

CÁLCULO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS INDICADOS EN LOS
CAPÍTULOS 2 Y 3 DE LA CARTILLA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CANTIDADES Y
EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE LA RED
TERCIARIA Y FÉRREA DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA

LUIS FELIPE CHITIVA ÁNGEL
lfchitiva56@ucatolica.edu.co
507056

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2021

CÁLCULO DEL COSTO DE PRODUCCIÓN DE LOS ELEMENTOS INDICADOS EN LOS
CAPÍTULOS 2 Y 3 DE LA CARTILLA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CANTIDADES Y
EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE LA RED
TERCIARIA Y FÉRREA DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA

LUIS FELIPE CHITIVA ÁNGEL
lfchitiva56@ucatolica.edu.co
507056

Propuesta de trabajo de grado en opción de investigación aplicada
presentada al Comité de Trabajos de Grado del Programa de
Ingeniería Civil como requisito para matricular la asignatura
CT13014 TRABAJO DE GRADO

Asesor:
CESAR DAVID QUINTANA CABEZA
Ingeniero civil

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA DE INGENIERÍA CIVIL
BOGOTÁ
2021



Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0)

This is a human-readable summary of (and not a substitute for) the license. [Advertencia.](#)

Usted es libre de:

Compartir — copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato

Adaptar — remezclar, transformar y construir a partir del material

La licenciante no puede revocar estas libertades en tanto usted siga los términos de la licencia

Bajo los siguientes términos:



Atribución — Usted debe dar [crédito de manera adecuada](#), brindar un enlace a la licencia, e [indicar si se han realizado cambios](#). Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que usted o su uso tienen el apoyo de la licenciante.



NoComercial — Usted no puede hacer uso del material con [propósitos comerciales](#).



CompartirIgual — Si remezcla, transforma o crea a partir del material, debe distribuir su contribución bajo la [misma licencia](#) del original.

No hay restricciones adicionales — No puede aplicar términos legales ni [medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otras a hacer cualquier uso permitido por la licencia](#).

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Bogotá D.C, mayo de 2021

DEDICATORIA

A mis padres que me apoyaron con todo este proceso, enseñándome a ser una persona dedicada y enfocada en todo lo que vaya a realizar en mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa sus agradecimientos a:

UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA, por seguir mi proceso de formación profesional en el programa de Ingeniería Civil.

CESAR DAVID QUINTANA CABEZA, respetado Ingeniero civil, el cual estuvo presente en este trabajo de investigación, aportándome sus conocimientos e ideas para la realización de la presente tesis.

CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN.....	11
2. INTRODUCCIÓN.....	12
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	13
4. JUSTIFICACIÓN.....	14
5. ANTECEDENTES.....	15
6. MARCO TEORICO.....	16
6.1 Losas de cimentación.....	16
6.2 MUROS DE CONTENCIÓN:.....	17
6.2.1 Muros de gravedad.....	18
6.2.2 Muros ménsula.....	19
6.2.3 Muros de contrafuertes.....	19
7. MARCO CONCEPTUAL.....	21
8. ESTADO DEL ARTE.....	23
9. OBJETIVOS.....	32
9.1 Objetivo general.....	32
9.2 Objetivos específicos.....	32
10. ALCANCES Y LIMITACIONES.....	33
10.1 Alcances.....	33
10.2 Limitaciones.....	33
11. METODOLOGIA.....	35
12. ANALISIS Y RESULTADOS.....	37
12.1 Cantidades y precios unitarios losas de cimentación.....	37
12.2 Cantidades y precios unitarios muros de contención.....	44
12.2.1 Muros de contención de corona.....	44
12.2.2 Muros en gavión.....	70
CONCLUSIONES.....	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
REFERENCIA COMPLEMENTARIA.....	76

LISTA DE IMÁGENES

	Pág.
Ilustración 1: Diseños y sistemas constructivos para losas.	17
Ilustración 2: Tipos de muros.	18
Ilustración 3: Muros de gravedad.	19
Ilustración 4: Muro Ménsula.	19
Ilustración 5: Muro De Contrafuertes.	20
Ilustración 6: Ensayo de suelos - SPT.	24
Ilustración 7: Tipos de varilla en acero y algunos de sus usos.	25
Ilustración 8: Descalce de una cimentación vecina durante excavación.	26
Ilustración 9: Mapa zonas sísmicas Perú.	27
Ilustración 10: Ubicación del terreno.	29
Ilustración 11: Cárcava de erosión, margen izquierda quebrada Mensulí.	30
Ilustración 12: Ejemplo de análisis precio unitario.	31
Ilustración 13: Metodología de investigación.	36

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: EDT losa de cimentación.....	37
Tabla 2: Dosificación 1m ³ concreto y mortero	38
Tabla 3: Concreto 3000 Psi.	38
Tabla 4: Concreto losa de cimentación.	39
Tabla 5: Acero de refuerzo losa de cimentación.....	40
Tabla 6: Losa resistencia del terreno = 0,5 kg/cm ²	41
Tabla 7: Losa resistencia del terreno = 1 kg/cm ²	41
Tabla 8: Losa resistencia del terreno = 1,5 kg/cm ²	42
Tabla 9: Losa resistencia del terreno = 2 kg/cm ²	42
Tabla 10: Losa resistencia del terreno = 2,5 kg/cm ²	42
Tabla 11: Losa resistencia del terreno = 3 kg/cm ²	43
Tabla 12: Losa resistencia del terreno = 4 kg/cm ²	43
Tabla 13: Losa resistencia del terreno = 5 kg/cm ²	44
Tabla 14 :Dimensionamiento muro corona relleno horizontal y sobrecarga viva	44
Tabla 15: Refuerzo relleno horizontal y sobrecarga viva.....	45
Tabla 16: Especificaciones tabla 15.....	45
Tabla 17: Análisis de costo muro tipo corona 2 m, relleno horizontal y sobrecarga viva ...	45
Tabla 18: Análisis de costo muro tipo corona 2,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva	47
Tabla 19: Análisis de costo muro tipo corona 3 m, relleno horizontal y sobrecarga viva ...	48
Tabla 20: Análisis de costo muro tipo corona 3,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva	49
Tabla 21: Análisis de costo muro tipo corona 4 m, relleno horizontal y sobrecarga viva ...	50
Tabla 22: Análisis de costo muro tipo corona 4,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva	51
Tabla 23: Análisis de costo muro tipo corona 5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva ...	52
Tabla 24: Análisis de costo muro tipo corona 5,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva	53
Tabla 25: Análisis de costo muro tipo corona 6 m, relleno horizontal y sobrecarga viva ...	54
Tabla 26: Análisis de costo muro tipo corona 6,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva	55
Tabla 27: Análisis de costo muro tipo corona 7 m, relleno horizontal y sobrecarga viva ...	56
Tabla 28: Costo unitario muro tipo corona, relleno horizontal y sobrecarga viva	57
Tabla 29: Dimensionamiento muro corona relleno inclinado.	57
Tabla 30: Refuerzo relleno inclinado.....	58
Tabla 31: Análisis de costo muro tipo corona 2 m, inclinado	58
Tabla 32: Análisis de costo muro tipo corona 2,5 m, inclinado.....	60
Tabla 33: Análisis de costo muro tipo corona 3 m, inclinado	61
Tabla 34: Análisis de costo muro tipo corona 3,5 m, inclinado.....	62
Tabla 35: Análisis de costo muro tipo corona 4 m, inclinado	63
Tabla 36: Análisis de costo muro tipo corona 4,5 m, inclinado.....	64
Tabla 37: Análisis de costo muro tipo corona 5 m, inclinado	65
Tabla 38: Análisis de costo muro tipo corona 5,5 m, inclinado.....	66
Tabla 39: Análisis de costo muro tipo corona 6 m, inclinado	67
Tabla 40: Análisis de costo muro tipo corona 6,5 m, inclinado.....	68

Tabla 41: Análisis de costo muro tipo corona 7 m, inclinado	69
Tabla 42: Costo unitario muro tipo corona, inclinado	70
Tabla 43: Medidas nominales y numero de celdas de los gaviones.....	70
Tabla 44: Análisis de costo para muro gavión.....	71
Tabla 45: Análisis costo unitario muro gavión, con sobrecarga	72
Tabla 46: Análisis costo unitario muro gavión, sin sobrecarga.....	72

RESUMEN

El presente proyecto es una propuesta de trabajo de grado como opción de investigación, describe el proceso y análisis con base en los cálculos de producción para la evaluación de cantidades y presupuestos en la construcción de una obra; así mismo, se enfocó en las losas de cimentación y muros de contención, que formula la cartilla “GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CANTIDADES Y EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE RED TERCIARIA Y FÉRREA DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA”.

La cartilla describe conceptos de compilación de esquemas típicos planteados bajo técnicas o metodologías de cálculo estructural, dirigiéndolo en losas de cimentación, muros de contención, alcantarillas, box culvert y puentes de 25 m. Estos esquemas estructurales se orientan para ser utilizados por la Subdirección de la Red Terciaria y Férrea, primordialmente para la evaluación de cantidades y ejecución de obras a cargo del INVIAS.

Haciendo énfasis en los capítulos 2 y 3, para el análisis de los cálculos de cantidades de obra, análisis de costos de producción y comparaciones de costos para un tiempo de ejecución.

2. INTRODUCCIÓN

En Colombia se toma como norma vigente, el INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS (INVIAS), el cual tiene como objeto la ejecución de políticas, planes, programas y proyectos de la infraestructura no concesionada de la red vial de carreteras primaria y terciaria, férrea, fluvial y de la infraestructura marítima.

Para esto se realizó el estudio de costos por unidad de producción en los elementos planteados encontrados en la cartilla del INVIAS, específicamente en los capítulos 2 y 3 de losas de cimentación y muros de contención, este método se empleó de acuerdo con el proceso de análisis de cantidades y costos unitarios para cada módulo.

Se elaboró el proceso determinado con la “CARTILLA GUIA PARA LA EVALUACION DE CANTIDADES Y EJECUCION DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS DE LA RED TERCIARIA Y FERREA” [1], del Instituto Nacional de Vías de Colombia.

En el capítulo 2 se habla sobre losas de cimentación, en el cual se menciona su dimensionamiento que varía entre 1,5 m - 3,5 m y con el análisis de 8 resistencias de terreno que oscila entre 0,5 kg/cm² y 5,0 kg/cm². Para la parte de muros de contención encontrados en el capítulo 3 de la cartilla, se explica sobre las diferentes resistencias de presiones laterales y empujes que producen los materiales retenidos atrás de estos muros que varían según su forma constructiva, para esto existen varios tipos de estructuras en la contención de materiales y cada uno de ellos poseen diferente aplicación en obra. [1]

En este informe desarrollado, se evidencia el análisis y resultados para el cálculo de cantidades y costos unitarios de los elementos establecidos en los capítulos 1 y 2 de la cartilla del INVIAS.

Para el primer estudio se encuentra la parte de losas de cimentación, se realizó el análisis de costo para un concreto con una resistencia de 3000 Psi y un acero de refuerzo, efectuando el cálculo de cantidades y costos unitarios para las diferentes resistencias del terreno. En el segundo elemento se establece la parte de muros de contención, encontrando los muros tipo corona y muro gavión, verificando su cálculo de cantidades y costos por unidad producción.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la implementación de costos de producción según la norma dictada por el INVIAS, existen diferentes tipos de elementos estructurales para el diseño y fabricación de una edificación, tales como, las losas de cimentación y muros de contención como principal objetivo para esta investigación.

Con relación al proyecto planteado debemos hacernos la pregunta: ¿Cuáles resultados obtendremos de calcular el costo de producción de los elementos de infraestructura que existen en la "CARTILLA GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CANTIDADES Y EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE LA RED TERCIARIA Y FÉRREA" del INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA aplicando la técnica del análisis por unidad de producción?

4. JUSTIFICACIÓN

El fin propuesto para esta investigación es analizar los costos de producción, de los elementos estructurales mencionados en los capítulos 2 y 3 de la cartilla guía del INVIAS, para la ejecución de los cálculos estructurales, se definen unos parámetros de diseño y el dimensionamiento más común utilizado para este tipo de construcciones en el país.

Para cada tipo de estructura la cartilla elaborada por INVIAS presenta criterios propios de diseño; los cuales son verificados en el sitio de la ejecución. De este modo se revisa y se ajusta, el cumplimiento en las condiciones específicas del proyecto a ejecutar.

De esta investigación se obtiene el análisis de costos y cantidades de materiales que serán utilizados para la fabricación, de las losas de cimentación y muros de contención. La cartilla presenta las medidas estructurales en las losas, para sus diferentes resistencias según el terreno y sus respectivos refuerzos y cargas admisibles. Así mismo, los muros de contención deben estar reglamentados conforme a la cartilla para la norma colombiana, en los esquemas típicos de muros en concreto, muros tipo gavión y muros en tierra estabilizada mecánicamente con paneles de concreto.

Esto con la finalidad de demostrar la viabilidad de los costos de producción y cantidades de obra para la ejecución de los elementos estructurales indicados, realizando el estudio de sus materiales, mano de obra y demás costes, con el fin de aplicar las técnicas de análisis por unidad de producción.

5. ANTECEDENTES

Según el Artículo del Instituto Nacional de Vías se iniciaron labores constructivas a inicios de 1994 mediante el Decreto 2171 del 30 de diciembre de 1992, el cual creo un establecimiento público del orden nacional, con personería jurídica, autonomía administrativa y patrimonio propio, todo esto adscrito en el Ministerio de transporte, con el objetivo de ejecutar políticas y proyectos relacionados con la infraestructura vial a cargo del país. [2]

Durante el fortalecimiento de este sector de transportes el INVIAS asumió nuevas funciones en su estructura interna cambiando los decretos N° 2056 y 2067 del 24 julio de 2003. [3] A finales de 2017 en el mes de diciembre el Instituto nacional de vías ha creado una cartilla guía para la evaluación de cantidades y ejecución de presupuestos para la construcción de obras de la red terciaria y férrea en el país, esto para la ayuda de la ejecución de las obras en las vías de Colombia. En la presente investigación se busca calcular el costo de producción de los elementos de infraestructura que se encuentran en los capítulos 2 y 3 de dicha cartilla.

Estos dichos análisis serán efectuados para las losas de cimentación y los muros de contención. Al hablar de cimentación nos estamos refiriendo a la parte más importante de una estructura ya que está debe estar muy bien diseñada para soportar grandes cargas que Irán apoya en ella y ésta a su vez transmitidas al suelo, esto para que no se efectúen grandes asentamientos los cuales ocasionen daños a la estructura a lo largo del tiempo.

Los muros de contención a finales del siglo XIX se construían de mampostería y piedra, A partir del siglo XX se comenzó a construir muros de concreto en masa y concreto armado, los materiales utilizados. Estos muros tienen como finalidad resistir presiones laterales o empuje producido por el material retenido detrás de ellos, su estabilidad se debe principalmente al peso propio y al peso del material qué está sobre su fundación. Se comportan tan bien como voladizos empotrados en su base, se designa con el nombre empuje a la acción producida por las masas que se consideran desprovistas de cohesión, como arenas, gravas, cemento, entre otros. [7]

6. MARCO TEORICO

Para la trabajabilidad del proyecto se va a generar un estudio con el fin de analizar la viabilidad del beneficio esperado, se procede a la preparación y formulación del proyecto, con una estimación de alcances, impactos y costos para la evaluación en la toma de decisiones a obtener de acuerdo con los recursos obtenidos, estos resultados específicos son los que la entidad posee para lograr la realización de una licitación del proyecto a elaborar.

Estos propósitos se modifican a la hora de la ejecución de un proyecto, determinando la comodidad de las personas que lo habitaran, con aspectos modernos y de alta calidad. Para esto se procede con una modificación del entorno en el que se realizará la ejecución y costos de obra. [4]

De este modo es muy trascendental tener un gran conocimiento de la administración de costos y presupuestos considerados para la ejecución del proyecto constructivo, en el cual es de suma importancia establecer herramientas que aprueben con la gestión, organización, cálculos, programas de control y estimación de las direcciones financieras del proyecto, todo eso con el cumplimiento de las actividades realizadas en su tiempo estipulado. Esto también es realizado con el fin de que los costos no excedan con el presupuesto especificado inicialmente, evadiendo imprevistos en las contrataciones y contratiempos en el cronograma de la ejecución de obra, logrando así un trabajo excelente en todo su entorno. [5]

Para esto se debe tener en cuenta los lineamientos y trazos de la ejecución del proyecto, en el cual se reporten los progresos desarrollados en la realización y terminación de esto, concretando finalmente una imagen del proyecto de acuerdo con la ruta crítica y los tiempos determinados para las actividades propuestas en la obra de construcción. [6]

6.1 Losas de cimentación

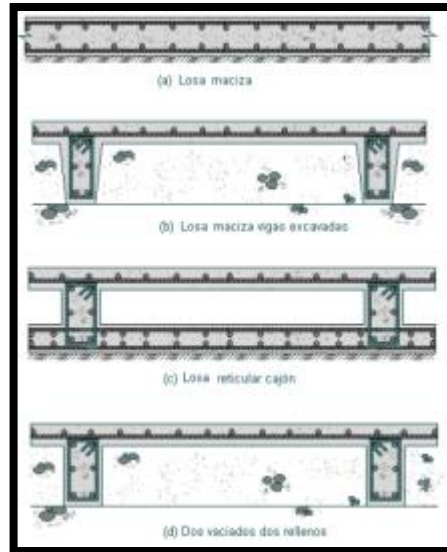
Las losas de cimentación suelen considerarse como zapatas que cubren cierta área del suelo (soportando muros y columnas). Esto es utilizado cuando el área es mayor al 50% de la cimentación, esto resulta porque el suelo es comprensible y las cargas soportadas son demasiado pesadas, el área de las zapatas es demasiado grande inconsecuente te conviene construir estos tipos de cimentación.

Estas losas de cimentación superficial tienen un buen comportamiento en terrenos poco homogéneos que con otros tipos de cimentación podrían sufrir asentamientos diferenciales, también en terrenos con muy poca capacidad portante.

Para este tipo de diseño constructivo se debe tener en cuenta que las losas tienen contacto con el suelo, por lo tanto, se debe proteger rigurosamente contra la humedad, la acción de lixiviación y los álcalis, para eso se recomienda hacer una capa de concreto pobre con espesor de 5 cm aproximadamente.

En la siguiente imagen se muestra algunos tipos de losas que se encuentran en estos procesos constructivos.¹

Ilustración 1: Diseños y sistemas constructivos para losas.



Fuente: Neva Andrea, Unibio Sergio. Guía técnica de enseñanza para la construcción de cimentaciones con zapatas corridas en edificaciones de cinco pisos. Universidad Francisco José de Caldas. Bogotá (2019). Pag 23

6.2 MUROS DE CONTENCIÓN:

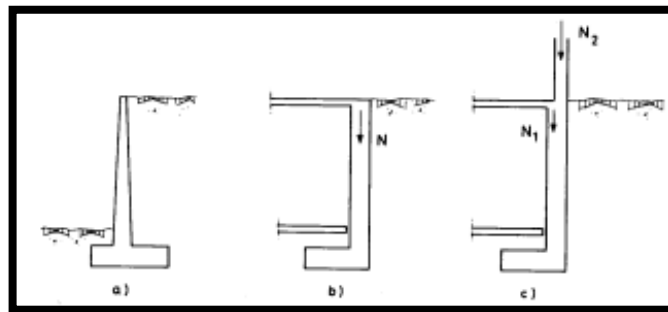
Los muros son elementos constructivos cuya principal misión es servir de contención, ya sea de un terreno natural, como de un relleno artificial o un elemento a almacenar. En los dos casos que se toma como ejemplo típico es un tipo de muro que sostiene algún movimiento de tierra, mientras que en el segundo es un tipo de almacén granero. En las situaciones anteriores estos muros trabajando

¹ Neva Andrea, Unibio Sergio. Guía técnica de enseñanza para la construcción de cimentaciones con zapatas corridas en edificaciones de cinco pisos. Universidad Francisco José de Caldas. Bogotá (2019). Pag 23

mentalmente a flexión, siendo la compresión vertical debido a su peso propio lo cual es despreciable.

En varias ocasiones estos muros desempeñan la función de cimientos, esto debido a la transmisión de presiones o cargas suministradas para los pilares o por los forjados que se apoyan en la coronación del muro. Esta situación es característica para los muros de sótano y muy desarrollado en una edificación actual.²

Ilustración 2: Tipos de muros.



Fuente: Universidad de Catilla – La Mancha. Muros de contención. España. Pag 1

Existen algunos tipos de muros de contención que son usados con más frecuencia como estos son:

6.2.1 Muros de gravedad

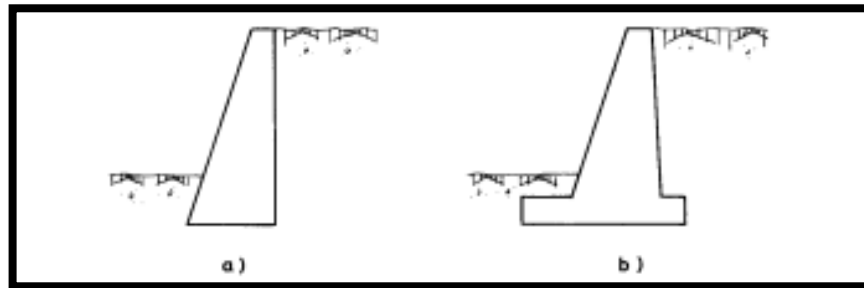
Son muros de hormigón que tienen una resistencia debido a su peso propio (figura 3 a). Normalmente carecen de cimientos diferenciados, aunque pueden tenerlo (figura 3 b).

Tienen la ventaja fundamental de que no van armados, con lo cual no aparece en la obra del tajo de ferralla. Pueden ser interesantes para alturas moderadas si su longitud no es muy grande, en caso contrario representan una solución antieconómica frente a los muros de hormigón armado.³

² Universidad de Catilla – La Mancha. Muros de contención. España. Pag 1

³ Universidad de Catilla – La Mancha. Muros de gravedad. España. Pag 2

Ilustración 3: Muros de gravedad.

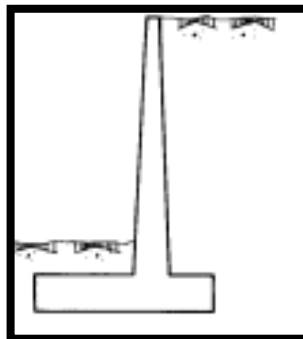


Fuente: Universidad de Catilla – La mancha. Muros de gravedad. España. Pag 2

6.2.2 Muros ménsula

Estos muros de contención son de uso frecuente, aunque en su campo de aplicación depende más de los costes de excavación, hormigón, acero, encofrado y relleno, se puede pensar que constituyen la solución más económica para muros de 10 o 12 m de altura.⁴

Ilustración 4: Muro Ménsula.



Fuente: Universidad de Catilla – La mancha. Muros de ménsula. España. Pag 3

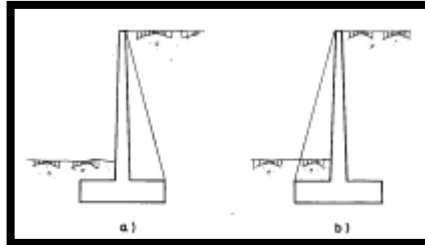
6.2.3 Muros de contrafuertes

Representan una evolución del tipo anteriormente mencionado. Al crecer la altura, por ende, los espesores de hormigón, compensa aligerar las piezas con la solución de los contrafuertes, aunque conlleve un atajo de ferralla y encofrado más complicados y un hormigonado más difícil.

⁴ Universidad de Catilla – La mancha. Muros de ménsula. España. Pag 3

Los contrafuertes pueden disponerse en los traslados (figura 5 a) o en el intradós (figura 5 b), aunque la primera solución es técnica y económicamente mejor por colocarse el alzado de la zona comprimida de la sección en T que se forma.⁵

Ilustración 5: Muro De Contrafuertes.



Fuente: Universidad de Catilla – La mancha. Muros de contrafuertes. España. Pag 3

⁵ Universidad de Catilla – La mancha. Muros de contrafuertes. España. Pag 3

7. MARCO CONCEPTUAL

En el presente marco conceptual, se muestran los conceptos principales para tener en cuenta a la hora del uso de la cartilla guía en los que abarca principalmente las losas de cimentación y muros de contención, con el fin de instituir la terminología correcta en este trabajo de investigación.

Acero de refuerzo: Sirve para absorber y generar una buena resistencia, suele ser muy utilizada con concreto, un ejemplo de ello son las losas de cimentación, vigas y columnas.

Asentamiento: Para la parte constructiva suele referirse a las cargas de una estructura, la cual, dependiendo del terreno afectado; genera un asiento o movimiento de la edificación.

Cimentación: La cimentación es la parte más importante de cualquier tipo de estructura, puesto que es donde se concentra toda la fuerza que sostiene dicha edificación.

Cimentación superficial: Está compuesta por elementos estructurales que reparten su fuerza a través de apoyos sobre el terreno, suelen medir más de 0.50m

Concreto: Es el utilizado para diferentes tipos de elementos de construcción, se trabaja en principio como una mezcla líquida, la cual, al momento de su secado se vuelve sólida y resistente.

Contención: Esto se refiere al tipo de fuerzas que se encuentran detrás de algún elemento, evitando que estas fuerzas sigan generando impactos incontrolables.

Construcción: Es un proceso que, ya realizado en sus planos, se ejecuta con ciertas medidas y se pone en práctica con su desarrollo.

Cantidades de obra: Son parámetros que se realizan a la hora de la ejecución de una estructura, especialmente con sus elementos o partes que la componen.

Ferralla: Estructura de hierro que forma el esqueleto de una obra de hormigón armado.

Flexión: Son deformaciones que presentan los elementos estructurales, bajo el efecto de cargas sobre su eje.

Tensión: Son fuerzas que generalmente deforman la estructura, haciendo que sus partículas se separen de manera lineal.

Zapata: Se utiliza principalmente para cimentaciones de los diferentes elementos estructurales, soportan el peso que la estructura trasmite hacia el suelo.

8. ESTADO DEL ARTE

En este apartado se muestra algunos estudios e investigaciones que se han realizado para la parte de cimentación, muros de contención, cálculos de cantidades y presupuestos de obra a lo largo de los años, con esto se quiere mostrar que siempre ha sido un tema importante para ejecutar en el campo de la ingeniería civil, debido a que sin este tipo de estudios no se podría realizar estos proyectos.

Alva H. Jorge E. Diseño de cimentaciones. Teóricos y Aplicaciones Prácticas.

En este documento pretende crear una idea general sobre los aspectos que se tienen en cuenta en la ingeniería geotécnica, todo esto para hacerle un buen uso a la información que brinde el estudio de los suelos. Este artículo busca contextualizar el tiempo de planificación de un proyecto, el gasto estimado en el que se realizará el estudio del dicho suelo, así como también la supervisión geotécnica al momento de la construcción.

Tiene como objetivo principal la importancia de estos estudios en las diferentes etapas de construcción como lo son, el planeamiento, la ejecución y el control. Que se conozca toda la normativa y reglamentación vigente en cuanto a sus estudios geotécnicos y la supervisión; ejecutando el trabajo conjunto que se lleva entre el ingeniero de suelos, ingeniero estructural y arquitecto. [8]

En relación con la ejecución y planificación de un proyecto, se debe tener en cuenta principalmente el estudio de los suelos ya que a la hora del proceso constructivo de una losa de cimentación o de un muro de contención, esto debe ser la parte más importante para generar una buena resistencia en el elemento estructural.

Ilustración 6: Ensayo de suelos - SPT



Fuente: Alva H. Jorge E. Diseño de cimentaciones. Teóricos y Aplicaciones Prácticas. Pag 16.

Cimentaciones. Nuevas Tecnologías en Acero de Refuerzo.

En las cimentaciones existen diferentes materiales de su proceso constructivo, uno de los materiales más importantes es la varilla de acero de refuerzo, que dentro del presupuesto de la obra son los más eficaces. La principal función de estas varillas de acero es algo similar al comportamiento de los huesos en los seres humanos, es decir, las varillas de acero de refuerzo representan el esqueleto de una obra de construcción.

Este sistema es un elemento estructural que tiene una mayor resistencia a la hora de un sismo, tornado, huracán, entre otros. De ahí parte la preocupación de qué tipo de varillas se debe utilizar para cada uno de estos procesos. En este sentido la tecnología de materiales ha hecho una aportación importante a la economía y seguridad en construcciones para viviendas en el que está enfocado en las varillas de acero de alta resistencia.

Estas varillas con acero de alta resistencia cumplen la misma función que las varillas de refuerzo tradicional la única diferencia es que las varillas de alta resistencia son más delgadas es decir coma sus diámetros son más pequeños que los de la tradicional, pero su fortaleza y beneficio son mejores para la obra. [9]

En la siguiente imagen se puede observar algunos de los usos de estas varillas:

Ilustración 7: Tipos de varilla en acero y algunos de sus usos.



Fuente: Cimentaciones. Nuevas Tecnologías en Acero de Refuerzo. Pag 7

Yepes P. Víctor. Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención.

La cimentación es aquella parte de la estructura enterrada, que transmite al terreno su propio peso y las cargas recibidas, de este modo la estructura que va a soportar sea de manera estable, Y la presión transmitida sea menor al admisible para que los asentamientos sean limitados. la cimentación debe resistir las cargas y sujetar la estructura frente a acciones horizontales como son el viento y el sismo, esto para conservar su integridad.

Las cimentaciones se diseñaron especialmente para no alcanzar los Estados límites últimos o de servicio. Se denomina capacidad portante a la máxima presión que transmite una cimentación sin haber alcanzado el estado último coma mientras la presión admisible es aquella que no alcanza en ningún estado límite coma ya sea último o de servicio presentando un coeficiente de seguridad respecto a la capacidad portante.

Otros problemas considerados para este tipo de situaciones son la estabilidad de la excavación, los problemas de los ataques químicos al hormigón, la posibilidad de heladas coma el crecimiento de vegetación qué deteriore la cimentación y los levantamientos asociados a las arcillas expansivas coma entre otros problemas efectuar.

Para este tipo de proceso constructivo sí influye notablemente el comportamiento de la cimentación por eso hay que tener en cuenta que la construcción de este tipo altera el terreno circundante, lo cual altera algunos análisis o hipótesis de cálculo. Un ejemplo práctico de esto son los pilotes perforados que descomprimen el terreno influyendo en la resistencia del fuste. [10]

Este documento tiene como objetivo principal mirar el tipo de cimentaciones que requiere para cada proceso constructivo en el cual se encuentra las cimentaciones superficiales, profundas y por pilotes.

Ilustración 8: Descalce de una cimentación vecina durante excavación.



Fuente: Yepes P. Víctor. Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención. Pag 12

Ballón Andrés, Echenique Sosa. Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo con las zonas sísmicas del Perú. Lima, 2017. Trabajo de investigación (ingeniero civil). Universidad Peruana de ciencias aplicadas. Facultad ingeniería.

En Perú el crecimiento y económico ha generado cierta necesidad de construir un mayor número de edificaciones y vías sobre el territorio nacional. Para ello se procede a realizar proyectos en zonas de riesgos, tales como laderas de ríos y faldas de cerros, esto conlleva a que la topografía del terreno presente dificultades para la ejecución de obras y los fenómenos naturales como derrumbes inundaciones causen pérdidas económicas y humanas.

Los taludes diseñados en este tipo de lugares presentan factores de sobrecargas sísmicas, cambios en las condiciones hidrológicas o la reducción de los parámetros resistentes del suelo que podrían generar la desestabilidad de éstos causando un colapso estructural en su zona aledaña

Este tipo de estructuras son las más utilizadas en la ingeniería, como en carreteras que suelen construirse al borde del abismo y usualmente estos elementos son realizados para evitar derrumbes; estos muros también son encontrados en lugares con desniveles o sótanos soportando los empujes de tierra. por último, las alas de los estribos de los puentes son calculados para soportar empujes de tierras existentes y la contención de líquidos evitando principalmente la corrosión del terreno debido al cauce del río. [11]

Este trabajo de investigación está enfocado al desarrollo de la estabilidad de muros de contención en voladizo, aplicando un método empírico el cual busca determinar la respuesta sísmica y la variación de esta con respecto a las distintas zonas sísmicas de Perú.

Ilustración 9: Mapa zonas sísmicas Perú.



Fuente: MVCS 2016: 5

Guarín Gabriel. Análisis de las fallas del muro de contención de la carrera 7 con calle 14 y 11 de Girardot, Cundinamarca. Colombia, 2018. Trabajo de investigación (ingeniero civil). Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad ingeniería.

Esta investigación realizada con el objetivo de analizar el muro de contención por gravedad ubicado en la carrera 7 entre la calle 14 y 11 del municipio Girardot Cundinamarca, determinando si presenta fallas en el concreto ciclópeo y así poder plantear su posible solución.

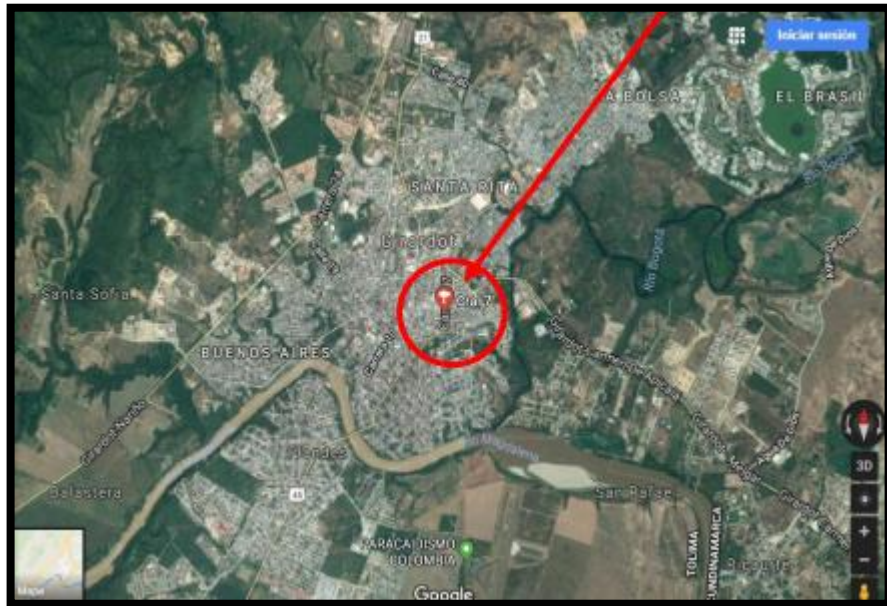
Este tipo de estructuras de contención son utilizados para la protección de proyectos de ingeniería en carreteras, con el fin de evitar derrumbes y también se usan en desniveles o sótanos como para soportar los empujes de tierra, otra alternativa en la cual puede ser utilizado este tipo de miras es en las pequeñas represas soportando empujes de grandes masas de agua.

Para ello es necesario determinar que las fallas son un rompimiento en la estructura de concreto y se pueden presentar desde una fisura o grieta, hasta un rompimiento total del elemento.

Se clasifican en 3 tipos: Falla por volteo o giro excesivo, deslizamiento lateral del muro y asentamiento de la estructura. Las fallas por volteo se producen por momentos desestabilizantes producidos por el empuje de tierra y sobrecarga. En cuanto a el deslizamiento lateral del muro esta falla es producida por un empuje de la tierra, ocasionando el deslizamiento del muro. Para el asentamiento estructural, por el peso y el relleno colocado en la parte superior de la zapata del muro como causante un asentamiento, fisura o el colapso de la estructura.

Estos fundamentos teóricos sobre las fallas que presentan los muros de contención permiten analizar que estas se dan de diferentes factores, ya sea por la máxima deformación unitaria, tensión o compresión, que experimenta el material sujeto a esfuerzos cortantes o deslizamientos que ocurren en la superficie. [12]

Ilustración 10: Ubicación del terreno.



Fuente: Google maps.

López Efraín. Diseño de obra de contención en el costado occidental de la quebrada Mensulí sede recreacional de Comfenalco Santander. Colombia, 2014. Trabajo de investigación (Especialización en Geotecnia Ambiental). Universidad de Santander. Escuela internacional de posgrados.

En la sede recreacional de Comfenalco Santander, debido a las fuertes lluvias y crecida de la quebrada Mensulí, se presenta una falla en el talud debido a un deslizamiento trasnacional por la corona de este, para este caso corresponde el estrato arcilloso del suelo. Es importante anotar que el conglomerado se encuentra en la parte inferior del talud, Lo que ocurre es que la arcilla se desliza sobre el conglomerado y cae al lecho de la quebrada Mensulí, Esto afecta el área del complejo recreacional y los demás elementos estructurales.

Estos procesos de geometrización son la causa de dicha falla pues puede advertirse que en los sitios donde la relación altura -pendiente suceden estos deslizamientos.

De acuerdo con el diagnóstico presentado, se hace necesaria la construcción de obras correctivas y de mitigación que permitan ejercer un control adecuado sobre estas problemáticas de inestabilidad en el talud se tiene en cuenta que el estrato deslizante se encuentra en la parte superior de este talud, podría pensarse en un

muro que se apoye en un conglomerado. El cual se tengan presente elementos profundos de protección para evitar la socavación. [12]

En este documento se ve involucrado las afectaciones que produce las lluvias, las cuales producen ciertos deslizamientos en la que debe intervenir la ingeniería, para este tipo de caso es necesario conocer sobre los muros de contención para la ayuda y solución de este inconveniente.

Ilustración 11: Cárcava de erosión, margen izquierda quebrada Mensulí.



Fuente: López Efraín. Diseño de obra de contención en el costado occidental de la quebrada Mensulí sede recreacional de Comfenalco Santander. Colombia, 2014. Trabajo de investigación (Especialización en Geotecnia Ambiental). Universidad de Santander. Escuela internacional de posgrados.

Duarte Angelica, Martínez Sabrina. Manual práctico de control de costos en obras civiles, aplicando a construcción en edificaciones. En foque básico para el ingeniero. Venezuela, Carcas. 2011. Trabajo de investigación (ingeniero civil). Facultad de ingeniería.

En esta investigación se busca el mejoramiento de la calidad de construcción, en la que el presente estudio presenta un análisis, bajo el enfoque de los diferentes procesos considerados en el control de costos de proyectos civiles, incluyendo sus etapas de desarrollo.

En el desarrollo de la investigación, aplicado al campo constructivo de edificaciones cómo se concentra en procedimientos para evaluar, programar, ejecutar y controlar la manera más efectiva o eficiente para cada etapa del proyecto, haciendo uso de formatos que permitan controlar sus recursos financieros.

Con el fin que esto contribuya a la formación de profesionales en el sector y sea un medio de consulta de algunos procesos administrativos, garantizando una adecuada gestión en los proyectos de edificaciones.

En la imagen que se muestra a continuación se muestra un ejemplo de análisis de precio unitarios para partida y determinación de tiempo de ejecución.

Ilustración 12: Ejemplo de análisis precio unitario.

Partida: Pavimento de Concreto
Unidad: m ²
Cantidad: 500 m ²
Rendimiento: 50m ² /día
Materiales: <input type="text"/>
Equipo: <input type="text"/>
Mano de Obra: <input type="text"/>
Cuadrilla Típica: 1 albañil 3 ayudantes 5 obreros
P.U. <input type="text"/> BsF/m ²

Fuente: Duarte Angelica, Martínez Sabrina. Manual práctico de control de costos en obras civiles, aplicando a construcción en edificaciones. En foque básico para el ingeniero. Venezuela, Caracas. 2011. Trabajo de investigación (ingeniero civil). Facultad de ingeniería. Pag 23

9. OBJETIVOS

9.1 Objetivo general

- ✓ Aplicar la técnica del costo por unidad de producción a elementos de infraestructura genéricos a fin de sistematizar el proceso y determinar su costo de producción real.

9.2 Objetivos específicos

- ✓ Verificar las cantidades de obra de los elementos genéricos que aparecen en las tablas de la cartilla.
- ✓ Generar una base de datos de precio y tarifas de alquiler de materia prima, mano de obra y equipo o herramienta.
- ✓ Calcular los costos unitarios de producción básicos y compuestos necesarios.

10. ALCANCES Y LIMITACIONES

10.1 Alcances

Para determinar el alcance de este estudio es fundamental tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Costos por unidad de producción.
- Cantidades de obra para los elementos estructurales.
- Análisis de su proceso constructivo.

Los alcances de este proyecto pretenden determinar los costos por unidad de producción para los elementos planteados en los capítulos losas de cimentación y muros de contención de la cartilla guía, a fin de sistematizar este análisis y determinar su costo real de producción.

Para estos alcances se busca obtener más información de costos en los procesos constructivos mencionados y la elaboración de los análisis de precios unitarios de presupuestación existentes en el país.

En este proceso se hace el uso de la cartilla base del INVIAS, verificando las cantidades de obra para las losas de cimentación y muros de contención. En los que se busca generar una base de datos de precios y tarifas de alquiler, en la parte de materia prima, mano de obra y equipo. Esto con el fin de calcular los costos unitarios de producción básicos y compuestos necesarios.

10.2 Limitaciones

Este trabajo se limita principalmente a que es un trabajo de investigación y no práctico, por lo cual no se va a realizar nada en campo. Por lo que es muy difícil determinar el sitio el cual pueda abarcar este tipo de proyecto con una presencialidad.

Como consecuencia del virus, las limitaciones para este tipo de proyectos se han afectado ya sea económicamente, como cierres previos que atrasan este tipo de actividades. No solo las obras de construcción de obras a tenido este tipo de cierres, las bibliotecas e instituciones han manejado este proceso virtual, lo que dificulta la escasa información de fuentes primarias, secundarias y terciarias para las consultas a realizar.

Por otra parte, los recursos que ofrece la web no son del todo factible, ya que muchas de las cosas que se encuentran tienen un método de pago no asequible para todo lo que se quiera investigar.

Otra limitación presentada es que el trabajo será presentado de forma individual, ya que no se tenía previsto la realización de este tipo investigativo, generando una carga de trabajo mucho mayor y por consecuente limitando en una serie de análisis, ideas y puntos de vista que no compartiría con otra persona. Este trabajo también tuvo como principal consecuencia que fue realizado con los costos directos de obra, sin incluir los indirectos.

Como última parte en cuestión, es que al ser un semestre virtual se dificulta en la parte del asesoramiento para la propuesta de trabajo de grado. También para la parte de la trabajabilidad del proceso en una obra de construcción, ya que se pierde ese tipo de experiencia que solo se vería en campo.

11. METODOLOGIA

En la metodología ejecutada para este proyecto, la cual permita responder a la investigación y análisis de los elementos planteados por la cartilla del INVIAS, consiste en aplicar la técnica de costo por unidad de producción, determinando así costo real de producido.

Con esto se busca analizar los capítulos 2 y 3 basados en: las losas de cimentación y muros de contención, que formula la cartilla “GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DE CANTIDADES Y EJECUCIÓN DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE OBRAS DE RED TERCIARIA Y FÉRREA DEL INSTITUTO NACIONAL DE VÍAS DE COLOMBIA”. [1]

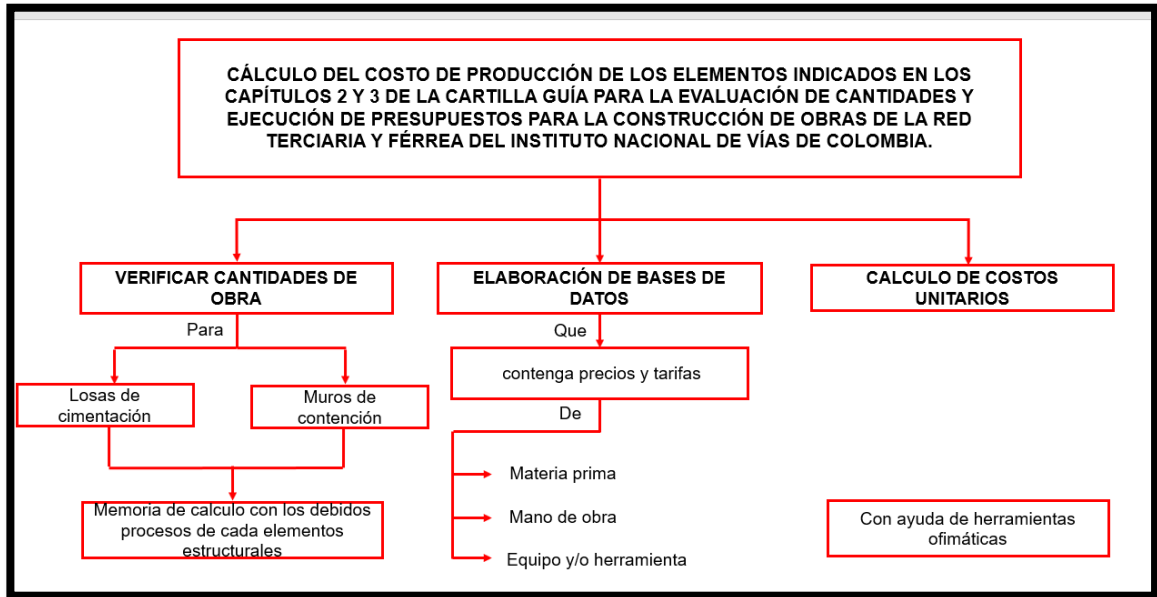
En este proceso se busca verificar las cantidades de obra de los elementos constructivos anteriormente mencionados, para la parte de losas de cimentación la cartilla muestra que son de forma cuadrada, con dimensiones variadas entre 1,5 m y 3,5 m, con un análisis de 8 resistencias del terreno, oscilando entre 0,5 kg/cm² y 5,0 kg/cm². También define las cantidades de concreto por metro cuadrado en los diferentes espesores de losas establecidos en la cartilla.

En cuanto a los muros de contención, la cartilla proporciona 3 tipos de construcción los cuales son: Muros de contención en concreto y Muros de gavión. Se observa que para cada tipo de muro posee un diseño estructural, con planos técnicos en la cual se encuentra su dimensionamiento, cantidades, análisis de cálculos, detalles típicos y notas técnicas para la verificación del cumplimiento en obra.

El paso para seguir es generar una base de datos para estos elementos estructurales, teniendo en cuenta el precio y tarifas de alquiler como son la materia prima, la mano de obra y equipos o herramientas, que suelen ser ejecutadas en este tipo de construcciones. Procediendo de esta manera con los cálculos de costos unitarios de producción.

Todo este análisis tiene como fin, responder la pregunta problema de investigación, la cual es: ¿Es efectivo el caculo del análisis por unidad de producción para los elementos estructurales propuestos en este trabajo investigativo?

Ilustración 13: Metodología de investigación.



Fuente: Autoría propia.

12. ANALISIS Y RESULTADOS

Este trabajo proporciona una pequeña idea del análisis de costos y cantidades de obra solamente para elementos estructurales como lo son las losas de cimentación y muros de contención, esto contribuye un gran conocimiento para que las personas se den cuenta lo necesario que es esta parte en la construcción. Estos cálculos que se muestran a continuación son ayudas para personas principiantes de ingeniería y la sociedad misma, en lo cual se proporcionó una base de datos con precios reales de alquiler para el cálculo de valores unitarios.

12.1 Cantidades y precios unitarios losas de cimentación

De acuerdo con lo establecido en la cartilla del INVIAS, se realizó el análisis con lo establecido en las tablas del capítulo 2 de losas de cimentación, considerando su dimensionamiento, espesor de la losa, No. de barras cruzadas y su respectivo gancho, obteniendo el análisis de costo real, costo unitario, cantidades de obra para cada una de las diferentes resistencias del terreno.

Se desarrollo a partir de un sistema EDT donde muestra cada ítem del proceso para la realización del costo por unidad de producción esto se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1: EDT losa de cimentación.

CAP	ITEM	DESCRIPCIÓN	UND	COSTO
COSTO POR UNIDAD DE PRODUCCIÓN				
1		CIMENTACIÓN DE PLACA		
1.1		ACERO DE REFUERZO		
	1	ACERO DE PLACA	kg	\$ 9.577
1.2		CONCRETO DE 21 Mpa		
	1	CONCRETO DE LOSA	m3	\$ 925.270

Fuente: Autoría propia.

Seguido de esto en la Tabla 2. se muestra la dosificación del concreto y mortero utilizado para el análisis y cálculo de costos en la cimentación de placa, concreto de 21 Mpa y concreto de losa.

Tabla 2: Dosificación 1m³ concreto y mortero

TABLA DE DOSIFICACIÓN 1 M3 DE CONCRETO									
MEZCLA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Fc)			CEMENTO		ARENA (m3)	GRAVILLA (m3)	LITROS DE AGUA	
	Kg/cm2	PSI	MPa	KILOS	BULTOS			AGREGADO HUMEDO	AGREGADO SECO
1:2:2	280	4000	27	420	8,5	0,87	0,87	180	200
1:2:2 1/2	280	3555	24	380	7,5	0,6	0,76	170	190
1:2:3	220	3224	22	350	7	0,55	0,84	160	180
1:2:3 1/2	210	3000	20	320	6,5	0,52	0,9	150	180
1:2:4	200	2850	19	300	6	0,48	0,95	145	170
1:2 1/2:2 1/4	180	2700	18	280	5,3	0,55	0,89	145	170
2:1:2 1/4 1/2	170	2400	17	260	5,5	0,52	0,94	140	160
1:3:3	150	2400	16	300	6	0,72	0,72	145	170
1:3:4	150	2275	15	260	6,3	0,63	0,83	140	185
1:3:5	140	2000	14	230	4,5	0,55	0,92	135	160
1:3:6	110	1700	12	210	4	0,5	1	130	155
1:4:7	100	1560	11	175	3,5	0,55	0,98	120	145
1:4:8	90	1420	10	160	3,3	0,65	1,03	110	140

TABLA DE DOSIFICACIÓN 1 M3 DE MORTERO									
MEZCLA	RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN (Fc)			CEMENTO		ARENA (M3)	LITROS DE AGUA		
	Kg/Cm2	PSI	MPA	KILOS	BULTOS		AGREGADO HUMEDO	AGREGADO SECO	
1:2	310	4300	30	510	12,5	0,97	220	250	
1:3	280	3080	27	454	9	1,09	185	220	
1:4	240	2400	23	364	7,3	1,16	170	185	
1:5	200	2850	19	302	6	1,18	150	170	
1:6	160	1280	16	260	5,3	1,2	140	150	
1:7	120	1700	12	228	4,5	1,25	130	140	

Fuente: Sistemas constructivos tradicionales 02 – 2009 online: <http://sctarquitectura.blogspot.com>

En este primer parámetro se encuentra el análisis de costo para un concreto de 3000 Psi, donde se encuentra las cantidades de materiales utilizados, mano de obra, equipo o herramienta con el costo directo total.

Tabla 3: Concreto 3000 Psi.

Unidad	Descripción			Costo		
m3	CONCRETO 3.000 PSI			\$ 381.611		
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
1		Materiales				
	LT	AGUA	180	\$ 2	\$ 360	
	M3	ARENA LAVADERIO	0,52	\$ 121.430	\$ 63.144	
	KG	CEMENTO GRIS	320	\$ 510	\$ 163.200	
	M3	GRAVILLA DE RIO	0,3	\$ 100.000	\$ 30.000	
		Subtotal Materiales:			*****	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
2		Equipo				
					\$ -	
		Subtotal Equipo:			\$ -	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material			\$ -	
		Subtotal Transporte			\$ -	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	0,2	\$ 13.679	\$ 2.736
	Un	Ayudante	1	5,6	\$ 10.387	\$ 58.168
		Subtotal mano de obra:			\$ 60.904	
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	tiempo (m3/h)	Valor Unitario	
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 715	5,6	\$ 4.004	
		Subtotal herramienta men			\$ 4.004	
		Sub total Costos directo			\$ 381.611	

Fuente: Autoría propia

Continuando a lo anteriormente mencionado, en la Tabla 4. Se encuentra el concreto de losa con todo el análisis de costo total y cantidades.

Tabla 4: Concreto losa de cimentación.

	Unidad	Descripción			Costo
	m ³	CONCRETO LOSA			\$ 925.270
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales			
	M3	CONCRETO 3000 Fzr	1,05	\$ 381.611	\$ 400.692
	M2	FORMALETA METALICA	1,25	\$ 41.700	\$ 52.125
	DIA	PARALES	10	\$ 75	\$ 750
	M3	GRAVILLADERIO	0,3		\$ -
		Subtotal Materiales:			\$ 453.567
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo			\$ -
		Subtotal Equipo:			\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte			
	m ³ -Km	Transporte Material			\$ -
		Subtotal Transporte			\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial
4		Mano de Obra			
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.367
		Subtotal mano de obra:			\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	rendimiento (m³/h)	Valor Unitario
5		Herramienta Menor			
	Global	Herramienta Menor	\$ 453.567	0,1	\$ 45.357
		Subtotal herramienta men			\$ 45.357
		Sub total Costos directo			\$ 925.270

Fuente: Autoría propia.

Por último, se encuentra el acero de refuerzo de la losa de cimentación directamente con el costo total y análisis de cantidades, cabe resaltar que los precios propuestos en cada una de estas tablas tienen un valor real.

Tabla 5: Acero de refuerzo losa de cimentación.

	Unidad	Descripción			Costo	
	KG	ACERO DE REFUERZO			\$ 9.577	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
1		Materiales				
	KG	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO CALIBRE 17	0,5	\$ 6.036	\$ 3.018	
	KG	ACERO DE REFUERZO f'c = 420 Mpa	1,05	\$ 4.688	\$ 4.922	
		Subtotal Materiales:			\$ 7.940	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				\$ -
						\$ -
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material				\$ -
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	0,035	\$ 13.679	\$ 479
	Un	Agudante	1	0,035	\$ 10.387	\$ 364
		Subtotal mano de obra:				\$ 842
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 7.940	0,1		\$ 794
		Subtotal herramienta menor:				\$ 794
		Sub total Costos directos				\$ 9.577

Fuente: Autoría propia.

Para esta parte se evidencia el análisis de cantidades y costos unitarios para cada una de las resistencias de terreno encontradas en la cartilla, para la parte de losas de cimentación desarrolladas con el fin de obtener su costo real.

Se realizó el análisis a partir de cada una de las resistencias del terreno, la primera de ellas fue de 0.5 kg/cm², se observa su dimensionamiento, el tipo de gancho y demás aspectos que se proponen en la cartilla, los aspectos importantes que resaltan son el valor unitario del acero (As), el valor unitario del concreto ya que con esto se hace el análisis total del costo unitario para cada uno de sus anchos.

Tabla 6: Losa resistencia del terreno = 0,5 kg/cm²

Losa resistencia del terreno = 0,5 kg/cm ²											
Dimensiones			Espesor	No. De Barras cruzadas cantidad	Diametro de barra	kg/m Barra	Total de Kg	Total m ³ concreto	Valor Unitario As	Valor Unitario concreto	Total Costo Unitario
L (m)	L (m)	Gancho (m)	h(m)								
1,5	1,5	0,065	0,25	5	1/2 "	0,994	14,3748	0,5625	\$ 137.664	\$ 520.465	\$ 658.128
1,75	1,75	0,065	0,25	6	5/8"	1,552	31,36208	0,765625	\$ 300.347	\$ 708.410	\$ 1.008.757
2,00	2,00	0,065	0,28	7	3/4"	2,235	60,3368	1,12	\$ 577.830	\$ 1.036.303	\$ 1.614.133
2,25	2,25	0,065	0,30	7	3/4"	2,235	136,3186	1,51875	\$ 1.305.489	\$ 1.405.254	\$ 2.710.743
2,5	2,5	0,065	0,30	9	3/4"	2,235	195,2332	1,875	\$ 1.869.699	\$ 1.734.882	\$ 3.604.581
2,75	2,75	0,065	0,32	11	3/4"	2,235	263,0878	2,42	\$ 2.519.525	\$ 2.239.154	\$ 4.758.679
3,00	3,00	0,065	0,38	10	7/8"	3,042	355,8256	3,42	\$ 3.407.652	\$ 3.164.424	\$ 6.572.076

Fuente: Autoría propia.

Para la Tabla 7. En donde cambia su resistencia a 1 kg/cm² su dimensionamiento y demás parámetros que se observan en la tabla, cabe aclarar que se mantiene el desarrollo anterior mencionado.

Tabla 7: Losa resistencia del terreno = 1 kg/cm²

Losa resistencia del terreno = 1 kg/cm ²											
Dimensiones			Espesor	No. De Barras cruzadas cantidad	Diametro de barra	kg/m Barra	Total de Kg	Total m ³ concreto	Valor Unitario As	Valor Unitario concreto	Total Costo Unitario
L (m)	L (m)	Gancho (m)	h(m)								
1,00	1,00	0,065	0,25	4	1/2 "	0,994	7,57584	0,25	\$ 72.552	\$ 231.318	\$ 303.869
1,25	1,25	0,065	0,25	6	1/2 "	0,994	14,21576	0,390625	\$ 136.141	\$ 361.434	\$ 497.574
1,50	1,50	0,065	0,28	7	5/8"	1,552	31,11376	0,63	\$ 297.969	\$ 582.920	\$ 880.889
1,75	1,75	0,065	0,32	7	3/4"	2,235	105,0286	0,98	\$ 1.005.832	\$ 906.765	\$ 1.912.597
2,00	2,00	0,065	0,38	9	3/4"	2,235	155,0032	1,52	\$ 1.484.426	\$ 1.406.411	\$ 2.890.837
2,25	2,25	0,065	0,38	8	7/8"	3,042	211,75648	1,92375	\$ 2.027.938	\$ 1.779.989	\$ 3.807.927
2,50	2,50	0,065	0,40	9	7/8"	3,042	265,53904	2,5	\$ 2.543.000	\$ 2.313.176	\$ 4.856.176
2,75	2,75	0,065	0,45	8	1"	3,973	339,97312	3,403125	\$ 3.255.836	\$ 3.148.810	\$ 6.404.647
3,00	3,00	0,065	0,48	11	1"	3,973	510,97104	4,32	\$ 4.893.440	\$ 3.997.168	\$ 8.890.608
3,25	3,25	0,065	0,50	10	1-1/8"	5,060	642,128	5,28125	\$ 6.149.497	\$ 4.886.584	\$ 11.036.081
3,50	3,50	0,065	0,55	11	1-1/8"	5,060	761,9488	6,7375	\$ 7.296.991	\$ 6.234.009	\$ 13.530.999

Fuente: Autoría propia.

La Tabla 8. posee otros parámetros de diseño y su resistencia del terreno tiene un valor de 1.5 kg/cm²

Tabla 8: Losa resistencia del terreno = 1,5 kg/cm²

Losa resistencia del terreno = 1,5 kg/cm ²											
Dimensiones			Espesor h(m)	No. De Barras cruzadas cantidad	Diámetro de barra	kg/m Barra	Total de Kg	Total m ³ concreto	Valor Unitario As	Valor Unitario concreto	Total Costo Unitario
L (m)	L (m)	Gancho (m)									
1,00	1,00	0,065	0,25	7	1/2 "	0,994	13,06272	0,25	\$ 125.098	\$ 231.318	\$ 356.416
1,25	1,25	0,065	0,25	9	1/2 "	0,994	21,19364	0,390625	\$ 202.966	\$ 361.434	\$ 564.400
1,50	1,50	0,065	0,32	9	5/8"	1,552	39,92912	0,72	\$ 382.391	\$ 666.195	\$ 1.048.586
1,80	1,80	0,065	0,35	9	3/4"	2,235	138,9112	1,134	\$ 1.330.317	\$ 1.049.257	\$ 2.379.574
2,00	2,00	0,065	0,42	8	7/8"	3,042	187,42048	1,68	\$ 1.794.878	\$ 1.554.454	\$ 3.349.333
2,25	2,25	0,065	0,42	10	7/8"	3,042	264,5656	2,12625	\$ 2.533.678	\$ 1.967.356	\$ 4.501.034
2,50	2,50	0,065	0,46	11	7/8"	3,042	324,43216	2,875	\$ 3.107.005	\$ 2.660.152	\$ 5.767.157
2,75	2,75	0,065	0,50	9	1-1/8"	5,060	486,8872	3,78125	\$ 4.662.795	\$ 3.498.678	\$ 8.161.474
3,00	3,00	0,065	0,55	10	1-1/8"	5,060	591,528	4,95	\$ 5.664.914	\$ 4.580.088	\$ 10.245.002
3,25	3,25	0,065	0,60	13	1-1/8"	5,060	834,6104	6,3375	\$ 7.992.852	\$ 5.863.900	\$ 13.856.753
3,50	3,50	0,065	0,62	14	1-1/8"	5,060	969,6112	7,595	\$ 9.285.721	\$ 7.027.428	\$ 16.313.149

Fuente: Autoría propia.

En la Tabla 9. posee otros parámetros de diseño y su resistencia del terreno tiene un valor de 2 kg/cm²

Tabla 9: Losa resistencia del terreno = 2 kg/cm²

Losa resistencia del terreno = 2 kg/cm ²											
Dimensiones			Espesor h(m)	No. De Barras cruzadas cantidad	Diámetro de barra	kg/m Barra	Total de Kg	Total m ³ concreto	Valor Unitario As	Valor Unitario concreto	Total Costo Unitario
L (m)	L (m)	Gancho (m)									
1,00	1,00	0,065	0,25	9	1/2 "	0,994	16,72064	0,25	\$ 160.129	\$ 231.318	\$ 391.447
1,25	1,25	0,065	0,28	11	1/2 "	0,994	25,84556	0,4375	\$ 247.516	\$ 404.806	\$ 652.322
1,50	1,50	0,065	0,35	10	5/8"	1,552	44,3368	0,7875	\$ 424.602	\$ 728.650	\$ 1.153.253
1,80	1,80	0,065	0,40	10	3/4"	2,235	154,288	1,296	\$ 1.477.577	\$ 1.199.150	\$ 2.676.727
2,00	2,00	0,065	0,45	13	3/4"	2,235	223,6624	1,8	\$ 2.141.958	\$ 1.665.487	\$ 3.807.445
2,25	2,25	0,065	0,47	11	7/8"	3,042	290,97016	2,379375	\$ 2.786.548	\$ 2.201.565	\$ 4.988.113
2,50	2,50	0,065	0,50	13	7/8"	3,042	383,32528	3,125	\$ 3.671.009	\$ 2.891.470	\$ 6.562.479
2,75	2,75	0,065	0,55	10	1-1/8"	5,060	540,928	4,159375	\$ 5.180.330	\$ 3.848.546	\$ 9.028.877
3,00	3,00	0,065	0,62	12	1-1/8"	5,060	709,7296	5,58	\$ 6.796.901	\$ 5.163.008	\$ 11.959.909
3,25	3,25	0,065	0,68	15	1-1/8"	5,060	962,932	7,1825	\$ 9.221.756	\$ 6.645.754	\$ 15.867.510
3,50	3,50	0,065	0,72	17	1-1/8"	5,060	1177,2736	8,82	\$ 11.274.451	\$ 8.160.884	\$ 19.435.335

Fuente: Autoría propia.

Para la Tabla 10. se tienen otros parámetros de diseño y su resistencia del terreno tiene un valor de 2.5 kg/cm²

Tabla 10: Losa resistencia del terreno = 2,5 kg/cm²

Losa resistencia del terreno = 2,5 kg/cm ²											
Dimensiones			Espesor h(m)	No. De Barras cruzadas cantidad	Diámetro de barra	kg/m Barra	Total de Kg	Total m ³ concreto	Valor Unitario As	Valor Unitario concreto	Total Costo Unitario
L (m)	L (m)	Gancho (m)									
1,00	1,00	0,065	0,25	11	1/2 "	0,994	20,37856	0,25	\$ 195.160	\$ 231.318	\$ 426.478
1,25	1,25	0,065	0,3	12	1/2 "	0,994	28,17152	0,46875	\$ 269.792	\$ 433.720	\$ 703.512
1,50	1,50	0,065	0,35	11	5/8"	1,552	48,74448	0,7875	\$ 466.814	\$ 728.650	\$ 1.195.464
1,80	1,80	0,065	0,38	11	3/4"	2,235	169,6648	1,2312	\$ 1.624.837	\$ 1.139.193	\$ 2.764.030
2,00	2,00	0,065	0,42	13	3/4"	2,235	223,6624	1,68	\$ 2.141.958	\$ 1.554.454	\$ 3.696.412
2,25	2,25	0,065	0,45	13	7/8"	3,042	343,77928	2,278125	\$ 3.292.287	\$ 2.107.881	\$ 5.400.168
2,50	2,50	0,065	0,52	15	7/8"	3,042	442,2184	3,25	\$ 4.235.014	\$ 3.007.128	\$ 7.242.142
2,75	2,75	0,065	0,60	14	1"	3,973	594,56296	4,5375	\$ 5.693.979	\$ 4.198.414	\$ 9.892.393
3,00	3,00	0,065	0,68	14	1-1/8"	5,060	827,9312	6,12	\$ 7.928.887	\$ 5.662.654	\$ 13.591.542
3,25	3,25	0,065	0,72	17	1-1/8"	5,060	1091,2536	7,605	\$ 10.450.659	\$ 7.036.681	\$ 17.487.340
3,50	3,50	0,065	0,77	16	1-1/8"	5,060	1108,0528	9,4325	\$ 10.611.541	\$ 8.727.612	\$ 19.339.153

Fuente: Autoría propia.

Posee otros parámetros de diseño y su resistencia del terreno tiene un valor de 1.5 kg/cm² observados en la Tabla 11.

Tabla 11: Losa resistencia del terreno = 3 kg/cm²

Losa resistencia del terreno = 3 kg/cm ²											
Dimensiones			Espesor h(m)	No. De Barras cruzadas cantidad	Diámetro de barra	kg/m Barra	Total de Kg	Total m ³ concreto	Valor Unitario As	Valor Unitario concreto	Total Costo Unitario
L (m)	L (m)	Gancho (m)									
1,00	1,00	0,065	0,30	11	1/2 "	0,994	20,37856	0,3	\$ 195.160	\$ 277.581	\$ 472.741
1,25	1,25	0,065	0,32	13	1/2 "	0,994	30,49748	0,5	\$ 292.067	\$ 462.635	\$ 754.702
1,50	1,50	0,065	0,40	12	5/8"	1,552	53,15216	0,9	\$ 509.025	\$ 832.743	\$ 1.341.768
1,80	1,80	0,065	0,45	13	3/4"	2,235	200,4184	1,458	\$ 1.919.356	\$ 1.349.044	\$ 3.268.400
2,00	2,00	0,065	0,50	13	3/4"	2,235	223,6624	2	\$ 2.141.958	\$ 1.850.541	\$ 3.992.499
2,25	2,25	0,065	0,55	14	7/8"	3,042	370,18384	2,784375	\$ 3.545.157	\$ 2.576.299	\$ 6.121.456
2,50	2,50	0,065	0,62	14	7/8"	3,042	412,77184	3,875	\$ 3.953.011	\$ 3.585.422	\$ 7.538.434
2,75	2,75	0,065	0,65	13	1"	3,973	552,13132	4,915625	\$ 5.287.622	\$ 4.548.282	\$ 9.835.904
3,00	3,00	0,065	0,7	15	1-1/8"	5,060	887,032	6,3	\$ 8.494.881	\$ 5.829.203	\$ 14.324.084
3,25	3,25	0,065	0,77	14	1-1/8"	5,060	898,7712	8,133125	\$ 8.607.304	\$ 7.525.339	\$ 16.132.643
3,50	3,50	0,065	0,80	16	1-1/4"	6,404	1402,22752	9,8	\$ 13.428.778	\$ 9.067.649	\$ 22.496.427

Fuente: Autoría propia.

La Tabla 12. conserva otros parámetros de diseño y su resistencia del terreno tiene un valor de 4 kg/cm²

Tabla 12: Losa resistencia del terreno = 4 kg/cm²

Losa resistencia del terreno = 4 kg/cm ²											
Dimensiones			Espesor h(m)	No. De Barras cruzadas cantidad	Diámetro de barra	kg/m Barra	Total de Kg	Total m ³ concreto	Valor Unitario As	Valor Unitario concreto	Total Costo Unitario
L (m)	L (m)	Gancho (m)									
1,00	1,00	0,065	0,32	12	1/2 "	0,994	22,20752	0,32	\$ 212.676	\$ 296.086	\$ 508.762
1,25	1,25	0,065	0,35	14	1/2 "	0,994	32,82344	0,546875	\$ 314.342	\$ 506.007	\$ 820.349
1,50	1,50	0,065	0,40	16	5/8"	1,552	70,78288	0,9	\$ 677.870	\$ 832.743	\$ 1.510.613
1,80	1,80	0,065	0,50	15	3/4"	2,235	231,172	1,62	\$ 2.213.876	\$ 1.498.938	\$ 3.712.814
2,00	2,00	0,065	0,52	14	7/8"	3,042	327,59584	2,08	\$ 3.137.302	\$ 1.924.562	\$ 5.061.865
2,25	2,25	0,065	0,60	14	1"	3,973	483,31896	3,0375	\$ 4.628.623	\$ 2.810.508	\$ 7.439.132
2,50	2,50	0,065	0,37	16	1"	3,973	615,85824	2,3125	\$ 5.897.918	\$ 2.139.688	\$ 8.037.606
2,75	2,75	0,065	0,70	15	1-1/8"	5,060	811,132	5,29375	\$ 7.768.006	\$ 4.898.150	\$ 12.666.155
3,00	3,00	0,065	0,77	18	1-1/8"	5,060	1064,3344	6,93	\$ 10.192.861	\$ 6.412.123	\$ 16.604.984
3,25	3,25	0,065	0,85	17	1-1/4"	6,404	1380,96624	8,978125	\$ 13.225.164	\$ 8.307.192	\$ 21.532.356
3,50	3,50	0,065	0,87	18	1-1/4"	6,404	1577,44096	10,6575	\$ 15.106.753	\$ 9.861.068	\$ 24.967.821

Fuente: Autoría propia.

Para esta última a tabla se tiene otros parámetros de diseño y su resistencia del terreno tiene un valor de 5 kg/cm², con esta finaliza el análisis total de costos unitarios para cada cuantificación que se obtiene en la cartilla para las losas de cimentación.

Tabla 13: Losa resistencia del terreno = 5 kg/cm²

Losa resistencia del terreno = 5 kg/cm ²											
Dimensiones			Espesor	No. De Barras cruzadas cantidad	Diametro de barra	kg/m Barra	Total de Kg	Total m ³ concreto	Valor Unitario As	Valor Unitario concreto	Total Costo Unitario
L (m)	L (m)	Gancho (m)	h(m)								
1,00	1,00	0,065	0,32	12	5/8"	1,552	34,52816	0,32	\$ 330.667	\$ 296.086	\$ 626.754
1,25	1,25	0,065	0,35	14	5/8"	1,552	51,10352	0,546875	\$ 489.405	\$ 506.007	\$ 995.413
1,50	1,50	0,065	0,42	18	5/8"	1,552	79,59824	0,945	\$ 762.292	\$ 874.380	\$ 1.636.673
1,80	1,80	0,065	0,50	18	3/4"	2,235	277,3024	1,62	\$ 2.655.655	\$ 1.498.938	\$ 4.154.593
2,00	2,00	0,065	0,55	16	7/8"	3,042	374,32096	2,2	\$ 3.584.777	\$ 2.035.595	\$ 5.620.372
2,25	2,25	0,065	0,62	19	7/8"	3,042	502,20664	3,13875	\$ 4.809.506	\$ 2.904.192	\$ 7.713.698
2,50	2,50	0,065	0,70	17	1-1/8"	5,060	833,1936	4,375	\$ 7.979.284	\$ 4.048.058	\$ 12.027.342
2,75	2,75	0,065	0,72	18	1-1/8"	5,060	973,2544	5,445	\$ 9.320.611	\$ 5.038.097	\$ 14.358.708
3,00	3,00	0,065	0,8	20	1-1/8"	5,060	1182,536	7,2	\$ 11.324.848	\$ 6.661.946	\$ 17.986.794
3,25	3,25	0,065	0,87	19	1-1/4"	6,404	1543,37168	9,189375	\$ 14.780.480	\$ 8.502.656	\$ 23.283.135
3,50	3,50	0,065	0,90	20	1-1/4"	6,404	1752,6544	11,025	\$ 16.784.727	\$ 10.201.105	\$ 26.985.832

Fuente: Autoría propia.

12.2 Cantidades y precios unitarios muros de contención

12.2.1 Muros de contención de corona

12.2.1.1 Relleno horizontal y sobrecarga viva

El análisis de costos unitarios para esta parte se desarrolló basado en la altura de cada muro de contención tipo corona, esto para el prototipo de relleno horizontal y sobrecarga viva. En la Tabla 14. detalla los aspectos generales de su dimensionamiento.

Tabla 14 :Dimensionamiento muro corona relleno horizontal y sobrecarga viva

dimensiones muro corona								
H (m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	T (m)	h (m)	B (m)	Vol (m ³ /m)
2,0	0,40	0,25	0,10	0,70	0,35	1,65	1,45	1,02
2,5	0,50	0,30	0,10	1,00	0,40	2,10	1,90	1,40
3,0	0,60	0,30	0,10	1,10	0,40	2,60	2,10	1,79
3,5	0,60	0,30	0,10	1,40	0,40	3,10	2,40	2,25
4,0	0,80	0,30	0,20	1,60	0,50	3,50	2,90	2,90
4,5	0,90	0,30	0,20	1,90	0,50	4,00	3,30	3,60
5,0	1,15	0,30	0,25	2,10	0,55	4,45	3,80	3,98
5,5	1,30	0,30	0,30	2,40	0,60	4,90	4,30	4,73
6,0	1,40	0,30	0,30	2,60	0,60	5,40	4,60	5,19
6,5	1,30	0,30	0,40	3,00	0,70	5,80	5,00	5,90
7,0	1,50	0,30	0,50	3,20	0,80	6,20	5,50	6,72

Fuente: Cartilla INVIAS.

El acero de refuerzo se obtiene mediante la Tabla 15. Donde se puede ver el tipo de varilla que va desde la medida A – F, se observa la altura H para cada apartado y sus diferentes especificaciones como lo son el diámetro, separación de varilla, longitud varilla tramo recto, gancho y su longitud total.

Tabla 15: Refuerzo relleno horizontal y sobrecarga viva

REFUERZO																								TOTAL REFUERZO (kg)/m										
H (m)	Varilla A					Varilla B					Varilla C					Varilla D					Varilla E					Varilla F					Ref de reparación			
	Ø	s	l ₁	g ₁	LT	Ø	Separ	l ₂	g ₂	LT	Ø	Separ	l ₃	g ₃	LT	Ø	Separ	l ₄	g ₄	LT	Ø	Separ	l ₅		g ₅	LT	Ø	Separ	l ₆	g ₆	LT	Ø	s	
2.0	1/2"	0.35	1.60	0.20	2.00	1/2"	0.35	1.60	0.20	2.00	1/2"	0.35	1.90	0.20	2.10												1/2"	0.35	1.90	0.20	2.10	1/2"	0.35	43.7
2.5	1/2"	0.30	1.90	0.20	2.30	1/2"	0.30	1.90	0.20	2.30	1/2"	0.25	2.40	0.20	2.60												1/2"	0.30	2.40	0.20	2.60	1/2"	0.30	62.7
3.0	1/2"	0.30	2.10	0.20	2.50	1/2"	0.20	2.10	0.20	2.50	1/2"	0.15	2.90	0.20	3.10												1/2"	0.30	2.90	0.20	3.10	1/2"	0.30	84.5
3.5	1/2"	0.25	2.35	0.20	2.75	1/2"	0.10	2.35	0.20	2.75	1/2"	0.20	3.40	0.20	3.60	1/2"	0.20	2.80	0.20	3.00							1/2"	0.30	3.40	0.20	3.60	1/2"	0.30	120.8
4.0	1/2"	0.25	2.90	0.20	3.30	1/2"	0.10	2.90	0.20	3.30	1/2"	0.20	3.90	0.20	4.10	1/2"	0.20	3.00	0.20	3.20							1/2"	0.30	3.90	0.20	4.10	1/2"	0.30	140.4
4.5	1/2"	0.15	3.40	0.20	3.80	5/8"	0.15	3.40	0.25	3.90	1/2"	0.20	4.40	0.20	4.60	1/2"	0.20	3.80	0.20	4.00							1/2"	0.30	4.40	0.20	4.60	1/2"	0.30	174.4
5.0	1/2"	0.10	3.70	0.20	4.10	5/8"	0.10	3.70	0.25	4.20	5/8"	0.30	4.85	0.25	5.10	5/8"	0.30	4.00	0.25	4.25	5/8"	0.30	3.00	0.25	3.25	1/2"	0.30	4.90	0.20	5.10	1/2"	0.25	254.8	
5.5	5/8"	0.15	4.10	0.25	4.60	3/4"	0.15	4.10	0.30	4.70	3/4"	0.45	5.35	0.30	5.65	3/4"	0.45	4.00	0.30	4.30	3/4"	0.45	3.60	0.30	3.90	1/2"	0.25	5.40	0.20	5.60	1/2"	0.25	282.3	
6.0	5/8"	0.125	4.50	0.25	5.00	3/4"	0.125	4.50	0.30	5.10	3/4"	0.36	5.90	0.30	6.20	3/4"	0.36	4.40	0.30	4.70	3/4"	0.36	3.70	0.30	4.00	1/2"	0.25	5.90	0.20	6.10	1/2"	0.25	351.0	
6.5	5/8"	0.125	4.70	0.25	5.20	7/8"	0.125	4.70	0.35	5.40	3/4"	0.30	6.35	0.30	6.65	3/4"	0.30	5.00	0.30	5.30	3/4"	0.30	4.50	0.30	4.80	1/2"	0.25	6.40	0.20	6.60	1/2"	0.25	433.0	
7.0	3/4"	0.15	5.00	0.30	5.60	7/8"	0.10	5.00	0.35	5.70	7/8"	0.30	6.85	0.35	7.20	7/8"	0.30	5.65	0.35	6.00	7/8"	0.30	4.65	0.35	5.00	1/2"	0.25	6.90	0.20	7.10	1/2"	0.25	561.6	

Fuente: Cartilla INVIAS.

Especificaciones de los parámetros para la tabla 16.

Tabla 16: Especificaciones tabla 15

<p>Ø= Diámetro de la varilla en pulgadas</p> <p>s= Separación varilla en metros</p> <p>l₁= Longitud varilla tramo recto</p> <p>g₁= longitud gancho en metros</p> <p>LT longitud total varilla en metros</p>

Fuente: Cartilla INVIAS.

El procedimiento realizado aborda el costo de los materiales, las cantidades, mano de obra y herramientas, se analizó para la altura de cada muro tipo corona a partir los 2 m hasta los 7 m. En los materiales se encuentra un concreto de 3000 Psi, formaletas metálicas, parales y un figurado de acero.

Análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 2 m. Costos directos

Tabla 17: Análisis de costo muro tipo corona 2 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 2 m			\$ 1.428.347	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	1,07		\$ 381.611	\$ 408.706
	M2	FORMALETA METALICA	2		\$ 41.700	\$ 83.400
	DIA	PARALES	4		\$ 75	\$ 300
	KG	FIGURADO ACERO	43,7		\$ 9.577	\$ 418.504
		Subtotal Materiales:				\$ 910.909
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
						\$ -
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material				\$ -
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	arifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 910.909	0,1		\$ 91.091
		Subtotal herramienta menor:				\$ 91.091
		Sub total Costos directos				\$ 1.428.347

Fuente: Autoría propia.

Análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 2.5 m. Costos directos

Tabla 18: Análisis de costo muro tipo corona 2,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 2,5 m			\$	1.818.925
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	1,47		\$ 381.611	\$ 560.968
	M2	FORMALETA METALIC	2,5		\$ 41.700	\$ 104.250
	DIA	PAPALES	4		\$ 75	\$ 300
	KG	FIGURADO ACERO	62,7		\$ 9.577	\$ 600.462
		Subtotal Materiales:			\$	1.265.980
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
					\$	-
		Subtotal Equipo:			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material			\$	-
		Subtotal Transporte			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Agudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.963
		Subtotal mano de obra:			\$	426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 1.265.980	0,1	\$	126.598
		Subtotal herramienta mei			\$	126.598
		Sub total Costos directo			\$	1.818.925

Fuente: Autoría propia

Análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 3 m. Costos directos

Tabla 19: Análisis de costo muro tipo corona 3 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 3 m			\$ 2.243.572	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	1,88		\$ 381.611	\$ 717.238
	M2	FORMALETA METALICA	3		\$ 41.700	\$ 125.100
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	84,5		\$ 9.577	\$ 809.235
		Subtotal Materiales:				\$ 1.652.023
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
						\$ -
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3-Km	Transporte Material				\$ -
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 1.652.023	0,1		\$ 165.202
		Subtotal herramienta menor:				\$ 165.202
		Sub total Costos directos				\$ 2.243.572

Fuente: Autoría propia.

Análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 3.5 m. Costos directos

Tabla 20: Análisis de costo muro tipo corona 3,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 3,5 m			\$	2.851.657
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	2,36		\$ 381.611	\$ 901.556
	M2	FORMALETA METALICA	3,5		\$ 41.700	\$ 145.950
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	120,8		\$ 9.577	\$ 1.156.871
		Subtotal Materiales:			\$	2.204.827
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
					\$	-
		Subtotal Equipo:			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3-Km	Transporte Material			\$	-
		Subtotal Transporte			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor Jornal	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:			\$	426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 2.204.827	0,1	\$	220.483
		Subtotal herramienta menor:			\$	220.483
		Sub total Costos directos			\$	2.851.657

Fuente: Autoría propia.

Análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 4 m. Costos directos

Tabla 21: Análisis de costo muro tipo corona 4 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 4 m			\$ 3.367.561	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	3,05	\$ 381.611	\$ 1.162.006	
	M2	FORMALETA METALICA	4	\$ 41.700	\$ 166.800	
	DIA	PARALES	6	\$ 75	\$ 450	
	KG	FIGURADO ACERO	140,4	\$ 9.577	\$ 1.344.575	
		Subtotal Materiales:			\$ 2.673.831	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
2		Equipo				
					\$ -	
		Subtotal Equipo:			\$ -	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
3		Transporte				
	m3-Km	Transporte Material			\$ -	
		Subtotal Transporte			\$ -	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	dimiento	Valor Jornal	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	dimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 2.673.831	0,1		\$ 267.383
		Subtotal herramienta me				\$ 267.383
		Sub total Costos directo				\$ 3.367.561

Fuente: Autoría propia.

Análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 4.5 m. Costos directos

Tabla 22: Análisis de costo muro tipo corona 4,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción	Costo			
	m	MURO CORONA 4,5 m	\$ 4.057.199			
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Pzi	3,78		\$ 381.611	\$ 1.442.490
	M2	FORMALETA METALICA	4,5		\$ 41.700	\$ 187.650
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	174,4		\$ 9.577	\$ 1.670.185
		Subtotal Materiales:				\$ 3.300.775
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	endimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
						\$ -
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material				\$ -
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	endimiento	Valor Joraal	Valor unitario
4		Mano de Obra		Joraal	hora	
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.369
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	rendimiento		Valor Unitario
5		Herramienta Menor		(m3/h)		
	Global	Herramienta Menor	\$ 3.300.775	0,1		\$ 330.077
		Subtotal herramienta menor:				\$ 330.077
		Sub total Costos directos				\$ 4.057.199

Fuente: Autoría propia.

Análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 5.5 m. Costos directos

Tabla 24: Análisis de costo muro tipo corona 5,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 5,5 m			\$ 5.737.793	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	4,97		\$ 381.611	\$ 1.895.272
	M2	FORMALETA METALICA	5,5		\$ 41.700	\$ 229.350
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	282,3		\$ 9.577	\$ 2.703.516
		Subtotal Materiales:			\$ 4.828.587	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
						\$ -
		Subtotal Equipo:			\$ -	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material				\$ -
		Subtotal Transporte			\$ -	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Agudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:			\$ 426.347	
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 4.828.587	0,1		\$ 482.859
		Subtotal herramienta menor:			\$ 482.859	
Sub total Costos directos					\$ 5.737.793	

Fuente: Autoría propia.

Análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 6 m. Costos directos

Tabla 25: Análisis de costo muro tipo corona 6 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 6 m			\$ 6.687.193	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	5,45		\$ 381.611	\$ 2.079.590
	M2	FORMALETA METALICA	6		\$ 41.700	\$ 250.200
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	351		\$ 9.577	\$ 3.361.438
		Subtotal Materiales:				\$ 5.691.678
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
						\$ -
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3-Km	Transporte Material				\$ -
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 5.691.678	0,1		\$ 569.168
		Subtotal herramienta menor:				\$ 569.168
Sub total Costos directos						\$ 6.687.193

Fuente: Autoría propia.

Análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 6.5 m. Costos directos

Tabla 26: Análisis de costo muro tipo corona 6,5 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 6,5 m			\$ 7.886.890	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	6,20		\$ 381.611	\$ 2.364.081
	M2	FORMALETA METALICA	6,5		\$ 41.700	\$ 271.050
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	433		\$ 9.577	\$ 4.146.731
		Subtotal Materiales:				\$ 6.782.312
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
						\$ -
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3-Km	Transporte Material				\$ -
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor Jornal	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Agudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 6.782.312	0,1		\$ 678.231
		Subtotal herramienta menor				\$ 678.231
		Sub total Costos directos				\$ 7.886.890

Fuente: Autoría propia.

Por último, el análisis de costo muro tipo corona, para una altura de 7 m. Costos directos

Tabla 27: Análisis de costo muro tipo corona 7 m, relleno horizontal y sobrecarga viva

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 7m			\$	9.625.976
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	7,06		\$ 381.611	\$ 2.692.648
	M2	FORMALETA METALICA	7		\$ 41.700	\$ 291.900
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	561,6		\$ 9.577	\$ 5.378.301
		Subtotal Materiales:			\$	8.363.299
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
					\$	-
		Subtotal Equipo:			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3-Km	Transporte Material			\$	-
		Subtotal Transporte			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Agudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:			\$	426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 8.363.299	0,1	\$	836.330
		Subtotal herramienta men:			\$	836.330
		Sub total Costos directos			\$	9.625.976

Fuente: Autoría propia.

Finalmente se evidencia el cálculo costo o valor unitario, donde se tuvieron presentes los principales parámetros como la altura del muro, el volumen de concreto y el refuerzo de acero.

Tabla 28: Costo unitario muro tipo corona, relleno horizontal y sobrecarga viva

MURO TIPO CORONA			
Altura Muro (m)	Vol concreto (m ³ /m)	Total Refuerzo (kg)/m	Valor unitario (m) (m)
2,0	1,30	43,7	\$ 1.428.347
2,5	1,80	62,7	\$ 1.818.925
3,0	2,05	84,5	\$ 2.243.572
3,5	2,35	120,8	\$ 2.851.657
4,0	3,15	140,4	\$ 3.367.561
4,5	3,55	174,4	\$ 4.057.199
5,0	4,28	254,8	\$ 5.094.591
5,5	5,09	282,3	\$ 5.737.793
6,0	5,49	351,0	\$ 6.687.193
6,5	6,70	433,0	\$ 7.886.890
7,0	8,11	561,6	\$ 9.625.976

Fuente: Autoría propia.

12.2.1.2 Relleno inclinado

El análisis de costos unitarios para esta parte se desarrolló basado en la altura de cada muro de contención tipo corona, esto para el prototipo de relleno inclinado. En la tabla 29. detalla los aspectos generales de su dimensionamiento.

Tabla 29: Dimensionamiento muro corona relleno inclinado.

dimensiones muro corona								
H (m)	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	T (m)	h (m)	B (m)	Vol (m ³ /m)
2,0	0,40	0,25	0,10	0,70	0,35	1,65	1,45	1,30
2,5	0,50	0,30	0,10	1,00	0,40	2,10	1,90	1,80
3,0	0,60	0,30	0,10	1,10	0,40	2,60	2,10	2,05
3,5	0,60	0,30	0,10	1,40	0,40	3,10	2,40	2,35
4,0	0,80	0,30	0,20	1,60	0,50	3,50	2,90	3,15
4,5	0,90	0,30	0,20	1,90	0,50	4,00	3,30	3,55
5,0	1,15	0,30	0,25	2,10	0,55	4,45	3,80	4,25
5,5	1,30	0,30	0,30	2,40	0,60	4,90	4,30	5,09
6,0	1,40	0,30	0,30	2,60	0,60	5,40	4,60	5,49
6,5	1,30	0,30	0,40	3,00	0,70	5,80	5,00	6,70
7,0	1,50	0,30	0,50	3,20	0,80	6,20	5,50	8,11

Fuente: Cartilla INVIAS.

Para el acero de refuerzo se obtiene mediante la Tabla 30. Donde se puede ver el tipo de varilla que va desde la medida A – F, se observa la altura H para cada apartado y sus diferentes especificaciones entre ellas el diámetro, separación de varilla, longitud varilla tramo recto, gancho y su longitud total.

Tabla 30: Refuerzo relleno inclinado

REFUERZO																								TOTAL REFUERZO (kg/m)										
H (m)	Varilla A					Varilla B					Varilla C					Varilla D					Varilla E					Varilla F					Ref de repartición			
	Ø	s	l ₁	g ₁	LT	Ø	Separ	l ₂	g ₂	LT	Ø	Separ	l ₃	g ₃	LT	Ø	Separ	l ₄	g ₄	LT	Ø	Separ	l ₅		g ₅	LT	Ø	Separ	l ₆	g ₆	LT	Ø	s	
2.0	1/2"	0.35	1.60	0.20	2.00	1/2"	0.35	1.60	0.20	2.00	1/2"	0.35	1.90	0.20	2.10																			43.7
2.5	1/2"	0.30	1.90	0.20	2.30	1/2"	0.30	1.90	0.20	2.30	1/2"	0.25	2.40	0.20	2.60																			62.7
3.0	1/2"	0.30	2.10	0.20	2.50	1/2"	0.20	2.10	0.20	2.50	1/2"	0.15	2.90	0.20	3.10																			84.5
3.5	1/2"	0.25	2.35	0.20	2.75	1/2"	0.10	2.35	0.20	2.75	1/2"	0.20	3.40	0.20	3.60	1/2"	0.20	2.80	0.20	3.00														120.8
4.0	1/2"	0.25	2.90	0.20	3.30	1/2"	0.10	2.90	0.20	3.30	1/2"	0.20	3.90	0.20	4.10	1/2"	0.20	3.00	0.20	3.20														140.4
4.5	1/2"	0.15	3.40	0.20	3.80	5/8"	0.15	3.40	0.25	3.90	1/2"	0.20	4.40	0.20	4.60	1/2"	0.20	3.80	0.20	4.00														174.4
5.0	1/2"	0.10	3.70	0.20	4.10	5/8"	0.10	3.70	0.25	4.20	5/8"	0.30	4.85	0.25	5.10	5/8"	0.30	4.00	0.25	4.25	5/8"	0.30	3.00	0.25	3.25	1/2"	0.30	4.90	0.20	5.10	1/2"	0.25		254.8
5.5	5/8"	0.15	4.10	0.25	4.60	3/4"	0.15	4.10	0.30	4.70	3/4"	0.45	5.35	0.30	5.65	3/4"	0.45	4.00	0.30	4.30	3/4"	0.45	3.60	0.30	3.90	1/2"	0.25	5.40	0.20	5.60	1/2"	0.25		282.3
6.0	5/8"	0.125	4.50	0.25	5.00	3/4"	0.125	4.50	0.30	5.10	3/4"	0.36	5.90	0.30	6.20	3/4"	0.36	4.40	0.30	4.70	3/4"	0.36	3.70	0.30	4.00	1/2"	0.25	5.90	0.20	6.10	1/2"	0.25		351.0
6.5	5/8"	0.125	4.70	0.25	5.20	7/8"	0.125	4.70	0.35	5.40	3/4"	0.30	6.35	0.30	6.65	3/4"	0.30	5.00	0.30	5.30	3/4"	0.30	4.50	0.30	4.80	1/2"	0.25	6.40	0.20	6.60	1/2"	0.25		433.0
7.0	3/4"	0.15	5.00	0.30	5.60	7/8"	0.10	5.00	0.35	5.70	7/8"	0.30	6.85	0.35	7.20	7/8"	0.30	5.65	0.35	6.00	7/8"	0.30	4.65	0.35	5.00	1/2"	0.25	6.90	0.20	7.10	1/2"	0.25		561.6

Fuente: Cartilla INVIAS.

Especificaciones de los parámetros para la tabla 30.

Ilustración 14: Especificaciones tabla 30

Ø= Diámetro de la varilla en pulgadas
s= Separación varilla en metros
l ₁ = Longitud varilla tramo recto
g ₁ = longitud gancho en metros
LT longitud total varilla en metros

Fuente: Cartilla INVIAS.

La manera que se realizó el cálculo para este tipo de muro de relleno inclinado aborda el costo de los materiales, las cantidades, mano de obra y herramientas, se analizó para la altura de cada muro tipo corona a partir los 2 m hasta los 7 m. En los materiales se encuentra un concreto de 3000 Psi, formaletas metálicas, parales y un figurado de acero.

Calculo análisis de costo muro tipo corona relleno inclinado, altura de 2 m. Costos directos

Tabla 31: Análisis de costo muro tipo corona 2 m, inclinado

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 2 m			\$ 1.660.265	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	1,37		\$ 381.611	\$ 520.899
	M2	FORMALETA METALICA	2		\$ 41.700	\$ 83.400
	DIA	PARALES	4		\$ 75	\$ 300
	KG	FIGURADO ACERO	54		\$ 9.577	\$ 517.144
		Subtotal Materiales:				\$ 1.121.744
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
					\$	-
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material			\$	-
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	arifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 1.121.744	0,1		\$ 112.174
		Subtotal herramienta menor:				\$ 112.174
		Sub total Costos directos				\$ 1.660.265

Fuente: Autoría propia.

Calculo análisis de costo muro tipo corona relleno inclinado, altura de 2.5 m. Costos directos

Tabla 32: Análisis de costo muro tipo corona 2,5 m, inclinado

Unidad	Descripción			Costo		
m	MURO CORONA 2,5 m			\$ 2.048.955		
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
1	Materiales					
M3	CONCRETO 3000 Psi	1,89		\$ 381.611	\$ 721.245	
M2	FORMALETA METALIC	2,5		\$ 41.700	\$ 104.250	
DIA	PARALES	4		\$ 75	\$ 300	
KG	FIGURADO ACERO	67,8		\$ 9.577	\$ 649.303	
		Subtotal Materiales:		\$	1.475.098	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2	Equipo					
					\$ -	
		Subtotal Equipo:		\$	-	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3	Transporte					
m3 -Km	Transporte Material				\$ -	
		Subtotal Transporte		\$	-	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4	Mano de Obra					
Un	Oficial	1		17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
Un	Agudante	1		18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:			\$	426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5	Herramienta Menor					
Global	Herramienta Menor	\$ 1.475.098		0,1	\$	147.510
		Subtotal herramienta menor:			\$	147.510
		Sub total Costos directos			\$	2.048.955

Fuente: Autoría propia.

Calculo análisis de costo muro tipo corona relleno inclinado, altura de 3 m. Costos directos

Tabla 33: Análisis de costo muro tipo corona 3 m, inclinado

	Unidad	Descripción			Costo
	m	MURO CORONA 3 m			\$ 2.370.812
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario
1		Materiales			Valor parcial
	M3	CONCRETO 3000 Psi	2,15		\$ 381.611
	M2	FORMALETA METALICA	3		\$ 41.700
	DIA	PARALES	6		\$ 75
	KG	FIGURADO ACERO	85,7		\$ 9.577
		Subtotal Materiales:			\$ 1.767.695
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario
2		Equipo			Valor parcial
					\$ -
		Subtotal Equipo:			\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario
3		Transporte			Valor parcial
	m3-Km	Transporte Material			\$ -
		Subtotal Transporte			\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora
4		Mano de Obra			Valor unitario
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679
	Un	Agudante	1	18	\$ 10.387
		Subtotal mano de obra:			\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)	Valor Unitario
5		Herramienta Menor			
	Global	Herramienta Menor	\$ 1.767.695	0,1	\$ 176.770
		Subtotal herramienta menor:			\$ 176.770
		Sub total Costos directos			\$ 2.370.812

Fuente: Autoría propia.

Calculo análisis de costo muro tipo corona relleno inclinado, altura de 3.5 m. Costos directos

Tabla 34: Análisis de costo muro tipo corona 3,5 m, inclinado

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 3,5 m			\$	2.977.902
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	2,47		\$ 381.611	\$ 941.625
	M2	FORMALETA METALICA	3,5		\$ 41.700	\$ 145.950
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	128,6		\$ 9.577	\$ 1.231.570
		Subtotal Materiales:			\$	2.319.595
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
					\$	-
		Subtotal Equipo:			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material			\$	-
		Subtotal Transporte			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ajudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:			\$	426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 2.319.595	0,1	\$	231.960
		Subtotal herramienta menor:			\$	231.960
		Sub total Costos directos			\$	2.977.902

Fuente: Autoría propia.

Calculo análisis de costo muro tipo corona relleno inclinado, altura de 4 m. Costos directos

Tabla 35: Análisis de costo muro tipo corona 4 m, inclinado

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 4 m			\$ 3.741.112	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	3,31	\$ 381.611	\$ 1.262.179	
	M2	FORMALETA METALICA	4	\$ 41.700	\$ 166.800	
	DIA	PARALES	6	\$ 75	\$ 450	
	KG	FIGURADO ACERO	165,4	\$ 9.577	\$ 1.583.994	
		Subtotal Materiales:			\$ 3.013.423	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	dimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
					\$	-
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3-Km	Transporte Material			\$	-
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	dimiento	Valor Jornal	Valor unitario
4		Mano de Obra		Jornal	hora	
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	dimiento		Valor Unitario
5		Herramienta Menor		(m3/h)		
	Global	Herramienta Menor	\$ 3.013.423	0,1	\$	301.342
		Subtotal herramienta me				\$ 301.342
		Sub total Costos directc				\$ 3.741.112

Fuente: Autoría propia.

Calculo análisis de costo muro tipo corona relleno inclinado, altura de 5 m. Costos directos

Tabla 37: Análisis de costo muro tipo corona 5 m, inclinado

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 5 m			\$	6.131.726
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	4,49		\$ 381.611	\$ 1.714.960
	M2	FORMALETA METALICA	5		\$ 41.700	\$ 208.500
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	340,7		\$ 9.577	\$ 3.262.798
		Subtotal Materiales:			\$	5.186.708
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
					\$	-
		Subtotal Equipo:			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material			\$	-
		Subtotal Transporte			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:			\$	426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 5.186.708	0,1	\$	518.671
		Subtotal herramienta menor			\$	518.671
		Sub total Costos directos			\$	6.131.726

Fuente: Autoría propia.

Calculo análisis de costo muro tipo corona relleno inclinado, altura de 6 m. Costos directos

Tabla 39: Análisis de costo muro tipo corona 6 m, inclinado

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 6 m			\$ 9.157.009	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	5,76		\$ 381.611	\$ 2.199.797
	M2	FORMALETA METALICA	6		\$ 41.700	\$ 250.200
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	572,9		\$ 9.577	\$ 5.486.518
		Subtotal Materiales:				\$ 7.936.966
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
						\$ -
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3-Km	Transporte Material				\$ -
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Agudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 7.936.966	0,1		\$ 793.697
		Subtotal herramienta menor:				\$ 793.697
		Sub total Costos directos				\$ 9.157.009

Fuente: Autoría propia.

Calculo análisis de costo muro tipo corona relleno inclinado, altura de 6.5 m. Costos directos

Tabla 40: Análisis de costo muro tipo corona 6,5 m, inclinado

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 6,5 m			\$ 10.767.760	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	7,04		\$ 381.611	\$ 2.684.634
	M2	FORMALETA METALICA	6,5		\$ 41.700	\$ 271.050
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	673		\$ 9.577	\$ 6.445.151
		Subtotal Materiales:				\$ 9.401.285
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
						\$ -
		Subtotal Equipo:				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material				\$ -
		Subtotal Transporte				\$ -
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Agudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:				\$ 426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 9.401.285	0,1		\$ 940.128
		Subtotal herramienta meno				\$ 940.128
		Sub total Costos directos				\$ 10.767.760

Fuente: Autoría propia.

Calculo análisis de costo muro tipo corona relleno inclinado, altura de 7 m. Costos directos

Tabla 41: Análisis de costo muro tipo corona 7 m, inclinado

	Unidad	Descripción			Costo	
	m	MURO CORONA 7m			\$	12.539.351
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
1		Materiales				
	M3	CONCRETO 3000 Psi	8,52		\$ 381.611	\$ 3.249.610
	M2	FORMALETA METALICA	7		\$ 41.700	\$ 291.900
	DIA	PARALES	6		\$ 75	\$ 450
	KG	FIGURADO ACERO	780		\$ 9.577	\$ 7.469.862
		Subtotal Materiales:			\$	11.011.822
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
						\$ -
		Subtotal Equipo:			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3-Km	Transporte Material			\$	-
		Subtotal Transporte			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	17,5	\$ 13.679	\$ 239.378
	Un	Ayudante	1	18	\$ 10.387	\$ 186.969
		Subtotal mano de obra:			\$	426.347
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 11.011.822	0,1		\$ 1.101.182
		Subtotal herramienta men:			\$	1.101.182
		Sub total Costos directos			\$	12.539.351

Fuente: Autoría propia

En conclusión, se efectúa el cálculo costo o valor unitario, donde se tuvieron presentes los principales parámetros como la altura del muro, el volumen de concreto y el refuerzo de acero.

Tabla 42: Costo unitario muro tipo corona, inclinado

MURO TIPO CORONA			
Altura Muro	Vol concreto	Total Refuerzo	Valor unitario (m)
(m)	(m ³ /m)	(kg)/m	(m)
2,0	1,30	43,7	\$ 1.660.265
2,5	1,80	62,7	\$ 2.048.955
3,0	2,05	84,5	\$ 2.370.812
3,5	2,35	120,8	\$ 2.977.902
4,0	3,15	140,4	\$ 3.741.112
4,5	3,55	174,4	\$ 4.631.409
5,0	4,28	254,8	\$ 6.131.726
5,5	5,09	282,3	\$ 7.128.994
6,0	5,49	351,0	\$ 9.157.009
6,5	6,70	433,0	\$ 10.767.760
7,0	8,11	561,6	\$ 12.539.351

Fuente: Autoría propia.

12.2.2 Muros en gavión

Los análisis de costos unitarios y cantidades en los muros de gavión se tuvieron en cuenta a partir de su dimensión y volumen, teniendo presente que uno era con sobrecarga y el otro sin sobrecarga. La Tabla 43. Muestra las medidas nominales y numero de celdas para los gaviones, también su dimensionamiento como lo es el largo, altura, ancho, No. de celdas y el volumen propuesto.

Tabla 43: Medidas nominales y numero de celdas de los gaviones

Medidas nominales y numero de celdas de los gaviones				
Largo (l)	Ancho (a)	Altura (h)	No. de celdas	Volumen
(m)	(m)	(m)	(m)	(m ³)
2	1	1	2	2
3	1	1	3	3
4	1	1	4	4
2	1	0,5	2	1
3	1	0,5	3	2
4	1	0,5	4	2

Fuente: Cartilla INVIAS.

Seguidamente se efectúa al análisis de costo para el muro tipo gavión donde se encuentra los materiales en los cuales se encuentra la piedra para gavión, alambre galvanizado No. 12, formaleta para gaviones y su respectiva malla referenciada por el INVIAS, posterior a ello las cantidades de cada material el costo de mano de obra y herramienta concluyendo con el total del costo.

Tabla 44: Análisis de costo para muro gavión

	Unidad	Descripción			Costo	
	m3	MURO GAVION			\$ 305.691	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Valor unitario	Valor parcial	
1		Materiales				
	M3	PIEDRA GAVION	1,10	\$ 60.000	\$ 66.000	
	KG	ALAMBRE GALVANIZADO NO. 12	1,15	\$ 7.400	\$ 8.510	
	M2	FORMALETA (GAVIONES)	2,0	\$ 4.500	\$ 9.000	
	U	MALLA PARA GAVIONES (2m3) TIPO INVIAS	0,5	\$ 170.000	\$ 85.000	
		Subtotal Materiales:			\$ 168.510	
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento	Valor unitario	Valor parcial
2		Equipo				
					\$	-
		Subtotal Equipo:			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad		Valor unitario	Valor parcial
3		Transporte				
	m3 -Km	Transporte Material			\$	-
		Subtotal Transporte			\$	-
Código	Unidad	Descripción	Cantidad	Rendimiento Jornal	Valor Jornal hora	Valor unitario
4		Mano de Obra				
	Un	Oficial	1	5	\$ 13.679	\$ 68.394
	Un	Agudante	1	5	\$ 10.387	\$ 51.938
		Subtotal mano de obra:				\$ 120.330
Código	Tipo	Descripción	Tarifa/hora	Rendimiento (m3/h)		Valor Unitario
5		Herramienta Menor				
	Global	Herramienta Menor	\$ 168.510	0,1		\$ 16.851
		Subtotal herramienta menor:				\$ 16.851
		Sub total Costos directos				\$ 305.691

Fuente: Autoría propia.

Finalmente se encuentran dos parámetros de muros tipo gavión, en el primero se encuentra con un valor de sobrecarga donde su volumen de concreto aumenta y sus presiones actuantes varían respecto a su fuerza aplicada para la base. Para el segundo no tiene sobrecarga alguna con diferente volumen de concreto y resistencia actuante en la base.

El valor unitario se determina a partir del costo total por el volumen en cada una de las cuantificaciones observadas en la Tabla 45 y 46.

Tabla 45: Análisis costo unitario muro gavión, con sobrecarga

Con sobrecarga						
Muro No.	Dimensión		Volumen/m (m ³ /m)	Presiones actuantes en base		Valor unitario \$
	Altura (m)	Base (m)		Estado limite de resientecia I	Estado limite de evento II	
I	3	4	8,5	0,037 Mpa	0,037 Mpa	\$ 2.598.369,49
II	4	5	14	0,048 Mpa	0,048 Mpa	\$ 4.279.667,39

Fuente: Autoría propia.

Tabla 46: Análisis costo unitario muro gavión, sin sobrecarga

Sin sobrecarga						
Muro No.	Dimensión		Volumen/m (m ³ /m)	Presiones actuantes en base		Valor unitario \$
	Altura (m)	Base (m)		Estado limite de resientecia I	Estado limite de evento II	
I	3	3	6,5	0,038 Mpa	0,043 Mpa	\$ 1.986.988,43
II	4	4	10,5	0,046Mpa	0,050 Mpa	\$ 3.209.750,55

Fuente: Autoría propia.

CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación logró determinar el costo por unidad de producción para cada uno de los elementos propuestos, donde fue evidenciado todo el desarrollo efectuado en el cálculo de cantidades y precios reales que se ejecutan en la construcción de estos elementos.

Para el análisis de lo mencionado anteriormente como primera instancia se verifico las cantidades de obra de cada uno de los elementos estructurales, empezando primero por las losas de cimentación en donde se identifica el dimensionamiento en cada una de las resistencias del terreno. Por otra parte, se encuentra los muros de contención igualmente con sus dimensiones para los muros tipo corona y gavión.

Se realizo una base de datos de precios incluyendo tarifas de alquiler como mano de obra, equipo o herramienta, esto por cada elemento analizado solamente con el total de costos directos. Para esta parte se logró afianzar un poco más los conocimientos de manejo de herramientas ofimáticas como lo es Excel, ya que este software permite realizar una memoria de cálculo, con el fin de tener un análisis puntual de cada uno de los resultados obtenidos.

Para el cálculo de los costos unitarios que se obtuvieron, se realizó en base a todas las cantidades de obra que poseen los elementos analizados, para esto se tuvo en cuenta el tipo de concreto utilizado que es de 3000 psi, el acero de refuerzo, y sus diferentes parámetros que los componen. Dando como resultado el costo por unidad de producción de cada elemento que compone la losa de cimentación y los muros de contención.

Se da a conocer la importancia del cálculo y gestión de cantidades de obra y costos unitarios de producción, ya que con este tipo de procedimientos se puede definir los logros o pérdidas que se generen en estas actividades, identificando el análisis de producción en cada uno de los elementos de construcción.

Es importante también tener presente que la parte de presupuestos de obra es muy esencial para la sociedad y a la hora de graduarse como ingeniero civil, ya que en una oportunidad laboral estos procesos de análisis de cantidades de obra y precios unitarios es por lo que se empieza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Nacional de Vías de Colombia. CARTILLA GUIA PARA LA EVALUACION DE CANTIDADES Y EJECUCION DE PRESUPUESTOS PARA LA CONSTRUCCION DE OBRAS DE LA RED TERCIARIA Y FERREA. Colombia. Diciembre 2017. Pag 31

Instituto Nacional de Vías de Colombia. Objetivos y Funciones. Colombia. 20/11/2012. Párrafo 1. Disponible en:

Instituto Nacional de Vías de Colombia. Objetivos y Funciones. Colombia. 20/11/2012. Párrafo 2. Disponible en: <https://www.invias.gov.co/index.php/informacion-institucional/objetivos-y-funciones#:~:text=El%20Instituto%20Nacional%20de%20V%C3%ADas%20inici%C3%B3%20labor%20el%20primero%20de,Transporte%2C%20que%20tuviera%20como%20objetivo>

A. Sánchez Ríos " Los levantamientos y procesos topográficos en los proyectos de construcción e ingeniería civil". Diciembre 2020. Pag.2

G. Jaramillo Botero "Costos y presupuestos aplicados a la construcción" Mundo del Libro Editores. Pag 108. 2016

J. Montoya Avecias "Manual de Primeros Auxilios Básicos" Comité logístico Permanente de protección civil y seguridad. México, 2006.

Torres Rafael. Análisis y diseño de muros de contención de concreto armado. (2008) Pag 5

Alva H. Jorge E. Diseño de cimentaciones. Teóricos y Aplicaciones Prácticas. Universidad nacional de ingeniería. Pag 16.

Cimentaciones. Nuevas Tecnologías en Acero de Refuerzo. Pag 7

Yepes P. Víctor. Procedimientos de construcción de cimentaciones y estructuras de contención. Pag 6

Ballón Andrés, Echenique Sosa. Análisis de estabilidad de muros de contención de acuerdo con las zonas sísmicas del Perú. Lima, 2017. Trabajo de investigación (ingeniero civil). Universidad Peruana de ciencias aplicadas. Facultad ingeniería. Pag 9

Guarín Gabriel. Análisis de las fallas del muro de contención de la carrera 7 con calle 14 y 11 de Girardot, Cundinamarca. Colombia, 2018. Trabajo de investigación (ingeniero civil). Corporación Universitaria Minuto de Dios. Facultad ingeniería. Pag 10

López Efraín. Diseño de obra de contención en el costado occidental de la quebrada Menzuli sede recreacional de Comfenalco Santander. Colombia, 2014. Trabajo de investigación (Especialización en Geotecnia Ambiental). Universidad de Santander. Escuela internacional de posgrados.

Duarte Angelica, Martínez Sabrina. Manual práctico de control de costos en obras civiles, aplicando a construcción en edificaciones. En foque básico para el ingeniero. Venezuela, Caracas. 2011. Trabajo de investigación (ingeniero civil). Facultad de ingeniería.

L. E Viaña Fernandez " Manual de costos y presupuestos" Instituto tecnológico de soledad Atlántico, p.15. abril 2021

G. Jaramillo Bootero "Costos y presupuestos aplicados a la construcción" Mundo del Libro Editores. p 108. 2016

J. Montoya Avecias "Manual de Primeros Auxilios Básicos" Comité logístico Permanente de protección civil y seguridad.México, 2006.

S. V, Gonzalo. Contabilidad Administrativa. Página 137. Editorial ECOE EDICIONES. Bogotá 2007.

M. Córdoba padilla. "Formulación y evaluación de proyectos" primera edición. Ecoe Ediciones.

Anzuetto Byron. Análisis de costos para muros de gavión para prevenir la erosión en bordas del río Guacalate, escuintla, Guatemala. Trabajo de investigación (ingeniero civil). Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad ingeniería. Pag 8

Instituto Nacional de Vías, INVIAS 2013. Rellenos para estructuras. Artículo 610-13. Disponible:

<http://gerconcesion.co/invias2013/610%20RELLENOS%20PARA%20ESTRUCTURAS.pdf>

REFERENCIA COMPLEMENTARIA

B. B. Lapatner "Broken Buildings, Busted Budgets" How to fix American's Trillion-Dollar Construction Industry. 2007

E. Allen and J. Iano. "Fundamentals Of Building Construction" Seventh Edition. 2019

M. Neda, G. Sadjad and P. Vagelis "Cost-Based Optimum Design of Reinforced Concrete Retaining Walls Considering Different Methods of Bearing Capacity Computation" 2019

S. Biswas, S. Metya. S. Kumar and P. Samui "Advances in Sustainable Construction Materials: Select Proceedings of ASCM 2020" 2020

R.R. Venkataraman, J.K. Pinto, "Cost and value management in projects" John Wiley & Sons Inc. Canada 2008.