b>18,116.66</b>
	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA	m2	5,088.95	3.56	18,116.66
08	<b>CAPACITACION</b>				<b>1,200.00</b>
08.01	CAPACITACION EN PREVENCION CONTRA DESASTRES NATURALES	gb	1.00	1,200.00	1,200.00
09	<b>FLETE</b>				<b>12,407.00</b>
09.01	FLETE TERRESTRE	gb	1.00	12,407.00	12,407.00
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>702,071.65</b>
	<b>GASTOS GENERALES 10%</b>				<b>70,207.17</b>
	<b>UTILIDAD 6%</b>				<b>42,124.30</b>
	<b>SUB TOTAL</b>				<b>814,403.12</b>
	<b>IGV 19%</b>				<b>154,736.59</b>
	<b>PRESUPUESTO TOTAL DE OBRA</b>				<b>969,139.71</b>
	<b>SUPERVISION Y LIQUIDACION 4%</b>				<b>38,765.59</b>
	<b>EVALUACION 0.3%</b>				<b>2,907.42</b>
	<b>COSTO TOTAL DEL PROYECTO</b>				<b>1,010,812.72</b>
	<b>SON : UN MILLON DIEZ MIL OCHOCIENTOS DOCE CON 72/100 NUEVOS SOLES</b>				

### Análisis de precios unitarios

PROYECTO: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO SAN PEDRO DISTRITO DE PAUCARA PROVINCIA DE ACOBAMBA  
LUGAR : HUANCAMELICA ACOBAMBA  
CLIENTE : EDDY YUWER PADILLA ZUÑIGA - VISMARC CHAMBI QUISPE

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.3200	13.24	4.24
0147010002	OPERARIO	hh	4.0000	1.2800	13.12	16.79
0147010004	PEON	hh	6.0000	1.9200	10.58	20.31
						<b>41.34</b>
<b>Materiales</b>						
0205000041	PIEDRA DE 6" - 10"	m3		2.5000	30.00	75.00
						<b>75.00</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		2.0000	41.34	0.83
						<b>0.83</b>
Parída	<b>05.02</b>	<b>ARMADO COLOCACION Y CIERRE DEL ELEMENTO GAVION 2.0 X 1.0 X 1.0 M, MALLA 10X12. DIAM 3.4 MM - PVC</b>				
Rendimiento	UND/DIA	MO. 37.5000	EQ. 37.5000	Costo unitario directo por : UND		<b>47.50</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.5000	0.1067	13.24	1.41
0147010002	OPERARIO	hh	3.0000	0.6400	13.12	8.40
						<b>9.81</b>
<b>Materiales</b>						
0239160013	ELEMENTO GAVION DE 2.0 X 1.0 X 1.0 M. MALLA DE 10X12, DIAM 3.4 MM	UND		1.0000	37.40	37.40
						<b>37.40</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	9.81	0.29
						<b>0.29</b>
Parída	<b>08.01</b>	<b>CAPACITACION EN PREVENCION CONTRA DESASTRES NATURALES</b>				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 388.0000	EQ. 388.0000	Costo unitario directo por : glb		<b>1,200.00</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Materiales</b>						
0271090071	CAPACITACION EN PREVENCION CONTRA DESASTRES NATURALES	glb		1.0000	1,200.00	1,200.00
						<b>1,200.00</b>
Parída	<b>09.01</b>	<b>FLETE TERRESTRE</b>				
Rendimiento	glb/DIA	MO. 8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : glb		<b>12,407.00</b>
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Materiales</b>						
0232000054	FLETE TERRESTRE	glb		1.0000	12,407.00	12,407.00
						<b>12,407.00</b>

S10

### Análisis de precios unitarios

Página : 1

PROYECTO: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO SAN PEDRO DISTRITO DE PAUCARA PROVINCIA DE ACOBAMBA  
LUGAR : HUANCAMELICA ACOBAMBA  
CLIENTE : EDDY YUWER PADILLA ZUÑIGA - VISMARC CHAMBI QUISPE

Partida	SUMINISTRO, ARMADO, COLOCACION Y CIERRE DEL ELEMENTO COLCHON RENO MALLA 10X12. ( 2.40 MM GALFAN + PVC)						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2			35.04
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2500	0.0250	13.24	0.33	
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.3000	11.70	3.51	
0147010004	PEON	hh	9.0000	0.9000	10.58	9.52	
	<b>Materiales</b>						
0205000040	PIEDRA DE 4" - 6"	m3		0.3300	30.00	9.90	
0239160011	ELEMENTO COLCHON RENO	m2		1.0000	11.65	11.65	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		1.0000	13.36	0.13	
	<b>0.13</b>						
Partida	LIMPIEZA GENERAL DE OBRA						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			3.56
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.3200	10.58	3.39	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.39	0.17	
	<b>0.17</b>						
Partida	01.01 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA SEGUN MODELO						
Rendimiento	UND/DIA	MO. 2.0000	EQ. 2.0000	Costo unitario directo por : UND			400.00
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Materiales</b>						
0239130018	CARTEL DE OBRA SEGUN MODELO	gib		1.0000	400.00	400.00	
	<b>400.00</b>						
Partida	02.01 LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			2.23
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010004	PEON	hh	5.0000	0.2000	10.58	2.12	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	2.12	0.11	
	<b>0.11</b>						
Partida	02.02 TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 200.0000	EQ. 200.0000	Costo unitario directo por : m2			4.40
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	2.0000	0.0800	13.24	1.06	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.2400	10.58	2.54	
	<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 26 Kg	bis		0.0100	7.14	0.07	
	<b>0.07</b>						

S10

**Análisis de precios unitarios**

Página: 1

**PROYECTO: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO SAN PEDRO DISTRITO DE PAUCARA PROVINCIA DE ACOBAMBA**  
**LUGAR : HUANCAMELICA ACOBAMBA**  
**CLIENTE : EDDY YUWER PADILLA ZUÑIGA - VISMARC CHAMBI QUISPE**

								116.75
		<b>Materiales</b>						
0205000041	PIEDRA DE 6" - 10"		m3	5.5000	30.00			165.00
								<b>165.00</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	1.0000	116.75			1.17
								<b>1.17</b>
Parida	<b>04.01.02</b>	<b>LLENADO CON PIEDRAS DEL ELEMENTO GAVION 5.0 X 1.5 X 1.00M MALLA DE 10X12, DIAM 3.4 MM - PVC</b>						
Rendimiento	<b>UND/DIA</b>	<b>MO. 6.0000</b>	<b>EQ. 6.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : UND</b>				<b>449.97</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	1.0000	1.3333	13.24		17.65
0147010002	OPERARIO		hh	4.0000	5.3333	13.12		69.97
0147010004	PEON		hh	8.0000	10.6667	10.58		112.85
								<b>200.47</b>
		<b>Materiales</b>						
0205000041	PIEDRA DE 6" - 10"		m3	8.2500	30.00			247.50
								<b>247.50</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	1.0000	200.47			2.00
								<b>2.00</b>
Parida	<b>04.02.01</b>	<b>ARMADO COLOCACION Y CIERRE DEL ELEMENTO GAVION 5.0 X 1.0 X 1.00 M, MALLA 10X12. DIAM 3.4 MM - PVC</b>						
Rendimiento	<b>UND/DIA</b>	<b>MO. 15.0000</b>	<b>EQ. 15.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : UND</b>				<b>150.68</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	1.0000	0.5333	13.24		7.06
0147010002	OPERARIO		hh	7.0000	3.7333	13.12		48.98
								<b>56.04</b>
		<b>Materiales</b>						
0239160012	ELEMENTO GAVION DE 5.0 X 1.0 X 1.0 M. MALLA DE 10X12, DIAM 3.4 MM		UND		1.0000	93.52		93.52
								<b>93.52</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		2.0000	56.04		1.12
								<b>1.12</b>
Parida	<b>04.02.02</b>	<b>ARMADO COLOCACION Y CIERRE DEL ELEMENTO GAVION 5.0 X 1.5 X 1.00 M, MALLA 10X12. DIAM 3.4 MM - PVC</b>						
Rendimiento	<b>UND/DIA</b>	<b>MO. 13.0000</b>	<b>EQ. 13.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : UND</b>				<b>193.42</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>		<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0147010001	CAPATAZ		hh	1.0000	0.6154	13.24		8.15
0147010002	OPERARIO		hh	7.0000	4.3077	13.12		56.52
								<b>64.67</b>
		<b>Materiales</b>						
0239160014	ELEMENTO GAVION DE 5.0 X 1.5 X 1.0 M. MALLA DE 10X12, DIAM 3.4 MM		UND		1.0000	128.10		128.10
								<b>128.10</b>
		<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		1.0000	64.67		0.65
								<b>0.65</b>
Parida	<b>05.01</b>	<b>LLENADO CON PIEDRAS DEL ELEMENTO GAVION 2.0 X 1.0 X 1.00M MALLA DE 10X12, DIAM 3.4 MM - PVC</b>						
Rendimiento	<b>UND/DIA</b>	<b>MO. 25.0000</b>	<b>EQ. 25.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : UND</b>				<b>117.17</b>

S10

### Análisis de precios unitarios

Página: 1

PROYECTO: DISEÑO DE DEFENSAS RIBEREÑAS EN EL RIO SAN PEDRO DISTRITO DE PAUCARA PROVINCIA DE ACOBAMBA  
LUGAR : HUANCVELICA ACOBAMBA  
CLIENTE : EDDY YUWER PADILLA ZUÑIGA - VISMARC CHAMBI QUISPE

Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.60	0.18	
0349190004	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	d	2.0000	0.0100	20.00	0.20	
0349680018	TEODOLITO	d	2.0000	0.0100	35.00	0.35	
							<b>0.73</b>
<hr/>							
Partida	<b>02.03</b>	<b>TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>MO. 95.0000</b>	<b>EQ. 95.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m2</b>			<b>4.79</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147000032	TOPOGRAFO	hh	1.0000	0.0842	15.13	1.27	
0147010004	PEON	hh	3.0000	0.2526	10.58	2.67	
							<b>3.94</b>
	<b>Materiales</b>						
0229060005	YESO DE 28 Kg	bis		0.0100	7.14	0.07	
							<b>0.07</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	3.94	0.20	
0349190004	NIVEL TOPOGRAFICO CON TRIPODE	d	1.0000	0.0105	20.00	0.21	
0349680018	TEODOLITO	d	1.0000	0.0105	35.00	0.37	
							<b>0.78</b>
<hr/>							
Partida	<b>03.01</b>	<b>EXCAVACION DE TIERRA BAJO AGUA (PEDREGAL)</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 40.0000</b>	<b>EQ. 40.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>19.16</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.4000	11.70	4.68	
0147010004	PEON	hh	6.0000	1.2000	10.58	12.70	
							<b>17.38</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		6.0000	17.38	1.04	
0337010102	BOTAS DE JEBE	par		0.0500	14.71	0.74	
							<b>1.78</b>
<hr/>							
Partida	<b>03.02</b>	<b>RELLENO CON MATERIAL PROPIO ADYACENTE A MURO DE GAVIONES</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>MO. 220.0000</b>	<b>EQ. 220.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : m3</b>			<b>6.70</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.0364	13.24	0.48	
0147010003	OFICIAL	hh	3.0000	0.1091	11.70	1.28	
0147010004	PEON	hh	12.0000	0.4364	10.58	4.62	
							<b>6.38</b>
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		5.0000	6.38	0.32	
							<b>0.32</b>
<hr/>							
Partida	<b>04.01.01</b>	<b>LLENADO CON PIEDRAS DEL ELEMENTO GAVION 5.0 X 1.0 X 1.00M MALLA DE 10X12, DIAM 3.4 MM - PVC</b>					
Rendimiento	<b>UND/DIA</b>	<b>MO. 15.0000</b>	<b>EQ. 15.0000</b>	<b>Costo unitario directo por : UND</b>			<b>282.92</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010001	CAPATAZ	hh	1.0000	0.5333	13.24	7.06	
0147010002	OPERARIO	hh	6.0000	3.2000	13.12	41.98	
0147010004	PEON	hh	12.0000	6.4000	10.58	67.71	

## IV. DISCUSIÓN

### a. Hipótesis general: Hi

Se desarrollara el diseño de defensas ribereñas en del rio San pedro distrito de Paucara provincia de Acobamba Región Huancavelica 2021.

### b. Hipótesis específicas: Ha

**HE1:** Se desarrollará es el estudio de Topografía para el diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

**HE2:** Se desarrollara es el estudio de Mecánica de Suelos para el diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

**HE3:** Se desarrollara los parámetros de diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

**HE4:** Se realizara el presupuesto estimado para el diseño de defensas ribereñas en el rio San Pedro.

## V. CONCLUSIONES

OE1:

Mediante la realización del levantamiento topográfico necesario para la elaboración de planos de planta, perfil longitudinal, secciones, y servicios existentes. Proporcionar la información base para los estudios de hidrológica e hidráulica. Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales. y establecer puntos de referencia para el replanteo durante la construcción.

La verificación de los planos a escala indicada se puede realizar en base al replanteo tomando como base todos los Benchs Marks indicados en el mismo, los cuales se han monumentado en campo y cuya ubicación exacta y coordenadas correspondientes se indican en el plano respectivo y en el presente informe.

OE2:

Mediante el estudio de suelos este es de característica sedimentaria, generalmente limo arcilloso a arcilloso, con presencia de napa freática a poca profundidad (a unos 2,00 m de profundidad) en una gran extensión del territorio. Posee una capa orgánica no muy significativa y la presencia de roca es por sectores de gran tamaño a una profundidad de 3,00 m a más e inclusive en las laderas más pronunciadas. En cuanto a coloración, es del tipo variable, encontrándose desde un marrón oscuro hasta un color crema y blanco. El Proyecto que se desarrollará en la localidad de San Pedro comprende la construcción de muros de contención con gaviones de medidas de de 5.0x1.0 x1.0 y 5.0 x1.5 x1.0 m y colchones reno de medidas de 5.0 x2.0 x0.30m en las ribera del río San Pedro.

OE3:

Mediante los parámetros de diseño el muro de contención estas consisten en la construcción de Muros de Contención con gaviones de 5.0 x1.0 x 1.0 y de

medidas de 5.0 x1.5 x1.0 en 02 filas y una respectivamente además contendrá de cimientos corridos con colchones reno en una longitud de 640.05 ml

Para un tiempo de retorno de 40 años, tendremos un Caudal de diseño de 75.00 m<sup>3</sup>/s.

OE4:

Mediante el proyecto de investigación se tiene el Valor Referencial en el presente propósito el cual es de s/. 1'10,812.72 (un millón diez mil ochocientos doce mil con 72/100 nuevos soles), esto estará dependiendo a la actualización de la diversificación de precios de los materiales a utilizarse.

## VI. RECOMENDACIONES

El armado y colocación de los gaviones se realizará respetando las especificaciones del fabricante de los gaviones. Cada unidad será desdoblada sobre una superficie rígida y plana, se unirán los alambres superiores de cada una de las aristas unos con otros para dar la forma al gavión y se procederá a colocar los diafragmas en su posición vertical. Luego se amarrarán las cuatro aristas en contacto y los diafragmas con las paredes laterales.

El relleno de los gaviones será efectuado con piedra seleccionada. En el caso de colchones colocados en un talud, el relleno se iniciará a partir de la parte inferior del revestimiento. El relleno debe permitir la máxima deformabilidad de la estructura, dejar el mínimo porcentaje de vacíos, asegurando así un mayor peso.

Durante la operación de relleno de los gaviones, deberán colocarse dos tirantes de alambre a cada tercio de la altura del gavión de 1.00 m (en cada celda de 1.0m de longitud). Estos tirantes unirán paredes opuestas con sus extremos atados alrededor de dos hexágonos de la malla. Para gaviones de 0.50 m de alto bastará colocar los tirantes en el nivel medio de las cajas.

Después de completar el relleno de los gaviones, se procederá a cerrar el gavión bajando la tapa, la que será cosida firmemente a los bordes de las paredes verticales y a los diafragmas. Se deberá cuidar que el relleno del gavión sea el suficiente, de manera tal que la tapa quede tensada confinando la piedra.

Los gaviones vacíos, colocados arriba de una camada ya terminada, deberán de coserse a lo largo de todos los bordes de la base con la tapa del gavión inferior, no es necesario coser los diafragmas de los gaviones superiores con los inferiores.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Coutiño, Laura. (2015). "Metodología Integral para la estimación y mitigación de la erosión marginal en ríos." Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México.

Romero, Licet. (2007). "Descripción de las Defensas Ribereñas." Tesis para optar por el título de Ingeniería Civil, Universidad de Oriente.

Cisneros Chicoma A. Y Prado Ribera, L (2008): Tesis: Estudio De Encauzamiento Y Diseño De Defensas Ribereñas En El Río Reque.

Flores, O. (2015). Propuesta y Análisis de diseño de defensas ribereñas en el Río llave zona rural C.P. Santa Rosa de Huayllata-llave. (Tesis de Grado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Reglamento para la Delimitación y Mantenimiento de Fajas Marginales en Cursos Fluviales y Cuerpos de Agua Natural y Artificial. (2016). Perú: Autoridad Nacional del Agua.

# ANEXOS

## VIII. ANEXO: PANEL FOTOGRAFICO

## ANEXO N° 01 PANEL FOTOGRAFICO – SAN PEDRO



**Foto N° 01.-** Se observa en la imagen el suelo erosionado a causa de la socavación.



**Foto N°02.-** Se observa en la imagen el suelo erosionado a causa de la socavación.



**Foto N° 03.-** Se observa en la imagen la carretera a punto de ser dañada por el río



**Foto N° 04.-** Trocha carrosable en la zona del proyecto

## IX. ANEXOS