

**Dig. 1407**

***MGL*** **MOYA Y GARCIA LTDA**  
**Ingenieros Consultores**

**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS**

**CONSULTORÍA PARA MANEJO DE SITIOS DE RIESGO INMINENTE  
BARRIO MORALBA – LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL**

**Trabajo No. 030 – Bogotá D.C., Noviembre de 2001.**

**DIRECCIÓN DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN DE EMERGENCIAS****CONSULTORÍA PARA MANEJO DE SITIOS DE RIESGO INMINENTE  
BARRIO MORALBA – LOCALIDAD DE SAN CRISTÓBAL****1 INTRODUCCIÓN**

En este informe se presenta el diseño para la protección de la casa localizada en la Carrera 16B Este No. 42 A.23 Sur, barrio Moralba de la localidad de San Cristóbal (figura1), el trabajo se adelanta dentro de los alcances del contexto CCS-328/01 suscrito entre el FOPAE y esta firma.

**2 DESARROLLO**

Sobre el costado occidental de la carrera 16 B Este, frente a la casa identificada con el No. 42 A-23 Sur, se presentó el hundimiento del borde de la vía, en una longitud de 7 m y amenaza la seguridad de la mencionada casa.

La carrera 16 B Este presenta una pendiente fuerte hacia el sur, la casa se encuentra a un nivel inferior a la vía, variable entre 1 m en el extremo sur y 3 m en el norte. El cuerpo deslizado presenta un hundimiento de aproximadamente 0,6 m y la pata está alrededor de un metro de la fachada de la vivienda y se encuentra contenida con un entramado de madera, apoyado contra la casa (ver fotografías 1 y 2).

Por esta vía pasa una de las tuberías de conducción de la Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, la cual está a 2.5 m del borde de la vía, de acuerdo con la información suministrada por los vecinos. El terreno está conformado por un relleno principalmente arcilloso de consistencia media; en la figura 2 se ilustra con un esquema la disposición de la zona inestable.

**3 RECOMENDACIONES**

Para confinar la banca de la vía y proteger la vivienda, se recomienda retirar el material deslizado y construir un muro de gaviones de tres niveles, tal como se indica en la figura 3.

Para proteger la tubería de desagüe de la vivienda se recomienda hincar estacones de madera a ambos lados del tubo, a unos 25 cm del tubo y separados 0.3 m entre sí, los estacones tendrán un diámetro de 10 a 15 cm y una longitud superior de 60 cm y deben quedar 10 cm por encima del piso de apoyo de los gaviones.



**MGL**

Si en algún punto el piso del gavión queda por debajo de la clave del tubo, este puede ser afectado con las piedras del gavión, caso en el cual se recomienda complementar la protección con ladrillos y tablonés, en la forma indicada en la figura 4.

#### 4 PRECAUCIONES CONSTRUCTIVAS

- a) Retirar inicialmente la parte superior del derrumbe hasta una profundidad de 1.5 m cuidando de no afectar las conducciones de acueducto u otras redes.
- b) Retirar el entramado de madera gradualmente.
- c) Retirar el resto del material deslizado e ir conformando el piso para los gaviones, se debe tener cuidado, de no afectar las tuberías del acueducto.
- d) A medida que se conforme el piso, ir colocando las mallas y llenarla inmediatamente.
- e) Una vez llena la malla, llenar los espacios entre el gavión y la pared de la excavación con recebo compactado o por lo menos apisonado cuando el espacio sea menor del ancho de la placa del compactador (Rana).
- f) En el sitio de paso de la tubería de desagüe, colocar la protección indicada en la figura 4.
- g) Completar la cama de gaviones del nivel inferior, simultáneamente, a medida que se va avanzando ir colocando los gaviones de los niveles superiores, de acuerdo con el despiece de la figura 3.
- h) Rellenar el espacio entre los gaviones llenos y las paredes de la excavación con recebo apisonado o compactado y conformar la banca de la vía con recebo compactado.

#### 5 ESTIMATIVO DE CANTIDADES DE OBRA

ITEM	CANT./UND.	VR. UNIT.
- Remoción de derrumbes y conformación inicial del terreno	30 m <sup>3</sup> a	\$6.000=/m <sup>3</sup>
- Suministro y conformación de gaviones	38 m <sup>3</sup> a	\$65.000=/m <sup>3</sup>
- Recebo compactado	12m <sup>3</sup> a	\$9.000=/m <sup>3</sup>
- Estacones hincados	8 m a	\$4.000=/m
- Ladrillo tolete	6 und a	\$50= c/u
- Tablón	3 m a	\$5.000=/m

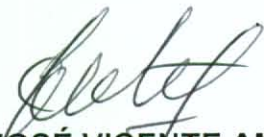
**MGL**

De esta manera se tendría un costo directo de \$2'805.300= y dependiendo de la forma de contratación se tendrían los costos administrativos.

En el anexo se presentan las especificaciones técnicas para la construcción de estructuras de gaviones, tomadas del Curso de Diseño de Estructuras de Gaviones preparado por la Sociedad Colombiana de Geotecnia, el 29 de agosto de 2000.

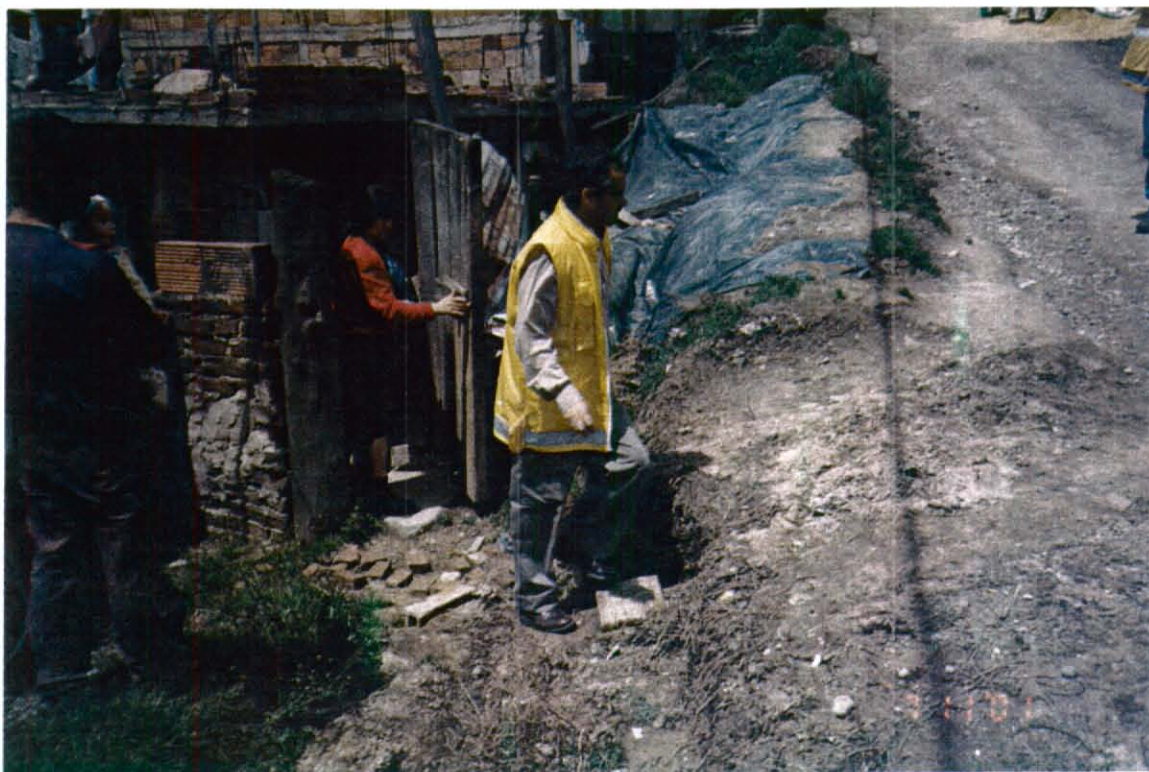
Bogotá D.C., noviembre de 2001.

**MOYA Y GARCÍA LTDA.**



**ING. JOSÉ VICENTE AMÓRTEGUI GIL**  
Matrícula No. 25202-15540 CP Cund.





1. Deslizamiento que amenaza a la vivienda de la carrera 16B Este No. 42A-23 Sur.

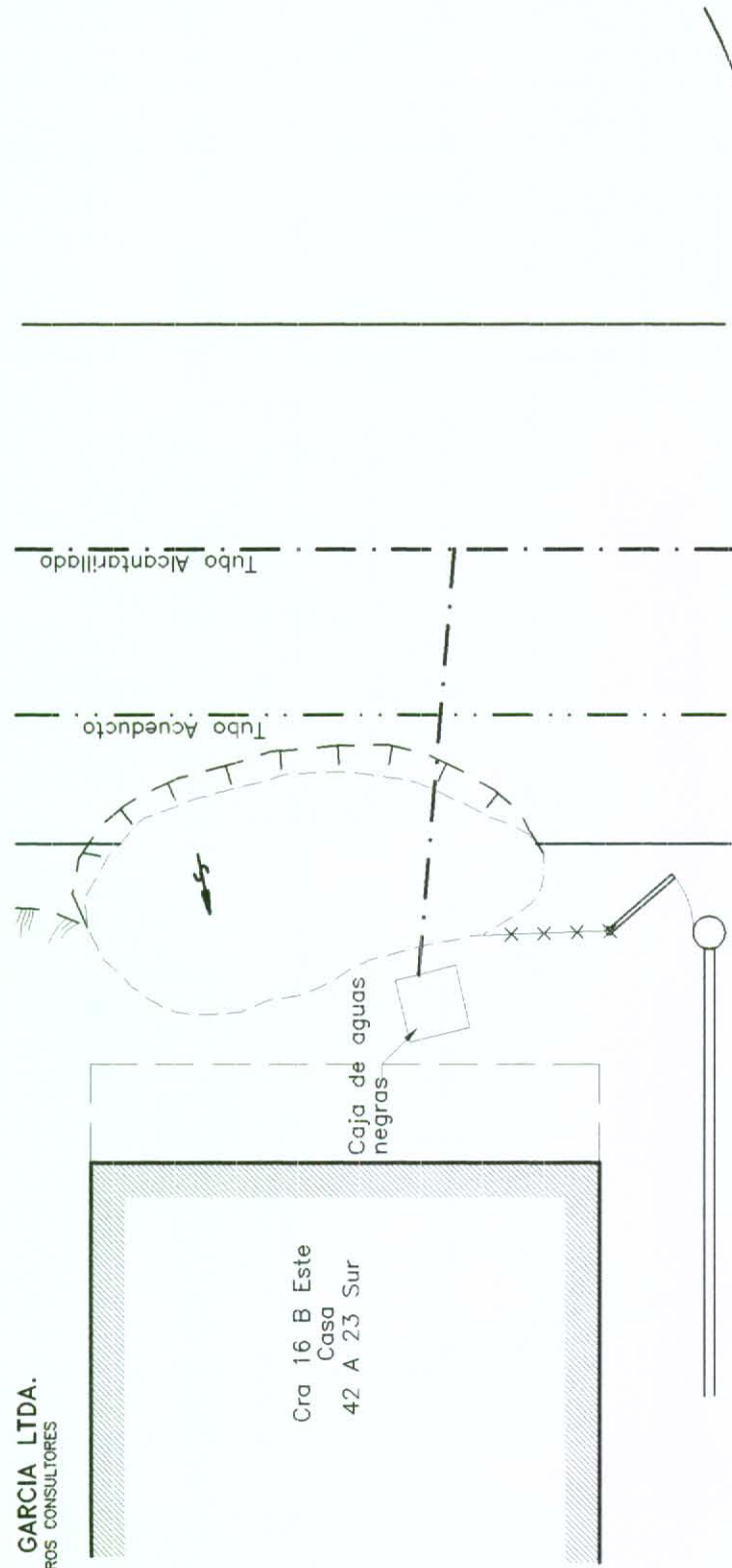


2. Detalle del sistema de "contención" provisional.

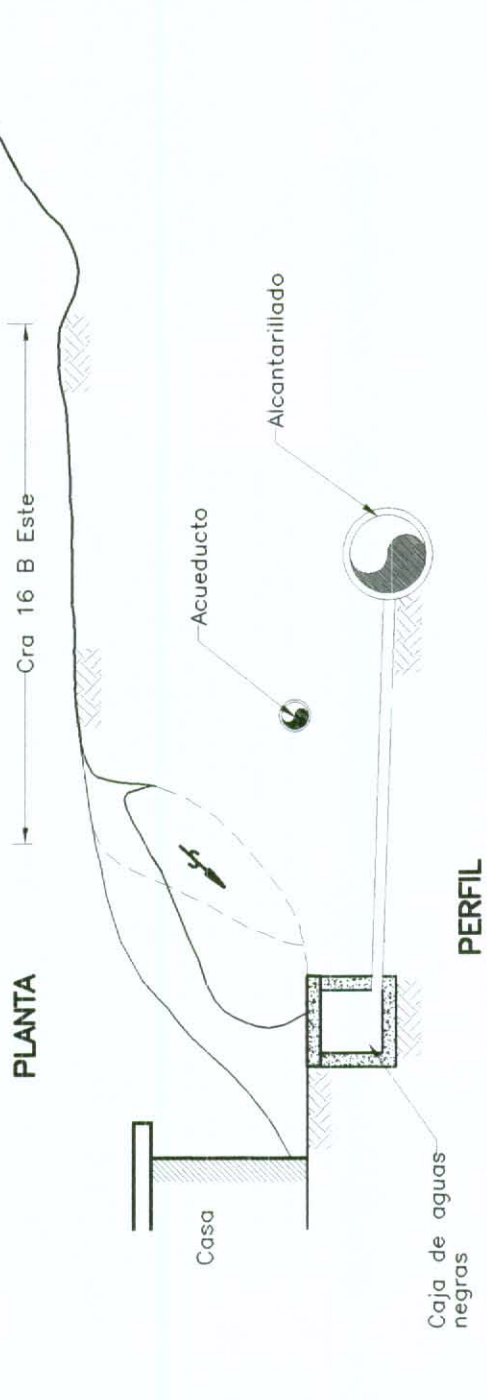




MOYA Y GARCIA LTDA.  
INGENIEROS CONSULTORES



PLANTA



PERFIL

DESPLIZAMIENTO BARRIO MORALBA

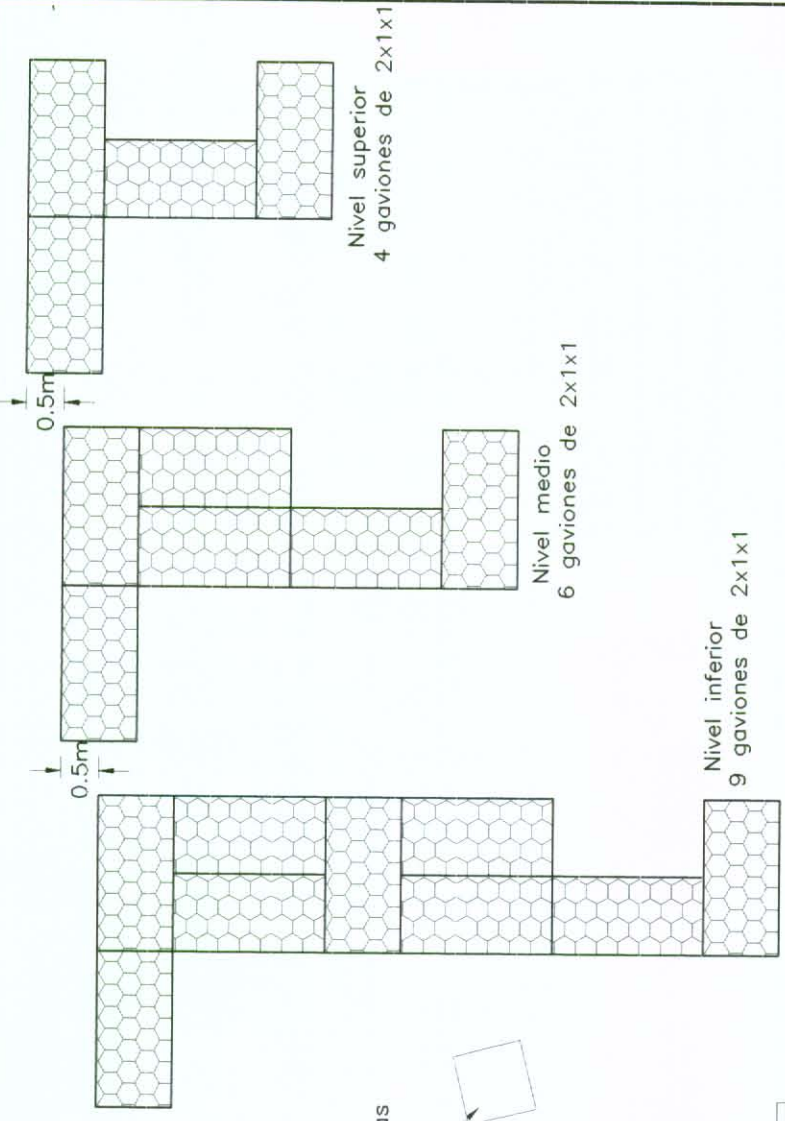
ESCALA APROX. 1:100

FIGURA 2



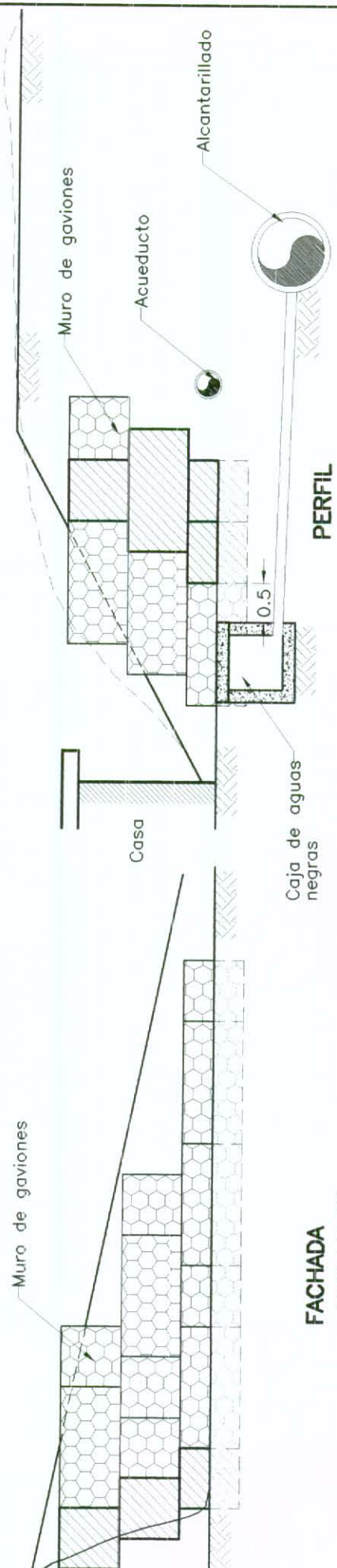
Cra 16 B Este  
Casa  
42 A 23 Sur

Caja de aguas  
negras



**PLANTA Y DESPIECE**

Cra 16 B Este



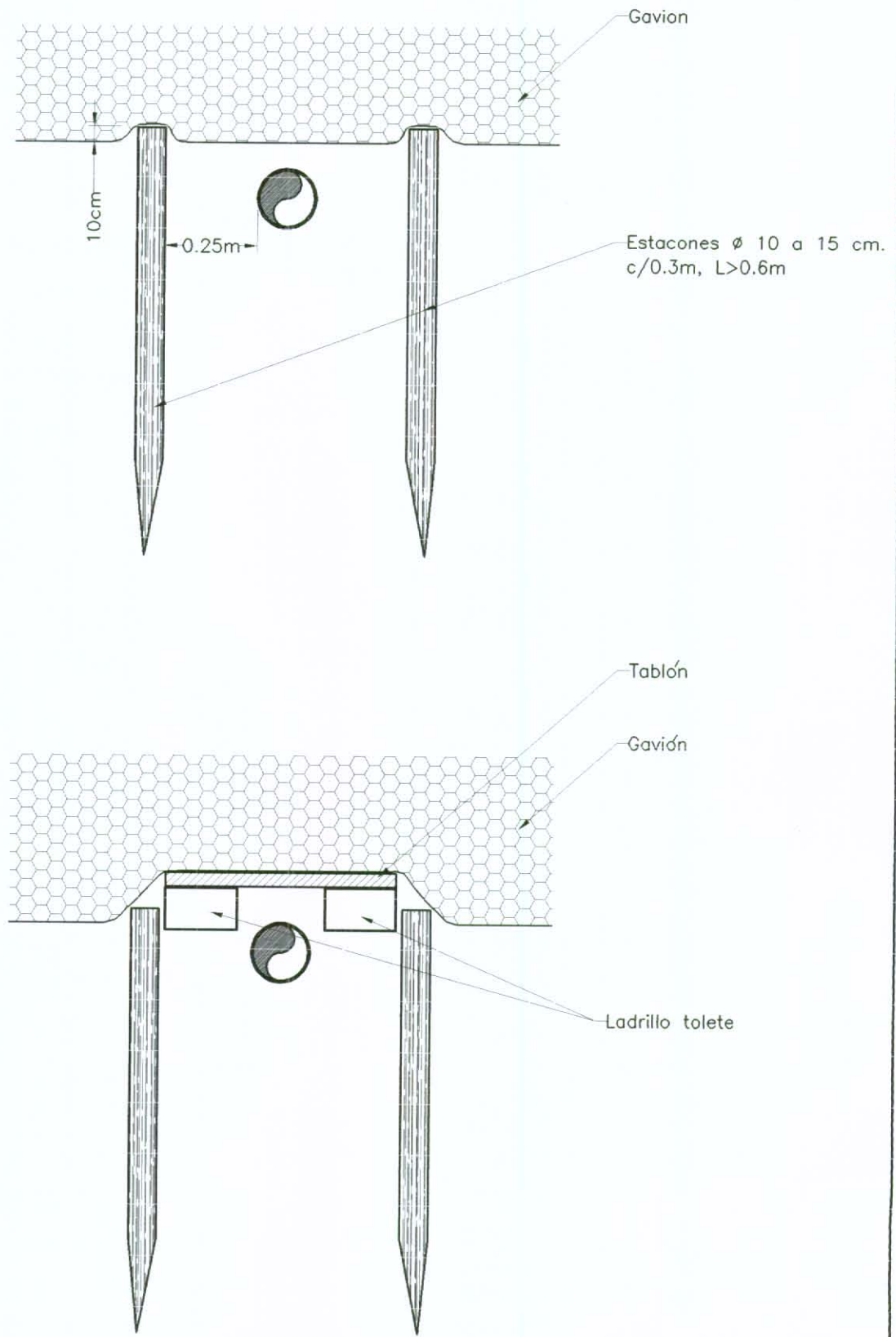
**FACHADA**

**RECUPERACION DEL BORDE DE LA VIA Y PROTECCION DE LA VIVIENDA**

ESCALA APROX. 1:100

FIGURA 3





PROTECCION DEL DESAGUE DE LA VIVIENDA

---

**ESPECIFICACIONES TÉCNICAS BÁSICAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE GAVIONES**


---

**1 GENERALIDADES**

En este documento se presentan las especificaciones técnicas básicas para los materiales y el procedimiento constructivo de módulos de gaviones empleados en la construcción de distintos tipos de estructuras, tales como estribos y aletas de puentes, trinchos, espolones, muros de contención, revestimientos para protección de riberas y revestimiento de canales, entre otras.

Por lo general, se emplean gaviones en forma de paralelepípedo con dimensiones que varían según su empleo o colocación dentro de la estructura. En nuestro medio, los tipos de gaviones más empleados son los siguientes:

TIPO	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	ALTURA (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

TABLA N° 1: DIMENSIONES DE LOS TIPOS DE GAVIONES MAS EMPLEADOS EN NUESTRO MEDIO.

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 (Maccaferri®, 1983):

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

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

Los gaviones poseen la capacidad de comportarse como una estructura flexible que se adapta al terreno, soportando deformaciones relativamente grandes sin perder su capacidad estructural o sus funciones como revestimiento. Por esta razón, uno de los aspectos que se deben tener en cuenta en el diseño de un gavión es precisamente su grado de flexibilidad, el cual depende de:

- La geometría y dimensiones de la malla.
- Las propiedades mecánicas del alambre.



# MGL

- El tamaño y la forma de las piedras de relleno.
- El número de tirantes y diafragmas.
- Las dimensiones del gavión.

El diseñador debe especificar los detalles de cada uno de los elementos enunciados para producir el gavión que desea, de acuerdo con la rigidez que requieren sus diseños. Debe observarse que para algunas estructuras tales como muros de contención, se requieren rigideces altas, mientras que para estructuras como recubrimientos de canales o protección ante socavación, se requieren gaviones muy flexibles.

En este documento se establecen las propiedades que deben cumplir los materiales, y las características y procedimientos constructivos de los gaviones con las cuales el diseñador puede jugar para producir elementos con mayor o menor flexibilidad según sus necesidades.

## 2 MATERIALES

Los materiales que conforman los gaviones, y cuyas características controlan en gran medida su rigidez o flexibilidad, son los siguientes:

- ♦ Alambre.
- ♦ Mallas.
- ♦ Material de relleno.

A continuación se establecen los requerimientos para cada uno de estos materiales.

### 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. Adicionalmente, el alambre debe cumplir con los requisitos establecidos en los numerales 2.1.1 a 2.1.3.

#### 1.1.1 Diámetro del alambre

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° 2. Es recomendable indicar el diámetro del alambre en milímetros para evitar confusiones respecto a la denominación que se está utilizando.

**MGL**

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

8TABLA N° 2: DENOMINACIONES PARA DIÁMETROS DE ALAMBRES.

### 1.1.2 Revestimiento del alambre

La función principal del recubrimiento de zinc o galvanizado 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 pueden 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 obedecer a los que se presentan en la Tabla N° 3.

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

TABLA N° 3: PESOS MÍNIMOS DEL REVESTIMIENTO DE ZINC SEGÚN EL DIÁMETRO DEL ALAMBRE.

El revestimiento de zinc debe soportar 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



**MGL**

crisales 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.

### 1.1.3 Resistencia del alambre

- ♦ **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.

## 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

## **MGL**

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.

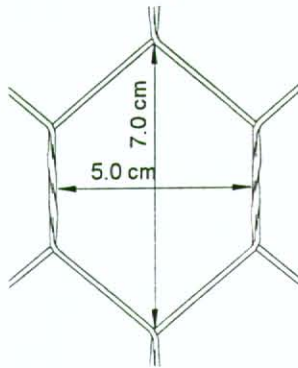
En éstas especificaciones se recomienda el uso de mallas hexagonales debido a que permiten tolerar esfuerzos en varias direcciones sin que se produzca rotura, lo cual las hace más flexibles ante movimientos en cualquier dirección. Otra ventaja de este tipo de mallas consiste en que al romperse un alambre 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 (ver Figura N° 1):

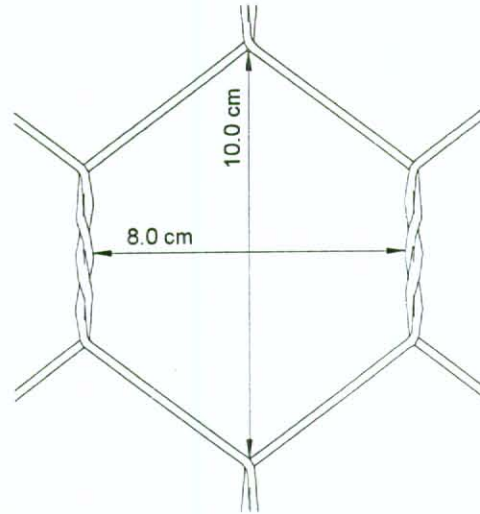
- Malla de 5.0 X 7.0 cm de escuadría. Alambre calibre N° 14 ( $\phi = 2.11$  mm). Figura N° 1 (a).
- Malla de 8.0 X 10.0 cm de escuadría. Alambre calibre N° 13 ( $\phi = 2.41$  mm). Figura N° 1 (b).
- Malla de 12.0 X 14.0 cm de escuadría. Alambre calibre N° 11 ( $\phi = 3.05$  mm). Figura N° 1 (c).



**MGL**

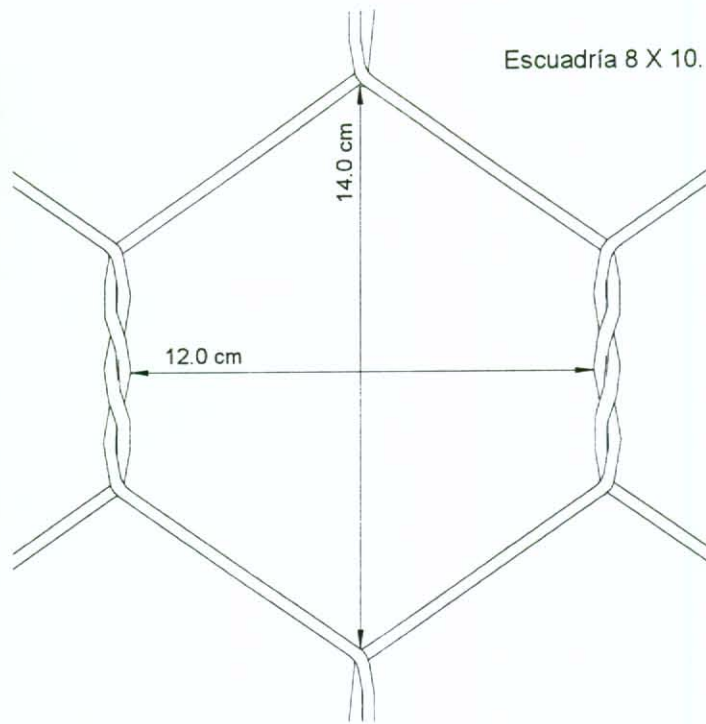
(a)

Escuadría 5 X 7. Alambre N° 14 (2.11 mm)



(b)

Escuadría 8 X 10. Alambre N° 13 (2.41 mm)



(c)

Escuadría 12 X 14. Alambre N° 11 (3.05 mm)

FIGURA N° 1: TAMAÑOS Y CALIBRES DE LAS MALLAS HEXAGONALES UTILIZADAS EN LA CONSTRUCCION DE GAVIONES.

Las torsiones de la malla deben ser obtenidas entrecruzando dos hilos por tres medios giros, así mismo, el alambre empleado en la fabricación de la malla debe cumplir los requerimientos establecidos en el numeral 2.1.

# MGL

## 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.

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 (ver Referencia 6) 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 ( $IS_{(50)}$ ), determinada según el procedimiento establecido por el grupo de trabajo sobre Revisión del Método de Ensayo de Carga Puntual (ver Referencia 6) 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 dentro de la malla en reemplazo de los fragmentos de roca.

## 3 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

El terreno de fundación debe ser nivelado previo a la construcción de la estructura de gaviones, suprimiéndose las depresiones o salientes y los materiales sueltos u orgánicos que allí se encuentren. Sobre el terreno de fundación, cuando así se especifique, debe construirse una capa de material de fundación o una capa drenante con las características y espesores indicados en el diseño.



**MGL**

### 1.1. Armado de la Canasta

En el armado de la canasta se deben seguir los siguientes pasos:

- 1- Desplegar la canasta del gavión sobre el suelo.
- 2- Levantar las paredes laterales conformando el paralelepípedo que alojará el material de relleno.
- 3- Enlazar o coser las cuatro aristas verticales de la canasta empleando un alambre de la misma calidad y diámetro que el de la malla.

Cada unidad de gaviones puede estar dividida en dos o más celdas separadas por medio de diafragmas verticales ubicados transversalmente (Ver Figura N° 2), los cuales proveen rigidez al gavión y le permiten conservar su forma regular durante el llenado. La longitud de las celdas formadas por los diafragmas no debe ser superior a 1.5 veces el ancho del gavión.

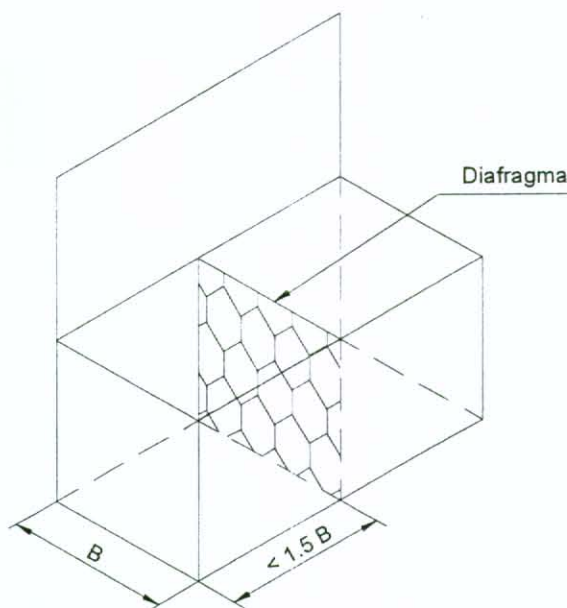


FIGURA N° 2: GAVION CON DIAFRAGMA INTERIOR

### 3.1 Colocación del Gavión en su Sitio

Las canastas deben ser amarradas y llenadas en el sitio exacto donde han de quedar definitivamente, sin permitir ningún tipo de transporte de las mismas una vez se haya efectuado el relleno. Para la colocación de las canastas en su sitio se deben seguir los siguientes pasos:

**MGL**

- 1- Una vez ubicada la canasta en el sitio adecuado, se deben enlazar las aristas verticales de ésta con las aristas verticales de los gaviones vecinos.
- 2- Enseguida, se debe tensar la malla con una palanca o barra de hierro de modo que se garantice la regularidad del gavión (ver Figura N° 3). La arista en la cual gire la tapa debe estar en contacto con el gavión anteriormente relleno de forma que pueda ser cerrada por el espacio libre que deberá ocupar el gavión siguiente. Se puede utilizar formaleta de madera en las caras que no estén en contacto con otros gaviones, para tensar las caras de la canasta y facilitar su llenado.

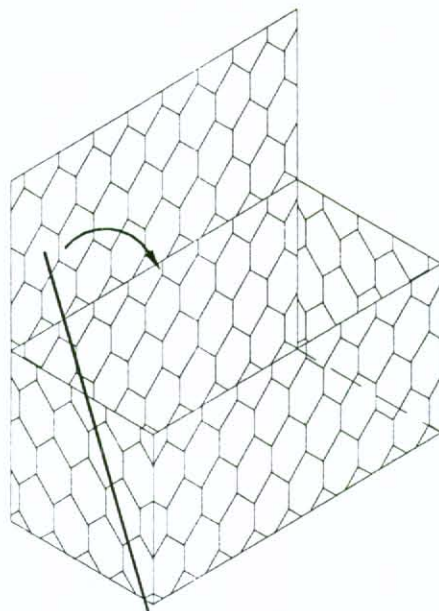


FIGURA N° 3: TEMPLADO DE LA MALLA POR MEDIO DE UNA PALANCA

### 3.2 Llenado y Atirantado

La colocación de los fragmentos de roca o cantos rodados se hace a mano, colocando los de mayor tamaño en la parte exterior y los de menor tamaño en el interior, de tal forma que se obtenga una buena trabazón entre fragmentos, con un mínimo porcentaje de vacíos y con superficies de contacto entre gaviones, parejas y libres de entrantes o salientes. Se debe tener especial cuidado para no formar zonas con gran acumulación de piedras pequeñas. En ningún caso se permite el llenado por medio de canalones o cualquier otro método que pueda producir una segregación de tamaños.

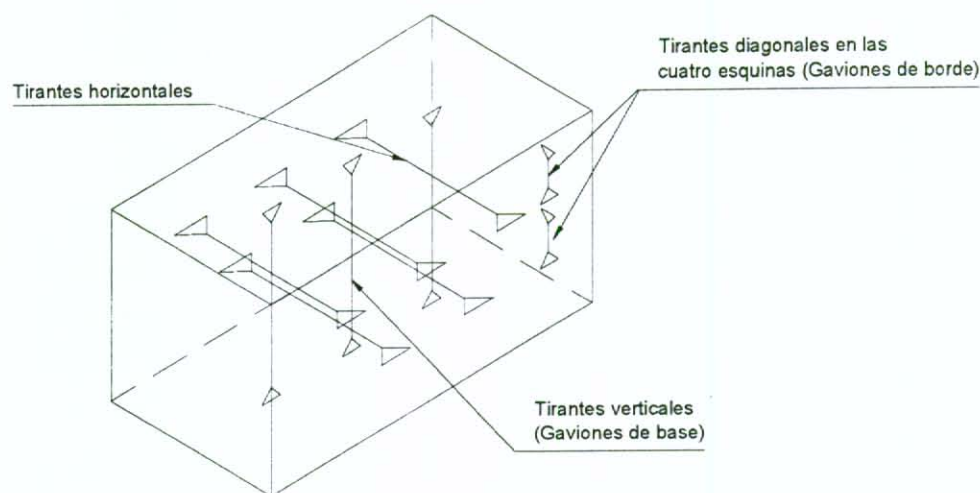
A medida que se adelanta el relleno del gavión se deben colocar tirantes transversales de alambre del mismo diámetro y calidad que el de la malla, dispuestos horizontalmente en los tercios medios de la altura en los gaviones de cuerpo, y en la mitad de la altura



**MGL**

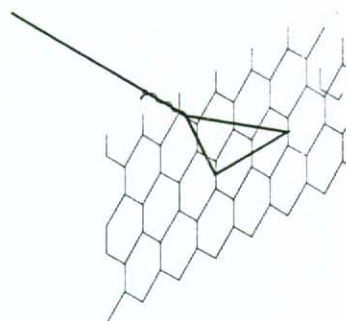
en los gaviones de base. Estos tirantes deben estar espaciados cada 50 cm en sentido horizontal procurando alternar la posición que ocupan los de una hilada, con la que ocupan los de la hilada inferior (ver Figura N° 4(a)). La función de estos tirantes es vincular las caras opuestas del gavión con el propósito de evitar su deformación debido a la presión ejercida por el relleno.

En los gaviones de base, se deben colocar tirantes verticales que unan la base con la tapa. También se pueden colocar tirantes diagonales en las esquinas de los gaviones que ocupan los extremos de cada hilera. Se recomienda que los tirantes sean atados a la malla por ligaduras que abarquen varios alambres como se muestra en la Figura N° 4 (b).



(a)

Tipos de tirantes



(b)

Detalle de la unión del tirante a la malla

FIGURA N° 4: CARACTERISTICAS DE LOS TIRANTES

**MGL****4 MEDIDA Y PAGO**

Los gaviones se pagan por metro cubico. El precio unitario debe incluir todos los costos, directos e indirectos, por adecuación del sitio de emplazamiento, materiales, mano de obra, herramientas y equipos, y demás aspectos necesarios para la correcta ejecución de los trabajos.