



Manual para la Construcción de Muros Tipo Gavión en la Ejecución de Proyectos de Vialidad del Estado Zulia

Manual for the Construction of Gabion-Type Walls in the Execution of Road Projects of the State of Zulia

Ing. Miguel Ángel Giancola Torres, MSc. / miquelgiancola@gmail.com
Universidad Rafael Urdaneta

Ing. Adolfina Amaya, Dra. adolamaya@gmail.com;
<https://orcid.org/0000-0001-6653-2032>

Resumen

El propósito del artículo es presentar los resultados de la investigación cuyo objetivo fue proponer un manual para la construcción de muros de tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, fundamentado en autores como Bianchini Ingenieros (2020), Cartay (2010), Grupo Técnico Gaviones (2004) y Maccaferri América Latina (2005). Una investigación de tipo descriptiva, proyecto factible, con diseño documental, no experimental, transversal. La población de estudio estuvo conformada por unidades de estudio procedentes de investigaciones previas e indagación de teorías, documentos, así como estadísticas referidas a las características de construcción de muros tipo gavión, elementos que los componen e identificación de los riesgos presentes durante este tipo de trabajos. Los resultados arrojaron que las estructuras de gaviones representan una solución técnica, válida para construir muros de contención en cualquier ambiente, clima y en zonas de difícil acceso por ser estructuras que se integran perfectamente y ecológicamente al medio ambiente donde se construyen, conformados por los procesos de armado, llenado y cierre de los gaviones. Se identificaron como riesgos presentes durante los trabajos de construcción los de constructibilidad, riesgos humanos, técnicos y ambientales. Se determinaron los requerimientos en cuanto a materiales, mano de obra, herramientas, maquinarias y equipos, las normas, pruebas y ensayos mandatorios. Finalmente se elaboró la propuesta del manual para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, conformada por 1) Criterios de diseño; 2) Proceso constructivo de los muros de gaviones: Paso a Paso; 3) Requerimientos de mano de obra directa, personal indirecto como supervisorio, materiales, herramientas, maquinarias y equipos, normas, pruebas y ensayos requeridos; y 4) Riesgos presentes identificados en la construcción de muros de gavión.

Palabras claves: Manual, Construcción, Muro, Gavión, Proyecto.

Abstract

The purpose of the article is to present the results of the research whose objective was to propose a manual for the construction of gabion-type walls in the execution of road projects in the state of Zulia, based on authors such as Bianchini Ingenieros (2020), Cartay (2010), Gabions Technical Group (2004) and Maccaferri Latin America (2005). Was a descriptive research, feasible project, with a documentary, non-experimental, cross-sectional design. The study population was made up of study units from previous research and investigation of theories, documents, as well as statistics referring to the construction characteristics of gabion-type walls, elements that compose them and identification of the risks present during



this type of work. . The results showed that gabion structures represent a technical solution, valid for building retaining walls in any environment, climate and in areas of difficult access because they are structures that are perfectly and ecologically integrated into the environment where they are built, shaped by the processes assembly, filling and closing of the gabions. Risks present during construction work were identified as those of constructability, human, technical and environmental risks. The requirements in terms of materials, labor, tools, machinery and equipment, standards, tests and mandatory trials were determined. Finally, the proposal for the manual for the construction of gabion-type walls in the execution of road projects in the state of Zulia was prepared, consisting of 1) Design criteria; 2) Construction process of gabion walls: Step by Step; 3) Direct labor requirements, indirect personnel such as supervisors, materials, tools, machinery and equipment, standards, tests and trials.

Keywords: Manual, Construction, Walls, Gabion, Project.

Introducción

La necesidad de crecimiento está presente en todas las ciudades, poblados y comunidades rurales, por muy grandes o pequeñas que estas sean siempre tendrán algún requerimiento derivado de los pasos agigantados con la cual crece la población. Al relacionar la necesidad de crecimiento con aumento poblacional del mundo, se pretende resaltar el papel importante de los proyectos de vialidad para las comunidades urbanas y rurales en aras de facilitar y mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

El mayor ejecutor de proyectos de infraestructura son los entes públicos, como parte de los planes o programas de la gestión gubernamental llevados a cabo por las entidades u organismos del gobierno, con presupuestos de inversión pública dirigidos a atender necesidades básicas en la población, tales como, salud, educación, recreación, turismo, seguridad social, vialidad, acueductos, alcantarillados, viviendas y ordenamiento espacial urbano y rural. Se caracterizan por ser proyectos que proporcionan a la actividad económica obras de utilidad general, tales como energía eléctrica, vialidad, transporte y comunicaciones.

Uno de los elementos de constructibilidad para garantizar la estabilidad del terreno y permanencia de la infraestructura en el tiempo es la construcción de muros tipo gavión, los cuales, según Barros (1974), consisten en recipientes en forma de paralelepípedo fabricados con malla de alambre galvanizado rellenos de cantos de piedra y roca. En el siglo XVI, durante las guerras, los ingenieros utilizaban 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; masificándose su uso a principios del siglo XX en Europa, extendiéndose posteriormente al resto del mundo hasta llegar a América, donde se emplean extensivamente desde mediados del siglo XX.

A nivel mundial, las técnicas de ejecución y protección de taludes se han ido diversificando, ya no solamente se emplea el hormigón armado para la protección de taludes o ejecución de muros de contención, sino que se usan otros materiales resistentes a los empujes del terreno, soluciones de fácil ejecución y más económicos. Tal es el caso de los muros de contención de gaviones, son una alternativa para proteger un talud y al mismo tiempo estabilizarlo.

Cada día se está empleando mayormente este tipo de muros en obras donde se esperan estabilidades considerables, motivado a las ventajas que ofrecen como: aptos para condiciones cambiantes, alta protección contra esfuerzos internos de flexión, alivio de



presiones de agua en el suelo, su construcción es sencilla, por lo general resultan más económicos que las obras de concreto armado. Aunado a la durabilidad o duración del gavión estimada en 25 años, dependiendo en gran parte de las características anticorrosivas de los materiales metálicos utilizados en su construcción. La calidad de los elementos metálicos utilizados (alambre o malla) son factores determinantes en el comportamiento y durabilidad de las obras en gaviones.

Entre los problemas encontrados durante la construcción de muros tipo gavión, se tiene la indisponibilidad de manuales actualizados que permitan reforzar y aclarar los conocimientos técnicos y operativos por parte del personal de los constructores que desarrollan este tipo de proyectos, quienes los construyen de forma dislocada y con procedimientos incompletos, utilizando bibliografías, normas y manuales con vigencia mayor a 10 años. Es decir, no se cuenta con un documento que defina las características de los muros tipo gavión, donde se describan los procedimientos de cálculo, basado en las mejores técnicas de la ingeniería para obtener el dimensionamiento optimizado de una estructura de gavión y una metodología con el paso a paso a seguir para llevar a cabo el proceso constructivo de los muros de gaviones.

Objetivo General

Proponer un manual para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia

Objetivos Específicos

Describir las características de construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia.

Determinar los elementos que componen la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia.

Identificar los riesgos presentes durante los trabajos de construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia.

Determinar los requerimientos para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia.

Elaborar un manual para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia.

Metodología

La investigación se caracterizó por ser de tipo proyectiva o proyecto factible, según lo explica Hurtado (2015), la misma consiste en la elaboración de una propuesta, un plan, un programa o un modelo, como solución a un problema o necesidad de tipo práctico, ya sea de un grupo social, o de una institución, o de una región geográfica, en un área particular del conocimiento, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento con base en los resultados de un proceso investigativo. Para los autores, Hernández, Fernández y Baptista (2014) el proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta o modelo para dar solución a la necesidad o problema de tipo práctico, como es la elaboración de un



manual basado en normas nacionales e internacionales para la construcción de muros tipo gavión, a partir de un diagnóstico preciso de las necesidades del momento.

Así mismo, la investigación se enmarcó en un nivel descriptivo, según Tamayo y Tamayo M. (2014), la investigación descriptiva “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas o cosas, se conduce o funciona en presente”.

El diseño del estudio fue del tipo documental, debido que el origen de esta investigación tanto como los factores considerados fueron el resultado de investigaciones previas e indagación de teorías, documentos y estadísticas referidas a las características de construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, la determinación de los elementos que componen la construcción de muros tipo gavión y la identificación de los riesgos presentes durante los trabajos de muros tipo gavión.

Así mismo con un diseño transeccional no experimental, en concordancia con Gómez (2006), los datos fueron recolectados en un solo momento, en un tiempo único en el periodo junio 2020 – ene 2021, donde la variable presentada como objeto de estudio, manual para la construcción de muros tipo gavión no requirió la manipulación experimental por parte del investigador.

Se trabajó con técnicas cualitativas propias de la observación directa, la cual se considera como la técnica de mayor importancia, por cuanto es la que conecta al investigador con la realidad, así como la observación documental para apreciar y recopilar toda la información pertinente al desarrollo de un manual para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia.

Fundamentación teórica

Muros de Contención

Un muro de contención es aquel que se construye para evitar el empuje de tierras, por ello los mayores esfuerzos son horizontales. Los esfuerzos horizontales tienden a deslizar y volcar; la presión de las tierras está en función de las dimensiones y el peso de la masa de tierra; por otro lado, dichas dimensiones y peso dependen de la naturaleza del terreno y contenido de agua. Para lograr la estabilidad de un muro de contención, deben oponerse un conjunto de fuerzas que contrarresten los empujes horizontales y también los esfuerzos verticales transmitidos por pilares o paredes de carga, incluso las cargas de los forjados que apoyan sobre éstos (Grupo Técnico Gaviones (2004).

Los muros de contención son una solución geotécnica, cuando se necesita optimizar el espacio disponible para la construcción de una obra, en los casos en que el terreno no posea suficiente capacidad para mantenerse estable a una diferencia de elevaciones. Los muros de contención se clasifican como: gravedad, semi-gravedad, voladizo y con contrafuertes. La selección del tipo de muro obedece a diversas razones, como el método constructivo, la altura del terreno por contener, las propiedades de los suelos y el costo para su construcción, entre otras.

Para Guevara (2009), los muros de contención se comportan básicamente como voladizos empotrados en su base, donde el empuje, las acciones producidas por las masas que se consideran desprovistas de cohesión, como arenas, gravas, cemento, entre otros. En

general los empujes son producidos por terrenos naturales, rellenos artificiales o materiales almacenados. Estas estructuras suponen una alternativa importante, por lo general son más baratos que los muros tradicionales de mampostería o concreto.

Muros de Contención tipo Gavión.

La técnica del gavión consiste en reemplazar grandes bloques de piedra, difíciles de transportar y manipular, por varios armazones metálicos unidos entre si y rellenos con piedras de pequeñas dimensiones, formando estructuras monolíticas homogéneas. Una estructura de gaviones soporta un grado de tensión por la tela metálica, que compromete a la estructura de hormigón o mampostería simples. El armazón de tela metálica no es un mero recipiente para el relleno de piedras, sino un refuerzo de toda la estructura.

Por ser estructuras de gravedad, su diseño sigue la práctica estándar de la ingeniería civil. Para el Grupo Técnico Gaviones (2004), son elementos de forma prismática rectangular, constituido de piedras confinadas exteriormente por una red de alambre de acero protegido con recubrimiento de zinc + aluminio, teniéndose en cuenta de manera muy especial el amarre entre unidades de gaviones para evitar el movimiento de unidades aisladas y poder garantizar un muro monolítico.

La figura 1 muestra la representación básica, respecto a forma, dimensiones, y disposición de un muro de gaviones.

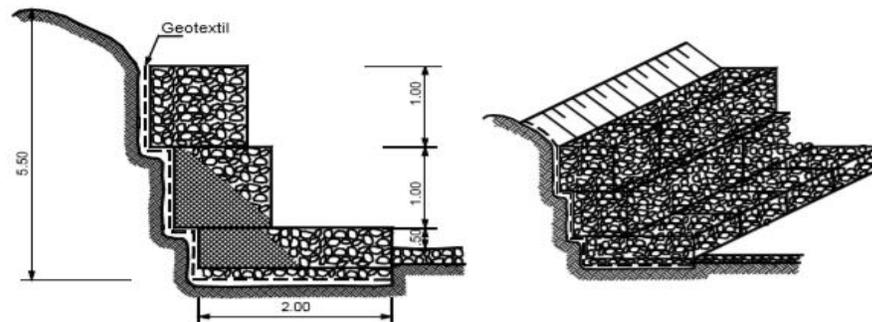


Figura 1. Representación Básica de un Muro en gaviones (Jimeno, 2002)

Muros de Gaviones tipo caja y tipo colchón

Para el autor Jimeno (2002), existen tres tipos de gaviones, tipo caja, colchón y tipo saco. Los gaviones tipos caja y tipo colchón, representan una solución técnica y económica eficiente, de forma estética y ecológica para su aplicación en obras de recuperación de laderas de ríos, quebradas y demás efluente, dado que se adaptan a cualquier ambiente, clima, y su construcción también es posible en sitios de difícil acceso.

Respecto a los gaviones tipo caja, Prodac (2004) señala que son paralelepípedos rectangulares de diferentes dimensiones constituidos por una red de malla metálica tejida a doble torsión que forman una base, paredes verticales y una tapa, la cual, eventualmente, puede ser formada por separado (ver figura 2), con las medidas mostradas en la tabla 1 que se presenta a continuación.

Tabla 1.
Dimensiones del gavión tipo caja

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Nº Diafragmas	Volumen (m ³)
1.5	1.0	1.0	-	1.5
2.0	1.0	0.5	1	1.0
2.0	1.0	1.0	-	2.0
2.0	1.0	1.0	1	2.0
3.0	1.0	0.5	2	1.5
3.0	1.0	1.0	2	3.0
4.0	1.0	0.5	3	2.0
4.0	1.0	1.0	3	4.0
4.0	1.5	1.0	3	6.0
5.0	1.0	0.5	4	2.5
5.0	1.0	1.0	4	5.0
5.0	1.5	1.0	4	7.5
6.0	2.0	0.5	5	6.0

Fuente: Prodac (2004)

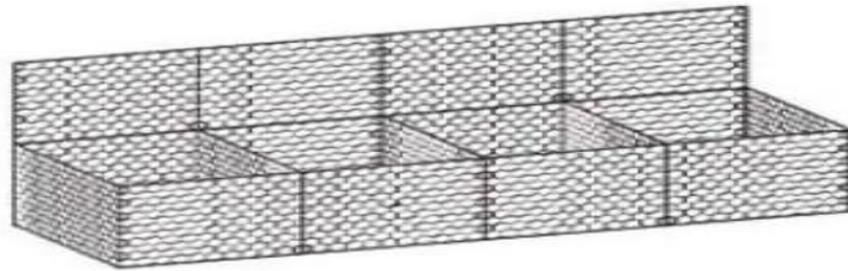


Figura 2. Gavión Tipo Caja (Prodac, 2004)

A continuación, se muestra figura típica de gaviones tipo colchón, cuyas medidas son mostradas en la siguiente tabla 2.



Figura 3. Gavión Tipo Colchón (Prodac, 2004)

Tabla 2.
Dimensiones del gavión tipo colchón

Largo (m)	Ancho (m)	Altura (m)	Nº Diafragmas	Volumen (m ³)
4.0	2.0	0.17	3	1.36
4.0	2.0	0.23	3	1.84
4.0	2.0	0.30	3	2.40
5.0	2.0	0.17	4	1.70
5.0	2.0	0.23	4	2.30
5.0	2.0	0.30	4	3.00
6.0	2.0	0.17	5	2.04
6.0	2.0	0.23	5	2.76
6.0	2.0	0.30	5	3.60

Fuente: (Prodac, 2004)

Gaviones tipo saco

Este tipo de gavión es utilizado principalmente en obras de emergencia, sumergidas, cuando van apoyadas sobre suelos de baja capacidad de soporte, o en lugares donde no es posible realizar una instalación en condiciones óptimas. Son elementos constituidos por un único paño de malla con un alambre grueso en sus bordes libres que pasa alternativamente por las mallas, fabricados con alambres con revestimiento de zinc y protección adicional en material plástico (ver figura 4). A diferencia de los gaviones tipo caja o tipo colchón, los gaviones saco se arman y fabrican fuera de la obra, para luego transportar a la obra, donde se colocan en su posición final con la ayuda de maquinaria pesada.



Figura 4. Gavión tipo saco (Prodac, 2004)

Manuales para la Construcción

Un manual es una guía de instrucciones o procedimientos que sirve para el uso de un dispositivo, la corrección de problemas o el establecimiento de procedimientos de trabajo, de enorme relevancia a la hora de transmitir información que sirva a las personas a desenvolverse en una situación determinada. En general, los fabricantes de equipos y productos, los acompañan de los manuales de uso u operación, como una forma de soporte al cliente que lo adquiere, donde se detalla la descripción del producto y la forma correcta de utilizar el mismo, ya sea para obtener un buen rendimiento de éste como para dar cuenta de posibles problemas y la forma de evitarlos.

El autor Duhalt (1977) citado por Franklin (2008), define al manual, como “un documento que contiene en forma ordenada y sistemática información y/o instrucciones sobre historia, políticas, procedimientos, organización de un organismo social, que se consideran necesarios para la mejor ejecución del trabajo”. Mientras para Franklin (2008),



“Los manuales administrativos son documentos que sirven como medios de comunicación y coordinación que permiten registrar y transmitir en forma ordenada y sistemática, información de una organización (antecedentes, legislación, estructura, objetivos, políticas, sistemas, procedimientos, etc.), así como las instrucciones y lineamientos que se consideren necesarios para el mejor desempeño de sus tareas” (pág. 147).

En el caso que compete a la presente investigación, los manuales técnicos son los documentos que contienen la descripción detallada de las actividades a ejecutarse, suelen contener información y datos que pueden ayudar en el correcto desarrollo de las actividades. Particularmente, los manuales elaborados para la construcción de muros de gaviones, detallan el proceso de la constructibilidad, los materiales, equipos y maquinarias a utilizar y la identificación de los riesgos posibles durante los trabajos de construcción.

Características de la construcción de muros tipo gavión

Según la empresa Construmática (2020), la construcción de los muros de gaviones son utilizadas en obras pluviales, como muros de contención, zonas verdes como integración en el paisaje y protección como recubrimiento de laderas, rieras y cimentaciones, lo cual requiere de un conjunto de estructuras paralelepípedicas con mallas metálicas de alambre galvanizado de triple torsión y rellenas con material rocoso de dimensiones de 80 a 200 mm, con paramentos verticales o dando ligera inclinación al paramento visto.

La empresa especialista en la construcción de muros de gaviones, Muroxs (2020) recomienda que estas estructuras sean fabricadas únicamente con enrejados de alambre electro-soldado de acero galvanizado Zn+Al de 350 gr/m², fabricados bajo norma 10223-8 por el líder fabricante alemán Rothfuss Best Gabion, cumpliendo así con los más altos estándares de calidad y la rigurosa normativa.

Por su parte, el Instituto Tecnológico de Costa Rica (Icotec, 2008), indica otras características: a. Versatilidad para alcanzar sin ningún problema, alturas de 10 metros, siendo estos estables y duraderos; b. Estabilización de bordes de estanques y riberas de ríos que no se dañan en casos de pequeños sismos, contrario a los muros de hormigón); c. Drenajes profundos y sistemas de filtración de agua que pueden ser construidos con gaviones rellenos de piedra; d. Taludes con un ángulo de inclinación mayor que 60 grados construidos con enrejados de alambre, con secciones triangulares y varias capas rellenas con tierra o piedras. e. Diseño de parques con conexiones a pantalla anti-ruídos, pudiendo ser construidos con formas especiales de gaviones y rellenos con materiales de diversos colores y características.

Porosidad

Breña y Jacobo (2006), definen porosidad como consecuencia de la textura y estructura del suelo, es decir su sistema de espacios vacíos o de poros macroscópicos que son de notables dimensiones, generalmente llenos de aire, donde el agua los atraviesa rápidamente, impulsada por la fuerza de la gravedad o de poros microscópicos ocupados en gran parte por agua retenida por las fuerzas capilares.



En líneas generales la porosidad varía dentro de los siguientes límites:

- | | | |
|----------------------------|---|-----------------------------|
| •Suelos ligeros: 30 – 45 % | / | •Suelos medios: 45 – 55 % |
| •Suelos pesados: 50 – 65 % | / | •Suelos turbosos: 75 – 90 % |

Peso del gavión

Una de las características a tener presente en la construcción de muros de gavión es conocer su peso específico, y este varía según el tipo de bloques de roca utilizados para rellenar las cajas de gaviones, así como el grado de acomodo o arreglo logrado, lo cual depende de la habilidad del operador, de la forma y tamaño de los bloques. Para realizar el diseño se debe conocer la altura total del muro y el espacio disponible para la base, teniéndose en cuenta la geometría del muro (Breña y Jacobo, 2006).

Por ser los muros tipo gavión, muro de contención tipo gravedad, construidos cuando la altura es menor a 4 m de altura y el terreno tiene una buena capacidad de carga, se conoce que estos muros soportan la presión de tierra por medio de su peso propio, pudiendo ser construidos de forma fácil comparados con los tipos de muros de contención de concreto.

Flexibilidad

Definida como la capacidad que tienen los cuerpos para doblarse fácilmente, sin peligro de que se rompa. La flexibilidad del material consiste en la facilidad que tiene este para doblarse sin romperse, va a depender de las propiedades físicas que tenga cada material, ya que algunos poseen esta cualidad mientras que otros carecen de la misma. En general es la capacidad para adaptarse con facilidad a las diversas circunstancias o para acomodar las normas a las distintas situaciones o necesidades (Breña y Jacobo, 2006).

Para Prodac (2004), las estructuras en gaviones, debido a su flexibilidad, permiten asentamientos y deformaciones sin perder su eficiencia y función estructural. Esta propiedad es importante cuando la obra debe soportar grandes empujes del terreno y está fundada sobre suelos inestables o expuestos a grandes erosiones. Al contrario de las estructuras rígidas, el colapso no ocurre de manera repentina, lo que permite acciones de recuperación eficientes.

Profundidad de cimentación

Se conoce que una de las características que favorecen la construcción de muros de gaviones es su facilidad y manejabilidad de la cimentación que los hace aptos para condiciones cambiantes, como es el caso del diseño de puentes a ser construido sobre las aguas de un río. La cimentación es el grupo de elementos que soportan a la superestructura, es la base de materiales pétreos de concreto simple o armado, donde se centran las cargas, contrarrestando a las cargas excéntricas que pueden provocar empujes diferenciales.

En muchos casos, la base de la cimentación no solo transmite compresiones, sino que, mediante esfuerzos de rozamiento y adherencia, llegan a soportar cargas horizontales y de tracción, anclando el muro, si fuese necesario. Al respecto, se define la cimentación como el conjunto de elementos estructurales de una estructura cuya misión es transmitir sus cargas o elementos apoyados en ella al suelo, distribuyéndolas de forma que no superen su presión admisible ni produzcan cargas zonales.



Debido a que la resistencia del suelo es, generalmente, menor que la de los pilares o muros que soporta, el área de contacto entre el suelo y la cimentación debe ser proporcionalmente más grande que los elementos soportados, excepto en suelos rocosos muy coherentes (García, 1980). Por ello, se buscará siempre que el terreno de apoyo sea resistente y, si eso no fuese posible, habrá que buscar soluciones alternativas.

Elementos de construcción de muros tipo gavión

Armado

Una de las recomendaciones prácticas dadas por las empresas especialistas en la construcción de muros de gaviones como Maccaferri América Latina. (2020), es que estos deben ser armados en el sitio de la obra. Las mallas de gavión deben ser extendidas y armadas en el sitio de la obra. El amarre correcto es realizar primeramente una doble vuelta al alambre y atirantar, por último rematar la costura con varios giros utilizando la tenaza. Luego, levantar las mallas laterales y diafragma para formar una caja, juntar los cantos superiores de los paneles con los alambres gruesos que salen de la red, y hacer que las aristas del gavión queden iguales. El paso siguiente consiste en armar y amarrar los gaviones entre sí, cuidando de igualar las paredes, costados y tapas. Los amarres se realizan con alambre de 2.2 mm de diámetro.

Luego del armado se deben colocar los tirantes o tensores (principalmente, en la cara del gavión que queda visible), los mismos se deben amarrar a las paredes laterales o del fondo. La función de estos tirantes es evitar la deformación del gavión durante el llenado, amarrando cuidadosamente las dos celdas adyacentes para optimizar el efecto del tensor. La distribución de los tensores en las cajas de gavión debe ser de al menos 6 und/m², en filas de 2 tensores colocados a 30, 60 y 90 cm de altura. El siguiente paso, previo al llenado, es la colocación de la formaleta fabricada con madera, perfiles estructurales o varillas de construcción, en la cara externa del muro para generar una superficie plana, sin ondulaciones ni abolladuras y lograr un excelente aspecto una vez construido.

Por último, se coloca geotextil sobre toda el área de contacto suelo-muro, con el fin de servir como separación entre los dos materiales, así como permitir la filtración del agua del terreno hacia el muro, evitando que se mezclen partículas finas dentro del gavión, lo que generaría la obstrucción del mismo. En este punto, es importante recalcar que los muros de gaviones no son diseñados para soportar presiones hidrostáticas, por lo cual el uso de geotextil se vuelve indispensable.

Cosido

Según Maccaferri América Latina (2005), a medida que se colocan los cantos de piedras, cada treinta centímetros aproximadamente, es conveniente colocar tirantes horizontales con alambres de un diámetro adecuado al tamaño del muro del gavión, los cuales ayudaran a mantener fijas las caras opuestas y evitar la deformación por la presión del material utilizado para el relleno del gavión en sentido longitudinal. También se colocan tirantes en sentido vertical. Ambos tirantes serán atados a las mallas por ligaduras que alcancen varios alambres.

Los autores consultados exhortan emplear para el cosido del gavión alambres de calibre BWG del 12 al 15, considerando que en promedio se consume el 5% en peso de alambre



con respecto al peso del alambre del gavión. El refuerzo total del cosido debe ser igual o mayor que el refuerzo de la malla.

Proceso Llenado de Gaviones

El siguiente paso en el proceso de construcción de un muro de gaviones es el llenado, al respecto el Instituto Tecnológico de Costa Rica (Icotec, 2008), señala que el gavión se rellena con piedras o cantos de tamaño mínimo 8 - 10 centímetros de diámetro, separando y dividiendo cada unidad por una serie de diafragmas para ayudar a su rigidez y conservar la forma deseada durante el proceso de llenado, de tal forma que este se convierta en elemento estructural monolítico, flexible y permeable. El tamaño de los cantos junto a las mallas debe ser de al menos 1,5 veces la separación entre alambres, pudiéndose colocar cantos más pequeños.

Bianchini Ingenieros S.A. (2020), en sus manuales recomienda emplear los cantos más pequeños donde se requiere mayor flexibilidad y de ser necesario utilizar malla de menores dimensiones de escuadría. En el proceso de construcción de un muro de gaviones el llenado requiere de una estricta inspección, vigilando que se deje el menor volumen de vacíos posible para lograr el peso máximo del muro de gaviones que trabaja por gravedad, mediante un trabajo meticuloso en el acomodo y combinado de las rocas de todos los tamaños, las más pequeñas en los espacios vacíos que quedan entre las más grandes.

El procedimiento de Icotec (2008), indica que iniciando solo se debe llenar una 1/3 parte de los gaviones nivelando la superficie, colocando alambres de refuerzo por encima del relleno, entrelazando a través de la malla y torciendo para apretarlo, utilizando piedras para evitar que se desenrolle o suelte el alambre de refuerzo. A continuación, se rellena el restante espacio (2/3) del gavión nivelando la superficie, colocando alambre de refuerzo y terminando de rellenar los gaviones, permitiendo que el relleno sobrepase 1" - 2" el nivel del alambre de los lados. Por último, amarrar las mallas de la camada siguiente a las mallas debidamente cerradas de la camada inferior para evitar su desamarre.

Riesgos Presentes

De acuerdo a Baca (2014), el objetivo de un análisis de riesgo en un proyecto es determinar con una medida cuantitativa, cual es el riesgo a realizar determinada inversión monetaria, administrar el riesgo de tal forma que pueda prevenirse la bancarrota de una empresa. Queriendo ahondar en este aspecto, nace en un principio la inquietud de aplicar los conceptos y técnicas hasta ahora conocidos sobre el análisis de riesgo, pero para aplicarlos a la realidad, se observan resultados teóricamente bien sustentados pero poco prácticos y de aquí surge un nuevo enfoque para el análisis y administración de riesgo.

Cartay (2010) indica, el riesgo y la incertidumbre son inevitables en el ciclo de vida de un proyecto. El riesgo es la medida o cantidad de incertidumbre que existe en un proyecto, está vinculado directamente a la información; mientras la incertidumbre se define como una ausencia de información, conocimiento y comprensión en relación con el resultado de una acción, decisión o suceso.

Por su parte, el PMI (Pmbok, 2017) puntualiza, el riesgo es un evento o condición incierta que, si se produce, tiene un efecto positivo o negativo en uno o más de los objetivos de un proyecto. A su vez, menciona dos (2) tipos de riesgos los cuales son: a. Riesgo residual,



permanece después de haber implementado la respuestas a estos; b. Riesgo secundario, surge como resultado directo de la implantación de una respuesta a estos.

Riesgos de Constructibilidad

Para Construction Industry Institute (CII, 2020), la constructibilidad se define como un sistema para conseguir una óptima integración del conocimiento y experiencia constructivos en las operaciones de planificación, ingeniería y construcción; orientado a tratar las peculiaridades de la obra y las restricciones del entorno con la finalidad de alcanzar los objetivos del proyecto.

Por su parte para PMI (2017), es la incorporación y óptimo uso del conocimiento y juicio experto de la construcción en las fases de un proyecto para alcanzar los objetivos globales (costo, tiempo y calidad), lo cual no significa necesariamente que el diseño o los objetivos del proyecto deben ser cambiados por la constructibilidad, sino que esta debe ser usada como consideraciones desde las fases más tempranas del proyecto, de manera que influya positivamente en los propietarios, diseñadores, planificadores, proveedores y contratistas de las obras.

Riesgos Humanos

Para Peretti (2003), el recurso humano se define como el conjunto de titulares que poseen en común las competencias y potenciales exigidos en un momento dado aunque provengan de una especialidad o correspondan a un problema planteado. Así mismo, según Garrido (2009) en la gestión de los recursos humanos debe estudiarse el grado de motivación y de integración del personal de la organización con los objetivos de la misma. Así mismo define la importancia del papel del gerente de proyecto o gerente de obra en una correcta gestión de riesgos.

Todas las obras y proyectos de construcción poseen características diferentes y riesgos diferentes, es por esto que los requerimientos del personal o mano de obra varían con respecto a las condiciones que presenta el tipo de construcción, en este caso los muros tipo gavión, pero en todo caso es imperante el uso obligatorio de los equipos de protección personal (EPP), conformado por el casco, botas, lentes y guantes, por parte de todas las personas que trabajan en la construcción, diseñados para la protección de lesiones que puedan ocurrir durante la jornada de trabajo (Vargas, 2007).

Riesgos Técnicos

Los riesgos de índole técnico están relacionados con todas aquellas amenazas en el entorno de un proyecto u obra que puedan afectar negativamente la ejecución de la misma. Este tipo de riesgo siempre estará presente en toda actividad que se realice donde se utilicen como recursos imprescindibles los equipos, maquinarias, materiales y el talento humano, entre otros. Para Cartay (2010) el requerimiento técnico debe estar apoyado en una serie de herramientas, metodologías, aplicaciones e información relacionada con las oportunidades y amenazas que se presentan, de la mano de un personal humano capacitado para tal fin, con el propósito de desarrollar una adecuada administración de riesgos técnicos.



Los requerimientos técnicos de un proyecto están asociados a la utilización de herramientas, equipos e inmuebles necesarios para el desarrollo y gestión de los mismos. Las Guías de Gerencia de Proyectos de Inversión de Capital (Ggpic, 2010), describen la lista de equipos para un proyecto como parte fundamental en desarrollo de este, donde la lista de esos materiales debe ser lo más completa posible y expresada en hojas de datos, especificando los materiales de construcción, fabricación así como cualquier otro aspectos importante en el desarrollo del proyecto, resultantes del proyecto de ingeniería, los cuales deben estar soportados por las normas y códigos establecidos de acuerdo a la actividad.

Riesgos Ambientales

Para Martínez y col (2013), los riesgos ambientales son los cambios causados en el entorno natural o laboral, incluyendo los espacios públicos de reunión, produciendo estos efectos e influencias múltiples y alteraciones graves en la determinación de causas efectos en los proyectos. Los impactos en el hábitat y en los ecosistemas son de magnitudes evidentes y sin límites. Según Vargas (2007), el impacto ambiental potencial se determina asignando a sus componentes de magnitud e importancia, la probabilidad de que efectivamente se produzca. En la practica el termino riesgo ambiental será relacionado con la noción de peligro, fuente u origen de daños potenciales, y se utiliza para referirse a aquellos impactos negativos de probabilidad relativamente baja, derivados de accidentes, fallos o catástrofes, y a los que algunos autores denominan riesgos episódicos.

Uno de los riesgos a que se someten las obra de construcción de muros tipo gavión es a la dificultad para ubicar los permisos ambientales, previo al inicio de la obra respectiva. Al respecto para Fedecámaras (2012) es la autorización que otorga la autoridad ambiental competente para la ejecución de una obra o actividad, sujeta al cumplimiento por el beneficiario de la licencia de los requisitos que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales de la obra o actividad autorizada. Es decir, un permiso ambiental es un documento requerido por la Ley, aprobado y otorgado por entes del estado a compañías o empresas que ejecutan proyectos que puedan afectar el medio ambiente.

Requerimientos de construcción

Materiales

La responsabilidad de asegurarse de la disponibilidad de los insumos, materiales y equipos a utilizar en el desarrollo de la obra, seguir de cerca los compromisos adquiridos en cuanto al despacho de estos materiales, incluso controlar la llegada de estos de ser necesario, para tomar medidas correctivas a tiempo en caso de contratiempos es responsabilidad del supervisor o gerente de la obra (Kepner y Tregoe, 1998).

En este sentido, Stoner (2006) define los materiales como las herramientas, equipos, instrumentos, infraestructura física, entre otros necesarios para el buen desarrollo de un proyecto u obra. La gestión de los materiales contempla el proceso desde la emisión de la lista requerida para la ejecución de los trabajos, la solicitud y análisis de cotizaciones, colocación de las órdenes de compra y la llegada, almacenamiento y disposición en el sitio de la obra. Según el Maccaferri América Latina (2005), los materiales son determinantes para el diseño de la solución técnica y económica más adecuada en la construcción de los muros de gaviones, considerando preferentemente para las diversas capas estructurales, materiales provenientes de canteras y depósitos aluviales de la región, cercanos al sitio de la obra:



- a. Los agregados: Independientemente de las condiciones descritas, se debe conocer la situación social en la zona, es decir, aunque existan canteras aptas y cercanas al proyecto, quizá estas no puedan usarse por existir problemas con los pobladores;
- b. El cemento y sus aditivos: se trabaja por lo general con los Portland tipo I, II y V;
- c. Las piedras: provienen de canteras que se encuentra normalmente en las laderas de cerros y lechos de los ríos en zonas aledañas al sitio de la obra;
- d. Tuberías: Para el suministro de agua y desagüe. Estas pueden ser de hierro acerado, concreto reforzado, hierro fundido, hierro galvanizado y PVC (cloruro de polivinilo);
- e. Alambres de acero galvanizado: con diámetro mínimo de 3.05 mm. (0.120 de pulgada) equivalente a un calibre de malla No. 11 U.S. Estiramiento no inferior a 12 cm / 30 cm de largo. Galvanizado (BS 44/1982);
- f. Malla de alambre hexagonal: Doble torsión con bordes reforzados con alambre de calibre mayor. Diámetro Alambre $\pm 2.5 \%$, ancho y alto: $\pm 5 \%$, largo: $\pm 3 \%$. Las longitudes deben ser múltiplos (2, 3 ó 4) del ancho horizontal. El ancho horizontal ≥ 914 mm. (36") debe ser uniforme.

Mano de Obra

Chamoun (2008) señala que los requerimientos humanos son el equipo del proyecto donde se integran de manera interna como externa, los roles y funciones de cada uno. En otras palabras, es todo el personal que participa en las actividades conformadas en el proyecto u obra. Esto se realiza mediante la identificación de los requerimientos de fuerza de trabajo, el inventario de las personas disponibles y el reclutamiento, selección, contratación, ascenso, evaluación, planeación de carreras, compensación y capacitación o desarrollo tanto de candidatos como de empleados en funciones con el fin de cumplir eficazmente sus tareas.

Para el armado, llenado y cierre de gaviones e instalación del gavión tipo caja, Botero (2002) recomienda utilizar una cuadrilla compuesta habitualmente de 12 obreros, distribuida en la siguiente forma: dos (2) personas para el desempaque y armado; dos (2) personas para colocar el gavión en sitio y realizar la actividad de cocido; seis (6) personas para el llenado los gaviones y colocación de tensores; y dos (2) personas cerrando las tapas. Con esta cuadrilla, terreno afinado y materiales a pie de obra se puede obtener un rendimiento de 36 m³ por jornada de trabajo.

Herramientas, Maquinarias y Equipos

Las herramientas a utilizar para el proceso de armado de los gaviones es muy básico y ligero por lo que representa una ventaja para este tipo de soluciones: pica, palas, carretillas, pinzas de corte, alicates (para el armado y cosido de la malla), ganchos de hierro (para el amarre simple), barra metálica de 1,50 metros (para alinear y tensionar la canasta) y palanca de uña (para el proceso de cierre de la tapa)

Respecto a las maquinarias y equipos, se requiere contar en el sitio de la obra de vialidad con retroexcavadoras, tractores D4, vibrocompactadores y camiones volteo, mezcladores, camionetas tipo pickup, camioneta tipo van para el transporte de personal y una ambulancia en caso de primeros auxilios.



Pruebas y Ensayos

Se han realizado investigaciones sobre el comportamiento de los gaviones y productos en malla hexagonal a doble torsión a través de ensayos sobre modelos y en escala real en varios países como Italia, Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Argentina. Entre las distintas pruebas se puede destacar la prueba de resistencia sobre modelos y en escala real para la obtención de las características mecánicas de los gaviones.

En general, la construcción de muros de gaviones se rige por las normas y ensayos que rigen para la mecánica de suelos, entre las cuales se cuentan las siguientes:

1. Norma COVENIN 1756-2-01 sobre Edificaciones Sismo-resistentes y Norma COVENIN 1753-2006 Proyecto Construcción Obras Concreto Estructural.
3. Standard Test Method for Particle Size Analysis of Soils AASHTO T-88 (Método de Ensayo de Análisis Granulométrico de Suelos por Tamizado).
4. Standard Test Method for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index AASHTO T-89 of Soils (Método de Ensayo para Determinar el Límite Líquido, Límite Plástico e Índice de Plasticidad de Suelos).
5. Standard Test Methods for Laboratory Determination of Water (Moisture) AASHTO T-265 Content of Soil and Rock (Método de Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de un Suelo).
6. Standard Test Method for Specific Gravity of Soils. AASHTO T-100 (Método de Ensayo para Determinar el Peso Específico Relativo de las Partículas Sólidas de un Suelo).
7. Método de Ensayo para Determinar la Densidad Aparente ASTM D-2937 (Peso Volumétrico de un Suelo) y Método de Ensayo Estándar para la Densidad y Peso Unitario ASTM D-1556 del Suelo In Situ, mediante el Método del Cono de Arena.

Normativas y Aspectos Legales

Cartay (2010) menciona que las condiciones legales prevalecientes condicionan la preparación y ejecución de la obra, de acuerdo con su naturaleza e importancia. Estos aspectos comprenderán legislación existente, elementos de política gerencial y política económica, datos de carácter social, entre otros. Las obras están sujetas a obligaciones e implicaciones legales que son necesarias cumplir para su desarrollo, sin ningún tipo de contratiempos

Los elementos legales son necesarios, representan las herramientas con las cuales se va a trabajar para llevar a cabo el proceso dentro de los márgenes de legalidad establecidos por ley, importante conocerlos para la toma de mejores decisiones en la gestión de riesgos. Los temas normativos más comunes en la ejecución de obras, caen en cuatro categorías: estructura comercial y legal apropiada del negocio, pago de impuestos, arreglos contractuales, responsabilidad civil por actos ilícitos y cumplimiento de todas las leyes, incluyendo las ambientales.

Para Villafranca (2002) las bases legales son leyes que sustentan de forma legal el desarrollo del proyecto, incluye leyes, reglamentos, decretos y normas necesarias en algunas investigaciones cuyo tema así lo amerite. Por su parte, para Martins (2010) la fundamentación legal o bases legales se refieren a la normativa jurídica que sustenta el estudio, desde la Constitución, las Leyes Orgánicas, las resoluciones, decretos y otros.



Los gaviones pre-construidos cumplen la norma UNE36730 "Gaviones y Gaviones Recubrimiento de enrejados de malla hexagonal de alambre de acero galvanizado y recubrimiento de PVC" y UNE-EN 10223-3 "Malla hexagonal de acero para aplicaciones industriales". El alambre es galvanizado con Zn95Al5 según la norma UNE-EN-10244.

Resultados

Características de construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia

Los resultados de la investigación arrojaron que una de las características a tener en cuenta en los procesos constructivos de los muros de gavión es la porosidad, la cual es consecuencia de la textura y estructura del suelo, los espacios vacíos o de poros macroscópicos de diferentes dimensiones, llenos de aire por donde penetra el agua impulsada por la fuerza de la gravedad, o poros microscópicos llenos de agua retenida por las fuerzas capilares. A través del estudio se determinó la porosidad para suelos ligeros varía entre 0,30 y 0,45 en función de la curva granulométrica del material de relleno, de su forma y del cuidado a tener en cuenta durante el llenado.

El peso del gavión viene dado por el peso de los cantos, las piedras grandes generan un peso menor comparado al utilizar piedras más pequeñas, pero drenan más fácilmente el agua que les llegue, por tanto el estudio recomendó el uso de piedras de diferentes tamaños a fin de lograr estabilidad por el peso y facilidad del drenaje. Es necesario determinar el peso de la estructura de contención para el análisis de la estabilidad del gavión, el cual se obtiene multiplicando el área por el peso específico de la piedra de relleno de los gaviones, según la porosidad "n" de los gaviones.

La investigación realizada determinó tres tipos de gaviones que dan respuesta eficiente a las problemáticas de deslizamiento y erosión de terrenos, técnicamente aplicables según sea el caso, tipo caja, tipo colchón y tipo saco. Los tipo cajas presentan alturas ente 0,50 m – 1,00 m, mientras los tipo colchón la altura varia de 0,17 m a 0,30 m, para ambos casos se dividen internamente en cajas, celdas o diafragmas, con longitudes proporcional al tamaño de las mallas utilizadas, aproximadamente 1,5 veces al ancho de la malla.

Respecto a la flexibilidad del gavión se determinó que depende del tipo de malla, su calibre y dimensión; el tamaño y porosidad de los cantos; el número de tirantes y separadores; la altura del gavión; así como la profundidad de cimentación. Las mallas con mayor flexibilidad son la eslabonada seguida de la hexagonal de triple torsión y la más rígida es la malla electro-soldada. Entre mayor sea el diámetro del alambre aumenta la rigidez. Igualmente se determinó, un relleno de los cantos con piedras pequeñas ofrece mayor flexibilidad que uno con cantos grandes. Los gaviones de menor altura (10 a 50 centímetros) presentan mayor flexibilidad comparado con los de un metro de altura.

Elementos que componen la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia

Armado

La facilidad de armado de los gaviones hace que estos no requieran mano de obra especializada, las herramientas requeridas son sencillas y simples, tales como martillo, alicates, cizallas, y los materiales requeridos (piedras) para el relleno de los cantos, generalmente son



extraídas del mismo lugar o cercano del sitio, razón por la cual se construyen donde se ejecuta la obra de vialidad, favoreciendo en la reducción del costo final de la obra de vialidad. El armado del muro de gavión en la construcción de los proyectos de vialidad requiere la realización de tres actividades: 1) extendido de la malla; 2) armado y amarrado de las paredes de la estructura del gavión; y 3) colocación de los tirantes o tensores.

Proceso de llenado

La construcción de muros de gaviones requiere el uso de cantos pequeños o piedras de tamaño en el rango 8 – 10 cms de diámetro, de fácil consecución a la orilla de los ríos y quebradas ubicadas a lo largo del estado Zulia, por tanto su disponibilidad no retrasa las actividades de construcción de los gaviones. Cada unidad de la malla es dividida por diafragmas para ayudar a la rigidez y mantener la forma durante el llenado hasta formar un bloque grande, flexible y permeable en aquellos tramos de carretera donde se requiere mayor flexibilidad. Después de llenar los cajones con piedra, utilizar bloques con un peso específico mayor o igual a 2 ton/m³, se procede a cerrar la tapa de los cajones, coser todas las aristas superiores incluyendo las aristas de los diafragmas, así como cada uno de los espacios del gavión alternando costuras sencillas y dobles.

Cierre del gavión

Una vez lleno el gavión se procede a colocar y compactar el relleno en el espacio libre que queda entre el muro y la excavación, hasta alcanzar el nivel de la vialidad, utilizando el mismo material de la excavación para completar el relleno, compactado en capas de 15 cm., colocando agua para lograr la mayor densidad posible. El último paso consiste en el cierre de la jaula mediante alambre galvanizado, amarrando los bordes en contacto con los gaviones vecinos

Riesgos presentes durante los trabajos de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia.

Constructibilidad

Los riesgos de mayor ocurrencia durante el proceso constructivo de los muro de gaviones son los referidos a condiciones inseguras presentes en los proyectos de vialidad, tales como: caídas de alturas, tropiezos, resbalones, superficies y terrenos inestables, ahogamiento en ríos y quebradas a lo largo del trayecto del proyecto de vialidad, contacto eléctrico por rotura de líneas de energía eléctrica enterradas existentes, volcamiento de camiones y volquetas que transportan los cantos de piedras, golpes por maquinarias, equipos o herramientas, entre otros.

Por tanto, entre las acciones a tomar para la mitigación de los riesgos se tienen:

- a. Elaborar una detallada planificación de los trabajos a realizar;
- b. Asignar personal debidamente capacitado en la construcción de muros de gaviones;
- c. Asignar vehículos y maquinaria en excelentes condiciones de operatividad;
- d. Dotación y uso obligatorio de los equipos mínimos de protección personal (EPP, zapatos, guantes, cascos, lentes de seguridad y orejeras);
- e. Asignación de personal de SIAHO (Seguridad Industrial, Ambiente e Higiene Ocupacional) permanente durante la ejecución de la obra.



Riesgos Humanos

Se encontró a raíz del estudio realizado, conflictos entre los miembros del equipo, capacidad de decisión y liderazgo de la línea supervisoria, incremento de la mano de obra directa no contemplada en el presupuesto del proyecto, bajos rendimientos en la ejecución de las actividades referentes a la construcción de los muros de gaviones, problemas con sindicatos y los Consejos Comunales de las comunidades donde se ejecutan las obras, entre otros. Estableciéndose como acciones para mitigar los riesgos humanos:

- a. Preparar un Plan de Captación y Selección del personal requerido para la construcción de los muros de gaviones;
- b. Realizar reuniones previas con Sindicatos y Consejos Comunales de la zona para la asignación oportuna del personal, en las cantidades requeridas por la obra;
- c. Revisar el personal supervisorio disponible para la asignación y traslado a la obra de forma temprana;
- d. Preparar instrucciones de trabajo claras y detalladas de las actividades a realizar;
- e. Asignar personal capacitado en la realización de las actividades; y
- f. Dictar charlas de seguridad diaria, antes de iniciar la jornada de trabajo.

Riesgos Técnicos

Entre los factores identificados que pueden afectar negativamente la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, en particular la construcción de los muros de gaviones, se encuentran: la baja estabilidad del muro de gavión, la falta de aplicación de normas y códigos técnicos, errores en el diseño de ingeniería, entre otros. Fijándose como acciones para mitigarlos las siguientes:

- a. Revisión detallada del diseño, memorias descriptivas y cálculos de la construcción del muro de gaviones a fin de asegurar que cumple con cada uno de los factores de seguridad y los requerimientos mínimos de estabilidad (vuelco, deslizamiento y presiones adecuadas en la cimentación o la capacidad de carga);
- b. Revisión detallada previa al inicio de la obra y seguridad estructural exigidos en este tipo de obras;
- c. Asegurar el estricto cumplimiento de Normas y Códigos Técnicos.

Riesgos Ambientales

Entre los factores ambientales que pueden afectar negativamente los rendimientos en la construcción de los muros de gaviones en los proyectos de vialidad del estado Zulia, se cuentan los cambios en el medio ambiente, tal es el caso del efecto del clima, el estado del tiempo, temperatura de la zona de la construcción y las condiciones del suelo, dificultades para la consecución de los permisos ambientales, previo al inicio de la obra respectiva entre otros. Entre las acciones establecidas para la mitigación de este tipo de riesgos se tienen:

- a. Asignar maquinarias y equipos en excelentes condiciones durante los trabajos de construcción a fin de reducir la generación de polvo, ruidos, gases y humo, productos derivados del movimiento de tierras, explotación, transporte y colocación de materiales;
- b. Asegurar el cumplimiento de las normativas aplicables en la construcción de los muros tipo gavión, a fin de lograr los gradientes establecidos en la estructura del muro y evitar la generación de esfuerzos y deformaciones que contribuyen al deterioro del mismo;



c. Aplicar las pruebas y ensayos mandatorios en la construcción de los muros para evitar las variaciones de temperatura y humedad que ocurren estacionalmente y que puedan afectar el desempeño del muro.

Requerimientos para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia.

Materiales: Piedras (M3), Cemento y aditivos (M3), Tuberías (MI), Alambres de acero galvanizado (Kg) y Malla de alambre hexagonal (Rollo).

Mano de Obra Directa: Doce (12) Obreros para obtener un rendimiento de 36 m³ por jornada de trabajo (8 horas/día), quienes realizaran los trabajos de desempaque del material y armado de las cajas de gaviones, colocación del gavión en sitio y cocido de la malla, llenado de los gaviones y colocación de tensores, finalmente la colocación de las tapas y cierre del gavión.

Personal Indirecto y Supervisorio: Ingeniero Residente, Ingeniero Civil, Proyectista, Planificador y Controlador de la Obra, Comprador, Ingenieros, Técnicos y Dibujantes Proyectistas, Supervisor SIAHO, Topógrafo, Personal de Mantenimiento,

Herramientas: Caja de herramientas, conformadas por picas, palas, pinzas de corte, alicates y ganchos de hierro, carretillas, barras metálicas de 1,50 metros y palancas de uñas.

Maquinarias y Equipos: Retroexcavadora, compactadora, mezclador de Concreto, camiones volteo, camioneta tipo pickup, camioneta tipo van y ambulancia.

Normas, pruebas y ensayos: Normas COVENIN 1756-2-01, COVENIN 1753-2006, AASHTO T-88, AASHTO T-89, AASHTO T-265, AASHTO T-100, ASTM D-2937, ASTM D-1556. Materiales.

Propuesta Manual para la Construcción de Muros Tipo Gavión en la Ejecución de Proyectos de Vialidad del Estado Zulia

Presentación de la Propuesta

La propuesta sobre un manual para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, es producto del resultado de la investigación llevada a cabo, basado en la bibliografía, revistas científicas, información consultada de empresas especialistas en la construcción de este tipo de estructuras y la aplicación de normas nacionales e internacionales, donde se recopilan las características técnicas y experiencias de campo en la construcción de muros de gavión, orientado hacia el establecimiento de soluciones en la construcción de carreteras, vías y caminos interurbanos, protegiendo el medio ambiente, considerando además el impacto social como generador de empleo de mano de obra no calificada en las comunidades donde sean ejecutadas estas obras.

Conceptualización de la Propuesta

El manual para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, se define como el documento guía que permite orientar de forma general los diferentes elementos en cuanto a la planificación, seguimiento y control en la ejecución de las obras de vialidad. Se plantea con amplia flexibilidad para responder en



forma ágil y directa a los requerimientos de las contratistas a las cuales se les otorgan los contratos de ejecución de trabajos de vialidad en el estado Zulia.

Objetivos del Manual

1. Desarrollar una herramienta eficaz que apoye la integración de los diferentes proyectos de vialidad del estado Zulia y permita la toma de decisiones oportuna durante la ejecución de las obras.
2. Reforzar las instrucciones de trabajo, los procedimientos de campo y acciones a ejecutar en la construcción de muros de gaviones de los proyectos de vialidad y la planificación oportuna de todas de las actividades para su ejecución en el tiempo y costos estimados.
3. Garantizar a través de ésta guía la adecuada coordinación y distribución del talento humano, asignación oportuna de los equipos y maquinarias, así como los recursos financieros requeridos para la buena ejecución de las obras de construcción de muros de gaviones en los proyectos de vialidad.

Estructura de la Propuesta

La propuesta del manual para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, quedó conformada por los siguientes elementos:

1. Criterios de diseño.
2. Proceso constructivo de los muros de gaviones: Paso a Paso
3. Requerimientos de mano de obra directa, personal indirecto y supervisorio, materiales, herramientas, maquinarias y equipos, y normas, pruebas y ensayos.
4. Riesgos presentes identificados en la construcción de muros de gavión: Constructibilidad, humanos, técnicos y ambientales.

Conclusiones

Con respecto al primer objetivo planteado referido a describir las características de construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, los resultados arrojaron que las estructuras de gaviones representan una solución técnicamente válida para construir muros de contención en cualquier ambiente, clima y en zonas de difícil acceso por ser estructuras que se integran perfectamente y ecológicamente adaptables en el transcurso del tiempo al medio ambiente donde se construyen, son estructuras eficientes, prácticas, resistentes, económicas, durables y de bajo costo por requerir mano de obra no especializada y las piedras para llenar las canastas pueden ser ubicadas en las cercanías de la obra de vialidad en construcción.

Entre las características propias de los gaviones se determinó que la porosidad para suelos ligeros varía entre 0,30 y 0,45. Otras de las características encontradas es su flexibilidad, permeabilidad, facilidad constructiva y economía, donde los cantos de roca (piedras) y las mallas de gavión son los elementos que representan el mayor costo (aprox. 75%) del total del costo del proyecto de construcción de muros tipo gavión en la ejecución de obras de vialidad del estado Zulia.



En cuanto al segundo objetivo sobre determinar los elementos que componen la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, se determinaron tres procesos: 1) Armado conformado por el extendido de la malla; armado y amarrado de las paredes de la estructura del gavión; y colocación de los tirantes o tensores, el proceso de llenado y cierre; 2) Proceso de llenado; y 3) Cierre del gavión.

Respecto al tercer objetivo referente a identificar los riesgos presentes durante los trabajos de construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, fueron identificados: 1) Riesgos de constructibilidad ocasionados por condiciones inseguras presentes en los sitios de ejecución de las obras; 2) Riesgos humanos originados por actos inseguros de los trabajadores, conflictos entre los miembros del equipo de trabajo y capacidad y liderazgo de la línea supervisoría; 3) Riesgos técnicos como consecuencia de errores durante el diseño y la falta de aplicación de normas y códigos técnicos; 4) Riesgos ambientales por cambios climáticos ocurridos durante la ejecución de los trabajos; para cada uno de estos riesgos se establecieron las acciones y responsables para la mitigación.

La investigación permitió determinar los requerimientos en cuanto a materiales, mano de obra, herramientas, maquinarias y equipos, las normas, pruebas y ensayos mandatorios en la construcción de muros tipo gavión en la obras de vialidad.

Finalmente se logró elaborar la propuesta del manual para la construcción de muros tipo gavión en la ejecución de proyectos de vialidad del estado Zulia, la cual quedó conformada en cuatro secciones 1) Criterios de diseño; 2) Proceso constructivo de los muros de gaviones: Paso a Paso ; 3) Requerimientos de mano de obra directa, personal indirecto y supervisorio, materiales, herramientas, maquinarias y equipos, y normas, pruebas y ensayos; y 4) Riesgos presentes identificados en la construcción de muros de gavión: Constructibilidad, humanos, técnicos, y ambientales.

Referencias Bibliográficas

- Baca, G. (2014). Evaluación y Formulación de Proyectos de Inversión. 5ta Edición, México, Editorial Mc Graw Hill
- Barros, J. (1974). Muros de Contención. Proyecto, Cálculo y Construcción. Editorial Ceac, Barcelona. España.
- Bianchini Ingenieros S.A. (2020). <https://abianchini.es/>
- Breña P., A. y Jacobo V., M. (2006). Principios y Fundamentos de la Hidrología Superficial. Universidad Autónoma Metropolitana. México.
- Botero B., L. (2002). Análisis de Rendimientos y Consumos de Mano de Obra en Actividades de Construcción. Disponible en línea en el siguiente link: <https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/download/843/751/>.
- Cartay, I. (2010). Manual de gerencia de proyectos. 5ta Edición. Ediluz. Maracaibo, Venezuel.
- Construction Industry Institute (2020) <https://www.construction-institute.org/>
- Construmatica (2020). <https://www.construmatica.com>
- Chamoun, Y. (2008). Como iniciar un proyecto. Administración profesional de proyectos. Madrid: Paidós.



- Duhalt K., M. (1977). Los manuales de procedimientos en las oficinas públicas. Editorial Programa de la Coordinación de Humanidades. Número de edición: 2a Año de edición. Universidad nacional Autónoma de México.
- Fedecámaras (2012). <https://www.fedecamaras.org.ve/>
- Franklin F., E. (2008). Organización de Empresas. Análisis, Diseño y Estructura. Facultad, de Contaduría y Administración. Universidad Nacional Autónoma de México. Editorial McGraw-Hill. México.
- Gómez. M. (2006). Introducción a la Metodología de la Investigación Científica. Editorial Brujas. Córdoba. Argentina.
- Grupo Técnico Gaviones (2004). Estructuras de Contención en Gaviones. Recomendaciones para el Diseño, Ejecución y Control. 1era. Edición. Corporación de Desarrollo Tecnológico. Santiago de Chile.
- Hernández, R., Fernández C. y Batista, P. (2014). Metodología de la Investigación. Sexta edición. Editorial McGraw Hill. México.
- Hurtado, J. (2015) Metodología de la Investigación Holística. Editorial Sypal. Caracas. Venezuela.
- Icotec (2008). Construcción de Muros de Gaviones. Instituto Tecnológico de Costa Rica Escuela de Ingeniería en Construcción. Costa Rica.
- Jimeno, C. (2002). Manual de estabilización y revegetación de taludes. Editorial ETSI Minas y Energía (UPM).
- Kepner, Ch. y Tregoe, B. (1998). El Administrador Racional, una solución a la toma de decisiones. Editorial Atalas. Sao Paulo. Brasil.
- Maccaferri América Latina (2005). Gaviones y Otras Soluciones en Malla Hexagonal a Doble Torsión. Necesidades y Soluciones. Brasil. No 2:17. Consultado en línea: www.maccaferri.com
- Maccaferri América Latina. (2020). Maccaferri Gaviones. Obtenido de <https://www.maccaferri.com/br/es/productos/gaviones/>
- Martínez M., Ma. L., Briones R., R., Cortes R., J. G. (2013). Metodología de la Investigación para el Área de la Salud. Segunda Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. México.
- Muroxs (2020). www.muroxs.com
- Pdvs (2010). Guías de Gerencia de Proyectos de Inversión de Capital (Gpic).
- Peretti, Jean-Maria (2003). Todos Somos Directores de Recursos Humanos. Ediciones Gestión 2000, S.A. Barcelona. España
- Prodac (2007). Manual de Instalación. Catálogo de Gaviones. Perú.
- Project Management Institute (PMI, 2017) Project Management Body Of Knowledge. Pensilvania, EEUU: NewtownSquare.
- Stoner, J. y Freeman, R. (2006) Administración. México: Editorial Iberoamericana S.A. Sexta Edición.
- Tamayo y Tamayo, M. (2014). Proceso de la Investigación Científica. 4ta Edición. Editorial Limusa. México.
- Vargas M., J. L. (2007). Manual Básico de Construcción. Cámara Peruana de la Construcción. Perú.