



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

PRÁCTICA SOCIAL: MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA
VEREDA DE SAN PABLO DEL MUNICIPIO DE TOCAIMA - CUNDINAMARCA

PRESENTADO POR:

ANDRÉS ARTURO VALBUENA GRANJA CÓDIGO: 505039
WILMAR RONALDO RUIZ PARRA CÓDIGO: 505931

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2019



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

PRÁCTICA SOCIAL: MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN LA
VEREDA DE SAN PABLO DEL MUNICIPIO DE TOCAIMA - CUNDINAMARCA

PRESENTADO POR:

ANDRÉS ARTURO VALBUENA GRANJA CÓDIGO: 505039

WILMAR RONALDO RUIZ PARRA CÓDIGO: 505931

DIRECTOR:

PhD EDGAR RICARDO MONROY VARGAS

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ D.C.
2019



Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

La presente obra está bajo una licencia:
Atribución-NoComercial 2.5 Colombia (CC BY-NC 2.5)

Para leer el texto completo de la licencia, visita:
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/2.5/co/>

Usted es libre de:



Compartir - copiar, distribuir, ejecutar y comunicar públicamente la obra
hacer obras derivadas

Bajo las condiciones siguientes:



Atribución — Debe reconocer los créditos de la obra de la manera especificada por el autor o el licenciante (pero no de una manera que sugiera que tiene su apoyo o que apoyan el uso que hace de su obra).



No Comercial — No puede utilizar esta obra para fines comerciales.

NOTA DE ACEPTACIÓN:

FIRMA DEL PRESIDENTE DEL JURADO

FIRMA JURADO

FIRMA JURADO

BOGOTÁ D.C.

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado principalmente a Dios por permitirnos llegar a este punto, a nuestros padres y familia por el apoyo incondicional que se mantuvo en cada momento, y a todos aquellos que ayudaron directa e indirectamente en la realización de nuestro proyecto.

AGRADECIMIENTOS

Primordialmente a Dios por poner en nuestro camino a las personas correctas para el desarrollo de este proyecto, a la comunidad de la vereda de San Pablo del Municipio de Tocaima quienes con esfuerzo, compromiso y dedicación permitieron el desarrollo de esta práctica y a nuestros tutores los Ingenieros Camilo Higuera y Edgar Monroy quienes desde un principio estuvieron apoyándonos y brindándonos espacios de su tiempo.

CONTENIDO

RESUMEN	10
INTRODUCCIÓN.....	11
1 GENERALIDADES	12
1.1 ANTECEDENTES	12
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1 Descripción del problema.....	15
1.2.2 Formulación del problema.....	15
1.2.3 Sistematización.....	15
1.3 OBJETIVOS	16
1.3.1 Objetivo general.	16
1.3.2 Objetivos específicos.....	16
1.4 JUSTIFICACIÓN	17
1.5 DELIMITACIÓN.....	18
1.5.1 Espacio	18
1.5.2 Tiempo	18
1.5.3 Contenido	19
1.5.4 Alcance	19
1.5.5 Limitaciones	19
1.6 MARCO TEÓRICO.....	20
1.6.1 Muros de contención	20
1.6.2 Tipos de muros de contención	21
1.6.3 Cargas/fuerzas	27
1.6.4 Estabilización de taludes.....	27
1.6.5 Gaviones 29	
1.7 Marco normativo	31
1.8 ESTADO DEL ARTE	33
2 METODOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD SAN PABLO..	36

2.1 INTRODUCCIÓN	36
2.2 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN EN LA ZONA	36
2.2.1 Habitantes de la Vereda San Pablo	36
2.2.2 Principales actividades de la comunidad	36
2.3 TRASCENDENCIA DE LA COMUNIDAD EN LOS DIFERENTES SISTEMAS SOCIALES	37
2.3.1 Sistema Socio-ambiental.....	37
2.3.2 Sistema Socio-económico.....	37
2.3.3 Transporte	39
2.4 PROBLEMÁTICA DE LA COMUNIDAD	39
2.5 PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD.....	43
2.6 SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN.....	46
2.7 BENEFICIOS GENERADOS A PARTIR DEL DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN	47
2.7.1 Estabilidad para la bancada de la vía	47
2.7.2 Transporte seguro de cosechas, ganado, gas, residentes entre otros.....	48
2.7.3 Punto de vista de la comunidad	48
2.8 APLICACIÓN DE OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE.....	49
2.8.1 ¿Qué son los objetivos de desarrollo sostenible?	49
2.8.2 Objetivo de Hambre Cero:.....	49
2.8.3 Objetivo de Salud y Bienestar	50
2.8.4 Objetivo de Producción y consumo responsable.....	51
2.9 MEDICIÓN DE IMPACTOS EN LA COMUNIDAD	52
3 METODOLOGÍA Y PARÁMETROS PARA EL DISEÑO ESTRUCTURAL	54
3.1 ESTUDIO DE SUELOS	54
3.2 TOPOGRAFIA.....	55
3.3 DIMENSIONAMIENTO DEL MURO DE CONTENCION	56
4 PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN.....	63

4.1 FACTORES DE IMPORTANCIA QUE INCIDEN PARA EL DESARROLLO DEL PRESUPUESTO	63
4.2 PROGRAMACIÓN DE EJECUCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN	65
4.3 APORTES PARA EL AVANCE FUTURO DEL PROYECTO.	67
4.3.1 Diseño de la estructura de contención:.....	67
4.3.2 Propuesta económica para construcción del muro de contención.....	67
4.3.3 Cronograma de ejecución de obra.....	67
4.3.4 Implementación de filtro tipo francés y placa de concreto	67
5 CONCLUSIONES	68
5.1 CONCLUSIONES.....	68
6 RECOMENDACIONES	69
6.1 RECOMENDACIONES	69
BIBLIOGRAFÍA.....	70

LISTA DE IMAGENES

- Imagen 1 Vía Ubalá-Palomas-Mámbita-Medina (Cundinamarca)
- Imagen 2 Barrio Villa María en Villeta (Cundinamarca)
- Imagen 3 Vereda San Pablo del Municipio de Tocaima – Cundinamarca
- Imagen 4 Vereda San Pablo del Municipio de Tocaima – Cundinamarca
- Imagen 5 Ingeniería, Trabajos profesionales
- Imagen 6 Fuerzas que actúan.
- Imagen 7 Muro semigravedad.
- Imagen 8 Muro contención en voladizo.
- Imagen 9 Muro contrafuerte.
- Imagen 10 Muro anclado Derco.
- Imagen 11: Etapas más relevantes para la construcción de un muro pantalla continuo (AETTES, 2006).
- Imagen 12: Talud infinito Peter L Berry et al (1993)
- Imagen 13: Talud finito Peter L Berry et al (1993)
- Imagen 14 Muro de contención en gavión.
- Imagen 15 Muro de contención en voladizo.
- Imagen 16 Zona de Cultivos
- Imagen 17 Establo
- Imagen 18 Lagos para Piscicultura
- Imagen 19 Zona conocida por la comunidad como el planchón
- Imagen 20 Zona conocida por la comunidad como el planchón
- Imagen 21 Zona conocida por la comunidad como el planchón
- Imagen 22 Perfil topográfico
- Imagen 23 Muro de contención
- Imagen 24 Verificación de Volcamiento
- Imagen 25 Verificación de Deslizamiento
- Imagen 26 Diseño Dentellon
- Imagen 27 Diseño Vástago
- Imagen 28 Diseño Talón

Imagen 29 Diseño Puntera

Imagen 30 Acero de Refracción y Temperatura

Imagen 31 Perfil Muro

Imagen 32 Planta Muro

Imagen 33 Despiece Muro de Contención

Imagen 34 Presupuesto de Muro de Contención

Imagen 35 Programación de obra (2003)

Imagen 36 Programación de ejecución muro de contención

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 de comparación entre método Mononobe Okabe y GLE

LISTA DE GRÁFICAS

Gráfica 1 Estado de la vía sin intervención

Gráfica 2 Posibilidad de incomunicación

Gráfica 3 Necesidad de construcción de la estructura

Gráfica 4 Soluciones para la problemática

Gráfica 5 Recursos que aportaría la comunidad

Gráfica 6 Afectación si no se da solución

Gráfica 7 Beneficios de la construcción

Gráfica 8 Afectación de la temporada invernal

RESUMEN

Se estudia la importancia de la realización de un diseño de una estructura de contención, que ayuda a la comunidad de la vereda San Pablo del municipio de Tocaima, a que su vía de acceso desde el casco urbano, pueda seguir funcionando sin ningún tipo de problema, puesto que hay un problema de pérdida de banca y erosión de un concreto ciclópeo con el que se intentó minimizar la problemática en el sitio conocido como el “planchón”, esto permite que ellos puedan seguir desarrollando sus quehaceres diarios de la manera más eficiente y eficaz.

La mejor solución encontrada para esta comunidad, es la realización de un muro de contención en concreto con acero de refuerzo, el cual fue previamente consultado con la comunidad y esta estuvo de acuerdo, este muro de contención, genera que por la vía se pueda transitar sin sentir inseguridad o zozobra, más que todo, cuando la temporada invernal llega, ya que es cuando es más susceptible a que colapse la estructura en concreto ciclópeo, que realizó la comunidad, lo cual existe actualmente.

Finalmente, al momento de realizar un análisis de diseño, presupuesto y programación del muro de contención, los cuales tienen un límite netamente académico, se puede prever una idea con la cual se afianzará la confianza de poder transitar por el lugar, se podrá llevar a comercializar todos los productos que la comunidad cultiva, o los animales que allí se críen para continuar con el crecimiento económico de la zona.

Palabras claves: Contención, transitabilidad, eficiencia, eficacia, deslizamiento, desprendimiento, estabilización.

INTRODUCCIÓN

En el presente documento se plantea el diseño de un muro de contención, el cual va a beneficiar a la comunidad de la Vereda San Pablo del municipio de Tocaima - Cundinamarca, la vereda cuenta con un problema en la vía que los comunica con otras comunidades y con la cabecera urbana del municipio. Por lo tanto, se requiere una intervención que garantice el correcto funcionamiento de la vía. En vista de la urgencia de la intervención, se debe realizar el diseño de un muro de contención, el cual requiere otras actividades complementarias que generaran una mejor confianza al momento de solucionar el problema de la comunidad.

En la zona se tiene un antecedente en la comunidad, y es que se trató de contener la vía, con un concreto ciclópeo, el cual, debido a las fuertes lluvias, se vio afectado y al día de hoy se encuentra con gran probabilidad de desprendimiento total, causando grandes daños a la vía e impidiendo el tránsito continuo por el sector.

En vista de lo anterior, se busca diseñar un muro de contención, donde se brinde una idea sobre la forma más eficaz, con la cual la comunidad pueda verse favorecida, analizando las variables del diseño, revisando las condiciones sociales de la comunidad, y, entregándoles un valor aproximado, mediante un presupuesto elaborado con análisis de precios unitarios. Cabe resaltar que este proyecto tiene un alcance netamente académico, lo cual no impide ser tomado como idea o base para la factibilidad de su implementación.

Para realizar este trabajo, se empleará la metodología descrita en el presente documento, con el fin de cumplir los objetivos propuestos, los cuales tienen gran énfasis en uno de los campos de aplicación de la ingeniería civil, tal cual son las estructuras de contención, ya que son un gran ejemplo de aplicación, cuyo fin principal es evitar deslizamientos o desprendimientos, utilizando distintos métodos de estabilización, los cuales van desde muros de contención sofisticados, contruidos en concreto y acero, hasta el corte de talud. En los muros de contención sobresale el muro de contención en voladizo debido a que es el que mejor soporta y distribuye las cargas producidas por los empujes horizontales.

1 GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

La gobernación de Cundinamarca, a través del Instituto de Infraestructura y Concesiones de Cundinamarca, ICCU, construyó múltiples muros de contención, tal como se muestra en la imagen 1, en concreto y acero, estos muros de contención brindan seguridad a los usuarios al momento de transitar estas vías y también generan desarrollo a las regiones, puesto que por la geomorfología de la zona se han presentado derrumbes.¹

Imagen 1 Vía Ubalá-Palomas-Mámbita-Medina (Cundinamarca)



Fuente [en línea] disponible en <http://www.radiosantafe.com/2015/11/05/gobernacion-invertira-11-644-millones-en-la-troncal-del-guavia-cundinamarca/>

La Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca, identificó en el barrio Villa María en Villeta, que era una zona de alto riesgo ante la inestabilidad de los taludes presentes en esa zona montañosa, con lo cual intervino realizando la construcción de tres muros de contención, los cuales fueron construidos en concreto y acero, además tuvieron anclajes a la montaña, tal como se evidencia en la imagen 2. Estos

¹ Redacción enfoque. Continúan obras de mejoramiento a vías de Cundinamarca. Revista Enfoque [en línea]. Noviembre 10 de 2018. Disponible en: <http://www.revistaenfoque.com.co/noticias/continuan-obras-de-mejoramiento-vias-de-cundinamarca>.

muros de contención brindan seguridad a la comunidad, puesto que mitigan el riesgo ante la inestabilidad del terreno montañoso.²

Imagen 2 barrio Villa María en Villeta (Cundinamarca)

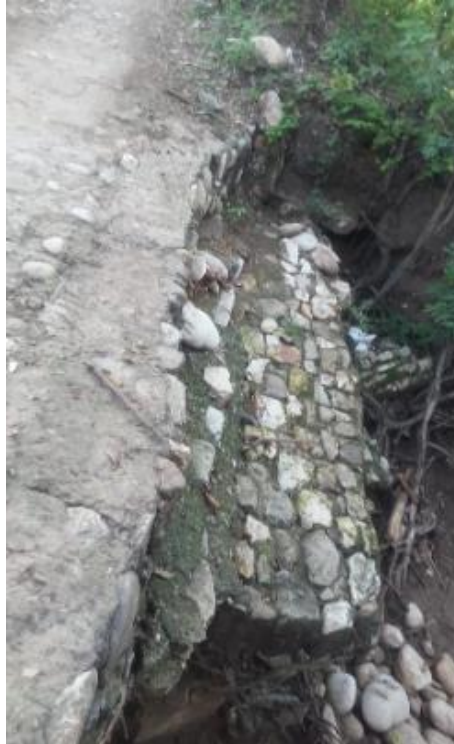


Fuente [en línea] disponible en <http://hsbnoticias.com/noticias/local/fotos-continuan-obras-en-el-barrio-villa-maria-de-villeta-209204>

En la Vereda San Pablo del municipio de Tocaima - Cundinamarca, la comunidad al ver la pérdida de banca y la socavación, que se está ocasionando debido a los fuertes inviernos que se han presentado, intervino tratando de generar escalones en piedra de río, pegada con concreto, en el paso del agua sobre el cauce como se observa en la imagen 3 y 4, esto resultó ineficiente porque la estructura realizada colapsó generando una leve pérdida de la calzada existente.

² Redacción HSB Noticias. Obras en el barrio Villa María de Villeta. HSB Noticias. [en línea]. Noviembre 10 de 2018. Disponible en: <http://hsbnoticias.com/noticias/local/fotos-continuan-obras-en-el-barrio-villa-maria-de-villeta-209204>.

Imagen 3 Vereda San Pablo del Municipio de Tocaima – Cundinamarca



Fuente propia.

Imagen 4 Vereda San Pablo del Municipio de Tocaima – Cundinamarca



Fuente propia.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.2.1 Descripción del problema

La comunidad que transita por la Vereda San Pablo en el municipio de Tocaima, se ha caracterizado por dedicar sus vidas a la producción de ciertos productos agrícolas, dentro de los que se resaltan el anón, maíz, patilla y arroz, también dentro de sus actividades económicas esta la piscicultura y la ganadería, ellos cuentan con un problema, la vía que les sirve para comunicarse con otros corregimientos y con la zona urbana del municipio está sufriendo pérdida de la banca en un punto particular, debido a que existe una afluyente, la cual cuando es temporada de lluvias, hace subir sus niveles y aumenta su caudal, generando que cuerpos de agua lleguen a la superficie de la vía, socavándola poco a poco, de igual forma, la socavación ha reducido el ancho de la vía, por lo tanto, se podría afectar a la comunidad, al momento de ellos salir a comercializar lo que en sus fincas generan, fomentando la idea de que es urgente la intervención en el sector, para no afectar la comunidad.

1.2.2 Formulación del problema

Con base en lo anterior se formula la siguiente pregunta: ¿Qué tan eficaz es que un muro de contención pueda mitigar o minimizar el riesgo que se presenta, optimizando el buen funcionamiento de la vía?

1.2.3 Sistematización

El problema nace debido al antecedente presentado, donde la comunidad interviene tratando de mitigar el riesgo, teniendo un resultado ineficiente, es por esto que, dada la necesidad de solucionar la problemática de la comunidad, se plantea la realización de una estructura de contención, que permita el buen funcionamiento de la vía, para que la comunidad pueda realizar todas sus actividades sin sentir inseguridad al momento de transitar

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo general.

- Diseñar una estructura de contención que solucione el problema de pérdida de la bancada de la vía que comunica a las comunidades de la Vereda San Pablo del municipio de Tocaima, y a su vez, garantice el buen desarrollo de las actividades económicas, sociales y culturales.

1.3.2 Objetivos específicos.

- Analizar las condiciones sociales que influyen en la calidad de vida de la comunidad de la Vereda San Pablo del municipio de Tocaima (Cundinamarca).
- Identificar las variables que inciden en el diseño de la estructura de contención, teniendo en cuenta la mejor adaptación para la comunidad sin causar grandes impactos ambientales.
- Realizar el presupuesto y la programación de obra, para manejar los tiempos y costos que beneficien a la comunidad sin interrumpir sus labores diarias.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El ser humano debe tener garantizado el derecho de moverse con libertad y seguridad en su entorno cotidiano³, y que mejor que la ingeniería civil para poderlo cumplir, ya que, al hacer una obra, no solo se suple una necesidad, también se genera empleo en la zona que se interviene, se crea seguridad, confort y confianza. Por tal motivo es necesario garantizar el buen estado y correcto funcionamiento de las vías y carreteras.

Debido a lo anterior, y teniendo en cuenta la problemática que posee la comunidad en el funcionamiento de su vía de acceso en la Vereda San Pablo del municipio de Tocaima – Cundinamarca, se propone realizar el diseño de una estructura de contención para garantizar el buen funcionamiento de la vía y de esta forma garantizar la seguridad de sus usuarios.

El diseño de la estructura de contención, beneficiaría directamente a múltiples actores que transitan por el sector, el principal y más importante es la comunidad, ya que ellos pueden hacer uso de la vía sin sentir zozobra o inseguridad, al desplazarse, ya sea para ir a comercializar sus productos, o para ir a cumplir diferentes actividades propias, también se busca que la mano de obra no calificada que se requiere en una posible construcción, salga de la comunidad, y que lo pertinente a los alimentos, alguien de la comunidad puede comercializarlo. Algunas empresas que visitan la zona para vender sus productos, como la encargada del gas, tendrían un beneficio también. Los ejecutores de este muro, sería alguien con la capacidad y experiencia suficiente, para que sea una obra de calidad.

³ CAMPOS S, José Alfredo. La movilidad de las personas es un derecho humano. CANABUS. [en línea]. Noviembre 10 de 2018. Disponible en: <https://canabuscr.com/la-movilidad-de-las-personas-es-un-derecho-humano/>.

1.5 DELIMITACIÓN

1.5.1 Espacio

La vereda de San Pablo está situada en la parte media de la Región Andina, limitando con los municipios de Girardot por el occidente, Nariño y Jerusalén por el noreste, Apulo por oriente y norte, Viotá por el oriente, Nilo y Agua de Dios por el sur, aproximadamente a 3 horas de Bogotá, se encuentra ubicada a 4.5 km del casco urbano de Tocaima, la cual cuenta con una población aproximada de 300 personas formando una comunidad que divide su economía en distintas actividades, tales como piscicultura, agricultura y ganadería.

Imagen 5 Localización vereda San Pablo



Fuente: Google Earth

1.5.2 Tiempo

Se genera un diagnóstico de la comunidad, para identificar la problemática que existe delimitando las áreas de afectación, para generar una solución que logre adaptarse muy bien a la comunidad y desarrollar su previo diseño para beneficio de la comunidad.

1.5.3 Contenido

Para poder hacer un diseño es necesario saber la capacidad portante del suelo, por eso es de suma importancia contar con un estudio de suelos que identifique las propiedades del suelo, luego se procede a obtener la topografía de la zona para posteriormente hacer el respectivo diseño del muro de contención.

1.5.4 Alcance

Este proyecto es el primer paso para beneficiar la comunidad. Teniendo en cuenta que es un trabajo de grado, no se podrá avanzar más, ya que, esta condición, hace que el resultado sea netamente académico, esto quiere decir que los resultados obtenidos no se podrán usar para la realización de su ejecución. En este caso, el trabajo se centra en buscar una solución a la problemática existente de la zona a intervenir, haciendo un diagnóstico completo de la Vereda para saber cuál es el impacto en la comunidad, por lo tanto, se define un diseño de un muro de contención, donde se incluye el presupuesto y programación de este, para obtener una solución eficiente.

1.5.5 Limitaciones

- Se cuenta como limitación, la visita al lugar, ya que Tocaima se encuentra a 3 horas de Bogotá, no es viable ir constantemente. Se realizaron 2 visitas.
- Se realizó el diseño con base a los parámetros establecidos por la Norma Colombiana de Puentes LRFD (CCP-14) de acuerdo con la sección 11 Muros, Estribos y Pilas y con la sección 5 Estructuras de Concreto. No se utilizarán otros códigos de diseño

1.6 MARCO TEÓRICO

La ingeniería civil se ha caracterizado por su gran aporte en el crecimiento y protección de la humanidad, normalmente cada vez se presentan más necesidades como, por ejemplo, la de evitar inundaciones, proteger el suelo de erosiones, resistir grandes cargas, contrarrestar el empuje del terreno en obras urbanas, entre otros, esto nos lleva a diseñar estructuras de contención, sin embargo, hay una variedad de factores que intervienen, como la distribución de las presiones, el tipo de suelo, tipos de movimientos de la estructura, el tipo de relleno, el efecto del agua sobre la estructura, y demás factores que se deben tener en cuenta para el diseño y ejecución de las estructuras de contención.

1.6.1 Muros de contención

Los muros de contención son elementos estructurales cuyo propósito es dar estabilidad a los terrenos aledaños, vías o taludes, soportando esfuerzos horizontales los cuales son producidos por el empuje de tierras, de igual forma deben recibir los esfuerzos verticales transmitidos por pilares, paredes de carga que apoyan sobre ellos, el material utilizado generalmente es concreto reforzado, tal como se muestra en la imagen 5.⁴

Imagen 5 Ingeniería, Trabajos profesionales



Fuente [en línea] disponible en <https://agroingeniacanarias.com/tag/trabajos-profesionales/>

⁴ Xinpo Li, Yong Wu, Siming He. 2011. Seismic stability analysis of gravity retaining walls. 2018

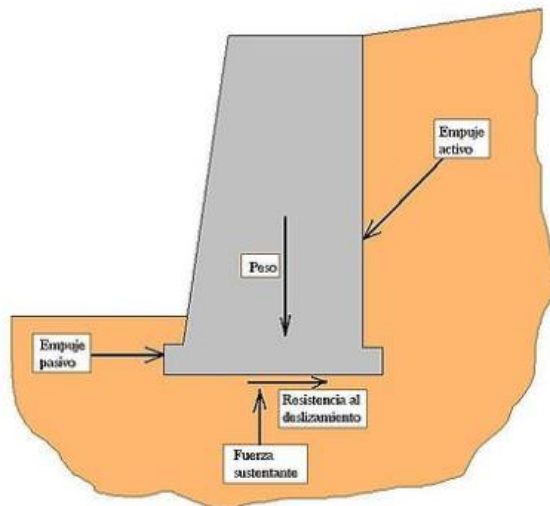
1.6.2 Tipos de muros de contención

1.6.2.1 Muros de gravedad de concreto:

Los muros de gravedad, que suelen ser económicos hasta para 5 metros de altura, utilizan su propio peso para resistir las fuerzas laterales de tierra u otros materiales, estos muros suelen ser tan macizos, que no necesitan refuerzo.

Las fuerzas que actúan sobre los muros de gravedad incluyen su propio peso, el peso de la tierra en la parte posterior en pendiente y talón, la presión lateral de la tierra y la presión resultante del suelo sobre la base, tal como se muestra en la imagen 6.⁵

Imagen 6 Fuerzas que actúan.



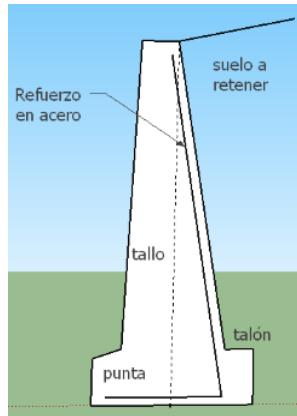
Fuente [en línea] https://es.wikipedia.org/wiki/Muro_de_contenci%C3%B3n

1.6.2.2 Muros de semigravedad:

Son un poco más esbelto que los anteriores porque se toleran esfuerzos de tracción pequeñísimas que se absorben con pequeñísimas cuantías de refuerzo y que en general pueden resultar aún más económicas que los muros de gravedad para alturas hasta de 4.00 metros, un ejemplo de este muro se muestra en la imagen 7.

⁵Frederick S. Merritt. 1992. Manual del ingeniero civil. Tercera edición, Tomo II, México, 1992.

Imagen 7 Muro semigravedad.

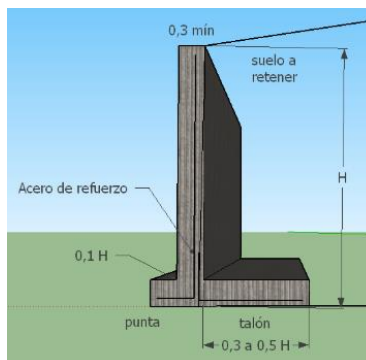


Fuente [en línea] <http://www.construereyesingenieria.com/2017/06/tipos-de-muros-de-contencion-y-prediseno.html>

1.6.2.3 Muros de contención en voladizo:

Este tipo de muro resiste el empuje laterales de la presión de la tierra por medio de la acción de voladizo de un muro vertical y una base horizontal. Los muros en voladizo por lo general son económicos para alturas de 3 a 6 metros, son muros en concreto reforzado cuyo perfil común es el de una T o L, utilizan por lo menos parte del peso del relleno para asegurarse la estabilidad, como se muestra en la imagen 8.⁶

Imagen 8 Muro contención en voladizo.



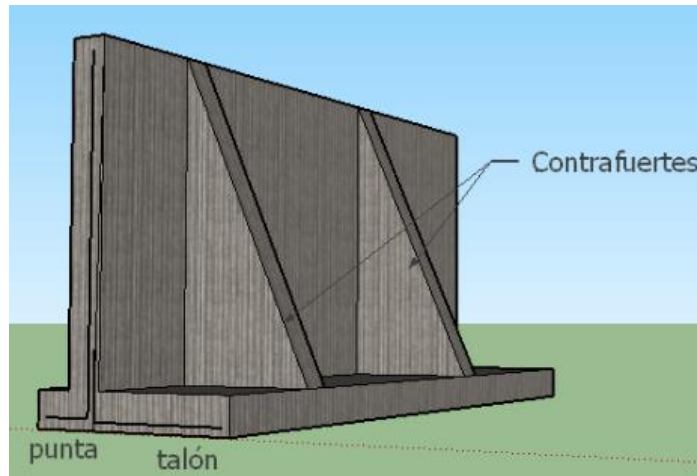
Fuente [en línea] <http://www.construereyesingenieria.com/2017/06/tipos-de-muros-de-contencion-y-prediseno.html>

⁶ GONZALO ANDRES JARA MORI. 2008, trabajo de grado. Diseños de Estructuras de Contención, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

1.6.2.4 Muros con contrafuerte:

Son los que están constituidos por placas verticales que se apoyan sobre grandes voladizos espaciados regularmente que se denominen contrafuertes; este tipo de muro es conveniente cuando las alturas por vencer son en general, mayores de 6.00 metros, un ejemplo de esta estructura es la que se muestra en la imagen 9.

Imagen 9 Muro contrafuerte.



Fuente [en línea] <http://www.construereyesingenieria.com/2017/06/tipos-de-muros-de-contencion-y-predisenio.html>

Cualesquiera de los tipos anteriores de muros pueden utilizarse para soportar una carga vertical además del empuje de tierras; como por ejemplo los muros extremos para soportar un puente, que se conocen con el nombre de estribos. La escogencia de un tipo determinado de muro dependerá, como es obvio, en primer lugar, de la función que debe cumplir además de las condiciones del terreno, materiales de construcción que pueden conseguirse, economía general, etc. por lo cual la mayoría de las veces habrá que hacer varios diseños alternativos con base en pre dimensionamientos rápidos; con ello se podrá determinar con bastante seguridad el tipo de mano más adecuado para el caso y entonces proceder al diseño completo.⁷

1.6.2.5 Muro de contención anclado:

“Los muros anclados para contención de tierra son muros que logran su estabilidad a través de tirantes de anclaje con capacidad para soportar las fuerzas que cargan

⁷ **LUIS EDUARDO ZAVALA CÓRDOBA. 2017.** Trabajo de grado. Universidad Técnica de Ambato, 2017 Calculo De Muros Con Contrafuertes, Ecuador.

sobre el muro, como lo son el empuje del suelo, del agua y de las sobrecargas, un ejemplo de esto es lo que se plasma en la imagen 10.

Estas fuerzas son trasladadas por los anclajes a una zona detrás de la zona activa del terreno, en donde el anclaje se fija por intermedio de un bulbo de adherencia. El suelo y la pared del muro igualmente deben estar en capacidad de resistir las cargas aplicadas. En general, el suelo, el tirante y el muro deben integrar un sistema capaz de resistir todos los posibles modos de falla que puedan presentarse. Los tirantes se tensionan y son generalmente construidos con cables de acero (guayas) del mismo tipo de las utilizadas en el concreto pre-esforzado, que se alojan en perforaciones ejecutadas en el terreno con una ligera inclinación hacia abajo respecto a la horizontal. El bulbo de adherencia se hace inyectando lechada de cemento a presión.”⁸

Imagen 10 Muro anclado Derco.



Fuente [en línea] disponible en <https://www.derco.com.mx/es/blog-derco/item/proceso-constructivo-muros-de-contencion-anclados>

1.6.2.6 Muro pantalla:

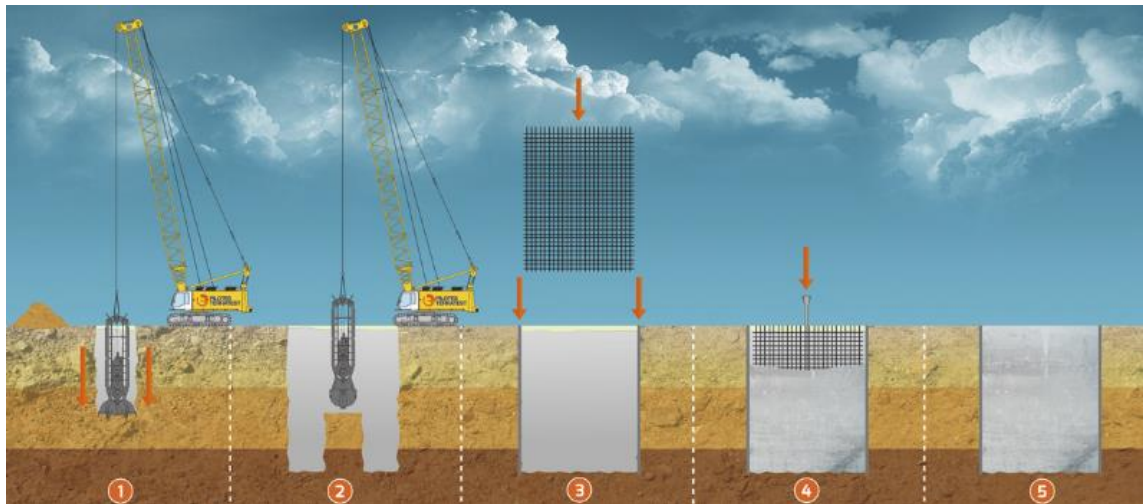
Se define como muros pantalla o pantallas continuas de concreto armado a los muros construidos mediante la excavación en el suelo de zanjas profundas en las que primero se introduce la armadura del muro y posteriormente el hormigón, para constituir una estructura geoméricamente continua, empleando lodos bentónicos como protección de la excavación para evitar el desprendimiento de las paredes de la misma en caso que sea necesario. Un muro pantalla también es una estructura

⁸ **Frederick S. Merritt. 1992.** Manual del ingeniero civil. Tercera edición, Tomo III, México, 1992.

de fundación profunda que tiene como principal objetivo contener los empujes horizontales del terreno en las inmediaciones de una excavación vertical, como también cumplen por si solas las funciones de estanqueidad, resistencia y protección. La estanqueidad impide el paso del agua, la resistencia soporta los empujes de suelo, de edificaciones circundantes y la protección de las excavaciones que se destinen.⁹

En la imagen 11, se plasma las etapas para la construcción de un muro pantalla.

Imagen 11: Etapas más relevantes para la construcción de un muro pantalla continuo (AETTES, 2006).



Fuente [en línea] disponible en <http://www.terratest.cl/tecnologias.html>

Los muros de contención también se clasifican de acuerdo a su diseño, a su función y a su forma de trabajo:

- **POR DISEÑO:**

Muros con talón y puntera: para construir este muro es necesario sobrepasar la línea de edificación, a nivel de los cimientos.

⁹ **DAVID ERIC MOZÓ VERGARA. 2012.** trabajo de grado, Análisis Y Diseño De Muros Pantalla. Universidad Católica De La Santísima Concepción 2012. Chile.

Muros sin talón: por lo general al construirlo resulta con un aumento de dimensión en la puntera de la zapata.

Muros con talón: el resultado es similar al muro sin talón, pero trabaja de otra manera; esta es la mejor solución ante inestabilidades por posible puerco.

- **POR SU FUNCIÓN:**

Contención de tierras: cuando el muro se destina a contener sólidos, éstos por lo general son tierras; la impermeabilización y el drenaje son dos aspectos importantes para controlar el paso de agua del terreno hacia el interior de la edificación.

Contención de líquidos: para esta función es necesario conseguir la continuidad del hormigón a fin de lograr una buena impermeabilización. Para ello se efectúa un vibrado con un control adecuado, para evitar huecos y juntas.

- **POR SU FORMA DE TRABAJO:**

Muros de contención por gravedad: soportan los empujes con su peso propio. Los muros construidos con hormigón en masa u hormigón ciclópeo, por ser más pesados, se utilizan habitualmente como muro de gravedad ya que contrarrestan los empujes con su propia masa. Las acciones que reciben, se aplican sobre su centro de gravedad. Este tipo de muro de contención de gran volumen, se realiza de poca altura y con una sección constante; aunque también existen los de tipo ataluzados o escalonados.¹⁰

Muros de contención ligeros (a flexión): cuando el muro trabaja a flexión podemos construirlo de dimensiones más livianas. Dado que aparecen esfuerzos de flexión, la construcción se efectúa con hormigón armado, y la estabilidad está en relación a la gran resistencia del material empleado. El diseño del muro debe impedir que flexione, ni produzca desplazamientos horizontales o vuelque, pues debido a los empujes, el muro tiende a deformarse. En la flexión aparecen esfuerzos de tracción y compresión. Por ello existen formas particulares para disponer las armaduras en estos muros.¹¹

¹⁰ URBANSKIA, Marek; LAPKO, Andrzej y GARBACZ, Andrzej. "Investigation on Concrete Beams Reinforced with Basalt Rebars as an Effective Alternative of Conventional R/C Structures". Abril de 2018

¹¹ **Gustavo, Gomez Herney. 2013.** Metodología de diseño y calculo estructural para muros de contención con contrafuertes, basados en un programa de computo. Bogotá: s.n., 2013.

1.6.3 Cargas/fuerzas

Los estribos y muros de contención deben investigarse para:

- Presiones laterales del suelo y del agua, incluyendo cualquier sobrecarga viva o permanente de peso propio;
- El peso propio del estribo/muro;
- Las cargas/fuerzas aplicadas por la superestructura del puente;
- Los efectos de la deformación por temperatura y por retención; y
- Las fuerzas sísmicas, según lo especificado en este Artículo, la Sección 3 y en otras secciones de estas Especificaciones.

Deben aplicarse las disposiciones de los Artículos 3.11.5 y 11.5.5. Para los cálculos de estabilidad, las cargas del suelo deben multiplicarse por los factores de carga máximos y/o mínimos indicados en la Tabla 3.4.1-2, según corresponda.

El diseño debe investigarse considerando cualquier combinación de fuerzas que pueda producir la condición de carga más desfavorable. El diseño de estribos sobre suelo estabilizado mecánicamente y muros modulares prefabricados debe ser consistente con los Artículos 11.10.11 y 11.11.6.

Para el cálculo de los efectos de las cargas en los estribos, el peso del material de relleno directamente sobre una cara posterior inclinada o escalonada o sobre la base de una zapata de concreto reforzado, puede considerarse parte del peso efectivo del estribo.

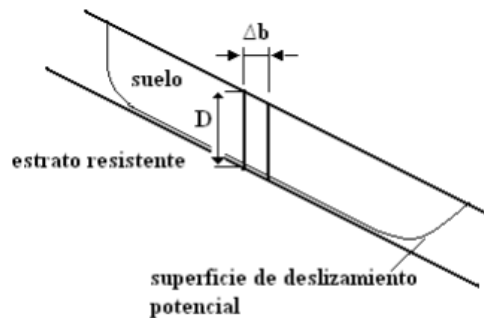
Si se utilizan zapatas, la proyección posterior debe diseñarse como un voladizo soportado donde se ubica el alma del estribo y cargado con la totalidad del peso del material superpuesto, a menos que se utilice un método más exacto.¹²

1.6.4 Estabilización de taludes

Para propósitos de análisis, los taludes pueden clasificarse como finitos o infinitos. Un talud se considera infinito si las propiedades del suelo a la misma profundidad son iguales y si la profundidad D hasta el substrato resistente es constante y pequeña comparada con la longitud total del talud, como se muestra en la imagen 12.

¹² **CCP, Norma Colombiana De Diseño De Puentes. 2014.** Norma Colombiana De Diseño De Puentes CCP 14. COLOMBIA: s.n., 2014.

Imagen 12: Talud infinito Peter L Berry et al (1993)



Fuente [en línea] <https://es.scribd.com/doc/289040520/Estabilidad-de-Taludes>

Para esta geometría, cualquier movimiento o falla del talud produce un desplazamiento del suelo que involucra una longitud muy superior a su profundidad como lo indica la superficie de falla potencial que se muestra en la imagen 13.

Un talud se considera finito cuando el valor de H_{cr} tiende a la altura del talud. Este tipo de talud representa el caso más general donde se incluyen los taludes de corte para carreteras, vías férreas, canales, etc. En la imagen 10 se representa este tipo de talud.

Imagen 13: Talud finito Peter L Berry et al (1993)



Fuente [en línea] disponible en <https://es.scribd.com/doc/289040520/Estabilidad-de-Taludes>

Los deslizamientos de taludes ocurren de muchas maneras y existen ciertos patrones que ayudan a identificar y reconocer áreas potenciales de fallas, lo cual permite el tratamiento del talud para eliminar o reducir a un mínimo el riesgo de falla. Algunos tipos de falla son:

- Desprendimientos: Son fallas repentinas de taludes verticales o casi verticales que producen el desprendimiento de un bloque o múltiples bloques que descienden en caída libre. Los desprendimientos son causados por socavación de taludes debido a la acción del hombre o erosión de quebradas.

- **Avalanchas:** Las avalanchas son el movimiento rápido de escombros, de suelo o de roca y puede o no comenzar con la ruptura a lo largo de una superficie de falla. Toda la vegetación, el suelo y la roca suelta pueden ser arrastrados. Las principales causas de avalanchas son las altas fuerzas de filtración, alta pluviosidad, derretimiento de nieve, sismos o deslizamiento gradual de los estratos de roca.¹¹
- **Flujo de escombros:** Este tipo de falla es similar a las avalanchas. Excepto que la cantidad de agua es mayor y por ello la masa fluye como lodo. La principal causa es el aporte de grandes lluvias y material suelto en la superficie.¹¹

Una medida de mitigar la estabilización de taludes sin duda es con la ayuda de muros de contención donde existen cambios abruptos en la pendiente del terreno o cuando las condiciones no permitan que las masas de tierra u otros materiales asuman sus pendientes naturales. Con frecuencia se usan muros de contención a lo largo de carreteras para reducir las cantidades de corte o terraplén, en otros casos se usan en los estribos de puentes, muros de sótanos, etc. Existen diversos tipos de muros, tales como de gravedad, en voladizo o con contrafuertes (los que serán mostrados en el capítulo I), y su uso en determinadas situaciones dependerá de una variedad de condiciones, entre los cuales se pueden citar la magnitud y dirección de las cargas, profundidad de los suelos competentes de fundación, capacidad resistente para las cargas sísmicas, presencia de factores ambientales nocivos, proximidad de restricciones físicas, apariencia superficial de los muros y facilidades y costos de construcción y tipología de problema a solucionar entre otros.¹³

1.6.5 Gaviones

El Gavión consiste en una caja de forma prismática rectangular de enrejado metálico de malla hexagonal de triple torsión, elaborada con alambre galvanizado reforzado, como se evidencia en la imagen 14. Los gaviones se rellenan con piedra de cantera o cualquier material similar que se pueda obtener del entorno próximo a la obra.

Las estructuras de gaviones proporcionan un amplio campo de aplicaciones en el medio ambiente y en la estabilización de terrenos. La característica básica del enrejado de malla hexagonal de triple torsión es facilitar la absorción de los esfuerzos que soportan estas estructuras de gravedad.¹⁴

¹³ **SUSANA ROJAS MARTINEZ. 2009.** Trabajo de grado. Diseño de contención sector la aguada comuna de corral. Universidad austral de Chile.2009.

¹⁴ **BIANCHINI INGENIEROS S.A. 2010.** Revista Bianchini. Sistemas de corrección fluvial muros de contención urbanismo. Madrid, España.2010

Imagen 14 Muro de contención en gavión.



Fuente [en línea] disponible en https://www.construmatica.com/producto/muro_de_gavion/164

1.6.5.1 Ventajas de muros de contención en gavión.

- No precisan cimentación.
- Son flexibles.
- Se adaptan al terreno.
- Son drenantes.
- Fácil diseño.
- Montaje rápido.
- Mano de obra no especializada.
- Durabilidad.
- Trabajan por gravedad.
- Económicos.¹⁵

1.6.5.2 APLICACIONES

- Muros de contención.
- Muros ecológicos.
- Saneamiento de vías férreas.
- Contención de desprendimientos.
- Estabilización de taludes.
- Estabilización de torrentes.

¹⁵ URBANSKIA, Marek; LAPKO, Andrzej y GARBACZ, Andrzej. "Investigation on Concrete Beams Reinforced with Basalt Rebars as an Effective Alternative of Conventional R/C Structures". Abril de 2018

- Corrección de cauces.
- Defensas fluviales.

1.7 MARCO NORMATIVO

El diseño de la estructura de contención se realiza bajo los parámetros exigidos en la Norma Colombiana de Puentes (CCP-14), cumpliendo con la sección 3 cargas y factores de carga, donde se determina:

- **“3.11.5.2 — Coeficiente de presión lateral de suelo en reposo, k_0 —** Para suelos normalmente consolidados, muros verticales y terreno nivelado, el coeficiente de empuje lateral en reposo se puede tomar como:

$$k_0 = 1 - \text{sen}\phi_f \quad (3.11.5.2-1)$$

donde:

ϕ_f = ángulo de fricción efectiva del suelo

k_0 = coeficiente de presión lateral de suelo en reposo”¹⁶

- **“3.11.6 — Cargas de Sobrecarga: ES y LS —** El incremento en la presión de suelo mayorada detrás o dentro del muro causada por sobrecargas o presiones concentradas debe ser el mayor de: (1) las sobrecargas o presiones sin mayorar multiplicadas por el factor de carga especificado, ES , o (2) las cargas mayoradas para la estructura aplicadas al elemento estructural y que causan la sobrecarga, estableciendo ES igual a 1.0. La carga aplicada al muro debida al elemento estructural sobre él no debe ser mayorada doblemente.”¹³

- **“3.11.5.2 — Coeficiente de presión lateral de suelo en reposo, k_0 —** Para suelos normalmente consolidados, muros verticales y terreno nivelado, el coeficiente de empuje lateral en reposo se puede tomar como:

$$k_0 = 1 - \text{sen}\phi_f \quad (3.11.5.2-1)$$

donde:

ϕ_f = ángulo de fricción efectiva del suelo

¹⁶ CODIGO COLOMBIANO DE PUENTES, Colombia, (2014), paginas 1-140

k_0 = coeficiente de presión lateral de suelo en reposo

Para suelos sobre consolidados, se puede suponer que el coeficiente de presión lateral de suelo en reposo varía en función de la tasa de sobre consolidación o historia de tensiones, y puede calcularse como:

$$k = (1 - \sin \phi') (OCR^{\sin \phi'}) \quad (3.11.5.2-2)^{13}$$

- **“C3.11.5.3** — Los valores de k_a de la Ec. 3.11.5.3-1 se basan en las teorías de Coulomb sobre presiones del suelo. La teoría de Coulomb es necesaria para diseñar muros de contención para los cuales la cara trasera del muro interfiere con el desarrollo de las superficies completas de deslizamiento en el suelo del relleno supuestas en la teoría de Rankine (Figura C3.11.5.3-1 y Artículo C3.11.5.8). Se pueden usar cualquiera de las teorías de cuña de Coulomb o Rankine para los muros de contención de talón largo mostrados en la Figura C3.11.5.3-1a. En general, la teoría de la cuña de Coulomb es aplicable a muros de gravedad, de semigravedad y modulares prefabricados con caras traseras relativamente empinadas, y a muros de concreto en voladizo con talones cortos.

Para los muros en voladizo de la Figura C3.11.5.3-1 b, la presión del suelo se aplica en un plano que se extiende verticalmente desde el nivel del talón de la base del muro, y el peso del suelo a la izquierda del plano vertical se considera parte del peso del muro.

Las diferencias entre la teoría de Coulomb especificada actualmente y la teoría de Rankine especificada en el pasado se ilustra con la Figura C3.11.5.3-1. La teoría de Rankine es la base del método del fluido equivalente del Artículo 3.11.5.5.”¹³

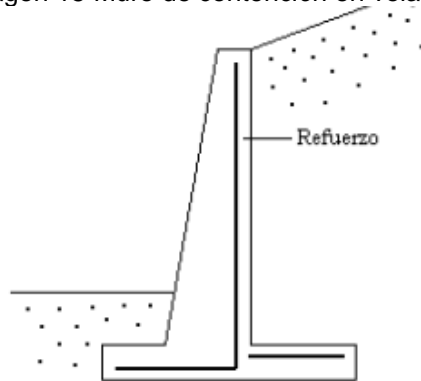
- El empuje dinámico del suelo, empuje inercial, fuerzas verticales, el peso del suelo, las combinaciones de diseño, también se evalúa la resistencia de la estructura de contención, el evento extremo y el servicio.

Adicionalmente a esto se tiene en cuenta la norma NSR 10 en el título A sección 12,2 que guía los parámetros del espectro sísmico para el umbral de daño.

1.8 ESTADO DEL ARTE

En 2009, en la facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Austral de Chile, Rojas Martínez Susana, realizó su tesis para optar al título de Ingeniera Civil, estudiando muros de contención para zonas que tienen gran cantidad de taludes en riesgo de falla, donde algunos ya han tenido intervención por parte de la comunidad del sector, allí ella hizo estudio de suelos, para poder tener más bases para las futuras decisiones. Al final de su tesis, concluyo que, dentro de las diferentes medidas mitigadoras de riesgos de deslizamientos, los muros de contención en voladizo son los más eficaces al momento de trabajar la contención de tierras, ya que estos muros soportan y transmiten de una manera más eficiente las cargas producidas por los empujes horizontales, un ejemplo de un muro de contención en voladizo se muestra en la imagen 15.¹⁷

Imagen 15 Muro de contención en voladizo.



Fuente [en línea] disponible en <https://repositorio.escuelaing.edu.co/>

Luego en 2013 en la Escuela de Construcción de Vivienda y Planificación, de la Universidad Sains Malaysia, Ramli Mahyuddin, Karasu TJR y Thanon Dawud Eethar, realizaron un estudio sobre la estabilidad de las estructuras de retención de tierras en áreas propensas a inundaciones, ya que surgen fallas como el deterioro y erosión de los cimientos de la estructura, con lo cual se llevó a la idea de realizar un muro de contención con gaviones, el cual involucro dentro de sus elementos estructurales el enclavamiento, ya que exhibe mejor la resistencia ante los

¹⁷ ROJAS M, Susana. Diseño de muros de contención sector La Aguada comuna de Corral. Trabajo de grado Ingeniería civil. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2009. 99 p

movimientos laterales lo cual lo hace apropiado para ser estructuras de retención de tierras.¹⁸

Posteriormente en 2017, en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas en Perú, Ballón Benavente Andrés y Echenique Sosa José Francisco, realizaron un análisis de estabilidad de muros de contención en voladizo de acuerdo a las zonas sísmicas, donde analizaron distintos ángulos del talud, la altura del muro y la aceleración sísmica, a su vez analizándolo por dos métodos, como el método GLE y el método Mononobe Okabe, encontrando que a menor ángulo del talud, menor altura del muro y menor aceleración sísmica, se obtiene menor volumen del muro de contención en los dos métodos, pero por el método GLE, se encuentran dimensiones menores que el Mononobe Okabe, tal cual se plasma en la tabla 1.¹⁹

Tabla 1 Comparación entre método Mononobe Okabe y GLE

Ángulo del Talud	Isoaceleración (g)	Fuerzas (Ton)		Factor de seguridad
		M-O	GLE	
0°	0.00	11.28	11.22	1.000
	0.25	14.85	13.92	1.000
	0.35	16.64	15.91	1.000
	0.45	18.72	18.45	1.000
10°	0.00	14.88	14.80	1.002
	0.25	20.60	19.33	1.002
	0.35	23.81	21.87	1.001
	0.45	27.92	25.29	1.000
20°	0.00	20.95	20.84	1.001
	0.25	33.91	31.16	1.000
	0.35	51.69	36.78	1.001
	0.45	N.A.	43.43	1.000

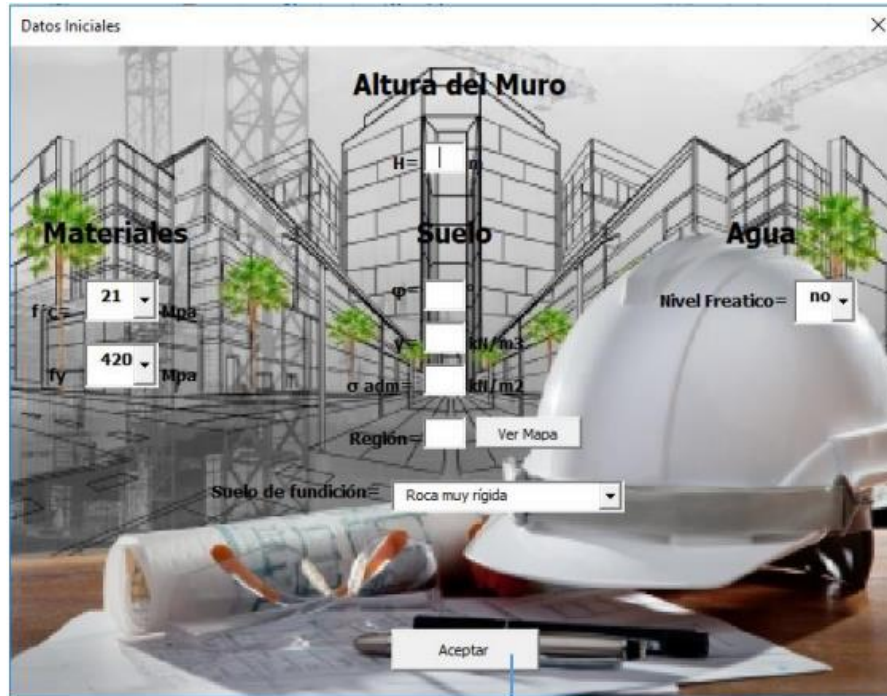
Luego, en el año 2018, en la facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Colombia, Cajamarca García Cristian Alexis y García Corredor Camilo Steven, desarrollaron un software para el análisis y diseño de muros en voladizo de concreto reforzado, de acuerdo con la Norma Colombiana de Puentes – LRFD (CCP-14), ellos quisieron implementar que, mediante una serie de códigos y ecuaciones, y al ingresar unos datos, referentes a las características del suelo, materiales, las posibles dimensiones de la estructura y el nivel freático, se tienen las cargas presentes en el muro, las combinaciones de carga, y se realiza el análisis de

¹⁸ RAMLI, Mahyuddin. KARASU, TJR. The stability of gabion walls for land retention structures. En: Alexandria Engineering Journal, Agosto, 2013. p 6

¹⁹ BALLON B, Andrés y ECHENIQUE S, José Francisco. Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería Civil. 2017. 97 p

estabilidad, como lo es el volcamiento, deslizamiento y capacidad portante, todo lo anterior con el fin de saber si está cumpliendo con los parámetros exigidos por la Norma Colombiana de Puentes (CCP-14), como lo es Momento, Cortante y Deflexión.²⁰

Imagen 16 Programa desarrollado



Fuente: Repositorio Universidad Católica

²⁰ CAJAMARCA G, Cristian A. GARCÍA C, Camilo Steven. Desarrollo de un software para el análisis y diseño de muros en voladizo de concreto reforzado, de acuerdo con la norma colombiana de puentes – LRFD (CCP-14). Bogotá, 2018, 194 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería

2 METODOLOGÍA Y DIAGNÓSTICO DE LA COMUNIDAD DE LA VEREDA SAN PABLO

2.1 INTRODUCCIÓN

Tocaima forma parte de la Provincia del Alto Magdalena, en el suroeste del Departamento de Cundinamarca, está situado en la parte media de la Región Andina, limitando con los municipios de Girardot por el occidente, Nariño y Jerusalén por el noreste, Apulo por oriente y norte, Viotá por el oriente, Nilo y Agua de Dios por el sur.²¹ Tocaima posee una extensión territorial de 246 Km², las cuales se dividen en la cabecera urbana con una extensión de 2,80 Km², formada por 20 barrios, y una cabecera rural con una superficie de 243,2 Km², formada por 37 veredas, donde se encuentra la vereda San Pablo.²²

La vereda San Pablo se encuentra ubicada a 4.5 km del casco urbano de Tocaima, la cual cuenta con una población aproximada de 300 personas formando una comunidad que divide su economía en distintas actividades, tales como piscicultura, agricultura y ganadería.

2.2 ESTUDIO Y ANÁLISIS DE LA POBLACIÓN EN LA ZONA

2.2.1 Habitantes de la Vereda San Pablo

La comunidad de la Vereda San Pablo del municipio de Tocaima, cuenta con aproximadamente 300 personas, dentro de las cuales se distinguen niños, jóvenes, adultos y personas de la tercera edad, las cuales forman 110 hogares en 104 unidades de vivienda.²³

2.2.2 Principales actividades de la comunidad

Los niños de la comunidad, en su mayoría, su principal actividad es la educativa, donde se deben desplazar hasta el casco urbano, para poder hacerlo. Los jóvenes y adultos se dedican principalmente a trabajar en las distintas actividades económicas que se dan en esta comunidad, tales como la agricultura, la ganadería y la piscicultura, y, por último, las personas de la tercera edad trabajan

²¹ SUAREZ CARLOS J. Tocaima [en línea]. Enero 13 de 2011. Disponible en: <https://soloprojectossena.blogspot.com/2011/01/tocaima.html>

²² TURISMO RURAL TOCAIMA. Ubicación geográfica [en línea]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/turismoruraltocaima/UBICACION-GEOGRFICA>

²³ DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. Información de veredas con variables asociadas de números de UPA – UPNA. [en línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/informacion-veredas.xls>

principalmente haciendo actividades para beneficio propio. Esta comunidad, también destina tiempo para actividades culturales, como las ferias y fiestas de Tocaima, donde se realizan actividades como la cabalgata, presentación de grupos musicales, encuentro de danza y encuentros musicales, y en su vereda actividades recreativas como jugar tejo.

2.3 TRASCENDENCIA DE LA COMUNIDAD EN LOS DIFERENTES SISTEMAS SOCIALES

Es importante resaltar los factores que influyen en optimizar la calidad de vida de la comunidad, puesto que es nuestro enfoque principal.

2.3.1 Sistema Socio-ambiental

La comunidad de la Vereda San Pablo del municipio de Tocaima, se encuentra en una zona que posee una vegetación fructífera, dando lugar a una rica y abundante presencia de flora y fauna. Esto es una característica primordial para que la calidad del aire de la zona sea óptima, generando que personas busquen vivir en la zona, es por esto, que Tocaima es considerado la ciudad salud de Colombia.²⁴

Tocaima al tener una vegetación amplia, posee tierras fértiles, esto sirvió para determinar que el uso del suelo más eficaz es para la agricultura, ganadería y piscicultura, las cuales son las actividades económicas que permiten el crecimiento económico de la comunidad.

2.3.2 Sistema Socio-económico

En la zona estudiada, se pudo determinar que las principales actividades económicas son la agricultura, la ganadería y la piscicultura, estas actividades ayudan a que la comunidad deba desplazarse hasta el pueblo a comercializar sus distintos productos.

2.3.2.1 Agricultura

La vereda San Pablo del municipio de Tocaima, al poseer como uso de suelo la agricultura, ha desarrollado una serie de cultivos principalmente de anón, maíz, patilla, sandía, y arroz, entre otros como el limón, el tomate, la zanahoria, los cuales son para uso doméstico, tal como se muestra en la imagen 16.

²⁴ Redacción LatinAmerican Post. Tocaima: la “ciudad salud” de Colombia [en línea], Agosto 15 de 2018. Disponible en: <https://latinamericanpost.com/es/23517-tocaima-la-ciudad-salud-de-colombia>

Imagen 17 Zona de Cultivos



Fuente propia

2.3.2.2 Ganadería

Como la zona en ciertas áreas, presenta grandes pastizales, se evidenció gran presencia bovinos, los cuales son principalmente para la producción de leche y para suministro de carne, como se muestra en la imagen 18.

Imagen 18 Establo



Fuente propia

2.3.2.3 Piscicultura

En la vereda San Pablo se encontró una serie de lagos y lagunas, unos naturales y otros artificiales, los cuales son utilizados para la crianza de peces, como mojarra y cachama, como se muestra en la imagen 19.

Imagen 19 Lagos para Piscicultura



Fuente propia

2.3.3 Transporte

En la comunidad se presentan diferentes actividades que requieren el uso diario de un sistema de transporte, bien sea de animales o de cosecha de productos, para la posterior comercialización en las zonas aledañas. También se transporta constantemente el abastecimiento de gas, debido a que no cuentan con gas natural.

2.4 PROBLEMÁTICA DE LA COMUNIDAD

La comunidad que transita por la Vereda San Pablo en el municipio de Tocaima, cuenta con un problema, la vía que les sirve para comunicarse con otros corregimientos y con la zona urbana del municipio está sufriendo pérdida de la bancada en un punto particular, debido a que existe una afluyente, la cual cuando es temporada de lluvias, hace subir sus niveles y aumenta su caudal, generando que cuerpos de agua lleguen a la parte inferior de la vía, socavándola poco a poco, pero realmente como se observa en las fotografías ya está aumentando cada vez más, provocando el desprendimiento de árboles, tierra y concreto ciclópeo existente en la zona, debido a la intervención hecha anteriormente que no sirvió, de igual forma, el tránsito de vehículos genera que la vía presente inestabilidad, por lo cual no garantiza la confiabilidad para transitar, impidiendo que la comunidad comercialice todas sus actividades económicas. Por lo cual se agravaría la situación socio-

económica de la comunidad, esto conlleva a realizar una intervención con una estructura de contención, que mitigue el riesgo existente, garantizando el buen funcionamiento de la vía, tal como se muestra en la imagen 20.

Imagen 20 Zona conocida por la comunidad como el planchón



Fuente propia

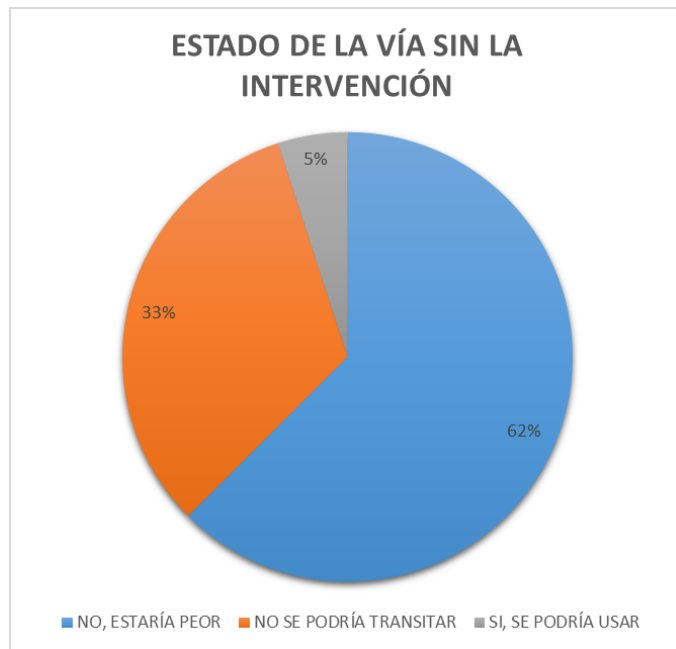
Cuando se indagó en la comunidad haciendo el trabajo de campo (para mayor información consultar anexo 1)²⁵, sobre el grado de afectación que tendría la vía si no se hubiese realizado la intervención al “planchón” con el concreto ciclópeo, se encontró que ellos en su mayoría creen que la vía ya no tendría funcionalidad, puesto que observan como la socavación va generando que poco a poco se vaya perdiendo confinamiento del material, provocando zozobra e inseguridad al transitar, tal como se puede plasmar en la gráfica 1:

Gráfica 1 Estado de la vía sin intervención

¿SI NO SE HUBIESE REALIZADO EL CICLOPEO, CREE UD QUE LA VIA SE HUBIERA MANTENIDO COMO SE ENCUENTRA EL DIA DE HOY?

CATEGORÍA	HABITANTES
NO, ESTARÍA PEOR	25
NO SE PODRÍA TRANSITAR	13
SI, SE PODRÍA USAR	2

²⁵ Anexo 1 Entrevistas realizadas a la comunidad

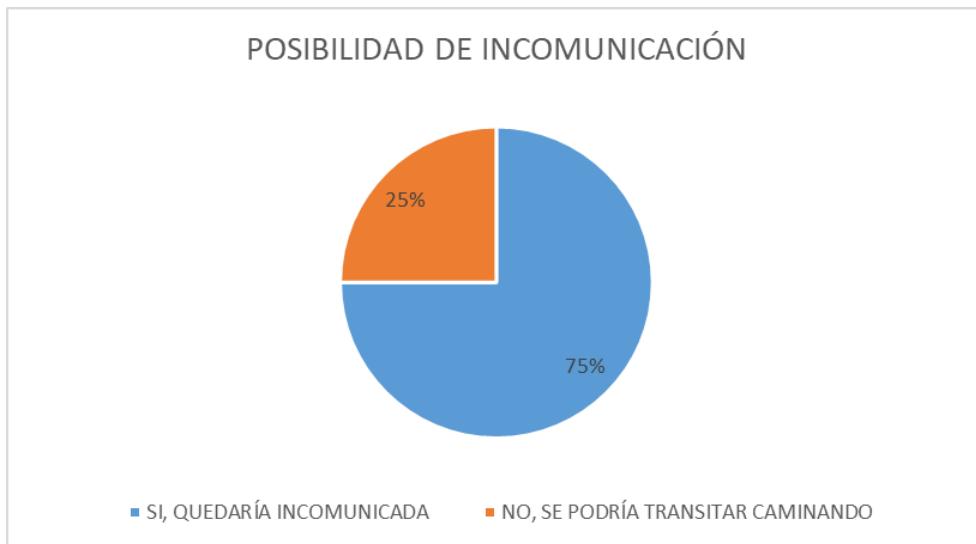


Pero la situación aún después de esa intervención con el concreto ciclópeo es crítica, puesto que los problemas no se solucionaron, solo se le pudo dar a la vía un poco más de uso mas no una reparación que es lo que realmente necesitaba. La comunidad cree que, si no existe una intervención oportuna y a tiempo, las veredas pueden llegar a quedar incomunicadas, solo existiría paso peatonal, tal como se refleja en la gráfica 2:

Gráfica 2 Posibilidad de incomunicación

¿VIENDO LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA VÍA, CREE UD QUE, EN ALGÚN MOMENTO, ESTE RAMAL DE LA VEREDA PUEDE LLEGAR A QUEDAR INCOMUNICADA?

CATEGORÍA	HABITANTES
SI, QUEDARÍA INCOMUNICADA	30
NO, SE PODRÍA TRANSITAR CAMINANDO	10



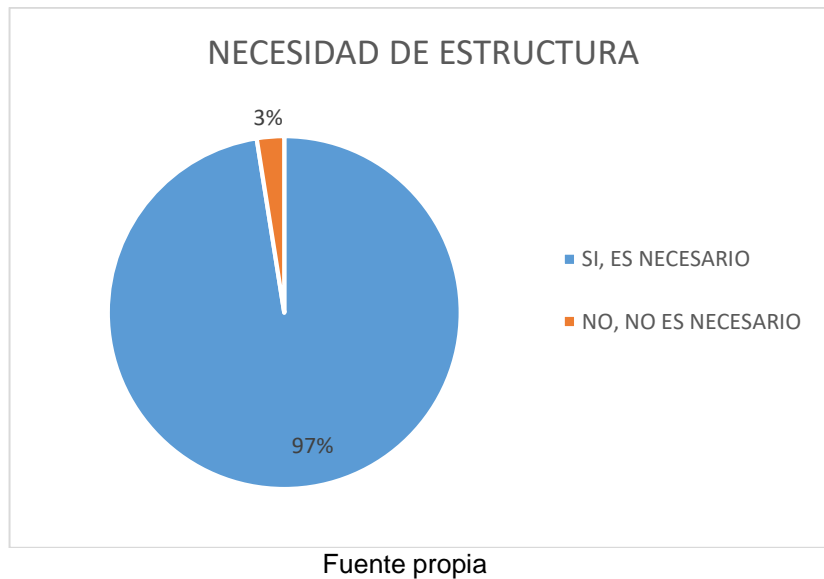
Fuente propia

Con base a la problemática existente, y, ante la posibilidad de que la comunidad quede incomunicada, ellos creen conveniente que es necesaria la intervención de la vía con una estructura de contención, que les ayude a mitigar los posibles riesgos, como se evidencia en la gráfica 3:

Gráfica 3 Necesidad de construcción de la estructura

¿USTED CREE QUE ES NECESARIO LA CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN?

CATEGORÍA	HABITANTES
SI, ES NECESARIO	39
NO, NO ES NECESARIO	1



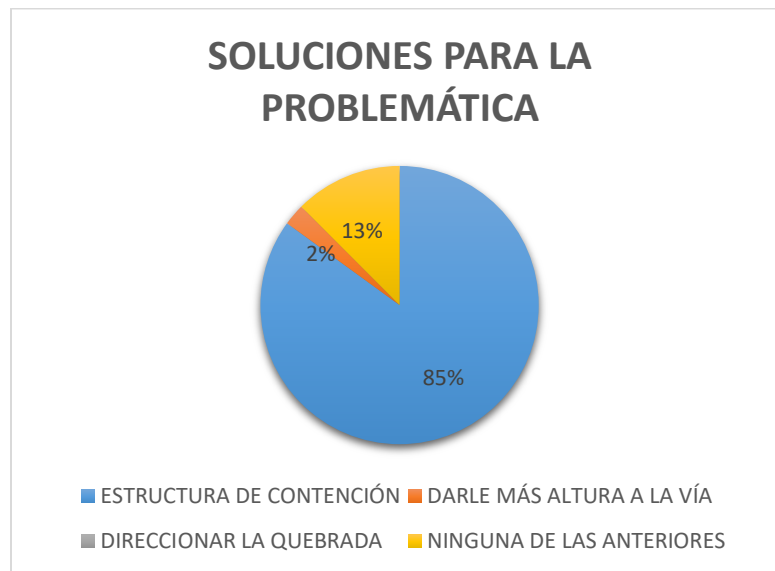
2.5 PERCEPCIÓN DE LA COMUNIDAD

Indagando en la comunidad, haciendo el trabajo de campo con las diferentes entrevistas que se hicieron en cada casa aledaña y vulnerable ante la problemática, se puede determinar que la comunidad quiere que se le construya un puente a cambio de una estructura de contención, ya que según ellos un puente colgante quedaría más estético y sería una atracción muy agradable para utilizar todos los días en su cotidianidad, pero también son conscientes que se busca una solución económica que se adapte a la topografía existente y que permita conseguir los recursos rápidamente para poder iniciar con la ejecución de la estructura de contención, la cual se adapta muy bien en la zona y la comunidad en su gran mayoría están de acuerdo como lo refleja la gráfica 4, donde se aprecia que el 85% de la comunidad quiere una estructura de contención.

Gráfica 4 Soluciones para la problemática

¿CUÁL DE LAS SIGUIENTES SOLUCIONES CREE USTED QUE ES MÁS CONVENIENTE?

CATEGORIA	HABITANTES
ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN	34
DARLE MÁS ALTURA A LA VÍA	1
DIRECCIONAR LA QUEBRADA	0
NINGUNA DE LAS ANTERIORES	5



Fuente propia

Lamentablemente el conseguir los recursos con la alcaldía está muy complicado, según la comunidad debido a que anteriormente la alcaldía entregó materiales para la construcción del ciclópeo que se ve reflejado en las fotografías, pero desafortunadamente cuando ya habían terminado la construcción llovió y se llevó todo el material instalado para la contención de la vía, de manera que la alcaldía piensa que la comunidad no hizo su parte y por ello es difícil tramitar los recursos para un nuevo proyecto.

Imagen 21 Zona conocida por la comunidad como el planchón



Fuente propia

Teniendo en cuenta lo anterior y viendo la situación tan delicada del riesgo inminente que está sufriendo la comunidad, al verse vulnerable por la socavación constante que está deteriorando la vía como se muestra en la imagen 20, se busca gestionar los recursos rápidamente con un diputado amigo influyente en la zona para poder darle solución rápida y garantizar el adecuado uso de la vía del ramal de la Vereda San Pablo.

Pocos habitantes de la comunidad, cuentan con facilidades económicas, que les permite aportar recursos como mano de obra, materiales y económicos, mientras que en la gran mayoría aseguran no poder ayudar en la realización o consecución de recursos para la elaboración del muro de contención, ya que su condición económica no se los permite, esto se puede evidenciar en la gráfica 5:

Gráfica 5 Recursos que aportaría la comunidad

¿ EN CUÁL DE LAS SIGUIENTES MODALIDADES ESTARÍA UD DISPUESTO A APORTAR RECURSOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE PROYECTO?

CATEGORÍA	HABITANTES
MANO DE OBRA	5
RECURSOS ECONÓMICOS	2
MATERIALES	8
NINGUNA DE LOS ANTERIORES	25



Fuente propia

2.6 SOLUCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE UN MURO DE CONTENCIÓN

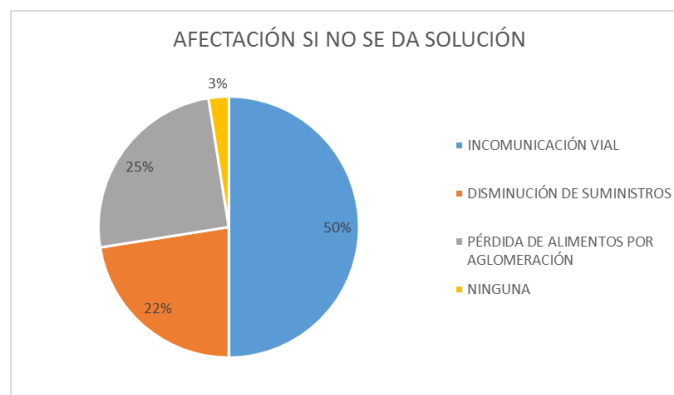
La comunidad realmente necesita la solución a esta problemática pues se observa que la zona en riesgo, está creciendo cada vez más y es posible que en poco tiempo este ramal pueda llegar a quedar incomunicado, de manera que, teniendo en cuenta el tipo de suelo en la zona, se desarrolla el diseño de un muro de contención en concreto hidráulico, el cual cumple con los parámetros de diseño exigidos en la norma colombiana, y a su vez, obedece a los requerimientos que necesita la comunidad, para poder ejecutar sus actividades tanto comerciales, sociales, y culturales como personales, sin sentir inseguridad al momento de transitar por la zona afectada, ni empleando más tiempo del verdaderamente necesario para transportarse.

Por otro lado, la comunidad manifiesta que la no construcción del muro de contención, les puede generar ciertos problemas, desde el campo laboral, hasta la parte alimentaria. Ya que esta vereda se caracteriza porque produce productos que en la mayoría de ocasiones son comercializados en el casco urbano, para posteriormente ser trasladados a varias partes del país; si no se puede comercializar los productos ya que la infraestructura vial no fomenta el transporte óptimo y eficaz, y por el contrario, se empieza a aglomerar los suministros, va a ser muy difícil que las personas cultivadoras, generen empleo, afectando directamente a la comunidad, como se evidencia en la gráfica 6:

Gráfica 6 Afectación si no se da solución

¿QUÉ AFECTACION TENDRIA LA COMUNIDAD, SI NO SE LE DIERA SOLUCION A LA PROBLEMÁTICA?

CATEGORÍA	HABITANTES
INCOMUNICACIÓN VIAL	20
DISMINUCIÓN DE SUMINISTROS	9
PÉRDIDA DE ALIMENTOS POR AGLOMERACIÓN	10
NINGUNA	1



Fuente propia

2.7 BENEFICIOS GENERADOS A PARTIR DEL DISEÑO DEL MURO DE CONTENCIÓN

El diseño del muro de contención, permite que la comunidad tenga un peso importante, un antecedente y un tiempo ganado para poder gestionar los recursos con los diferentes entes políticos, para garantizar la ejecución de la construcción del muro de contención y beneficiarse de distintas maneras tales como:

2.7.1 Estabilidad para la bancada de la vía

El diseño del muro de contención, abarcó como idea principal, evitar a toda costa que la vía siguiera perdiendo su bancada, es por esto que el diseño y la construcción de este muro estabiliza la vía, resistiendo las presiones, los empujes laterales del suelo e indirectamente las cargas generadas por el tránsito, pero lo más importante es que garantiza el tránsito de la comunidad sin temor a que haya un deslizamiento repentino, que genere pérdidas económicas, humanas y sociales entre otros.

2.7.2 Transporte seguro de cosechas, ganado, gas, residentes entre otros.

La comunidad que transita por el punto donde se plantea realizar el diseño y la construcción del muro de contención, tiene como actividades comerciales, la piscicultura, la ganadería y la agricultura, esto hace que sus desplazamientos, hacia el casco urbano se realicen con mayor frecuencia, para comercializar todo lo mencionado anteriormente.

La vereda San Pablo del municipio de Tocaima, dentro de sus servicios no cuentan con el gas natural, es por esto, que existen dos empresas en Agua de Dios que se encargan de suministrar el servicio de gas domiciliario, y transitan frecuentemente por la zona, con el fin de suplir esta necesidad.

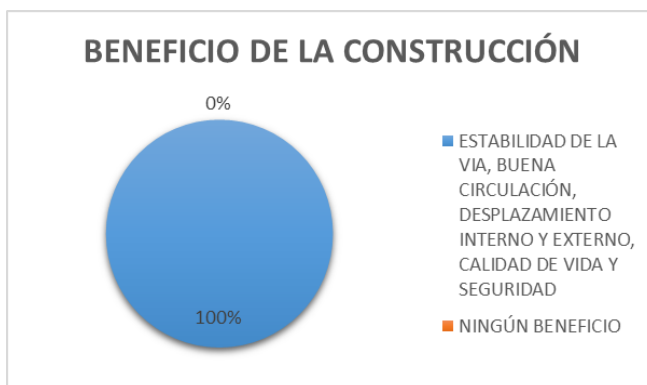
2.7.3 Punto de vista de la comunidad

Al momento de visitar la comunidad, y realizar un dialogo con ellos mediante una entrevista, en su totalidad dijeron que la construcción de la estructura de contención les serviría mucho al momento de poder desplazarse hacia el casco urbano, puesto que primero, se le va a dar una estabilidad a la vía, segundo va a existir una buena o adecuada circulación, dando a entender que es muy importante la eficaz y rápida intervención, tal como se pretende mostrar enseguida, en la gráfica 7:

Gráfica 7 Beneficios de la construcción

¿PARA USTED QUÉ BENEFICIO TRAE LA CONSTRUCCIÓN DE UNA ESTRUCTURA DE CONTENCIÓN PARA LA VÍA?

CATEGORÍA	HABITANTES
ESTABILIDAD DE LA VIA, BUENA CIRCULACIÓN, DESPLAZAMIENTO INTERNO Y EXTERNO, CALIDAD DE VIDA Y SEGURIDAD	40
NINGÚN BENEFICIO	0



Fuente propia

2.8 APLICACIÓN DE OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE

La construcción del muro de contención ayuda a que la comunidad pueda fortalecer sus bases económicas, pues permite que algunos objetivos de desarrollo sostenible se realicen:

2.8.1 ¿Qué son los objetivos de desarrollo sostenible?

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), también conocidos como Objetivos Mundiales, son un llamado universal a la adopción de medidas para poner fin a la pobreza, proteger el planeta y garantizar que todas las personas gocen de paz y prosperidad. Estos 17 Objetivos se basan en los logros de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, aunque incluyen nuevas esferas como el cambio climático, la desigualdad económica, la innovación, el consumo sostenible y la paz y la justicia, entre otras prioridades. Los Objetivos están interrelacionados, con frecuencia la clave del éxito de uno involucrará las cuestiones más frecuentemente vinculadas con otro.²⁶

La construcción del muro de contención ayuda a que la comunidad pueda fortalecer sus bases económicas, pues permite que algunos objetivos de desarrollo sostenible se realicen:

2.8.2 Objetivo de Hambre Cero:

El Objetivo 2 corresponde a Hambre Cero, y es que, debido al rápido crecimiento económico y al aumento de la productividad agrícola en las últimas dos décadas, el número de personas desnutridas disminuyó casi a la mitad. Muchos países en desarrollo que sufrían hambrunas están ahora en condiciones de satisfacer las necesidades nutricionales de los más vulnerables. Regiones como Asia Central y Oriental y América Latina y el Caribe han avanzado enormemente en la erradicación del hambre extrema. Lo anterior son importantes logros que se alinean con las metas establecidas por los Objetivos de Desarrollo del Milenio. Desgraciadamente, el hambre extrema y la desnutrición siguen siendo grandes obstáculos para el desarrollo de muchos países. Se estima que 795 millones de personas sufrían de desnutrición crónica en 2014, a menudo como consecuencia directa de la degradación ambiental, la sequía y la pérdida de biodiversidad. Más de 90 millones

²⁶ UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. Sustainable development goals [en línea] 2019. Disponible en: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

de niños menores de cinco años tienen un peso peligrosamente bajo y una de cada cuatro personas pasa hambre en África.²⁷

La comunidad de la vereda San Pablo no es ajena a este problema de orden mundial, en la visita que se realizó, se puede evidenciar que la mayoría de los habitantes no viven en las mejores condiciones, muchos de ellos viven con lo que producen y/o comercializan a diario, productos como el maíz, el tomate, cilantro, yuca, limón y otros, también gallinas, pollos, peces. En muchas ocasiones, la producción de estos productos sobrepasa la capacidad de consumo de los habitantes y/o la comunidad, por lo cual deben desplazarse al pueblo a vender el excedente, y a comprar lo faltante para el uso diario. Es por esto que la construcción del muro va a ayudar a que la vía no sufra de pérdida de bancada y de un cierre total, con lo cual la comunidad podrá ejercer sus actividades económicas y laborales, que facilitarán satisfacer sus necesidades básicas alimenticias.

2.8.3 Objetivo de Salud y Bienestar

El Objetivo 3 corresponde a Salud y Bienestar, y habla sobre que la salud es un impulsor, un indicador y un resultado del desarrollo sostenible. Las personas sanas están mejor capacitadas para contribuir al desarrollo de sus países. El mundo ha logrado grandes avances contra varias de las principales causas de muerte y enfermedad. La esperanza de vida ha aumentado dramáticamente: la mortalidad infantil y materna han disminuido; hemos cambiado el rumbo de la epidemia del VIH y las muertes por malaria se han reducido a la mitad. La Agenda 2030 refleja y responde a la creciente complejidad e interconexión de la salud y el desarrollo, incluida la ampliación de las desigualdades económicas y sociales, la rápida urbanización, las amenazas para el clima y el medio ambiente, el agobio continuo del VIH y otras enfermedades infecciosas, y los nuevos problemas de salud, como las enfermedades no transmisibles. El ODS 3 - “garantizar vidas saludables y promover el bienestar para todas las edades”- y casi 50 metas a través de 14 objetivos son fundamentales para garantizar la salud y el bienestar para todas las personas. La cobertura universal de salud, basada en los principios de equidad, acceso y calidad, será integral para lograr el ODS 3, terminar con la pobreza y reducir las desigualdades. Las prioridades de salud global emergentes que no se incluyen explícitamente en los ODS, incluida la resistencia a los antimicrobianos, también demandan acción.²⁸

²⁷ UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. sustainable development goals number 2: Zero hunger [en línea] 2019. Disponible en: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-2-zero-hunger.html>

²⁸ UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. Sustainable development goals number 3: Health & Wellness [en línea] 2019. Disponible en:

Tocaima es considerada la Ciudad Salud de Colombia, puesto que, por ser su clima cálido y seco, atrae a enfermos cardíacos, asmáticos y pulmonares quienes llegan, por recomendación de sus médicos, a disfrutar de un aire limpio, descontaminado y rico en oxígeno, Tocaima también posee aguas medicinales, las cuales son un imán para artríticos y reumáticos, ya que todos hallan mejoría a sus padecimientos al utilizar los baños y lodos medicinales y naturales con los que cuenta el municipio.²⁹

No solo Tocaima es una ciudad fuerte en el tema de la Salud por sus condiciones amigables del agua y del aire, la alcaldía ha implementado un plan, el cual tiene ocho unidades de atención permanente en el área rural con un equipo que realiza actividades programadas semanalmente de atención médica, odontológica y toma de muestras, ampliando las coberturas de manera importante. En materia de salud pública, se impulsa un proyecto de control de enfermedades tropicales que pretende identificar y controlar los factores de riesgo que las ocasionan, además se impulsan estrategias como las tiendas amigas de los niños y el concurso de comunidades saludables; todas ellas orientadas a comprometer a la comunidad en el autocuidado de la salud. El programa de escuelas saludables busca liderar proyectos en violencia intrafamiliar y salud sexual y reproductiva a través de líderes escolares que sean vigilantes y orientadores a través de una red de apoyo social.³⁰

Es por lo anterior que se busca que la construcción optimice la circulación de vehículos, con lo cual se garantizará una adecuada u oportuna intervención médica, según corresponda, y también para el transporte de personas en condiciones precarias de salud.

2.8.4 Objetivo de Producción y consumo responsable

El Objetivo 12 corresponde a Producción y consumo responsable, y habla sobre que, para lograr crecimiento económico y desarrollo sostenible, es urgente reducir la huella ecológica mediante un cambio en los métodos de producción y consumo de bienes y recursos. La agricultura es el principal consumidor de agua en el mundo y el riego representa hoy casi el 70 por ciento de toda el agua dulce disponible para el consumo humano. La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos y los contaminantes son vitales para lograr este objetivo. También es importante instar a las industrias, los negocios y los consumidores a reciclar y reducir los desechos, como asimismo apoyar a los países

<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-3-good-health-and-well-being.html>

²⁹ RED RODAPIEDRAS. Tocaima Ciudad Salud de Colombia. [en línea]. Diciembre 2015. Disponible en: <http://www.tocaima.net/informacionturistica.htm>

³⁰ ENCISO, H Fernando. Tocaima, Ciudad Salud De Colombia. En: El Tiempo. Tocaima 13, Octubre, 2015

en desarrollo a avanzar hacia patrones sostenibles de consumo para 2030. El consumo de una gran proporción de la población mundial sigue siendo insuficiente para satisfacer incluso sus necesidades básicas. En este contexto, es importante reducir a la mitad el desperdicio per cápita de alimentos en el mundo a nivel de comercio minorista y consumidores para crear cadenas de producción y suministro más eficientes. Esto puede aportar a la seguridad alimentaria y llevarnos hacia una economía que utilice los recursos de manera más eficiente.³¹

Es importante aclarar que la construcción de la estructura de contención facilitará que comunidad de la vereda San Pablo del municipio de Tocaima, garantice sus actividades de agricultura, piscicultura y ganadería, con lo cual tienen recursos para abastecer sus necesidades alimenticias. Pero en estudios próximos, se debe realizar un análisis sobre los sistemas de riegos que está utilizando la comunidad, ya que se debe minimizar y optimizar el uso del agua, puesto que la comunidad está fomentando la seguridad alimentaria, pero no reduce en cierto grado la huella ecológica, la cual también es importante mitigar.

2.9 MEDICIÓN DE IMPACTOS EN LA COMUNIDAD

En la comunidad se han hecho diferentes visitas de campo, para lograr entrevistarnos con diferentes habitantes y poder medir el impacto tanto económico como social en la comunidad. Al indagar en la zona, haciendo las entrevistas casa por casa, ya que no fue posible reunirlos a todos por sus diferentes compromisos personales, observamos que hay predios con grandes y bajas áreas, también habitantes que llevan hasta 60 y 70 años en la comunidad, profesionales, pensionados, haciendas de ganadería, lagos para piscicultura y diferentes cultivos. Esto, permite aprovechar la gran variedad de habitantes para hacer una serie de preguntas que sirva para determinar el impacto que se generaría con el diseño de la estructura de contención y su posible construcción.

Después de analizar las entrevistas realizadas (consultar anexo 6)³², se puede determinar que se genera un impacto social positivo, pues realmente el diseño de la estructura de contención tiene una buena acogida por la comunidad, ellos expresan su gratitud por preocuparnos por mejorar la calidad de vida de sus habitantes, por mitigar el riesgo y por el interés presentado en cada visita, por otra parte, gran parte de la comunidad está dispuesta a aportar recursos como, mano de obra y materiales. También se determina, que la comunidad no está dispuesta a

³¹ PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. Objetivos de desarrollo sostenible número 12: Producción y consumo responsable [en línea] 2019. Disponible en: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html>

³² Anexo 6 análisis de entrevistas

pagar un impuesto adicional, ya que en su gran mayoría no tiene facilidades para aportar dinero, ahora bien, la comunidad acepta que se debe intervenir la zona en riesgo y que los recursos económicos deben gestionarse con entes externos.

El impacto económico en la comunidad también es positivo, pues de ejecutar este diseño se genera empleo en la zona para los mismos habitantes, también se garantiza el buen funcionamiento de la vía para el tránsito diario de la comunidad, para que puedan transportar el ganado, las cosechas y diferentes productos continuando con sus actividades económicas satisfactoriamente.

Uno de los impactos que más ocasiona incertidumbre en la comunidad, es el generado por la temporada invernal, ya que es cuando “el planchón” es más susceptible a sufrir socavación, lo cual puede causar deslizamientos, viéndose afectada la estabilidad de la vía, y a su vez, no permite que la comunidad desarrolle todas sus actividades cotidianas con seguridad y tranquilidad, como se evidencia en la siguiente gráfica:

Gráfica 8 Afectación de la temporada invernal

¿QUÉ TANTO AFECTA LA TEMPORADA INVERNAL EN ESTA ZONA?

CATEGORÍA	HABITANTES
BASTANTE	30
MEDIO	8
POCO	2



Fuente propia

3 METODOLOGÍA Y PARÁMETROS PARA EL DISEÑO DE MURO ESTRUCTURAL

Para el diseño del muro estructural es necesario contar con un estudio de suelos de la zona donde estará ubicado para saber las presiones que tendrá que resistir y la capacidad portante del suelo, adicionalmente se debe saber la topografía de la zona, esto para poder determinar las dimensiones del muro y su respectiva ubicación.

En el caso de la Vereda San Pablo no fue posible realizar un estudio de suelos por cuestiones de seguridad de los equipos, sin embargo, con autorización de “diseños y construcciones Emsav S.A.S.” quienes realizaron un **“ESTUDIO GEOTÉCNICO PREVENCIÓN DE DESASTRES, MEDIANTE LA CONSTRUCCIÓN DE DEFENSAS RIVEREÑAS CON GAVIONES, MUROS DE CONTENCIÓN Y DESCOLMATACIÓN, EN LA ZONA COMPRENDIDA ENTRE EL MUNICIPIO DE TOCAIMA Y AGUA DE DIOS, DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.”** Se logra obtener esta información con fines netamente académicos, para la realización del diseño de la estructura de contención ya que el área de estudio comprende la zona de este proyecto.

3.1 ESTUDIO DE SUELOS

El estudio de suelos anteriormente citado fue realizado en la región comprendida desde la cabecera municipal de Tocaima, hasta la cabecera municipal de Agua de Dios, es importante resaltar que entre estos dos límites se encuentra ubicada la Vereda de San Pablo, zona de interés del presente proyecto, de este estudio realizado se obtienen los siguientes resultados. (para mayor información consultar el anexo 5)³³

- La capacidad portante del suelo es 12 ton/m².
- La profundidad del mejoramiento (desplante) será de 0.50 metros.
- En los apiques realizados se obtiene la característica del suelo el cual es, arena limosa media a gruesa, grava color café con tabaco, grava uniforme color gis con café.
- Parámetros sísmicos
Grupo de uso = I
Coeficiente de importancia, I = 1.00
Aceleración pico efectiva,
Aa = 0.25g. (Fracción de la gravedad)
Av=0.25g. (Fracción de la gravedad)

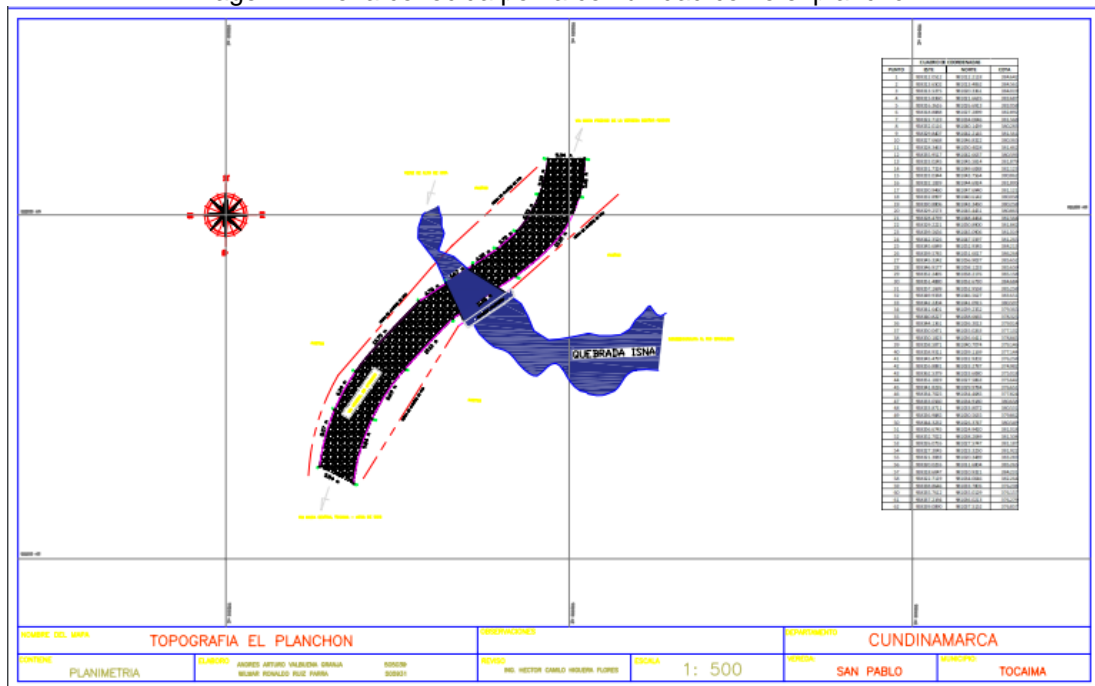
³³ Anexo 5 estudio de suelos

Valores de coeficiente $F_a = 1.30$ y $F_v = 1.90$ ³⁴

3.2 TOPOGRAFIA

Para poder hacer la topografía del sector, fue necesario emplear un GPS GEO7X, con precisión centimétrica en tiempo real, dicha precisión es de 1 cm horizontal y 1,5 cm vertical, ya que por cuestiones de seguridad no fue factible usar una estación total, sin embargo, con este GPS se obtienen buenos resultados suficientes para el levantamiento topográfico y la planimetría que se observan en las imágenes 22 y 23.

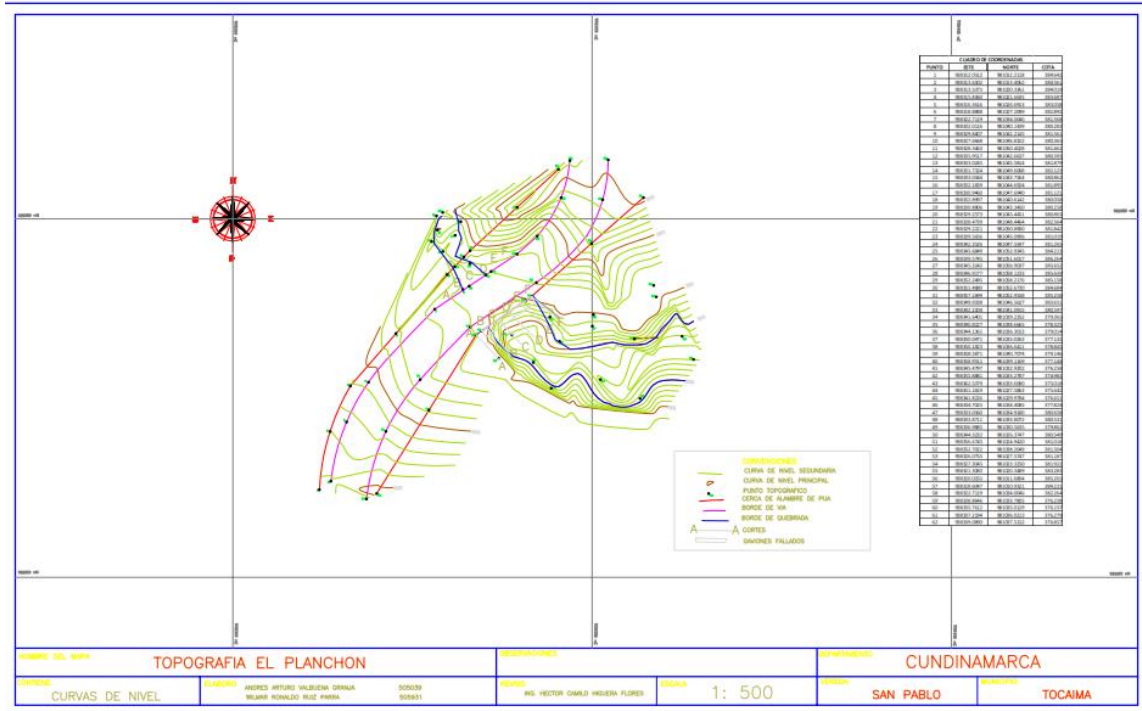
Imagen 22 Zona conocida por la comunidad como el planchón



Fuente propia

³⁴ Estudio de Suelos, Estudio geotécnico prevención de desastres, mediante la construcción de defensas rivereñas con gaviones, muros de contención y descolmatación, en la zona comprendida entre el municipio de Tocaima y agua de dios, departamento de Cundinamarca, (anexo 5)

Imagen 23 levantamiento topográfico



Fuente propia

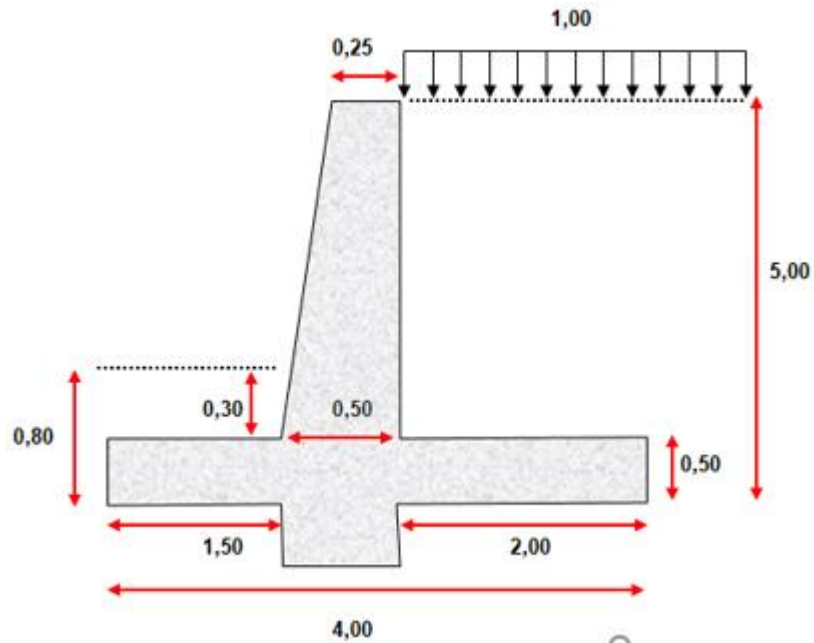
Como se observa en la imagen 23 la topografía del sitio tiene cambios de nivel, donde se aprecia un trazado cóncavo de la quebrada de isna, donde pasa por el medio de la vía, sin embargo, para observar mejor el levantamiento topográfico con más detalles por favor consultar el anexo 3³⁵.

3.3 DIMENSIONAMIENTO DEL MURO DE CONTENCION

Teniendo en cuenta la topografía de la zona a intervenir y el perfil de la sección del terreno, se dimensiona el muro para su respectivo diseño, la capacidad portante del suelo que nos arroja el estudio de suelos es de suma importancia para poder determinar si el diseño cumple o no con la dimensión planteada, de no ser así es necesario modificar dichas dimensiones, las cuales se muestran en la imagen 23.

³⁵ Anexo 3 topografía, diseño y despiece

Imagen 24 Muro de contención



Fuente propia

Por otra parte, para poder determinar si este dimensionamiento está bien, se debe seguir el código colombiano de puentes (CCP14), donde nos dice que se deben calcular las fuerzas horizontales, el empuje del suelo, la sobrecarga, fuerzas sísmicas, el empuje dinámico del suelo, empuje inercial (refiere al peso de la estructura, fuerzas verticales y peso del suelo, esto para poder hacer las diferentes combinaciones de carga según la sección 3 del CCP14, que hacen referencia a resistencia, evento extremo y servicio. Una vez que se obtengan las combinaciones se procede hacer la verificación para determinar si cumple o no, obteniendo los siguientes resultados.

Imagen 25 Verificación de Volcamiento

VERIFICACION VOLCAMIENTO								
COMBINACION	M _h	M _U	V _h	V _v	X ₀	e	e _{max}	VERIFICACION
RESISTENCIA(I)	261,8 KN	721,8469 KN	143,22 KN	280,73 KN	1,638781281	0,361218719	1,33333333	CUMPLE
RESISTENCIA(II)	261,8 KN	721,8469 KN	143,22 KN	280,73 KN	1,638781281	0,361218719	1,33333333	CUMPLE
RESISTENCIA(III)	261,8 KN	721,8469 KN	143,22 KN	280,73 KN	1,638781281	0,361218719	1,33333333	CUMPLE
RESISTENCIA(IV)	261,8 KN	764,15625	143,22 KN	302,85 KN	1,658762589	0,341237411	1,33333333	CUMPLE
RESISTENCIA(V)	261,8 KN	721,8469 KN	143,22 KN	280,73 KN	1,638781281	0,361218719	1,33333333	CUMPLE
EVENTO EXTREMO (I)	331,54063 KN	721,8469 KN	167,39 KN	280,73 KN	1,390350877	0,609649123	1,33333333	CUMPLE
EVENTO EXTREMO (II)	261,8 KN	721,8469 KN	143,22 KN	280,73 KN	1,638781281	0,361218719	1,33333333	CUMPLE
SERVICIO (I)	174,53 KN	547,24 KN	95,48 KN	214,50 KN	1,737548563	0,262451437	1,33333333	CUMPLE
SERVICIO(II)	174,53 KN	547,24 KN	95,48 KN	214,50 KN	1,737548563	0,262451437	1,33333333	CUMPLE
SERVICIO(III)	174,53 KN	547,24 KN	95,48 KN	214,50 KN	1,737548563	0,262451437	1,33333333	CUMPLE
SERVICIO(IV)	174,53 KN	547,24 KN	95,48 KN	214,50 KN	1,737548563	0,262451437	1,33333333	CUMPLE

Fuente propia

Teniendo en cuenta que $e < e_{max}$ se determina que el diseño cumple la verificación de volcamiento, tal cual se puede evidenciar en la imagen 24, ahora seguimos con la verificación de deslizamiento.

Imagen 26 Verificación de Deslizamiento

COMBINACION	V _v	μ	F _f	V _h	VERIFICACION
RESISTENCIA(I)	280,73 KN	0,554309051	140,0475676	143,22 KN	NO CUMPLE HAY QUE APLICAR DENTELLON
RESISTENCIA(II)	280,73 KN	0,554309051	140,0475676	143,22 KN	
RESISTENCIA(III)	280,73 KN	0,554309051	140,0475676	143,22 KN	
RESISTENCIA(IV)	302,85 KN	0,554309051	151,0852466	143,22 KN	
RESISTENCIA(V)	280,73 KN	0,554309051	140,0475676	143,22 KN	
EVENTO EXTREMO (I)	280,73 KN	0,554309051	140,0475676	167,39 KN	
EVENTO EXTREMO (II)	280,73 KN	0,554309051	140,0475676	143,22 KN	
SERVICIO (I)	214,50 KN	0,554309051	107,0093624	95,48 KN	
SERVICIO(II)	214,50 KN	0,554309051	107,0093624	95,48 KN	
SERVICIO(III)	214,50 KN	0,554309051	107,0093624	95,48 KN	
SERVICIO(IV)	214,50 KN	0,554309051	107,0093624	95,48 KN	

Tabla 3.11.5.3-1 — Ángulo de fricción entre diferentes materiales (U.S. Department of the Navy, 1982a)

Materiales de Interfaz	Ángulo de Fricción, δ (grados)	Coefficiente de Fricción, tan δ (adimensional)
Concreto masivo sobre los siguientes materiales de cimentación:		
* Roca íntacta limpia	35	0.70
* Grava limpia, mezclas de grava y arena, arena gruesa	25 a 31	0.55 a 0.60
* Arena de fina a media, arena limosa media a gruesa, grava limosa o arcillosa	24 a 29	0.45 a 0.55
* Arena fina limpia, arena limosa, o arcilla fina a media	19 a 24	0.34 a 0.45
* Limo fino arenoso, limo no plástico	17 a 19	0.31 a 0.34
* Arcilla residual o preconsolidada muy rígida y dura	22 a 26	0.40 a 0.49
* Arcilla rígida media y rígida y arcilla limosa	17 a 19	0.31 a 0.34
La mampostería sobre materiales de cimentación tiene los mismos factores.		
Tabloteado de acero contra los siguientes suelos:		
* Grava limpia, mezclas de grava y arena, relleno de roca bien gradada con astillas	22	0.40
* Arena limpia, mezclas de grava y arena limosa, relleno de roca dura de un solo tamaño	17	0.31
* Arena limosa, grava o arena mezclada con limo o arcilla	14	0.25
* Limo fino arenoso, limo no plástico	11	0.19
Concreto vaciado o prefabricado o tabloteado de concreto contra los siguientes suelos:		
* Grava limpia, mezclas de grava y arena, relleno de roca bien gradada con astillas	22 a 26	0.40 a 0.49

Fuente propia

Debido a que el F_f es mayor a V_h es necesario diseñar un dentellón para que la estructura no se deslice, este diseño, permite obtener la altura del dentellón y el ancho es el mismo del vástago en la parte inferior, que en este caso es de 0,50 metros, como se evidencia en la imagen 25 y la imagen 26.

Imagen 27 Diseño Dentellón

COMBINACION	F _f	Fh=Vh	Fp
RESISTENCIA(I)	140,0475676	143,22 KN	3,17 KN
RESISTENCIA(II)	140,0475676	143,22 KN	3,17 KN
RESISTENCIA(III)	140,0475676	143,22 KN	3,17 KN
RESISTENCIA(IV)	151,0852466	143,22 KN	-7,87 KN
RESISTENCIA(V)	140,0475676	143,22 KN	3,17 KN
EVENTO EXTREMO (I)	140,0475676	167,39 KN	27,34 KN
EVENTO EXTREMO (II)	140,0475676	143,22 KN	3,17 KN
SERVICIO (I)	107,0093624	95,48 KN	-11,53 KN
SERVICIO(II)	107,0093624	95,48 KN	-11,53 KN
SERVICIO(III)	107,0093624	95,48 KN	-11,53 KN
SERVICIO(IV)	107,0093624	95,48 KN	-11,53 KN

K _{PASS}	2,272727273
Fp	27,34 KN
γ	14 KN/m ³
ALTURA DENTELLON	hdent
	1,3

Fuente propia

Por otra parte, la capacidad portante del suelo cumple, ya que la carga que soportara es menor a la capacidad del suelo, Una vez terminado este proceso de verificación, ahora se determina los diferentes diseños quedando de la siguiente manera.

Imagen 28 Diseño Vástago

DATOS DE ENTRADA		Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
				Diámetro mm	Area mm ²	Perimetro mm	
M _U	331,540625	No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
V _U	167,38875	No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
γ	14 KN/m ³	No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
D admisible	120 KN/M2	No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
F _c	28000 KPa	No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
F _y	420000 KPa	No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
b	1 m	No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
d	0,45 m	No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
e	0,5 m	No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
φ	0,9	No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
		No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
		No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

DISEÑO A FLEXION		DISEÑO A CORTANTE	
ρ	0,004503 m	φV _n	355,75 KN CUMPLE
A _s	0,0020263 m		
A _s	20,263 cm ²	AREA DE ACERO POR METRO	
		varilla numero 8 cada 20 cm	

Fuente propia

Para el área de acero que se obtiene del diseño del vástago se determina instalar un acero N°8 de 1" pulgada, como dice en la imagen 28.

Imagen 29 Diseño Talón

DISEÑO TALON						
DATOS DE ENTRADA						
MU	189,00 KN					
VU	189,00 KN					
γ	14 KN/m ³					
D admisible	120 KN/M ²					
FC	28000 MPa	28Mpa				
Fy	420000 MPa					
b	1 m					
d	0,45 m					
e	0,5 m					
φ	0,9					
L TALON	2 m					
H MURO	5 m					
DISEÑO A FLEXION			DISEÑO A CORTANTE			
ρ	0,00252 m ²		φV _n	355,75 KN	CUMPLE	
A _s	0,00113 m ²					
A _s	11,345 cm ²	AREA DE ACERO POR METRO				varilla #6 cada 20 cm

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Fuente propia

Para la zarpa se usará un acero N°6 de ¾" de pulgada con una separación de 0,20 metros, como la imagen 28 lo determinó, garantizando un recubrimiento de 2" pulgadas.

Imagen 30 Diseño Puntera

DISEÑO PUNTERA						
DATOS DE ENTRADA						
MU	182,25 KN					
VU	243,00 KN					
γ	14 KN/m ³					
D admisible	120 KN/M ²					
FC	28000 KPa	28Mpa				
Fy	420000 KPa					
b	1 m					
d	0,45 m					
e	0,5 m					
φ	0,9					
L TALON	1,5 m					
H MURO	5 m					
DISEÑO A FLEXION			DISEÑO A CORTANTE			
ρ	0,00243 m ²		φV _n	355,75 KN	CUMPLE	
A _s	0,00109 m ²					
A _s	10,931 cm ²	AREA DE ACERO POR METRO				varilla # 6 cada 20 cm

Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
		Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

Fuente propia

Al igual que el diseño del talón, el acero es N°6 de ¾" de pulgada con una separación de 0,20 metros, como se muestra en la imagen 29.

Imagen 31 Acero de Refracción y Temperatura

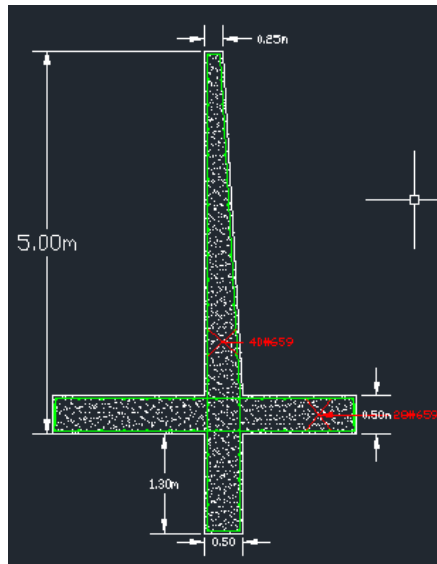
VASTAGO		Designación de la barra (véase la nota)	Diámetro de referencia en pulgadas	DIMENSIONES NOMINALES			Masa kg/m
b	1			Diámetro mm	Area mm ²	Perímetro mm	
d	0,45	No. 2	1/4"	6.4	32	20.0	0.250
p _{ref}	0,0018	No. 3	3/8"	9.5	71	30.0	0.560
A _s	8,1 cm ²	No. 4	1/2"	12.7	129	40.0	0.994
		No. 5	5/8"	15.9	199	50.0	1.552
		No. 6	3/4"	19.1	284	60.0	2.235
		No. 7	7/8"	22.2	387	70.0	3.042
		No. 8	1"	25.4	510	80.0	3.973
		No. 9	1-1/8"	28.7	645	90.0	5.060
		No. 10	1-1/4"	32.3	819	101.3	6.404
		No. 11	1-3/8"	35.8	1006	112.5	7.907
		No. 14	1-3/4"	43.0	1452	135.1	11.380
		No. 18	2-1/4"	57.3	2581	180.1	20.240

varilla numero 6 cada 30 cm

Fuente propia

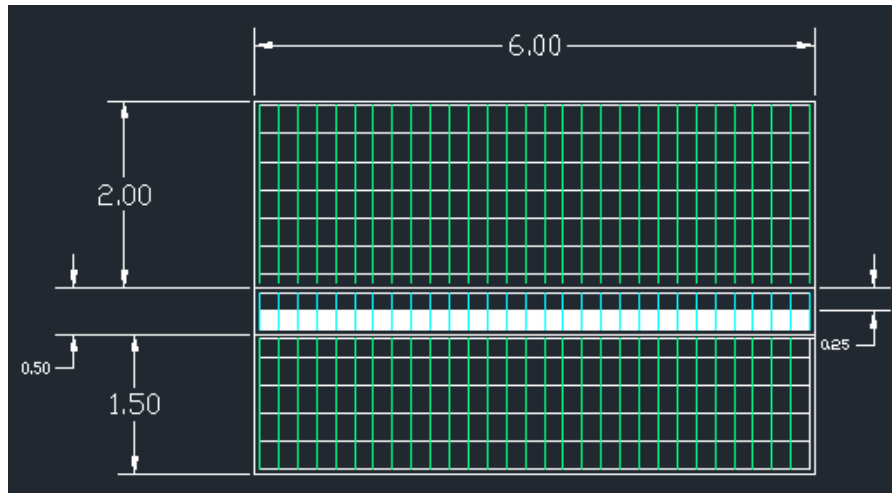
Este acero es que va ubicado longitudinalmente y es N°6 de ¾ "pulgada cada 0,30 metros, como se muestra en la imagen 30. Ahora bien, para entender mejor que es lo que se ha estado diseñando a continuación se muestra la sección transversal del muro, en las imágenes 31, 32 y 33, para mayor información consultar en anexo 2.

Imagen 32 Perfil Muro



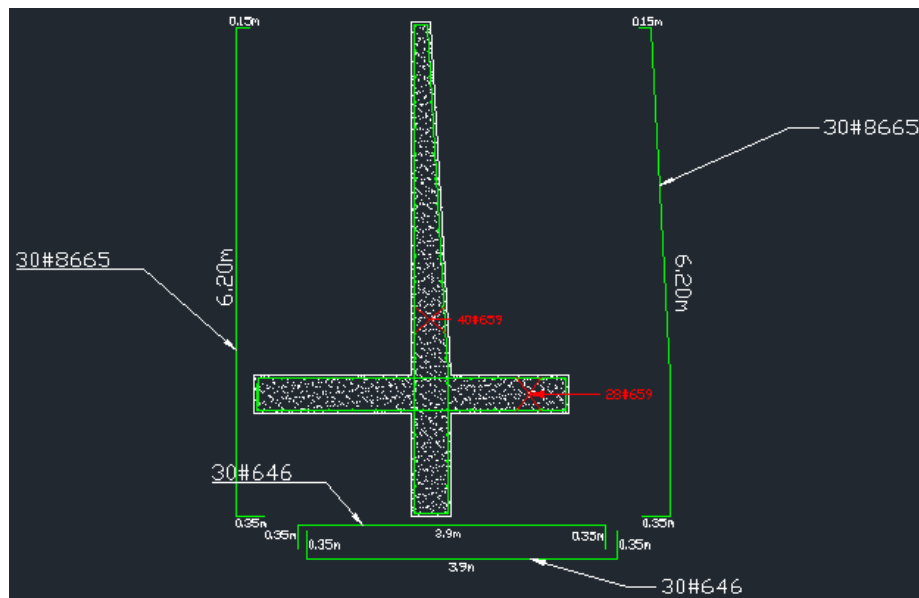
Fuente propia

Imagen 33 Planta Muro



Fuente propia

Imagen 34 Despiece Muro de Contención



Fuente propia

Una vez terminado el diseño del muro de contención se procede a sacar las cantidades de obra para poder elaborar el presupuesto del proyecto, para mayor información y detalle, consultar el anexo 2.³⁶

³⁶ Anexo 2 Diseño muro de contención

4 METODOLOGÍA, PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE MURO DE CONTENCIÓN

4.1 FACTORES DE IMPORTANCIA QUE INCIDEN PARA EL DESARROLLO DEL PRESUPUESTO

Es necesario analizar la disposición de materiales de construcción en las zonas más cercanas al sector, al igual que el precio para poder generar el análisis de precios unitarios teniendo en cuenta su rendimiento.

Otro factor importante es la mano de obra, saber si hay personal calificado para las actividades que lo requieren, como trazado de niveles, instalación de formaleta armado de hierro entre otras, para este caso, se busca que la comunidad salga beneficiada en la mayoría de casos posibles que se pueda, uno de esos casos, es que se planteó la idea de que habitantes de la comunidad puedan laborar en la construcción del muro de contención, ya que muchas personas no tienen un empleo fijo, y este posible ingreso puede ayudar a solventar muchas necesidades que pueden tener.

Normalmente cuando se hace un presupuesto se debe tener en cuenta el transporte de los materiales y las distancias recorridas para definir costos de la actividad sin que se desborde de los rangos de operabilidad del proyecto.

Imagen 35 Presupuesto de Muro de Contención

CLIENTE : COMUNIDAD DE SAN PABLO				Andrés Valbuena Granja 505039 Wilmar Ruiz Parra 505931	
OBRA : MURO DE CONTENCIÓN					
PRESUPUESTO: OBRA CIVIL					
FECHA: abr-19					
ÍTEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	V/UNITARIO	VALOR TOTAL
PRELIMINARES					
1.1	TRAZADO Y REPLANTEO	M2	120,00	\$ 3.325	\$ 399.000
1.2	CERRAMIENTO EN ZINC	ML	46,00	\$ 16.999	\$ 781.954
1.3	CAMPAMENTO DE 16M2	UN	1,00	\$ 1.464.900	\$ 1.464.900
1.4	PODA DE ARBOLES	UN	5,00	\$ 345.675	\$ 1.728.375
1.5	DEMOLICION EN CONCRETO CICLOPEO CON RETIRO (cimentaciones)	M3	45,00	\$ 96.452	\$ 4.340.340
1.6	CARGUE DE MATERIAL MANUAL	M3	45,00	\$ 15.619	\$ 702.844
CIMENTACIÓN MURO					
2.1	EXCAVACIONES MATERIAL COMUN. INC RETIRO	M3	156,44	\$ 36.990	\$ 5.786.743
2.2	SOLADO DE LIMPIEZA CONCRETO 1:3:5 e= 0,05 m	M2	36,00	\$ 16.940	\$ 609.840
2.3	ZARPA CONCRETO 4000 PSI (Incluye dentellon)	M3	16,00	\$ 563.656	\$ 9.018.489
2.4	ACERO DE REFUERZO	KG	1.647,30	\$ 4.680	\$ 7.709.372
DRENANTES					
3.1	GEOTEXTIL TIPO NO TEJIDO	M2	17,60	\$ 5.603	\$ 98.613
3.2	MATERIAL GRANULAR DRENANTE	M3	1,68	\$ 227.066	\$ 381.471
3.3	TUBERIA PERFORADA DE 4"	ML	10,00	\$ 64.559	\$ 645.590
ESTRUCTURA MURO					
4.1	MURO EN CONCRETO (VASTAGO)4000 PSI	M3	10,1250	\$ 586.414	\$ 5.937.445
4.2	ACERO DE REFUERZO	KG	1.451,47	\$ 4.669	\$ 6.776.900
ESTRUCTURA VIA					
5.1	AFIRMADO NORMA INVIAS CLASE "C" (Incluye transporte, extendida, nivelada y compactacion)	M3	62,30	\$ 79.747	\$ 4.968.605
5.2	SUB-BASE NORMA INVIAS CLASE "C"(Incluye transporte, extendida, nivelada y compactacion)	M3	7,44	\$ 209.493	\$ 1.558.628
5.3	ACERO DE REFUERZO	KG	754,11	\$ 4.669	\$ 3.520.925
5.4	CONCRETO CLASE 21 MPA	M3	14,83	\$ 586.414	\$ 8.697.697
SEÑALIZACION					
6.1	SEÑALES PREVENTIVAS	UNIDAD	1,00	\$ 1.261.293	\$ 1.261.293
6.2	ASEO Y LIMPIEZA	GL	5,00	\$ 15.382	\$ 76.910

TOTAL COSTO DIRECTO		\$	66.465.933,99
ADMINISTRACIÓN (%)	15	\$	9.969.890,10
IMPREVISTOS (%)	3	\$	1.993.978,02
UTILIDAD (%)	5	\$	3.323.296,70
IVA (%)	19	\$	12.628.527,46
VALOR TOTAL		\$	94.381.626,26

Fuente propia

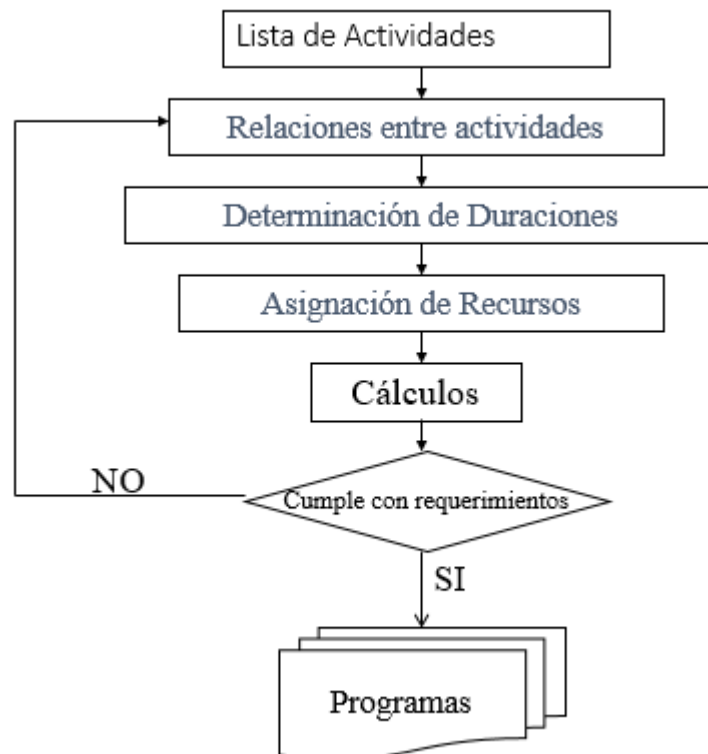
El presupuesto de obra del muro de contención, nos arroja que esta estructura tiene por valor final \$94.381.626,26= con los respectivos porcentajes de A.I.U y el Impuesto de Valor Agregado (IVA) como se muestra en la imagen 34, este valor cubre múltiples capítulos, dentro de los cuales se resalta los preliminares de obra, los cuales tienen como objetivo, aislar a la comunidad de la zona a intervenir, y darles comodidad a los trabajadores. La cimentación del muro, es de las partes importantes del muro de contención, puesto que es el encargado de realizar la transferencia al suelo de apoyo, en este capítulo se resaltan actividades como el solado de limpieza, la zarpa de concreto y el acero de refuerzo. En el capítulo de drenante, se busca que el cuerpo de agua que transita por donde el muro de contención quedará, no afecte la estructura, ni las distintas capas de material que se van a colocar en la zona, tal como son el afirmado, la sub-base granular, y una

pequeña losa de concreto, las cuales pertenecen al capítulo 5 que hace referencia a la estructura de la vía, y en el último capítulo, se busca que sean colocadas señales de tránsito en la zona a intervenir, con el fin de informar, las condiciones de la vía (para mayor información consultar anexo 4)³⁷.

4.2 PROGRAMACIÓN DE EJECUCIÓN DEL MURO DE CONTENCIÓN

Para poder determinar la programación de ejecución del proyecto es necesario fijar las actividades que se deben realizar con un tiempo estimado para cada una de ellas, teniendo una continuidad para la reducción de tiempos, pero garantizando su calidad, capacidad y estabilidad. Es por esto que se tendrá en cuenta el siguiente procedimiento.

Imagen 36 Programación de obra (2003)



Fuente [en línea] <https://procedimientoconstructivoardila.com/programa-de-obra-guia-a-pie-de-obra/>

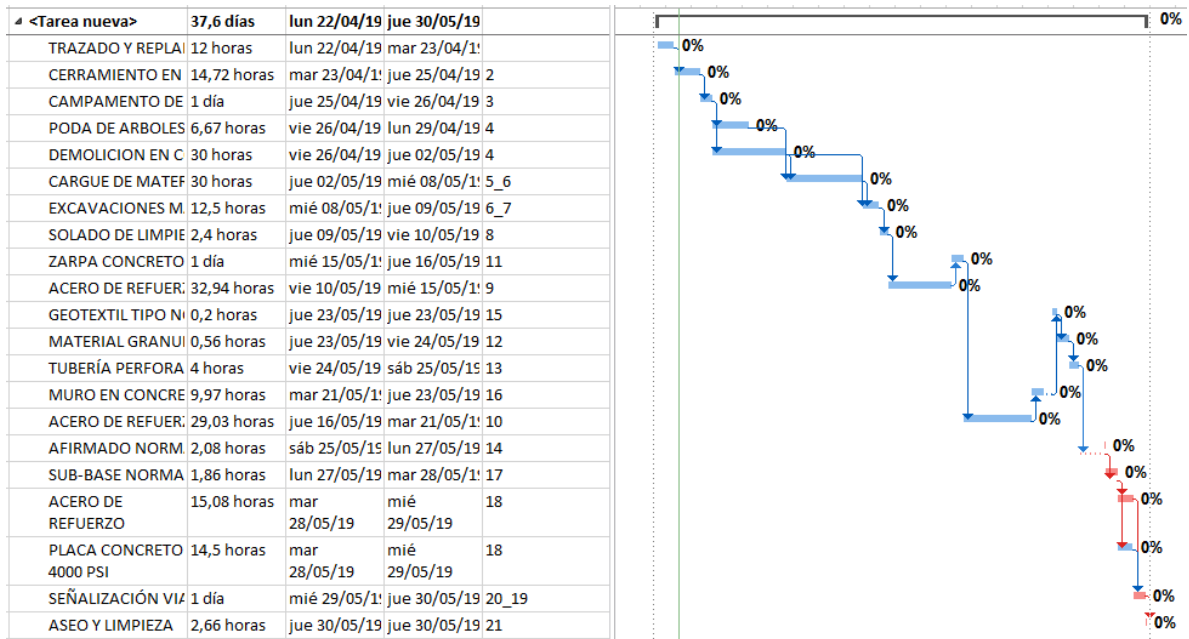
Lo que nos muestra la imagen 36, son unos pasos muy sencillos para obtener una buena programación, simplemente se realiza una lista de actividades, luego se

³⁷ Anexo 4 Propuesta económica

busca la relación entre actividades, su respectiva duración para cada una de ellas, se asignan recursos, se hacen los cálculos, luego se chequea para ver que cumpla con los requerimientos de obra, si cumple, se terminaría con el proceso de programación de lo contrario se debe chequear la relación entre actividades.

Teniendo en cuenta el presupuesto terminado, se procede a realizar la programación de la ejecución de la estructura de contención, donde se relacionarán los tiempos y recursos para cada actividad y se determina el valor y duración total del mismo, quedando de la siguiente manera.

Imagen 37 Programación de ejecución muro de contención



Fuente: Propia

Al realizar el respectivo procedimiento se obtuvo que la duración de la obra es de 37,53 días tal como se muestra en la imagen 37, se manejó el horario donde se busca que se trabaje por día de lunes a viernes 8 horas y los sábados, alrededor de 5 horas, con el fin de poder agilizar la construcción del muro. Para detallar más la programación ver anexo 7³⁸.

Cuando se realizó la ruta crítica, se determinó que todas las actividades se deben realizar con la misma importancia, puesto que solo hay dos actividades donde se tienen tiempos de pausas, al estar simultaneas, complicando la construcción y

³⁸ Anexo 7 Cronograma de Ejecución

fomentando una mayor responsabilidad al momento de ejecutar todas las actividades.

4.3 APORTES PARA EL AVANCE FUTURO DEL PROYECTO.

Con la realización de este trabajo de grado, se logra determinar varios aportes para con el fin de lograr que este proyecto se realice, a continuación, se nombrarán algunos aportes:

4.3.1 Diseño de la estructura de contención:

Se encuentran las dimensiones de la estructura de contención, se realizan los cálculos pertinentes y se somete a las comparaciones exigidas en el Código Colombiano de Puentes (CCP-14), donde se logró encontrar una estructura que cumple a Volcamiento, Deslizamiento y la capacidad portante del suelo soporta la estructura.

4.3.2 Propuesta económica para construcción del muro de contención

Se revisan las actividades que debe llevar la construcción del muro de contención y se genera el Análisis de Precios Unitarios, también se calcula las cantidades requeridas y se obtiene un presupuesto final o una propuesta económica, la cual arroja un valor final de \$94.381.626,26 pesos colombianos, este valor es asequible para la gestión de estos recursos.

4.3.3 Cronograma de ejecución de obra

Según los rendimientos de los trabajadores y/o las máquinas, y la cantidad de actividad por hacer, se determinó la duración por actividad, en ocasiones se plantea la duración en horas, ya que es muy pequeño su tiempo de ejecución. La duración total es de 37,6 días, y no afectará a la comunidad, puesto que se plantea intervenir media calzada, facilitando la movilidad.

4.3.4 Implementación de filtro tipo francés y placa de concreto

Como por el muro de contención pasa un afluente de agua, se vio la necesidad de proyectar un filtro tipo francés y una placa de concreto, los cuales van a ser encargados de la captación, conducción y evacuación de aguas, facilitando la conservación y el óptimo trabajo del muro de contención.

5 CONCLUSIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Finalmente, la pérdida de banca no seguirá siendo un problema al momento de construir el muro de contención, bajo el diseño que se plasmó en este trabajo.
- La comunidad de la vereda San Pablo podrá seguir realizando sus actividades de ganadería, piscicultura, agrícola y demás, ya que el diseño del muro de contención y una posible construcción, facilitarán la circulación, lo cual ayuda a que se pueda ir al casco urbano a comercializar tanto productos como animales.
- La programación del muro de contención da como tiempo de ejecución un total de 37,6 días, donde la comunidad no va tener afectación y podrán circular en la mayoría de estos días, puesto que se va a intervenir media calzada, para realizar las actividades correspondientes al proceso constructivo del muro.
- El presupuesto arroja un total de \$94.381.626,26= donde se incluyen actividades, que van a garantizar la durabilidad del proyecto, como, por ejemplo, un filtro francés en la cara interna del muro, para controlar la filtración de agua en este punto, y, una placa de concreto para manejar el afluente que pasa por la superficie de la vía, para que no se vea afectada en un tiempo futuro.
- Es importante considerar las actitudes, destrezas, conocimientos y habilidades desarrolladas en el proceso o desarrollo de este proyecto, se han experimentado bajo la figura o perspectiva del quehacer profesional, ampliando la comprensión sobre mas temas de Ingeniería Civil.
- Es gratificante poder brindar conocimiento adquiridos durante la carrera de Ingeniería Civil, a la comunidad, puesto que muchas veces ellos por desconocimiento, no pueden plantear una solución eficaz y eficiente ante una problemática que les surja.

6 RECOMENDACIONES

6.1 RECOMENDACIONES

- Las condiciones sociales de esta comunidad dicen que es necesario hacer la intervención, ya que algunas personas necesitan transitar por el sector, para poder realizar sus múltiples actividades, como laborales, académicas y/o culturales.
- Teniendo en cuenta el alcance de este proyecto, se recomienda a parte del muro de contención, hacer una placa en concreto, la cual está contemplada dentro del presupuesto del presente proyecto, para manejar el afluente que transita por la superficie de la vía para conducirla y poder garantizar la permanencia del muro sin que el agua lo afecte.
- Se recomienda la instalación del filtro tipo francés en la parte inferior del muro sobre la zarpa, para conducir las aguas internas hacia las partes externas del muro para que continúen su cauce.
- Se recomienda hacer unos apiques para determinar el tipo de suelo, puesto que en el presente proyecto se utilizó un estudio de suelos de una vereda cercana.

BIBLIOGRAFÍA

BALLON B, Andrés y ECHENIQUE S, José Francisco. Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo a las zonas sísmicas del Perú. Trabajo de grado Ingeniería Civil. Lima. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas. Facultad de Ingeniería Civil. 2017. 97 p

BIANCHINI INGENIEROS S.A. 2010. Revista Bianchini. Sistemas de corrección fluvial muros de contención urbanismo. Madrid, España.2010

CAJAMARCA G, Cristian A. GARCÍA C, Camilo Steven. Desarrollo de un software para el análisis y diseño de muros en voladizo de concreto reforzado, de acuerdo con la norma colombiana de puentes – LRFD (CCP-14). Bogotá, 2018, 194 p. Trabajo de grado (Ingeniero Civil). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería

Casadiago-Quintero, E., & Monroy, E. R. 2016. Aprendizaje por competencias en la ingeniería civil: aplicada a la reducción del consumo de agua en el área rural. Recuperado de: <http://bit.ly/2ur3jr8>.

CAMPOS S, José Alfredo. La movilidad de las personas es un derecho humano. CANABUS. [en línea]. Noviembre 10 de 2018. Disponible en: <https://canabuscr.com/la-movilidad-de-las-personas-es-un-derecho-humano/>.

CCP, Norma Colombiana De Diseño De Puentes. 2014. Norma Colombiana De Diseño De Puentes CCP 14. COLOMBIA: s.n., 2014.

CODIGO COLOMBIANO DE PUENTES, Colombia, (2014), paginas 1-140

DAVID ERIC MOZÓ VERGARA. 2012. trabajo de grado, Análisis Y Diseño De Muros Pantalla. Universidad Católica De La Santísima Concepcion 2012. Chile.

DEPARTAMENTO ADMINISTRATIVO NACIONAL DE ESTADISTICA. Información de veredas con variables asociadas de números de UPA – UPNA. [en línea]. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/CensoAgropecuario/informacion-veredas.xls>

ENCISO, H Fernando. Tocaima, Ciudad Salud De Colombia. En: El Tiempo. Tocaima 13, Octubre, 2015

Estudio de Suelos, Estudio geotécnico prevención de desastres, mediante la construcción de defensas rivereñas con gaviones, muros de contención y descolmatación, en la zona comprendida entre el municipio de Tocaima y agua de dios, departamento de Cundinamarca, (anexo 5)

Frederick S. Merritt. 1992. Manual del ingeniero civil. Tercera edición, Tomo II, México, 1992.

Frederick S. Merritt. 1992. Manual del ingeniero civil. Tercera edición, Tomo III, México, 1992.

GONZALO ANDRES JARA MORI. 2008, trabajo de grado. Diseños de Estructuras de Contención, Universidad Católica de Valparaíso, Chile.

Gustavo, Gomez Herney. 2013. Metodología de diseño y calculo estructural para muros de contención con contrafuertes, basados en un programa de computo. Bogotá: s.n., 2013.

LUIS EDUARDO ZAVALA CÓRDOBA. 2017. Trabajo de grado. Universidad Técnica de Ambato, 2017 Calculo De Muros Con Contrafuertes, Ecuador.

Monroy, E. (2010). Introducción a la formulación de planes de manejo y protección de acuíferos. *Tunja, Colombia: Universidad Santo Tomás*.

Officials-AASHTO, American Association of State Highway and Transportation. AASHTO LRFD-AASHTO. Washington D.C.: s.n., 2012.

RAMLI, Mahyuddin. KARASU, TJR. The stability of gabion walls for land retention structures. En: Alexandria Engineering Journal, Agosto, 2013. p 6

Redacción enfoque. Continúan obras de mejoramiento a vías de Cundinamarca. Revista Enfoque [en línea]. Noviembre 10 de 2018. Disponible en: <http://www.revistaenfoque.com.co/noticias/continuan-obras-de-mejoramiento-vias-de-cundinamarca>.

Redacción HSB Noticias. Obras en el barrio Villa María de Villeta. HSB Noticias. [en línea]. Noviembre 10 de 2018. Disponible en: <http://hsbnoticias.com/noticias/local/fotos-continuan-obras-en-el-barrio-villa-maria-de-villeta-209204>.

Redacción LatinAmerican Post. Tocaima: la “ciudad salud” de Colombia [en línea], Agosto 15 de 2018. Disponible en: <https://latinamericanpost.com/es/23517-tocaima-la-ciudad-salud-de-colombia>

RED RODAPIEDRAS. Tocaima Ciudad Salud de Colombia. [en línea]. Diciembre 2015. Disponible en: <http://www.tocaima.net/informacionturistica.htm>

ROJAS M, Susana. Diseño de muros de contención sector La Aguada comuna de Corral. Trabajo de grado Ingeniería civil. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias de la Ingeniería. 2009. 99 p

SUAREZ CARLOS J. Tocaima [en línea]. Enero 13 de 2011. Disponible en: <https://soloprojectossena.blogspot.com/2011/01/tocaima.html>

SUSANA ROJAS MARTINEZ. 2009. Trabajo de grado. Diseño de contención sector la aguada comuna de corral. Universidad austral de chile.2009

TURISMO RURAL TOCAIMA. Ubicación geográfica [en línea]. Disponible en: <https://sites.google.com/site/turismoruraltocaima/UBICACION-GEOGRFICA>

□Vargas, E. R. M., & Barón, C. 2018. La Fiducia mercantil inmobiliaria en el sector de la construcción en Colombia. Revista Ingeniería de Obras Civiles, 8(1), 33.

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. Sustainable development goals [en línea] 2019. Disponible en: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. sustainable development goals number 2: Zero hunger [en línea] 2019. Disponible en: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-2-zero-hunger.html>

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. Sustainable development goals number 3: Health & Wellness [en línea] 2019. Disponible en: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-3-good-health-and-well-being.html>

UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAM. Sustainable development goals number 12: responsible production and consumption [en línea] 2019. Disponible en:

<https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-12-responsible-consumption-and-production.html>

URBANSKIA, Marek; LAPKO, Andrzej y GARBACZ, Andrzej. "Investigation on Concrete Beams Reinforced with Basalt Rebars as an Effective Alternative of Conventional R/C Structures". Abril de 2018

Xinpo Li, Yong Wu, Siming He. 2011. Seismic stability analysis of gravity retaining walls. 2018.