



**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES DE  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR  
LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO  
Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE  
ÁNCASH – 2023**

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

**AUTOR**

**CABELLO CACHA, JUAN CARLOS  
ORCID: 0000-0003-3502-8743**

**ASESOR**

**LEON DE LOS RIOS, GONZALO MIGUEL  
ORCID ID: 0000-0002-1666-830X**

**CHIMBOTE, PERÚ**

**2023**



**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**ACTA N° 0048-110-2024 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TESIS**

En la Ciudad de **Chimbote** Siendo las **12:40** horas del día **27** de **Enero** del **2024** y estando lo dispuesto en el Reglamento de Investigación (Versión Vigente) ULADECH-CATÓLICA en su Artículo 34º, los miembros del Jurado de Investigación de tesis de la Escuela Profesional de **INGENIERÍA CIVIL**, conformado por:

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO** Presidente  
**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN** Miembro  
**CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES** Miembro  
**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL** Asesor

Se reunieron para evaluar la sustentación del informe de tesis: **EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2023**

**Presentada Por :**  
(1101131022) **CABELLO CACHA JUAN CARLOS**

Luego de la presentación del autor(a) y las deliberaciones, el Jurado de Investigación acordó: **APROBAR** por **MAYORIA**, la tesis, con el calificativo de **13**, quedando expedito/a el/la Bachiller para optar el TITULO PROFESIONAL de **Ingeniero Civil**.

Los miembros del Jurado de Investigación firman a continuación dando fe de las conclusiones del acta:

**PISFIL REQUE HUGO NAZARENO**  
Presidente

**SOTELO URBANO JOHANNA DEL CARMEN**  
Miembro

**CAMARGO CAYSAHUANA ANDRES**  
Miembro

**Mgtr. LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL**  
Asesor



## CONSTANCIA DE EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD

La responsable de la Unidad de Integridad Científica, ha monitorizado la evaluación de la originalidad de la tesis titulada: EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ÁNCASH - 2023 Del (de la) estudiante CABELLO CACHA JUAN CARLOS, asesorado por LEON DE LOS RIOS GONZALO MIGUEL se ha revisado y constató que la investigación tiene un índice de similitud de 18% según el reporte de originalidad del programa Turnitin.

Por lo tanto, dichas coincidencias detectadas no constituyen plagio y la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote.

Cabe resaltar que el turnitin brinda información referencial sobre el porcentaje de similitud, más no es objeto oficial para determinar copia o plagio, si sucediera toda la responsabilidad recaerá en el estudiante.

Chimbote, 06 de Marzo del 2024



Mgtr. Roxana Torres Guzman  
RESPONSABLE DE UNIDAD DE INTEGRIDAD CIENTÍFICA

## **Jurado**

Ms.. Pisfil Reque, Hugo Nazareno

ORCID ID: 0000-0002-1564-682X

Presidente

Mgtr. Camargo Caysahuana, Andrés

ORCID ID: 0000-0003-3509-4919

Miembro

Mgtr. Sotelo Urbano, Johanna del Carmen

ORCID ID: 0000-0001-9298-4059

Miembro

## Dedicatoria

Lleno de regocijo, de amor y esperanza,  
dedico esta tesis, a cada uno de mis seres  
queridos, quienes han sido mis pilares para  
seguir adelante.

Es para mí una gran satisfacción poder  
dedicarles a ellos, que con mucho esfuerzo,  
esmero y trabajo me lo he ganado.

A mis padres: Hugo Cabello y Lourdes Cacha,  
porque ellos son la motivación de mi vida, mi  
orgullo de ser lo que seré.

A mi esposa Stefany Peje, mi hijita Meredith  
Cabello Peje, porque han sido mi motivación y son  
la razón de sentirme tan orgulloso de culminar mi  
meta, gracias a ellos por confiar siempre en mí.

A mis hermanas Yessenia y Estrella Cabello,  
por confiar en mí ya que ellos han sido mi mayor  
motivo y fortaleza para seguir adelante.

A mi Abuelo Odilón Cacha que está en el cielo  
ya que fue su mayor sueño que culmine mi carrera  
y lo logre Papito Lon.

## Agradecimiento

El principal agradecimiento a Dios por haberme iluminado y permitido seguir adelante, guiándome con sabiduría, paciencia y hacer realidad una de mis aspiraciones y obtener la Ingeniería Civil y haberme dado la fortaleza para seguir adelante.

Gracias infinitas a mis padres, por su amor incondicional y su apoyo moral. Su fe en mí, incluso en los momentos más difíciles, ha sido el pilar de este logro.

También expreso mi gratitud a mi esposa, hija y hermanas, quienes supieron brindarme su tiempo para escucharme y apoyarme.

A mis abuelos, en especial a mi abuelo en el cielo Odilón Cacha Tamara, todo esto no habría sido posible. Su amor y sacrificio han sido la luz que guio mi camino a través de este viaje académico.

Quisiera expresar mi más profundo agradecimiento a mi Asesor de tesis, el Mg. León de los Ríos, Gonzalo Miguel. Su experiencia, comprensión y paciencia contribuyeron a mi experiencia en el complejo y gratificante camino de la investigación. No tengo palabras para expresar mi gratitud por su inmenso apoyo durante este viaje.

A todas las personas que de una u otra forma me apoyaron en la realización de esta tesis.

## Índice de Contenidos

Carátula.....	I
Jurado.....	IV
Dedicatoria.....	V
Agradecimiento .....	VI
Índice de Contenidos .....	VII
Lista de Tablas.....	X
Lista de Figuras .....	XI
Resumen .....	XII
Abstract.....	XIII
I. Planteamiento del problema de la Investigación.....	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Formulación del problema.....	1
1.3. Justificación.....	1
1.3.1. Justificación Teórica.....	2
1.3.2. Justificación Metodológica.....	2
1.3.3. Justificación Práctica .....	2
1.4. Objetivos .....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivos Específicos .....	3
II. Marco Teórico .....	4

2.1. Antecedentes .....	4
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	4
2.1.2. Antecedentes Nacionales .....	5
2.1.3. Antecedentes Locales .....	6
2.2. Bases Teóricas.....	7
2.2.1. Evaluación del muro de gaviones .....	7
2.2.2. Evaluación de estabilidad de muro de gaviones .....	9
2.2.3. Mejora de la defensa ribereña .....	11
2.3. Hipótesis.....	12
III. Metodología.....	13
3.1. Nivel, Tipo y Diseño de Investigación.....	13
3.1.1. Nivel de investigación .....	13
3.1.2. Tipo de investigación.....	13
3.1.3. Diseño de investigación.....	13
3.2. Población y muestra .....	14
3.3. Variables, Definición y Operacionalización .....	15
3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de información.....	16
3.4.1. Técnicas.....	16
3.4.2. Instrumento de recolección de información .....	16
3.5. Método de Análisis de datos .....	16
3.6. Aspectos Éticos .....	16

IV. RESULTADOS .....	18
V. DISCUSION.....	22
VI. CONCLUSIONES.....	23
VII. RECOMENDACIONES .....	24
Referencias bibliográficas .....	25
Anexos .....	27
Anexo 01. Matriz de consistencia.....	27
Anexo 02. Instrumento de recolección de información.....	28
Anexo 03. Validez de instrumento .....	31
Anexo 04. Confiabilidad del instrumento.....	33
Anexo 05. Formato de consentimiento informado .....	34
Anexo 06. Documento de Aprobación de institución para la recolección de información	
37	
Anexo 07. Evidencias de Ejecución .....	39

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1:</b> Identificación de gaviones.....	18
<b>Tabla 2:</b> Evaluación de la zona de gaviones .....	19
<b>Tabla 3:</b> Mejora de la zona de gaviones .....	20

## Lista de Figuras

<b>Ilustración 1:</b> Gavión tipo caja.....	8
<b>Ilustración 2:</b> Empuje en el muro de gaviones.....	9
<b>Ilustración 3:</b> Deslizamiento .....	10
<b>Ilustración 4:</b> Diámetro de la malla.....	39
<b>Ilustración 5:</b> Anchura del muro de gaviones .....	39
<b>Ilustración 6:</b> Largo del muro de gaviones .....	40
<b>Ilustración 7:</b> Anchura del gavión.....	40
<b>Ilustración 8:</b> Diámetro de malla.....	41
<b>Ilustración 9:</b> Altura del gavión .....	41

## Resumen

Este proyecto de investigación se llevó a cabo en el río Tayca del distrito de Huarney sobre evaluación del muro de gaviones para así mejorar la defensa ribereña de dicho muro, donde se planteó la siguiente **problemática** ¿La evaluación de muro de gaviones para mejorará la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023?, donde para solucionarlo se presentó como **objetivo general** Realizar la evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023. Se utilizó una **metodología** de tipo descriptiva, nivel cualitativo y cuantitativo, la población y muestra estuvieron conformados por el cauce del río Tayca del distrito de Huarney y por el muro de gaviones de las defensas ribereñas, como **resultados** obtuvimos que del tramo comprendido de la progresiva 0+100 a 0+800, se puede identificar que en tramo de 0+500 a 0+620 presenta un muro de gaviones que debe ser evaluado, el muro de gaviones evaluado presenta, asentamiento, empuje del suelo, desplome, algunos tramos existe rotura en sus mallas y se evidencia presencia de piedras mayores a 20 cm en un 6% del total, el 78% de los encuestados señala que la identificación y evaluación del muro, servirá para poder mejorar la defensa ribereña en dicho tramo evaluado, por lo tanto se llega a la **Conclusión** que el río Tayca presentan fallas las cuales pueden ocasionar un desborde de río

**Palabras Clave:** Muro de gaviones, malla gaviones, defensa ribereña

## Abstract

This research project was carried out in the Tayca River of the district of Huarmey on the evaluation of the gabion wall in order to improve the riparian defense of said wall, where the following problem **was raised: Will the evaluation of gabion wall improve the riparian defense of the Tayca River of the district** and province of Huarmey, department of Ancash – 2023?", where to solve it it was presented as **a general objective** To carry out the evaluation of the gabion wall to improve the riparian defense of the Tayca River of the district and province of Huarmey, department of Ancash – 2023. A **descriptive methodology** was used, qualitative and quantitative level, the population and sample were made up of the Tayca river bed of the Huarmey district and the gabion wall of the riverside defenses, as **results** we obtained that from the section from the progressive 0+100 to 0+800, it can be identified that in the section from 0+500 to 0+620 there is a gabion wall that must be evaluated, The evaluated gabion wall presents, settlement, ground thrust, collapse, some sections there is a break in its meshes and the presence of stones greater than 20 cm is evidenced in 6% of the total, 78% of the respondents indicate that the identification and evaluation of the wall will serve to improve the riparian defense in said evaluated section, therefore, it is concluded that the Tayca River has faults which can cause a river overflow

**Keywords: Gabion wall, gabion mesh, riparian defense**

## **I. Planteamiento del problema de la Investigación**

### **1.1. Descripción del problema**

Los muros de gaviones tienen alta resistencia a los empujes, siempre y cuando sean construidos adecuadamente siguiendo las normas sobre el diseño hidráulico y estructural.

El problema de erosión y socavación es la causa predominante en las fallas de las estructuras hidráulicas en los cauces de los ríos, es por ello que dicho fenómeno es tomado como línea de investigación, debido a la frecuencia en que ocurren a nivel internacional debido al cambio climático.

En el Perú, en los últimos años el fenómeno de socavación y erosión en las márgenes de los ríos ha originado desbordes e inundaciones causando perjuicio a los terrenos de cultivo, poblaciones y estructuras.

En la provincia de Huarney se presenta cada año problemas de desborde e inundación a causa de la falta de obras de protección de las defensas ribereñas, estas se originan en épocas de lluvia y se acentúan a consecuencia del fenómeno del niño, los cuales se presentan cada cierto tiempo.

### **1.2. Formulación del problema**

¿La evaluación de muro de gaviones para mejorará la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023?

### **1.3. Justificación**

La justificación de una investigación tiene 3 partes que son la pertinencia del tema, el objeto de estudio, la importancia y la utilidad de los resultados según los objetivos

planteados, esto contribuirá a la estructura del conocimiento y su aplicación práctica.

### **1.3.1. Justificación Teórica**

Para Álvarez (1) “Se debe realizar una justificación teórica cuando el tema elegido se enfoque a alguna teoría en particular. Este tipo de justificación tiene la función de lograr un debate académico y reflexiones que aporten más información.”

En nuestro caso son los argumentos del marco teórico, que reflejan las teorías de las partes y componentes de una defensa ribereña.

### **1.3.2. Justificación Metodológica**

Como menciona Álvarez (1) “buscando nuevas formas de hacer investigación, entonces podemos afirmar que el estudio tiene una justificación metodológica.”

En nuestro caso se hará uso de métodos y técnicas de medición de hidrología, hidráulica y estructurales.

### **1.3.3. Justificación Práctica**

Citando a Álvarez (1) “su justificación es practica porque genera información que podría utilizarse para tomar medidas tendientes a mejorar ese sector.”

En nuestro caso ayudara en la toma de decisiones para posterior mejoramiento de la defensa ribereña.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

Realizar la evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023.

### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Evaluar el muro de gaviones para realizar el mejoramiento de la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023.
- Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023.

## II. Marco Teórico

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Citando a Gómez. (2) Guatemala, 2020. En su tesis “Diversas aplicaciones de gaviones para la protección y estabilización de taludes”. Tiene como **objetivo general** Dar soluciones a la construcción y reparación en laderas o taludes con peligro de derrumbe La **metodología** para el diseño de las estructuras formadas por gaviones, los análisis y estudios realizados a este tipo de estructuras.

Se **concluye** se dan recomendaciones en la ejecución de proyectos de gaviones, y se incluye un ejemplo empleando estas estructuras.

Linco (3) Chile, 2015. Menciona en su tesis “Diseño de defensas fluviales río cruces en San José de la Mariquina”. El presente proyecto tiene como **objetivo general** realizar el diseño de la defensa de los fluviales para que prevenga daños e inundaciones que llegase a producir el río mediante la crecida del caudal en el río cruces en San José, este proyecto nace de la necesidad de conocer el escenario al que se enfrentaría el río Cruces en San José de la Mariquina para los caudales de período de retorno, en especial para el caso de la crecida centenaria. La **metodología** fue descriptiva y el empleo de fichas técnicas de recolección de información.

Se **concluyó** que el diseño de las estructuras cumple con las normas vigentes.

Teniendo en cuenta a Volonté (4) Argentina, 2017. Menciona en su tesis doctoral “Geomorfología fluvial aplicada al peligro de crecidas: cuenca del arroyo San Bernardo, sistema de Ventania, Argentina”, como **objetivo principal** el estudio de la geomorfología fluvial del arroyo, analizado el peligro de las crecidas en la población Sierra de la Ventana. **La metodología** fue descriptiva y no experimental. **Conclusiones** las inundaciones se producen mayormente en la parte superior de la cuenca.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Como menciona Chávez (5) Junín, en el 2022. En su tesis que tituló “Evaluación y mejoramiento de una estructura hidráulica para la defensa ribereña en la asociación de viviendas “las palmeras”, **objetivo general:** Evaluar y mejorar la estructura hidráulica para la defensa ribereña en la Asociación de viviendas “Las Palmeras”, La **metodología** empleada fue correlacional y descriptiva, como **conclusión** se presentó una defensa ribereña que se encuentra deteriorada por acción del empuje, por lo que necesita realizar un mejoramiento.

Según Ruiz (6) en la ciudad de Lima, en 2020. En su tesis “Diseño de defensa ribereña en la margen carátula izquierda del río Chillón – distrito de Comas, zonal 14 – Lima” tuvo como **objetivo** diseñar una estructura de defensa ribereña conformada por un muro con el propósito y objetivo de proteger la margen izquierda del río Chillón, **objetivo general** , diseñar el tipo de defensa ribereña que se deberá emplear en la margen izquierda del río

Chillón, se llegó a la conclusión de diseñar un muro de gaviones teniendo en cuenta la erosión y socavación y las máximas avenidas.

Como afirma Pérez (7), 2022. En su tesis “Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente comuneros.” El objetivo fue identificar las mejores alternativas para el desarrollo de defensas ribereñas analizando tres tipos de diseño: enrocado, gaviones y muros de roca de gravedad. Siguiendo una metodología fue descriptiva, de corte transversal y no experimental, llegando a la **conclusión** que el muro de gravedad es la mejor alternativa para dar respuesta a los objetivos planteados.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

Dicho con palabras de Nalvarte (8), en el año 2022. En su tesis “Evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña para la protección del campo deportivo monumental de Muyurina en el centro poblado de Muyurina”, **objetivo general** evaluar y diseñar la defensa ribereña para proteger el campo deportivo Monumental de Muyurina, La metodología utilizada fue descriptiva y de corte transversal por que la toma de datos fue en un tiempo corto. La conclusión mas relevante fue que la defensa ribereña perdió estabilidad, por lo que es necesario el mejoramiento de la estructura hidráulica.

Como afirma Pareja (9), 2022. En su tesis “Evaluación y diseño para la defensa ribereña del rio cachi margen derecho en el centro poblado de Cangari – 2022.” Tuvo como **objetivo** de este estudio de investigación es analizar las diversas técnicas y estrategias que se utilizan en la defensa de la

ribera, con el fin de establecer su eficacia y sostenibilidad en diferentes entornos geográficos y ambientales. El **objetivo general** fue: “Evaluar y diseñar estructuras para mejorar la defensa ribereña del río Sechin – 2023, la conclusión fue que la estructura a mejorar es el muro de gaviones en una longitud de 45 m. llegando a la conclusión que dicho gavión se encuentra deteriorado en un 72% de toda su longitud.

Según Velarde J (10), 2022. En su tesis “Evaluación y diseño de defensa ribereña del río Huarmey, departamento de Ancash – 2022. tuvo como **objetivo general**, evaluar y diseñar estructuras para mejorar la defensa ribereña para la protección ante peligro de inundación del río Huarmey, **objetivo específico**, es evaluar el caudal de las máximas avenidas de diseño para la protección en riberas de la margen izquierda y izquierda del río Huarmey La **metodología** fue descriptiva, no experimental y transversal. En **conclusión**, a consecuencia de los desbordes la población sufre de la pérdida de animales y terrenos de cultivo por lo que fue necesario realizar la evaluación.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Evaluación del muro de gaviones**

Citando a Geosintéticos y Construcción (11) “La evaluación se realiza para determinar la estabilidad de la estructura.”

#### **2.2.1.1. Muro de gaviones**

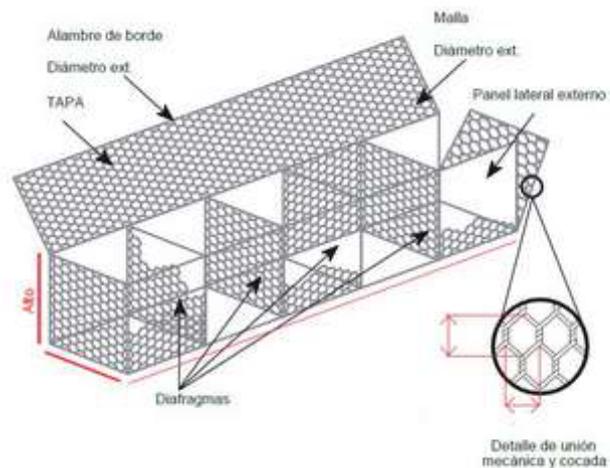
De acuerdo con Soto (12) “Es un tipo de construcción de forma rectangular que se su interior se rellena de grava, conformada por mallas electrosoldadas.”

### 2.2.1.1.1. Tipos de muro de gaviones

#### a. Gavión tipo caja

Según Bolívar (13) “consiste en una celda de forma cuadrada o rectangular.”

#### Ilustración 1: Gavión tipo caja



**Fuente:** Comercio Industrial del Sur

#### b. Gavión tipo saco

Como menciona Geofort (13) “Tienen la forma cilíndrica, constituidas por un único paño de malla de torsión, en sus bordes libres presenta un alambre especial que pasa alternadamente por las mallas para permitir el montaje del elemento en la obra.”

### 2.2.1.2. Usos de muros de gaviones

Como señala Geofort (13) “El gavión es ampliamente utilizado en la sistematización y corrección de los cauces fluviales, en la regularización del transporte de sólidos y en la creación de

reservorios artificiales, con la construcción de diques, soleras, presas y otros.”

### 2.2.1.3. Características de estructuras de muro de gaviones

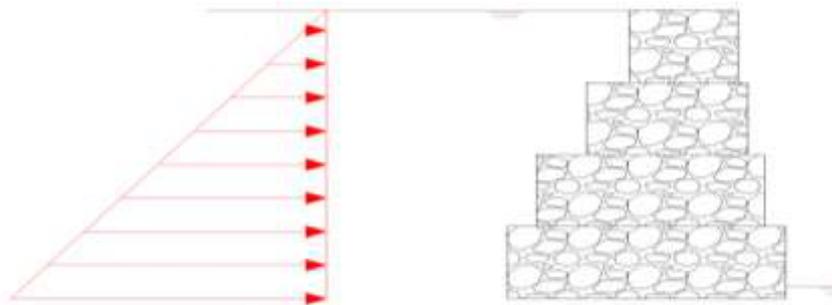
Bolívar (13) señala “Los gaviones son una alternativa eficaz para las diferentes situaciones en que son requeridos. Los materiales que lo conforman son de fácil obtención o preparación y el proceso constructivo no necesita personal especializado.”

### 2.2.2. Evaluación de estabilidad de muro de gaviones

Para Geo sintéticos y Construcción (11) “Las funciones de estas estructuras son múltiples, indicando el uso en el reforzamiento de taludes o riberas marinas de ríos y canales. De igual manera sirve como una herramienta en el control de la erosión.”

#### **Empujes en los muros de gaviones**

Los empujes son las fuerzas que realizan los suelos y otras cargas sobre y detrás de los muros de contención. Estas fuerzas se clasifican en cuatro tipos para un análisis estándar.



*Ilustración 2: Empuje en el muro de gaviones*

**Fuente:** Dimensionamiento de muros de gaviones - 2019

### **Capacidad portante de la base**

“El suelo debe tener una capacidad portante para evitar los asentamientos diferenciales del muro.” (11)

### **Volteo**

El volteo es una fuerza constituida principalmente de torsión que se genera en los extremos de la base.

### **Deslizamiento**

El muro de gaviones tiene la capacidad de resistir el empuje horizontal, la fuerza que ayuda a resistir esta presión es la fricción entre la base del muro y el suelo.



### **Ilustración 3: Deslizamiento**

**Fuente:** Dimensionamiento de muros de gaviones - 2019

#### **2.2.2.1. Ventajas de los gaviones**

Dentro de las ventajas que presentan los gaviones son:

Resistencia: las celdas en conjunto con las gravas ejercen resistencia a la rotura.

Reforzamiento: los alambres de las celdas son reforzadas para evitar la corrosión.

Drenaje: los muros de gaviones al contener grava permiten el paso del agua, por lo que tienen buen drenaje.

Flexibilidad: estos muros de gaviones comparándolos con otros materiales poseen mayor flexibilidad.

### **2.2.3. Mejora de la defensa ribereña**

#### **2.2.3.1. Defensa ribereña**

El Ministerio de Vivienda y Construcción (14) señala “Las defensas ribereñas son estructuras construidas e implementadas para la protección de las márgenes y áreas adyacentes a los ríos, que permiten evitar procesos erosivos, socavamientos y desbordes originados por la dinámica hidrológica.”

#### **2.2.3.2. Importancia de las defensas ribereñas**

Mayo (15) indica que las defensas ribereñas también son llamados controladores ribereños. Las cuencas son muy importantes para las defensas ribereñas porque depende de la geomorfología si es costa, sierra o selva se realizan los diseños adecuados. Pero en general todas cumplen las siguientes funciones:

### **2.3. Hipótesis**

Esta investigación no requiere de hipótesis

### **III. Metodología**

#### **3.1. Nivel, Tipo y Diseño de Investigación**

##### **3.1.1. Nivel de investigación**

Como expresa Condori (16) “El nivel de una investigación se refiere al grado de conocimiento que posee el investigador en relación con el problema, hecho o fenómeno a estudiar.”

El nivel de investigación fue cualitativo y cuantitativo.

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

Lozada (17) menciona, La investigaciónn aplicada “es un proceso que permite transformar el conocimiento teórico que proviene de la investigación básica en conceptos, prototipos y productos, sucesivamente.

En tal sentido esta investigación es de tipo aplicada.”

El tipo de investigación fue descriptiva porque utiliza conocimientos teóricos para resolver una situación específica.

##### **3.1.3. Diseño de investigación**

Se precisa como los métodos y técnicas elegidos por un investigador para combinarlos de una manera razonablemente lógica para que el problema de la investigación sea manejado de manera eficiente.

En este caso se determina el muro de gaviones para realizar el mejoramiento de la defensa ribereña del rio Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023, Vinculando los antecedentes de la población para crear un marco conceptual que permita brindar una solución a la defensa ribereña del distrito Huarney



**Donde:**

Mi = Evaluación de muro de gaviones.

Xi = Mejorar la defensa ribereña del rio Tayca

Oi = Defensa ribereña del rio Tayca del distrito y provincia de Huarney,

Yi = Resultado

### **3.2. Población y muestra**

#### **Población**

La población estuvo conformada por el cauce del rio Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash

#### **Muestra**

En este trabajo de investigación la muestra fueron los muros de gaviones para mejorar las defensas ribereñas de las zonas rurales.

### 3.3. Variables, Definición y Operacionalización

Tabla 01. Definición y operacionalización de las variables

Variable	Definición Operativa	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición	Categorías o Valoración
Evaluación de muro de gaviones	Mediante aplicación de estudio topográfico, métodos hidrometeorológicos, teoría de hidráulica de ríos y gaviones	Zonas vulnerables a la inundación	Vulnerabilidad por exposición a la inundación	Nominal	Si, No
			Diseño de muro de gaviones	Hidrología de la cuenca	Razón
		Precipitación		Razón	Lámina de agua
		Caudales máximos		Razón	Caudal
		Hidráulica fluvial		Razón	Tirante máximo
		Defensa ribereña	Razón	Dimensiones	
Mejora de la defensa ribereña	Valoración del deterioro de infraestructuras y producción agrícola, de acuerdo a las teorías de estimación.	Social	Deterioro de producción agrícola	Nominal	Si, No
			Deterioro de Infraestructura vial afectada	Nominal	Si, No

Fuente: Elaboración propia

### **3.4. Técnicas e Instrumentos de recolección de información**

#### **3.4.1. Técnicas**

##### **Observación no experimental**

En este trabajo de investigación se aplicó la técnica de observación directa y encuesta.

#### **3.4.2. Instrumento de recolección de información**

La técnica empleada para esta investigación fue las fichas de recolección de datos y cuestionario.

### **3.5. Método de Análisis de datos**

#### **Análisis cualitativo**

Este enfoque reconoce principalmente a preguntas como «por qué», «qué» o «cómo». esta pregunta se relaciona a través de técnicas cuantitativas como cuestionarios. Este tipo de análisis se realiza en forma de textos y narraciones, que también pueden incluir representaciones de audio y vídeo.

### **3.6. Aspectos Éticos**

El fundamento sobre el cual el profesional se desarrolla y, de esta manera, mantiene su imagen, son los principios éticos, que son particulares a cada profesional.

#### **Ética para el inicio de la evaluación**

3.7. Realizar de manera responsable los elementos del proyecto para análisis cualitativo posterior. Explicar de forma clara y concisa el proyecto, sus objetivos y lo que esperamos lograr, obtener apoyo y aprobación para realizar el trabajo en el distrito Huarmey.

### **Ética en la recolección de datos**

Para poder obtener un mejor análisis más adelante en el proyecto, la recopilación de datos debe manejarse de manera responsable.

### **Ética para la solución de análisis**

Hay que relacionar los conocimientos con las preguntas formuladas para encontrar posibles soluciones al proyecto.

### **Ética en la solución de resultados**

Lograr resultados relevantes asumiendo la responsabilidad de iniciar evaluaciones, recopilar datos y analizar soluciones con responsabilidad, criterio y diligencia.

## IV. RESULTADOS

**4.1.Resultado N° 01:** Dando respuesta al primer objetivo específico: Evaluar el muro de gaviones para realizar el mejoramiento de la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023.

**Tabla 1:** Identificación de gaviones

Ficha N° 1			
<b>Título:</b>	EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023		
<b>Autor:</b>	Cabello Cacha, Juan Carlos	<b>Fecha:</b>	Dic-23
<b>Nro.</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción de la zona de identificación</b>	
1	0+100 a 0+200	No presenta defensa ribereña	
2	0+200 a 0+300	No presenta defensa ribereña	
3	0+300 a 0+400	No presenta defensa ribereña	
4	0+400 a 0+500	No presenta defensa ribereña	
5	0+500 a 0+620	Presenta muro de gaviones a ser evaluado	
6	0+620 a 0+700	No presenta defensa ribereña	
7	0+700 a 0+800	No presenta defensa ribereña	

**Fuente:** Elaboración propia

**Interpretación:** De la Identificación del tramo comprendido de la progresiva 0+100 a 0+800, se puede identificar que en tramo de 0+500 a 0+620 presenta un muro de gaviones que debe ser evaluado

**Tabla 2:** Evaluación de la zona de gaviones

<b>Ficha N° 2</b>			
<b>Título:</b>	EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023		
<b>Autor</b>	Cabello Cacha, Juan Carlos	<b>Fecha:</b>	Dic-23
<b>Tipo de Falla</b>	<b>Resultado Evaluación</b>		
Longitud del Muro	La longitud evaluada es de 120 m. lineales		
Niveles del muro	Presenta 3 niveles, los anchos son en el inferior de 5 m., el intermedio 3 m. y el superior 1 m.		
Asentamientos	Presenta asentamiento diferencial en ciertos tramos, con promedio de 8 cm.		
Empujes de terreno	Se evidencia empuje del terreno en la progresiva 0+540 a 0+544		
Desplome	En la progresiva 0+540 a 0+555 presenta desplome		
Vegetación	No presenta vegetación		
Desmonte o basura	En todos los tramos analizados no se encuentra desmonte o basura		
Tipo de mallas	Las mallas son octogonales		
Corrosión	No presenta corrosión en las mallas		
Rotura de malla	En pequeños tramos existe rotura de malla por la presencia de piedras de mayor tamaño a 20 cm		
Agregados	Aproximadamente el 6 % de piedras tienen un tamaño mayor a los 0.20 m lo que produce empuje y deformación de las mallas		
Socavación	No se identifica socavación en todo el tramo		

**Fuente:** Elaboración Propia

**Interpretación:** Al concluir con la evaluación, el muro de gaviones evaluado presenta, asentamiento, empuje del suelo, desplome, algunos tramos existe rotura en sus mallas y se evidencia presencia de piedras mayores a 20 cm en un 6% del total

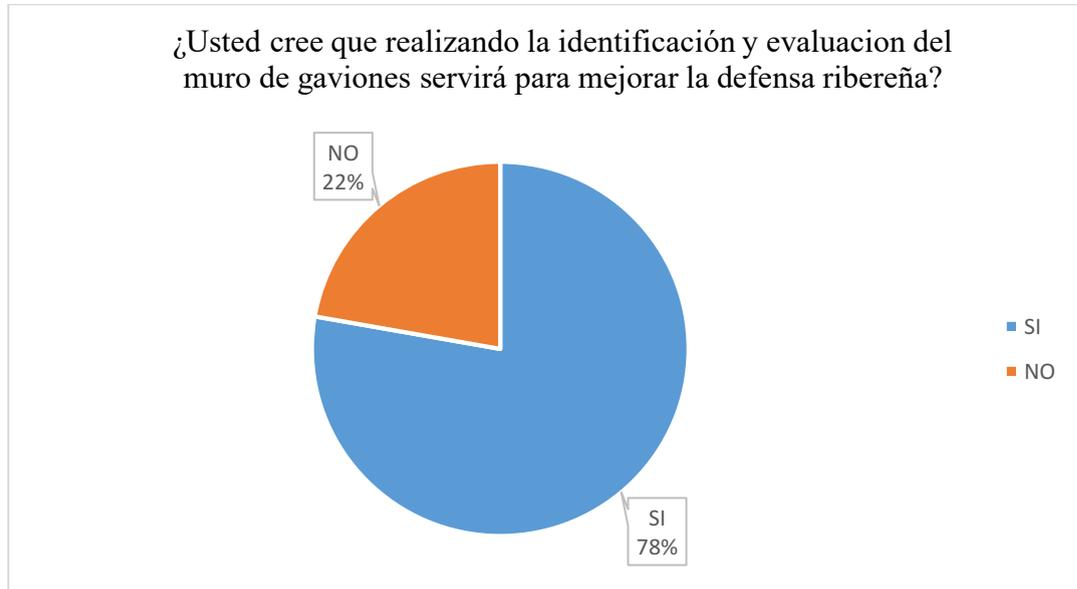
**4.2.Resultado N°02:** Dando respuesta a nuestro segundo objetivo específico, “Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarmey, departamento de Ancash – 2023”.

**Tabla 3:** Mejora de la zona de gaviones

<b>Ficha N° 3</b>			
<b>Título:</b>	EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023		
<b>Autor</b>	Cabello Cacha, Juan Carlos	<b>Fecha:</b>	Dic-23
¿Usted cree que realizando la identificación y evaluación del muro de gaviones servirá para mejorar la defensa ribereña?			
<b>Encuestado</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	
Juana Perez Gutierrez	X		
Lorenza de la Cruz Pisco	X		
Tania Rimaycuna Alvares		X	
José Peres Villa	X		
Juan Victor Ochoa Tineo	X		
Lucia Abarca Lopez		X	
susana del socorro Arroyo Diaz	X		
Roxana Quispe Vilca	X		
Ingri Rimaycuna Quispe	X		

**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfico 1:** ¿Usted cree que realizando la identificación y evaluación del muro de gaviones servirá para mejorar la defensa ribereña?



**Interpretación:** Según el cuadro el 78% de los encuestados señala que la identificación y evaluación del muro, servirá para poder mejorar la defensa ribereña en dicho tramo evaluado

## V. DISCUSION

Teniendo en cuenta el primer resultado sobre la identificación de las zonas vulnerables en el río el cual presenta zonas a evaluar por posibles desbordes y comparándolo con el antecedente el cual señala que mayormente las zonas vulnerables se ubican en las partes curvas del cauce del río.

Realizaron la discusión del resultado con el antecedente, nuestro resultado señala la presencia de fallas en el muro de gaviones como son el desplome, el empuje, asentamientos, rotura de malla Y en el antecedente la falla más predominante fue la socavación.

Como resultado a la mejora de la defensa ribereña, el resultado nos señala que si mejorará la defensa ribereña y en el antecedente el 100% señala lo mismo que la evaluación servirá para mejorar la defensa ribereña del río.

## **VI. CONCLUSIONES**

1. Respecto a el primer objetivo se concluye que la evaluación del muro de gaviones en las progresivas señaladas presenta zonas con posibles desbordes ya que nuestro se observaron presencia de fallas en el muro de gaviones como son el desplome, el empuje, asentamientos, rotura de malla por lo tanto estos hallazgos subrayan la urgencia de intervenciones específicas y adaptadas a cada tramo para prevenir posibles desbordes
2. Debido al segundo objetivo se concluye que el 78% de los pobladores encuestados muestra optimismo respecto a que la defensa riverena mejorara con la identificación y evaluación de los muros de gaviones

## **VII.RECOMENDACIONES**

- Se recomienda llevar acabo un mejoramiento por parte de las autoridades encargadas de dicho distrito para así evitar inundaciones por posibles desbordes del rio.
- Se recomienda orientar a la población sobre las consecuencias que traería un desborde de rio debido a las fallas que presenta los gaviones y así se considere el riesgo potencial de desbordamiento del río, especialmente debido a los asentamientos observados en algunos tramos. Es importante que tomen precauciones y estén alerta a las condiciones del enrocado para garantizar la seguridad de sus vidas y actividades agrícolas.

## Referencias bibliográficas

1. Alvarez Risco A. Justificación de la Investigación.
2. Martínez Lloris M. El comportamiento hidrodinámico de la cuenca del río Quípar (sureste de España). La función de los diques de corrección hidrológica. 2006;
3. Linco Olave NA. Diseño De Defensas Fluviales Río Cruces En San José De La Mariquina. Universidad Austral de Chile; 2015.
4. Volonté A. Geomorfología fluvial aplicada al peligro de crecidas: cuenca del arroyo San Bernardo, sistema de Ventania, Argentina. 2017.
5. CHAVEZ PORRAS AV. Evaluación y mejoramiento de una estructura hidráulica para la defensa ribereña en la asociación de viviendas “las palmeras”, distrito de paratushali, provincia de Satipo, departamento de Junín para mejorar la condición hídrica – 2022. Universidad Catolica los Angeles de Chimbote; 2022.
6. Ruiz Davila R del P. Universidad Peruana Los Andes. Universidad Peruana Los Andes. Univeridad Peruana Los Andes; 2020.
7. Pérez Silva L. Evaluación del diseño hidráulico y estructural de las defensas ribereñas en la margen izquierda del puente comuneros. Universidad Continental; 2022.
8. Nalvarte Vargas M. Evaluación y mejoramiento de la defensa ribereña para la protección del campo deportivo monumental de Muyurina en el centro poblado de Muyurina, empleando el algoritmo SFM-DMV en el distrito de Tambillo, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho-202. Universidad Catolica Los Angeles de Chimbote; 2022.
9. Pareja Martinez K. Evaluación y diseño para la defensa ribereña del rio cachi margen derecho en el centro poblado de Cangari-Chihua, distrito de Iguain, provincia de

- Huanta, departamento de Ayacucho – 2022. Universidad Catolica los Angeles de Chimbote.; 2022.
10. JORGE VELARDE Bladimir. Evaluación y diseño de defensa ribereña del río Rosaspata, en la localidad de Rosaspata, distrito de Vinchos, provincia de Huamanga, departamento de Ayacucho – 2022. 2022.
  11. Innovación en Geosintéticos y Construcción [Internet]. [cited 2023 Nov 22]. Available from: <https://igc.com.pe/muros-de-gaviones-evaluar-estabilidad/>
  12. Soto Contreras J. Presupuesto para muro en gavión a gravedad – para protección de la rivera del rio magdalena en el corregimiento de puerto Bogotá municipio de Guaduas Cundinamarca.
  13. Bolivar Trujillo RE. Gaviones.
  14. (Ley 6118/2020-CR Art 2) C de la republica. Ley que regula la construccion de defensa ribereña por parte de los gobiernos regionales y locales.
  15. Mayo Sauñe OD, Pacheco Cajavilca OG. Instalaciones de la defensa ribereña con gaviones y la evaluacion del impacto ambiental del proyecto en el distrito de Paucas\_Huari\_Ancash.
  16. Condori Ojeda P. Niveles de investigación.
  17. Lozada J. Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Quito; 2014 Dec.

Anexos

Anexo 01. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Metodología	Referencias bibliográficas
<p>¿La evaluación de muro de gaviones para mejorará la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023?</p>	<p><b>Objetivo general</b> Realizar la evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023.</p> <p><b>Objetivo específico</b> Evaluar el muro de gaviones para realizar el mejoramiento de la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023.</p> <p>Determinar la mejora de la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash – 2023.</p>	<p><b>Nivel de investigación</b> “El nivel de investigación fue cualitativo debido a que estudiará a través de los conceptos teóricos las características del problema.”</p> <p><b>Tipo de investigación</b> El tipo de investigación fue descriptiva porque utiliza conocimientos teóricos para resolver una situación específica.</p> <p><b>Diseño de investigación</b> “Se define como los métodos y técnicas elegidos por un investigador para combinarlos de una manera razonablemente lógica para que el problema de la investigación sea manejado de manera eficiente.”</p>	<p>Gómez ERC. diversas aplicaciones de gaviones para la protección y estabilización de taludes [internet]. edu.gt. [citado el 14 de enero de 2024]. disponible en: <a href="http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2461_c.pdf">http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_2461_c.pdf</a>.</p>

Fuente: elaboración propia

**Anexo 02. Instrumento de recolección de información**

<b>Ficha N° 1</b>			
<b>Título:</b>	EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023		
<b>Autor:</b>	Cabello Cacha, Juan Carlos	<b>Fecha:</b>	
<b>Nro.</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Descripción de la zona de identificación</b>	

<b>Ficha N° 2</b>			
<b>Título:</b>	EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023		
<b>Autor</b>	Cabello Cacha, Juan Carlos	<b>Fecha:</b>	
<b>Tipo de Falla</b>	<b>Resultado Evaluación</b>		
Longitud del Muro			
Niveles del muro			
Asentamientos			
Empujes de terreno			
Desplome			
Vegetación			
Desmonte o basura			
Tipo de mallas			
Corrosión			
Rotura de malla			
Agregados			
Socavación			

**Anexo 02. Cuestionario**

<b>Ficha N° 3</b>			
<b>Título:</b>	EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023		
<b>Autor</b>	Cabello Cacha, Juan Carlos	<b>Fecha:</b>	Dic-23
¿Usted cree que realizando la identificación y evaluación del muro de gaviones servirá para mejorar la defensa ribereña?			
<b>Encuestado</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	

## CARTA DE PRESENTACIÓN

Magister: Gonzalo Eduardo France Cerna

Presente.-

Tema: PROCESO DE VALIDACIÓN A TRAVÉS DE JUICIO DE EXPERTOS

Ante todo saludarlo cordialmente y agradecerle la comunicación con su persona para hacer de su conocimiento que yo: **Cabello Cacha Juan Carlos** egresado del programa académico de **Ingeniería Civil** de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote, debo realizar el proceso de validación de mi instrumento de recolección de información, motivo por el cual acudo a Ud. para su participación en el Juicio de Expertos.

Mi proyecto se titula: **"EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2023"** y envío a Ud. el expediente de validación que contiene:

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

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

Atentamente,



Firma de estudiante

DNI: 45639909

## Identificación del experto

<b>Ficha de Identificación del Experto para proceso de validación</b>	
<b>Nombres y Apellidos:</b> Gonzalo Eduardo France Cerna	
N° DNI: 09147920	Edad: 59 años
Teléfono / celular: 943227728	Email: gfrance73528@hotmail.com
<hr/>	
<b>Título profesional:</b>	
<b>Grado académico:</b> Maestría <u>X</u>	Doctorado: _____
<b>Especialidad:</b> Transporte y conservación Vial	
<b>Institución que labora:</b> Universidad Cesar Vallejo	
<hr/>	
<b>Identificación del Proyecto de Investigación o Tesis</b>	
<b>Título:</b>	Evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarney, departamento de Ancash - 2023
<b>Autor:</b>	Cabello Cacha Juan Carlos
<b>Programa académico:</b>	Ingeniería Civil
<hr/>	
	
Firma	Huella digital

## Anexo 04. Confiabilidad del instrumento

FICHA DE VALIDACIÓN*								
TÍTULO: EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RIO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH - 2023								
Variable 1: Evaluación de muro de gaviones		Relevancia		Pertinencia		Claridad		Observaciones
Dimensión 1: Zonas vulnerables a la inundación		Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	Cumple	No cumple	
1	Vulnerabilidad por exposición a la inundación	X		X		X		
Dimensión 2: Diseño de muro de gaviones								
1	Hidrología de la cuenca	X		X		X		
2	Precipitación	X		X		X		
3	Caudales máximos	X		X		X		
4	Hidráulica fluvial	X		X		X		
5	Defensa ribereña	X		X		X		
Variable 2: Mejora de la defensa ribereña								
Dimensión 1: Social								
1	Deterioro de producción agrícola	X		X		X		
2	Deterioro de Infraestructura vial afectada	X		X		X		

Recomendaciones: .....

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

Nombres y Apellidos de experto: Mg Gonzalo Eduardo France Cerna DNI 09147920



GONZALO EDUARDO FRANCE CERNA  
INGENIERO CIVIL  
REG. COLEGIO DE INGENIEROS N° 73523  
CIV. N° 007474-VCZNVH

Firma



## Anexo 05. Formato de consentimiento informado



### PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO

Mi nombre es Cabello Cacha, Juan Carlos y estoy haciendo mi investigación, la participación de cada uno de ustedes es voluntaria.

A continuación, te presento unos puntos importantes que debes saber antes de aceptar ayudarme:

- Tu participación es totalmente voluntaria. Si en algún momento ya no quieres seguir participando, puedes decírmelo y volverás a tus actividades.
- La conversación que tendremos será de 5 minutos máximos.
- En la investigación no se usará tu nombre, por lo que tu identidad será anónima.
- Tus padres ya han sido informados sobre mi investigación y están de acuerdo con que participes si tú también lo deseas.

Te pido que marques con un aspa (x) en el siguiente enunciado según tu interés o no de participar en mi investigación.

¿Quiero participar en la investigación de la evaluación de muro de gaviones para mejorar la defensa ribereña del río Tayca del distrito y provincia de Huarmey, departamento de Ancash – 2023?	Sí	No
--	----	----

Fecha: 23 de diciembre del 2023



## PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENCUESTAS

(Ingeniería y Tecnología)

La finalidad de este protocolo en Ingeniería y tecnología es informarle sobre el proyecto de investigación y solicitarle su consentimiento. De aceptar, el investigador y usted se quedarán con una copia.

La presente investigación se titula EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023 y es dirigido por Cabello Cacha, Juan Carlos, investigador de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. El propósito de la investigación es: Mejorar el muro de gaviones de la defensa ribereña del río Tayca

Para ello, se le invita a participar en una encuesta que le tomará 5 minutos de su tiempo. Su participación en la investigación es completamente voluntaria y anónima. Usted puede decidir interrumpirla en cualquier momento, sin que ello le genere ningún perjuicio. Si tuviera alguna inquietud y/o duda sobre la investigación, puede formularla cuando crea conveniente.

Al concluir la investigación, usted será informado de los resultados a través del número telefónico 974829938 Si desea, también podrá escribir al correo [jcabelloc6@gmail.com](mailto:jcabelloc6@gmail.com) para recibir mayor información. Asimismo, para consultas sobre aspectos éticos, puede comunicarse con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad Católica los Ángeles de Chimbote.

Si está de acuerdo con los puntos anteriores, complete sus datos a continuación:

Nombre: Juan Victor Ochoa Tinco

Fecha: 23 de diciembre del 2023

Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Firma del participante: 

Firma del investigador (o encargado de recoger información):





## PROTOCOLO DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA ENTREVISTAS

(Ingeniería y Tecnología)

Estimado/a participante

Le pedimos su apoyo en la realización de una investigación en **Ingeniería y Tecnología**, conducida por Cabello Cacha, Juan Carlos, que es parte de la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. La investigación denominada:

**EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023**

- La entrevista durará aproximadamente 5 minutos y todo lo que usted diga será tratado de manera anónima.
- La información brindada será grabada (si fuera necesario) y utilizada para esta investigación.
- Su participación es totalmente voluntaria. Usted puede detener su participación en cualquier momento si se siente afectado; así como dejar de responder alguna interrogante que le incomode. Si tiene alguna pregunta durante la entrevista, puede hacerla en el momento que mejor le parezca.
- Si tiene alguna consulta sobre la investigación o quiere saber sobre los resultados obtenidos, puede comunicarse al siguiente correo electrónico: [jccabelloc6@gmail.com](mailto:jccabelloc6@gmail.com) o al número 974829938 Así como con el Comité de Ética de la Investigación de la universidad, al número (043) 422439 - 943630428

Complete la siguiente información en caso desee participar:

Nombre completo:	Juan Victor Ochoa Tineo
Firma del participante:	
Firma del investigador:	
Fecha:	23 de diciembre del 2023

## Anexo 06. Documento de Aprobación de institución para la recolección de información



**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN  
COORDINACIÓN DE GESTIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

“Año de la unida, la paz y el desarrollo”

**Chimbote 13 de noviembre del 2023**

**CARTA N° 001-2023-2023-CGI-VI-ULADECH CATÓLICA**

**Señor/a**

Juan Victor Ochoa Tineo

**Presente**

A través del presente, reciba el cordial saludo en nombre del vicerrectorado de investigación de la Universidad Católica los Ángeles de Chimbote, a la vez solicito su autorización formal para llevar a cabo una investigación titulada **“EVALUACIÓN DE MURO DE GAVIONES PARA MEJORAR LA DEFENSA RIBEREÑA DEL RÍO TAYCA DEL DISTRITO Y PROVINCIA DE HUARMEY, DEPARTAMENTO DE ANCASH – 2023”** que involucra la recolección de información/datos en servidores, a cargo del investigador **CABELLO CACHA JUAN CARLOS** con DNI N° **45639909**, cuyo asesor el/la docente **ING. MGTR. GONZALO MIGUEL LÉON DE LOS RÍOS**

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

Es propicia la oportunidad, para reiterarle las muestras de mi especial consideración y estima personal

Atentamente



Dr. Willy Valle Salvatierra  
Coordinador de Gestión de Investigación

## CARTA DE ACEPTACIÓN

23 de noviembre del 2023

Presente

**Para** : Cabello Cacha Juan Carlos

**Referencia** : Autorización para realizar su trabajo de investigación en la localidad ..

**Asunto** : Respuesta al acta de presentación para el desarrollo de su trabajo de investigación

De mi mayor consideración. –

Para mi Juan Victor Ochoa Tineo representante del distrito Huarmey, es grato dirigirme a usted con fin de hacerle llegar mi cordial saludo y a la vez hacer propicia la oportunidad para comunicarle mediante la presente carta que usted cuenta con mi autorización para poder realizar su trabajo de investigación en el distrito Huarmey Así mismo indicarle que puede realizar los estudios necesarios para continuar con su trabajo de investigación.



---

Juan Victor Ochoa Tineo

## Anexo 07. Evidencias de Ejecución

**Ilustración 4:** Diámetro de la malla



**Fuente:** Elaboración propia

**Ilustración 5:** Anchura del muro de gaviones



**Fuente:** elaboración propia

**Ilustración 6:** Largo del muro de gaviones



**Fuente:** Elaboración propia

**Ilustración 7:** Anchura del gavión



**Fuente:** Elaboración propia

**Ilustración 8:** Diámetro de malla



**Fuente:** Elaboración propia

**Ilustración 9:** Altura del gavión



**Fuente:** Elaboración propia

# Manual de diseño de gaviones

## Gaviones

Rafael Ernesto Bolívar Trujillo  
Departamento de Diseño, Investigación e Innovación (DRIM)  
Aceros Metales y Mallas Ltda.  
[drim.amym@gmail.com](mailto:drim.amym@gmail.com)

**Resumen-** Es clara la existencia de los diferentes métodos de atenuación en los taludes y proyectos lineales de ingeniería civil. El gavión es uno de los elementos más utilizados en la contención de los deslizamientos de los taludes. Este documento presenta las características y conceptos asociados a este método de estabilización de taludes.

**Palabras Clave-** Estabilización, talud, ladera, gavión, muro de contención, erosión de ribera, contención, malla triple torsión.

### I. INTRODUCCIÓN

Es común notar los deslizamientos, desprendimientos en las montañas o taludes circundantes a estructuras como son las carreteras y otros proyectos de ingeniería civil. Los muros de contención son estructuras comunes e importantes para la protección de vías de comunicación, edificaciones y zonas de alto riesgo de deslizamiento. (Báez Lozada & Echeverri López, 2015). Estas estructuras proveen soporte a los macizos y evitan el deslizamiento causado por el propio peso, agravado por los efectos naturales del agua y el viento.

Las estructuras de contención están entre las más antiguas construcciones humanas. El análisis de una estructura de contención consiste en el análisis del equilibrio su estructura y el suelo, dicho equilibrio está afectado por las condiciones de resistencia, deformabilidad, permeabilidad, el peso de ambos elementos (suelo y la estructura) y la interacción entre ellos.

En las características del macizo debe considerarse peso, resistencia, deformabilidad y geometría. Adicional a esto debe considerarse los datos sobre las condiciones del drenaje y cargas aplicadas sobre el suelo. Por el lado de la estructura debe considerarse el material utilizado, su estructura y el sistema constructivo empleado. (de Almeida Barros et al., 2010). En la mayoría de los modelos de cálculo existentes se supone un comportamiento activo del sistema, el equivalente a evitar que se produzcan deslizamientos. (Blanco Fernández, 2011).

Los muros de contención se consolidan como uno de los mecanismos de prevención de los deslizamientos más utilizados a nivel mundial, por su facilidad de aplicación, su resistencia y su buena relación con el medio ambiente.

### II. LOS GAVIONES

En las obras de protección contra las acciones de la naturaleza, muchas veces son construidas con poco conocimiento de la constitución del terreno obteniendo resultados poco satisfactorios. Uno de los principales métodos de solución son los gaviones. (Báez Lozada & Echeverri López, 2015).



Figura 1. Estructura con gaviones. Fuente: <http://www.solucionesespeciales.net/MedioAmbiente/Gaviones/Gaviones.aspx>

Los gaviones son elementos modulares con formas variadas, confeccionadas a partir de redes metálicas en malla, que son llenados con piedras de granulometría adecuada y cosidos juntos. Estos forman estructuras destinadas a la solución de problemas geotécnicos, hidráulicos y de control de erosión. El montaje y el llenado de estos elementos puede realizarse de forma manual o con equipos mecánicos comunes. (de Almeida Barros et al., 2010)

#### USOS:

El gavión no debería considerarse como un conjunto de elementos aislados acomodados el uno junto al otro si no como una estructura homogénea y monolítica que puede ser dimensionada. Considerando esto, la gama de gaviones es muy diversa y solo es limitada por la imaginación del hombre.



Figura 2. Gaviones para contención fluvial. Fuente: (A Bianchini, 2017).

Como todo material el gavión puede tener ciertas limitaciones, pero con investigaciones y nuevas tecnologías,

los usos y desempeños se puede incursionar en varias áreas como:

- Geotecnia – Muros de Contención
- Hidráulica fluvial
- Irrigación de canales
- Apoyo y protección de puentes
- Drenaje
- Obras marinas
- Control de erosión
- Obras de emergencia.

#### - GAVIÓN TIPO CAJA:

Este tipo de gavión consiste en una caja de forma prismática (rectangular o cuadrada), el cual se produce a partir de un único paño de malla metálica, que forma la base, la tapa y las paredes frontal y laterales. (A Bianchini, 2017).



Figura 3. Esquema de Gavión tipo caja. Fuente:(A Bianchini, 2017).

Debe ser llenado con material pétreo, con diámetro medio mayor a la menor dimensión de la malla de alambre. Es usual ver como disposición para la construcción de este tipo de gaviones el uso de mallas de doble y triple torsión, malla eslabonada e incluso malla electrosoldada, la utilización de una u otra disposición de la malla es determinada por el tipo de proyecto en el que se va a utilizar el gavión. Es de uso común la malla de triple torsión, para la constitución del gavión.

La red o malla utilizada en la fabricación de los gaviones es producida con alambres de acero con contenido en carbono y revestimientos en zinc o aluminio el cual confiere un grado de protección a la corrosión. Cuando se asume que la malla o el gavión a utilizar posee alta posibilidad de entrar en contacto con el agua, es aconsejable la utilización de mallas con revestimiento plástico. (de Almeida Barros et al, 2010)

#### - GAVIÓN TIPO SACO:

Son estructuras metálicas con forma de cilindro, constituidas por un único paño de malla de torsión, en sus bordes libres presenta un alambre especial que pasa alternativamente por las mallas para permitir el montaje del elemento en la obra.

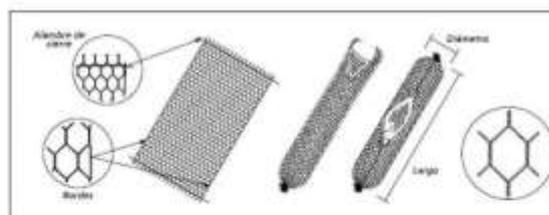


Figura 4. Gavión tipo saco. Fuente: (de Almeida Barros et al. 2010)

Este tipo de gavión es extremadamente versátil dada su forma cilíndrica. Generalmente es empleado de apoyo en estructuras de contención en presencia de agua o sobre suelos de baja capacidad de soporte, debido a su extrema facilidad de colocación. Estas características hacen del gavión fundamental uso en obras de emergencia. El llenado se realiza con rapidez por un extremo o por el costado.

### III. CARACTERÍSTICAS DE ESTRUCTURAS CON GAVIONES

Los gaviones son una alternativa eficaz para las diferentes situaciones en que son requeridos. Los materiales que lo conforman son de fácil obtención o preparación y el proceso constructivo no necesita personal especializado. (Cano Valencia, 2007)

Una de las propiedades fundamentales del gavión es la deformabilidad, que, sin perder su funcionalidad, es importante cuando en los proyectos la obra debe soportar grandes empujes del terreno y a la vez es cimentada en suelos inestables o expuestos a altos niveles de erosión. Al contrario que en el caso de estructuras rígidas el colapso no ocurre de inmediato, lo que permite realizar acciones de recuperación de una forma eficiente.

Dentro de las principales características se encuentra:

- **Estructuración armada:** Resistentes a diferentes tipos de sollicitación
- **Flexible:** capacidad de resistir sollicitaciones imprevistas.
- **Resistentes:** Los alambres de mallas tienen la resistencia y flexibilidad necesaria para soportar fuerzas generadas por el terreno o afluentes hídricos.
- **Drenaje:** dada su constitución con mallas son altamente permeables, lo que impide la generación de presión hidrostáticas.
- **Economía:** Fácil instalación en obra. No requiere mano de obra especializada.
- **Resistencia a la corrosión:** dada la composición del acero utilizado en las mallas (con recubrimiento), permite combatir la corrosión del acero y en los casos de mayor agresividad en la corrosión se utilizan con recubrimiento adicional en PVC.
- **Resistencia a la abrasión:** Esta en función del material de que está hecha la malla y la cantidad de la esta.
- **Resistencia al impacto:** Dada la composición del gavión, y el llenado con piedra, permite la resistencia al impacto generado por el movimiento del terreno.

- **Ecología:** En su mayoría son elaborados con materiales que pueden descomponerse en el medio, su duración y los vacíos en el gavión, permite la colmatación para reforestar y añadir un acabado mejor. (PAVCO & Mexichem, 2013)

#### IV. COMPOSICIÓN DEL GAVIÓN

El gavión este compuesto por mallas de alambre galvanizado llena de cantos, formando cajones. (Suárez Díaz, 2001).

- **ALAMBRES GALVANIZADOS:**

Para la construcción de gaviones se utilizan diferentes calibres de acero galvanizado.

Para determinar el calibre correcto, debe analizarse las funciones y el propósito del proyecto.

CALIBRE (AWG)	Diámetro		Sección (mm <sup>2</sup> )	Longitud y peso	
	mm.	Pulg.		m/No.	kg/m
1	7.62	.300	45.00	3.79	554
2	7.21	.284	40.00	3.52	521
3	6.56	.259	34.00	3.24	487
3 1/2	6.35	.250	31.67	4.02	549
4	6.04	.237	29.00	4.44	625
5	5.56	.22	24.54	5.20	730
5 1/2	5.50	.217	23.75	5.36	786
6	5.16	.203	20.01	6.50	964
7	4.57	.180	16.40	7.77	1150
8	4.19	.165	15.79	9.24	1360
9	3.76	.148	11.30	11.47	1670
9 1/2	3.66	.141	10.16	12.61	1860
10	3.40	.134	8.98	14.02	2070
11	3.05	.120	7.80	17.45	2570
12	2.77	.109	6.92	21.16	3140
12 1/2	2.50	.098	4.81	25.94	3850
13	2.41	.095	4.56	27.60	4080
14	2.11	.082	3.50	36.59	5370
15	1.85	.072	2.65	48.43	7120
16	1.65	.065	2.14	64.52	9450
17	1.47	.058	1.70	84.93	12450
18	1.24	.049	1.20	116.15	17050
19	1.07	.042	0.90	151.54	22350
20	.89	.035	0.69	205.40	29950
21	.81	.032	0.51	284.76	41450
22	.71	.028	0.41	378.47	54950

Figura 5. Calibres de Acero utilizados. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

El proceso de galvanizado consiste en un tratamiento térmico de precocido que le da uniformidad al producto y luego se expone a un baño de zinc por inmersión en caliente o por métodos electrolíticos (a este proceso se le denomina galvanización). El zinc al ser un metal anfótero es capaz de reaccionar tanto a ácidos como a bases formando sales de zinc, debido a que la reacción del zinc es lenta se utiliza como protección contra la corrosión.

- **LAS MALLAS:**

En la elaboración de los gaviones se utilizan diferentes tipos de mallas, las cuales varían en su uso de acuerdo con requerimientos o planteamientos en los proyectos civiles:

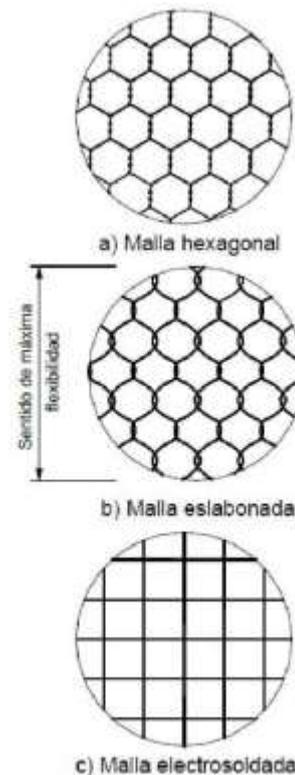


Figura 6. Tipos de mallas utilizadas en la construcción de gaviones. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

#### MALLAS HEXAGONALES:

Es usada tradicionalmente en todo el mundo. Las dimensiones de la malla se indican por su escuadría, la cual incluye el ancho entre los dos entorchados paralelos y la altura o distancia entre los entorchados colineales.

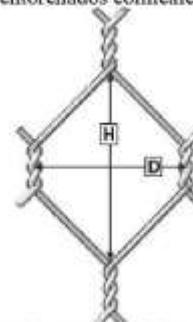


Figura 7. Dimensionamiento malla triple torsión para talud. Fuente: Fichas Técnicas Aceros Metales y Mallas Ltda.

La malla hexagonal de triple torsión permite tolerar esfuerzos en varias direcciones sin que se presente rotura, conservando flexibilidad para los movimientos en todas las direcciones. En el caso de romperse la malla en un punto determinado esta no se deshilachará como ocurre con la malla eslabonada.

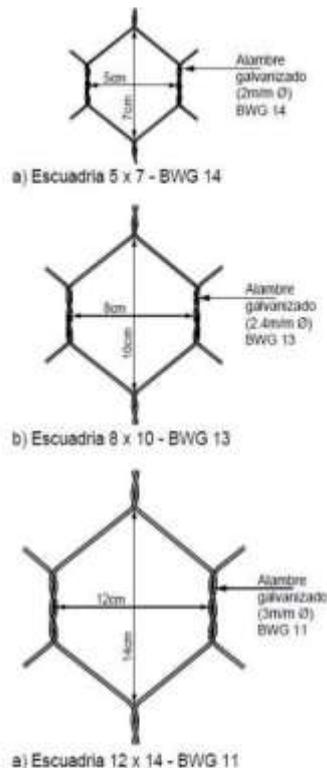


Figura 8. Escuadria típica de mallas hexagonales. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

#### MALLAS ESLABONADAS:

En las mallas eslabonadas no existe unión rígida entre los alambres, obteniéndose una mayor flexibilidad ya que permite el desplazamiento relativo de los alambres.

Su uso en Colombia se limita por lo general a alambres de calibres diez a doce. Para su construcción no se requieren equipos especiales pero su gran flexibilidad dificulta un poco su conformación en el campo. Aunque no existe pérdida de resistencia por la torsión de la malla; al romperse un alambre, se abre toda la malla.



Figura 9. Escuadria típica de mallas hexagonales. Fuente: <https://sidocsa.com/producto/malla-eslabonada/>

#### MALLAS ELECTROSOLDADAS:

La malla electrosoldada es más rígida que las eslabonadas y las hexagonales y su conformación se hace en cuadrículas de igual espaciamiento en las dos direcciones. Su fácil conformación en el campo y su economía de construcción los

ha hecho populares y su uso se ha extendido especialmente a obras de construcción de carreteras.



Figura 10. Gavión en malla electrosoldada. Fuente: <https://images.app.goo.gl/w2y8sDjoPq1sLcs86>

Sus cualidades dependen del proceso de soldadura y en especial del control de temperatura en este proceso. Es común encontrar alambres frágiles o quebradizos por los puntos de unión o de uniones débiles o sueltas. Para garantizar una soldadura eficiente se recomienda exigir que esta cumpla con la norma ASTM A185. La malla electrosoldada recubierta de PVC ha sido una respuesta efectiva al problema de la corrosión.

#### EL RELLENO:

La evolución del gavión no ha tenido cambios muy marcados a lo largo del tiempo, aunque el relleno utilizado si ha variado. Desde mimbres trenzados rellenos de tierra, hasta mallas galvanizadas rellenas con pedazos de neumáticos. (Orgando Ramírez, 2015)



Figura 11. Rocas para el llenado de gaviones. Fuente: <https://pixabay.com/es/photos/piedras-ripio-gaviones-de-piedra-1323243/>

El material de relleno consiste en rocas de canto o cantera, teniendo cuidado de no utilizar materiales que se desintegren al interactuar con el agua o la intemperie. (INVIAS, 2012).

- **Granulometría:** El tamaño de los fragmentos de roca utilizados debe ser de entre 10 y 30 cm, y en ningún caso debe ser menor que 10 cm.

- **Resistencia a la abrasión:** El desgaste de material al ser sometidos a ensayo (según la norma INV E-219), deberá ser inferior al 50%.
- **Absorción:** Su capacidad será inferior al 2%
- **Resistencia mecánica:** Los fragmentos de roca de llenado del gavión deben tener una resistencia a la compresión simple superior a 250 veces el nivel de esfuerzos al que estará sometida la estructura.

#### V. PROCESO CONSTRUCTIVO DE LOS GAVIONES

Las estructuras de gaviones sin importante poseen un procedimiento particular para armar cada uno (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016). Pueden considerarse los siguientes.

##### - GAVIÓN TIPO CAJA:

El proceso constructivo para el armado de los gaviones en tipo caja (PRODAC, s. l.) se realiza de la siguiente forma:

1. Desplegar la malla en una superficie plana y rígida. Hacer dobleces para armar la caja.

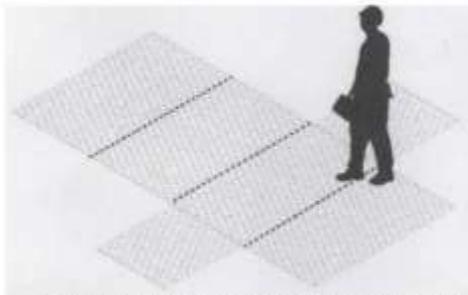


Figura 12. Extensión y dobleces de la malla. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

2. Amarrar las aristas alternando una vuelta sencilla y una doble cada 10 cm.

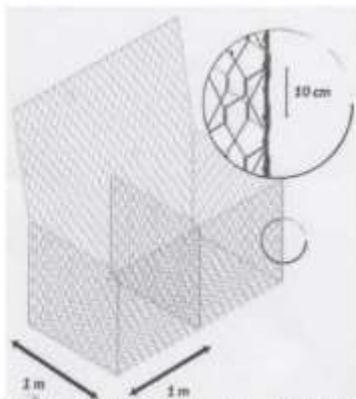


Figura 13. Amarrado de las aristas del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

3. Amarrar los gaviones entre si antes del llenado con el mismo tipo de hilvanado a lo largo de las aristas en contacto.

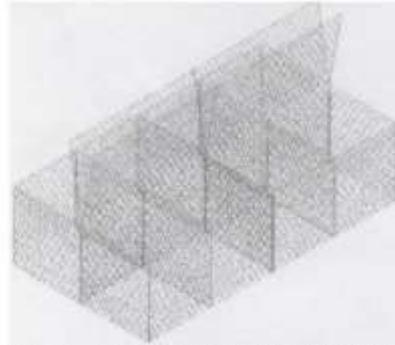


Figura 13. Amarrado entre gaviones. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

4. Usar un encofrador de madera para posicionar bien el gavión y realizar un correcto llenado de estos.

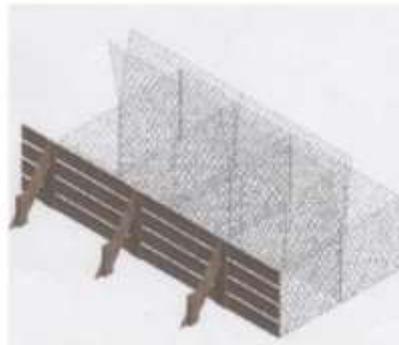


Figura 13. Encofrador posicionado junto a los gaviones. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

5. El llenado debe realizar en 3 etapas, en las que después de llenar 1/3 se instala un tensor entre capas de roca (a 1/3 y 2/3 de la altura del gavión).

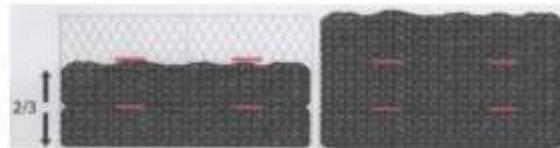


Figura 14. Posición de los tensores. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2016)

La instalación de los tirantes puede realizarse de varias formas, de acuerdo con las necesidades del proyecto, se pueden instalar tirantes horizontales, verticales y diagonales, y estos pueden ser simples o dobles.

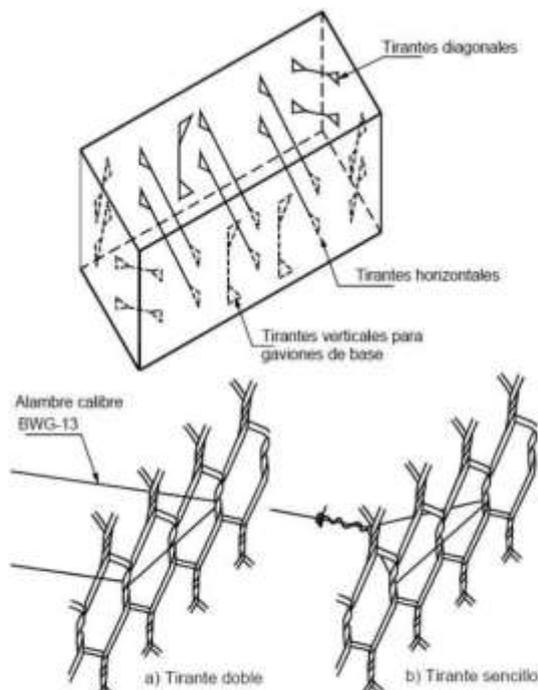


Figura 15. Tirantes. Fuente: (Suárez Díaz, 2001).

#### - GAVIÓN TIPO SACO:

Para la construcción del gavión de saco (Morassutti F, 2013) se tiene en cuenta el siguiente proceso:

##### 1. Preparar la superficie de asiento del gavión.



Figura 16. Preparación de malla sobre una superficie plana. Fuente: (Morassutti F, 2013)

2. El segmento de malla debe ser enrollado en sentido longitudinal hasta formar un cilindro abierto en las extremidades y amarrar a 30 cm a partir de cada extremidad.

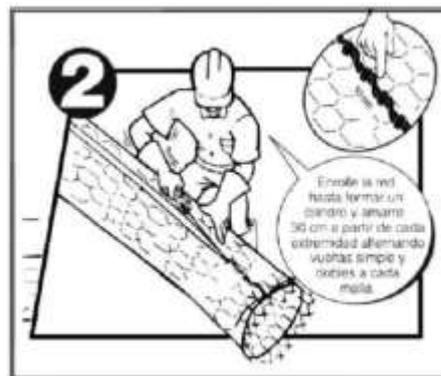


Figura 16. Enrollado de la malla. Fuente: (Morassutti F, 2013)

3. Para cerrar los extremos del cilindro se acostumbra a colocar una de las extremidades del alambre de amarre amarrado a un punto fijo. Se hace lo mismo con la otra extremidad del elemento.



Figura 16. Amarre de los extremos. Fuente: (Morassutti F, 2013)

4. El amarrado del cilindro hace lucir al gavión saco con un aspecto de envoltura de caramelo. El cilindro es levantado verticalmente y lanzado contra el suelo para aplastar los extremos hasta conformar las extremidades del gavión.



Figura 17. Conformado de las extremidades del gavión. Fuente: (Morassutti F, 2013)

5. De la misma forma son colocados en sentido diametral, a cada metro, unos pedazos de alambre de amarre, cuyo largo sea de aproximadamente 3 veces el diámetro del gavión, cumpliendo también la función de tirantes, para así evitar deformaciones excesivas durante el llenado y la colocación.

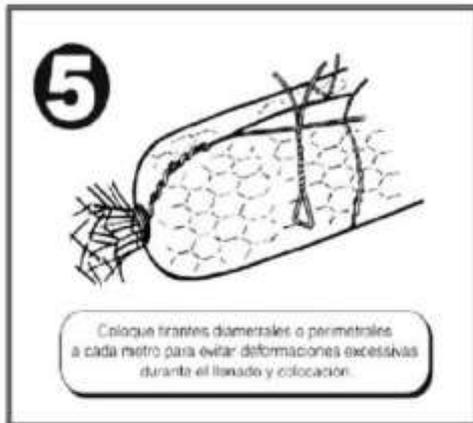


Figura 18. Instalación de tirantes. Fuente: (Morassutti F, 2013)

6. El llenado del gavión saco se debe realizar colocando las piedras desde las extremidades hasta el centro del gavión, con el cuidado de reducir al máximo el índice de vacíos.

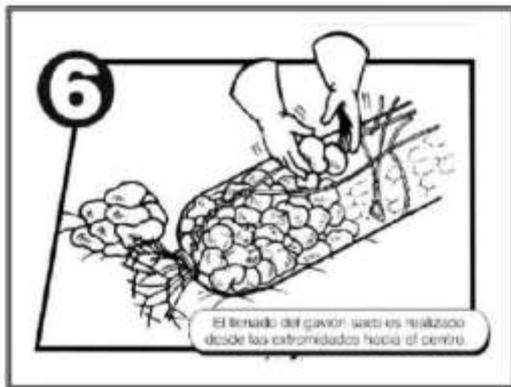


Figura 19. Llenado del gavión saco. Fuente: (Morassutti F, 2013)

7. Progresivamente que el gavión saco sea relleno se deben ir amarrando los tirantes, así como ir amarrando el gavión en toda su longitud con el mismo tipo de costura.

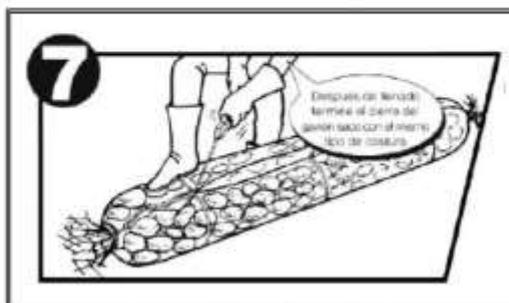


Figura 20. Llenado del gavión saco. Fuente: (Morassutti F, 2013)

## VI. REFERENCIAS TÉCNICAS

En el mercado comercial ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, ofrece mallas para gaviones y gaviones de caja con las siguientes referencias técnicas. (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

### MALLA DE ACERO GALVANIZADA

Tipo de malla:	Hexagonal.
Ancho de la malla:	x
Altura de la malla:	y

### ALAMBRE DE ACERO GALVANIZADO

Diámetro:	2.0 mm hasta 3.0 mm
Resistencia a la tracción:	400-550 N/mm <sup>2</sup> .
Material:	Acero bajo carbono

Figura 21. Datos técnicos de la malla del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

La configuración y medidas de escuadría ofrecidas comercialmente se tienen:

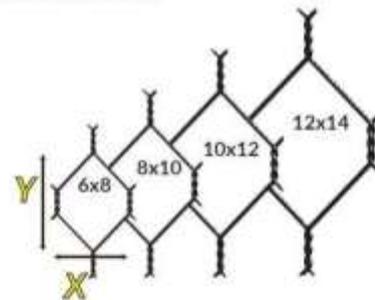


Figura 21. Escuadrías ofrecidas. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

En cuanto a la resistencia y consideraciones del alambre se tiene:

### PROTECCIÓN A LA CORROSIÓN

Protección a la corrosión:	NTC 2403.
Tipo de recubrimiento:	Zinc 99% pureza.
Capa de Zinc:	60 g/m <sup>2</sup> o 260 g/m <sup>2</sup> .

### MEDIDAS ESTANDAR DEL GAVION

Ancho:	w = 1.0 m hasta 1.5 m.
Alto:	h = 0.50 m hasta 1.0 m
Largo:	h = 1.0 m hasta 6.0 m

Figura 21. Características del alambre y dimensionamiento del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

Por requisitos de los clientes, las diferentes empresas productoras de gaviones en Colombia ofrecen dimensiones diferentes a las comerciales (2 x 1 x 1), para ajustarse a las variedades de proyectos en que son requeridos.

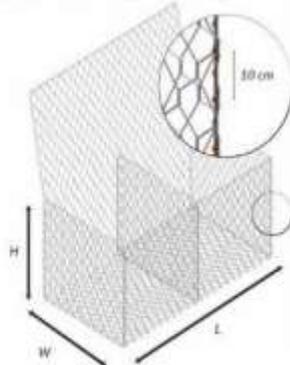


Figura 21. Dimensión del gavión. Fuente: (ACEROS METALES Y MALLAS LTDA, 2019).

## VII. APLICACIONES

### - MEDIOS HIDRAULICOS:

La utilización de los gaviones constituye una de las aplicaciones más utilizadas en los medios hidráulicos, esto debido a su versatilidad y resistencia son aptos para todo tipo de emplazamientos desde el nacimiento de los ríos hasta la desembocadura en lagos embalses o el mar. (A Bianchini, 2017).

Algunos ejemplos de soluciones en medios hidráulicos son:

- Albarrada
- Diques de corrección
- Defensas fluviales
- Defensas de márgenes
- Encauzamientos fluviales



Figura 22. Encauzamiento de ríos. Fuente: (A Bianchini, 2017)

En los medios hidráulicos las estructuras construidas con gaviones tienen grandes ventajas pues:

- Presentan amplia adaptabilidad, pues son fáciles de construir en zonas inundadas.
- Funcionan como presas filtrantes y permiten el flujo del agua y la retención de azolves.
- Tienen alta durabilidad.

Por sí solas su principal objetivo es reducir la erosión hídrica, retención de azolves y favorecer la retención e infiltración del agua. (López Martínez & Oropeza Mota, 2009)

### - MUROS DE CONTENCIÓN:

Debido a la adaptabilidad al medio ambiente y sus características estructurales, los muros de gaviones metálicos son el principal sistema utilizado para la contención de terrenos.

Principalmente los muros de contención son usados en:

- Carreteras
- Autopistas
- Vías férreas convencionales y de alta velocidad
- Edificaciones



Figura 23. Muro de contención en carretera. Fuente: (A Bianchini, 2017)

### - URBANISMO Y OBRAS SINGULARES:

Por su versatilidad y uso, el sistema de construcción con gaviones es una solución ideal para diferentes proyectos arquitectónicos, pues aportan buenos acabados paisajísticos.

Algunos ejemplos de aplicación son:

- Parques
- Jardines
- Obras singulares



Figura 24. Antes (izquierda) y después (derecha) de una estructura construida con gaviones. Fuente: (A Bianchini, 2017)

### VIII. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta la multifuncionalidad de los gaviones, se posicionan como una solución integral a diferentes requerimientos de construcción y arquitectura.

Los gaviones permiten así, un amplio campo para la innovación y aplicaciones en construcción, ya que representa un recurso económico en el tratamiento de diferentes necesidades, como son el tratamiento hidráulico de la rivera del Río Magdalena (Colombia). (Contreras, 2017).

Cabe resaltar que la construcción de este tipo de estructuras es muy sencilla, más económica que obras o tratamientos con hormigón, y le permite adaptarse al entorno y al terreno. (Florez La-Rotta & Salazar Beltrán, 2007).

Los gaviones permiten plantearse nuevos horizontes en la construcción, se habla de que son estructuras fundamentales y típicas para el control de la erosión a diferentes niveles y e diferentes tipos de suelo. El gavión en sus diferentes presentaciones se consolida como la opción más escogida y común, gracias a las características descritas a lo largo del texto, principalmente por su facilidad de instalación y su fácil relación con el medio ambiente. En territorio geográfico como el colombiano, se utiliza de la mano con otras metodologías para generar recuperación de cobertura verde en las obras de intervención civil y ahondando en el desarrollo de decoración paisajística en jardines naturales.

### REFERENCIAS

- A Bianchini, I. S. A. (2017). Gaviones-Sistemas de Corrección fluvial- Muros de Contención - Urbanismo. A. Bianchini.
- ACEROS METALES Y MALLAS LTDA. (2019). *Catálogo Comercial*.
- ACEROS METALES Y MALLAS LTDA. (2016). *INSTRUCTIVO DE ARMADO DE GAVIÓN*. 3.
- Báez Lozada, L. C., & Echeverri López, P. (2015). *Diseño de estructuras de contención considerando interacción Suelo-Estructura*. (Proyecto de Grado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá D.C, Colombia.
- Blanco Fernández, E. (2011). *Sistemas flexibles de alta resistencia para la estabilización de taludes. Revisión de los métodos de diseño existentes y propuesta de una nueva metodología de dimensionamiento* (Tesis Doctoral). Universidad de Cantabria, Santander, España.
- Cano Valencia, A. (2007). *Resistencia de la malla de Gavión al Aplastamiento por impacto* (Proyecto de Grado). Universidad Nacional de Ingeniería, Lima, Perú.
- Contreras, J. S. (2017). *Presupuesto para muro gavión a gravedad, para la protección de la rivera del Río Magdalena en el corregimiento de Puerto Bogotá, Municipio de Guaduas, Cundinamarca* (Proyecto de Grado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá D.C, Colombia.
- de Almeida Barros, P. L., Fracassi, G., da Silva Duran, J., & Teixeira, A. M. (2010). *Obras de Contención - Manual Técnico. Maccaferri do Brasil Ltda*, 222.
- Florez La-Rotta, R. I., & Salazar Beltrán, M. A. (2007). *Carreteras Destapadas: Nociones de Diseño, Construcción y Mantenimiento de Estructuras de Contención*. Material de Autoestudio presentado en Estructuras de Contención, Tunja, Colombia.
- INVIAS. *INV E-506 Artículo 681-7: Gaviones*. Pub. L. No. Norma INV E-506, 6 (2012).
- INVIAS. *INV E-506- Art 681-13: Gaviones de Malla de Alambre entrelazado.*, INV E-506 § (2012).
- López Martínez, R., & Oropeza Mota, J. L. (2009). *Presas de Gaviones*. SAGARPA- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.
- Morassutti F, G. F. (2013). *Manual de diseño de estructuras flexibles de Gaviones*. Universidad de Carabobo, 76.
- Orgando Ramírez, L. (2015). *Los gaviones: análisis, evolución y comportamiento. Propuesta para las envolventes de las escuelas en la República Dominicana* (Máster Universitario). Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, España.
- PAVCO, & Mexichem, S. I. (2013). *Gaviones | Especificaciones Técnicas*. Especificaciones Técnicas.
- PRODAC. (s. f.). *Manual de Instalación de Gaviones*. PRODAC.
- Suárez Díaz, J. (2001). *Capítulo 7. Los Gaviones*. En *Control de Erosión en Zonas tropicales* (pp. 556 (227-250)). Bucaramanga, Colombia: Librería UIS.

## Diseño de Estructuras de Gaviones



**SOCIEDAD COLOMBIANA  
DE GEOTECNIA**

# DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE GAVIONES: MUROS Y RECUBRIMIENTOS

CON EL AUSPICIO DE:



**BOGOTÁ D.C., AGOSTO DE 2000**



## PRESENTACIÓN

El uso de los gaviones, que data de épocas antiguas, se ha extendido en el mundo moderno de la ingeniería, cubriendo gran cantidad de necesidades en las construcciones civiles.

Por su aparente simplicidad, la teoría sobre el diseño de estructuras conformadas por gaviones, no se ha incluido como una parte obligatoria de los programas de enseñanza de la geotecnia. Para llenar este vacío y actualizar al ingeniero en las técnicas de diseño de estructuras de gaviones, la Sociedad Colombiana de Geotecnia organizó el presente curso sobre "Diseño de Estructuras de Gaviones: Muros y Recubrimientos".

El curso cuenta con las conferencias de los ingenieros José Vicente Amórtegui, coordinador de la iniciativa y del curso, Manuel García López, Alvaro Jaime González y Hugo Ernesto Acosta.

Los gaviones, aquel atado de piedras contenido por una malla, que en la actualidad es metálica pero que en otras épocas se componía de fibras naturales o juncos, se han empleado por mucho tiempo para el control de socavación en ríos, y su uso para este fin ha sido siempre exitoso. En el revestimiento de taludes, en donde la vegetación completa un recubrimiento que controla el contenido de humedad, ha logrado un uso extendido, y en la contención de taludes también, aunque presentando una eficiencia bastante desfavorable comparado con el papel que jugaría un muro de gravedad o de concreto reforzado en las mismas condiciones.

Es la intención de curso recordar los principios básicos que rigen en diseño de estructuras de gaviones, y presentar las costumbres insanas que se van arraigando acerca del uso de gaviones y el abuso que se comete sobre su utilización en algunos medios constructivos.

Es nuestro deber, sembrar la inquietud en el ingeniero para que combata el abuso que se da a veces al uso de los gaviones como estructuras de contención que no cumplen el más mínimo principio de estabilidad y durabilidad, el uso de gaviones como estructuras de cimentación en edificaciones ubicadas en laderas, y profundizar en la teoría de los alambres y calibres que ofrecen hoy en día los fabricantes especializado en el tema.

Agradecemos a Maccaferri, especialistas en la fabricación de gaviones, el patrocinio brindado al presente curso de la Sociedad Colombiana de Geotecnia y muy especialmente a los conferencistas que lo hicieron posible.

*Héctor Parra Ferro.  
Presidente de la SCG.*



## CONTENIDO

1.	INTRODUCCION .....	1
2.	DESARROLLO HISTORICO DE LOS GAVIONES .....	1
3.	VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE GAVIONES.....	2
4.	CARACTERISTICAS DE LOS GAVIONES .....	4
4.1.	Dimensiones.....	4
4.2.	Materiales.....	4
4.2.1.	Alambre.....	4
4.2.2.	Mallas.....	5
4.2.3.	Material de Relleno .....	6
4.3.	Características de Resistencia de Gaviones.....	8
A)	Distorsión angular .....	8
B)	Volteo .....	8
C)	Deslizamiento.....	9
D)	Flexión.....	9
5.	EVALUACIÓN DE ESFUERZOS LATERALES SOBRE ESTRUCTURAS DE GAVIONES.....	10
5.1.	Empuje Activo .....	10
5.2.	Otras Acciones.....	11
5.3.	Presiones de Compactación.....	11
5.3.1.	Compactación de Rellenos Granulares.....	11
5.3.2.	Compactación de Rellenos Cohesivos.....	12
5.3.3.	Recomendaciones Constructivas .....	13
5.4.	Efectos Sísmicos.....	13
6.	DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES.....	15
6.5.	Criterios para el Diseño.....	15
6.5.1.	Volcamiento.....	15
6.5.2.	Deslizamiento.....	15
6.5.3.	Capacidad portante.....	15
6.5.4.	Estabilidad general.....	16
6.5.5.	Estabilidad interna.....	16
6.5.6.	Deformaciones .....	16
6.5.7.	Sección Resistente de una Estructura de Gaviones .....	16
6.5.8.	Contrafuertes.....	16
6.5.9.	Puntales .....	18
6.6.	Procedimiento de Diseño .....	18
7.	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO .....	23
8.	REFERENCIAS.....	26



## DISEÑO DE ESTRUCTURAS DE GAVIONES: MUROS Y RECUBRIMIENTOS

### 1. INTRODUCCION

Este documento contiene los aspectos relevantes tratados en el curso organizado por la SCG sobre el diseño de estructuras de gaviones. Se trató de enfatizar los principios que son particulares y propios de las estructuras flexibles de gaviones, pasando rápidamente por temas clásicos de la mecánica de suelos que se encuentran en varios textos.

Este documento complementa las "Especificaciones Técnicas Básicas para la Construcción de Estructuras de Gaviones" preparadas por la SCG y entregadas durante el curso.

NOTA: el presente documento fue preparado por los Ings. José Vicente Amórtégui y Hugo Ernesto Acosta con la colaboración en la edición del Ing. Francisco Alonso Cortés.

### 2. DESARROLLO HISTORICO DE LOS GAVIONES

La aparición de los gaviones se remonta al año 500 A.C. cuando los egipcios usaron cestas de fibras naturales para construir diques en las orillas del río Nilo. Ya en el siglo XVI, los ingenieros utilizaban en Europa unas cestas de mimbre rellenas de tierra denominadas por sus inventores italianos *gabbioni* o "jaulas grandes", para fortificar los emplazamientos militares y reforzar las orillas de los ríos. Actualmente un armazón de tela metálica, relleno de piedras en lugar de tierra, ha sustituido la cesta de mimbre, pero la fuerza básica de los gaviones y sus ventajas respecto a otras estructuras rígidas utilizadas en las obras de ingeniería es la misma. En la Tabla N° 1 se presenta un resumen de los acontecimientos más importantes que marcaron la evolución de los gaviones en el ámbito mundial y en nuestro país.

TABLA N° 1: DESARROLLO HISTORICO DE LOS GAVIONES

FECHA	LUGAR	ACONTECIMIENTO
~5000 AC	EGIPTO	Diques en el borde del río Nilo, utilizando mimbre y betún.
~1000 AC	CHINA	Diques en el río Amarillo, con fibras vegetales tejidas.
100 AC	ROMA (GALIAS)	Uso de gaviones en fortificaciones temporales.
20 AC	ROMA	Vitruvius los recomienda como ataguías en sus libros de arquitectura y construcción.
40 a 50 DC	ROMA	Construcción del muelle de Ostia, para contención de rellenos en una zona pantanosa.
Siglo XVI	EUROPA	El diccionario Oxford establece una referencia en el año 1579, e indica que la palabra "gavión" se derivó del latín <i>cavea</i> . En 1588 aparece la primera publicación sobre el uso de gaviones "Le Diverse et Artificiose Macchine" escrita por Agostino Ramelli. Reaparecen en Italia los gaviones de mimbre ( <i>gabbioni</i> o "jaulas grandes").



TABLA N° 1: (CONTINUACION)

FECHA	LUGAR	ACONTECIMIENTO
Siglo XVII	EUROPA	Ingenieros militares de Francia utilizaban el gavión como protección ante ataques militares.
Siglo XIX	EUROPA	Aparecen los gaviones de malla metálica.
1932	USA	El manual de ingeniería del Departamento de Guerra establece algunas especificaciones para la construcción de gaviones
1960	AMÉRICA LATINA	Se inicia el empleo de gaviones.
1963 a 1966	COLOMBIA	Se inicia el empleo de gaviones.
1965	COLOMBIA	Publicaciones y traducciones privadas o internas. Universidad Nacional y firmas consultoras.
1970 (?)	COLOMBIA	FFCC Nacionales adquieren máquina para la fabricación de mallas.
1972	COLOMBIA	Primera publicación sobre el tema a cargo del INDERENA.
1972 ó 1973	COLOMBIA	La Secretaría de OOPP de Antioquia adquiere una máquina para la fabricación de mallas.
1973	COLOMBIA	El MOPT adquiere en Alemania, una máquina para fabricación de mallas para gaviones.
1974	COLOMBIA	Publicación de la Secretaría de OOPP de Antioquia. Publicación del MOPT.
1977	COLOMBIA	Aparecen los gaviones de malla electro-soldada.
1979	COLOMBIA	Se llevó a cabo un curso especial de gaviones en la Universidad Industrial de Santander, dictado por los Ingenieros Jaime Suárez y Manuel García.
1981	COLOMBIA	Tesis Laureada de la Universidad Nacional: "Comportamiento de Gaviones". Baquero, F.; Barbosa, R. y Pabón, G.

### 3. VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DE GAVIONES

Una de las principales ventajas de los gaviones, respecto a otro tipo de estructuras, es la flexibilidad intrínseca del armazón, que sujeto a tensión y comprensión alternantes, le permite trabajar sin romperse, y sin perder su eficacia estructural. Como estructura deformable, todo cambio en su forma por hundimiento de su base o por presión interna es una característica funcional y no un defecto. Así

pues, se adapta a los pequeños movimientos de la tierra y, al deformarse, conserva su solidez estructural sin fracturas.

Como los gaviones se sujetan entre sí, la tela metálica resiste mucho la tensión, a diferencia del concreto. Una estructura de gaviones soporta un grado de tensión que comprometería mucho a una estructura de piedra seca y sería francamente peligrosa para el concreto y la mampostería simples. El armazón de tela metálica no es sólo un

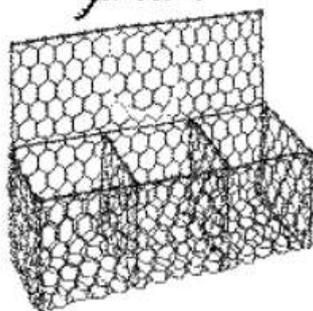


recipiente para el relleno de piedras, sino un refuerzo de toda la estructura.

La forma de los gaviones ha evolucionado y sus bordes se han reforzado con alambre de diámetro más ancho. Esto refuerza los lados del armazón durante la construcción, facilita las operaciones de sujeción y refuerza en general las estructuras de gaviones. Los diafragmas verticales sujetos a la base de los gaviones tienen como propósito limitar el movimiento interno del relleno de piedras y reforzar más el armazón. La tela metálica con forma de hexágonos es de doble torsión y está galvanizada para darle resistencia a la presión y la corrosión.



*Gabione*



Las piedras de relleno ofrecen un mayor grado de permeabilidad en toda la estructura, lo que elimina la necesidad de un sistema de desagüe. En las obras hidráulicas también se eliminan así las presiones contrarias ejercidas en las orillas de los ríos por la variación de la profundidad del agua debida a las crecientes y los estiajes.

Otra ventaja radica en que los costos de mano de obra son mínimos ya que es posible capacitar rápidamente trabajadores no calificados, con supervisión de algunos calificados, para armar los gaviones, rellenarlos y sujetarlos entre sí con alambre de hierro galvanizado.

Las estructuras de gaviones se pueden hacer sin equipo mecánico y la obra puede iniciarse enseguida porque las primeras etapas de excavación y colocación de los cimientos son mínimas y se pueden realizar a mano. Al terminar, los gaviones pueden recibir de inmediato toda su carga sin los periodos de espera, de hasta un mes, normalmente asociados a las construcciones de concreto. Además, resulta relativamente fácil lograr una buena calidad de construcción por la simplicidad de los dos materiales utilizados, las canastas y las piedras.

Aunque es más bien fácil fabricar gaviones, siempre hay que respetar las reglas básicas de la ingeniería para asegurar la estabilidad de la estructura, y así, su sostenibilidad y durabilidad en el tiempo. En particular, los gaviones a menudo se asocian a los cortes y rellenos de los terrenos y, por ende, debe garantizarse la estabilidad y la resistencia intrínseca de la estructura en conjunto y de todas sus partes por separado.

En nuestro país, se han empleado gaviones para la construcción de estructuras de contención de hasta 12 m de altura y en la construcción de estribos para puentes con alturas de 10 m, los cuales se han comportado de manera satisfactoria. También se han empleado como recubrimientos de hasta 35 m en taludes reforzados mediante distintos sistemas. Lo anterior nos da una idea de las capacidades de éste tipo de estructuras para soportar cargas importantes y servir como recubrimiento de grandes áreas, siendo un sistema comparativamente más económico que las estructuras en concreto reforzado y con resultados igualmente competentes.



#### 4. CARACTERISTICAS DE LOS GAVIONES

##### 4.1. DIMENSIONES

Por lo general, se emplean gaviones en forma de paralelepípedo con dimensiones que varían según su empleo o colocación dentro de la estructura. En la Tabla N° 2 se muestran las dimensiones de los gaviones más empleados en nuestro medio.

**TABLA N° 2:** DIMENSIONES DE LOS TIPOS DE GAVIONES MÁS EMPLEADOS EN COLOMBIA.

TIPO	LONG. (m)	ANCHO (m)	ALTO (m)
Gaviones de base	2.00	1.00	0.50
Gaviones de cuerpo	2.00	1.00	1.00
Colchonetas	4.00	2.00	0.15 a 0.30

Sin embargo, es posible usar dimensiones diferentes de acuerdo con las características específicas de cada estructura.

Las dimensiones recomendadas por empresas productoras de gaviones son las siguientes (Ref. 15, 1983):

- Longitud: 2.00 m, 3.00 m ó 4.00 m
- Ancho: 1.00 m
- Altura: 0.50 m ó 1.00 m

Se admite una tolerancia de  $\pm 3\%$  en la longitud del gavión y de  $\pm 5\%$  en el ancho y alto.

##### 4.2. MATERIALES

###### 4.2.1. ALAMBRE

Todo el alambre usado en la fabricación de los gaviones y para las operaciones de amarre y atirantamiento durante la colocación en obra, debe ser de acero dulce recocido, galvanizado en caliente con zinc puro y exento de escamas, grietas, corrosión u otros defectos. Existen varias denominaciones para el calibre de los

alambres galvanizados usados en la construcción de las canastas, estas denominaciones se presentan en la Tabla N° 3. Es recomendable indicar el diámetro del alambre en milímetros para evitar confusiones respecto a la denominación que se está utilizando.

**TABLA N° 3:** DENOMINACIONES PARA DIÁMETROS DE ALAMBRES.

DENOMINACION GALGA DE PARIS							
Calibre N°	13	14	15	16	17	18	19
Diámetro (mm)	2.00	2.20	2.40	2.70	3.00	3.40	3.90

DENOMINACION BWG							
Calibre N°	10	11	12	13	14	15	16
Diámetro (mm)	3.40	3.05	2.77	2.41	2.11	1.83	1.65

El alambre debe estar recubierto con una capa de zinc (galvanizado) cuya función principal es la de proveer la resistencia a la corrosión requerida para las condiciones en las cuales se van a emplear los alambres. El zinc tiene buena resistencia a la corrosión si el pH del agua en contacto con el gavión está entre 6 y 12.5; sin embargo, en obras que estén en contacto con aguas negras o suelos ácidos se deben contemplar revestimientos adicionales con asfalto o P.V.C.

El recubrimiento con asfalto aísla parcialmente la humedad y previene la corrosión. El recubrimiento con P.V.C. aísla totalmente la humedad y resiste en forma apreciable la corrosión, su principal ventaja es la protección contra las aguas saladas y las aguas negras.

El alambre también puede ser protegido mediante revestimientos con concreto en las partes del gavión que están en contacto con aguas negras u otro agente corrosivo. El recubrimiento con concreto también es útil cuando se requiere protección contra la abrasión producida por corrientes de agua.



La efectividad del galvanizado depende de la proporción de peso de zinc por área de alambre expuesto. El peso mínimo del revestimiento de zinc determinado según la norma NTC 3237 o la ASTM A-90, debe estar de acuerdo con los que se presentan en la Tabla N° 4.

**TABLA N° 4:** PESOS MÍNIMOS DEL REVESTIMIENTO DE ZINC SEGÚN EL DIÁMETRO DEL ALAMBRE.

Diámetro (mm)	2.20	2.40	2.70	3.00	3.40
Peso mínimo del revestimiento de zinc (gr/m <sup>2</sup> )	240	260	260	275	275

Para verificar la calidad del revestimiento de zinc se deben efectuar cuatro inmersiones sucesivas de un minuto cada una, en una solución de sulfato de cobre cristalizado, sin que el acero aparezca aún parcialmente. La concentración de ésta solución debe ser de una parte por peso de cristales a cinco partes por peso de agua. La temperatura del baño debe ser de 15°C y entre cada inmersión, las muestras deben ser lavadas secadas y examinadas.

Además de lo anterior, los alambres usados en la fabricación de mallas para gaviones deben cumplir los siguientes requisitos de resistencia:

- **Resistencia a la tensión:** La carga media de rotura a tensión de los alambres empleados en la construcción de gaviones debe estar entre 38 y 50 kg/mm<sup>2</sup>, medida según el procedimiento establecido en la norma NTC 2.
- **Alargamiento:** La prueba de alargamiento debe ser efectuada antes de la fabricación de la malla sobre una muestra de alambre de 30 cm de largo. El alargamiento de la muestra no debe ser inferior al 12%.
- **Resistencia a la flexión:** El alambre sostenido en una prensa con bordes redondeados debe soportar sin romperse diez (10) plegados sucesivos de 90 grados. Los plegados deben

efectuarse en un mismo plano y con una amplitud de 180 grados de acuerdo con el procedimiento establecido en la norma NTC 3973.

- **Resistencia a la torsión:** La muestra de alambre debe soportar treinta (30) vueltas completas de torsión sin romperse y sin que el zinc se agriete o se desprenda. El eje de la muestra de alambre debe permanecer recto durante toda la prueba, la cual se debe efectuar de acuerdo con el procedimiento que se establece en la norma NTC 3995.
- **Enrollamiento:** El alambre debe poderse enrollar en espirales ajustadas y cerradas sobre un cilindro de diámetro igual al doble del suyo, sin que el zinc se agriete o se desprenda.

Los alambres utilizados en el cosido de los gaviones, los tirantes interiores y las uniones entre unidades, deben ser del mismo diámetro y calidad que el alambre de la malla. El alambre usado en las aristas o bordes del gavión debe tener un diámetro mayor; se recomienda que éste sea de un calibre inmediatamente superior al del alambre usado para la fabricación de la malla. Se debe tener en cuenta que a mayor diámetro del alambre mayor será la rigidez del gavión.

#### 4.2.2. MALLAS

Para la construcción de las canastas de gaviones se han empleado tres tipos de malla:

- Malla hexagonal o de doble torsión.
- Malla de eslabonado simple.
- Malla electrosoldada.

La malla de eslabonado simple es muy flexible, lo cual dificulta su conformación durante la construcción del gavión, además, presenta la desventaja de que al romperse un alambre se abre toda la malla permitiendo la salida del material de relleno.



La malla electrosoldada es más rígida que la eslabonada y la hexagonal, y su conformación se hace en cuadrículas de igual espaciamento en las dos direcciones. La fragilidad y la rigidez de las uniones soldadas las hace muy poco resistentes a las deformaciones a las que están sujetas, llevándolas a la rotura. Lo anterior, sumado a la corrosión por la desaparición del recubrimiento de zinc en éstas mismas uniones, se constituye en la principal desventaja de las mallas electrosoldadas. En general, este tipo de mallas se comporta de manera satisfactoria en estructuras que no están sujetas a grandes deformaciones, tales como recubrimientos de canales o estructuras de contención de menos de 3 m de altura.

Las mallas hexagonales permiten tolerar esfuerzos en varias direcciones sin que se produzca rotura, lo cual las hace más flexibles ante movimientos en cualquier dirección. Otra ventaja de este tipo de mallas consiste en que al romperse un alambre en un punto determinado, la malla no se abrirá por completo como ocurre con la eslabonada.

Las dimensiones de las mallas hexagonales se indican por la distancia entre entorchados paralelos y colineales, tal como se muestra en la Figura N° 1. Los diámetros del alambre varían según las dimensiones de las mallas, aumentando proporcionalmente con la escuadría de éstas, de modo que el peso por unidad de área se mantiene mas o menos constante.

Los tres tamaños de malla hexagonal que se usan para la construcción de gaviones son los siguientes (Figura N° 1):

- Malla de 5.0 X 7.0 cm de escuadría. Alambre calibre N° 14 ( $\phi = 2.11$  mm). Figura N° 1 (a).
- Malla de 8.0 X 10.0 cm de escuadría. Alambre calibre N° 13 ( $\phi = 2.41$  mm). Figura N° 1 (b).
- Malla de 12.0 X 14.0 cm de escuadría. Alambre calibre N° 11 ( $\phi = 3.05$  mm). Figura N° 1 (c).

La resistencia de las mallas hexagonales de doble torsión se puede determinar en función de la resistencia del alambre utilizado y del número de módulos por unidad de área así:

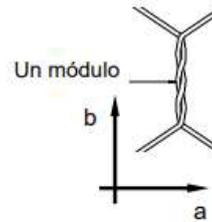


TABLA N° 5: CARACTERISTICAS DE LA MALLA

$R_{al}$	Resistencia del alambre (acero)	30 a 50 kg/mm <sup>2</sup> ( $\pi\phi^2/4$ ) $\phi=2.4$ mm	
$R_m$	Resistencia de la malla	a - 3690 kg/m b - 1866 kg/m	a - 2300 kg/m b - 1700 kg/m
$R_{un}$	Resistencia de la unión	a - 2280 kg/m b - 1600 kg/m	

$R_{mod} = 1.6 R_{al}$  = Resistencia de un módulo

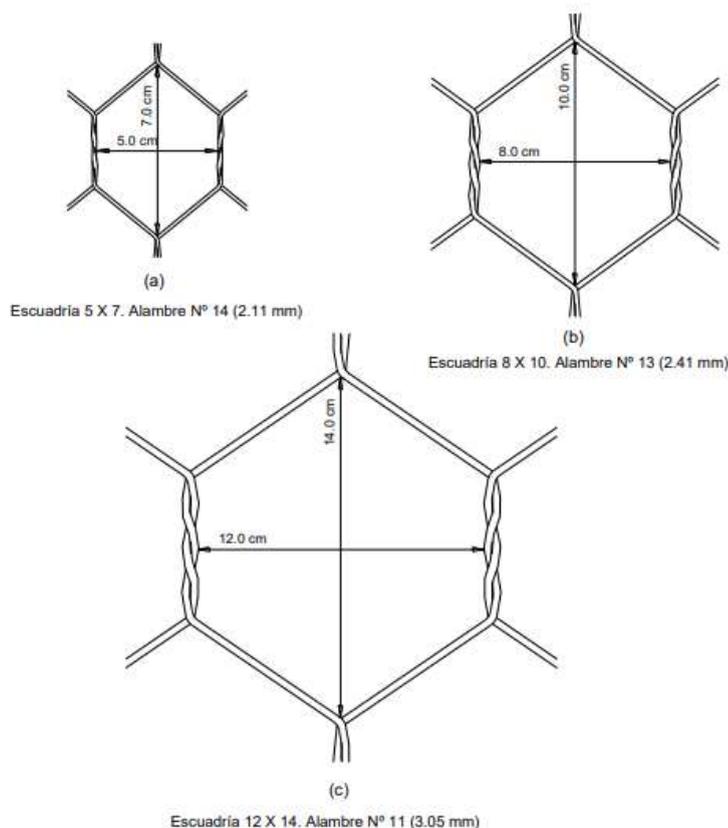
$R_m = NR_{mod}$  ; N: Número de módulos por metro cuadrado de malla

$K_{50m}$ : Módulo de deformación de la malla

- a - 26.300 kg/m
- b - 10.500 kg/m

#### 4.2.3. MATERIAL DE RELLENO

El relleno de las canastas se debe efectuar con fragmentos de roca o cantos rodados, resistentes y durables. La dimensión de cada fragmento de roca o canto rodado debe estar entre 10 y 30 cm. No se pueden utilizar materiales descompuestos, fracturados o agrietados, así mismo, es recomendable evitar la utilización de fragmentos de lutita, arcillolita o pizarra, a menos que cumplan con los requerimientos de durabilidad y resistencia que se especifican a continuación.



**FIGURA Nº 1:** CARACTERÍSTICAS DE LAS MALLAS HEXAGONALES.

Los requisitos de resistencia y durabilidad que deben cumplir los materiales rocosos usados para rellenar las canastas son los siguientes:

- Índice de desleimiento – durabilidad:  
El índice de desleimiento – durabilidad (Ref. 8, 2000) debe ser mayor o igual al 90%.
- Porcentaje de desgaste en la Máquina de los Angeles:  
El porcentaje de desgaste, determinado de acuerdo con la norma INV E-218 debe ser menor al 60%.
- Resistencia a la carga puntual sobre fragmentos o núcleos de roca:

La resistencia a la carga puntual ( $I_{s(50)}$ ), determinada según el procedimiento establecido por el grupo de trabajo sobre Revisión del Método de Ensayo de Carga Puntual (Ref. 8, 2000) debe ser mayor a diez (10) veces el nivel de esfuerzos al que va a estar sometida la estructura de gaviones, de acuerdo con lo establecido en el diseño de la misma.

El relleno debe ser efectuado de manera que los fragmentos de roca con tamaños más pequeños queden dispuestos en la parte central del gavión, y los fragmentos más grandes queden dispuestos en la parte exterior, en contacto con la canasta. En ningún caso los fragmentos de roca deben ser menores de 10 cm.



Cuando no se pueda disponer de material rocoso, pueden utilizarse sacos de polipropileno rellenos de suelo - cemento en proporción 3:1, los cuales se deben disponer entrelazados dentro de la malla en reemplazo de los fragmentos de roca.

**4.3. CARACTERÍSTICAS DE RESISTENCIA DE GAVIONES**

La resistencia al esfuerzo cortante de un gavión de 2 X 1 X 1 m ,fabricado con malla hexagonal de características similares a las presentadas en la Tabla N° 5, se puede calcular de la siguiente manera:

$$\tau_g = 10 \text{ t/m}^2 + \sigma \tan(\phi+i)$$

- $\tau_g$ : Resistencia al esfuerzo cortante de un gavión
- $\sigma$ : Esfuerzo normal
- $\phi$ : Angulo de fricción interna del enrocado
- $i$ : Dilatancia del enrocado

La resistencia a la compresión ( $q_{ug}$ ) de un gavión de iguales características, determinada por medio de ensayos realizados en especímenes a escala y prototipos, es de 34 t/m<sup>2</sup> (Ref. 2, 1981).

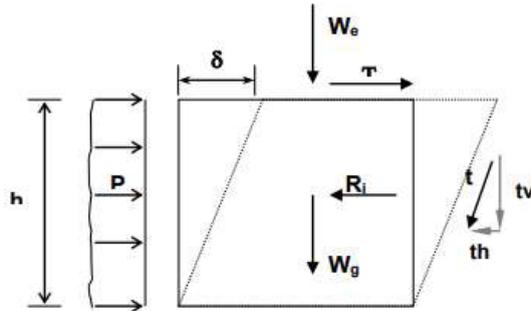
Así mismo, el módulo de deformación del gavión inconfinado ( $E_{rog}$ ) es de 1050 t/m<sup>2</sup>.

Para determinar el comportamiento de un gavión al ser sometido a cargas horizontales, se plantean diferentes modos de falla en forma individual, aunque en el comportamiento real, la falla se puede dar por combinación de dos o más modos. Esto permite determinar el modo más crítico, el cual gobernará el comportamiento de la estructura. Los modos de falla considerados son:

**A) DISTORSIÓN ANGULAR**

Se debe verificar que la malla posea la resistencia necesaria para soportar las deformaciones por distorsión angular de acuerdo con las cargas a las cuales estará

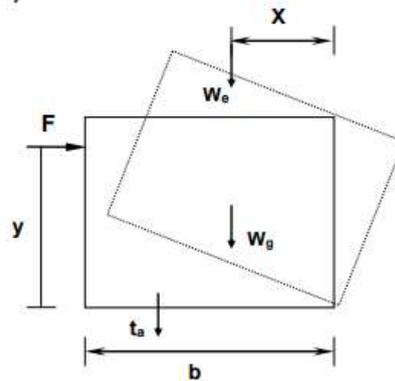
sometido el gavión, analizado individualmente como se muestra en la Figura N°2.



**FIGURA N° 2:** DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION SOMETIDO A DEFORMACION POR DISTORSION

- T, We:** Cargas externas
- P:** Empuje
- Δl:** Alargamiento de la malla
- $\Delta l = \sqrt{(h^2 + \delta^2)} - h$
- $\Delta l = t \cdot h / K_{50m}$
- K<sub>50m</sub>:** Módulo de deformación de la malla
- R<sub>i</sub>:** Resistencia interna
- $R_i = (W_e + W_g/2 + t_v) + \tan(\phi+i)$
- $t \leq R_m$  : Resistencia de la malla

**B) VOLTEO**



**FIGURA N° 3:** DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. VOLTEO



Para que ocurra se requiere:

$$F.y \geq W_g \frac{(b-\delta)}{2} + W_e X + \frac{Nt_a b}{2}$$

**F:** Resultante de las fuerzas aplicadas  
**t<sub>a</sub>:** Resistencia de un amarre  
**N:** Número de amarres  
**W<sub>e</sub>:** Carga externa  
**W<sub>g</sub>:** Peso del gavión

La Resistencia del amarre t<sub>a</sub> corresponde a la resistencia del alambre utilizado en las uniones.

### C) DESLIZAMIENTO

Se debe verificar que la resistencia en la base del gavión, sea mayor que la sumatoria de las cargas horizontales (F):

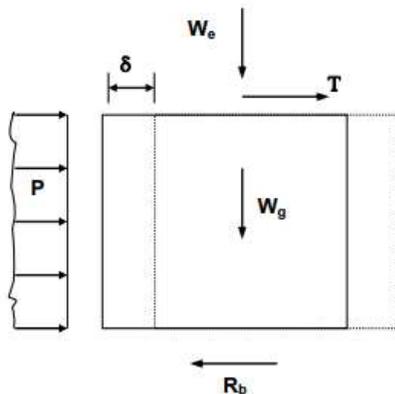


FIGURA N° 4: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. DESLIZAMIENTO.

**W<sub>e</sub>, T:** Cargas externas  
**P:** Empuje  
**W<sub>g</sub>:** Peso del gavión  
**R<sub>p</sub>:** Resultante del empuje  
**F = T + R<sub>p</sub>**  
**R<sub>b</sub>:** Resistencia en la base

$$R_b = (W_e + W_g) \tan \phi + Nt_a$$

**φ:** Angulo de fricción en la base  
**N:** Número de amarres  
**t<sub>a</sub>:** Resistencia de un amarre

### D) FLEXIÓN

El diseñador debe verificar que la deflexión máxima del gavión no sobrepase los valores admisibles para la estructura. La deflexión máxima se puede calcular así:

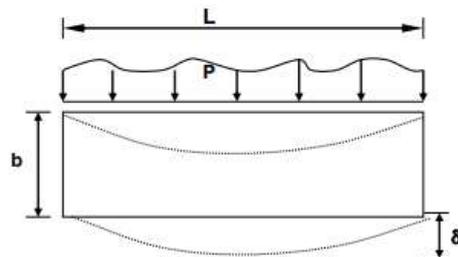


FIGURA N° 5: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN GAVION. FLEXION.

**P:** Empuje  
**σ:** Esfuerzo máximo (flexión):

$$\sigma = \frac{M.b}{2I}$$

**M:** Momento aplicado:

$$M \sim \frac{PL^2}{8}$$

**I:** Momento de inercia:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{8}$$

Entonces:

$$\delta \sim \frac{ML^2}{8EI}$$

**E:** Módulo de deformación del gavión

**h:** Altura del gavión

Con base en ensayos efectuados sobre mallas hexagonales de características similares a las presentadas en la Tabla 5 y comparando las cargas aplicadas para llevar a la rotura dichas mallas, se encontró



para los modos considerados lo siguiente (Ref. 2, 1981):

**R distorsión << R flexión <<< R volteo <<Rdeslizamiento**

La deformación de rotura en el modo de distorsión es igual a la deformación en el modo de flexión cuando la luz está entre 4.2 y 5.8 m, para la misma sección de gaviones.

En conclusión, el modo de falla de distorsión angular es el más crítico y gobierna el comportamiento de las estructuras de gaviones. El modo de flexión impone grandes deformaciones, del orden de 30% de la luz que pueden no ser admisibles.

En los gaviones de base se puede dar el deslizamiento como el modo más crítico, por lo cual se debe hacer esta verificación para el conjunto de la estructura.

También se debe verificar el volcamiento de toda la estructura, teniendo en cuenta las deformaciones internas, que desplazan el centro de gravedad de la estructura.

## 5. EVALUACIÓN DE ESFUERZOS LATERALES SOBRE ESTRUCTURAS DE GAVIONES

El empuje resultante sobre el trasdós de una estructura de contención proviene del desequilibrio de esfuerzos creado al realizar una obra que separa dos niveles de diferente cota que definen la altura del muro.

Las estructuras de gaviones pueden tratarse como flexibles, considerando que por sus dimensiones y morfología cumplen su función experimentando deformaciones apreciables de flexión y/o extensión.

Debido a su flexibilidad, se presenta una tendencia de disminución de los esfuerzos horizontales por el movimiento de la estructura hacia afuera, hasta alcanzar los valores límite de un estado activo. Desde el

punto de vista económico, esta suposición resulta más favorable que una suposición de un estado de reposo, el cual no corresponde con el comportamiento real de este tipo de estructuras.

### 5.1. EMPUJE ACTIVO

En general, la situación relativa de fuerzas que actúan sobre una estructura de gaviones (empuje en trasdós y peso propio, principalmente), y la deformabilidad del terreno por debajo de la estructura son tales que el muro tiende a girar alrededor del punto mas bajo de su trasdós. Con esto, el material de detrás del muro experimenta una descarga lateral y se llega a un estado límite activo. La descarga lateral va acompañada de un pequeño movimiento vertical (asentamiento) del terreno situado inmediatamente junto al trasdós del muro. A este descenso del terreno se opone el propio trasdós del muro, por ser un material de diferente naturaleza y deformabilidad, con lo que se induce por rozamiento una fuerza vertical en el trasdós. Este rozamiento hace que la línea de acción se incline un ángulo  $\delta$ . En estructuras de contención de gaviones suele adoptarse  $\delta=\phi$ .

El empuje activo puede calcularse con las formulaciones clásicas de Coulomb o Rankine. La Tabla H.4.3 de la Norma NSR-98 presenta un completo resumen con las fórmulas de calculo para estos casos y para otros mas generales. Para un muro con paramento vertical interno el empuje se calcula sobre dicha superficie; si el muro tiene escalones internos para el calculo se supone una superficie imaginaria que une los extremos superior e inferior del muro. El trasdós del muro suele inclinarse entre 6° y 10° para disminuir la magnitud del coeficiente activo.

Siempre debe tenerse en mente que en el caso de estructuras flexibles los cambios de forma del conjunto pueden influir claramente en la distribución y resultante (magnitud y dirección) de dichos empujes, a diferencia



del caso de estructuras rígidas en que los efectos son despreciables.

## 5.2. OTRAS ACCIONES

Para el cálculo de los empujes totales sobre la estructura de contención con gaviones, debe calcularse además de los empujes debidos al terreno natural o al material de relleno los causados por el agua subterránea y por cargas externas (sobrecargas en la corona del muro, cargas vivas temporales, etc). Para este efecto pueden emplearse las formulaciones clásicas de la mecánica de suelos y de la teoría de la elasticidad para el caso de cargas externas.

El empuje del agua suele despreciarse considerando que el gavión es un material de alta permeabilidad. Sin embargo, este tipo de simplificaciones debe basarse en consideraciones sobre el material de relleno, las condiciones hidrogeológicas del sitio y el sistema de drenaje de la estructura, entre otros.

Considerando las prácticas normales de construcción de estas estructuras en el medio colombiano y la alta actividad sísmica de nuestro país, merece atención especial referirse al cálculo de las presiones laterales debidas a compactación y a los efectos sísmicos. Estos puntos se tratan en los siguientes numerales.

## 5.3. PRESIONES DE COMPACTACIÓN

Como se conoce ampliamente, la aplicación de cargas en la superficie de un suelo detrás de una estructura de contención genera un incremento en los esfuerzos horizontales en el suelo y por lo tanto incrementos de carga en la estructura.

En muchos casos las estructuras de gaviones se construyen antes de que se coloque el suelo a contener. El material de relleno debe compactarse adecuadamente para prevenir asentamientos del mismo relleno o deformaciones por detrás del

muro. La consecuencia principal del proceso de compactación es un incremento en las presiones laterales.

A pesar de que no se cuenta con una base de mediciones extensas de presiones de compactación, se cuenta con métodos aproximados, también aplicables a las estructuras de gaviones.

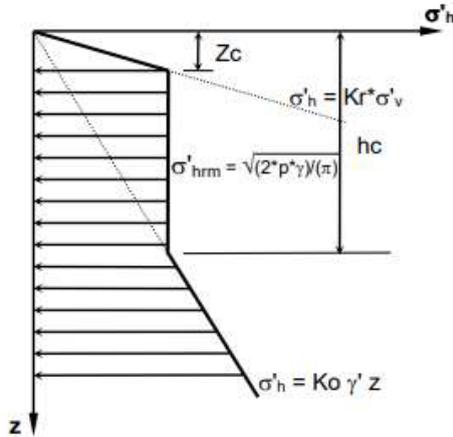
NOTA: el contenido de este numeral se basa en el Capítulo 6 de Clayton et al. (Ref. 6, 1993).

### 5.3.1. COMPACTACIÓN DE RELLENOS GRANULARES

El caso extremo para la compactación de un relleno es el uso de un compactador convencional, el cual produce incrementos en los esfuerzos verticales dentro del relleno. Si el compactador fuera de longitud y ancho infinitos, es razonable suponer que adyacente a un muro indeformable, el incremento en la presión horizontal se relaciona con el incremento en la presión vertical por el coeficiente de presión de tierras en reposo  $K_0$ , suponiendo que el proceso de carga es normalmente consolidado.

Cuando el esfuerzo vertical se reduce (al retirar el compactador), se requiere una disminución en la presión horizontal para mantener la condición de deformación lateral nula del muro. A medida que continua el proceso de reducción del esfuerzo vertical, se aproxima un estado de falla pasivo, y la curva de descarga se mueve hacia la línea  $\sigma'_h = K_r \sigma'_v$ . El valor de  $K_r$  (coeficiente de presión de tierras en reposo para descarga) depende del ángulo de fricción de un suelo granular. Se ha sugerido emplear  $K_r = 1/K_0$ . Esta formulación se debe a Broms.

Puesto que el incremento de esfuerzo por compactación se reduce con la profundidad, existe una profundidad crítica ( $Z_c$ ) a la cual el estado de esfuerzos regresa a la condición inicial. Puede demostrarse que:



BROMS	$Z_c = [(2 \cdot K_a \cdot K_o \cdot p) / (\pi \cdot \gamma)]^{0.5}$	$h_c = [(2 \cdot p) / (K_a \cdot K_o \cdot \pi \cdot \gamma)]^{0.5}$
INGOLD ( $K_o = K_a$ )	$Z_c = K_a \cdot [(2 \cdot p) / (\pi \cdot \gamma)]^{0.5}$	$h_c = [1 / K_a] \cdot [(2 \cdot p) / (\pi \cdot \gamma)]^{0.5}$

FIGURA N° 6: DIAGRAMA DE PRESIONES DE DISEÑO CON EFECTOS DE COMPACTACION

$$Z_c = [K_o / \gamma] * [\sigma'_{vm} / K_r]$$

Se tiene que el esfuerzo vertical es  $\sigma'_{vm} = \sigma'_v + \Delta\sigma_v$ , donde  $\sigma'_{vm}$  es el esfuerzo vertical inicial y  $\Delta\sigma_v$  el incremento temporal en el esfuerzo vertical debido al compactador, el cual puede calcularse con distribuciones de esfuerzos de la teoría elástica.

Ingold sugirió un análisis simplificado que en esencia corresponde al mismo de Broms pero en el cual sustituyó  $K_a$  por  $K_o$  y  $K_p$  por  $K_r$ , al considerar una trayectoria de esfuerzo simplificada durante la compactación. Esta consideración parece modelar mejor la condición real de un muro durante la colocación del relleno, en la cual si existe un movimiento del mismo. En este caso, los esfuerzos iniciales se calculan para una condición activa y la profundidad crítica resulta:

$$Z_c = [K_a^2 * \Delta\sigma_v] / [\gamma]$$

Ingold también sugirió la siguiente expresión aproximada para calcular el incremento de

esfuerzo vertical por un compactador, suponiendo una carga lineal infinita en un semi espacio elástico:

$$\Delta\sigma_v = [2 * p] / [\pi * z]$$

donde  $p$  es la carga por unidad de longitud,  $z$  la profundidad desde la superficie y  $\Delta\sigma_v$  el incremento de esfuerzo vertical inmediatamente debajo de la línea de carga.

Para compactadores vibratorios se recomienda que la carga lineal sea la suma de la carga estática y la fuerza vibratoria centrifuga, ambas por unidad de longitud. Si esta última no se conoce, puede suponerse que la carga es el doble de la estática por unidad de longitud.

Con estas suposiciones se puede calcular:

Profundidad crítica:

$$Z_c = K_a * [(2 * p) / (\pi * \gamma)]^{0.5}$$

Esfuerzo horizontal residual máximo (después de retirar el compactador):

$$\sigma'_{hrm} = [(2 * p * \gamma) / (\pi)]^{0.5}$$

Profundidad a partir de la cual las presiones de compactación son insignificantes:

$$h_c = [1 / K_a] * [(2 * p) / (\pi * \gamma)]^{0.5}$$

Para el caso de muros de gaviones, el método simplificado de Ingold puede resultar de mayor utilidad pues considera un nivel de deformación lateral del muro, acorde con la naturaleza flexible de este tipo de estructuras.

### 5.3.2. COMPACTACIÓN DE RELLENOS COHESIVOS

En general, los esfuerzos de compactación en materiales arcillosos son mayores que en suelos granulares. Existen grandes diferencias en el proceso de compactación entre estos dos tipos de materiales.



Los materiales granulares permiten el libre drenaje por su permeabilidad alta y se compactan bajo condiciones drenadas, sin incrementos en la presión de poros, por lo que no ocurren deformaciones volumétricas después de la compactación.

De otra parte, en materiales arcillosos deben considerarse por lo menos tres etapas: compactación, relajación y equilibrio o estabilización de las presiones de poros. En general, un relleno arcilloso comienza a desarrollar presiones considerables contra un muro cuando el contenido de aire en los vacíos se reduce en un 15%.

Algunos resultados de mediciones en prototipos sugieren que el incremento del esfuerzo lateral total por compactación es función de la plasticidad y de la resistencia no drenada  $C_u$  del material compactado. Se han medido los siguientes valores que dan un orden de magnitud:

**TABLA N° 6:** VALORES MEDIDOS DEL INCREMENTO DEL ESFUERZO LATERAL TOTAL POR COMPACTACION

TIPO DE ARCILLA	ESFUERZO LATERAL
Alta plasticidad (LL= 73%, LP= 25%)	$0.8 * C_u$
Plasticidad media (LL= 38%, LP= 16%)	$0.25 * C_u$

En arcillas colocadas en una condición relativamente seca, se ha observado una reducción (relajación) en los esfuerzos laterales después de terminar la colocación.

La etapa final involucra alcanzar la condición de equilibrio de las presiones de poros del relleno arcilloso. Si luego de la compactación existen presiones de poros positivas, la arcilla se consolidará y se presentará una reducción de los esfuerzos laterales con el tiempo. En este caso las presiones máximas que debe soportar la estructura corresponderá a las presentes al final de la compactación. De otra parte, si se tienen presiones de poros negativas, y se tiene una fuente de agua cerca, pueden

ocurrir procesos de expansión e incremento de los esfuerzos laterales en el tiempo. Este comportamiento es típico en arcillas duras de alta plasticidad.

Para una condición a largo plazo, después de alcanzar el equilibrio de las presiones de poros, los esfuerzos horizontales son mayores que los verticales. Algunas evidencias experimentales sugieren que se alcanza un estado pasivo en el cual:

$$\sigma'_h = K_p * \sigma'_v$$

### 5.3.3. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

A partir de observaciones en varios proyectos, la principal recomendación práctica consiste en efectuar la compactación del relleno a medida que se coloca cada fila de gaviones, de modo que se evite el proceso de acumulación de las presiones de compactación al permitir el movimiento del muro.

Si por la disponibilidad de materiales en una zona debe recurrirse a un relleno arcilloso, es importante colocarlo en condición relativamente húmeda y limitar su plasticidad ( $IP < 30\%$ ) para prevenir procesos de expansión. Debe evitarse el uso de materiales expansivos con restos orgánicos o elementos agresivos. Se recomienda utilizar preferiblemente materiales granulares con poco contenido de finos y relativamente permeables.

A pesar de la alta permeabilidad de los gaviones, debe considerarse un sistema de drenaje del trasdós del muro que asegure que los empujes del agua no superen los valores adoptados en el cálculo.

### 5.4. EFECTOS SÍSMICOS

Pueden considerarse fuerzas laterales dinámicas sobre una estructura de contención debidas a sismos, explosiones o tráfico vehicular. Los efectos dinámicos de cargas vehiculares son pequeños y pueden tratarse como sobrecargas equivalentes en condición estática.



En el caso de sismos las fuerzas suelen presentarse en la dirección vertical, mientras que durante las explosiones los principales efectos ocurren en el sentido horizontal.

Para problemas prácticos el mayor interés está en la evaluación de los efectos sísmicos. En general, las presiones laterales se incrementan y debe considerarse la posibilidad de que ocurran movimientos de la estructura, en especial en zonas con niveles de amenaza sísmica importantes.

Los principales procesos que se presentan durante un sismo son: licuación en materiales granulares y pérdida de resistencia en suelos arcillosos. Como consecuencia pueden ocurrir movimientos laterales y asentamientos excesivos, o el colapso total de una estructura.

El método de Mononobe y Okabe constituye una de las primeras formulaciones para este análisis y continúa aplicándose en la actualidad. Se desarrolló para materiales no cohesivos secos, con las siguientes suposiciones:

- El muro se mueve lo suficiente para alcanzar un estado activo. Las presiones se calculan con la formulación de Coulomb.
- Al alcanzar la presión activa (mínima), una cuña de suelo por detrás del muro está en estado incipiente de falla y se moviliza la resistencia al corte máxima a lo largo de la superficie potencial de deslizamiento.
- El suelo se comporta como un cuerpo rígido de modo que las aceleraciones son uniformes en toda la masa y el efecto del sismo puede representarse mediante fuerzas de inercia  $K_h \cdot W$  y  $K_v \cdot W$  donde  $W$  es el peso de la cuña deslizante y  $K_h$  y  $K_v$  son las componentes de aceleraciones sísmicas horizontal y vertical en la base del muro.

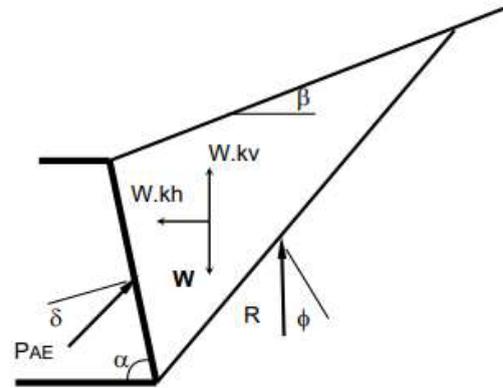


FIGURA N° 7: FUERZAS CONSIDERADAS EN EL ANÁLISIS DE MONONOBE – OKABE (1929-1926)

La presión activa es:

$$P_{AE} = (1/2) \cdot (\gamma H^2) \cdot (1 - K_v) \cdot K_{AE}$$

El coeficiente de presión de tierras activa es:

$$K_{AE} = [\cos^2(\phi - \theta - \beta)] / [\cos\theta \cdot \cos^2\beta \cdot \cos(\delta + \beta + \theta) \cdot F]$$

donde

$$F = \{1 + [(\sin\{\phi + \delta\} \sin\{\phi - \theta - i\}) / (\cos\{\delta + \beta + \theta\} \cos\{i - \beta\})]^{0.5}\}^2$$

$$\theta = \tan^{-1} [K_h / (1 - K_v)]$$

$\phi$  = ángulo de fricción del suelo.

$\delta$  = ángulo de fricción del muro.

$i$  = pendiente de la superficie del terreno por detrás de muro.

$\beta$  = inclinación del trasdós del muro con la vertical.

Aparentemente Mononobe y Okabe supusieron que la presión total calculada con esta formulación actuaba en la misma posición que la presión estática inicial, esto es, a una altura de  $H/3$  por encima de la base. En realidad la resultante suele quedar ligeramente por encima de esta altura pero la aproximación es válida para cálculos prácticos.



Para el caso pasivo la formulación de Mononobe y Okabe arroja valores extremadamente altos del coeficiente de presión de tierras por lo cual se recomienda emplear en esta condición los valores de  $K_p$  dados según Muller-Breslau. (Ver Norma NSR-98).

## 6. DISEÑO DE MUROS DE GAVIONES

### 6.5. CRITERIOS PARA EL DISEÑO

Además de las condiciones propias del lugar (topografía, geología, etc.), deben conocerse las características geotécnicas de los materiales en la zona para determinar los empujes y reacciones. Las principales características que deben evaluarse son: peso unitario, cohesión y ángulo de fricción.

Con estos datos y las condiciones de estructuras próximas se determinan los empujes debidos a:

- El suelo (relleno) del trasdós.
- El material en la base del muro.
- El agua.
- Sobrecargas próximas.
- Presiones de compactación.
- Esfuerzos por cargas sísmicas.

Con este conjunto de acciones, las cuales deben fijarse en magnitud y posición para un predimensionamiento dado del muro, se debe comprobar la seguridad de la estructura para las siguientes causas de falla, entendida como un problema de comportamiento relacionado con resistencia o deformación que debe verificarse para condiciones a corto y largo plazo.

#### 6.5.1. VOLCAMIENTO

El factor de seguridad ante vuelco corresponde a la relación entre los momentos estabilizadores y los inestabilizantes. Usualmente se calcula tomando momentos con respecto al pie del muro. Se recomienda que sea como mínimo de 1.5 y resulta conveniente que sea del

orden de 2.0. Sin embargo, la norma NSR-98 establece factores mínimos de 2.0 y 3.0 para suelos cohesivos y granulares, respectivamente. Como se mencionó anteriormente, se debe verificar el volcamiento de toda la estructura, teniendo en cuenta las deformaciones internas, que desplazan el centro de gravedad de la misma.

#### 6.5.2. DESLIZAMIENTO

Se evalúa en el plano de la base del muro, aplicando ecuaciones para el equilibrio de fuerzas horizontales. Se recomienda que el factor de seguridad sea superior a 1.5 en suelos granulares y a 2.0 en materiales cohesivos. En algunos casos se inclina la base del muro para mejorar este nivel de seguridad.

Puesto que normalmente se presenta alteración del material superficial sobre el que se construye el muro, suele despreciarse la componente de cohesión en la resistencia para esta evaluación.

Aunque resulta conveniente que la cota de apoyo del muro este entre 1.0 a 1.5 m por debajo del nivel de excavación, no suele contarse con la resistencia pasiva en el pie, salvo casos especiales en que puede garantizarse la continuidad del terreno en esa zona, su inalterabilidad ambiental, etc. En este último caso se considera solo una fracción de dicha resistencia para que exista compatibilidad de deformaciones en las diferentes zonas del muro.

Es importante resaltar que si el factor de seguridad contra deslizamiento es muy alto, las presiones de compactación suelen ser de gran magnitud.

#### 6.5.3. CAPACIDAD PORTANTE

Entre los análisis que deben realizarse para estructuras de gaviones se tiene el de verificar las condiciones de cimentación del mismo. Deben satisfacerse los requisitos de estabilidad (capacidad portante), deformaciones (asentamientos) y



funcionalidad dentro de unas condiciones económicas adecuadas.

Deben considerarse todos los factores que normalmente se evalúan en cualquier estructura de cimentación. En particular deben considerarse todas las acciones permanentes y temporales, tanto estáticas como dinámicas, que puedan afectar la estructura.

Puesto que en general las estructuras de gaviones tienen una relación B/L grande, para la evaluación de la capacidad portante del terreno pueden considerarse las formulaciones clásicas existentes para cimientos superficiales continuos.

La base del muro se considera equivalente a una zapata continua con carga excéntrica. El factor de seguridad debe ser superior a 2.5. En algunos casos es suficiente que la excentricidad de la resultante se inferior a 1/6 del ancho de la base del muro. Sin embargo, dependiendo de las condiciones y considerando la flexibilidad de los gaviones pueden admitirse valores bajos de esfuerzos de tracción en secciones reducidas de la base, sin sobrepasar en ninguna zona la capacidad del terreno.

#### 6.5.4. ESTABILIDAD GENERAL

Se deben efectuar análisis de estabilidad de taludes para diferentes superficies de rotura para verificar factores de seguridad apropiados ante fallas del conjunto muro-suelo. Se aplican los métodos de análisis de equilibrio límite comunes en la estabilidad de taludes, en los cuales se comparan los esfuerzos desviadores con la resistencia disponible a lo largo de una superficie potencial de falla. Se asume que la masa falla como un cuerpo rígido y no se hacen consideraciones acerca de la deformabilidad del suelo. Debe garantizarse un factor de seguridad mínimo de 1.5.

#### 6.5.5. ESTABILIDAD INTERNA

En muros de gaviones se refiere al cálculo de los esfuerzos en secciones intermedias

para verificar la capacidad estructural de la malla, garantizando que los esfuerzos sean admisibles. Para esta evaluación la estructura se considera multielemental y en rigor debe efectuarse el cálculo para todas las secciones. En el Numeral 4.3 se presentan los factores que se deben tener en cuenta para la verificación de la estabilidad interna.

#### 6.5.6. DEFORMACIONES

Se deben calcular las deformaciones propias de la estructura de gaviones, así como las generadas en las vecindades en caso de que se considere importante. Para el control de los movimientos del muro cuando las deformaciones del relleno por detrás de la corona son importantes, pueden construirse contrafuertes de refuerzo. El diseñador debe determinar la cantidad y la longitud de los contrafuertes de refuerzo necesarias para hacer una estructura más o menos deformable, de acuerdo con las deformaciones admisibles para la estructura que se está diseñando.

#### 6.5.7. SECCIÓN RESISTENTE DE UNA ESTRUCTURA DE GAVIONES

Con base en los empujes a que vaya a estar sometida la estructura y las características físicas y de resistencia y deformabilidad de los gaviones se determina la disposición de los gaviones que conformen la estructura.

Para controlar la resistencia interna de la estructura, se busca que su comportamiento sea gobernado por el modo de falla de distorsión angular, en el cual se exige la resistencia de la malla y del enrocado en condiciones de deformabilidad compatibles.

#### 6.5.8. CONTRAFUERTE

Cómo se encontró que para luces alrededor de 5 m el comportamiento en los modos de flexión y distorsión angular es similar (Ref. 2, 1981), se propone el empleo de contrafuertes a esta distancia, los cuales

servirán para rigidizar la estructura en éstos puntos y mantener el modo de falla por distorsión.

Los contrafuertes, dispuestos de manera perpendicular a la estructura (Figura N° 8), tienden a estar empotrados en el terreno de manera que funcionen como refuerzos adicionales a partir de la fricción que se genera entre el suelo y las paredes del contrafuerte. Esta fricción puede ser determinada mediante la siguiente expresión:

$$f = \frac{\gamma_s(Z_i+Z_s)b}{2} K_o \tan \phi_s + c_s(Z_i-Z_s) \frac{b}{2} < R_{m(b)}$$

Donde:

**Z<sub>i</sub>, Z<sub>s</sub>**: Profundidad hasta la base y el tope del gavión, respectivamente.

**K<sub>o</sub>**: Coeficiente de presión de tierras en reposo.

**γ<sub>s</sub>**: Densidad del suelo.

**R<sub>m(b)</sub>**: Resistencia de la malla en la dirección b, o de la junta si la hay. Puede complementarse con varillas o cables.

**K<sub>m</sub>**: Módulo de deformación de la malla.

**t < R<sub>m(a)</sub>**: Resistencia de la malla en la dirección a.

**c<sub>s</sub>**: Cohesión del relleno compactado detrás de los gaviones.

**φ<sub>s</sub>**: Angulo de fricción del relleno compactado.

**φ**: Angulo de fricción del enrocado de los gaviones.

**i**: Dilatancia del enrocado de los gaviones.

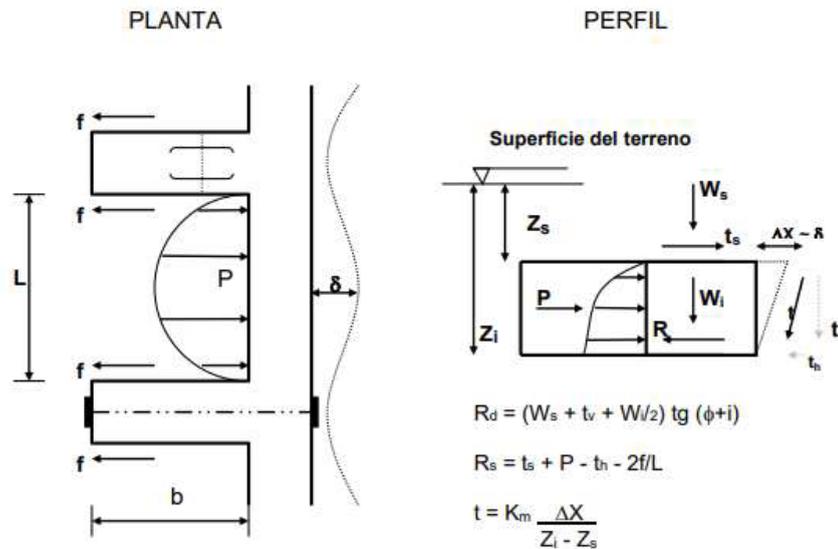


FIGURA N° 8: DIAGRAMA DE CUERPO LIBRE DE UN MURO DE GAVIONES CON CONTRAFUERTE

Para determinar el tipo amarre de los contrafuertes a la estructura de gaviones se deben seguir los siguientes criterios:

- Si la fricción generada en las paredes del contrafuerte es menor que la resistencia a la tracción de la unión, no

es necesario ningún tipo de amarre, distinto al amarre convencional entre módulos de gaviones.

- Si la fricción generada en las paredes del contrafuerte es mayor que la resistencia de la unión, determinada con



base en la resistencia del alambre de amarre, se deben unir los contrafuertes mediante ganchos de acero dispuestos entre el contrafuerte y el modulo adyacente, tal como se muestra en la Figura 8.

- Si la fricción generada en las paredes del contrafuerte es mayor que la resistencia a la tracción de la malla, se deben amarrar los contrafuertes mediante un anclaje que los atraviese longitudinalmente, dispuesto entre las caras opuestas de la estructura tal como se muestra en la Figura 8.

### 6.5.9. PUNTALES

En ocasiones es posible utilizar los gaviones como estructuras que soporten fuerzas de compresión, que pueden ser usadas como refuerzo de una estructura ante deslizamiento (gaviones de punta), o dispuestos a manera de puntal entre las paredes de un cauce. En este caso, se debe verificar que las cargas de compresión a las que van a estar sujetos los gaviones, no superen la resistencia de estos a la compresión, de acuerdo con lo establecido en el Numeral 4.3.

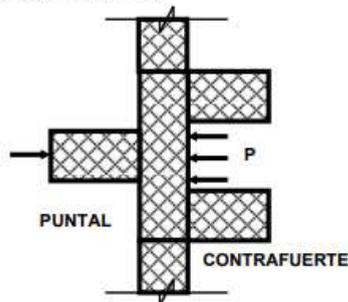
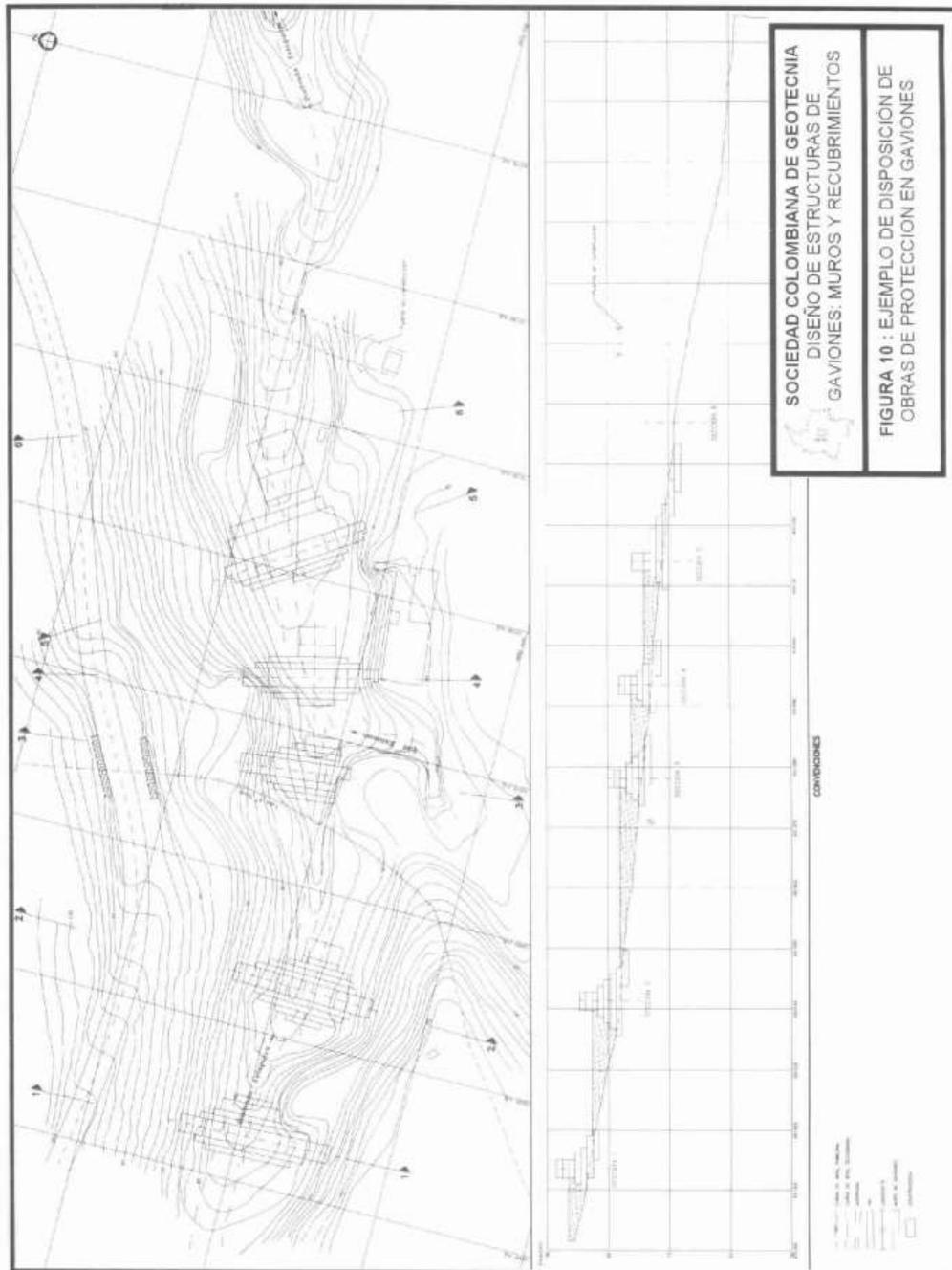


FIGURA N° 9: DISPOSICION DE UN PUNTALES

### 6.6. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

- A) Con base en la geometría del problema, predimensionar la estructura.
- B) Caracterizar los materiales disponibles y verificar que cumplan con las propiedades mínimas requeridas, de acuerdo con lo presentado en el Numeral 4.
- C) Calcular las cargas a las que estará sometida la estructura, de acuerdo con lo presentado en el Numeral 5.
- D) Evaluar la estabilidad general, teniendo en cuenta las deformaciones, como se explicó en el Numeral 6.
- E) Determinar la disposición general de los gaviones (sección y contrafuertes).
- F) Verificar la estabilidad externa: volcamiento, deslizamiento y deformación admisible, como se explicó en el Numeral 6.
- G) Verificar la estabilidad interna: resistencia de la malla y del enrocado, como se explicó en el Numeral 4.
- H) Adelantar la distribución (despiece) de los gaviones, nivel por nivel. En las figuras 11, 12 y 13 se presentan algunos ejemplos de los despieces de estructuras de gaviones.



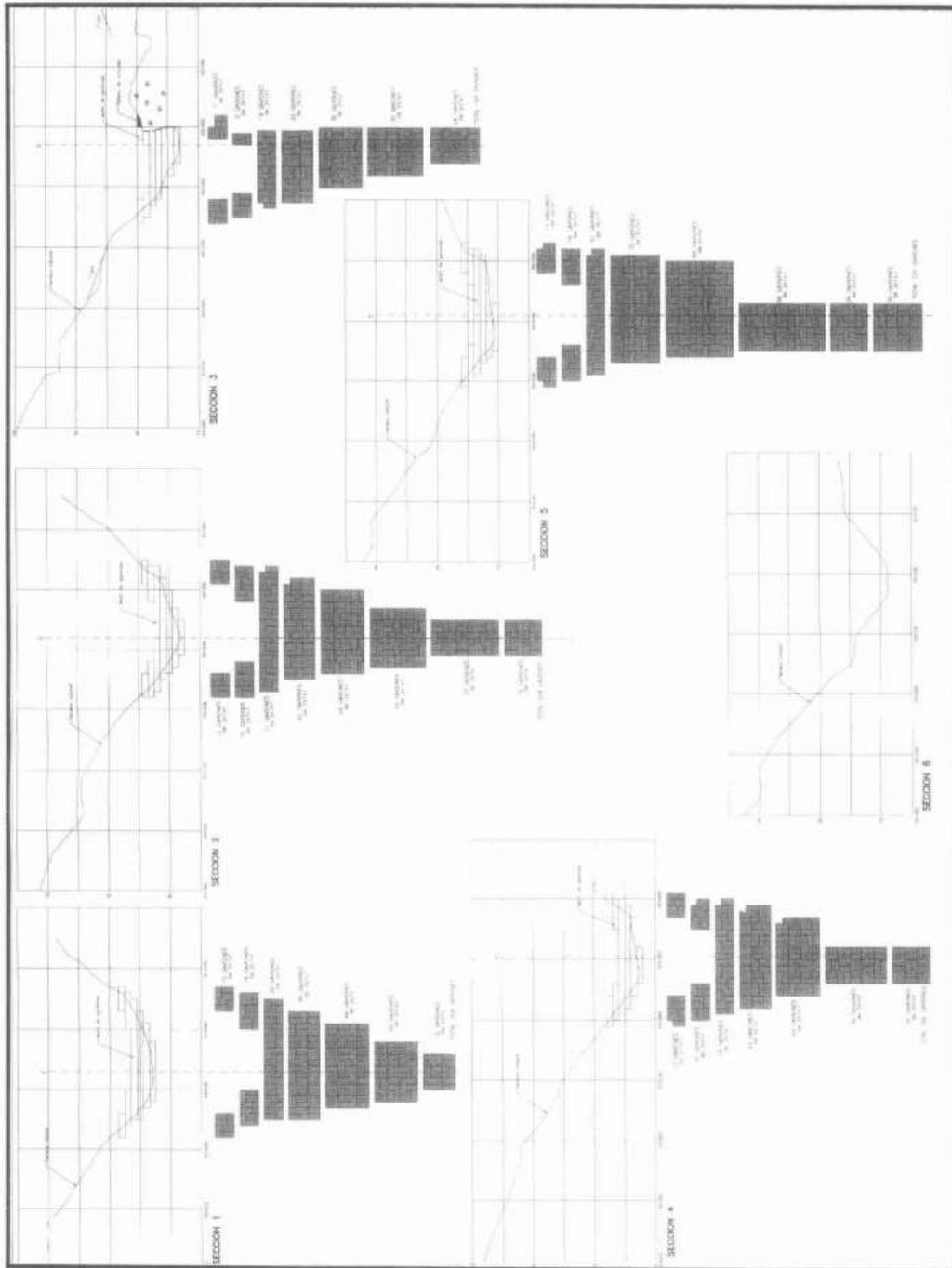


FIGURA 11 : EJEMPLO DE DESPIECE DE GAVIONES.



 UNIVERSIDAD NACIONAL DE CUENCA	 FACULTAD DE INGENIERIA INSTITUTO DE INGENIERIA CIVIL	CENTRO PARA LA INVESTIGACION AMBIENTAL Y SOCIOLOGICA DE LA CIUDAD - INSTITUTO DE SUELO			
NOMBRE DEL PROYECTO:					
OBJETIVO:					
DESCRIPCION:					
FECHA:					
LUGAR:					
DISEÑADO POR:					
REVISADO POR:					
APROBADO POR:					
ESCALA:					
HOJA:					
TOTAL DE HOJAS:					

FIGURA 12





## 7. PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

A continuación, se describen las actividades a realizar durante la construcción de una estructura de gaviones (Fotografías tomadas de FAO, Revista Enfoques: Gaviones, Ref. 11, 1998):

- Primero, extienda la canasta sobre una superficie plana:



- Enseguida, una las cuatro aristas con alambre galvanizado de la misma calidad que el empleado en la malla:



- Después una los diafragmas al cuerpo del gavión:



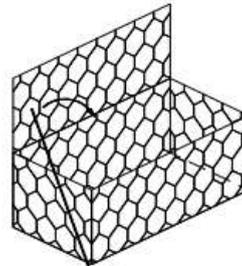
- La unión de las aristas debe de estar bien reforzada, por ello se alternan torsiones sencillas y dobles para asegurarla:



- Las canastas armadas se colocan en el sitio, se alinean y se unen unas con otras, para luego ser rellenas:

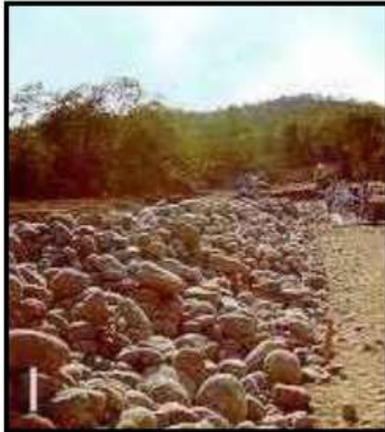


- Por razones técnicas y estéticas es muy importante tensar las canastas antes de rellenarlas, ya que así se comprueba si no existen deficiencias en la unión, se logra optimizar el relleno y se obtiene un mejor rendimiento en la aplicación:





- La piedra de relleno puede ser de canto rodado ó de explotación y debe cumplir los requerimientos dados en el numeral 4.2.3:



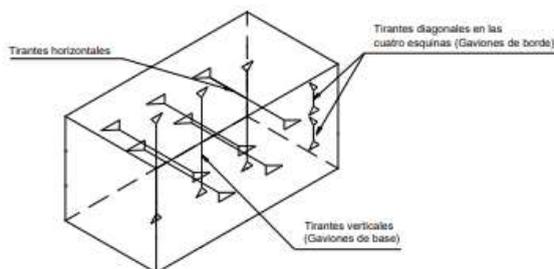
- El relleno debe ser compacto y con el mínimo de vacíos posibles:



- Al finalizar el relleno, una la tapa al cuerpo del gavión, colocando grapas cada 30 cms e hilvanando con la ayuda de unas tenazas y un gancho:



- Conforme se va rellenando con la piedra, se colocan los tensores a 1/3 y a 2/3 de la altura del gavión, abarcando 2 escudarías de la malla en la unión:



- Terminado el primer nivel de gaviones repita el proceso, coloque el siguiente nivel y únalo firmemente con el de abajo para después grapar e hilvanar:

