



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA

SEDE CUENCA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE
CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA
ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ EN EL SECTOR PALMAS**

Trabajo de titulación previo a la obtención del
título de Ingeniero Civil

AUTORES: ANDERSSON FERNANDO FAJARDO CANDO

MAYRA KARINA MACAO PILCO

TUTOR: ING. JULIO CÉSAR JURADO MOGROVEJO

Cuenca - Ecuador

2023

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Nosotros, Andersson Fernando Fajardo Cando con documento de identificación N° 0106238090 y Mayra Karina Macao Pilco con documento de identificación N° 0106717499; manifestamos que:

Somos los autores y responsables del presente trabajo; y, autorizamos a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Cuenca, 17 de julio del 2023

Atentamente,

Andersson Fernando Fajardo Cando

0106238090

Mayra Karina Macao Pilco

0106717499

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERISDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Nosotros, Andersson Fernando Fajardo Cando con documento de identificación N° 0106238090 y Mayra Karina Macao Pilco con documento de identificación N° 0106717499, expresamos nuestra voluntad y por medio del presente documento cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del Proyecto técnico: “Análisis comparativo técnico-económico entre un muro de contención de hormigón armado y muro de contención de tierra armada para la vía Guarumales-Méndez en el sector Palmas”, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Civil, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribimos este documento en el momento que hacemos la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 17 de julio del 2023

Atentamente,

Andersson Fernando Fajardo Cando

0106238090

Mayra Karina Macao Pilco

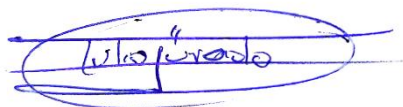
0106717499

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Julio César Jurado Mogrovejo con documento de identificación N° 0105137665, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ EN EL SECTOR PALMAS, realizado por Andersson Fernando Fajardo Cando con documento de identificación N° 0106238090 y por Mayra Karina Macao Pilco con documento de identificación N° 0106717499, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Proyecto técnico que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Cuenca, 17 de julio del 2023

Atentamente,



Ing. Julio César Jurado Mogrovejo

0105137665

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios y a la virgen María por darme las fuerzas de llevar cumplir una meta más en mi vida, agradezco por la vida y salud que me han dado.

Agradezco a mis padres Juan y Elvia, quienes me han apoyado en todo momento y me han impulsado a culminar con mis estudios.

A la Universidad Politécnica Salesiana, por a haberme acogido y permitirme formar parte de esta institución, también agradezco a los docentes quienes me han aconsejado y ayudado a formarme como una profesional.

A mis compañeros quienes han estado desde del inicio de la carrera, quienes a pesar de los malos momentos han estado ahí apoyándome a no rendirme y seguir adelante.

Así mismo, quiero agradecer a mi tutor de tesis el Ing. Julio Jurado, por su paciencia y tiempo dedicado en este proyecto, quien gracias a sus conocimientos pude llegar a la recta final.

Mayra Karina

AGRADECIMEINTOS

Agradezco a Dios por haberme guiado y dado las fuerzas necesarias para culminar esta etapa de mi vida.

A mis padres por siempre confiar en mí y motivarme a cumplir todas mis metas.

A mi familia por siempre haberme brindado su apoyo incondicional.

De igual manera, agradecer a mi tutor de tesis el Ing. Julio Jurado por su apoyo, paciencia y consejos brindados a lo largo de este periodo.

Andersson Fajardo

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mis padres Juan y Elvia, quienes me han guiado por un buen camino, aconsejado y estado en cada uno de mis logros, y sobre todo me han ayudado a convertirme en la mujer que hoy en día soy.

A mis hermanos Enrique, René y Byron por darme apoyo moral y estar en los momentos que los necesité.

Mayra Karina

DEDICATORIA

A mis padres,

Holger Fajardo y Magdalena Cando, quienes con mucho esfuerzo, amor y dedicación me han acompañado en cada una de las etapas de mi vida y me han brindado su apoyo incondicional permitiéndome así cumplir mis sueños.

A mis abuelos,

Raúl Cando y Gladis Matute, pilares fundamentales en mi proceso de formación como persona, quienes gracias a los valores que me han inculcado y por siempre estar al pendiente de mi bienestar me han permitido llegar hasta este punto.

A mi tía,

Monika Priscila, que a pesar de la distancia siempre ha demostrado su amor y confianza hacia mí, alentándome a siempre superarme a pesar de las adversidades.

A mis amigos,

Roberth Ramón, Wilman Cabrera y Alejandro Rivas, quienes me han acompañado y motivado a lo largo de estos 5 años, en donde hemos compartido grandiosos momentos los cuales he disfrutado y me han dejado grandes enseñanzas.

Andersson Fernando Fajardo Cando

ÍNDICE

CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUDITORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN A LA UNIVERISDAD POLITÉCNICA SALESIANA	II
CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	III
AGRADECIMIENTO	IV
DEDICATORIA.....	VI
RESUMEN.....	XIII
ABSTRACT	XV
1. INTRODUCCIÓN	17
1.1. Introducción	17
1.2. Problema de Estudio.....	17
1.2.1. Antecedentes.....	18
1.2.2. Importancia y alcances.....	18
1.2.3. Delimitación	19
1.3. Objetivos	20
1.3.1. Objetivo General.....	20
1.3.2. Objetivos Específicos.....	20
2. MARCO TEÓRICO.....	21
2.1. Muro de contención.....	21
2.2. Clasificación de los muros.....	21
2.2.1. Muros de contención flexibles.....	21
2.2.2. Muros de contención rígidos	24
2.3. Consideraciones de diseño	24
2.4. Parámetros del suelo.....	25
2.4.1. Clasificación del suelo	25
2.4.2. Límites de Atterberg	25
2.4.3. Parámetros de resistencia al corte.....	26
2.5. Evaluación del Empuje de Tierras.....	26
2.5.1. Empuje Activo.....	26
2.5.2. Empuje Pasivo	27
2.6. Teoría de empuje de tierras.....	28
2.7. Drenaje.....	29
2.8. Estabilidad.....	30

2.8.1.	Estabilidad a Volcamiento	30
2.8.2.	Estabilidad a Deslizamiento	31
2.9.	Capacidad de carga última del suelo	32
2.10.	Teoría de Terzaghi de la capacidad de carga última	32
3.	MARCO METODOLOGICO.....	34
3.1.	Metodología de la investigación	34
3.2.	Tipo de investigación.....	35
3.3.	Nivel de investigación	35
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección	35
3.5.	Clasificación del suelo.....	36
3.6.	Determinación de parámetros de resistencia al corte	36
3.7.	Diseño del muro de concreto armado.....	36
3.8.	Diseño de muro de tierra armada	36
3.9.	Elaboración del presupuesto	37
4.	RESULTADOS.....	38
4.1.	Teoría de Ensayos de Laboratorio.....	38
4.1.1.	Granulometría.....	38
4.1.2.	Límites de Atterberg	39
4.1.2.1.	Límite líquido.....	39
4.1.2.2.	Límite plástico.....	41
4.1.3.	Índice de plasticidad	41
4.1.4.	Ensayo de corte directo	42
4.2.	Diseño de muro de contención de concreto armado.....	42
4.2.1.	Códigos y normativas	43
4.2.2.	Evaluación de empujes y cargas actuantes.....	44
4.2.3.	Chequeo de estabilidad	48
4.2.4.	Diseño de la base	50
4.2.5.	Diseño de la pantalla.....	55
4.3.	Diseño del muro de contención de tierra armada.....	58
4.3.1.	Normas de diseño	59
4.3.2.	Datos principales de diseño.....	59
4.3.3.	Cargas y momentos actuantes en el muro	62
4.3.4.	Evaluación de la estabilidad externa del muro	63
4.3.4.1.	Características de la zona.....	63
4.3.4.2.	Determinación del empuje total PAE.....	64
4.3.4.3.	Estabilidad de deslizamiento.....	65
4.3.4.4.	Evaluación de la excentricidad.....	67
4.3.4.5.	Evaluación de apoyo sobre el cimiento	70
4.3.5.	Evaluación de la estabilidad interna	72

4.3.5.1.	Tensión total.....	72
4.3.5.2.	Longitud total de refuerzo.....	75
4.3.5.3.	Tensión ultima.....	78
5.	PRESUPUESTO	81
5.1.	Presupuesto de muro de contención de hormigón armado	81
5.1.1.	Análisis de precios unitarios.....	81
5.1.2.	Presupuesto referencial total	81
5.2.	Presupuesto de muro de tierra con el sistema TERRAMESH	82
5.2.1.	Análisis de precios unitarios.....	82
5.2.2.	Presupuesto referencial total	82
6.	ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO	84
7.	CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO TÉCNICO.....	85
8.	CONCLUSIONES	87
9.	RECOMENDACIONES	88
10.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	89
11.	ANEXOS	92

Figura 1 <i>Delimitación del proyecto</i>	20
Figura 2 <i>Muro de tierra con el sistema Terramesh</i>	22
Figura 3 <i>Empuje activo en un muro</i>	27
Figura 4 <i>Empuje pasivo de un muro</i>	28
Figura 5 <i>Teoría de capacidad de carga de Terzaghi</i>	33
Figura 6 <i>Metodología de la investigación</i>	34
Figura 7 <i>Curva granulométrica</i>	39
Figura 8 <i>Línea de tendencia de resultados del ensayo del límite líquido</i>	40
Figura 9 <i>Fuerzas verticales y horizontales actuantes</i>	46
Figura 10 <i>Fuerzas resultantes y brazos para el caso 2</i>	48
Figura 11 <i>Recubrimientos mínimos de concreto para el acero de refuerzo</i>	52
Figura 12 <i>Acero empleado en la zapata</i>	55
Figura 13 <i>Acero empleado en la pantalla</i>	58
Figura 14 <i>Profundidad Mínima</i>	61
Figura 15 <i>Esquema de las cargas actuantes en el muro</i>	62
Figura 16 <i>Análisis de cargas externas</i>	67
Figura 17 <i>Detalle de niveles</i>	74
Figura 18 <i>Ubicación de la longitud de anclaje</i>	75
Figura 19 <i>Factor de resistencia</i>	77
Figura 20 <i>Diseño Final</i>	80
Figura 21 <i>Cronograma de actividades por semanas</i>	86

Tabla 1 <i>Distribución granulométrica</i>	38
Tabla 2 <i>Resultados ensayo Límite Plástico</i>	41
Tabla 3 <i>Resultados de ensayo de corte directo</i>	42
Tabla 4 <i>Datos iniciales para el diseño del muro</i>	43
Tabla 5 <i>Fuerzas resultantes que actúan en el muro</i>	45
Tabla 6 <i>Factores de seguridad a deslizamiento (F.S.D) y volcamiento (F.S.V) para ambos casos de estudio</i>	49
Tabla 7 <i>Presiones máximas y mínimas sobre la base</i>	51
Tabla 8 <i>Cuantía de acero en la zapata</i>	54
Tabla 9 <i>Áreas de acero requerido por metro de diseño de zapata</i>	54
Tabla 10 <i>Solicitaciones máximas de cortante y momento en la pantalla del muro</i>	56
Tabla 11 <i>Áreas de acero mínimas y requeridas para diferentes alturas de la pantalla</i>	57
Tabla 12 <i>Datos iniciales para el diseño de muro de tierra armada</i>	59
Tabla 13 <i>Dimensiones principales de los componentes del muro</i>	60
Tabla 14 <i>Resultados de cargas y momentos actuantes</i>	63
Tabla 15 <i>Factores de resistencia</i>	66
Tabla 16 <i>Factores de Carga</i>	68
Tabla 17 <i>Solicitudes de Momentos</i>	69
Tabla 18 <i>Solicitudes de momentos y excentricidad</i>	70
Tabla 19 <i>Tensión total en cada nivel</i>	74
Tabla 20 <i>Longitud total de refuerzo</i>	78
Tabla 21 <i>Comprobación de capacidad de arranque y el factor de seguridad de la malla</i> . 79	
Tabla 22 <i>Presupuesto referencial del muro de hormigón armado</i>	81
Tabla 23 <i>Presupuesto referencial del muro de tierra con el sistema TERRAMESH</i>	82
Tabla 24 <i>Cronograma de actividades en horas</i>	85
Tabla 25 <i>Presupuesto de actividades</i>	87

RESUMEN

El presente proyecto técnico consiste en el análisis y comparación de dos propuestas de estructuras de contención como son: un muro en voladizo de hormigón armado y un muro de tierra armada con el sistema TERRAMESH; para el sostenimiento de un tramo en el km 68 de la vía Paute-Guarumales-Méndez, en la parroquia Palmas, cantón Sevilla de Oro. El problema central que da base a este proyecto es el alto riesgo de colapso del tramo mencionado, el cual, en la actualidad no presenta todas las condiciones necesarias para garantizar la seguridad de los usuarios de esta vía.

La comparación de las dos propuestas fue de tipo técnica y económica, y se realizó con la finalidad de determinar la estructura más adecuada para la solución de la problemática tratada.

El análisis técnico consistió, por una parte, para el muro de hormigón armado en el análisis de estabilidad mediante el cálculo de factores de seguridad a deslizamiento y volcamiento, cálculo de las presiones generadas en el suelo de fundación y determinación de fuerzas cortantes y momentos flectores actuantes tanto en la zapata como en la pantalla del muro.

Mientras, en el muro de tierra para la estabilidad se compone de dos procesos, uno en la parte externa, que como se mencionó para el muro hormigón, se calcula diferentes factores; y dos la estabilidad interna del muro, pues esta al contar con diferentes niveles de refuerzo, se calcula la tensión generada en cada bloque.

Por otra parte, para el análisis económico se calcularon los presupuestos de construcción de ambas propuestas mediante la determinación de los precios unitarios de cada uno de los rubros.

Una vez realizado el diseño y presupuesto de cada uno de los muros se realiza el análisis antes mencionado, el cual permitirá determinar el diseño más adecuado para dar solución a la problemática del proyecto.

Palabras clave: Muro de hormigón, muro de tierra con el sistema Terramesh, estabilidad, presiones, momentos flectores, tensión.

ABSTRACT

This technical project consists of the analysis and comparison of two proposed retaining structures: a reinforced concrete cantilever wall and a reinforced earth wall with the TERRAMESH system; for the support of a section at km 68 of the Paute-Guarumales-Méndez road, in the parish of Palmas, canton Sevilla de Oro. The main problem underlying this project focuses on the potential risk of collapse of this section, which currently does not have all the necessary conditions to ensure the safety of road users.

The comparison of the two proposals was of a technical and economic nature, and was carried out with the purpose of determining the most adequate structure for the solution of the problem in question.

The technical analysis consisted, on the one hand, for the reinforced concrete wall, of a stability analysis through the calculation of safety factors for sliding and overturning, calculation of the pressures generated in the foundation soil and determination of shear forces and bending moments acting on both the footing and the screen.

Meanwhile, in the earth wall, stability is composed of two processes, one in the external part, which as mentioned for the concrete wall, different factors are calculated; and two stabilities in the internal part of the wall, since it has different levels of reinforcement, the stress generated in each block is calculated.

On the other hand, for the economic analysis, the construction budgets of both proposals were calculated by determining the unit prices of each of the items.

Once the design and budget of each of the walls had been made, the above mentioned analysis was carried out, which contributed to the decision to opt for the most adequate wall design for its construction.

Keywords: Concrete wall, earth wall with Terramesh system, stability, pressures, bending moments, tension.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Introducción

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo principal analizar la solución más factible para contención de un tramo de vía que conduce desde Sevilla de Oro hasta la parroquia Palmas, la cual se encamina en el diseño y comparación de dos tipos de muros.

En base a este análisis, se evalúa detalladamente estas dos alternativas constructivas, tanto en los aspectos técnicos y económicos, en el cual se consideran las ventajas y desventajas de cada una, para ello se parte desde el diseño entre un muro de contención en voladizo y un muro de tierra mecánicamente estabilizado con el sistema Terramesh, mismas que se rigen a las normas y códigos de diseño.

Cabe mencionar que, en los aspectos técnicos hace referencia al análisis de la estabilidad interna y externa, donde para la estabilidad externa que evalúa los factores de resistencia de volcamiento, deslizamiento y capacidad de carga, y para la interna se refiere a la tensión generada por los refuerzos. En el aspecto económico se determinó el presupuesto de cada uno.

En resumen, este análisis comparativo técnico y económico permitió una visión integral tanto del muro de hormigón como el muro de tierra, destacando sus características distintivas y ofreciendo información importante para la toma de decisiones en proyectos de construcción.

1.2. Problema de Estudio

Garantizar la seguridad y operabilidad de una vía son aspectos indispensables en la movilidad y seguridad de los usuarios, sin embargo, en el caso de la Transversal Austral (E40), específicamente en el tramo comprendido entre las localidades Azuayas de Santa Rosa

y Las Palmas en el cantón Sevilla de Oro, existe un deslizamiento que ha provocado que parte de la estructura vial se haya visto comprometida, representando un peligro para los usuarios de esta carretera de gran importancia ya que conecta las provincias de Azuay y Morona Santiago y que en caso de un eventual desprendimiento representaría una gran problemática en la movilidad tanto de los habitantes locales como para turistas y transportistas

1.2.1. Antecedentes

Debido a la morfología irregular del cantón la cual presenta grandes quebradas con pendientes pronunciadas y un clima donde las lluvias predominan, facilita que se produzcan deslizamientos de tierras tanto en los taludes naturales como en los taludes artificiales.

A consecuencia de las características mencionadas anteriormente, en uno de los taludes adyacentes a la vía, específicamente en el talud de la parte inferior se habría producido una falla que ocasionó el deslizamiento del material que lo conforma, dejando vulnerable una sección de la vía la cual en la actualidad permanece habilitada de manera parcial, solamente con uno de sus carriles activos mientras que el resto del talud que no se ha desprendido presenta un riesgo de potencial colapso.

1.2.2. Importancia y alcances

Debido a las abundantes lluvias que se suelen suscitar en la zona de estudio a lo largo del año, es común que se produzcan deslizamientos a lo largo de toda la carretera, sin embargo, en el tramo de estudio existe un riesgo aún mayor debido a que gran parte del talud restante se encuentra sin ningún tipo de soporte, lo que puede facilitar un eventual deslizamiento lo cual provocaría la pérdida total del tramo vial, dejando incomunicadas tanto

a las comunidades aledañas y afectando el paso de vehículos de transporte de personas y mercadería.

Además de los efectos en la movilidad de las personas, una hipotética pero muy probable pérdida del tramo vial afectaría de manera negativa a la economía de los habitantes de dichas comunidades ya que varias de estas personas subsisten gracias a negocios que son frecuentados por turistas y personas que transitan por esta vía. Otra fuente de ingresos de estas comunidades es la agricultura y ganadería, y que, en caso de quedarse incomunicados, el transporte de los productos locales se vería fuertemente afectado.

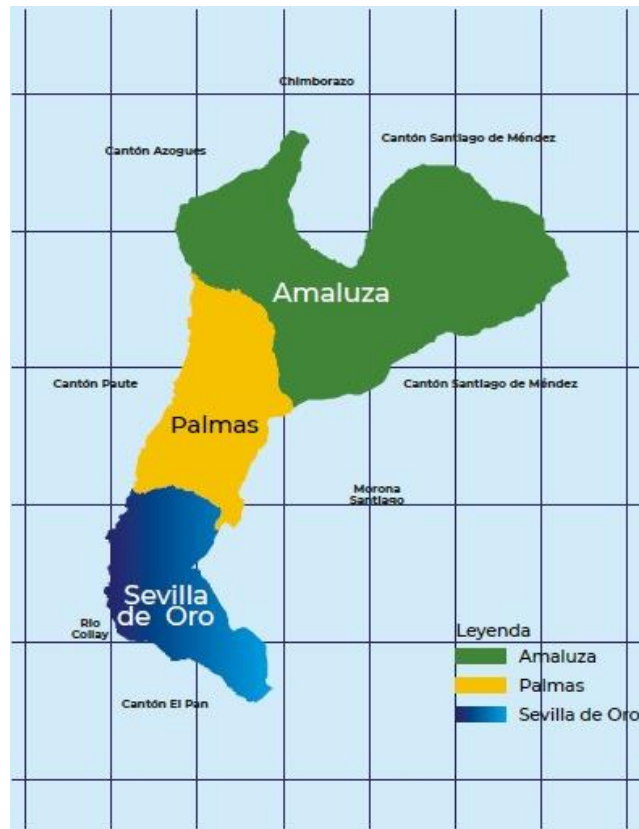
Por estos motivos, se ha realizado el diseño de los muros de contención, a fin de determinar la mejor opción para dar solución a esta problemática y así poder evitar futuros problemas en este tramo de vía.

1.2.3. Delimitación

El desarrollo de esta tesis comprende, el análisis estructural y diseño de un muro de contención de hormigón armado y un muro de contención de tierra armada para el sostenimiento del talud adyacente a la vía Paute-Guarumales-Méndez, entre las comunidades de Santa Rosa y Palmas. Así mismo, se abarca el análisis económico de la realización de ambas propuestas a fin de determinar la opción más conveniente a aplicar en este caso de estudio.

Figura 1

Delimitación del proyecto



Fuente: (GAD Municipal del Cantón Sevilla de Oro, 2019)

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Realizar la comparación técnico-económica de un muro de contención de hormigón armado y un muro de tierra armada.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar las características y propiedades del suelo de la zona de estudio.
- Realizar el diseño estructural del muro de contención de tierra armada.
- Realizar el diseño estructural de un muro de contención de hormigón armado.

- Evaluar económicamente las dos propuestas de muros.
- Determinar la estructura óptima para la solución del caso de estudio.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Muro de contención

Los muros de contención son estructuras que brindan soporte a la rotura de macizos de tierra o roca, lo cual ayuda a evitar el deslizamiento causado por el peso propio o cargas externas, enviando esas fuerzas hacia una armadura de hormigón o zona de anclaje por fuera de la masa susceptible de moverse (Martínez, 2009).

2.2. Clasificación de los muros

Los muros de contención pueden clasificarse en dos grupos de acuerdo con su capacidad de deformación y estos son: muros rígidos y flexibles (Álvarez Suárez & Saurith Manjarez, 2010).

2.2.1. Muros de contención flexibles

Los muros de contención flexibles por su parte son estructuras las cuales pueden deformarse por la acción de las fuerzas actuantes sobre este, todo esto debido a que están constituidos por elementos estructurales poco rígidos (Álvarez Suárez & Saurith Manjarez, 2010).

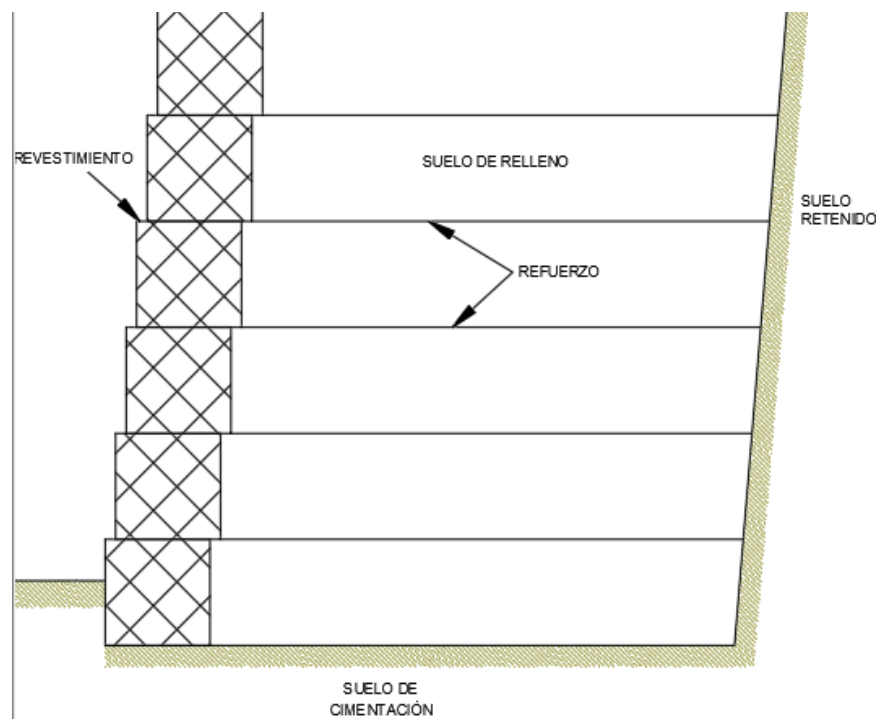
Se clasifican en:

- **Pantallas:** Como su nombre lo indica consisten en pantallas que pueden ser elaboradas de distintos materiales como acero y hormigón.
- **Entibados:** Son estructuras de contención que usualmente se las usa de manera provisional dentro de las construcciones y pueden estar elaborados de materiales como la madera o el acero.

- **Muros de tierra mecánicamente estabilizada:** Muros de tierra mecánicamente estabilizada consisten en ir formando capas de material granular o de relleno, las cuales son compactadas y, además, se les coloca elementos de refuerzo entre cada una de las capas y, para producir el confinamiento del material y con fines estéticos, se colocan piezas prefabricadas en su cara exterior, tal como se muestra en la Figura 2.

Figura 2

Muro de tierra con el sistema Terramesh



Fuente: Autores

A continuación, se describe cada uno de los componentes del muro:

- **Tipos de refuerzos:** Son refuerzos que trabajan a tracción, se colocan en capas dentro del relleno del muro y se extienden a lo largo de su longitud, evitando el deslizamiento de tierra. Los tipos existentes son:

- Tiras de acero
 - Rejillas de acero
 - Geomallas de poliéster
 - Geotextiles
 - Correas geo sintéticos
 - Malla de acero doble torsión
- **Suelo de relleno:** Material de mejor calidad, el cual tiene la función de proporcionar estabilidad y resistencia al muro, distribuyendo las cargas y contrarrestando las presiones ejercidas por el terreno retenido. Es común utilizar materiales granulares como grava, arena o mezclas de suelo y roca triturada, que presentan características de drenaje adecuado y capacidad de compactación.
 - **Suelo retenido:** Material situado en la parte posterior de la zona de refuerzo (Cuenca & Vargas, 2017).
 - **Suelo de cimentación:** Suelo en el que se asienta el muro.
 - **Revestimiento:** Componente que ayuda a evitar que el suelo se desborde, los componentes más comunes son paneles de hormigón, gaviones, mallas de alambre soldado, hormigón proyectado, paneles y geosintéticos (Cuenca & Vargas, 2017).
 - **Material de drenaje:** Los muros TERRAMESH a menudo incluyen una capa de drenaje en su parte frontal y posterior. Esta capa está compuesta por materiales granulares, como grava, y tiene como objetivo permitir el drenaje del muro, impidiendo la acumulación de presión hidrostática que podría debilitar la estructura.

2.2.2. Muros de contención rígidos

Este tipo de muros son los más comunes y, tal como expresa su nombre son estructuras las cuales debido a su rigidez no experimentan grandes deformaciones y, por lo tanto, pueden llegar a no ser consideradas.

Dentro de los muros rígidos podemos encontrar cuatro subdivisiones que son:

- **Muros de gravedad:** Son muros compuesto de hormigón simple o mampostería de piedra. Su estabilidad depende de su peso propio y del peso sobre la pared (Das, 2013). Los muros de este tipo suelen ser de altura de 5- 6 m, pues si la altura es mayor es preciso considerar otro tipo de muros y su costo de construcción tiende a ser más alto (Bryan et al., 2018).
- **Muros de semigravedad:** Muros conformado por pequeñas cantidades de acero, el cual ayuda a disminuir el tamaño de las secciones de este (Martínez, 2009).
- **Muros en voladizo:** Estos muros suelen construirse de hormigón armado, lo que le proporciona estabilidad debido al peso del relleno (Bryan et al., 2018). “Consisten en un eslabón delgado y una losa de base. Este tipo de pared es económica hasta una altura de 8 m” (Das, 2013, p. 419).
- **Muros con contrafuertes:** Similar al muro en voladizo, pero en este caso contienen losas verticales de concreto que conectan la pared del muro con la losa de la base. El objetivo de estos apoyos es reducir la fuerza cortante y el momento flexionante (Das, 2013).

2.3. Consideraciones de diseño

Se divide en dos partes fundamentales:

1. Cumplir los requisitos de estabilidad interna.

2. Comprobar la estabilidad externa del muro.

Según Das (2013):

Los controles de estabilidad internos implican la determinación de la tensión y la resistencia al retiro de los elementos de refuerzo y la determinación de la integridad de los elementos de revestimiento. Los controles de estabilidad externos incluyen controles de vuelco, deslizamiento y falla de la capacidad de carga. (p. 437)

2.4. Parámetros del suelo

En todo proyecto de ingeniería civil es de gran importancia conocer las características y/o propiedades que poseen los suelos con los que se trabajará debido a que estos influirán de manera directa en los diseños de las estructuras.

2.4.1. Clasificación del suelo

Dependiendo de las características y propiedades que posea un suelo este puede ser clasificado en grupos y subgrupos junto a otros suelos que posean características similares. Para la clasificación de los suelos existen dos sistemas que son los más utilizados, los cuales en base a la granulometría y plasticidad del suelo determinan el grupo y subgrupo al que este pertenece (Das, 2015).

Los dos sistemas de clasificación de suelos son:

- American Association of State Highway Official (AASHTO).
- Sistema Unificado de Clasificación del Suelos (SUCS).

2.4.2. Límites de Atterberg

Son parámetros que nos permiten determinar la consistencia que poseen las partículas finas de un suelo, los cuales dependerán de su naturaleza y contenido de agua; y nos indicarán

el estado en el que se encuentra un suelo, existiendo 4 estados que son: sólido, semisólido, plástico y líquido o viscoso (Puy Satín, 2005).

Los límites definidos por Atterberg son el límite líquido y el límite plástico y a la diferencia de estos se le denomina el Índice de Plasticidad. Según Satín (2005) el índice de plasticidad, “representan una medida satisfactoria del grado de plasticidad de un suelo” (p. 5).

2.4.3. Parámetros de resistencia al corte

Los parámetros de resistencia al corte juegan un papel importante en el diseño de estructuras de contención; estos se determinan mediante la realización de ensayos de laboratorio como pueden ser: la prueba de corte directo y la prueba triaxial. Como resultado de estas pruebas se obtiene el ángulo de cohesión, la fricción interna del suelo y el contenido de humedad y presión de agua intersticial en la masa del suelo (Das, 2015).

2.5. Evaluación del Empuje de Tierras

Uno de los aspectos más importantes a considerar en el diseño de muros se trata del empuje que el material retenido detrás de la pantalla del muro ejerce sobre este y su cimentación. La magnitud del empuje de tierras será diferente dependiendo de la deformabilidad del muro y del tipo de empuje que se esté ejerciendo sobre este, es decir, los empujes en estado activo no serán los mismos que para cuando se trata de un empuje pasivo (Cuzco, 2018).

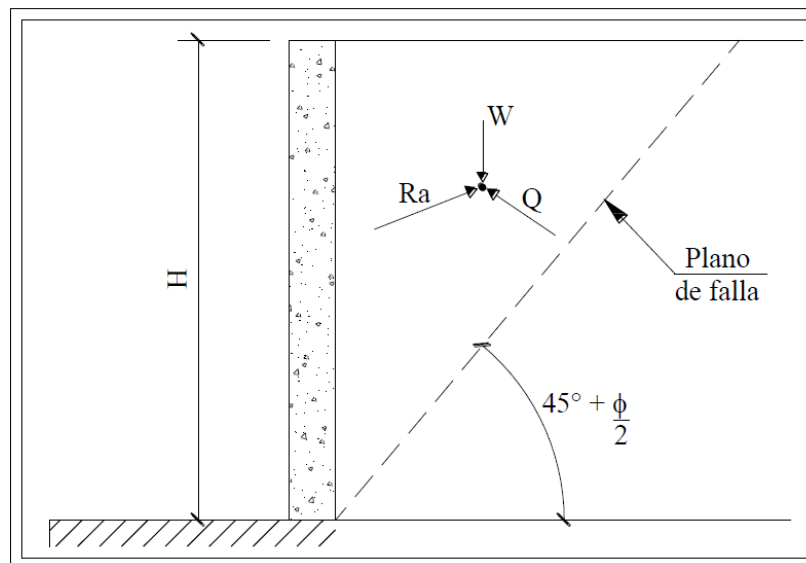
2.5.1. Empuje Activo

En el caso de muros que no poseen anclajes como son los muros de ménsula, en donde el movimiento en su coronación no está limitado es muy común que se presenten empujes activos de tierra. Según Lucero, Pachacama y Rodríguez (2012):

El empuje activo es el empuje del suelo sobre la pantalla después de haber alcanzado el máximo de las resistencias internas de corte del suelo. Este empuje activo corresponde a una expansión lateral del macizo y a un hundimiento de la superficie libre del suelo producido por el movimiento de la pantalla. (p.12)

Figura 3

Empuje activo en un muro



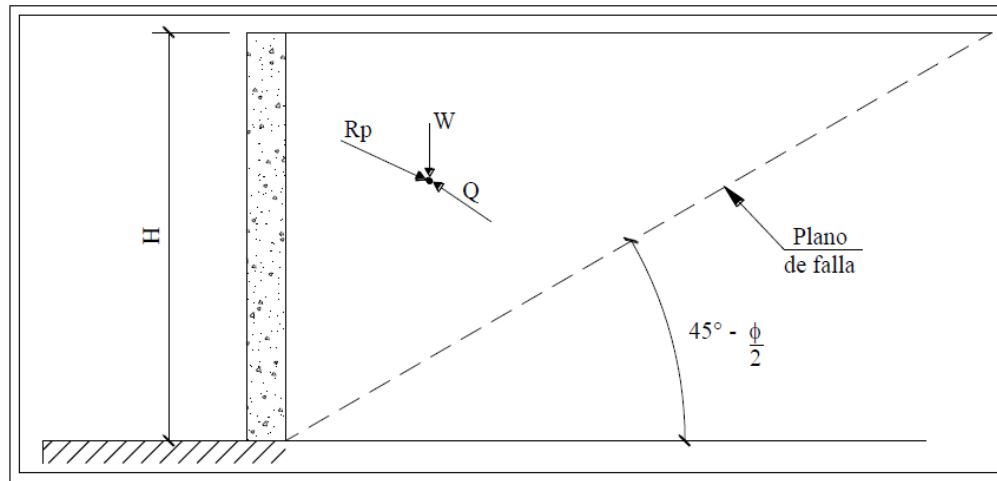
Fuente: (Lucero Pardo, Pachacama Caiza, & Rodríguez Montero , 2012)

2.5.2. Empuje Pasivo

Si en el caso del empuje activo, el material de relleno ejerce presión sobre la estructura haciendo que presente una deformación; en el caso del empuje pasivo sucede todo lo contrario, es decir, la estructura ejerce una presión sobre el suelo de relleno haciendo que se presente un plano de falla a lo largo de este. Lucero et al. (2012) señalan que: “este empuje pasivo corresponde a una deformación del suelo verticalmente de la superficie del suelo” (p.19).

Figura 4

Empuje pasivo de un muro



Fuente: (Lucero Pardo, Pachacama Caiza, & Rodríguez Montero , 2012)

2.6. Teoría de empuje de tierras

• Teoría de Coulomb

La teoría de Coulomb expone las presiones activas y pasivas contra los muros de contención, en donde, supone que la superficie de falla es una plana (Das, 2013).

Según Fratelli (1993), la teoría de Coulomb se basa en las siguientes hipótesis:

- Es un suelo isotrópico y homogéneo, con fricción y cohesión.
- La superficie de falla es plana.
- Las fuerzas de fricción se distribuyen uniformemente a lo largo del plano de falla, siendo el ángulo de fricción interna del suelo.
- La cuña de falla se comporta como un cuerpo rígido.
- La cuña de falla se mueve a lo largo de la pared interna del muro, produciendo fricción entre este y el suelo.

- Se considera una deformación plana a una falla, por tanto, la longitud del muro es infinita.
- **Teoría de Rankine**

La teoría de Rankine se basa en la consideración del suelo en un estado de equilibrio plástico (Das, 2013), donde se asume que no existe fricción entre el muro y el suelo, y la dirección del empuje es paralela a la inclinación de la superficie del terreno (Bryan et al., 2018).

Según Fratelli (1993), la teoría de Rankine se basa en las siguientes hipótesis:

- El suelo es una masa isótropa y homogénea.
- No existe fricción entre muro y suelo.
- El paramento interno del muro es siempre vertical, es decir se supone $\alpha = 90^\circ$.
- La resultante del empuje de tierra está aplicada a $1/3$ de la altura del muro, medida desde su base.
- La dirección del empuje es paralela a la inclinación de la superficie de la cuña.

2.7. Drenaje

Dentro del diseño y construcción de muros es muy importante el estudio de flujos de aguas superficiales y subterráneas, así como la resistencia y la comprensibilidad del suelo de cimentación, pues estas al no ser evaluadas de la manera correspondiente pueden causar fallas en el muro por sus malas condiciones (Lucero et al., 2012).

Cuando cualquier parte de la estructura de un muro de contención está por debajo del nivel freático, a veces o permanentemente, se aplica presión de agua adicional a esa parte. En la zona sumergida, la presión es igual a la suma de la presión hidrostática más la presión de fondo calculada con la expresión más realista de la presión efectiva, por lo que la presión

resultante es significativamente superior a la obtenida en la condición de que el terraplén no esté inundado. Esta condición ha sido pasada por alto por muchos diseñadores y es una de las causas más comunes de fallas en los muros de contención. Por lo tanto, es más económico diseñar muros de contención que no estén sujetos a presión hidrostática y colocar drenajes en una buena posición para conducir el agua desde el interior del muro hacia el exterior (Lucero et al., 2012).

- **Instalación de drenajes en los muros**

Para la construcción de un muro es adecuado disponer de drenajes con tuberías que atraviesen la pantalla de este, con el objetivo de mantener el suelo libre de agua subterránea, facilitando un rápido escurrimiento y evacuación del agua fuera de las paredes del muro, llevándolo a un recolector (Lucero et al., 2012).

Resulta más fácil y económico disponer de un sistema de drenaje, que diseñar un muro que soporte el empuje del suelo y del agua de saturación (Lucero et al., 2012).

2.8. Estabilidad

La estabilidad es un factor importante por estudiar en el diseño de muros de contención, para lo cual es necesario determinar las fuerzas que actúan sobre este, tales como el empuje de tierras, el peso propio de la estructura, cargas y sobrecargas que puedan existir, con el propósito de verificar de la estabilidad tanto al volcamiento como a deslizamiento (Torres, 2008).

2.8.1. Estabilidad a Volcamiento

El empuje producido por el material de relleno sobre la pantalla del muro tiende a hacer que este rote respecto a un punto, es decir se genera un momento de volcamiento. Por otro lado, tanto el peso propio de la estructura, el peso del material sobre el muro y la

componente vertical de la presión activa ayudan a mantener la estabilidad del muro generando un momento resistente que se opone al de volcamiento (Cuzco, 2018).

Para asegurar que no se presente un volcamiento de la estructura es necesario verificar que el factor de seguridad a volcamiento el cual se determina mediante la división entre el momento resistente y el momento de volcamiento sea mayor que 1,5 en el caso de suelos granulares y 2 en el caso de suelos cohesivos.

$$F.S.V = \frac{M.R}{M.V} \geq 1.5 \text{ (Suelos granulares)}$$

$$F.S.V = \frac{M.R}{M.V} \geq 2 \text{ (Suelos cohesivos)}$$

2.8.2. Estabilidad a Deslizamiento

Otra acción que provoca el empuje de tierras es el deslizamiento del muro sobre el suelo de cimentación.

Según Cuzco (2018),

Lo que hace que el muro no se deslice es la fuerza de rozamiento (f_r) que se produce entre el muro y el suelo de cimentación, de ahí que convenga que la superficie de sustentación del muro sea lo más rugosa posible para lograr mayor adherencia. (p.25)

De la misma forma que para volcamiento, en la verificación de deslizamiento se debe determinar el factor de seguridad y verificar que este sea mayor que 1.5 para suelos granulares y 2 en suelos cohesivos. El factor de seguridad se determina dividiendo la fuerza de rozamiento y la componente horizontal de la presión activa.

$$F.S.D = \frac{f_r}{P_h} \geq 1.5 \text{ (Suelos granulares)}$$

$$F.S.D = \frac{f_r}{P_h} \geq 2 \text{ (Suelos cohesivos)}$$

2.9. Capacidad de carga última del suelo

La cimentación del muro de contención estará sometido a la acción de cargas provenientes del suelo retenido sobre este, además de las sobrecargas producidas por el tránsito vehicular lo cual podría causar un asentamiento en el suelo sobre el cual se encuentra asentado el muro. Si la carga por unidad de área que se encuentra aplicada sobre una cimentación es tal, que ocasione una falla en el suelo de soporte provocando que esta se extienda hasta la superficie del terreno, entonces esta será denominada capacidad de carga última del suelo (Das, 2015).

En otras palabras, se trata del límite de carga que puede soportar el suelo antes de presentar una falla repentina, la cual puede ser denominada falla general de corte.

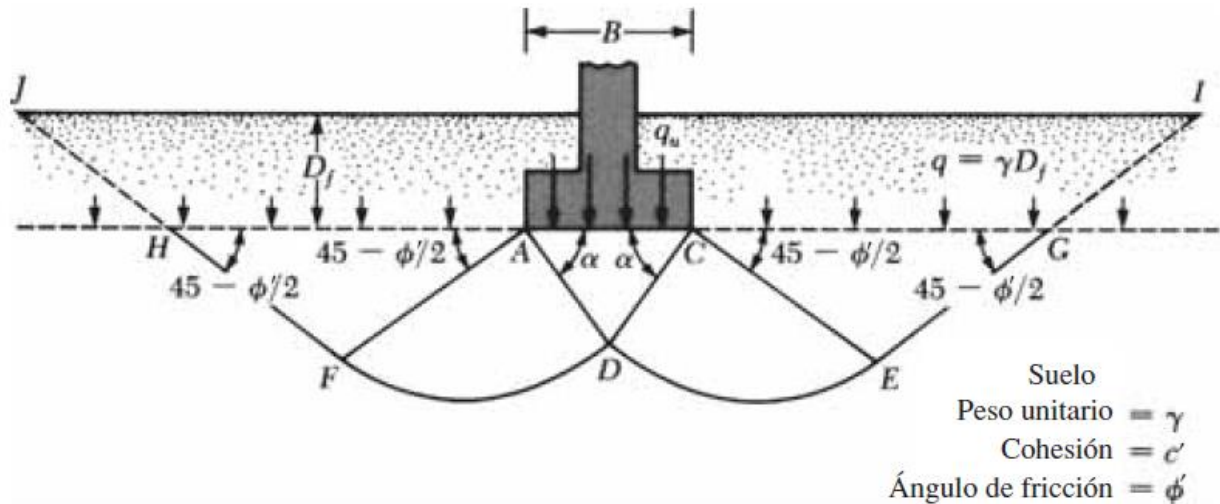
2.10. Teoría de Terzaghi de la capacidad de carga última

Uno de los pioneros en el estudio de la capacidad de carga última en cimentaciones de poca profundidad es Terzaghi, el cual define como cimentaciones poco profundas a aquellas en la que la profundidad de desplante (D_f) es menor o igual que el ancho de la cimentación.

Es así como Terzaghi sugirió que para el caso de cimentaciones continuas o de franja, la superficie de falla cuando el suelo se encuentra sometido a su máxima capacidad de carga, es decir en caso de falla cortante general, se puede representar mediante un gráfico (Das, 2015).

Figura 5

Teoría de capacidad de carga de Terzaghi



Nota. En la figura se observa la falla de la capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación continua. Además, se puede observar la sobrecarga equivalente ($q = \gamma * Df$) que representa el efecto del suelo por encima del fondo de la cimentación. Fuente: (Das, 2015).

Es así como Terzaghi, mediante análisis de equilibrio obtiene la ecuación para representar la capacidad de carga última para cimentaciones en franja:

$$q_u = c'N_c + qN_q + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma \quad (1)$$

En donde:

c' : cohesión del suelo

γ : peso unitario del suelo

q : $\gamma * Df$

N_c, N_q, N_γ : Factores de capacidad de carga adimensionales

3. MARCO METODOLOGICO

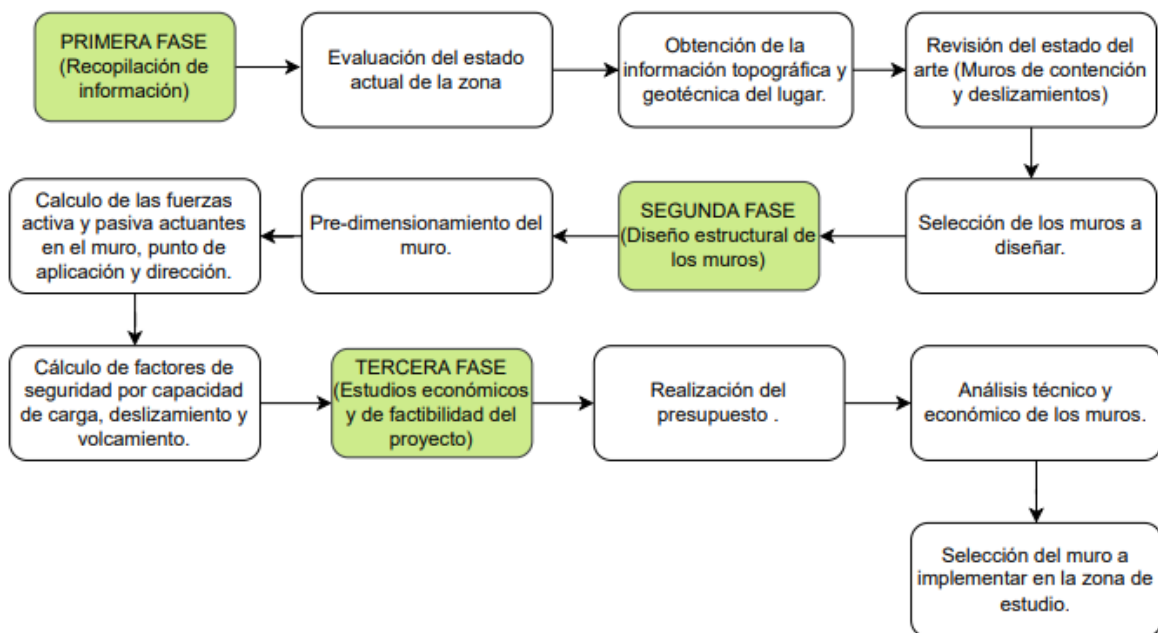
3.1. Metodología de la investigación

La metodología de investigación empleada para el desarrollo de esta tesis fue del tipo cuantitativo debido a que se definieron y realizaron un conjunto de acciones y cálculos mediante los cuales pudimos lograr cumplir con los objetivos planteados inicialmente.

El proceso de diseño se dividió en tres fases: Recopilación de información, diseño de los muros estructurales, y valoración económica del proyecto. La Figura 6 muestra las actividades a ejecutarse en cada fase, y su detalle se indica en las siguientes secciones.

Figura 6

Metodología de la investigación



Nota. La figura muestra la metodología que se seguirá para la elaboración del diseño del proyecto. Fuente: Autores

3.2. Tipo de investigación

El tipo de investigación implementada es la investigación aplicada, ya que se ha hecho uso de la ciencia y teoría ya existente y disponible para aplicarla de manera directa y dar solución a la situación presentada.

3.3. Nivel de investigación

El nivel de investigación es explicativa, pues su principal objetivo es el de exponer el proceso mediante el cual se obtuvieron los diseños de las dos propuestas de muros para el sostenimiento de un talud en la vía Paute-Guarumales-Méndez.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó varias técnicas de investigación entre las cuales tenemos el análisis documental, observativo y toma de muestras en campo.

La parte de análisis documental comprende toda la revisión de material bibliográfico necesario para comprender y desarrollar cada uno de los procesos implicados en el desarrollo de la investigación.

La parte de observación, por su parte comprende el proceso mediante el cual obtuvo información sobre la situación actual de la zona estudiada, las características más relevantes que pueden inferir en la investigación y además nos permite formular posibles soluciones a implementar.

Por último, tenemos la realización de ensayos mediante los cuales se han obtenido datos importantes para la realización de los diseños. Para la realización de ensayos se ha recurrido a la toma de muestras de campo, las cuales son estudiadas en laboratorio y ayudaron a conocer los principales parámetros y que tiene gran influencia en la realización de los diseños.

3.5. Clasificación del suelo

Para determinar el tipo de material que se extrajo de la zona, se realizó una prueba de ensayo granulométrico mediante tamizado siguiendo los lineamientos indicados en la Norma ASTM D-422, el cual se llevó a cabo en los laboratorios de la Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca.

3.6. Determinación de parámetros de resistencia al corte

Se determinaron dos parámetros de diseño como son la cohesión y el ángulo de fricción interna del suelo mediante la realización de un ensayo de corte directo siguiendo los lineamientos establecidos por la norma ASTM D-3080.

3.7. Diseño del muro de concreto armado

Para el diseño del muro de concreto armado se llevó a cabo un dimensionamiento, el cual se verificó que cumpla con los requerimientos a volcamiento y deslizamiento mediante el chequeo de factores de seguridad; considerando dos casos de análisis, el caso 1 (empuje de tierra + una sobrecarga vehicular) y, el caso 2 (empuje de tierra + sismo). De esta manera se determinó el caso de diseño más crítico que fue con el cual se verificó el cumplimiento de las solicitaciones.

También se determinó las solicitaciones de cortante y momento tanto para la zapata como para la pantalla con la finalidad de calcular las cantidades de acero de refuerzo a implementar.

3.8. Diseño de muro de tierra armada

En el diseño de muro de tierra armada se optó por un tipo muro aplicado en carreteras como es el caso del sistema TERRAMESH, mismo que debe cumplir con las consideraciones

de diseño, es decir, con el análisis externo e interno del muro; donde se realizó una serie de cálculos para tener un diseño adecuado.

3.9. Elaboración del presupuesto

Para el presupuesto de ambos muros, se estableció los rubros necesarios para su construcción, mismo que cuentan con diferentes cantidades de operación y, a su vez, cuentan con precios unitarios que al ser multiplicados con la cantidad se obtiene la cantidad total en cada rubro y la suma de estos nos da como resultado el total de la inversión en cada uno.

Dichas cantidades ayudarán en el análisis de técnico-económico.

4. RESULTADOS

4.1. Teoría de Ensayos de Laboratorio

4.1.1. Granulometría

El análisis granulométrico se lo realizó mediante el método de tamizado, el cual consiste en pasar una muestra de suelo por una serie de tamices de diferentes aberturas, lo que permitió determinar la distribución de tamaños de las partículas que conforman la muestra. La distribución de tamices utilizada y los resultados del proceso de tamizado fueron:

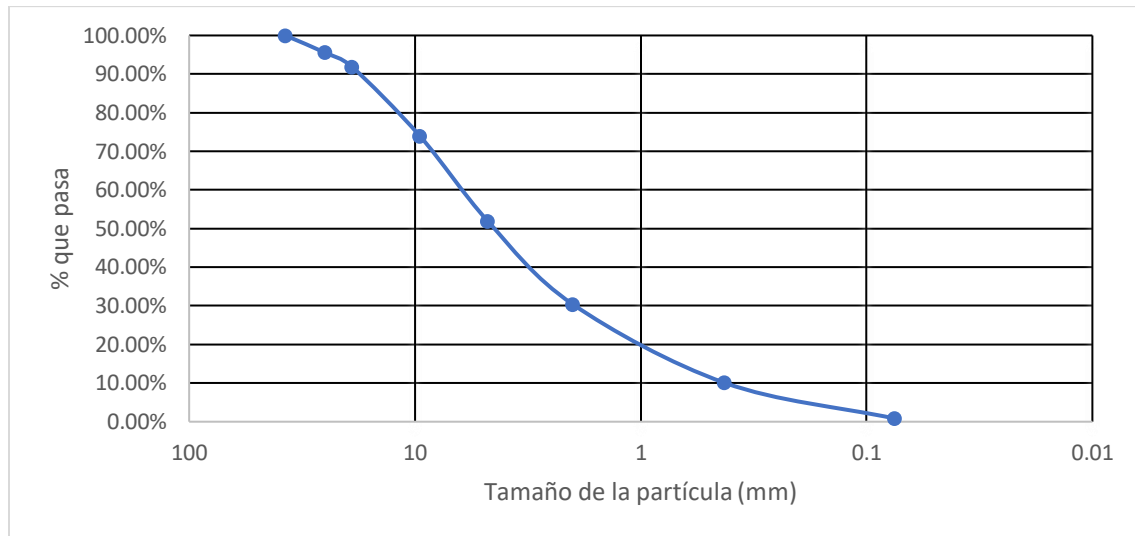
Tabla 1

Distribución granulométrica

Tamiz (in)	Abertura (mm)	Retenido (gr)	Retenido acumulado (gr)	Pasa (gr)	Porcentaje que pasa (%)
1 1/2	37.5	0	0	3000	100.00%
1	25	134	134	2866	95.53%
3/4	19	110	244	2756	91.87%
3/8	9.5	538	782	2218	73.93%
N° 4	4.75	662	1444	1556	51.87%
N° 10	2	644	2088	912	30.40%
N° 40	0.425	610	2698	302	10.07%
N° 200	0.075	277	2975	25	0.83%
Fondo	0	25	3000	0	0.00%

Fuente: Autores

De igual manera se presentan los resultados mediante un gráfico el cual se denomina curva granulométrica, en donde, el eje de las abscisas corresponde a la abertura de los tamices y el eje de las ordenas corresponde a el porcentaje de material que pasa cada abertura.

Figura 7*Curva granulométrica*

Fuente: Autores

4.1.2. Límites de Atterberg

La determinación de los límites de consistencia de las muestras estudiadas se realizó mediante el procedimiento establecido en la normativa ASTM D 4318-05, en donde se establecen los métodos estándar de ensayo para Límite Líquido, Límite plástico y el índice de plasticidad.

4.1.2.1. Límite líquido

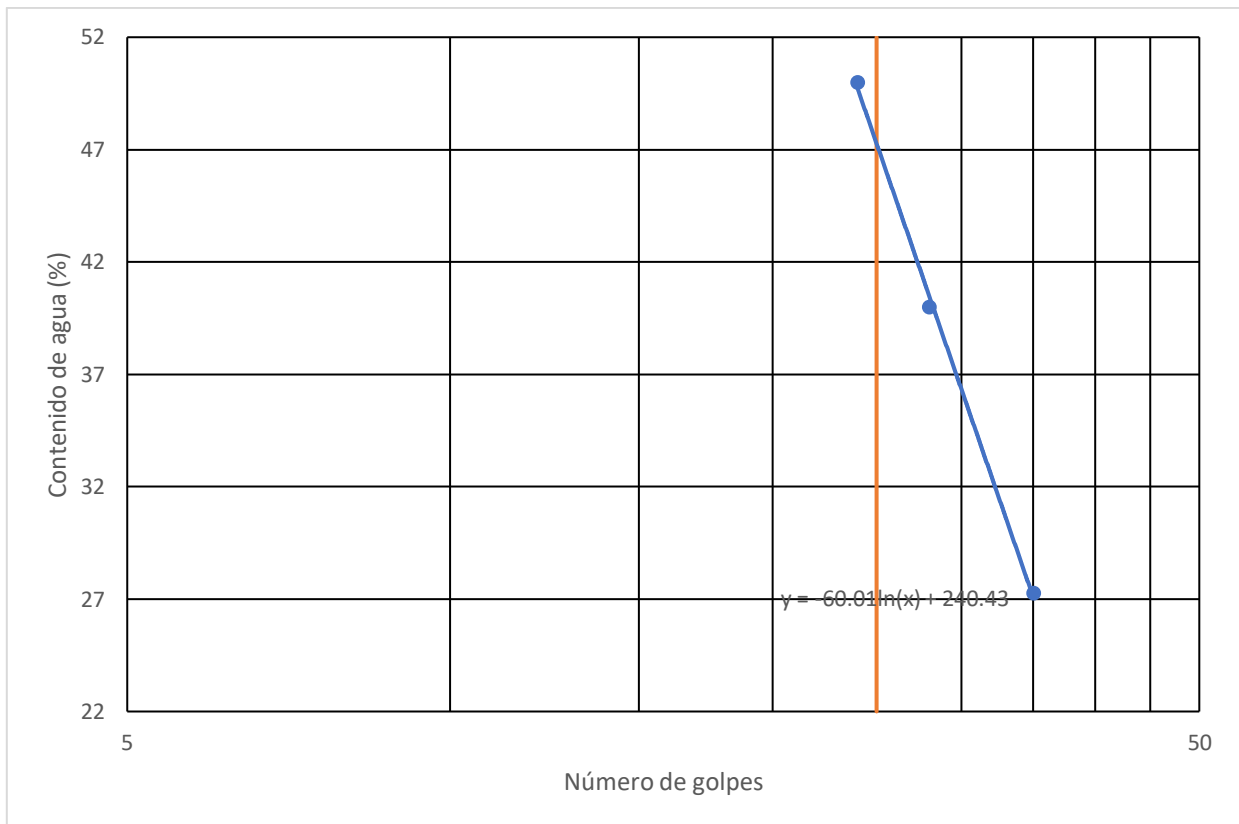
El límite líquido del suelo de estudio se lo obtuvo mediante la realización del ensayo de Casagrande, el cual consiste en una cuchara de latón que mediante la acción de una manivela hace que esta se golpee contra una base de goma dura. Antes de esto, se coloca una pasta de suelo en la copa y se realiza una ranura en la mitad de la pasta usando la herramienta de ranurado estándar.

Una vez se ha realizado la ranura sobre la pasta de suelo, se empiezan a realizar los golpes accionando la manivela hasta que la ranura se cierra una distancia de 12.7 mm y se

anota el número de golpes a los que esto sucede. Debido a la dificultad que implica determinar la humedad requerida para que la ranura cierre los 12.7 mm a los 25 golpes, se realizaron tres ensayos del mismo suelo para determinar un valor promedio del límite líquido.

Figura 8

Línea de tendencia de resultados del ensayo del límite líquido



Fuente: Autores

Al graficar los puntos se puede obtener la línea de tendencia y su correspondiente ecuación mediante la cual se obtiene el valor exacto de la humedad de la muestra a los 25 golpes.

$$y = -60.01 \ln(x) + 240.43 \quad (2)$$

$$y = -60.01 \ln(25) + 240.43$$

$$y = 47.265 \%$$

Dando así un Límite Líquido: $LI = 47.265$

4.1.2.2. Límite plástico

Para la determinar del límite plástico se elaboró pequeños cilindros de aproximadamente 3 mm de diámetro a partir de una muestra de suelo de aproximadamente 20 gramos, la cual se humedeció para que fuese posible la elaboración de estos.

De igual manera, se realizará varios ensayos para poder realizar una media de los resultados obtenidos.

Tabla 2

Resultados ensayo Límite Plástico

LÍMITE PLÁSTICO			
Nº de ensayo	1	2	3
Peso de capsula (g)	18	18	18
Peso de cápsula + M. húmeda (g)	26.5	25	25.2
Peso de cápsula + M. seca (g)	24	23	23
Peso del agua (g)	2.5	2	2.2
Peso de muestra seca (g)	6	5	5
Contenido de humedad (%)	41.67	40	44

Fuente: Autores

Al realizar el promedio de los tres resultados, obtenemos el Límite Plástico $LP = 41.89 \%$.

4.1.3. Índice de plasticidad

El índice de plasticidad por su parte corresponde al intervalo de humedad en el cual un suelo presenta un comportamiento plástico. El valor de este índice se lo obtuvo al realizar la diferencia entre los resultados de los ensayos del límite líquido y límite plástico.

$$IP = W_L - W_P \quad (3)$$

En donde:

$W_L = \text{Límite líquido}$

$W_p = \text{Límite plástico}$

Reemplazando valores, se obtuvo un Índice de Plasticidad de 5.376 %, lo cual nos indica que el suelo de la zona donde se desea implantar el muro se trata de uno débilmente plástico, ya que posee entre 1% y 7% de agua contenida sobre suelo seco.

4.1.4. Ensayo de corte directo

Para la determinación de los parámetros de cortante necesarios para el diseño de las estructuras de contención como son: el ángulo de fricción y cohesión del suelo; fue necesaria la realización de este ensayo el cual se llevó a cabo en una muestra de suelo obtenida de la zona donde se desea implementar la propuesta.

En la tabla 3 se muestran la cohesión y ángulo de fricción resultantes obtenidos mediante la realización de tres ensayos de la misma muestra, la misma que se encontraba en estado natural.

Tabla 3

Resultados de ensayo de corte directo

PARÁMETRO	VALOR
Cohesión (C)	0.315 kg/cm ²
Ángulo de fricción (Φ °)	30.31°

Fuente: Autores

Sin embargo, por cuestiones de seguridad y debido a que el suelo se trata de una arena se considerará un valor de cohesión de 0 kg/cm².

4.2. Diseño de muro de contención de concreto armado

Para el diseño del muro de concreto armado se cuentan con una serie de datos y características generales sobre el suelo de fundación y el suelo de relleno, el cual será una

arena húmeda, los mismos que se obtuvieron mediante la realización de ensayos de laboratorio y revisiones bibliográficas.

Tabla 4

Datos iniciales para el diseño del muro

Suelo de cimentación		Suelo de relleno		Materiales del muro	
γ (kg/m ³) =	1800	γ (kg/m ³) =	1800	$f'c$ (kg/cm ²)=	240
ϕ (°) =	30.31	ϕ (°) =	40	F_y (kg/cm ²)=	4200
C (kg/cm ²) =	0			γ (kg/m ³) =	2500
D_f (cm) =	90				

Fuente: Autores

4.2.1. Códigos y normativas

Varias de las consideraciones realizadas para el diseño del muro de concreto reforzado fueron tomadas de distintas normativas de diseño tanto nacionales como internacionales, como son:

- **CPE INEN 5:** Implementado para consideraciones referentes al diseño de estructuras de hormigón armado, requisitos de resistencia y calidad de materiales; tanto para el hormigón como para el acero de refuerzo.
- **NEC-SE-DS:** Implementado para consideraciones referentes al diseño sísmico como son factores de zonificación y coeficientes de sísmicos.
- **AASHTO LRFDBDS-9:** Implementado para consideraciones referentes a sobrecargas vehiculares aplicadas en el muro.
- **ACI 318SUSR-14:** Implementado para consideraciones referentes al diseño tanto de la cimentación y pantalla, cuantías de acero, recubrimientos, etc.

4.2.2. Evaluación de empujes y cargas actuantes

Para la evaluación de los empujes producidos sobre el muro se consideró principalmente el empuje producido por el material de relleno que se encuentra detrás de este. Sin embargo, debido a que el muro se encuentra próximo a la carretera, este presentará además de los empujes del material de relleno; empujes producidos por la carga de los vehículos que transitan sobre esta.

La determinación del empuje producido por la tierra sobre el muro se determinó mediante el método del fluido equivalente, a través de la ecuación:

$$E_a = \left(\frac{1}{2}\gamma H^2\right) K_a \quad (4)$$

$$E_a = 15851.58 \text{ kg/m}$$

En donde, γ representa el peso específico del suelo de relleno retenido detrás de la pared del muro, H es la altura total de la estructura y K_a es el coeficiente de presión activa, el mismo que se determinó a través de la ecuación de Rankine y considerando que la inclinación del terreno es nula.

$$K_a = \frac{1 - \text{sen}(\emptyset)}{1 + \text{sen}(\emptyset)} \quad (5)$$

$$K_a = 0.217$$

Siendo \emptyset el ángulo de fricción interna del suelo.

Para la determinación empuje producido por la sobrecarga vehicular es importante transformarla en una porción de tierra equivalente de altura H_s y que posee un peso específico similar al del material de relleno, la cual se considera actuará encima de este.

$$q = \gamma * H_s \quad (6)$$

$$q = 1080 \frac{\text{kg}}{\text{m}^2}$$

Una vez se obtiene el valor de la porción de tierra equivalente de la sobrecarga vehicular, esta se emplea para obtener el valor del empuje producido.

$$E_s = q * H * K_a \quad (7)$$

$$E_s = 2113.54 \frac{kg}{m}$$

Posterior a la obtención de los empujes generados por el relleno y sobrecarga vehicular se determinaron y agruparon todas las fuerzas actuantes tanto verticales como horizontales. En la tabla 5 se muestran los resultados de fuerzas y empujes para el caso 1 (empuje de tierra + sobrecarga vehicular) tabulados.

Tabla 5

Fuerzas resultantes que actúan en el muro

Fuerzas resistentes (Verticales)		Fuerzas impulsoras (Horizontales)	
Peso de sobrecarga:	3564 kg/m	Empuje activo:	15851.58 kg/m
Peso propio (muro):	19425 kg/m	Empuje de sobrecarga:	2113.54 kg/m
Peso de relleno:	44280 kg/m		
Resultante V:	67269 kg/m	Resultante H:	17965.12 kg/m

Fuente: Autores

Cada una de las fuerzas actúan a una determinada distancia la cual fue necesario determinar con el fin de conocer los brazos de palanca y poder calcular los momentos tanto estabilizante como de volcamiento.

Además, se determinó la fuerza de fricción en la base del muro, la misma que se opone al deslizamiento del muro producido por las fuerzas de empuje que actúan sobre el mismo. El cálculo de la fuerza de fricción se obtuvo en función del ángulo de fricción interna y la cohesión del suelo de fundación mediante la expresión:

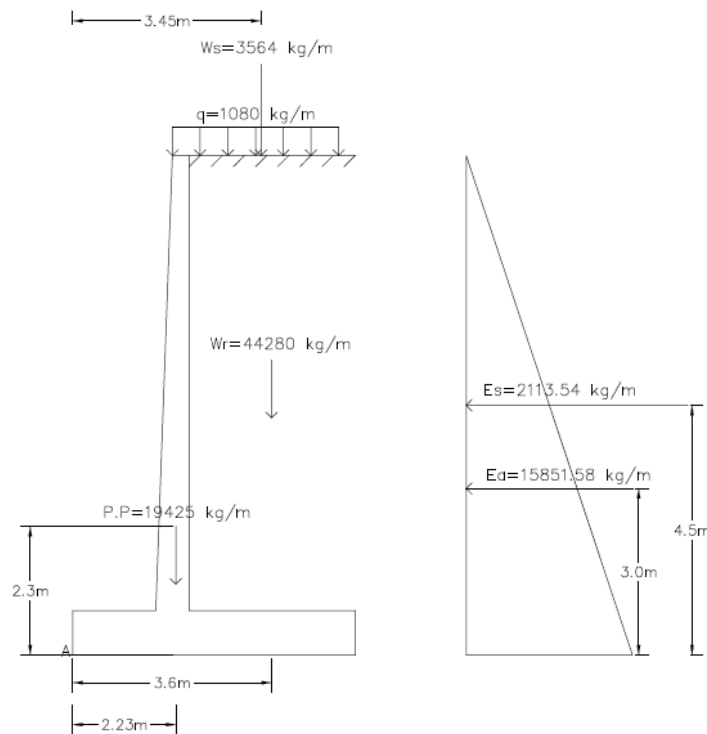
$$F_r = \mu * R_v + c' * B \quad (8)$$

$$\mu = \tan\left(\frac{2}{3}\phi\right) = 0.368$$

$$F_r = 28588.35 \text{ kg}$$

Figura 9

Fuerzas verticales y horizontales actuantes



Fuente: Autores

Para el caso 2 en el cual se incluye el análisis sísmico las fuerzas actuantes sobre el muro varían debido se realizó el incremento dinámico del empuje activo de la tierra; para lo cual primero fue necesario determinar el coeficiente de presión dinámica activa mediante la fórmula de Mononobe-Okabe en donde influyen los coeficientes sísmicos.

$$K_{as} = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos}\theta * \text{Sen}^2 \psi * \text{Sen}(\psi + \delta - \theta) * \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta) * \text{Sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{Sen}(\psi - \delta - \theta) * \text{sen}(\psi + \beta)}} \right]^2} \quad (9)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{C_{sh}}{1 - C_{sv}}\right) \quad (10)$$

$$\theta = 9.46^\circ$$

$\psi = 90^\circ = \text{Ángulo de inclinación de cara interna del muro}$

$\beta = 0^\circ = \text{Ángulo de inclinación del terreno de relleno}$

$$K_{as} = 0.301$$

Así el incremento dinámico del empuje activo resultó ser de:

$$\Delta DE_a = \left(\frac{1}{2}\gamma H^2\right)(K_{as} - K_a)(1 - C_{sv}) \quad (11)$$

$$\Delta DE_a = 5455.16 \frac{kg}{m}$$

Representando aproximadamente un 34% del empuje activo el cual sumado a este da un empuje activo resultante de:

$$Ea + \Delta = E_a + \Delta DE_a + Fspp \quad (12)$$

$$Fspp = C_{sh} * P.P = 2913.75 \frac{kg}{m}$$

$$Ea + \Delta = 24220.49 \frac{kg}{m}$$

De igual manera, se determinó la fuerza de roce con la cual al calcular el factor de seguridad este no satisfacía el requerimiento a deslizamiento por lo cual se decidió implementar un dentellón en la base con el cual se obtuvo una fuerza de roce de:

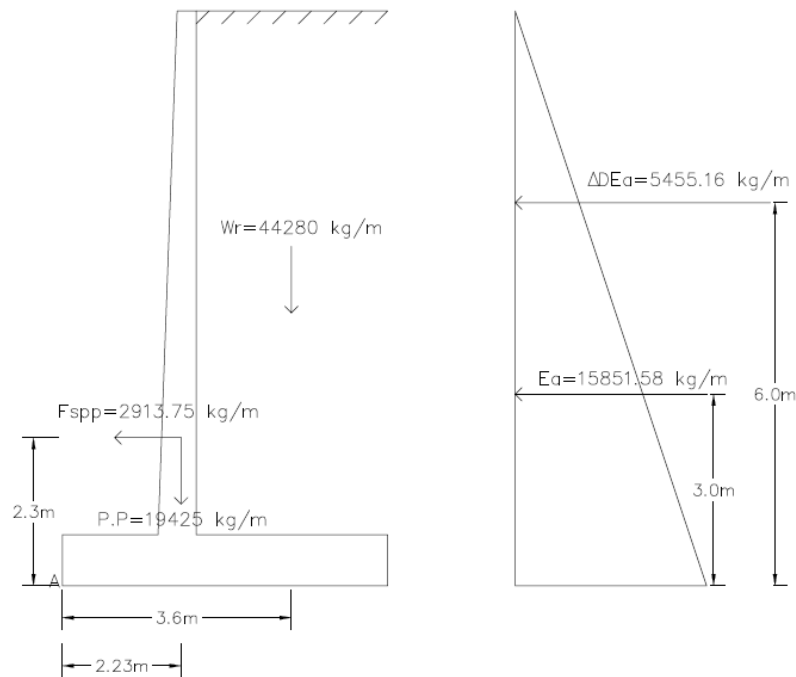
$$F_r = 35370.4 \frac{kg}{m}$$

Al añadir el dentellón se pudo garantizar que se cumplan los requerimientos de factor de seguridad a deslizamiento.

En la figura 10 se pueden observar las fuerzas resultantes para el caso 2.

Figura 10

Fuerzas resultantes y brazos para el caso 2



Fuente: Autores

4.2.3. Chequeo de estabilidad

El análisis de estabilidad se lo realizó empleando el método de los esfuerzos admisibles en el cual se emplean factores de seguridad mediante los cuales se verifica que la estructura es capaz de resistir satisfactoriamente las fuerzas actuantes sobre el muro.

El factor de seguridad a deslizamiento se obtuvo mediante la relación entre las fuerzas resistentes y las fuerzas deslizantes. Las fuerzas resistentes como su nombre lo indica son aquellas que se oponen al deslizamiento del muro y está conformada por la fuerza de roce que ejerce el suelo y el muro; y las fuerzas resultantes verticales como son: el peso del muro, el peso del relleno y el peso de la sobrecarga.

Por otra parte, las fuerzas deslizantes están conformadas por los empujes ejercidos por el relleno y la sobrecarga ya que éstas son las que favorecen al deslizamiento de la estructura.

$$F.S_D = \frac{\Sigma FR}{\Sigma FD}$$

El factor de seguridad a volcamiento por su parte se lo determinó mediante la relación entre los momentos estabilizadores y momentos volcadores, en donde los momentos estabilizadores son ocasionados por las fuerzas que oponen resistencia al volcamiento como es el caso del peso propio de la estructura, el peso del relleno y el peso de la sobrecarga; mientras que el momento volcador están ocasionados por las fuerzas que empujan a la estructura haciendo que esta tienda a voltearse respecto a un punto.

$$F.S_V = \frac{M_E}{M_V}$$

En la tabla 6 se muestran los factores de seguridad resultantes para ambos casos de carga.

Tabla 6

Factores de seguridad a deslizamiento (F.S.D) y volcamiento (F.S.V) para ambos casos de estudio

Caso	F.S.D	F.S.V
Caso 1	1.59	3.77
Caso 2	1.46	2.33

Fuente: Autores

El caso 2, el cual considera los efectos sísmicos presenta valores inferiores de factores de seguridad, lo que nos indica que este caso resulta un tanto más crítico y que los empujes producidos son mayores que al considerar la sobrecarga vehicular. Sin embargo, los valores

de los factores de seguridad siguen siendo mayores a los mínimos requeridos, que en este caso son 1.4 para deslizamiento y 1.5 para volcamiento.

El valor de 1.4 para deslizamiento es debido a que en el caso de considerar los incrementos debidos a sismo y al haber implementado el dentellón, se puede tomar este valor en vez de 1.5 como se hace para el caso de carga 1.

4.2.4. Diseño de la base

El diseño de la base se realizó tomando en cuenta que las condiciones de cortantes y momentos no son iguales a lo largo de toda la base por lo que se decidió realizar el diseño tanto para la puntera como para el talón de manera independiente, de manera que el diseño sea el más eficiente y que permita optimizar de mejor manera la cantidad de materiales que se requerirán, evitando así un sobredimensionamiento.

Para el diseño tanto de la puntera como del talón fue necesario determinar las presiones que se producen a lo largo de la base, desde la puntera hasta llegar al talón. En este caso, el diagrama de presiones resultó ser de forma trapezoidal, en donde las presiones mayores se presentan en la sección de la puntera. El valor de las presión máxima y mínima se obtuvo empleando los principios de la mecánica de materiales.

Así para el caso de la presión máxima, la misma que se produce en la punta de la base se la determinó con la expresión:

$$q_{max} = q_{punta} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + \frac{6e}{B} \right) \quad (13)$$

Y para el caso de la presión mínima producida por su parte en el talón, se la determinó con su correspondiente expresión:

$$q_{min} = q_{talón} = \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - \frac{6e}{B} \right) \quad (14)$$

A continuación, se presentan los resultados de las presiones en la base del muro.

Tabla 7

Presiones máximas y mínimas sobre la base

CASO	qmax (kg/cm ²)	qmin (kg/cm ²)	qadm (kg/cm ²)
CASO 1	1.63	1	3.82
CASO 2	2.37	0	3.82

Fuente: Autores

Una vez se han determinado las presiones debajo la base, se reconocieron las cargas predominantes en ambas secciones del muro, de manera que determinando los momentos flectores causados por la acción de las cargas fue posible analizar qué tipo de comportamiento se presentaba tanto en las fibras superiores e inferiores de cada sección, lo que nos permitió determinar las zonas que requieren refuerzo y la cantidad a emplear.

Sin embargo, la zapata del muro no fue diseñada solamente para flexión sino para soportar cargas de cortante y para esto se determinó la máxima fuerza cortante que actúa en la base, la cual corresponde a la fuerza cortante presente en el talón y resultó de la combinación de carga de empuje de tierra y sismo.

En el caso del diseño por corte se verificó el cortante máximo resistente del concreto de la base para garantizar que este resistiera las fuerzas cortantes actuantes a lo largo de la misma. Para el diseño se consideró un recubrimiento mínimo inferior de 7.5 cm debido a que el concreto se vierte directamente sobre el suelo.

Figura 11

Recubrimientos mínimos de concreto para el acero de refuerzo

Características del ambiente	Recubrimiento mínimo (cm)
Concreto colado en contacto con el suelo y permanentemente expuesto a él	7,5
Concreto expuesto al suelo o a la acción del clima: Varillas del # 6 al 18	5
Varillas del # 5 o 1 y menores	4
Concreto no expuesto a la acción del clima ni en contacto con el suelo: Losas, Muros, Nervaduras:	
Varillas del # 14 al 18	4
Varillas del # 11 o menores	2
Vigas, columnas	
Refuerzo principal, estribos y espirales	4
Cascarones y placas plegadas	
Varillas del # 6 o mayores	2
Varillas del # 5 o menores	1,5

Fuente: (Torres, 2008)

Para determinar el cortante máximo que resiste el concreto se empleó la ecuación que viene dada en la ACI 318 para miembros no presforzados.

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b_w * d \quad (15)$$

$$V_c = 58706.68 \text{ kg}$$

Y para garantizar que el concreto resistirá la sollicitación de cortante se verifica que la resistencia de este sea mayor que la fuerza cortante última actuante en la estructura.

$$V_c > \frac{V_u}{\Phi} \quad (16)$$

$$58706.69 \text{ kg} > 54648.86 \text{ kg}$$

En donde, Φ es el factor de minoración de resistencia y toma un valor de 0.75.

En el caso del análisis a flexión el diseño se vuelve un tanto más complejo debido a que es necesario determinar las cuantías de acero requeridas para la base, pero como se

mencionó anteriormente, para el caso de estudio, las cuantías se determinaron independientemente tanto para la puntera como para el talón, debido a que las condiciones y requerimientos son distintos para ambos casos.

Sin embargo, aunque el diseño de la puntera y el talón es independiente, los procedimientos empleados fueron los mismos, teniendo así que determinar, en primer lugar, los máximos momentos flectores para los cuales se diseña la pantalla. Para el caso de la puntera el máximo momento flector es de 30292.18 kg*m, el cual tiene sentido horario por lo cual indica que la zona que se encuentra sometida a flexión es la parte inferior que es justamente donde se colocará el refuerzo; en el talón por su parte el máximo momento flector fue de 75998.65 kg*m que de igual manera actúa en sentido horario lo que indicó que se requerirá de refuerzo en la parte superior del talón.

Es importante verificar que el espesor de la losa sea el adecuado para soportar la flexión debida a las cargas, la misma que se determina mediante la siguiente comparación.

$$d \geq \sqrt{\frac{M_u}{0.189 * \Phi * f'c * b}} \quad (17)$$

$$d \geq 43 \text{ cm}$$

$$d = 80 \text{ cm}$$

Posterior a la verificación del espesor, se determinó el valor de R_u el mismo que nos indica el procedimiento a seguir para determinar las cuantías requeridas.

$$R_u = \frac{M_u}{\Theta * b * d^2} \quad (18)$$

Para el caso en que R_u resulta inferior a 13 se emplea un valor de cuantía mínima que es de 0.00333; caso contrario se determina la cuantía mediante la expresión:

$$\rho = 0.85 * \left(\frac{f'c}{F_y}\right) * \left(1 - \sqrt{1 - 2.36 * \left(\frac{R_u}{f'c}\right)}\right) \quad (19)$$

El resumen de cálculo del acero requerido tanto para el talón como para la puntera de la zapata se muestra a continuación en la tabla 8.

Tabla 8

Cuantía de acero en la zapata

	Talón	Puntera
Ru =	16.52	6.15
ρ =	0.00412	0.00333

Fuente: Autores

Por último, se determinaron las cantidades de acero requeridas mediante la expresión:

$$A_s(req) = \rho * b * d \quad (20)$$

De igual manera, se presentan las áreas de acero requeridas para la zapata.

Tabla 9

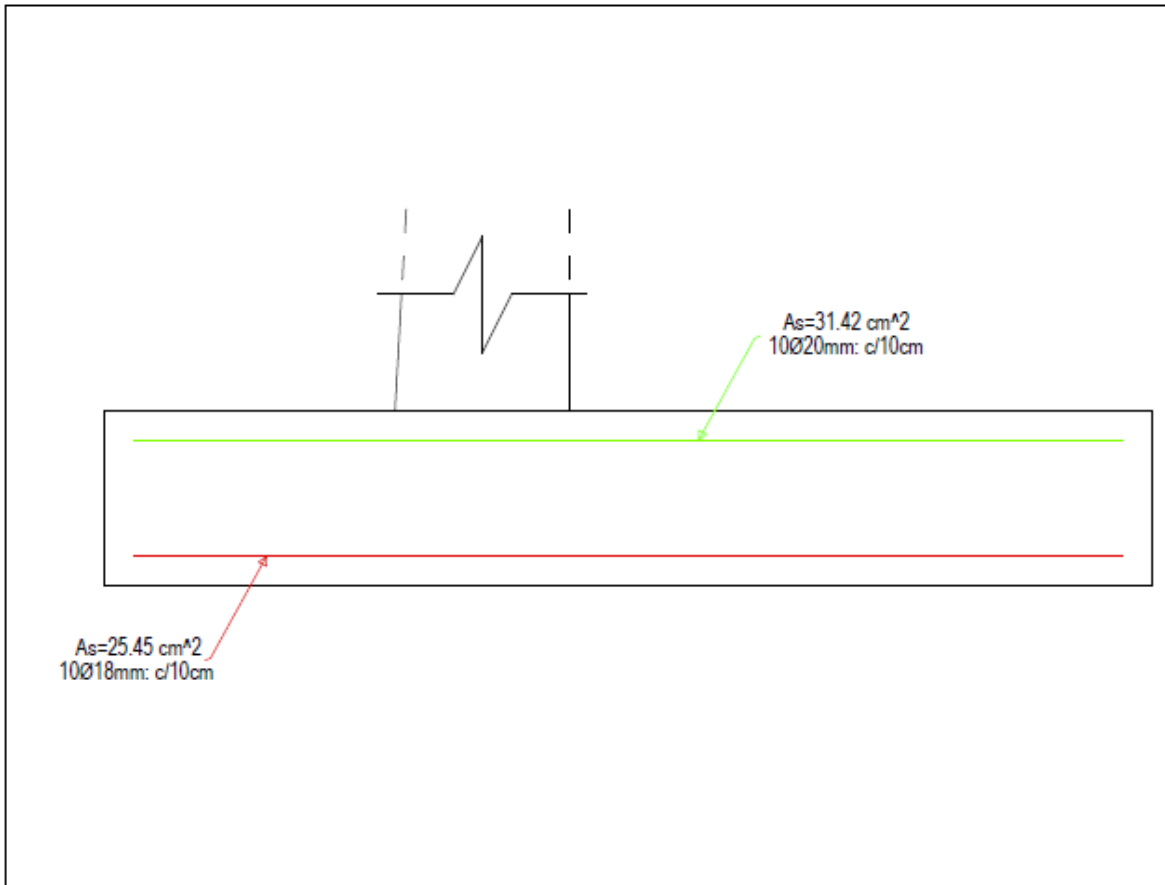
Áreas de acero requerido por metro de diseño de zapata

Áreas requeridas	Talón	Puntera
As =	30.49 cm ²	24.64 cm ²

Fuente: Autores

Como resultado del diseño se determinó que el refuerzo que se requerirá es:

- Para la puntera: 10 varillas de 18 mm con un espaciamiento de 10 cm entre cada varilla para cada metro de diseño de la base.
- Para el talón: 10 varillas de 20 mm con un espaciamiento de 10 cm entre cada varilla para cada metro de diseño de la base.

Figura 12*Acero empleado en la zapata*

Fuente: Autores

4.2.5. Diseño de la pantalla

El diseño de la pantalla se realizó considerando que su comportamiento es similar al de un voladizo el cual estará sometido a presiones horizontales producidas por el material de relleno y la sobrecarga. Debido a la acción de los empujes horizontales, se generan momentos los cuales a su vez ocasionan que la cara interna de la pantalla esté sometida a flexión por lo cual fue necesario determinar el refuerzo necesario para evitar la falla de la estructura.

Sin embargo, debido a que los momentos sobre la pantalla no son uniformes a lo largo de esta; se determinaron los momentos a distintas distancias medidas desde la parte superior

hasta la parte inferior, para de esta manera optimizar la distribución de los refuerzos, evitando sobreestimaciones.

De igual manera, los empujes horizontales en la pantalla harán que esta experimente fuerzas cortantes las cuales se determinaron a distintas distancias medidas desde la parte superior de esta.

Tabla 10

Solicitaciones máximas de cortante y momento en la pantalla del muro

y (m)	CASO 1		CASO 2		SOLICITACIONES MÁXIMAS	
	Vu (kg)	Mu (kg*m)	Vu (kg)	Mu (kg*m)	Vu (kg)	Mu (kg*m)
1	688.86	292.25	532.58	234.90	688.86	292.25
2	2003.97	1586.47	1816.95	1565.88	2003.97	1586.47
3	3945.31	4508.93	3853.12	4932.31	3945.31	4932.31
4	6512.90	9685.85	6641.08	11273.59	6641.08	11273.59
5	9706.72	17743.47	10180.85	21529.11	10180.85	21529.11
6	13526.78	29308.03	14472.41	36638.27	14472.41	36638.27
7	17973.09	45005.78	19515.76	57540.45	19515.76	57540.45
8	23045.63	65462.95	25310.92	85175.04	25310.92	85175.04

Fuente: Autores

Conociendo las sollicitaciones máximas tanto de cortante como de momento se calcularon las áreas de acero requeridas para la pantalla.

Tabla 11

Áreas de acero mínimas y requeridas para diferentes alturas de la pantalla

y (m)	Ru	p	As_min (cm2)	As_req (cm2)	As_real (cm2)
8	0.29224533	0.00007	11.1	0.232803938	
7	1.31113609	0.00031	12.21	1.151801085	
6	3.42521235	0.00082	13.32	3.299917654	21.56
5	6.67076148	0.00162	14.43	7.020256668	
4	10.9842396	0.00270	15.54	12.59103241	
3	16.2836735	0.00406	16.65	20.29116372	
2	22.4767364	0.00570	17.76	30.41277769	44.88
1	29.4723323	0.00764	18.87	43.28753146	

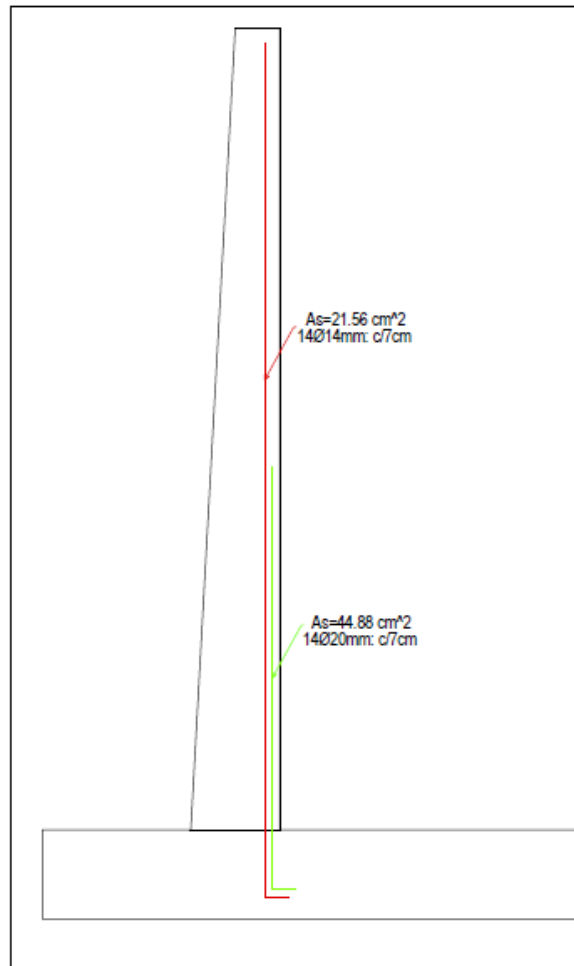
Fuente: Autores

Debido a que, hasta los 5 metros de la pantalla medidos desde la parte inferior domina el acero mínimo se empleará el mismo; mientras que en desde los 6 metros hasta los 8 empleó el acero requerido, concluyendo así que el diámetro y cantidad de varillas a emplear será:

- Desde los 0 hasta los 5 metros se emplearán 14 varillas de 14 mm con un espaciamiento de 7 cm entre varilla.
- Desde los 5 metros hasta los 8 metros se emplearán 14 varillas de 20 mm con un espaciamiento de 7 cm entre varilla.

Figura 13

Acero empleado en la pantalla



Fuente: Autores

4.3. Diseño del muro de contención de tierra armada

El tipo de muro que se diseña es un muro TERRAMESH, mismo que es usado en proyectos de infraestructura, como carreteras, ferrocarriles y obras de protección costera. Siendo este una solución eficiente y económicamente viable para la precisión de taludes y previsión de deslizamientos de tierra.

A continuación, se explicará el proceso de cálculo.

4.3.1. Normas de diseño

El diseño se basa en la norma ASSHTO LRFD 2014, NEVI 12 Vol. 3, Manual técnico MACCAFERRI y el Manual de Diseño de muros reforzados con geo sintéticos, los cuales ayudarán a determinar los parámetros principales para un diseño adecuado de muros de tierra mecánicamente estabilizada. También para el cálculo se usó las publicaciones FHWA.NHI-10-024 y FHWA-NHI-10-025, los cuales contienen lineamientos de diseño específicos para este tipo de muros, entonces a base de estas dos publicaciones se desarrolla el diseño.

4.3.2. Datos principales de diseño

Los datos principales como el peso específico de relleno, ángulo de fricción del relleno, peso específico de la piedra utilizada para el gavión y la capa de empedrado será tomado a base de la NEVI-12-Vol. 3 y las recomendaciones del Manual técnico MACCAFERRY. En lo que se refiere a los datos de peso específico del suelo natural, ángulo de fricción del suelo natural y su cohesión, estas se obtienen a base del ensayo de suelos desarrollado anteriormente en el numeral 4.1.

Tabla 12

Datos iniciales para el diseño de muro de tierra armada

DATOS INICIALES		
GAVIÓN		
Peso Específico de la piedra para relleno en el gavión	yg:	2600 kg/m ³
Peso Específico de la piedra para empedrado	ye:	2300 kg/m ³
MATERIAL DE RELLENO		
Peso Específico	γ_1 :	1900 kg/m ³
Ángulo de fricción	ϕ_1 :	30 °

SUELO NATURAL RETENIDO			
Peso Específico	γ_2 :	1800	kg/m ³
Ángulo de fricción	ϕ_2 :	30	°
SUELO NATURAL DE CIMENTACIÓN			
Peso Específico	γ_{s1} :	1800	kg/m ³
Ángulo de fricción	ϕ_s :	30	°
Cohesión	c:	0	kg/m ²

Fuente: Autores

Además, se menciona las dimensiones iniciales que contiene cada elemento del muro, tales como:

Tabla 13

Dimensiones principales de los componentes del muro

DATOS DE MURO			
Altura	H:	9.5	m
Profundidad mínima embebida	d _{min} :	0.61	m = 2ft
Longitud de la malla	L:	10	m
Altura de sobrecarga	heq:	0.61	m
Espesor de la capa de rodadura	ecr:	0.3	m
Dimensiones del gavión			
Base	b:	1	m
Altura	h:	1	m
Ancho	a:	1	m

Fuentes: Autores

Donde la profundidad mínima embebida se toma en base a lo que especifica el manual FHWA-NHI-10-024 en la siguiente figura:

Figura 14

Profundidad Mínima

Table 2-2. Minimum MSEW Embedment Depths.

Slope in Front of Wall	Minimum Embedment Depth to Top of Leveling Pad*
All Geometries	2 ft minimum
horizontal (walls)	H/20
horizontal (abutments)	H/10
3H:1V	H/10
2H:1V	H/7
1.5H:1V	H/5
* Minimum depth is the greater of applicable values listed, frost depth, or scour depth.	

Nota. Esta tabla corresponde a la profundidad mínima enbebida, la cual es tomada del manual Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I, Tabla 2-2. Fuente: (FHWA-NHI-10-024, 2009)

De la Figura 11 se toma el caso para todas las geometrías. Para la longitud de la malla se elige una longitud preliminar, la cual debe ser mayor a $0.7H$, donde H es la altura de del muro, la misma que se comprueba si es óptima en los cálculos de estabilidad externa e interna, en tal caso que las condiciones que se especifican para el diseño no se cumplan, la longitud de refuerza será aumentada.

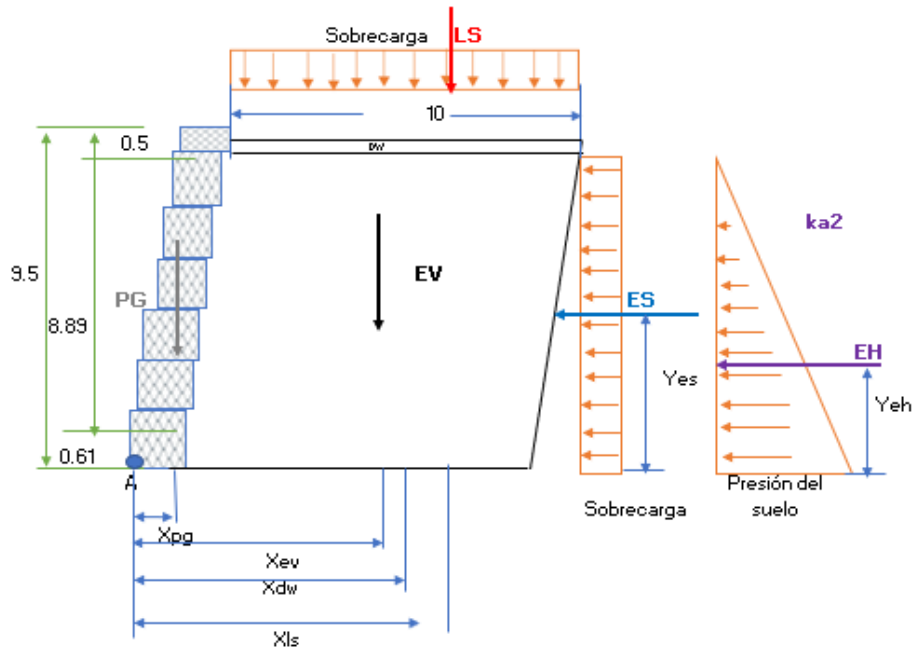
Por último, para la altura de sobrecarga, el manual FHWA-NHI-10-024 (2009), sugiere que la carga de tráfico de tratarse como carga viva de sobrecarga, esta no debe ser menor a 2 pies.

4.3.3. Cargas y momentos actuantes en el muro

Las cargas y momentos que se generan en el muro son las siguientes:

Figura 15

Esquema de las cargas actuantes en el muro



Fuente: Autores

Donde:

PG = Peso de la cara de muro

DW = Carga de la capa de rodadura

EH = Empuje horizontal actuante detrás de la cara del muro

EV = Peso del suelo de relleno

LS = Sobrecarga vertical en el muro

ES = Sobrecarga horizontal en el muro

La carga EH se obtiene mediante la siguiente formula:

$$EH = \frac{1}{2} \gamma Y_2 x H^2 x k a_2 x a \quad (21)$$

Donde:

ka_2 = Coeficiente activo

$$ka_2 = \frac{(1 - \text{sen}\phi_2)}{(2 + \text{sen}\phi_2)} \quad (22)$$

Tabla 14

Resultados de cargas y momentos actuantes

CARGA	Peso	Carga	Carga	CENTRIODES		MOMENTOS
	específico	Vertical	Horizontal	Xcg	Ycg	
	kg/m ³	kg	kg	m	m	kg
PG	2600	24700		0.98		24235.33
DW	2300	6900		6.9		47610.00
EV	1900	171000		6.02		1029420.00
LS	1900	11590		6.9		79971.00
EH			24300		3	72900
ES			3369.76		4.65	15669.38
	Σ	214190				1269805.72

Fuente: Autores

4.3.4. Evaluación de la estabilidad externa del muro

4.3.4.1. Características de la zona

Este punto establece los parámetros principales para obtener el coeficiente aceleración máxima, el cual se basó en el manual FHWA-NHI-10-024 (2009) capítulo 7, donde menciona que para determinar el coeficiente de aceleración máxima del terreno (PGA) se utiliza las curvas de peligro sísmico en un periodo de retorno de 1000 años, y para la determinar el factor de emplazamiento (Fpga) es necesario obtener la aceleración espectral en 1 segundo y el tipo de suelo de la zona, valores determinados en base a lo que estable la NEC-Peligro Sísmico sección 3 y la AASTHO LRFD 2014 Capítulo 2.

Dando como resultado:

Tipo de suelo = C

Dato obtenido del estudio de suelos, pues este tipo de suelo es considerado como un suelo inestable.

Coefficiente de aceleración máxima del terreno (PGA) = 0.25

Factor de emplazamiento (F_{pga}) = 1.15

Coefficiente de aceleración máxima

$$k_{max} = F_{pga}PGA \quad (23)$$

$$k_{max} = 0.29$$

4.3.4.2. Determinación del empuje total PAE

Para determinar el empuje se utilizó el método de MONONOBE-OKABE, donde especifica que, para utilizar su ecuación, deben definirse dos coeficientes sísmicos, k_h y k_v , mismo que se aplican simultánea y uniformemente a todas las partes de la estructura, es decir, al relleno reforzado y retenido (FHWA-NHI-10-024, 2009).

$$P_{AE} = 0.5K_{AE}\gamma_1H^2 \quad (24)$$

Donde:

k_h = Coeficiente sísmico horizontal

$k_h = 0.50k_{max}$

k_v = Coeficiente sísmico vertical

$k_v = 0$

γ_1 = Peso específico del relleno

H = Altura del muro

K_{AE} = Coeficiente presión activa

Misma que se expresa en base a la siguiente ecuación:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi_1 - \theta_{MO} - 90 + \theta)}{\cos(\theta_{MO})\cos^2(90 - \theta)\cos(\phi_2 + 90 - \theta + \theta_{MO}) \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi_1 + \phi_2)\sin(\phi_1 - \theta_{MO} - I)}{\cos(\phi_2 + 90 - \theta + \theta_{MO})\cos(I - 90 + \theta)}} \right)^2} \quad (25)$$

Donde:

$$\theta_{MO} = \tan^{-1} \left(\frac{kh}{1 - kv} \right) \quad (26)$$

I = Ángulo de inclinación del relleno hasta la pared de falla

I = 0

Θ = Angulo de inclinación del muro

$\Theta = 85^\circ$

Entonces el empuje total resulta:

$$K_{AE} = 0.47$$

$$P_{AE} = 36166.50 \text{ kg}$$

Así mismo, se calcula la fuerza de inercia horizontal de la masa de suelo reforzado de la siguiente forma:

$$P_{IR} = 0.5k_h W \quad (27)$$

$$k_h = 0.15$$

$$P_{IR} = 12825 \text{ kg}$$

Donde:

W = EV = Peso del suelo de relleno

4.3.4.3. Estabilidad de deslizamiento

Como primer punto se establece los factores de resistencia para el muro, los cuales se exponen en la siguiente tabla:

Tabla 15*Factores de resistencia*

DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	FACTOR
Deslizamiento	$\phi\tau$	1.00
Resistencia capacidad sísmica	ϕb	1.00
Resistencia capacidad estática	$\phi b1$	0.65
Resistencia a la tensión	ϕt	0.85
Resistencia al arranque	ϕm	1.20

Nota. esta tabla identifica cada uno de los factores de resistencia para diferentes casos, mismo que se encuentran en el manual Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I, Tabla 4-7. Fuente: (FHWA-NHI-10-024, 2009)

A continuación, se calcula la capacidad de demanda de estabilidad con relación al deslizamiento (CDR_{desl}), el cual se expresa como:

$$CDR_{desl} = \frac{R_R}{T_{HF}} > 1 \quad (28)$$

Donde:

R_R = Resistencia factorada contra el deslizamiento

$$R_R = \phi_\tau * R_\tau \quad (29)$$

R_τ = Resistencia al deslizamiento

$$R_\tau = V * u \quad (30)$$

$$u = \tan(\phi_1) \quad (31)$$

$V = EV$ = Peso del suelo de relleno

T_{HF} = Fuerza horizontal total

$$T_{HF} = P_{AE} + P_{IR} + E_{ES} \quad (32)$$

E_{ES} = Sobrecarga horizontal en el muro

Una vez establecido los parámetros, se obtiene la capacidad de demanda tomando en cuenta que este debe ser mayor a 1, en tal caso que sea menor se aumenta la longitud de la armadura y por tanto se repite el cálculo.

$$CDR_{desl} = \frac{98726.90 \text{ kg}}{51172.03 \text{ kg}}$$

$$CDR_{desl} = 1.89 > 1$$

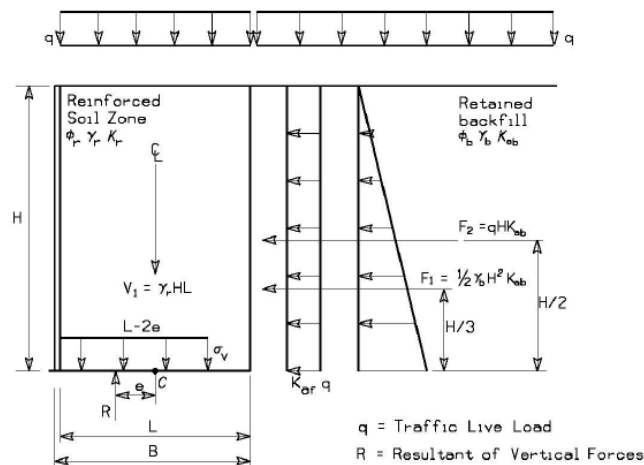
CUMPLE

4.3.4.4. Evaluación de la excentricidad

Para la evaluación de la excentricidad es imprescindible tomar en cuenta las cargas que se generan en el muro, tales como lo muestra la Figura 16.

Figura 16

Análisis de cargas externas



Nota. Esta figura permite identificar el comportamiento de cada una de las cargas, misma que se puede encontrar en el manual Design and Construction of Mechanically Stabilized

Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I, Figura 4-7. Fuente: (FHWA-NHI-10-024, 2009)

También requiere de factores de carga para diseño sismo resistente, los mismo que trabajan en el Evento del Extremo I, donde contienen valores máximos y mínimos, los mismo que ayudan a evaluar una combinación crítica de cargas.

Tabla 16

Factores de Carga

CARGA		E. EXTREMO I	
		Ymax	Ymin
Peso de la cara del muro	DG	1.25	0.9
Carga de la capa de rodadura	DW	1.5	0.65
Carga viva vehicular	LL	0.5	0.5
Cargas horizontales de la tierra	EH	1.5	0.9
Presión vertical de la carga muerta del relleno de tierra	EV	1.35	1
Recarga de carga viva	LS	0.5	0.5
Carga Sísmica	EQ	1	1

Nota. Corresponde a la tabla 4-2 del manual Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I. Fuente: (FHWA-NHI-10-024, 2009)

Como punto importante se menciona que no se toma en cuenta la sobrecarga viva LS, pues esta intervine en la evaluación del apoyo sobre el cimiento.

A continuación, se muestra las solicitaciones de momentos que se genera en el muro.

Tabla 17*Solicitudes de Momentos*

	E. EXTREMO 1		SOLICITUD	UNIDAD
	MAX	MIN		
ΣP	272075.00	197715.00		kg
MRA	1491426.17	1082178.30		kgm
MPAE	162749.25	162749.25	162749.25	kgm
MLS	24391.16	24391.16	24391.16	kgm
MPIR	80508.94	53672.63	53672.63	kgm
MEH	109350.00	65610.00	72900.00	kgm
MVA	376999.35	306423.04		kgm

Fuente: Autores

Donde:

 ΣP = Carga vertical total en la base del muro

MRA = Momento resistente con relación al punto A, producto de las cargas verticales

MPAE = Momento de volcamiento sísmico con respecto al punto A

MLS = Momento de volcamiento por sobrecarga viva

MPIR = Momento de volcamiento de la fuerza inercial. (YEQ)

MEH = Momento de volcamiento por el empuje del suelo detrás del muro

MVA = Momento de volcamiento total

Una vez determinado las solicitudes se procede a determinar los valores críticos en el punto A, los cuales sirven para determinar la excentricidad, como lo expone la siguiente ecuación:

$$e_L = \frac{\text{Ancho del muro}}{2} - \frac{M_{\text{rcrit}} - M_{\text{vacrit}}}{\Sigma P_{\text{acrit}}} \quad (33)$$

$$e_L = \frac{10}{2} - \frac{1082178.30 - 376999.35}{272075} = 2.41$$

Donde:

M_{racrit} = Momento resistente crítico en el punto A.

M_{vacrit} = Momento de volcamiento crítico en el punto A.

P_{acrit} = Fuerza crítica vertical total

Por otro lado, para que la excentricidad sea considerada adecuado esta debe ser menor a la e_{max} , misma que es igual a $L/4$, ya que es considerada que la cimentación esta sobre el suelo y no sobre roca, caso contrario resultaría ser igual a $3/8 L$ (FHWA-NHI-10-024, 2009).

$$e_{max} = 2.5 > 2.41$$

CUMPLE

4.3.4.5. Evaluación de apoyo sobre el cimiento

En este punto se incluye la sobrecarga vertical PLS, donde como resultado una excentricidad de:

Tabla 18

Solicitudes de momentos y excentricidad

ITEM	E. EXTREMO I máx	Unidad
MVA	376999.35	kgm
MRA	1122163.80	kgm
MA	745164.45	kgm
ΣP	277870.00	kg/m
a	2.68	m
eB	2.32	m

Fuente: Autores

Una vez obtenido el valor eB , se comprueba que la resistencia ponderada (qR) sea mayor que la tensión ponderada ($qV-F$), el cual se expone como:

$$q_R > q_{V-F}$$

Donde:

$$q_R = q_n \phi \quad (34)$$

q_n = Resistencia nominal (q_n) o también llamado capacidad de carga última (q_{ult})

ϕ = Factor de resistencia = 0.65

$$q_n = c_f N_c + 0.5 L' y_f N_y \quad (35)$$

c_f = Cohesión de suelo de cimentación

y_f = Peso específico del suelo natural de cimentación

N_c y N_y = Factores e capacidad en función del ángulo de fricción del suelo

L' = Longitud efectiva, donde es igual a $(L-2e_B)$

$$q_{V-F} = \frac{Y_{EVmax} V_1 + Y_{EVmax} V_2 + y_{EHmax} F_t \sin \beta}{L - 2e_B} \quad (36)$$

$$70237.44 \frac{kg}{m^2} > 43069.03 \frac{kg}{m^2}$$

CUMPLE

Además, se comprueba si hay falla por capacidad de ultima carga, donde se calcula el factor de seguridad y esta no debe estar entre 3 a 5 o mayor a 5 (Das, 2013).

$$FS = \frac{q_{ult}}{y_1 H} \quad (37)$$

$$FS = 6.12 > 5$$

CUMPLE

4.3.5. Evaluación de la estabilidad interna

En la estabilidad interna, se supone que en la zona activa se produce una fuerza dinámica interna (FHWA-NHI-10-024, 2009). Expresada como:

$$P_i = k a_1 W \quad (38)$$

Donde:

W = Peso de la zona activa

$$W = A \gamma_1 \quad (39)$$

A = Área de la zona activa

γ_1 = Peso específico de relleno

$$A = \frac{H^2 * \tan\left(90 - \left(45 + \frac{\phi_1}{2}\right)\right)}{2} \quad (40)$$

Dando como resultado:

$$P_i = 0.15 * 49495 = 7424.25 \text{ kg}$$

4.3.5.1. Tensión total

La tensión máxima es evaluada para cada nivel de relleno, es decir en cada distancia que se coloca el refuerzo, mismo que viene dado por la siguiente ecuación:

$$T_{total} = T_{max} + T_{md} \quad (41)$$

Donde:

Tmax = Tensión máxima en el suelo en cada nivel

$$T_{m\acute{a}x} = \sigma_H S_V \quad (42)$$

Sv = Distancia entre capas verticales

σ_H = Esfuerzo horizontal

En el esfuerzo horizontal interviene el coeficiente de presión lateral de la tierra en la zona de suelo reforzado (K_r), mismo que es determinada por la ecuación de Coulomb.

$$\sigma_H = K_r \gamma_1 (Z + h_{eq}) Y_{EVmax} \quad (43)$$

γ_1 = Peso específico de relleno

Z = Distancia de cada nivel

h_{eq} = Altura de sobrecarga

Y_{evmax} = Factor de presión vertical de la carga muerta del relleno de tierra

$$k_r = \frac{\text{Sen}^2(\theta - \phi_1)}{\text{Sen}\theta * (\text{Sen}\theta + \text{Sen}\phi_1)^2} \quad (44)$$

θ = Ángulo de inclinación de la cara del muro

ϕ_1 = Ángulo de fricción de relleno

T_{md} = Tensión media

$$T_{md} = \frac{P_i}{n} \quad (45)$$

Como se puede observar, en la ecuación 44, para la tensión media actúa el valor de P_i calculado anteriormente, pues dicho valor se distribuye por igual en cada uno de los niveles.

n = Número de niveles

Adicional se calcula el esfuerzo del suelo (σ_{vsuelo}), misma que servirá para el cálculo de la capacidad de arranque la cual se determinará en la tensión última de la malla.

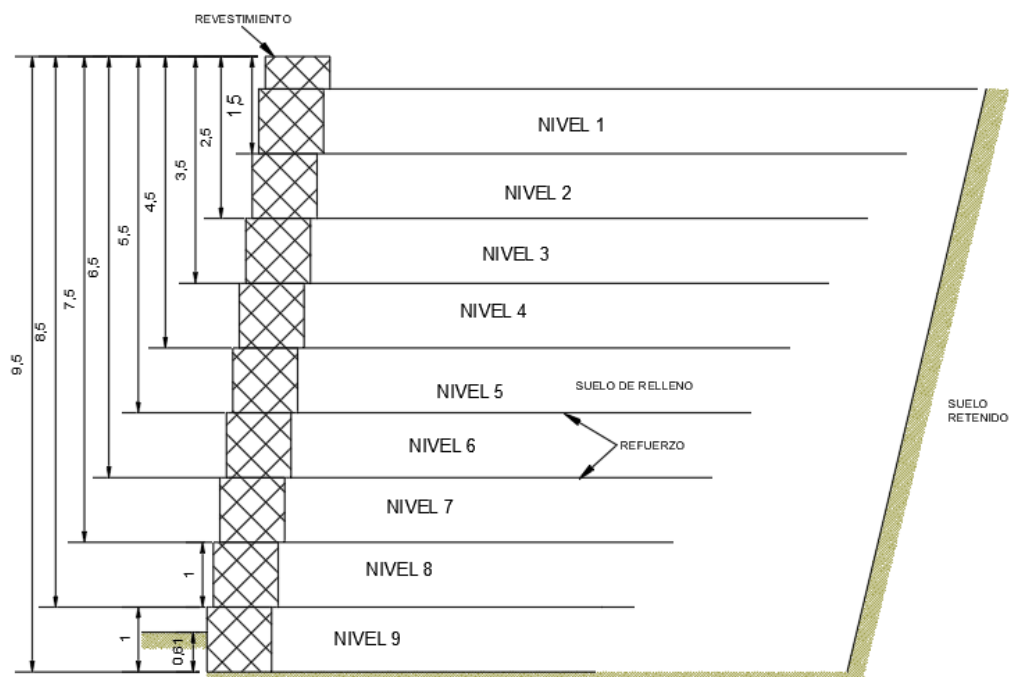
$$\sigma_{vsuelo} = q_{LS} + Y_1 Z n \quad (46)$$

En base a cada una de las ecuaciones, se tiene como resultado:

Tabla 19*Tensión total en cada nivel*

NIVEL	Z m	Sv m	σ_{vsuelo} kg/m ²	kr 0	σ_H kg/m	Tmax kg/m	Tmd kg/m	Ttotal kg/m
1	1.50	1.50	4009	0.30	0	0	824.92	824.92
2	2.50	1.00	5909	0.30	2393.15	2393.15	824.92	3218.07
3	3.50	1.00	7809	0.30	3162.65	3162.65	824.92	3987.57
4	4.50	1.00	9709	0.30	3932.15	3932.15	824.92	4757.07
5	5.50	1.00	11609	0.30	4701.65	4701.65	824.92	5526.57
6	6.50	1.00	13509	0.30	5471.15	5471.15	824.92	6296.07
7	7.50	1.00	15409	0.30	6240.65	6240.65	824.92	7065.57
8	8.50	1.00	17309	0.30	7010.15	7010.15	824.92	7835.07
9	9.50	1.00	19209	0.30	7779.65	7779.65	824.92	8604.57

Fuente: Autores

Figura 17*Detalle de niveles*

Fuente: Autores

4.3.5.2. Longitud total de refuerzo

La longitud de refuerzo en la estabilidad interna viene dada por la siguiente ecuación:

$$L_{total} = L_a + L_e \quad (47)$$

Donde:

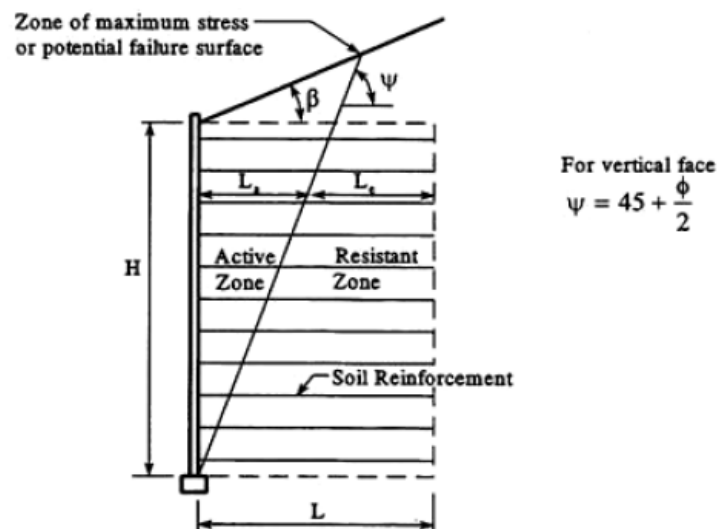
L_a = Longitud de anclaje

L_e = Longitud embebida

La ecuación de la longitud de anclaje es determinada para muros con refuerzo extensible, tal como lo muestra la Figura 18.

Figura 18

Ubicación de la longitud de anclaje



Nota. Esta figura ayuda identificar como está extendida cada una de las longitudes a determinar para la longitud total, misma que está tomada del manual Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume

I, Figura 4-9. Fuente: (FHWA-NHI-10-024, 2009)

Siendo así que L_a se determina como:

$$La = (H - Z_{n-i}) \tan\left(45 - \frac{\Phi_1}{2}\right) \quad (48)$$

Con respecto a la longitud embebida, este se debe considerar que debe ser mayor a 1.00 m, de no ser así no se tomará en cuenta y se asume 1.00 m como valor (FHWA-NHI-10-024, 2009).

$$Le = \frac{T_{max}}{\Phi F^* \propto \sigma_{vsuelo} CR_c} > 1 \text{ m} \quad (49)$$

Donde:

F^* = Factor de adherencia

$$F^* = \frac{2}{3} \tan(\Phi_1) \quad (50)$$

α = Factor de corrección para efectos de escala. El cual varia de 0.60 a 1.00, tomando como valor el 1.00, pues es lo recomendado para refuerzos con malla.

C = Perímetro de refuerzo efectivo. Valor recomendado para refuerzos con malla es de 2 (referenciar IMT).

Φ = Factor de resistencia al arrancamiento de la armadura del suelo. Valor tomado de la Figura 19.

Figura 19*Factor de resistencia*

Table 4-7. Resistance Factors, ϕ , for Tensile and Pullout Resistance for MSE Walls
(after Table 11.5.6-1, AASHTO (2007)).

Reinforcement Type and Loading Condition		Resistance Factor
Metallic reinforcement and connectors	Strip reinforcements ^(A)	
	Static loading	0.75
	Combined static/earthquake loading	1.00
	Combined static/traffic barrier impact ^(B)	1.00
	Grid reinforcements ^(A, C)	
	Static loading	0.65
	Combined static/earthquake loading	0.85
Geosynthetic reinforcement and connectors	Static loading	0.90
	Combined static/earthquake loading	1.20
	Combined static/traffic barrier impact ^(B)	1.20
Pullout resistance of tensile reinforcement (metallic and geosynthetic)	Static loading	0.90
	Combined static/earthquake loading	1.20
	Combined static/traffic barrier impact ^(B)	1.00
Notes:		
A. Apply to gross cross-section less sacrificial area. For sections with holes, reduce gross area in accordance with AASHTO (2007) Article 6.8.3 and apply to net section less sacrificial area.		
B. Combined static/traffic barrier impact resistance factors are not presented in AASHTO.		
C. Applies to grid reinforcements connected to rigid facing element, e.g., a concrete panel or block. For grid reinforcements connected to a flexible facing mat or which are continuous with the facing mat, use the resistance factor for strip reinforcements.		

Nota. Corresponde la tabla 4-7 del manual Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes – Volume I, Tabla 2-2. Fuente: (FHWA-NHI-10-024, 2009)

Como R_c = Radio de cobertura. El manual FHWA-NHI-10-024 (2009), recomienda que $R_c = 1$, pues al ser refuerzo continuo, es decir, el refuerzo en cada capa cubre toda la superficie horizontal de la zona de suelo reforzado.

De este modo se obtiene como resultado:

Tabla 20*Longitud total de refuerzo*

NIVEL	Z	Ttotal	F*	Le	Le	La	Ltotal	Lasum
	m	kg/m	0	calculado m	asumido m	m	m	m
1	1.50	824.92	0.38	0	1.00	0.87	1.87	2.00
2	2.50	3218.07	0.38	0.62	1.00	1.44	2.44	2.50
3	3.50	3987.57	0.38	0.62	1.00	2.02	3.02	3.10
4	4.50	4757.07	0.38	0.62	1.00	2.60	3.60	3.60
5	5.50	5526.57	0.38	0.62	1.00	3.18	4.18	4.20
6	6.50	6296.07	0.38	0.62	1.00	3.75	4.75	4.80
7	7.50	7065.57	0.38	0.62	1.00	4.33	5.33	5.40
8	8.50	7835.07	0.38	0.62	1.00	4.91	5.91	6.00
9	9.50	8604.57	0.38	0.62	1.00	5.48	6.48	6.50

Fuente: Autores

4.3.5.3. Tensión última

Una vez obtenido las longitudes y la tensión totales, se procede a determinar la tensión última, misma que viene da por:

$$T_{ul} = \frac{T_{rm}}{RF_{ID} \times RF_{CR} \times RF_D} \quad (51)$$

Donde:

Trm = Tensión de rotura de la malla. Dato proporcionado por un fabricante de la malla, mismo que se puede observar en el anexo 3.

RF_{ID} = Factor de reducción por instalación. Valor que varía entre 1.1 a 1.4.

RF_{CR} = Factor de reducción por agrietamiento. Valor que varía de 2 a 3.

RF_D = Factor de reducción por durabilidad. Valor que varía de 1.1 a 1.5.

La tensión última ayuda a determinar el número de mallas que es necesario para cada nivel, ya que dicho valor interviene para determinar el factor de seguridad de la malla, la cual debe ser mayor a 1.00.

$$FS_{malla} = \frac{T_{ult} * N^{\circ} Malla}{T_t} \quad (52)$$

Además, se calcula la capacidad de arranque del refuerzo, pues se debe verificar que:

$$Pr > Tt$$

Entonces, la capacidad de arranque es igual a:

$$P_r = F^* \propto \sigma_{vsuelo} LeC \quad (53)$$

Tabla 21

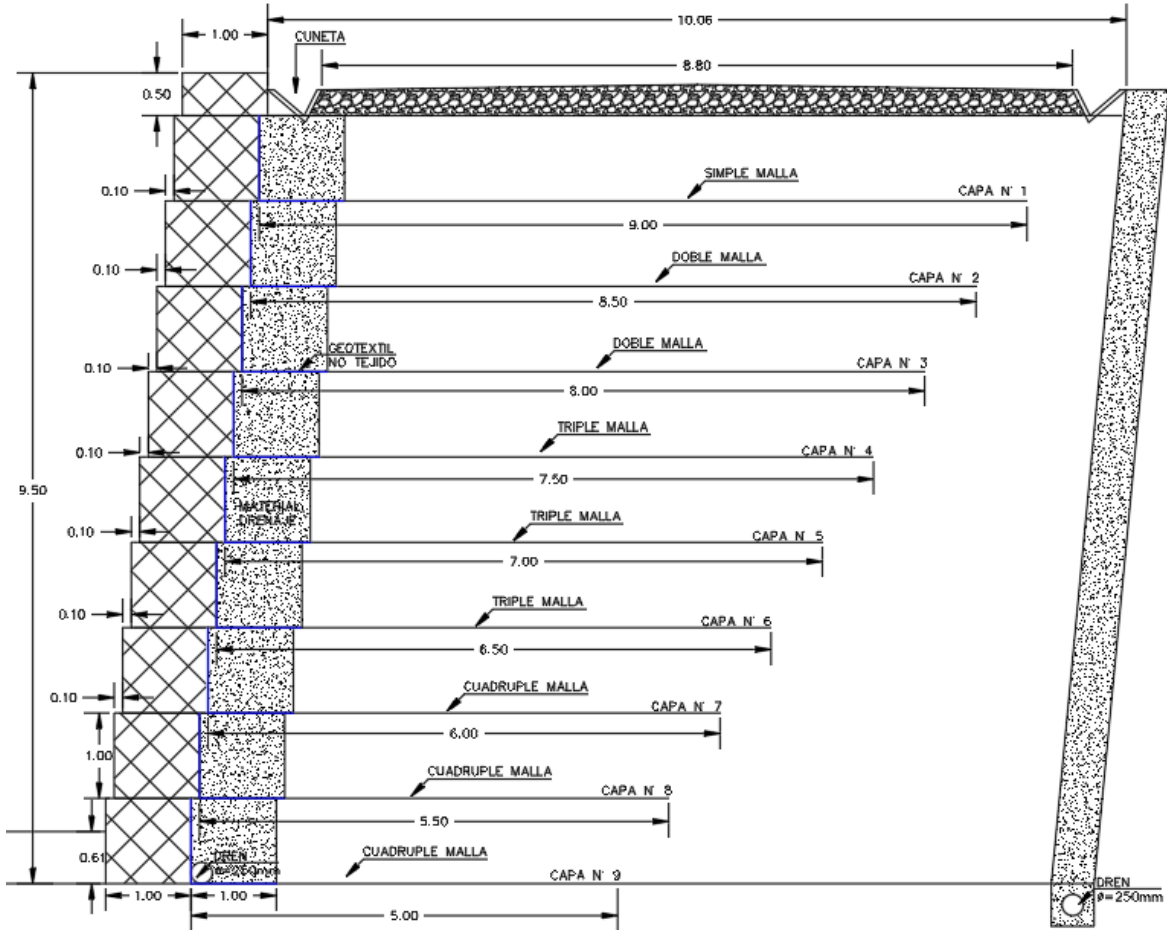
Comprobación de capacidad de arranque y el factor de seguridad de la malla

NIVEL	Pr	Tt	Pr>	N°	Fs	Fsm	Lasum	Lasum vs	Ldiseño	L
	kg/m	kg/m	Tt	Malla	malla	>1	m	Ldiseño	m	colocado (m)
1	3086.13	824.92	OK	1	2.65	OK	2.00	<	10	9.00
2	4548.75	3218.07	OK	2	1.36	OK	2.50	<	10	8.50
3	6011.37	3987.57	OK	2	1.10	OK	3.00	<	10	8.00
4	7473.99	4757.07	OK	3	1.38	OK	3.60	<	10	7.50
5	8936.61	5526.57	OK	3	1.19	OK	4.20	<	10	7.00
6	10399.23	6296.07	OK	3	1.04	OK	4.80	<	10	6.50
7	11861.85	7065.57	OK	4	1.24	OK	5.40	<	10	6.00
8	13324.47	7835.07	OK	4	1.12	OK	6.00	<	10	5.50
9	14787.10	8604.57	OK	4	1.02	OK	6.50	<	10	5.00

Fuente: Autores

Figura 20

Diseño Final



Fuente: Autores

5. PRESUPUESTO

5.1. Presupuesto de muro de contención de hormigón armado

5.1.1. Análisis de precios unitarios

Para la elaboración de los presupuestos referenciales se realizó el análisis de precios unitarios de cada rubro de construcción. El análisis de precios unitarios se encuentra en el anexo 4.

5.1.2. Presupuesto referencial total

Tabla 22

Presupuesto referencial del muro de hormigón armado

PRESUPUESTO REFERENCIAL						
Nro.	ITEM	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	1	Movimiento de tierras				\$ 1 939.01
1	1.1	Remoción de pavimento	m2	266.00	\$ 1.90	\$ 505.40
2	1.2	Remoción de hormigón (cunetas laterales)	m3	14.82	\$ 30.04	\$ 445.19
3	1.3	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	0.69	\$ 467.62	\$ 322.66
4	1.4	Replanteo y nivelación	m2	456.00	\$ 1.46	\$ 665.76
	2	Excavaciones				\$ 22 520.69
5	2.1	Excavación a maquinaria con retroexcavadora	m3	2 626.61	\$ 2.86	\$ 7 512.10
6	2.2	Cargado de material con cargadora	m3	3 414.59	\$ 0.40	\$ 1 365.84
7	2.3	Relleno compactado manual (Material in situ)	m3	163.35	\$ 9.52	\$ 1 555.09
8	2.4	Desalojo de material a escombreras	m3	3 414.59	\$ 3.54	\$ 12 087.66
	3	Hormigón Armado				\$ 192 662.25
	3.1	Zapata				\$ 87 889.13
9	3.1.1	Hormigón simple f'c=240 kg/cm2	m3	140.22	\$ 202.28	\$ 28 363.70
10	3.1.2	Acero corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg	13 037.00	\$ 2.80	\$ 36 451.45
11	3.1.3	Encofrado metálico para muros	m2	311.60	\$ 74.05	\$ 23 073.98
	3.2	Muro				\$ 104 773.12
12	3.2.1	Hormigón simple f'c=240 kg/cm2	m3	168.72	\$ 202.28	\$ 34 128.68
13	3.2.2	Acero corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60	kg	11 287.00	\$ 2.80	\$ 31 603.60
14	3.2.3	Encofrado metálico para muros	m2	38.56	\$ 74.05	\$ 2 855.37
15	3.2.4	Relleno y compactado con material de mejoramiento	m3	2 925.26	\$ 12.37	\$ 36 185.47

	4	Drenaje				\$ 2 575.40
16	4.1	Material filtrante para drenes, suministro y colocación	m3	93.48	\$ 17.03	\$ 1 591.96
17	4.2	Tubería PVC perforada para dren, d=250 mm	ml	38.00	\$ 25.88	\$ 983.44
	5	Reconstrucción de la vía				\$ 9 189.07
18	5.1	Relleno compactado sub-base clase III e=30cm (incluido material)	m3	75.60	\$ 22.28	\$ 1 684.37
19	5.2	Base clase 2 e=25cm	m3	63.00	\$ 27.14	\$ 1 709.82
20	5.3	Carpeta asfáltica en caliente e = 5cm	m2	252.00	\$ 10.54	\$ 2 656.08
21	5.4	Cuneta de hormigón simple f'c= 180 kg/cm2	ml	76.00	\$ 24.98	\$ 1 898.48
22	5.5	Bordillo HS f'c=180 kg/cm2, h=30 cm, b=15cm	ml	76.00	\$ 16.32	\$ 1 240.32
TOTAL						\$ 228 886.42

Fuente: Autores

El precio total proyecto es de doscientos veinte y ocho mil ochocientos ochenta y seis dólares con cuarenta y dos centavos, sin IVA.

5.2. Presupuesto de muro de tierra con el sistema TERRAMESH

5.2.1. Análisis de precios unitarios

El análisis de precios unitarios se encuentra en el anexo 5.

5.2.2. Presupuesto referencial total

Tabla 23

Presupuesto referencial del muro de tierra con el sistema TERRAMESH

PRESUPUESTO REFERENCIAL						
Nro.	ITEM	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
	1	Movimiento de tierras				\$ 1 939.01
1	1.1	Remoción de pavimento	m2	266.00	\$ 1.90	\$ 505.40
2	1.2	Remoción de hormigón (cunetas)	m3	14.82	\$ 30.04	\$ 445.19
3	1.3	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	0.69	\$ 467.62	\$ 322.66
4	1.4	Replanteo y nivelación	m2	456.00	\$ 1.46	\$ 665.76
	2	Excavaciones				\$ 22 520.69
5	2.1	Excavación a maquinaria con retroexcavadora	m3	2 626.61	\$ 2.86	\$ 7 512.10
6	2.2	Cargado de material con cargadora	m3	3 414.59	\$ 0.40	\$ 1 365.84
7	2.3	Relleno compactado manual (Material in situ)	m3	163.35	\$ 9.52	\$ 1 555.09
8	2.4	Desalojo de material a escombreras	m3	3 414.59	\$ 3.54	\$ 12 087.66
	3	Muro de Tierra				\$ 87 399.54

9	3.1	Gavión 1x1x0.5	m3	19.00	\$ 73.91	\$ 1 404.29
10	3.2	Terramesh System 1x1x2x5	m3	342.00	\$ 84.71	\$ 28 970.82
11	3.3	Geomalla de refuerzo (tipo malla 8x10)	m2	6498.00	\$ 2.24	\$ 14 555.52
12	3.4	Geotextil no tejido Clase 2	m2	357.20	\$ 1.39	\$ 496.51
13	3.5	Geocompuesto de drenaje	m2	357.20	\$ 4.20	\$ 1 500.24
14	3.6	Relleno y compactado con material de mejoramiento	m3	3271.80	\$ 12.37	\$ 40 472.17
	4	Drenaje				\$ 12 621.53
15	4.1	Material filtrante para drenes, suministro y colocación	m3	625.64	\$ 17.03	\$ 10 654.65
16	4.2	Tubería PVC perforada para dren, d=250 mm	ml	76.00	\$ 25.88	\$ 1 966.88
	5	Reconstrucción de la vía				\$ 14 626.88
17	5.1	Relleno compactado sub-base clase III e= 20cm (incluido material)	m3	60.80	\$ 22.28	\$ 1 354.62
18	5.2	Capa de rodadura (empedrado e= 30 cm, incluido material)	m3	114.00	\$ 99.77	\$ 11 373.78
19	5.3	Cuneta de hormigón simple f'c 180 k/cm2	ml	76.00	\$ 24.98	\$ 1 898.48
TOTAL						\$ 139 107.66

Fuente: Autores

El precio total proyecto es de ciento treinta y nueve mil ciento siete dólares con sesenta y seis centavos, sin IVA.

6. ANÁLISIS TÉCNICO-ECONÓMICO

Una vez concluido el diseño estructural de ambos muros y luego de determinar los presupuestos de construcción de estos, es posible realizar la comparativa de los aspectos tanto técnicos como económicos entre estos a fin de determinar cuál de los dos resulta más factible a implementar.

Dentro de los aspectos técnicos más importantes a considerar en el análisis se tiene, por una parte, las condiciones de estabilidad que, para el caso del muro de tierra armada presenta momentos tanto volcadores como resistentes ampliamente mayores a los que se determinan para el muro de hormigón armado por lo tanto este presenta mejores condiciones de estabilidad.

Además, en el caso del muro de hormigón al presentarse grandes alturas las dimensiones requeridas para cumplir con las solicitaciones de cortante y momento son mayores, por lo cual representa un aumento en las cantidades de materiales que se emplearán para la construcción del muro.

Por otro lado, el proceso constructivo del muro de hormigón armado resulta más complejo y laborioso debido a que, por un lado, el armado del refuerzo es un proceso que demanda un control riguroso en cuanto a las dimensiones, separaciones y otros aspectos relacionados con los aceros; por otro lado, la fundición del muro requiere de condiciones climáticas específicas las cuales debido al clima variable de la zona dificultaría este proceso. En cambio, el proceso constructivo del muro de tierra armada no presenta mayores complicaciones ni requiere de muchas condiciones específicas que representen paralizaciones en la realización de los trabajos.

En el aspecto económico, al realizar la comparación se observa que los costos directos de construcción del muro de tierra armada son significativamente menores que los costos del muro de hormigón armado, presentando una diferencia de 89778,76 dólares que representa un aumento de aproximadamente 40% del precio en el caso del muro de hormigón armado.

7. CRONOGRAMA Y PRESUPUESTO DE ACTIVIDADES DEL PROYECTO

TÉCNICO

7.1. Cronograma de actividades en horas

La distribución de las horas necesarias para la consecución del proyecto se realizará de la siguiente manera de acuerdo con cada una de las fases del proyecto:

Tabla 24

Cronograma de actividades en horas

FASES	Actividades	Número de horas estimadas
	Reconocimiento del lugar	5
	Levantamiento topográfico	5
	Revisión del estado del arte: Tipos de muros, tipo de vía y geología.	30
	Definir el tipo de muro que cumpla con los requerimientos del proyecto.	50
FASE 2	Diseñar los muros que cumplan con requerimientos necesarios del proyecto	60
	Seleccionar los materiales adecuados para el diseño del proyecto	10
	Investigación de precios unitarios para el presupuesto de los diseños	10
FASE 3	Realizar el análisis técnico económico de los muros para determinar el costo de los muros.	20
	Elaborar planos de diseño.	30
	Revisión del informe por parte del tutor	20
	Total	240

Fuente: Autores

7.2. Cronograma de actividades por semanas

Las actividades que se ejecutaron durante la realización del proyecto se distribuyeron de manera semanal de la siguiente manera, proyectado finalizar con el mismo en el mes de julio.

Figura 21

Cronograma de actividades por semanas

FASES	ACTIVIDADES	MARZO				ABRIL				MAYO				JUNIO				JULIO			
		SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA				SEMANA			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Reconocimiento del lugar	x																			
	Levantamiento topográfico	x																			
	Revisión del estado del arte: Tipos de muros, tipo de vía y geología.		x	x																	
	Definir el tipo de muro que cumpla con los requerimientos del proyecto.				x	x	x														
FASE 2	Diseñar los muros que cumplan con requerimientos necesarios del proyecto						x	x	x	x	x	x									
	Seleccionar los materiales adecuados para el diseño del proyecto											x	x								
	Investigación de precios unitarios para el presupuesto de los diseños												x	x	x						
FASE 3	Elaborar planos de diseño.													x	x	x					
	Realizar el análisis técnico económico de los muros para determinar el costo de los muros.															x	x				
	Revisión del informe por parte del tutor	x		x		x		x		x		x		x		x		x			

Fuentes: Autores

7.3. Presupuesto de actividades

En esta sección se presentan las tablas que contienen los costos estimados considerados para la realización de este proyecto, para lo cual se ha considerado gastos tanto de mano de obra como de recursos necesarios para obtención de información necesaria.

Para la realización del proyecto se necesitarán insumos de varios tipos, los cuales se muestran en la Tabla 25.

Tabla 25*Presupuesto de actividades*

Descripción	Unidad	Precio unitario (\$)	Cantidad	Costo total (\$)
Topografía	u	200	1	200
Transporte	h	1.7	200	340
Internet	h	1.53	400	612
Impresiones	u	0.3	100	30
Alquiler estación	día	30	5	150
Total				
			Subtotal	1332
			Imprevisto (15%)	199.8
			Total	1531.8

Fuente: Autores

8. CONCLUSIONES

1. Luego de haber analizado la topografía de la zona mediante levantamiento topográfico y a través de visitas de campo, se llegó a la conclusión de que la zona donde ocurrió el deslizamiento presenta un relieve bastante irregular debido a que es un terreno montañoso en donde las pendientes fácilmente superan el 30%. Además, al visitar la zona es fácil observar la existencia de varios taludes a lo largo de la vía que llegan a ser prácticamente verticales, tanto por efectos naturales como por efectos antrópicos, lo cual sumado a las condiciones climáticas hace que el lugar sea bastante susceptible a deslizamientos.
2. En cuanto al suelo de la zona; mediante la realización de los ensayos se determinó que el área donde se desea implantar la estructura está conformada por un suelo de tipo arenoso, el cual al momento de obtener las muestras representaba una dificultad

debido a su facilidad para desmoronarse, lo cual nos puede llevar a la conclusión de que, debido a las características del suelo sumado a la topografía y el clima del lugar, desencadenaron el deslizamiento del talud que sostenía a la vía.

3. Por otra parte, mediante el análisis estructural se pudo concluir que ambos diseños cumplen satisfactoriamente con los requerimientos tanto de estabilidad interna como externa, en el caso del muro de hormigón armado, cuenta con las condiciones necesarias para las solicitaciones de cortantes y momentos tanto para la cimentación como para la pantalla. Sin embargo, al realizar la comparativa de los aspectos técnicos se concluyó que el muro de tierra armada presenta mayores beneficios respecto al muro de hormigón armado puesto que las condiciones en el análisis de estabilidad son mejores, además que los procesos constructivos de este presentan menores inconvenientes lo que resulta beneficioso a la hora de implementar el diseño.
4. Por último, con la determinación de los presupuestos referenciales de cada obra se evidenció la diferencia entre los costos directos de construcción de ambas estructuras, lo que permitió determinar que el muro de tierra armada resulta ser una opción más factible económicamente para dar solución al problema de deslizamiento en la zona de estudio.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que la ejecución de los ensayos de suelos se los realice con la ayuda de un laboratorio especializado que cuente una mayor experiencia y con el equipo idóneo para la toma de muestras y elaboración de ensayos.
- A fin de conocer con mayor exactitud las propiedades del suelo con el que se trabajará y evitar futuros problemas en la cimentación del muro, se recomienda complementar

el análisis del suelo con la realización de otros ensayos como el de penetración estándar (SPT) y ensayos de geofísica.

- Para asegurar un funcionamiento óptimo, se recomienda verificar cuidadosamente la calidad de los materiales utilizados, así como garantizar una instalación adecuada de los drenajes tanto en la vía como en el muro de drenaje. Este paso es crucial para garantizar el correcto drenaje del agua y prevenir posibles problemas de acumulación o filtración. Al asegurarnos de que los materiales sean los adecuados y que la instalación se realice de manera correcta, podemos garantizar una infraestructura duradera y eficiente, evitando inconvenientes futuros y asegurando un rendimiento óptimo en términos de drenaje.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bryan, A. :, Ayabaca, I., Luis, T., & Ojeda, D. S. (2018). *UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA SEDE QUITO CARRERA: INGENIERÍA CIVIL Trabajo de titulación previo a la obtención del título de: INGENIEROS CIVILES TEMA: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE SUELO MECÁNICAMENTE ESTABILIZADO CON EL*

SISTEMA TERRAMESH ® PARA EL PROYECTO URBANIZACIÓN TOSCANA.

Cuenca, L., & Vargas, J. (2017). *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA, CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL.*

Cuzco, J. C. (2018). *COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL DE MUROS DE CONTENCIÓN EN GRAVEDAD, VOLADIZO Y CONTRAFUERTES.* Universidad Nacional de Cajamarca.

Das, B. M. (2015). *Fundamentos de ingeniería geotécnica* (S. Cervantes, Ed.; Cuarta edición).

FHWA-NHI-10-024. (2009). *Design and Construction of Mechanically Stabilized Earth Walls and Reinforced Soil Slopes-Volume I.*

GAD Municipal del Cantón Sevilla de Oro. (2019). *Energía, magia y tradición.*

Lucero, F., Pachacama, E., & Rodríguez, W. (2012). *UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR FACULTAD DE INGENIERÍA CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL TRABAJO DE GRADUACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL. OPCIÓN ESTRUCTURAS.*

Martínez, S. (2009). *UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN SECTOR LA AGUADA COMUNA DE CORRAL.*

Puy Satín, A. J. (2005). *Influencia de la temperatura en el límite líquido para suelos con diferentes índices de plasticidad* [Universitat Politècnica de Catalunya]. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099.1/3282>

Torres, R. Á. (2008). *ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS DE CONTENCIÓN DE CONCRETO ARMADO.*

11. ANEXOS

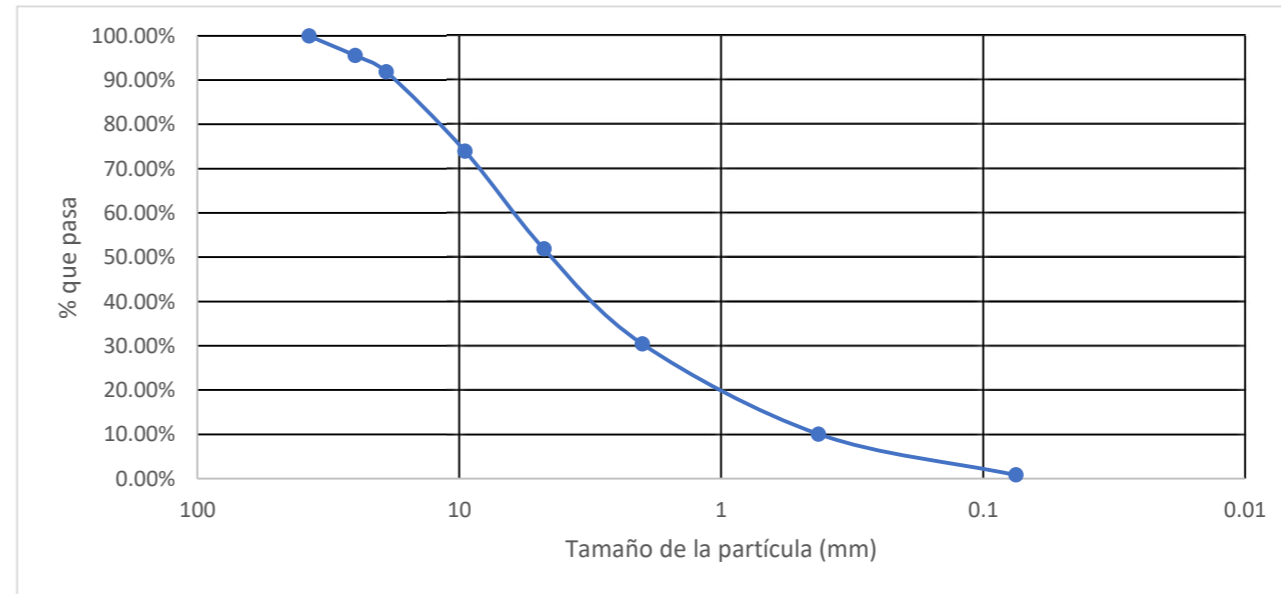
ANEXO 1

ENSAYO DE

SUELOS

Peso bandeja	637	g
Peso material (seco)	3000	g

Tamiz (in)	Abertura (mm)	Retenido (g)	Retenido acumulado (g)	Pasa (g)	Porcentaje que pasa (%)
1 1/2	37.5	0	0	3000	100.00%
1	25	134	134	2866	95.53%
3/4	19	110	244	2756	91.87%
3/8	9.5	538	782	2218	73.93%
N° 4	4.75	662	1444	1556	51.87%
N° 10	2	644	2088	912	30.40%
N° 40	0.425	610	2698	302	10.07%
N° 200	0.075	277	2975	25	0.83%
Fondo	0	25	3000	0	0.00%



De mayor a menor		De menor a mayor	
37.5	100%	0.075	1%
25	96%	0.425	10%
19	92%	2	30%
9.5	74%	4.75	52%
4.75	52%	9.5	74%
2	30%	19	92%
0.425	10%	25	96%
0.075	1%	37.5	100%

D10	0.41971041
0.075	0.00833333
0.425	0.10066667

Cu	14.6115915
Cc	1.46217186

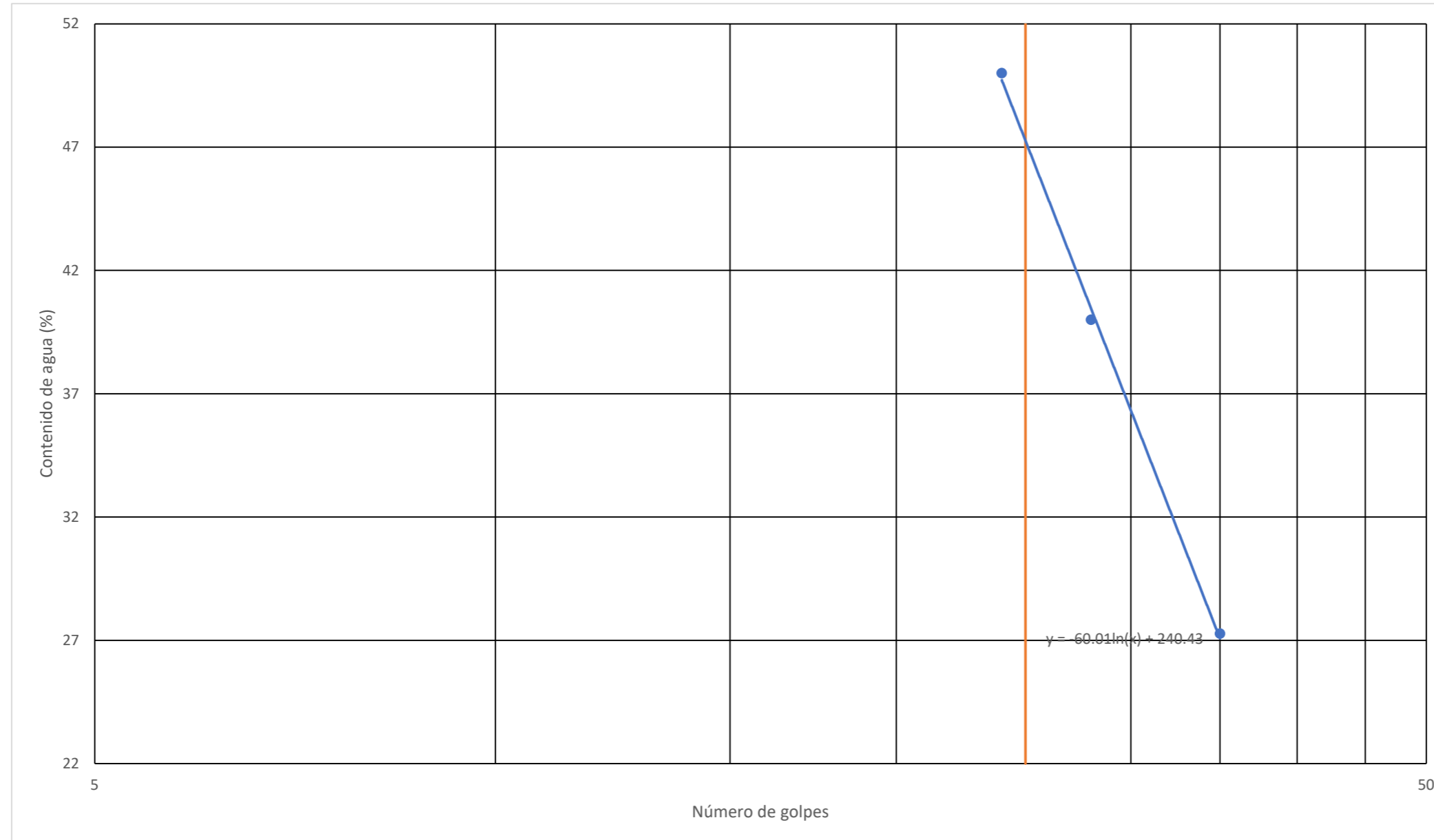
D30	1.93998205
0.425	0.10066667
2	0.304

D60	6.13263707
4.75	0.51866667
9.5	0.73933333

CLASIFICACIÓN SUCS				
% que pasa T. 200 :	0.83%	<	50%	Arena o Grava
% que pasa malla #4 :	51.87%	>	50%	Arena
Cu :	14.6115915			
Cc :	1.46217186			
BIEN GRADUADA				
EL SUELO ES UNA ARENA BIEN GRADUADA				

DESCRIPCIÓN	LÍMITE LIQUIDO			LÍMITE PLÁSTICO		
	1	2	3	1	2	3
Nº de ensayo	1	2	3	1	2	3
Nº de cápsula	1	2	3			
Peso de cápsula (gr)	18	18	18	18	18	18
Peso de cápsula + M. húmeda (gr)	32	32	27	26.5	25	25.2
P. cápsula + M. seca (gr)	29	28	24	24	23	23
Peso del agua (gr)	3	4	3	2.5	2	2.2
Peso de la muestra seca (gr)	11	10	6	6	5	5
Contenido de humedad (%)	27.2727273	40	50	41.6666667	40	44
Nº de golpes	35	28	24			
Promedio C. de humedad (%)				41.8888889		

LÍMITE LÍQUIDO	47.2652617	%
LÍMITE PLÁSTICO	41.8888889	%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5.37637286	%



ÁREA PROBETA =	36	cm2
FUERZA AXIAL =	20	kgf
ESFUERZO AXIAL =	0.55555556	kg/cm2

ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO =	0.61321833	kgf/cm2
----------------------------	------------	---------

CARGA (N)	CARGA (kgf)	Δ HOR (mm)	Δ HOR (cm)	Δ VER (mm)	Δ VER (cm)	ESFUERZO CORTANTE (kgf/cm2)
0.95	0.0969	-0.001	-0.0001	1.685	0.1685	0.00269167
1.08	0.11016	-0.001	-0.0001	1.679	0.1679	0.00306
1.23	0.12546	-0.001	-0.0001	1.677	0.1677	0.003485
1.25	0.1275	-0.001	-0.0001	1.675	0.1675	0.00354167
1.19	0.12138	-0.001	-0.0001	1.673	0.1673	0.00337167
1.29	0.13158	-0.001	-0.0001	1.671	0.1671	0.003655
1.34	0.13668	-0.001	-0.0001	1.669	0.1669	0.00379667
1.27	0.12954	-0.001	-0.0001	1.667	0.1667	0.00359833
1.63	0.16626	0.048	0.0048	1.665	0.1665	0.00461833
1.68	0.17136	0.135	0.0135	1.664	0.1664	0.00476
1.61	0.16422	0.214	0.0214	1.663	0.1663	0.00456167
1.68	0.17136	0.287	0.0287	1.662	0.1662	0.00476
1.67	0.17034	0.362	0.0362	1.662	0.1662	0.00473167
12.04	1.22808	0.434	0.0434	1.658	0.1658	0.03411333
21.11	2.15322	0.51	0.051	1.632	0.1632	0.05981167
25.44	2.59488	0.593	0.0593	1.602	0.1602	0.07208
28.04	2.86008	0.675	0.0675	1.573	0.1573	0.07944667
32.04	3.26808	0.757	0.0757	1.546	0.1546	0.09078
35.21	3.59142	0.838	0.0838	1.513	0.1513	0.09976167
38.6	3.9372	0.92	0.092	1.479	0.1479	0.10936667
41.06	4.18812	1	0.1	1.444	0.1444	0.11633667
43.77	4.46454	1.082	0.1082	1.413	0.1413	0.124015
46.47	4.73994	1.161	0.1161	1.383	0.1383	0.131665
50.09	5.10918	1.241	0.1241	1.353	0.1353	0.14192167
52.23	5.32746	1.321	0.1321	1.323	0.1323	0.147985
54.81	5.59062	1.404	0.1404	1.293	0.1293	0.155295
56.96	5.80992	1.485	0.1485	1.265	0.1265	0.16138667
59.42	6.06084	1.568	0.1568	1.238	0.1238	0.16835667
60.99	6.22098	1.649	0.1649	1.211	0.1211	0.172805
63.03	6.42906	1.731	0.1731	1.183	0.1183	0.178585
65.2	6.6504	1.812	0.1812	1.157	0.1157	0.18473333
67.39	6.87378	1.895	0.1895	1.131	0.1131	0.19093833
69.53	7.09206	1.978	0.1978	1.106	0.1106	0.19700167
71.49	7.29198	2.061	0.2061	1.082	0.1082	0.202555
73.3	7.4766	2.143	0.2143	1.059	0.1059	0.20768333

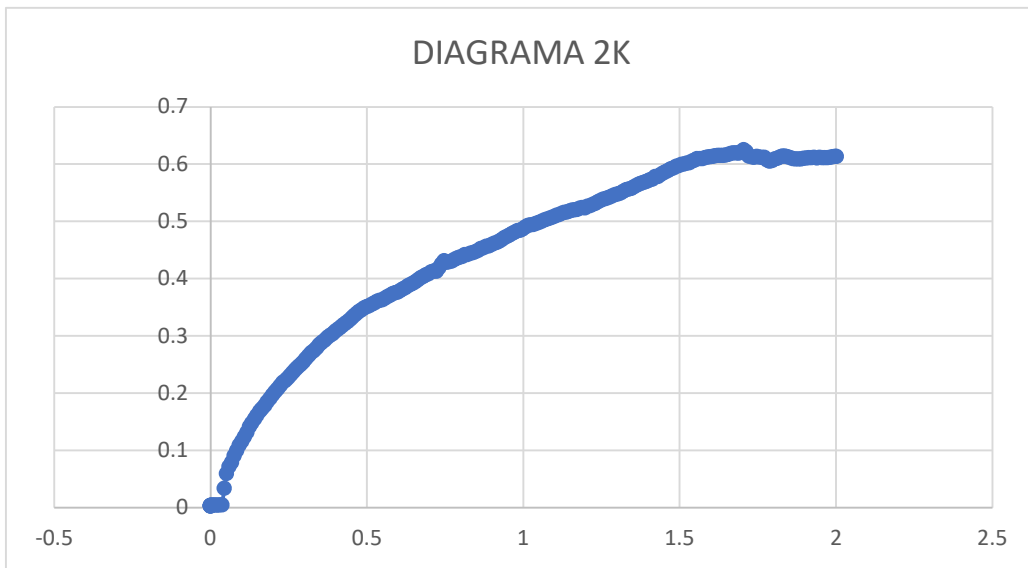
75.3	7.6806	2.226	0.2226	1.035	0.1035	0.21335
77.17	7.87134	2.308	0.2308	1.012	0.1012	0.21864833
78.5	8.007	2.39	0.239	0.991	0.0991	0.22241667
80.06	8.16612	2.473	0.2473	0.973	0.0973	0.22683667
81.78	8.34156	2.556	0.2556	0.958	0.0958	0.23171
83.59	8.52618	2.638	0.2638	0.943	0.0943	0.23683833
85.33	8.70366	2.72	0.272	0.93	0.093	0.24176833
86.83	8.85666	2.803	0.2803	0.916	0.0916	0.24601833
88.38	9.01476	2.884	0.2884	0.903	0.0903	0.25041
89.93	9.17286	2.967	0.2967	0.889	0.0889	0.25480167
91.88	9.37176	3.05	0.305	0.875	0.0875	0.26032667
93.92	9.57984	3.135	0.3135	0.861	0.0861	0.26610667
95.64	9.75528	3.22	0.322	0.846	0.0846	0.27098
96.87	9.88074	3.305	0.3305	0.831	0.0831	0.274465
98.49	10.04598	3.389	0.3389	0.817	0.0817	0.279055
100.5	10.251	3.476	0.3476	0.803	0.0803	0.28475
101.9	10.3938	3.561	0.3561	0.789	0.0789	0.28871667
103.24	10.53048	3.647	0.3647	0.777	0.0777	0.29251333
105.16	10.72632	3.737	0.3737	0.764	0.0764	0.29795333
106.19	10.83138	3.825	0.3825	0.751	0.0751	0.30087167
107.26	10.94052	3.908	0.3908	0.739	0.0739	0.30390333
108.77	11.09454	3.991	0.3991	0.728	0.0728	0.30818167
110.02	11.22204	4.072	0.4072	0.717	0.0717	0.31172333
111.24	11.34648	4.155	0.4155	0.705	0.0705	0.31518
112.63	11.48826	4.236	0.4236	0.694	0.0694	0.31911833
113.81	11.60862	4.319	0.4319	0.682	0.0682	0.32246167
114.92	11.72184	4.4	0.44	0.671	0.0671	0.32560667
116.47	11.87994	4.484	0.4484	0.66	0.066	0.32999833
118.04	12.04008	4.568	0.4568	0.651	0.0651	0.33444667
119.53	12.19206	4.651	0.4651	0.644	0.0644	0.33866833
120.87	12.32874	4.733	0.4733	0.638	0.0638	0.342465
121.8	12.4236	4.817	0.4817	0.633	0.0633	0.3451
122.94	12.53988	4.9	0.49	0.629	0.0629	0.34833
123.71	12.61842	4.984	0.4984	0.624	0.0624	0.35051167
124.47	12.69594	5.066	0.5066	0.618	0.0618	0.352665
125.41	12.79182	5.152	0.5152	0.613	0.0613	0.35532833
126.18	12.87036	5.236	0.5236	0.608	0.0608	0.35751
127.06	12.96012	5.321	0.5321	0.601	0.0601	0.36000333
127.68	13.02336	5.403	0.5403	0.595	0.0595	0.36176
128.15	13.0713	5.488	0.5488	0.587	0.0587	0.36309167
129.04	13.16208	5.569	0.5569	0.58	0.058	0.36561333
130.02	13.26204	5.653	0.5653	0.573	0.0573	0.36839
130.87	13.34874	5.734	0.5734	0.567	0.0567	0.37079833
131.86	13.44972	5.817	0.5817	0.56	0.056	0.37360333
132.39	13.50378	5.898	0.5898	0.553	0.0553	0.375105
132.96	13.56192	5.981	0.5981	0.547	0.0547	0.37672
133.83	13.65066	6.061	0.6061	0.54	0.054	0.379185

134.93	13.76286	6.144	0.6144	0.534	0.0534	0.38230167
135.7	13.8414	6.225	0.6225	0.528	0.0528	0.38448333
136.87	13.96074	6.308	0.6308	0.522	0.0522	0.38779833
137.52	14.02704	6.389	0.6389	0.517	0.0517	0.38964
138.42	14.11884	6.472	0.6472	0.511	0.0511	0.39219
139.32	14.21064	6.555	0.6555	0.505	0.0505	0.39474
140.52	14.33304	6.637	0.6637	0.5	0.05	0.39814
141.71	14.45442	6.721	0.6721	0.496	0.0496	0.40151167
142.58	14.54316	6.804	0.6804	0.492	0.0492	0.40397667
143.5	14.637	6.887	0.6887	0.488	0.0488	0.40658333
144.2	14.7084	6.968	0.6968	0.484	0.0484	0.40856667
145.28	14.81856	7.049	0.7049	0.48	0.048	0.41162667
145.99	14.89098	7.134	0.7134	0.477	0.0477	0.41363833
145.73	14.86446	7.215	0.7215	0.473	0.0473	0.41290167
147.82	15.07764	7.299	0.7299	0.47	0.047	0.41882333
150.18	15.31836	7.381	0.7381	0.466	0.0466	0.42551
152.13	15.51726	7.466	0.7466	0.462	0.0462	0.431035
151.22	15.42444	7.547	0.7547	0.458	0.0458	0.42845667
151.67	15.47034	7.63	0.763	0.455	0.0455	0.42973167
152.1	15.5142	7.711	0.7711	0.451	0.0451	0.43095
152.91	15.59682	7.792	0.7792	0.448	0.0448	0.433245
153.86	15.69372	7.874	0.7874	0.444	0.0444	0.43593667
154.44	15.75288	7.957	0.7957	0.44	0.044	0.43758
154.85	15.7947	8.039	0.8039	0.437	0.0437	0.43874167
155.97	15.90894	8.123	0.8123	0.434	0.0434	0.441915
155.9	15.9018	8.207	0.8207	0.431	0.0431	0.44171667
156.8	15.9936	8.293	0.8293	0.429	0.0429	0.44426667
157.1	16.0242	8.376	0.8376	0.427	0.0427	0.44511667
157.67	16.08234	8.462	0.8462	0.424	0.0424	0.44673167
158.54	16.17108	8.546	0.8546	0.422	0.0422	0.44919667
159.73	16.29246	8.633	0.8633	0.42	0.042	0.45256833
160.09	16.32918	8.717	0.8717	0.417	0.0417	0.45358833
161.07	16.42914	8.804	0.8804	0.415	0.0415	0.456365
161.37	16.45974	8.887	0.8887	0.413	0.0413	0.457215
162.12	16.53624	8.973	0.8973	0.412	0.0412	0.45934
162.78	16.60356	9.056	0.9056	0.41	0.041	0.46121
163.4	16.6668	9.14	0.914	0.409	0.0409	0.46296667
164.17	16.74534	9.222	0.9222	0.408	0.0408	0.46514833
165.2	16.8504	9.307	0.9307	0.406	0.0406	0.46806667
166.36	16.96872	9.39	0.939	0.405	0.0405	0.47135333
167.19	17.05338	9.473	0.9473	0.403	0.0403	0.473705
168.01	17.13702	9.555	0.9555	0.402	0.0402	0.47602833
169.02	17.24004	9.639	0.9639	0.401	0.0401	0.47889
169.66	17.30532	9.721	0.9721	0.4	0.04	0.48070333
170.71	17.41242	9.806	0.9806	0.399	0.0399	0.48367833
170.85	17.4267	9.889	0.9889	0.398	0.0398	0.484075
171.68	17.51136	9.972	0.9972	0.397	0.0397	0.48642667

172.89	17.63478	10.054	1.0054	0.397	0.0397	0.489855
173.89	17.73678	10.14	1.014	0.396	0.0396	0.49268833
174.28	17.77656	10.222	1.0222	0.395	0.0395	0.49379333
174.58	17.80716	10.306	1.0306	0.394	0.0394	0.49464333
175.06	17.85612	10.387	1.0387	0.394	0.0394	0.49600333
175.73	17.92446	10.473	1.0473	0.393	0.0393	0.49790167
176.32	17.98464	10.556	1.0556	0.392	0.0392	0.49957333
177.04	18.05808	10.641	1.0641	0.392	0.0392	0.50161333
177.57	18.11214	10.723	1.0723	0.391	0.0391	0.503115
178.25	18.1815	10.807	1.0807	0.391	0.0391	0.50504167
178.76	18.23352	10.889	1.0889	0.39	0.039	0.50648667
179.48	18.30696	10.973	1.0973	0.39	0.039	0.50852667
180.17	18.37734	11.052	1.1052	0.39	0.039	0.51048167
180.68	18.42936	11.134	1.1134	0.39	0.039	0.51192667
181.3	18.4926	11.216	1.1216	0.39	0.039	0.51368333
181.9	18.5538	11.299	1.1299	0.391	0.0391	0.51538333
182.13	18.57726	11.381	1.1381	0.391	0.0391	0.516035
182.7	18.6354	11.465	1.1465	0.391	0.0391	0.51765
183.27	18.69354	11.547	1.1547	0.392	0.0392	0.519265
183.48	18.71496	11.63	1.163	0.392	0.0392	0.51986
183.86	18.75372	11.713	1.1713	0.392	0.0392	0.52093667
184.56	18.82512	11.797	1.1797	0.393	0.0393	0.52292
184.87	18.85674	11.879	1.1879	0.394	0.0394	0.52379833
184.83	18.85266	11.962	1.1962	0.394	0.0394	0.523685
185.64	18.93528	12.043	1.2043	0.396	0.0396	0.52598
186.17	18.98934	12.127	1.2127	0.397	0.0397	0.52748167
186.85	19.0587	12.209	1.2209	0.398	0.0398	0.52940833
187.54	19.12908	12.292	1.2292	0.399	0.0399	0.53136333
188.53	19.23006	12.373	1.2373	0.401	0.0401	0.53416833
189.35	19.3137	12.457	1.2457	0.403	0.0403	0.53649167
190.07	19.38714	12.538	1.2538	0.405	0.0405	0.53853167
190.4	19.4208	12.621	1.2621	0.406	0.0406	0.53946667
191.03	19.48506	12.702	1.2702	0.407	0.0407	0.54125167
191.75	19.5585	12.784	1.2784	0.409	0.0409	0.54329167
192.49	19.63398	12.866	1.2866	0.411	0.0411	0.54538833
193.06	19.69212	12.95	1.295	0.413	0.0413	0.54700333
193.43	19.72986	13.032	1.3032	0.414	0.0414	0.54805167
194.04	19.79208	13.115	1.3115	0.415	0.0415	0.54978
194.91	19.88082	13.197	1.3197	0.417	0.0417	0.552245
195.99	19.99098	13.282	1.3282	0.419	0.0419	0.555305
196.42	20.03484	13.364	1.3364	0.421	0.0421	0.55652333
196.79	20.07258	13.448	1.3448	0.423	0.0423	0.55757167
197.81	20.17662	13.533	1.3533	0.426	0.0426	0.56046167
198.7	20.2674	13.62	1.362	0.428	0.0428	0.56298333
199.52	20.35104	13.705	1.3705	0.431	0.0431	0.56530667
200.08	20.40816	13.791	1.3791	0.433	0.0433	0.56689333
200.76	20.47752	13.876	1.3876	0.436	0.0436	0.56882

201.31	20.53362	13.961	1.3961	0.438	0.0438	0.57037833
202.02	20.60604	14.044	1.4044	0.441	0.0441	0.57239
202.57	20.66214	14.129	1.4129	0.445	0.0445	0.57394833
203.99	20.80698	14.212	1.4212	0.449	0.0449	0.57797167
204.02	20.81004	14.298	1.4298	0.454	0.0454	0.57805667
205.22	20.93244	14.38	1.438	0.459	0.0459	0.58145667
206.15	21.0273	14.465	1.4465	0.464	0.0464	0.58409167
207.12	21.12624	14.547	1.4547	0.47	0.047	0.58684
207.82	21.19764	14.631	1.4631	0.475	0.0475	0.58882333
208.77	21.29454	14.713	1.4713	0.481	0.0481	0.591515
209.38	21.35676	14.798	1.4798	0.487	0.0487	0.59324333
210.32	21.45264	14.88	1.488	0.493	0.0493	0.59590667
210.8	21.5016	14.964	1.4964	0.499	0.0499	0.59726667
211.59	21.58218	15.047	1.5047	0.505	0.0505	0.599505
211.76	21.59952	15.132	1.5132	0.511	0.0511	0.59998667
212.29	21.65358	15.217	1.5217	0.517	0.0517	0.60148833
212.5	21.675	15.299	1.5299	0.522	0.0522	0.60208333
213.5	21.777	15.384	1.5384	0.529	0.0529	0.60491667
214.13	21.84126	15.467	1.5467	0.536	0.0536	0.60670167
215.05	21.9351	15.551	1.5551	0.543	0.0543	0.60930833
215.09	21.93918	15.636	1.5636	0.549	0.0549	0.60942167
215.09	21.93918	15.718	1.5718	0.555	0.0555	0.60942167
215.64	21.99528	15.802	1.5802	0.562	0.0562	0.61098
216.12	22.04424	15.885	1.5885	0.568	0.0568	0.61234
216.4	22.0728	15.969	1.5969	0.575	0.0575	0.61313333
216.57	22.09014	16.051	1.6051	0.581	0.0581	0.613615
216.82	22.11564	16.135	1.6135	0.588	0.0588	0.61432333
217.18	22.15236	16.215	1.6215	0.594	0.0594	0.61534333
217.14	22.14828	16.297	1.6297	0.6	0.06	0.61523
217.08	22.14216	16.378	1.6378	0.606	0.0606	0.61506
217.37	22.17174	16.462	1.6462	0.612	0.0612	0.61588167
217.63	22.19826	16.544	1.6544	0.619	0.0619	0.61661833
218.27	22.26354	16.627	1.6627	0.626	0.0626	0.61843167
218.64	22.30128	16.709	1.6709	0.632	0.0632	0.61948
218.67	22.30434	16.794	1.6794	0.639	0.0639	0.619565
218.48	22.28496	16.876	1.6876	0.645	0.0645	0.61902667
219.51	22.39002	16.96	1.696	0.651	0.0651	0.621945
220.62	22.50324	17.044	1.7044	0.658	0.0658	0.62509
219.38	22.37676	17.127	1.7127	0.663	0.0663	0.62157667
216.72	22.10544	17.208	1.7208	0.665	0.0665	0.61404
216.38	22.07076	17.292	1.7292	0.667	0.0667	0.61307667
215.94	22.02588	17.374	1.7374	0.67	0.067	0.61183
216.43	22.07586	17.456	1.7456	0.674	0.0674	0.61321833
216.05	22.0371	17.537	1.7537	0.678	0.0678	0.61214167
215.92	22.02384	17.621	1.7621	0.682	0.0682	0.61177333
215.84	22.01568	17.702	1.7702	0.686	0.0686	0.61154667
214.24	21.85248	17.785	1.7785	0.689	0.0689	0.60701333

213.63	21.79026	17.868	1.7868	0.693	0.0693	0.605285
213.9	21.8178	17.949	1.7949	0.695	0.0695	0.60605
214.83	21.91266	18.031	1.8031	0.7	0.07	0.608685
215.24	21.95448	18.113	1.8113	0.705	0.0705	0.60984667
216.04	22.03608	18.197	1.8197	0.71	0.071	0.61211333
216.67	22.10034	18.28	1.828	0.715	0.0715	0.61389833
216.61	22.09422	18.364	1.8364	0.72	0.072	0.61372833
216.34	22.06668	18.447	1.8447	0.725	0.0725	0.61296333
215.65	21.9963	18.533	1.8533	0.73	0.073	0.61100833
215.17	21.94734	18.616	1.8616	0.734	0.0734	0.60964833
214.98	21.92796	18.703	1.8703	0.739	0.0739	0.60911
214.9	21.9198	18.787	1.8787	0.743	0.0743	0.60888333
215.02	21.93204	18.874	1.8874	0.748	0.0748	0.60922333
215.32	21.96264	18.958	1.8958	0.752	0.0752	0.61007333
215.54	21.98508	19.044	1.9044	0.757	0.0757	0.61069667
215.68	21.99936	19.128	1.9128	0.761	0.0761	0.61109333
215.75	22.0065	19.213	1.9213	0.766	0.0766	0.61129167
215.83	22.01466	19.296	1.9296	0.771	0.0771	0.61151833
215.52	21.98304	19.382	1.9382	0.775	0.0775	0.61064
215.82	22.01364	19.465	1.9465	0.78	0.078	0.61149
215.66	21.99732	19.55	1.955	0.784	0.0784	0.61103667
215.8	22.0116	19.632	1.9632	0.789	0.0789	0.61143333
215.74	22.00548	19.718	1.9718	0.793	0.0793	0.61126333
215.89	22.02078	19.801	1.9801	0.798	0.0798	0.61168833
216.38	22.07076	19.885	1.9885	0.803	0.0803	0.61307667
216.43	22.07586	19.968	1.9968	0.808	0.0808	0.61321833
216.43	22.07586	20.006	2.0006	0.81	0.081	0.61321833



ÁREA PROBETA =	36	cm2
FUERZA AXIAL =	40	kgf
ESFUERZO AXIAL =	1.11111111	kg/cm2

ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO =	0.99588833	kgf/cm2
----------------------------	------------	---------

CARGA (N)	CARGA (kgf)	Δ HOR (mm)	Δ HOR (cm)	Δ VER (mm)	Δ VER (cm)	ESFUERZO CORTANTE (kgf/cm2)
2.79	0.28458	0	0	-0.288	-0.0288	0.007905
2.77	0.28254	0.001	0.0001	-0.291	-0.0291	0.00784833
2.8	0.2856	0.001	0.0001	-0.291	-0.0291	0.00793333
2.81	0.28662	0.04	0.004	-0.292	-0.0292	0.00796167
2.8	0.2856	0.057	0.0057	-0.292	-0.0292	0.00793333
2.78	0.28356	0.073	0.0073	-0.292	-0.0292	0.00787667
2.79	0.28458	0.083	0.0083	-0.293	-0.0293	0.007905
4.06	0.41412	0.12	0.012	-0.294	-0.0294	0.01150333
45.11	4.60122	0.178	0.0178	-0.305	-0.0305	0.12781167
58.17	5.93334	0.256	0.0256	-0.334	-0.0334	0.164815
66.65	6.7983	0.335	0.0335	-0.368	-0.0368	0.18884167
73.85	7.5327	0.416	0.0416	-0.403	-0.0403	0.20924167
80.55	8.2161	0.499	0.0499	-0.437	-0.0437	0.228225
86.62	8.83524	0.58	0.058	-0.471	-0.0471	0.24542333
92.8	9.4656	0.662	0.0662	-0.503	-0.0503	0.26293333
97.93	9.98886	0.742	0.0742	-0.534	-0.0534	0.27746833
102.85	10.4907	0.825	0.0825	-0.563	-0.0563	0.29140833
108.67	11.08434	0.906	0.0906	-0.588	-0.0588	0.30789833
115.76	11.80752	0.989	0.0989	-0.61	-0.061	0.32798667
121.77	12.42054	1.069	0.1069	-0.63	-0.063	0.345015
127.83	13.03866	1.151	0.1151	-0.648	-0.0648	0.362185
133.35	13.6017	1.231	0.1231	-0.666	-0.0666	0.377825
138.39	14.11578	1.312	0.1312	-0.682	-0.0682	0.392105
142.43	14.52786	1.391	0.1391	-0.698	-0.0698	0.40355167
146.01	14.89302	1.472	0.1472	-0.715	-0.0715	0.413695
149.6	15.2592	1.551	0.1551	-0.731	-0.0731	0.42386667
152.52	15.55704	1.633	0.1633	-0.749	-0.0749	0.43214
155.48	15.85896	1.714	0.1714	-0.766	-0.0766	0.44052667
157.86	16.10172	1.797	0.1797	-0.783	-0.0783	0.44727
160.92	16.41384	1.879	0.1879	-0.8	-0.08	0.45594
163.84	16.71168	1.963	0.1963	-0.818	-0.0818	0.46421333
166.72	17.00544	2.044	0.2044	-0.834	-0.0834	0.47237333
169.32	17.27064	2.127	0.2127	-0.85	-0.085	0.47974
171.94	17.53788	2.209	0.2209	-0.866	-0.0866	0.48716333
174.04	17.75208	2.292	0.2292	-0.882	-0.0882	0.49311333

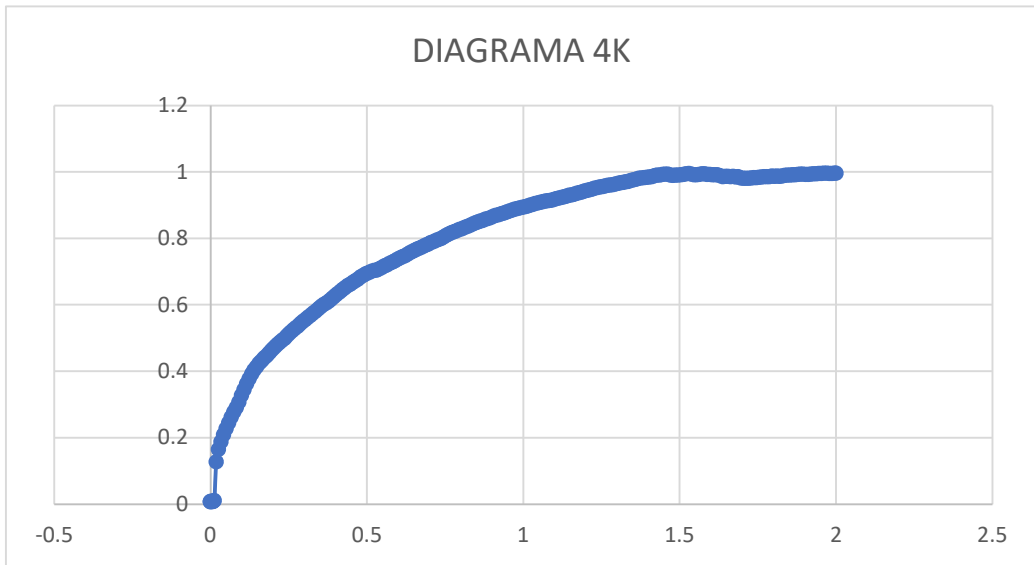
176.33	17.98566	2.374	0.2374	-0.898	-0.0898	0.49960167
179.39	18.29778	2.457	0.2457	-0.913	-0.0913	0.50827167
182.08	18.57216	2.539	0.2539	-0.928	-0.0928	0.51589333
184.62	18.83124	2.622	0.2622	-0.943	-0.0943	0.52309
186.99	19.07298	2.704	0.2704	-0.957	-0.0957	0.529805
189.3	19.3086	2.788	0.2788	-0.972	-0.0972	0.53635
191.86	19.56972	2.87	0.287	-0.987	-0.0987	0.54360333
194.29	19.81758	2.955	0.2955	-1.002	-0.1002	0.55048833
196.27	20.01954	3.036	0.3036	-1.016	-0.1016	0.55609833
198.55	20.2521	3.119	0.3119	-1.03	-0.103	0.56255833
200.81	20.48262	3.2	0.32	-1.044	-0.1044	0.56896167
203.05	20.7111	3.284	0.3284	-1.058	-0.1058	0.57530833
205.19	20.92938	3.367	0.3367	-1.071	-0.1071	0.58137167
207.93	21.20886	3.452	0.3452	-1.084	-0.1084	0.589135
210.14	21.43428	3.536	0.3536	-1.097	-0.1097	0.59539667
212.18	21.64236	3.621	0.3621	-1.11	-0.111	0.60117667
214.06	21.83412	3.707	0.3707	-1.123	-0.1123	0.60650333
215.91	22.02282	3.79	0.379	-1.135	-0.1135	0.611745
218.49	22.28598	3.875	0.3875	-1.147	-0.1147	0.619055
220.87	22.52874	3.957	0.3957	-1.159	-0.1159	0.62579833
223.22	22.76844	4.043	0.4043	-1.17	-0.117	0.63245667
225.55	23.0061	4.125	0.4125	-1.18	-0.118	0.63905833
227.73	23.22846	4.211	0.4211	-1.19	-0.119	0.645235
229.78	23.43756	4.295	0.4295	-1.2	-0.12	0.65104333
232.15	23.6793	4.382	0.4382	-1.21	-0.121	0.65775833
233.52	23.81904	4.465	0.4465	-1.219	-0.1219	0.66164
235.56	24.02712	4.55	0.455	-1.228	-0.1228	0.66742
237.33	24.20766	4.633	0.4633	-1.237	-0.1237	0.672435
239.07	24.38514	4.716	0.4716	-1.246	-0.1246	0.677365
241.35	24.6177	4.798	0.4798	-1.255	-0.1255	0.683825
243.25	24.8115	4.883	0.4883	-1.263	-0.1263	0.68920833
244.88	24.97776	4.967	0.4967	-1.271	-0.1271	0.69382667
245.75	25.0665	5.05	0.505	-1.279	-0.1279	0.69629167
247.09	25.20318	5.136	0.5136	-1.288	-0.1288	0.70008833
248.12	25.30824	5.221	0.5221	-1.296	-0.1296	0.70300667
248.75	25.3725	5.305	0.5305	-1.304	-0.1304	0.70479167
249.9	25.4898	5.387	0.5387	-1.312	-0.1312	0.70805
251.26	25.62852	5.472	0.5472	-1.32	-0.132	0.71190333
253.01	25.80702	5.555	0.5555	-1.327	-0.1327	0.71686167
254.09	25.91718	5.639	0.5639	-1.334	-0.1334	0.71992167
255.62	26.07324	5.72	0.572	-1.341	-0.1341	0.72425667
257.05	26.2191	5.804	0.5804	-1.349	-0.1349	0.72830833
258.37	26.35374	5.887	0.5887	-1.356	-0.1356	0.73204833
259.97	26.51694	5.972	0.5972	-1.362	-0.1362	0.73658167
261.36	26.65872	6.053	0.6053	-1.37	-0.137	0.74052
262.76	26.80152	6.137	0.6137	-1.377	-0.1377	0.74448667
264.04	26.93208	6.217	0.6217	-1.384	-0.1384	0.74811333

265.67	27.09834	6.301	0.6301	-1.392	-0.1392	0.75273167
267.18	27.25236	6.38	0.638	-1.399	-0.1399	0.75701
268.51	27.38802	6.462	0.6462	-1.406	-0.1406	0.76077833
269.99	27.53898	6.544	0.6544	-1.413	-0.1413	0.76497167
271.34	27.67668	6.627	0.6627	-1.42	-0.142	0.76879667
272.28	27.77256	6.708	0.6708	-1.427	-0.1427	0.77146
273.84	27.93168	6.792	0.6792	-1.434	-0.1434	0.77588
275.01	28.05102	6.874	0.6874	-1.441	-0.1441	0.779195
276.27	28.17954	6.957	0.6957	-1.448	-0.1448	0.782765
277.79	28.33458	7.039	0.7039	-1.455	-0.1455	0.78707167
278.97	28.45494	7.124	0.7124	-1.461	-0.1461	0.790415
280.12	28.57224	7.205	0.7205	-1.467	-0.1467	0.79367333
281.12	28.67424	7.289	0.7289	-1.473	-0.1473	0.79650667
282.22	28.78644	7.37	0.737	-1.478	-0.1478	0.79962333
284.01	28.96902	7.453	0.7453	-1.483	-0.1483	0.804695
285.68	29.13936	7.534	0.7534	-1.489	-0.1489	0.80942667
287.01	29.27502	7.62	0.762	-1.495	-0.1495	0.813195
288.31	29.40762	7.701	0.7701	-1.5	-0.15	0.81687833
289.48	29.52696	7.784	0.7784	-1.505	-0.1505	0.82019333
290.54	29.63508	7.865	0.7865	-1.51	-0.151	0.82319667
291.72	29.75544	7.948	0.7948	-1.514	-0.1514	0.82654
292.3	29.8146	8.029	0.8029	-1.519	-0.1519	0.82818333
293.7	29.9574	8.111	0.8111	-1.523	-0.1523	0.83215
294.73	30.06246	8.191	0.8191	-1.528	-0.1528	0.83506833
295.78	30.16956	8.274	0.8274	-1.532	-0.1532	0.83804333
297.16	30.31032	8.357	0.8357	-1.536	-0.1536	0.84195333
298.61	30.45822	8.443	0.8443	-1.54	-0.154	0.84606167
299.51	30.55002	8.525	0.8525	-1.544	-0.1544	0.84861167
300.46	30.64692	8.61	0.861	-1.547	-0.1547	0.85130333
301.31	30.73362	8.693	0.8693	-1.552	-0.1552	0.85371167
302.62	30.86724	8.777	0.8777	-1.556	-0.1556	0.85742333
303.41	30.94782	8.86	0.886	-1.559	-0.1559	0.85966167
304.26	31.03452	8.945	0.8945	-1.563	-0.1563	0.86207
305.51	31.16202	9.028	0.9028	-1.566	-0.1566	0.86561167
306.56	31.26912	9.115	0.9115	-1.569	-0.1569	0.86858667
307.31	31.34562	9.2	0.92	-1.572	-0.1572	0.87071167
308.25	31.4415	9.285	0.9285	-1.574	-0.1574	0.873375
309.18	31.53636	9.366	0.9366	-1.577	-0.1577	0.87601
310.16	31.63632	9.451	0.9451	-1.58	-0.158	0.87878667
311.2	31.7424	9.534	0.9534	-1.582	-0.1582	0.88173333
312.17	31.84134	9.62	0.962	-1.585	-0.1585	0.88448167
313.01	31.92702	9.704	0.9704	-1.587	-0.1587	0.88686167
313.75	32.0025	9.789	0.9789	-1.59	-0.159	0.88895833
314.36	32.06472	9.872	0.9872	-1.592	-0.1592	0.89068667
315.31	32.16162	9.956	0.9956	-1.594	-0.1594	0.89337833
315.69	32.20038	10.039	1.0039	-1.596	-0.1596	0.894455
316.62	32.29524	10.124	1.0124	-1.598	-0.1598	0.89709

317.47	32.38194	10.206	1.0206	-1.599	-0.1599	0.89949833
318.3	32.4666	10.292	1.0292	-1.601	-0.1601	0.90185
319.11	32.54922	10.374	1.0374	-1.602	-0.1602	0.904145
319.94	32.63388	10.46	1.046	-1.603	-0.1603	0.90649667
320.55	32.6961	10.543	1.0543	-1.605	-0.1605	0.908225
321.36	32.77872	10.627	1.0627	-1.606	-0.1606	0.91052
321.87	32.83074	10.71	1.071	-1.608	-0.1608	0.911965
322.44	32.88888	10.794	1.0794	-1.609	-0.1609	0.91358
322.76	32.92152	10.875	1.0875	-1.61	-0.161	0.91448667
323.48	32.99496	10.959	1.0959	-1.611	-0.1611	0.91652667
324.37	33.08574	11.041	1.1041	-1.612	-0.1612	0.91904833
324.87	33.13674	11.124	1.1124	-1.614	-0.1614	0.920465
325.55	33.2061	11.205	1.1205	-1.615	-0.1615	0.92239167
326.35	33.2877	11.288	1.1288	-1.616	-0.1616	0.92465833
327.2	33.3744	11.37	1.137	-1.617	-0.1617	0.92706667
327.92	33.44784	11.453	1.1453	-1.618	-0.1618	0.92910667
328.55	33.5121	11.534	1.1534	-1.619	-0.1619	0.93089167
329.15	33.5733	11.617	1.1617	-1.62	-0.162	0.93259167
329.96	33.65592	11.699	1.1699	-1.621	-0.1621	0.93488667
330.72	33.73344	11.781	1.1781	-1.622	-0.1622	0.93704
331.65	33.8283	11.863	1.1863	-1.623	-0.1623	0.939675
332.62	33.92724	11.947	1.1947	-1.624	-0.1624	0.94242333
333.26	33.99252	12.029	1.2029	-1.625	-0.1625	0.94423667
333.81	34.04862	12.112	1.2112	-1.627	-0.1627	0.945795
334.55	34.1241	12.194	1.2194	-1.628	-0.1628	0.94789167
335.41	34.21182	12.278	1.2278	-1.629	-0.1629	0.95032833
336.22	34.29444	12.361	1.2361	-1.63	-0.163	0.95262333
336.84	34.35768	12.444	1.2444	-1.631	-0.1631	0.95438
337.35	34.4097	12.526	1.2526	-1.631	-0.1631	0.955825
337.92	34.46784	12.608	1.2608	-1.632	-0.1632	0.95744
338.56	34.53312	12.69	1.269	-1.633	-0.1633	0.95925333
338.82	34.55964	12.774	1.2774	-1.633	-0.1633	0.95999
339.18	34.59636	12.855	1.2855	-1.634	-0.1634	0.96101
340.14	34.69428	12.94	1.294	-1.635	-0.1635	0.96373
340.8	34.7616	13.021	1.3021	-1.636	-0.1636	0.9656
341.42	34.82484	13.104	1.3104	-1.637	-0.1637	0.96735667
341.64	34.84728	13.186	1.3186	-1.637	-0.1637	0.96798
342.3	34.9146	13.267	1.3267	-1.638	-0.1638	0.96985
342.8	34.9656	13.349	1.3349	-1.639	-0.1639	0.97126667
343.85	35.0727	13.432	1.3432	-1.639	-0.1639	0.97424167
344.52	35.14104	13.516	1.3516	-1.64	-0.164	0.97614
344.96	35.18592	13.599	1.3599	-1.64	-0.164	0.97738667
346	35.292	13.686	1.3686	-1.64	-0.164	0.98033333
346.39	35.33178	13.77	1.377	-1.64	-0.164	0.98143833
346.77	35.37054	13.855	1.3855	-1.641	-0.1641	0.982515
347.19	35.41338	13.937	1.3937	-1.641	-0.1641	0.983705
347.55	35.4501	14.021	1.4021	-1.642	-0.1642	0.984725

347.91	35.48682	14.103	1.4103	-1.643	-0.1643	0.985745
348.84	35.58168	14.188	1.4188	-1.643	-0.1643	0.98838
349.36	35.63472	14.272	1.4272	-1.644	-0.1644	0.98985333
349.43	35.64186	14.358	1.4358	-1.644	-0.1644	0.99005167
350.04	35.70408	14.442	1.4442	-1.644	-0.1644	0.99178
350.6	35.7612	14.528	1.4528	-1.644	-0.1644	0.99336667
350.59	35.76018	14.613	1.4613	-1.644	-0.1644	0.99333833
349.43	35.64186	14.698	1.4698	-1.644	-0.1644	0.99005167
349.09	35.60718	14.78	1.478	-1.645	-0.1645	0.98908833
349.38	35.63676	14.865	1.4865	-1.645	-0.1645	0.98991
349.61	35.66022	14.948	1.4948	-1.645	-0.1645	0.99056167
349.86	35.68572	15.033	1.5033	-1.645	-0.1645	0.99127
350.13	35.71326	15.116	1.5116	-1.644	-0.1644	0.992035
350.74	35.77548	15.202	1.5202	-1.644	-0.1644	0.99376333
351.06	35.80812	15.287	1.5287	-1.643	-0.1643	0.99467
350.48	35.74896	15.372	1.5372	-1.643	-0.1643	0.99302667
350	35.7	15.455	1.5455	-1.643	-0.1643	0.99166667
349.86	35.68572	15.54	1.554	-1.643	-0.1643	0.99127
350.32	35.73264	15.623	1.5623	-1.642	-0.1642	0.99257333
350.78	35.77956	15.708	1.5708	-1.642	-0.1642	0.99387667
350.93	35.79486	15.791	1.5791	-1.642	-0.1642	0.99430167
350.17	35.71734	15.876	1.5876	-1.642	-0.1642	0.99214833
350.16	35.71632	15.958	1.5958	-1.642	-0.1642	0.99212
349.89	35.68878	16.042	1.6042	-1.642	-0.1642	0.991355
349.7	35.6694	16.124	1.6124	-1.642	-0.1642	0.99081667
349.7	35.6694	16.207	1.6207	-1.642	-0.1642	0.99081667
348.73	35.57046	16.29	1.629	-1.642	-0.1642	0.98806833
347.68	35.46336	16.374	1.6374	-1.642	-0.1642	0.98509333
348.05	35.5011	16.456	1.6456	-1.642	-0.1642	0.98614167
348.1	35.5062	16.538	1.6538	-1.642	-0.1642	0.98628333
347.9	35.4858	16.62	1.662	-1.642	-0.1642	0.98571667
348.24	35.52048	16.703	1.6703	-1.642	-0.1642	0.98668
347.34	35.42868	16.785	1.6785	-1.643	-0.1643	0.98413
347.81	35.47662	16.868	1.6868	-1.643	-0.1643	0.98546167
346.6	35.3532	16.95	1.695	-1.645	-0.1645	0.98203333
346.2	35.3124	17.034	1.7034	-1.646	-0.1646	0.9809
346.13	35.30526	17.116	1.7116	-1.647	-0.1647	0.98070167
346.25	35.3175	17.201	1.7201	-1.648	-0.1648	0.98104167
346.55	35.3481	17.282	1.7282	-1.648	-0.1648	0.98189167
346.66	35.35932	17.365	1.7365	-1.649	-0.1649	0.98220333
346.67	35.36034	17.448	1.7448	-1.649	-0.1649	0.98223167
347.04	35.39808	17.53	1.753	-1.65	-0.165	0.98328
347.41	35.43582	17.612	1.7612	-1.65	-0.165	0.98432833
347.74	35.46948	17.696	1.7696	-1.651	-0.1651	0.98526333
347.64	35.45928	17.777	1.7777	-1.651	-0.1651	0.98498
347.85	35.4807	17.86	1.786	-1.652	-0.1652	0.985575
348.45	35.5419	17.942	1.7942	-1.652	-0.1652	0.987275

348.25	35.5215	18.027	1.8027	-1.652	-0.1652	0.98670833
348.31	35.52762	18.108	1.8108	-1.652	-0.1652	0.98687833
348.04	35.50008	18.19	1.819	-1.652	-0.1652	0.98611333
348.48	35.54496	18.271	1.8271	-1.652	-0.1652	0.98736
348.99	35.59698	18.354	1.8354	-1.653	-0.1653	0.988805
349.36	35.63472	18.436	1.8436	-1.653	-0.1653	0.98985333
349.43	35.64186	18.52	1.852	-1.653	-0.1653	0.99005167
349.87	35.68674	18.603	1.8603	-1.653	-0.1653	0.99129833
349.82	35.68164	18.687	1.8687	-1.653	-0.1653	0.99115667
350.11	35.71122	18.77	1.877	-1.653	-0.1653	0.99197833
350.4	35.7408	18.855	1.8855	-1.654	-0.1654	0.9928
350.59	35.76018	18.938	1.8938	-1.654	-0.1654	0.99333833
350.23	35.72346	19.022	1.9022	-1.654	-0.1654	0.99231833
350.08	35.70816	19.106	1.9106	-1.654	-0.1654	0.99189333
350.38	35.73876	19.191	1.9191	-1.654	-0.1654	0.99274333
350.87	35.78874	19.274	1.9274	-1.654	-0.1654	0.99413167
350.69	35.77038	19.36	1.936	-1.654	-0.1654	0.99362167
351.18	35.82036	19.444	1.9444	-1.654	-0.1654	0.99501
351.06	35.80812	19.53	1.953	-1.654	-0.1654	0.99467
351.43	35.84586	19.614	1.9614	-1.654	-0.1654	0.99571833
351.45	35.8479	19.697	1.9697	-1.654	-0.1654	0.995775
351.21	35.82342	19.781	1.9781	-1.654	-0.1654	0.995095
351.28	35.83056	19.867	1.9867	-1.654	-0.1654	0.99529333
351.42	35.84484	19.952	1.9952	-1.654	-0.1654	0.99569
351.49	35.85198	20.002	2.0002	-1.654	-0.1654	0.99588833



ÁREA PROBETA =	36	cm2
FUERZA AXIAL =	80	kgf
ESFUERZO AXIAL =	2.22222222	kg/cm2

ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO =	1.59936	kgf/cm2
----------------------------	---------	---------

PUNTO	CARGA (N)	CARGA (kgf)	Δ HOR (mm)	Δ HOR (cm)	Δ VER (mm)	Δ VER (cm)	ESFUERZO CORTANTE (kgf/cm2)
0	3.08	0.31416	-0.004	-0.0004	-0.167	-0.0167	0.008726667
1	3.17	0.32334	-0.004	-0.0004	-0.17	-0.017	0.008981667
2	3.28	0.33456	-0.004	-0.0004	-0.171	-0.0171	0.009293333
3	3.33	0.33966	-0.004	-0.0004	-0.172	-0.0172	0.009435
4	3.83	0.39066	0.022	0.0022	-0.173	-0.0173	0.010851667
5	3.91	0.39882	0.033	0.0033	-0.174	-0.0174	0.011078333
6	3.95	0.4029	0.038	0.0038	-0.175	-0.0175	0.011191667
7	3.82	0.38964	0.041	0.0041	-0.176	-0.0176	0.010823333
8	3.81	0.38862	0.043	0.0043	-0.177	-0.0177	0.010795
9	3.8	0.3876	0.047	0.0047	-0.178	-0.0178	0.010766667
10	3.59	0.36618	0.103	0.0103	-0.179	-0.0179	0.010171667
11	3.57	0.36414	0.179	0.0179	-0.18	-0.018	0.010115
12	3.56	0.36312	0.259	0.0259	-0.18	-0.018	0.010086667
13	3.48	0.35496	0.338	0.0338	-0.181	-0.0181	0.00986
14	9.19	0.93738	0.412	0.0412	-0.182	-0.0182	0.026038333
15	80.46	8.20692	0.472	0.0472	-0.196	-0.0196	0.22797
16	111.71	11.39442	0.549	0.0549	-0.23	-0.023	0.316511667
17	131.63	13.42626	0.63	0.063	-0.27	-0.027	0.372951667
18	146.87	14.98074	0.71	0.071	-0.31	-0.031	0.416131667
19	161.69	16.49238	0.793	0.0793	-0.349	-0.0349	0.458121667
20	174.65	17.8143	0.873	0.0873	-0.387	-0.0387	0.494841667
21	186.09	18.98118	0.956	0.0956	-0.424	-0.0424	0.527255
22	196.16	20.00832	1.037	0.1037	-0.46	-0.046	0.555786667
23	205.74	20.98548	1.121	0.1121	-0.495	-0.0495	0.58293
24	214.41	21.86982	1.2	0.12	-0.527	-0.0527	0.607495
25	223.41	22.78782	1.282	0.1282	-0.558	-0.0558	0.632995
26	232.36	23.70072	1.361	0.1361	-0.588	-0.0588	0.658353333
27	241.03	24.58506	1.442	0.1442	-0.617	-0.0617	0.682918333
28	248.19	25.31538	1.521	0.1521	-0.644	-0.0644	0.703205
29	255.64	26.07528	1.602	0.1602	-0.672	-0.0672	0.724313333
30	263.54	26.88108	1.681	0.1681	-0.698	-0.0698	0.746696667
31	270.79	27.62058	1.763	0.1763	-0.724	-0.0724	0.767238333
32	277.38	28.29276	1.844	0.1844	-0.75	-0.075	0.78591
33	284.31	28.99962	1.928	0.1928	-0.775	-0.0775	0.805545
34	292.18	29.80236	2.009	0.2009	-0.798	-0.0798	0.827843333
35	299.5	30.549	2.092	0.2092	-0.821	-0.0821	0.848583333
36	306.05	31.2171	2.172	0.2172	-0.843	-0.0843	0.867141667

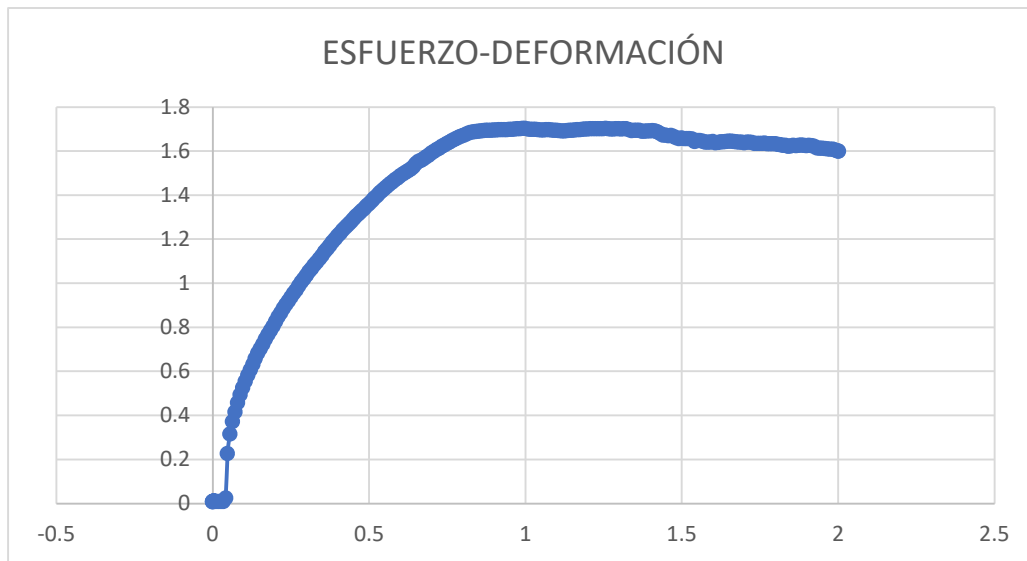
37	313.04	31.93008	2.255	0.2255	-0.866	-0.0866	0.886946667
38	319.34	32.57268	2.336	0.2336	-0.888	-0.0888	0.904796667
39	324.99	33.14898	2.419	0.2419	-0.909	-0.0909	0.920805
40	330.84	33.74568	2.5	0.25	-0.931	-0.0931	0.93738
41	336.96	34.36992	2.584	0.2584	-0.952	-0.0952	0.95472
42	342.27	34.91154	2.667	0.2667	-0.972	-0.0972	0.969765
43	349.06	35.60412	2.75	0.275	-0.992	-0.0992	0.989003333
44	354.81	36.19062	2.831	0.2831	-1.011	-0.1011	1.005295
45	360.19	36.73938	2.914	0.2914	-1.03	-0.103	1.020538333
46	365.84	37.31568	2.994	0.2994	-1.048	-0.1048	1.036546667
47	371.79	37.92258	3.077	0.3077	-1.067	-0.1067	1.053405
48	376.52	38.40504	3.159	0.3159	-1.084	-0.1084	1.066806667
49	382	38.964	3.242	0.3242	-1.102	-0.1102	1.082333333
50	387.01	39.47502	3.323	0.3323	-1.12	-0.112	1.096528333
51	392.38	40.02276	3.409	0.3409	-1.137	-0.1137	1.111743333
52	397.69	40.56438	3.493	0.3493	-1.155	-0.1155	1.126788333
53	403.55	41.1621	3.578	0.3578	-1.171	-0.1171	1.143391667
54	408.5	41.667	3.66	0.366	-1.188	-0.1188	1.157416667
55	413.38	42.16476	3.743	0.3743	-1.204	-0.1204	1.171243333
56	418.91	42.72882	3.826	0.3826	-1.219	-0.1219	1.186911667
57	424.12	43.26024	3.911	0.3911	-1.235	-0.1235	1.201673333
58	429.13	43.77126	3.994	0.3994	-1.25	-0.125	1.215868333
59	433.52	44.21904	4.08	0.408	-1.265	-0.1265	1.228306667
60	438.32	44.70864	4.165	0.4165	-1.28	-0.128	1.241906667
61	443.06	45.19212	4.251	0.4251	-1.294	-0.1294	1.255336667
62	447.35	45.6297	4.334	0.4334	-1.308	-0.1308	1.267491667
63	451.5	46.053	4.418	0.4418	-1.322	-0.1322	1.27925
64	455.76	46.48752	4.5	0.45	-1.336	-0.1336	1.29132
65	460.63	46.98426	4.585	0.4585	-1.349	-0.1349	1.305118333
66	464.5	47.379	4.668	0.4668	-1.362	-0.1362	1.316083333
67	468.6	47.7972	4.752	0.4752	-1.376	-0.1376	1.3277
68	472.59	48.20418	4.834	0.4834	-1.389	-0.1389	1.339005
69	476.97	48.65094	4.918	0.4918	-1.402	-0.1402	1.351415
70	480.81	49.04262	5.002	0.5002	-1.415	-0.1415	1.362295
71	485.14	49.48428	5.087	0.5087	-1.428	-0.1428	1.374563333
72	489.26	49.90452	5.168	0.5168	-1.44	-0.144	1.386236667
73	493.46	50.33292	5.251	0.5251	-1.452	-0.1452	1.398136667
74	497.76	50.77152	5.335	0.5335	-1.464	-0.1464	1.41032
75	501.41	51.14382	5.419	0.5419	-1.476	-0.1476	1.420661667
76	504.92	51.50184	5.501	0.5501	-1.487	-0.1487	1.430606667
77	508.76	51.89352	5.585	0.5585	-1.499	-0.1499	1.441486667
78	512.3	52.2546	5.668	0.5668	-1.509	-0.1509	1.451516667
79	515.64	52.59528	5.751	0.5751	-1.52	-0.152	1.46098
80	518.82	52.91964	5.833	0.5833	-1.529	-0.1529	1.46999
81	521.76	53.21952	5.915	0.5915	-1.539	-0.1539	1.47832
82	524.94	53.54388	5.997	0.5997	-1.548	-0.1548	1.48733
83	528.05	53.8611	6.081	0.6081	-1.556	-0.1556	1.496141667

84	530.74	54.13548	6.163	0.6163	-1.564	-0.1564	1.503763333
85	533.36	54.40272	6.247	0.6247	-1.572	-0.1572	1.511186667
86	535.69	54.64038	6.328	0.6328	-1.58	-0.158	1.517788333
87	539.67	55.04634	6.411	0.6411	-1.587	-0.1587	1.529065
88	544.55	55.5441	6.495	0.6495	-1.595	-0.1595	1.542891667
89	548.17	55.91334	6.576	0.6576	-1.603	-0.1603	1.553148333
90	549.65	56.0643	6.659	0.6659	-1.611	-0.1611	1.557341667
91	552.46	56.35092	6.741	0.6741	-1.619	-0.1619	1.565303333
92	555.45	56.6559	6.824	0.6824	-1.626	-0.1626	1.573775
93	558.11	56.92722	6.905	0.6905	-1.634	-0.1634	1.581311667
94	561.29	57.25158	6.988	0.6988	-1.641	-0.1641	1.590321667
95	563.98	57.52596	7.071	0.7071	-1.648	-0.1648	1.597943333
96	567.23	57.85746	7.154	0.7154	-1.654	-0.1654	1.607151667
97	569.31	58.06962	7.236	0.7236	-1.66	-0.166	1.613045
98	572.23	58.36746	7.319	0.7319	-1.666	-0.1666	1.621318333
99	574.39	58.58778	7.401	0.7401	-1.672	-0.1672	1.627438333
100	576.98	58.85196	7.484	0.7484	-1.678	-0.1678	1.634776667
101	578.8	59.0376	7.566	0.7566	-1.683	-0.1683	1.639933333
102	581.53	59.31606	7.647	0.7647	-1.688	-0.1688	1.647668333
103	583.32	59.49864	7.73	0.773	-1.694	-0.1694	1.65274
104	585.48	59.71896	7.813	0.7813	-1.699	-0.1699	1.65886
105	587.43	59.91786	7.894	0.7894	-1.703	-0.1703	1.664385
106	589.01	60.07902	7.978	0.7978	-1.708	-0.1708	1.668861667
107	590.68	60.24936	8.06	0.806	-1.713	-0.1713	1.673593333
108	592.58	60.44316	8.145	0.8145	-1.717	-0.1717	1.678976667
109	594.17	60.60534	8.226	0.8226	-1.721	-0.1721	1.683481667
110	595.33	60.72366	8.31	0.831	-1.725	-0.1725	1.686768333
111	595.71	60.76242	8.392	0.8392	-1.729	-0.1729	1.687845
112	596.15	60.8073	8.475	0.8475	-1.732	-0.1732	1.689091667
113	596.82	60.87564	8.559	0.8559	-1.736	-0.1736	1.69099
114	597.47	60.94194	8.641	0.8641	-1.739	-0.1739	1.692831667
115	597.98	60.99396	8.725	0.8725	-1.743	-0.1743	1.694276667
116	597.88	60.98376	8.807	0.8807	-1.746	-0.1746	1.693993333
117	597.96	60.99192	8.894	0.8894	-1.749	-0.1749	1.69422
118	598.21	61.01742	8.977	0.8977	-1.752	-0.1752	1.694928333
119	598.55	61.0521	9.062	0.9062	-1.755	-0.1755	1.695891667
120	598.77	61.07454	9.145	0.9145	-1.758	-0.1758	1.696515
121	599.06	61.10412	9.23	0.923	-1.761	-0.1761	1.697336667
122	598.93	61.09086	9.313	0.9313	-1.763	-0.1763	1.696968333
123	598.88	61.08576	9.399	0.9399	-1.766	-0.1766	1.696826667
124	599.46	61.14492	9.482	0.9482	-1.768	-0.1768	1.69847
125	599.64	61.16328	9.568	0.9568	-1.77	-0.177	1.69898
126	600.06	61.20612	9.652	0.9652	-1.772	-0.1772	1.70017
127	600.4	61.2408	9.738	0.9738	-1.774	-0.1774	1.701133333
128	600.56	61.25712	9.82	0.982	-1.776	-0.1776	1.701586667
129	600.93	61.29486	9.903	0.9903	-1.778	-0.1778	1.702635
130	600.81	61.28262	9.987	0.9987	-1.78	-0.178	1.702295

131	600.1	61.2102	10.07	1.007	-1.782	-0.1782	1.700283333
132	599.48	61.14696	10.155	1.0155	-1.784	-0.1784	1.698526667
133	599.29	61.12758	10.238	1.0238	-1.785	-0.1785	1.697988333
134	599.35	61.1337	10.322	1.0322	-1.787	-0.1787	1.698158333
135	598.76	61.07352	10.406	1.0406	-1.789	-0.1789	1.696486667
136	598.57	61.05414	10.49	1.049	-1.79	-0.179	1.695948333
137	598.43	61.03986	10.573	1.0573	-1.792	-0.1792	1.695551667
138	598.76	61.07352	10.656	1.0656	-1.793	-0.1793	1.696486667
139	598.94	61.09188	10.737	1.0737	-1.795	-0.1795	1.696996667
140	598.48	61.04496	10.821	1.0821	-1.796	-0.1796	1.695693333
141	598.17	61.01334	10.904	1.0904	-1.797	-0.1797	1.694815
142	597.88	60.98376	10.988	1.0988	-1.799	-0.1799	1.693993333
143	597.44	60.93888	11.07	1.107	-1.8	-0.18	1.692746667
144	596.67	60.86034	11.154	1.1154	-1.802	-0.1802	1.690565
145	597.02	60.89604	11.236	1.1236	-1.803	-0.1803	1.691556667
146	597.26	60.92052	11.321	1.1321	-1.805	-0.1805	1.692236667
147	597.75	60.9705	11.402	1.1402	-1.806	-0.1806	1.693625
148	597.86	60.98172	11.485	1.1485	-1.808	-0.1808	1.693936667
149	598.24	61.02048	11.567	1.1567	-1.809	-0.1809	1.695013333
150	598.86	61.08372	11.651	1.1651	-1.811	-0.1811	1.69677
151	598.99	61.09698	11.732	1.1732	-1.812	-0.1812	1.697138333
152	599.51	61.15002	11.815	1.1815	-1.813	-0.1813	1.698611667
153	600.19	61.21938	11.898	1.1898	-1.815	-0.1815	1.700538333
154	600.19	61.21938	11.982	1.1982	-1.816	-0.1816	1.700538333
155	600.45	61.2459	12.065	1.2065	-1.817	-0.1817	1.701275
156	600.5	61.251	12.148	1.2148	-1.819	-0.1819	1.701416667
157	600.61	61.26222	12.23	1.223	-1.82	-0.182	1.701728333
158	600.46	61.24692	12.312	1.2312	-1.821	-0.1821	1.701303333
159	600.36	61.23672	12.394	1.2394	-1.823	-0.1823	1.70102
160	600.42	61.24284	12.477	1.2477	-1.824	-0.1824	1.70119
161	600.81	61.28262	12.559	1.2559	-1.825	-0.1825	1.702295
162	600.68	61.26936	12.642	1.2642	-1.827	-0.1827	1.701926667
163	600.21	61.22142	12.724	1.2724	-1.828	-0.1828	1.700595
164	600.19	61.21938	12.808	1.2808	-1.83	-0.183	1.700538333
165	600.6	61.2612	12.889	1.2889	-1.831	-0.1831	1.7017
166	600.61	61.26222	12.973	1.2973	-1.833	-0.1833	1.701728333
167	600.06	61.20612	13.054	1.3054	-1.834	-0.1834	1.70017
168	600.27	61.22754	13.137	1.3137	-1.836	-0.1836	1.700765
169	600.29	61.22958	13.219	1.3219	-1.837	-0.1837	1.700821667
170	599	61.098	13.303	1.3303	-1.838	-0.1838	1.697166667
171	597.43	60.93786	13.385	1.3385	-1.84	-0.184	1.692718333
172	598.08	61.00416	13.468	1.3468	-1.841	-0.1841	1.69456
173	597.93	60.98886	13.55	1.355	-1.843	-0.1843	1.694135
174	597.82	60.97764	13.635	1.3635	-1.844	-0.1844	1.693823333
175	596.49	60.84198	13.718	1.3718	-1.845	-0.1845	1.690055
176	596.46	60.83892	13.803	1.3803	-1.847	-0.1847	1.68997
177	596.72	60.86544	13.885	1.3885	-1.848	-0.1848	1.690706667

178	596.97	60.89094	13.97	1.397	-1.85	-0.185	1.691415
179	597.42	60.93684	14.054	1.4054	-1.851	-0.1851	1.69269
180	597.07	60.90114	14.14	1.414	-1.852	-0.1852	1.691698333
181	595.41	60.73182	14.222	1.4222	-1.853	-0.1853	1.686995
182	592.59	60.44418	14.307	1.4307	-1.855	-0.1855	1.679005
183	590.48	60.22896	14.391	1.4391	-1.857	-0.1857	1.673026667
184	590.25	60.2055	14.477	1.4477	-1.858	-0.1858	1.672375
185	589.34	60.11268	14.561	1.4561	-1.86	-0.186	1.669796667
186	589.58	60.13716	14.647	1.4647	-1.861	-0.1861	1.670476667
187	588.23	59.99946	14.73	1.473	-1.863	-0.1863	1.666651667
188	586.05	59.7771	14.815	1.4815	-1.864	-0.1864	1.660475
189	584.64	59.63328	14.899	1.4899	-1.865	-0.1865	1.65648
190	585.52	59.72304	14.984	1.4984	-1.866	-0.1866	1.658973333
191	584.82	59.65164	15.066	1.5066	-1.867	-0.1867	1.65699
192	584.35	59.6037	15.151	1.5151	-1.868	-0.1868	1.655658333
193	584.63	59.63226	15.234	1.5234	-1.869	-0.1869	1.656451667
194	583.95	59.5629	15.32	1.532	-1.87	-0.187	1.654525
195	579.96	59.15592	15.403	1.5403	-1.871	-0.1871	1.64322
196	581.43	59.30586	15.487	1.5487	-1.872	-0.1872	1.647385
197	581.71	59.33442	15.571	1.5571	-1.873	-0.1873	1.648178333
198	580.73	59.23446	15.656	1.5656	-1.875	-0.1875	1.645401667
199	579.15	59.0733	15.739	1.5739	-1.876	-0.1876	1.640925
200	578.9	59.0478	15.823	1.5823	-1.877	-0.1877	1.640216667
201	579.1	59.0682	15.906	1.5906	-1.878	-0.1878	1.640783333
202	579.78	59.13756	15.99	1.599	-1.879	-0.1879	1.64271
203	577.76	58.93152	16.072	1.6072	-1.88	-0.188	1.636986667
204	578.41	58.99782	16.157	1.6157	-1.881	-0.1881	1.638828333
205	579.29	59.08758	16.239	1.6239	-1.882	-0.1882	1.641321667
206	579.26	59.08452	16.322	1.6322	-1.883	-0.1883	1.641236667
207	579.9	59.1498	16.406	1.6406	-1.884	-0.1884	1.64305
208	580.47	59.20794	16.49	1.649	-1.885	-0.1885	1.644665
209	580.47	59.20794	16.572	1.6572	-1.886	-0.1886	1.644665
210	580.22	59.18244	16.656	1.6656	-1.888	-0.1888	1.643956667
211	579.48	59.10696	16.738	1.6738	-1.889	-0.1889	1.64186
212	578.84	59.04168	16.822	1.6822	-1.89	-0.189	1.640046667
213	578.93	59.05086	16.904	1.6904	-1.891	-0.1891	1.640301667
214	578.19	58.97538	16.987	1.6987	-1.893	-0.1893	1.638205
215	579.13	59.07126	17.069	1.7069	-1.894	-0.1894	1.640868333
216	579.01	59.05902	17.154	1.7154	-1.895	-0.1895	1.640528333
217	578.6	59.0172	17.236	1.7236	-1.896	-0.1896	1.639366667
218	577.06	58.86012	17.32	1.732	-1.897	-0.1897	1.635003333
219	576.92	58.84584	17.401	1.7401	-1.898	-0.1898	1.634606667
220	577.15	58.8693	17.485	1.7485	-1.899	-0.1899	1.635258333
221	577.07	58.86114	17.566	1.7566	-1.901	-0.1901	1.635031667
222	577.21	58.87542	17.649	1.7649	-1.902	-0.1902	1.635428333
223	576.57	58.81014	17.73	1.773	-1.903	-0.1903	1.633615
224	576.56	58.80912	17.814	1.7814	-1.904	-0.1904	1.633586667

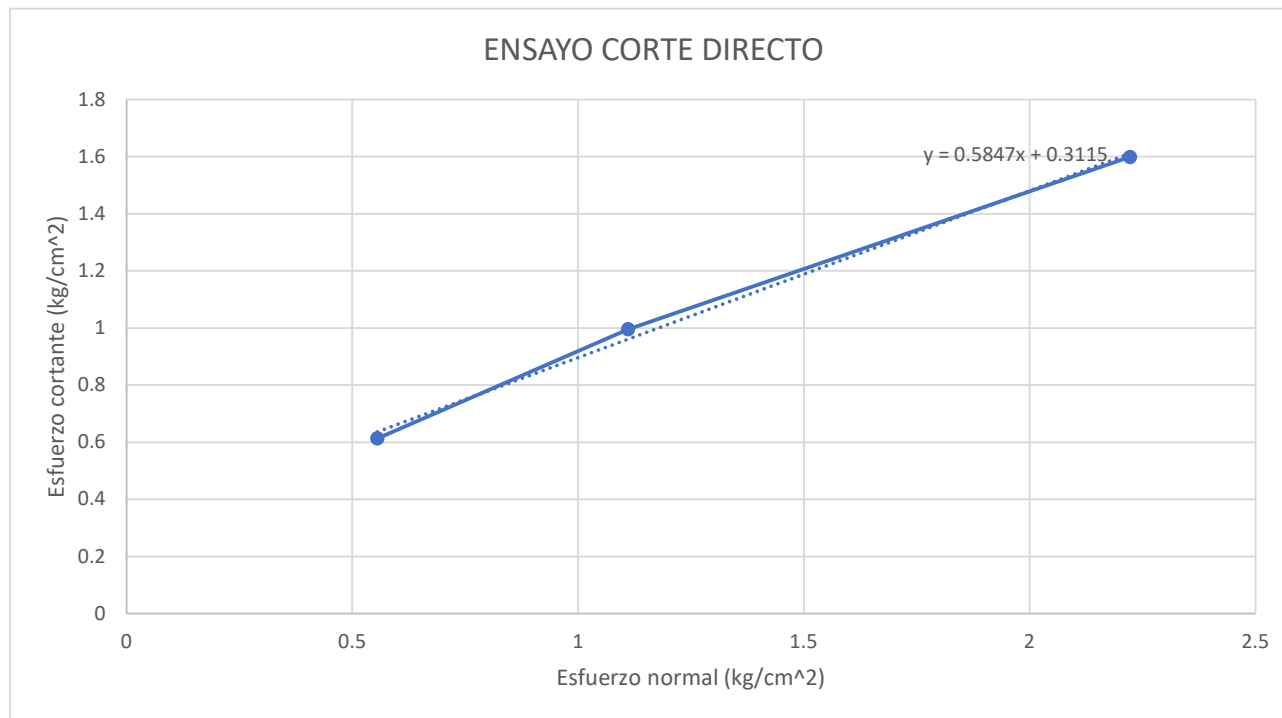
225	576.38	58.79076	17.895	1.7895	-1.905	-0.1905	1.633076667
226	576.24	58.77648	17.979	1.7979	-1.906	-0.1906	1.63268
227	575.15	58.6653	18.062	1.8062	-1.907	-0.1907	1.629591667
228	574.77	58.62654	18.144	1.8144	-1.908	-0.1908	1.628515
229	574.06	58.55412	18.226	1.8226	-1.909	-0.1909	1.626503333
230	573.76	58.52352	18.31	1.831	-1.91	-0.191	1.625653333
231	572.3	58.3746	18.392	1.8392	-1.911	-0.1911	1.621516667
232	572.68	58.41336	18.476	1.8476	-1.912	-0.1912	1.622593333
233	573.72	58.51944	18.559	1.8559	-1.913	-0.1913	1.62554
234	573.14	58.46028	18.643	1.8643	-1.913	-0.1913	1.623896667
235	573.71	58.51842	18.725	1.8725	-1.914	-0.1914	1.625511667
236	574.25	58.5735	18.81	1.881	-1.915	-0.1915	1.627041667
237	573.78	58.52556	18.893	1.8893	-1.916	-0.1916	1.62571
238	573.33	58.47966	18.977	1.8977	-1.917	-0.1917	1.624435
239	573.71	58.51842	19.06	1.906	-1.918	-0.1918	1.625511667
240	573.33	58.47966	19.145	1.9145	-1.919	-0.1919	1.624435
241	572.42	58.38684	19.228	1.9228	-1.919	-0.1919	1.621856667
242	569.94	58.13388	19.314	1.9314	-1.92	-0.192	1.61483
243	569.05	58.0431	19.397	1.9397	-1.921	-0.1921	1.612308333
244	569.14	58.05228	19.481	1.9481	-1.922	-0.1922	1.612563333
245	568.82	58.01964	19.566	1.9566	-1.923	-0.1923	1.611656667
246	567.96	57.93192	19.649	1.9649	-1.924	-0.1924	1.60922
247	567.59	57.89418	19.736	1.9736	-1.925	-0.1925	1.608171667
248	567.79	57.91458	19.82	1.982	-1.926	-0.1926	1.608738333
249	566.13	57.74526	19.905	1.9905	-1.927	-0.1927	1.604035
250	564.59	57.58818	19.99	1.999	-1.928	-0.1928	1.599671667
251	564.48	57.57696	20.007	2.0007	-1.928	-0.1928	1.59936



RESULTADOS DE ENSAYO DE CORTE DIRECTO

# PRUEBA	Carga (kN)	Esfuerzo axial (kgf/cm ²)	Esfuerzo cortante (kg/cm ²)
1	2	0.55555556	0.61321833
2	4	1.11111111	0.99588833
3	8	2.22222222	1.59936

C =	0.3115	kg/cm ²
Tan (Φ) =	0.5847	
Φ =	30.3148263	



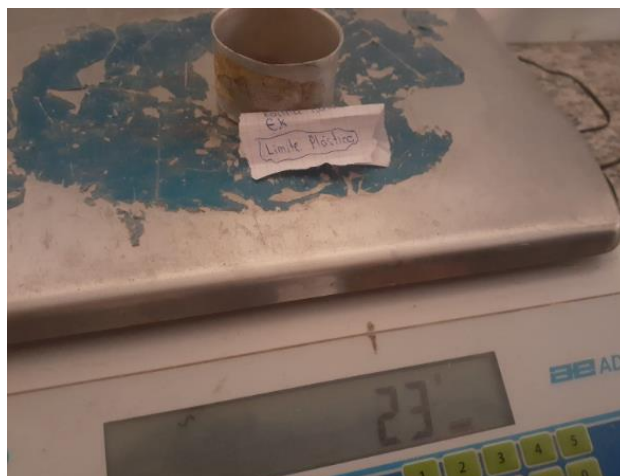
Anexo 1.1 Ensayo de Granulometría



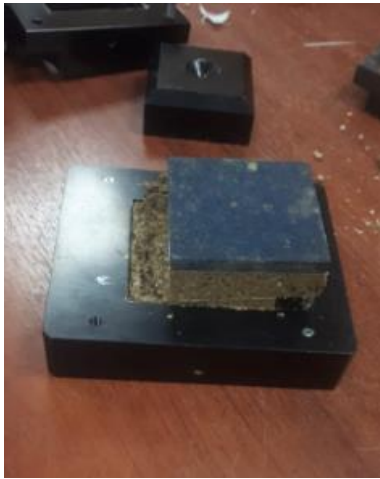
Anexo 1.2 Ensayo de Limite Líquido



Anexo 1.3 Ensayo de Limite Plasticidad



Anexo 1.4 Ensayo de Corte Directo



Anexo 1.5 Visita de Campo



ANEXO 2
CÁLCULO DEL
MURO DE
HORMIGÓN
ARMADO

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

DATOS INICIALES:

H =	9	m	Df =	0.9	m
B =	5.1	m	q_ult =	11.46	kg/cm2
a1 =	0.3		c =	0	kg/cm2
a3 =	0.3	m			
a2 =	0.6	m			
h_base =	0.8	m			
Talón =	3	m			
Puntera =	1.5	m			
Y S.fund =	1800	kg/m^3			
Y relleno =	1800	kg/m^3			
Y Horm =	2500	kg/m^3			
Ør =	40	°	Ángulo de fricción relleno		
Ør =	0.6981317	rad			
Øb =	30.314826	°	Ángulo de fricción suelo-muro		
Øb =	0.5290935	rad			
H_sob =	0.6	m			
q_Sob =	1080	kg/m^2			
zi =	0.6	m			

PROCEDIMIENTO:

1. Cálculo del coeficiente de empuje activo (Ka):

$$K_a = \frac{1 - \sin(\varnothing)}{1 + \sin(\varnothing)} = 0.217$$

2. Presión de Empuje Activo

Ea =	$\frac{1}{2}$	* KA * γ * H	* H	=	15851.58	kg/m
-------------	---------------	---------------------	------------	----------	----------	-------------

Aplicado a : $\frac{H}{3}$ = 3 m

3. Presión de Empuje por sobrecarga

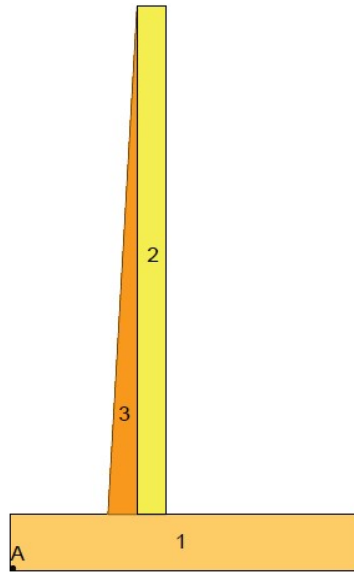
PS =	KA * W * H	=	2113.54	kg/m
-------------	-------------------	----------	---------	-------------

Aplicado a : $\frac{H}{2}$ = 4.5 m

Ws =	q * L	=	3564	kg/m	X =	3.45	m
-------------	--------------	----------	------	-------------	------------	------	----------

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

4. Peso propio del Muro



<i>FIGURA</i>	<i>BRAZO X</i>	<i>BRAZO Y</i>	<i>ÁREAS</i>	<i>PESO</i>	<i>P*B(X)</i>	<i>P*B(Y)</i>
#	(m)	(m)	(m ²)	(kg/m)	(kg*m/m)	(kg*m/m)
1	2.55	0.4	4.08	10200	26010	4080
2	1.95	4.9	2.46	6150	11992.5	30135
3	1.7	3.53333333	1.23	3075	5227.5	10865
PESO PROPIO DEL MURO				19425		kg/m

Actuando a 2.23 m en X

MOMENTO EN X
M_x = 43230 kg*m

MOMENTO EN Y
M_y = 45080 kg*m

5. Peso del relleno

A.relleno = 24.6 m²

W_r = 44280 kg/m

X = 3.6 m

6. Fuerzas Verticales Resultantes (Fuerzas Resistentes)

R_v = 67269 kg/m

7. Fuerzas de empuje (Fuerzas impulsoras horizontales)

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

$$R_h = 17965.12 \quad \text{kg/m}$$

CENTRO DE GRAVEDAD DEL MURO

$$X = \frac{M_x}{PP} = 2.23 \quad \text{m}$$

$$Y = \frac{M_y}{PP} = 2.32 \quad \text{m}$$

5. Fuerza de Roce (Fr)

$$u = \text{Tan}(S) = 0.368$$

$$c' = 0 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$c' = 0 \quad \text{kg/cm}^2 = 0 \quad \text{kg/m}^2$$

$Fr = \mu \cdot R_v + c' \cdot B = 28588.35 \quad \text{kg/m}$
--

7. Factor de seguridad a deslizamiento

$F.S.D = \frac{\Sigma FR}{\Sigma Fd} = 1.59 > 1.5 \quad \text{Cumple}$
--

8. Momento de volcamiento (Mv)

$M_v = 57065.67 \quad \text{kg}^* \text{m}$

9. Momento estabilizante (Me)

$M_e = 214933.8 \quad \text{kg}^* \text{m}$

10. Factor de seguridad contra volcamiento

$F.S.V = \frac{M_e}{M_v} = 3.77 > 1.5 \quad \text{Cumple}$
--

11. Esfuerzo admisible del suelo de fundación

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

$$q_{ult} = 11.46 \text{ kg/cm}^2 \quad \text{F.S} = 3$$

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{\text{F.S}} = 3.82 \text{ kg/cm}^2$$

12. Punto de aplicación de la fuerza resultante X_r :

$$X_r = \frac{M_e - M_v}{R_v} = 2.35 \text{ m}$$

13. Excentricidad de la fuerza resultante (e_x)

La excentricidad (e_x) debe ser menor que $B/6$

$$B/6 = 0.85 \text{ m}$$

$$e_x = \frac{B}{2} - X_r = 0.20 \text{ m}$$

Condición de excentricidad ($e_x < B/6$) SE CUMPLE

14. Presión de contacto muro-suelo de fundación

$$\sigma_{max} = \frac{R_v}{B} \left| \frac{1+6 \cdot e_x}{B} \right| = 16342.89965 \text{ kg/m}^2 = 1.63 \text{ kg/cm}^2$$

$\sigma_{max} = 1.63 \text{ kg/cm}^2 < \sigma_{adm} = 3.82 \text{ kg/cm}^2$
CUMPLE

$$\sigma_{min} = \frac{R_v}{B} \left| \frac{1-6 \cdot e_x}{B} \right| = 10037.10035 \text{ kg/m}^2 = 1.00 \text{ kg/cm}^2$$

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

DISEÑO CONSIDERANDO FUERZA SÍSMICA

Factor de zonificación sísmica (NEC-SE-DS)

$$Z = 0.3 \quad g$$

Coefficiente sísmico horizontal (Csh)

$$C_{sh} = 0.5 * Z = 0.15$$

Coefficiente sísmico vertical (Csv)

$$C_{sv} = (2/3) * C_{sh} = 0.1$$

$$\theta = \arctan * \frac{C_{sh}}{1 - C_{sv}} = 9.46 \text{ grados} \quad 0.16514868 \text{ radianes}$$

Fuerza sísmica del peso propio (Fssp)

$$F_{ssp} = C_{sh} * p.p = 2913.75 \text{ kg/m}$$

Coefficiente de presión dinámica activa (Ka)

$$K_{as} = \frac{\text{Sen}^2(\psi + \phi - \theta)}{\text{Cos}\theta \cdot \text{Sen}^2\psi \cdot \text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \cdot \text{Sen}(\phi - \beta - \theta)}{\text{Sen}(\psi - \delta - \theta) \cdot \text{Sen}(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

Ø (grados) = 40	ψ (grados) = 90	β (grados) = 0
Ø (radianes) = 0.698	ψ (radianes) = 1.571	β (radianes) = 0

δ = $\frac{2 * \text{Ø}}{3}$	= 26.66666667 grados	0.465421134 rad
------------------------------	----------------------	-----------------

Kas = 0.301

Incremento dinámico del empuje activo de la tierra (ΔDEa)

$$\Delta DE_a = \left(\frac{1}{2} \gamma H^2 \right) (K_{as} - K_a) (1 - C_{sv})$$

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

$$\Delta DEa = 5455.16 \quad \text{kg/m}$$

Aplicado a (2/3)H: 6 m desde la base del muro

Empuje total (Ea+Δ)

$$Ea+\Delta = Ea + \Delta DEa + F_{spp} = 24220.49 \quad \text{kg/m}$$

Resultante de las fuerzas verticales (Rv) :

$$Rv = p.p + W_r = 63705 \quad \text{kg}$$

Fuerza de Roce (Fr):

$$u = \tan(S) = 0.37$$

$$c = 0 \quad \text{kg/cm}^2$$

$$c'(s) = 0 \quad \text{kg/cm}^2 = 0 \quad \text{kg/m}^2$$

$$Fr = \mu \cdot R_v + c' \cdot B = 31101.35 \quad \text{kg/m}$$

Factor de seguridad contra deslizamiento (FSd):

$Fsd = \frac{Fr}{Eh} = 1.28 > 1.4$	NO CUMPLE
------------------------------------	------------------

EN CASO DE NO CUMPLIR AMPLIAR LA BASE Y REPETIR EL PROCESO O CONSTRUIR DENTELLON BAJO LA BASE

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

DISEÑO DEL DENTELLÓN

Dimensiones del dentellón

$$Hd = 0.6 \quad m$$

$$Bd = 0.6 \quad m$$

Coefficiente de empuje pasivo (K_p):

$$K_p = \frac{1 + \text{seno}(\theta)}{1 - \text{seno}(\theta)} = 3.04$$

Presión pasiva superior del dentellón (σ_{ps})

$$\sigma_{ps} = (\gamma \cdot D_f) \cdot K_p = 4922.16 \quad \text{kg/m}^2$$

Presión pasiva inferior del dentellón (σ_{pi})

$$\sigma_{pi} = (D_f + Hd) \cdot K_p = 8203.61 \quad \text{kg/m}^2$$

Empuje pasivo actuando sobre el dentellón (E_p)

$$E_p = \frac{(\sigma_{ps} + \sigma_{pi})}{2} \cdot Hd = 3937.73 \quad \text{kg/m}^2$$

Fuerza de roce (F_{rd})

$$F_{rd} = \mu (R_v) + c' \cdot B + E_p$$

$$u = 0.37$$

$$c' = 0 \quad \text{kg/m}^2$$

$$R_v = 64605 \quad \text{kg/m}$$

$$F_{rd} = 35370.4 \quad \text{kg/m}$$

Factor de seguridad contra el deslizamiento con dentellón del pie (F_{sd})

$$F_{sd} = \frac{F_r}{E_h} = 1.46 > 1.4 \quad \text{CUMPLE}$$

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

El factor de seguridad a deslizamiento puede tomarse como 1.4 cuando este cuenta con dentellón

Momento de volcamiento (Mv)

$$x (Ea) = 3 \quad \text{m}$$

$$x (Eas) = 6 \quad \text{m}$$

$$x (Fssp) = 2.32 \quad \text{m}$$

$$Mv = 87045.6 \quad \text{kg*m}$$

Momento estabilizante (Me)

$$x (P.P) = 2.23 \quad \text{m}$$

$$x (Wr) = 3.6 \quad \text{m}$$

$$Me = 202725.75 \quad \text{kg*m}$$

Factor de seguridad contra Volcamiento (FSv)

$$F.S.v = \frac{Me}{Mv} = 2.33 > 1.4 \quad \text{CUMPLE}$$

Esfuerzo admisible del suelo de fundación

$$F.S.cap.por = 3$$

$$\sigma_{adm} = \frac{q_{ult}}{F.S.cap.port} = 3.82 \quad \text{kg/cm}^2$$

Punto de aplicación de la fuerza resultante Xr

$$Xr = \frac{(Me-Mv)}{Rv} = 1.79 \quad \text{m}$$

Excentricidad de la fuerza resultante (ex)

$$ex = \frac{B - Xr}{2} = 0.76 \quad \text{m} \leq B/6$$

ex	<=	B/6	CUMPLE
(m)		(m)	
0.76	<=	0.85	

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

Presión de contacto muro-suelo de fundación ($\sigma_{max} - \sigma_{min}$)

$$\sigma_{max} = \frac{R_v}{B} \left[1 + \frac{6 \cdot e_x}{B} \right] = 23651.29602 \text{ kg/m}^2$$

$$= 2.37 \text{ kg/cm}^2$$

σ_{max}	<=	σ_{adm}	CUMPLE
kg/cm2		kg/cm2	
2.37	<=	3.82	

$$\sigma_{min} = \frac{R_v}{B} \left[1 - \frac{6 \cdot e_x}{B} \right] = 1331.056926 \text{ kg/m}^2$$

$$= 0.00 \text{ kg/cm}^2$$

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

DISEÑO DE LA BASE

Verificar el proceso dependiendo de los resultados obtenidos

CASO 1		CASO 2	
ESFUERZOS 1.1 Y 2.1		ESFUERZOS 1.1 Y 2.1	
σ.max =	1.63 kg/cm ²	σ.max =	1.63 kg/cm ²
σ.min =	1.00 kg/cm ²	σ.min =	1.00 kg/cm ²
USAR MÉTODO 1			
x.min (cm)=	0	x.1.1. (cm) =	300
x.max (cm)=	510	x.2.1. (cm) =	60
σ.1 =	1.3746394 kg/cm ²	σ.1 =	0.961347038 kg/cm ²
σ.2 =	1.4488253 kg/cm ²	σ.2 =	1.153616446 kg/cm ²

DETERMINACIÓN DE LAS SOLICITACIONES A CORTE Y FLEXIÓN MÁXIMA EN LA BASE:

PUNTERA:

P.P. Puntera 3000 kg

B.P.P: 0.75 m

REACCIÓN DEL SUELO:

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

$$RS2 = 23123.364 \quad \text{kg}$$

FUERZA CORTANTE EN LA PUNTERA:

$$V (2-2) = 20123.364 \quad \text{kg}$$

$$R (\text{trian}): 1390.9851 \quad \text{kg} \quad b (\text{trian}): 1 \quad \text{m}$$

$$R (\text{rectan}): 21732.379 \quad \text{kg} \quad b (\text{rectan}): 0.75 \quad \text{m}$$

Momento en la sección 2-2

$$M (2-2) = 15440.27 \quad \text{kg*m}$$

TALÓN:

$$P.P.TALÓN \quad 6000 \quad \text{kg}$$

$$B.P.T: \quad 1.5 \quad \text{m}$$

Reacción del suelo:

$$RS1: \quad 35675.242 \quad \text{kg}$$

Peso del relleno:

$$P.r = 44280 \quad \text{kg}$$

$$B.P.r = 1.5 \quad \text{m}$$

Peso de la sobrecarga:

$$P.Sob = 2160 \quad \text{kg}$$

$$B.P.Sob = 1.5 \quad \text{m}$$

Fuerza cortante resultante en el talón V1-1 (hacia abajo):

$$V(1-1) = -16764.758 \quad \text{kg}$$

$$R (\text{trian}) = 2248.5962 \quad \text{kg} \quad b.\text{trian} = 1 \quad \text{m}$$

$$R (\text{rectan}) = 30111.301 \quad \text{kg} \quad b.\text{rectan} = 1.5 \quad \text{m}$$

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

Momento respecto a la sección (1-1):

$M(1-1) = 31244.452 \text{ kg}\cdot\text{m}$

CASO DE EMPUJE + SISMO

CASO 1			CASO 2				
ESFUERZOS 1.1 Y 2.1			ESFUERZOS 1.1 Y 2.1				
$\sigma.\text{max} =$	2.37	kg/cm ²	$\sigma.\text{max} =$	2.37	kg/cm ²		
$\sigma.\text{min} =$	0.00	kg/cm ²	$\sigma.\text{min} =$	0.00	kg/cm ²		
USAR MÉTODO 2							
x.min (cm)=	0	x.1.1. (cm) =	300	x.min (cm)=	0	x.1.1. (cm) =	300
x.max (cm)=	510	x.2.1. (cm) =	60	x.max (cm) =	510	x.2.1. (cm) =	60
$\sigma.1 =$	1.39	kg/cm ²		$\sigma.1 =$	1.39	kg/cm ²	
$\sigma.2 =$	1.67	kg/cm ²		$\sigma.2 =$	1.67	kg/cm ²	

PUNTERA

P.P.P = 3000 kg

B.P.P = 0.75 m

Reacción del suelo

RS2 = 30263.472 kg

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

Fuerza cortante resultante en la puntera:

$$V(2-2) = 27263.472 \quad \text{kg}$$

$$R (\text{trian}) = 5213.472 \quad \text{kg} \qquad b (\text{trian}) = 1 \quad \text{m}$$

$$R (\text{rectan}) = 25050 \quad \text{kg} \qquad b (\text{rect}) = 0.75 \quad \text{m}$$

Momento respecto a la sección 2-2:

$$M (2-2) = 21750.972 \quad \text{kg*m}$$

TALÓN

$$P.P.T = 6000 \quad \text{kg}$$

$$B.P.T = 1.5 \quad \text{m}$$

Reacción del suelo

$$RS1 = 20850 \quad \text{kg}$$

Peso del relleno

$$W_r = 44280 \quad \text{kg}$$

$$B.P.r = 1.5 \quad \text{m}$$

Fuerza cortante en el talón V(1-1)

$$V (1-1) = -29430 \quad \text{kg}$$

$$R (\text{trian}) = 20850 \quad \text{kg} \qquad b (\text{trian}) = 1 \quad \text{m}$$

$$R (\text{rectan}) = 0 \quad \text{kg} \qquad b (\text{rectan}) = 1.5 \quad \text{m}$$

Momento respecto a la sección 1-1

$$M (1-1) = 54570 \quad \text{kg*m}$$

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

RESULTADOS:

CASO 1 - EMPUJE + S. VEHICULAR		CASO 2 - EMPUJE + SISMO	
kg	kg	kg	kg
V (1-1) = -16764.758	V (2-2) = 20123.36434	V (1-1) = -29430	V (2-2) = 27263.472
kg*m	kg*m	kg*m	kg*m
M (1-1) = 31244.452	M (2-2) = 15440.26954	M (1-1) = 54570	M (2-2) = 21750.972

SOBRECARGA VEHICULAR AASHTO

Tabla 3.11.6.4.1

Empuje estatico activo

$$E_a = \frac{\zeta A \cdot \gamma \cdot (H^2)}{2} = 15851.58 \quad \text{kg/m} \quad \text{Empuje estático activo}$$

Incremento Dinámico del empuje activo

$$\Delta DE_a = \frac{\gamma \cdot (H^2) \cdot (K_a - K_{a0}) \cdot (1 - C_{sv})}{2} = 5455.16 \quad \text{kg/m}$$

Fuerza sísmica del peso propio

$$F_{ssp} = 2913.75 \quad \text{kg/m}$$

Empuje total

$$E_{(a+\Delta)} = E_a + \Delta DE_a + F_{ssp} = 24220.49 \quad \text{kg/m}$$

Factor de mayoración de carga ponderado para el caso sísmico

$$F.C. u = 1.393$$

DISEÑO DE LA ZAPATA POR CORTE

$$V_{max} = 29430 \quad \text{kg} \quad \text{Corte Máximo}$$

$$V_{u_max} = F.C.u \cdot V_{max} = 40986.63 \quad \text{kg}$$

Recubrimiento mínimo de la zapata

$$r = 7.5 \quad \text{cm}$$

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

$$\phi_{\text{varilla}} = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$$

$$d = e - r - \phi_{\text{var}}/2 = 71.5 \text{ cm}$$

Corte máximo resistente del concreto

$$V_c = 0,53 \cdot \sqrt{f_c} \cdot b_w \cdot d$$

$$f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$$

$$b_w = 100 \text{ cm} \quad \text{Ancho de diseño}$$

$$\Theta = 0.75 \quad \text{Factor de minoración por resistencia de corte}$$

$$V_c = 58706.68 \text{ kg}$$

$$V_c > \frac{V_u}{\Theta} \quad \rightarrow \quad \begin{array}{|c|c|c|} \hline 58706.68 & > & 54648.84 \\ \hline \end{array}$$

El espesor de la zapata es el adecuado

CÁLCULO DE ACERO REQUERIDO PARA LA ZAPATA

Datos :

f_c =	240	kg/cm²
b =	100	cm
r_{inf} =	7.5	cm
d_{inf} =	71.5	cm
φ_{varilla} =	2	cm

F_y =	4200	kg/cm²
e =	80	cm
r_{sup} =	5	cm
d_{sup} =	74	cm
φ_{varilla} =	2	cm

MOMENTOS MÁXIMOS ACTUANTES EN LA ZAPATA

$$M_u (P) = F.C.u \cdot M_u = 30292.18 \text{ kg*m} \quad \text{Momento último en la puntera}$$

$$M_u (T) = F.C.u \cdot M_u = 75998.65 \text{ kg*m} \quad \text{Momento último en el talón}$$

VERIFICACIÓN DE ESPESOR DE LOSA

$$d \geq \sqrt{\frac{M_u}{0,189 \cdot \Phi \cdot f_c \cdot b}}$$

Verificación de espesor a flexión		
80	>	43 cm
EL ESPESOR ES ADECUADO		

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

$$e = d + rec = 48 \quad \text{Espesor requerido}$$

$$e < d = 48 < 80$$

DETERMINAMOS EL REFUERZO NECESARIO PARA EL TALÓN

$$\Theta = 0.9 \quad \text{Factor de minoración de resistencia por flexión}$$

$$R_u = \frac{M_u}{\Theta * b * d^2} = 16.52 \quad \text{Calcule}$$

DETERMINAMOS ρ

$$\rho = \frac{0.85f'_c}{f_y} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2R_u}{0.85f'_c}} \right) = 0.00412$$

DETERMINAMOS A_s requerido

$$A_s (\text{req}) = \rho * b * d = 30.490 \quad \text{cm}^2$$

DETERMINAMOS EL ESPACIAMIENTO ÓPTIMO ENTRE VARILLAS

Espaciamento	cm	# varillas/m	Unidades	$A_s_{\text{req/var}}$	cm ²
10	cm	10	u	3.049	cm ²

ELEGIMOS EL DIÁMETRO A USAR

Diam (Φ)	Unidad	Área	Unidad
2	cm	3.14	cm ²

$$A_{s_real} = 31.42 \quad \text{cm}^2$$

EL DIAMETRO DE VARILLAS CUMPLE

Nota:	Se usarán	10	varillas de Φ	2	cm	cada	10	cm
-------	-----------	----	--------------------	---	----	------	----	----

DETERMINAMOS EL REFUERZO NECESARIO PARA LA PUNTERA

$$\Theta = 0.9 \quad \text{Factor de minoración de resistencia por flexión}$$

$$R_u = \frac{M_u}{\Theta * b * d^2} = 6.15 \quad \text{Usar } p_{\text{min}}$$

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

DETERMINAMOS p

$p_{min} = 0.00333$

DETERMINAMOS A_s requerido

$A_s (req) = p \cdot b \cdot d = 24.642 \text{ cm}^2$

DETERMINAMOS EL ESPACIAMIENTO ÓPTIMO ENTRE VARILLAS

Espaciamento	cm	# varillas/m	Unidades	A_s_{req}/var	cm^2
10	cm	10	u	2.464	cm^2

ELEGIMOS EL DIÁMETRO A USAR

Diam (Φ)	Unidad	Área	Unidad
1.8	cm	2.545	cm^2

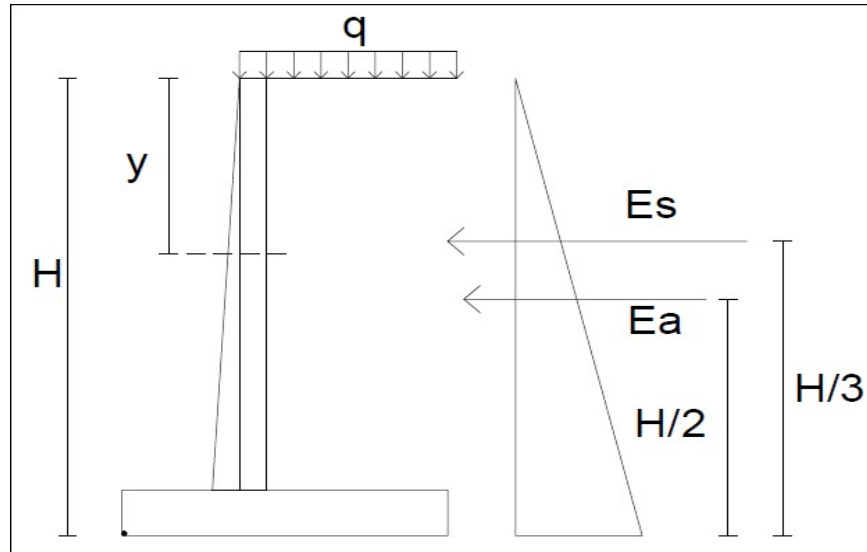
$A_s_{real} = 25.45 \text{ cm}^2$

EL DIÁMETRO DE VARILLAS CUMPLE

Nota:	Se usarán	10	varillas de Φ	1.8	cm	cada	10	cm
-------	-----------	----	--------------------	-----	----	------	----	----

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

DISEÑO DE LA PANTALLA



CASO 1: EMPUJE + SOBRECARGA VEHICULAR

Empuje activo de tierra Ea:

$$Ea = \left(\frac{1}{2} \gamma H^2 \right) K_a = 195.7 y^2 \quad (\text{kg/m})$$

Aplicado a: $\frac{y}{3}$ Medido desde (y) hacia arriba

Empuje de sobrecarga Es:

$$Es = (\gamma H_s) H K_a = 234.84 y \quad (\text{kg/m})$$

Aplicado a: $\frac{y}{2}$ Medido desde (y) hacia arriba

Empuje Total

$$E(a+s) = 195.7 y^2 + 234.84 y$$

Momento Total

$$M(a+s) = 65.233333 y^3 + 117.42 y^2$$

CASO 2: EMPUJE + SISMO

Empuje activo de Tierra Ea:

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

$$Ea = 195.7 y^2 \text{ (kg/m)}$$

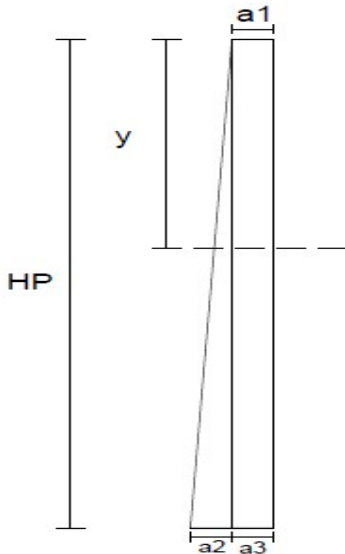
Aplicado a: $\frac{y}{3}$ Medido desde (y) hacia arriba

Incremento Dinámico del empuje activo (ΔDEa)

$$\Delta DEa = \left(\frac{1}{2} \gamma H^2 \right) (K_{as} - K_a) (1 - C_{sv}) = 67.35 y^2$$

Aplicado a: $\frac{2y}{3}$ Medido desde (y) hacia arriba

Fuerza sísmica del peso propio de la pantalla



Triangulo:

$$F_{ssp} = 6.8598 y^2$$

Aplicado a: $\frac{y}{3}$ Medido desde (y) hacia arriba

Rectangulo:

$$F_{ssp} = 112.5 y$$

Aplicado a: $\frac{y}{2}$ Medido desde (y) hacia arriba

Empuje total

$$E(a+\Delta) = 269.9098 y^2 + 112.5 y$$

Momento Total

$$M(a+\Delta) = 112.41993 y^3 + 56.25 y^2$$

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

MAYORACIÓN DE SOLICITACIONES DE CORTANTE Y MOMENTO

CASO 1

F.M =	1.6	Factor de mayoración para caso 1			
Vu =	313.12	y ²	+	375.744	y
Mu =	104.37333	y ³	+	187.872	y ²

CASO 2

F.M =	1.393				
Vu =	375.89849	y ²	+	156.6767136	y
Mu =	156.56521	y ³	+	78.3383568	y ²

SOLICITACIONES ÚLTIMAS DE CORTE Y MOMENTO

y (m)	CASO 1		CASO 2		SOLICITACIONES MÁXIMAS	
	Vu (kg)	Mu (kg*m)	Vu (kg)	Mu (kg*m)	Vu (kg)	Mu (kg*m)
1	688.86	292.25	532.58	234.90	688.86	292.25
2	2003.97	1586.47	1816.95	1565.88	2003.97	1586.47
3	3945.31	4508.93	3853.12	4932.31	3945.31	4932.31
4	6512.90	9685.85	6641.08	11273.59	6641.08	11273.59
5	9706.72	17743.47	10180.85	21529.11	10180.85	21529.11
6	13526.78	29308.03	14472.41	36638.27	14472.41	36638.27
7	17973.09	45005.78	19515.76	57540.45	19515.76	57540.45
8	23045.63	65462.95	25310.92	85175.04	25310.92	85175.04
9	28744.42	91305.79	31857.87	120481.44	31857.87	120481.44

DETERMINACIÓN DE ÁREAS DE ACERO REQUERIDAS

$\Phi = 0.75$

$r = 5$ cm Recubrimiento en la pantalla

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

y (m)	Vu (kg)	Mu (kg*m)	F(y) (cm)	d(y) (cm)	$\Phi * Vc$ (kg)	As_min (cm2)	As_real (cm2)
1	688.864	292.245	33.3	28.3	17447.78997	11.1	21.56
2	2003.968	1586.475	36.7	31.7	19500.47115	12.21	
3	3945.312	4932.306	40.0	35.0	21553.15232	13.32	
4	6641.083	11273.587	43.3	38.3	23605.8335	14.43	
5	10180.846	21529.110	46.7	41.7	25658.51467	15.54	
6	14472.406	36638.265	50.0	45.0	27711.19584	16.65	
7	19515.763	57540.445	53.3	48.3	29763.87702	17.76	44.88
8	25310.917	85175.040	56.7	51.7	31816.55819	18.87	
9	31857.868	120481.442	60.0	55.0	33869.23936	19.98	

ÁREAS DE ACERO REQUERIDAS EN LA PANTALLA

y (m)	Ru	p	As_min (cm2)	As_req (cm2)	As_real (cm2)
1	0.2922453	0.00007	11.1	0.232803938	21.56
2	1.3111361	0.00031	12.21	1.151801085	
3	3.4252123	0.00082	13.32	3.299917654	
4	6.6707615	0.00162	14.43	7.020256668	
5	10.98424	0.00270	15.54	12.59103241	
6	16.283674	0.00406	16.65	20.29116372	44.88
7	22.476736	0.00570	17.76	30.41277769	
8	29.472332	0.00764	18.87	43.28753146	

DETERMINACIÓN DE ESPACIAMIENTO

Espaciamento	cm	# varillas/m	Unidades	As_req/var	cm^2
7	cm	14	u	0.9	cm^2

ELEGIMOS EL DIAMETRO A USAR

Diam (Φ)	Unidad	Área	Unidad
1.4	cm	1.54	cm^2

DETERMINAMOS LA CANTIDAD DE ACERO A USAR

As_real = 21.56 cm^2

ELEGIMOS EL DIAMETRO A USAR

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

Diam (Φ)	Unidad	Área	Unidad	Espaciamiento	# varillas/m
2	cm	3.14159265	cm ²	7	14

DETERMINAMOS LA CANTIDAD DE ACERO A USAR

As_{real} = 44.88 cm²

ZAPATA

ACERO PARA EFECTOS DE CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA

p (cyt) = 0.0018 **Cuantía de acero para efectos de contracción y temperatura**

bw = 100 cm

d = 71.5 cm

As (cyt) = 12.87 cm² **Área de acero requerida**

DETERMINACIÓN DE ESPACIAMIENTO

Espaciamiento	cm	# varillas/m	Unidades	As _{req} /var	cm ²
20	cm	5	u	2.574	cm ²

ELEGIMOS EL DIAMETRO A USAR

Diam (Φ)	Unidad	Área	Unidad
1.4	cm	1.5393804	cm ²

CANTIDAD DE ACERO A USAR

As (cyt) = 15.393804 cm²

Nota: Se usarán 5 varillas de Φ 1.4 cm cada 20 cm

**DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN
(VOLADIZO)**

PANTALLA

ACERO PARA EFECTOS DE CONTRACCIÓN Y TEMPERATURA

p (cyt) = 0.0018 **Cuantía de acero para efectos de contracción y temperatura**

b_w = 100 cm

d = 55 cm

A_s (cyt) = 9.9 cm² **Área de acero requerida**

DETERMINACIÓN DE ESPACIAMIENTO

Espaciamiento	cm	# varillas/m	Unidades	A_s_req/var	cm²
20	cm	5	u	1.98	cm ²

ELEGIMOS EL DIAMETRO A USAR

Diam (Φ)	Unidad	Área	Unidad
1.2	cm	1.13097336	cm ²

ÁREA A USAR

A_s (cyt) = 11.3 cm²

Nota: Se usarán 5 varillas de Φ 1.2 cm cada 20 cm

CÁLCULO Qadm

DATOS:

$$\phi_{tr} := 30^\circ$$

$$B := 5.1 \text{ m}$$

$$F.S := 3$$

$$C_u := 0 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

$$L := 6 \text{ m}$$

$$\gamma := 1.8 \cdot \frac{\text{tonne}}{\text{m}^3}$$

$$D_f := 0.9 \text{ m}$$

Ajuste de angulo de friccion interna

$$\frac{L}{B} = 1.176 \quad \text{Tiene que ser menor a dos}$$

1. Cálculo de factores de capacidad de carga

$$N_q := \left(\tan \left(45^\circ + \frac{\phi_{tr}}{2} \right) \right)^2 \cdot e^{\pi \cdot \tan(\phi_{tr})} \quad N_q = 18.401$$

$$N_c := (N_q - 1) \cdot \cot(\phi_{tr}) \quad N_c = 30.14$$

$$N_\gamma := 2 \cdot (N_q + 1) \cdot \tan(\phi_{tr}) \quad N_\gamma = 22.402$$

2. Cálculo de factores de forma

$$F_{cs} := 1 + \frac{N_q}{N_c} \cdot \frac{B}{L} \quad F_{cs} = 1.519$$

$$F_{qs} := 1 + \frac{B}{L} \cdot \tan(\phi_{tr}) \quad F_{qs} = 1.491$$

$$F_{\gamma s} := 1 - 0.4 \cdot \frac{B}{L} \quad F_{\gamma s} = 0.66$$

3. Cálculo de factores de profundidad

$$k := \frac{D_f}{B} \quad k = 0.176$$

$$\left| \begin{array}{l} \text{if } k \leq 1 \\ \left| \begin{array}{l} k \\ \text{if } k > 1 \\ \left| \begin{array}{l} \text{atan} \left(\frac{D_f}{B} \right) \end{array} \right| \end{array} \right| \end{array} \right| = 0.176$$

$$F_{cd} := 1 + 0.4 \cdot k \quad F_{cd} = 1.071$$

$$F_{qd} := 1 + 2 \cdot \tan(\phi_{tr}) \cdot (1 - \sin(\phi_{tr}))^2 \cdot k \qquad F_{qd} = 1.051$$

$$F_{\gamma d} := 1 \qquad \text{Para cualquier valor de } \phi, \text{ excepto cuando el ángulo es horizontal.}$$

4. Factores de inclinación de carga

$$\theta := 0^\circ \qquad \text{Ángulo de inclinación de carga respecto a la vertical}$$

$$F_{qi} := \left(1 - \frac{\theta}{\phi_{tr}}\right)^2 \qquad F_{qi} = 1$$

$$F_{ci} := F_{qi} \qquad F_{ci} = 1$$

$$F_{\gamma i} := \left(1 - \frac{\theta}{\phi_{tr}}\right)^2 \qquad F_{\gamma i} = 1$$

5. Cálculo del valor de sobrecarga "q"

$$q := \gamma \cdot D_f$$

$$q = 1.62 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

5. Cálculo del valor de carga última "qu"

$$q_u := (C_u \cdot N_c \cdot F_{cs} \cdot F_{cd} \cdot F_{ci}) + (q \cdot N_q \cdot F_{qs} \cdot F_{qd} \cdot F_{qi}) + \left(\frac{1}{2} \cdot \gamma \cdot B \cdot N_\gamma \cdot F_{\gamma s} \cdot F_{\gamma d} \cdot F_{\gamma i}\right)$$

$$q_u = 114.569 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2} \qquad q_u = 11.457 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

6. Cálculo de q admisible

$$q_{adm} := \frac{q_u}{F.S}$$

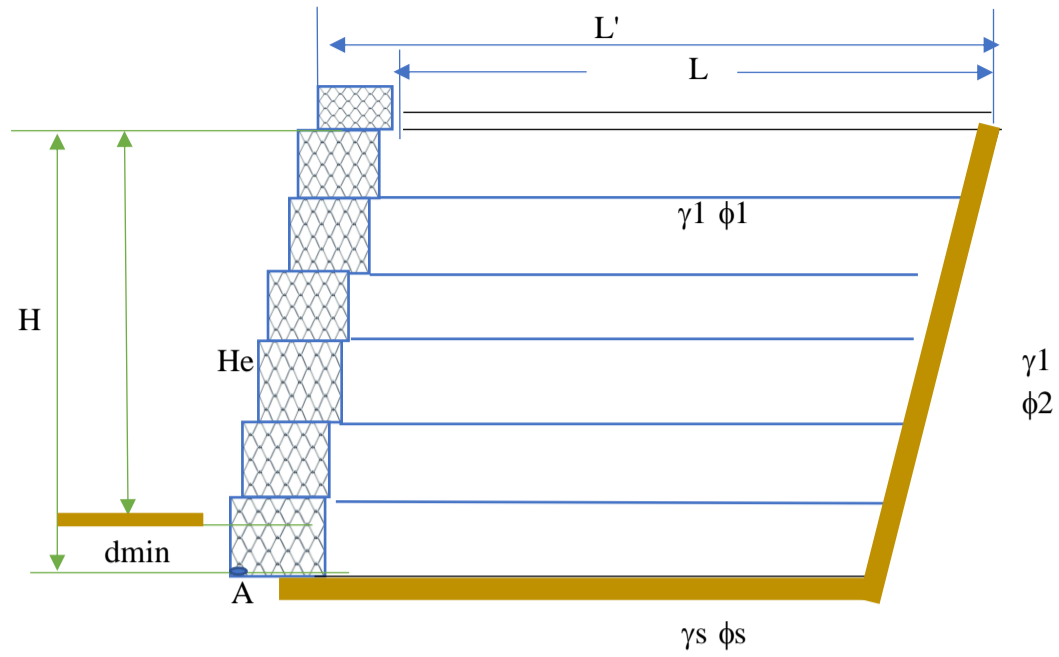
$$q_{adm} = 38.19 \frac{\text{tonne}}{\text{m}^2}$$

$$q_{adm} = 3.819 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

ANEXO 3
CÁLCULO DEL
MURO DE
TIERRA CON
EL SISTEMA
TERRAMESH

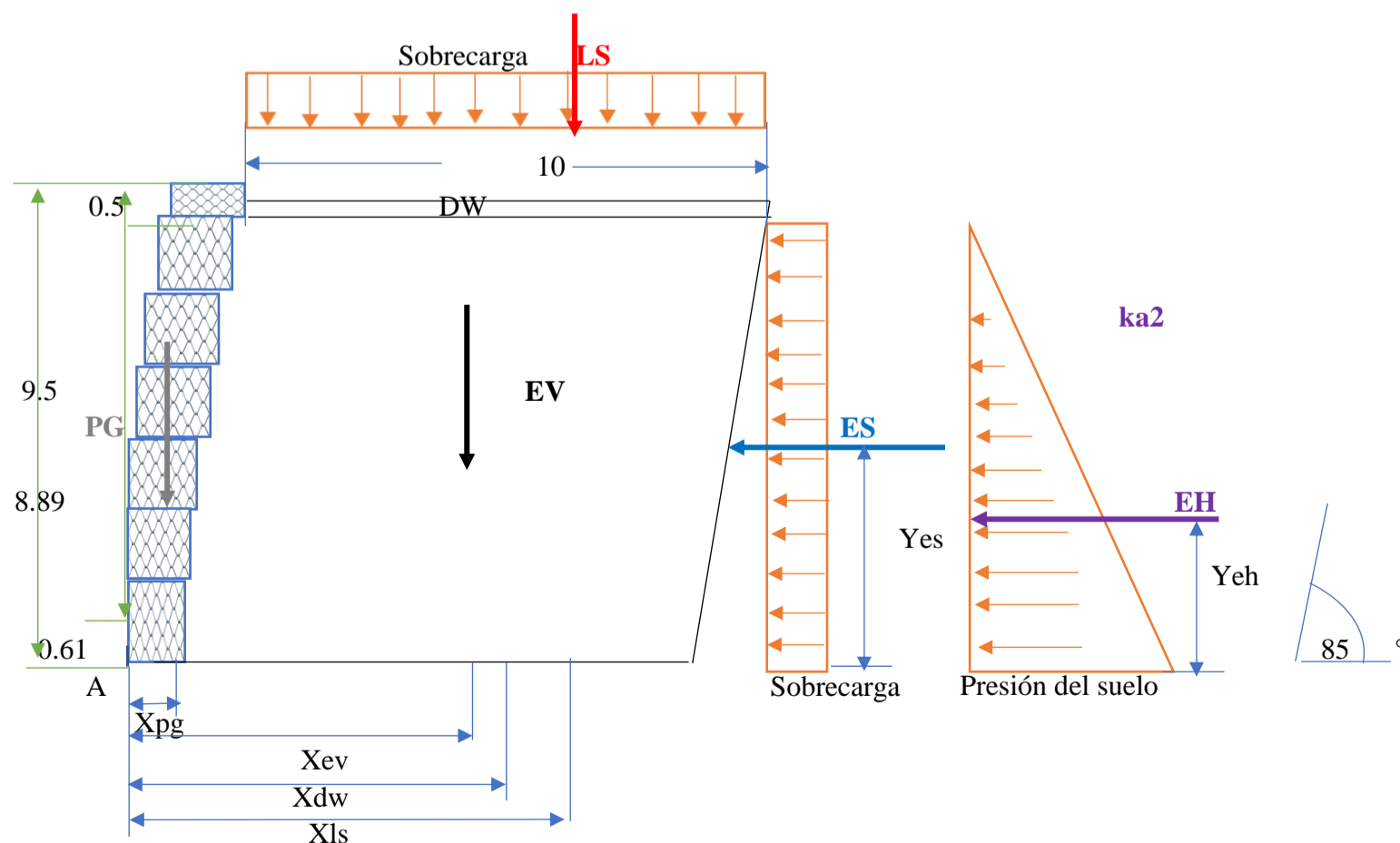
MURO DE TIERRA CON EL SISTEMA TERRAMESH

ESQUEMA DE COMPONENTES DEL MURO



DATOS INICIALES			
MURO			
Altura	H :	8.5	m
Profundidad	A :	1	m
Profundidad min	dmin :	0.61	m = 2ft
Altura calculada para muro	H :	9.11	m
Altura Asumida	H :	9.5	m
natural	He :	8.89	m
Largo de las malla	L :	6.65	
Largo recomendado	L :	10	m
Largo de la malla+ gavión	L :	11	m
GAVIÓN			
Base	b :	1	m
Altura	h :	1	m
Ancho	a :	1	m
Peso Específico de la piedra para relleno en el gavión	yg :	2600	kg/m ³
Peso Específico de la piedra para empedrado	ye :	2300	kg/m ³
MATERIAL DE RELLENO			
Peso Específico	γ1 :	1900	kg/m ³
Ángulo de fricción	φ1 :	30	°
SUELO NATURAL RETENIDO			
Peso Específico	γ2 :	1800	kg/m ³
Ángulo de fricción	φ2 :	30	°
VIA			
Altura de sobrecarga	heq :	0.61	m
Espesor de la capa de rodadura	ecr :	0.3	m
SUELO NATURAL DE CIMENTACIÓN			
Peso Específico	γs1 :	1800	kg/m ³
Angulo de fricción	φs :	30	°
Cohesión	c :	0	kg/m ²

ESQUEMA DE CARGAS ACTUANTES EN EL MURO



Donde:

PG = Peso de la cara del muros
DW = Carga de la capa de rodadura
EH = Empuje horizontal actuante detrás de la cara del muro
EV = Peso del suelo de relleno
LS = Sobrecarga vertical en el muro
ES = Sobrecarga horizontal en el muro

DESARROLLO

ESTIMACIÓN DE CARGAS Y MOMENTOS ACTUANTES

FÓRMULAS				
Carga Vertical	Carga Horizontal de Empuje	Carga horizontal de Sobrecarga	Coficiente activo	Momentos
Peso específico x Volumen	$EH = \frac{1}{2} x Y_2 x H^2 x k a_2 x a$	$ES = q x H x k a_2$	$k a_2 = \frac{(1 - \text{sen} \phi_2)}{2 + \text{sen} \phi_2}$	Carga x Centroides

Coficiente activo

$$k a_2 = 0.33$$

Cálculo de area y volúmenes de partes del muro

	Altura (m)	Base (m)	Área (m2)	Profundidad (m)	Volumen (m3)
Gaviones	9.50	1.00	9.50	1.00	9.50
Capa de rodadura	0.30	10.00	3.00	1.00	3.00
Suelo de relleno	9.00	10.00	90.00	1.00	90.00
Sobrecarga vertical	0.61	10.00	6.10	1.00	6.10

Cálculo de cargas y momentos

CARGA	Peso específico kg/m3	Carga Vertical kg	Carga Horizontal kg	CENTRIODES		MOMENTOS kgm
				Xcg m	Ycg m	
PG	2600	24700		0.98		24235.33
DW	2300	6900		6.90		47610.00
EV	1900	171000		6.02		1029420.00
LS	1900	11590		6.90		79971.00
EH			24300		3	72900.00
ES			3369.76		4.65	15669.38
	Σ	214190				1269805.72

FACTORES DE CARGA PARA DISEÑO SISMO RESISTENTE

CARGA		E. EXTREMO I	
		Ymax	Ymin
Peso de la cara del muro	DG	1.25	0.9
Carga de la capa	DW	1.5	0.65
Carga viva	LL	0.5	0.5
Cargas	EH	1.5	0.9
Presión vertical de la carga	EV	1.35	1
Recarga de carga	LS	0.5	0.5
Carga Sísmica	EQ	1	1

FACTORES DE RESISTENCIA

DESCRIPCIÓN	SIMBOLO	FACTOR	FUENTE
Deslizamiento	ϕ_t	1.00	Tabla 4-5 Pag 161
Resistencia	ϕ_b	1.00	Table 4-7 Pag 190
Resistencia	ϕ_{b1}	0.65	
Resistencia a la	ϕ_t	0.85	
Resistencia al	ϕ_m	1.20	

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD EXTERNA DEL MURO

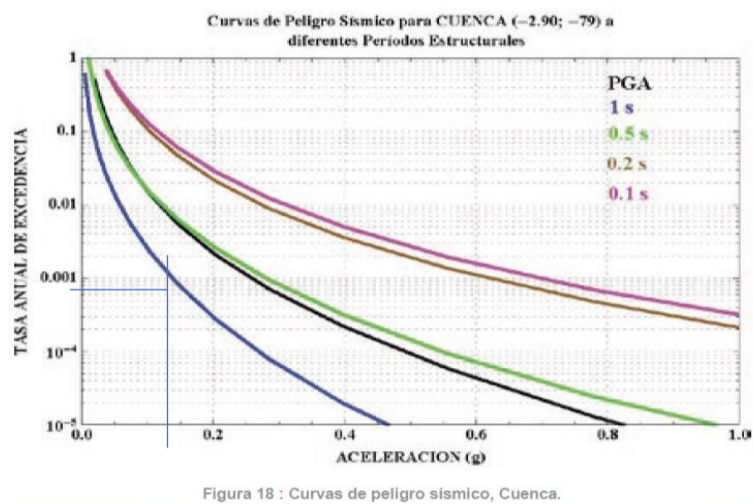
Características de la zona

Tipo de suelo =	C
Zona Sísmica (Z) =	V
Factor Z =	0.25

- Coeficiente de Aceleración del terreno (PGA)

$$\begin{aligned} \text{Periodo de retorno} &= 1000 \text{ años} \\ \text{Tasa anual de excedencia} &= 0.001 \end{aligned}$$

Apartir de las curvas de peligro sísmico se obtiene el valor de PGA



$$\text{PGA} = 0.25$$

- Factor de emplazamiento (Fpga)

Tabla 3.10.3.2-1
Valores de Factor de Sitio, F_{pga} En Periodo-Cero en el Espectro de Aceleración

Clase de sitio	Coeficiente aceleración pico del terreno (PGA) ¹				
	PGA < 0.10	PGA = 0.20	PGA = 0.30	PGA = 0.40	PGA > 0.50
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1	1	1	1	1
C	1.2	1.2	1.1	1	1
D	1.5	1.4	1.2	1.1	1
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F ²	*	*	*	*	*

Notas:
1. Usar línea recta de interpolación para valores intermedios de PGA.
2. Llevar a cabo investigaciones geotécnicas específicas del sitio y análisis de respuesta dinámica de sitio, para todos los sitios en sitio clase F

Fórmula	
$y = \frac{y_1 - y_0}{x_1 - x_0}(x - x_0) + y_0$	
Interpolación	
0.2	1.2
0.25	1.15
0.3	1.1

$$F_{pga} = 1.15$$

- Coeficiente de máxima aceleración (kmax)

$$k_{max} = F_{pga} \text{PGA}$$

$$k_{max} = 0.29$$

DETERMINACIÓN DEL EMPUJE TOTAL PAE

Metodo MONONOBE-OKABE (MO)

Coeficiente sísmico vertical	$k_v = 0$
Coeficiente sísmico horizontal	$k_h = 0.50 k_{max}$
	$k_h = 0.15$
	$H = 9 \text{ m}$
Ángulo	$\theta_{MO} = \text{Arctg}\left(\frac{k_h}{1 - k_v}\right)$
	$\theta_{MO} = 8.53^\circ$
Angulo de fricción del suelo	$\phi_2 = 30^\circ$
Ángulo de inclinación del relleno hasta la pared de falla	$I = 0^\circ$
Ángulo de fricción del suelo de	$\phi_1 = 30^\circ$
Ángulo de inclinación de la cara	$\theta = 85^\circ$

menor entre el ϕ_1 y ϕ_2

Donde:

$$P_{AE} = 0.5 K_{AE} \gamma_1 H^2$$

Por tanto, el coeficiente de presión activa en condición sísmica se expresa en base a la siguiente ecuación

$$K_{AE} = \frac{\text{Cos}^2(\phi_1 - \theta_{MO} - 90 + \theta)}{\text{Cos}(\theta_{MO}) \text{Cos}^2(90 - \theta) \text{Cos}(\phi_2 + 90 - \theta + \theta_{MO}) \left(1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi_1 + \phi_2) \text{sen}(\phi_1 - \theta_{MO} - I)}{\text{Cos}(\phi_2 + 90 - \theta + \theta_{MO}) \text{Cos}(I - 90 + \theta)}} \right)^2}$$

$$KAE = 0.47$$

$$PAE = 36166.50 \text{ kg}$$

Fuerza inercial de la masa de suelo reforzado

$$\text{Fórmula} \quad P_{IR} = 0.5K_h W$$

Donde $W = EV =$ Peso del suelo de relleno

$$k_h = 0.15 \quad \text{Coeficiente sísmico horizontal}$$

$$P_{IR} = 12825 \text{ kg}$$

ESTABILIDAD DE DESLIZAMIENTO

$$\text{Factor de deslizamiento} \quad \phi_t = 1$$

$$\text{Fuerza horizontal total} \quad T_{HF} = P_{AE} + P_{IR} + E_{ES}$$

Fórmula

$$T_{HF} = 52361.26 \text{ kg}$$

Fuerza vertical actuando en la masa del muro

$$V = W = EV$$

$$V = 171000 \text{ kg}$$

La resistencia al deslizamiento se determina como:

$$R_\tau = V * u$$

$$\text{Donde :} \quad u = \tan(\phi_1)$$

$$u = 0.58$$

$$R_\tau = 99180.00 \text{ kg}$$

Resistencia factorada contra la falla por el deslizamiento

$$R_R = \phi_\tau * R_\tau$$

$$RR = 99180.00 \text{ kg}$$

Capacidad de demanda de estabilidad con relaciona al deslizamiento

Fórmula

$$CDR_{desl} = \frac{R_R}{T_{HF}}$$

$$CDR_{desl} = 1.89 > 1$$

CUMPLE

Nota

Si la $CDR < 1$, aumentar la longitud de refuerzo, L, y repetir los cálculos.

EVALUACIÓN DE LA EXCENTRICIDAD

En este caso no se toma en cuenta la sobrecarga viva LS para calcular el maximo y minimos evento en el extremo 1.

Se usa la tabla de los factores de carga para diseño sismo resistente y la tabla de cargas, para su respectivo calculo.

ΣP = Carga vertical total en la base del muro

MRA = Momento resistente con relación al punto A, producto de las cargas verticales

MPAE = Momento de volcamiento sísmico con respecto al punto A

MLS = Momento de volcamiento por sobrecarga viva

MPIR = Momento de volcamiento de la fuerza inercial. (YEQ)

MEH = Momento de volcamiento por el empuje del suelo detrás del muro

MVA = Momento de volcamiento total

	E. EXTREMO 1		SOLICITUD	UNIDAD
	MAX	MIN		
ΣP	272075.00	197715.00		kg
MRA	1491426.17	1082178.30		kgm
MPAE	162749.25	162749.25	162749.25	kgm
MLS	24391.16	24391.16	24391.16	kgm
MPIR	80508.94	53672.63	53672.63	kgm
MEH	109350.00	65610.00	72900.00	kgm
MVA	376999.35	306423.04		kgm

- Valores criticos

Mvacrit =	376999.35	kgm	Momento de volcamiento crítico
Mracrit =	1082178.30	kgm	Momento resistente crítico
Macrit =	705178.95	kgm	Momento neto crítico con respecto al punto A.
ΣPacrit =	272075.00	kg	Fuerza crítica vertical total

Excentricidad del muro

$$\text{Fórmula } e_L = \frac{\text{Ancho del muro}}{2} - \frac{\text{Momento resistente crítico} - \text{Momento Volcamiento crítico}}{\text{Fuerza vertical total}}$$

$$e_L = 2.41$$

Condición

$$e_{\max} > e_L$$

$$e_{\max} = \frac{L}{4}$$

$$e_{\max} = 2.5$$

CUMPLE

Evaluación de apoyo sobre el cimiento

Para el calculo de la excentricidad se considera las sobrecargas verticales PLS

ITEM	E. EXTREMO I	Unidad
	máx	
MVA	376999.35	kgm
MRA	1122163.80	kgm
MA	745164.45	kgm
ΣP	277870.00	kg/m
a	2.68	m
eB	2.32	m

- Presión vertical uniforme

Fórmula

$$\sigma_v = \frac{\Sigma P}{L - 2e_B}$$

Donde:

ΣP = Sumatoria de las fuerzas verticales incluyedno sobrecarga viva PLS

L = Longitud de la malla recomendado

eB = Excentricidad para capacidad portante

$$\sigma_v = 51841.42 \text{ kg/m}^2$$

- Resistencia nominal (qn) o también llamado capacidad de carga última (qult)

Fórmula

$$q_n = c_f N_c + 0.5 L' y_f N_y$$

Donde:

c_f = Cohesión de suelo de cimentación

y_f = Peso específico del suelo natural de cimentación

N_c y N_y = Factores e capacidad en función del angulo de fricción del suelo

L' = Longitud efectiva, donde es igual a (L-2eB)

$$c_f = 0 \text{ kg/m}^2$$

$$\phi's = 30^\circ$$

$$y_f = 1800 \text{ kg/m}^3$$

Tabla 16.2 Factores de capacidad de carga [ecuaciones (16.6), (16.7) y (16.8)]

φ'	N _c	N _q	N _γ	φ'	N _c	N _q	N _γ
0	5.14	1.00	0.00	23	18.05	8.66	8.20
1	5.38	1.09	0.07	24	19.32	9.60	9.44
2	5.63	1.20	0.15	25	20.72	10.66	10.88
3	5.90	1.31	0.24	26	22.25	11.85	12.54
4	6.19	1.43	0.34	27	23.94	13.20	14.47
5	6.49	1.57	0.45	28	25.80	14.72	16.72
6	6.81	1.72	0.57	29	27.86	16.44	19.34
7	7.16	1.88	0.71	30	30.14	18.40	22.40
8	7.53	2.06	0.86	31	32.67	20.63	25.99
9	7.92	2.25	1.03	32	35.49	23.18	30.22
10	8.35	2.47	1.22	33	38.64	26.09	35.19

$$N_c = 30.14$$

$$N_y = 22.40$$

$$L' = 5.36$$

$$q_n = 108057.60 \text{ kg/m}^2$$

$$q_n = 10.81 \text{ kg/cm}^2$$

$$q_{adm} = 3.60 \text{ kg/cm}^2$$

$$\text{Condición } q_R > q_{V-F}$$

$$10.81 > 3.60$$

$$q_R = q_n \Psi$$

$$\phi = 0.65 \text{ Factor de resistencia}$$

qR = Resistencia ponderada del rodamiento

$$qR = 70237.44 \text{ kg/m}^2$$

$$qR = 7.02 \text{ kg/cm}^2$$

Tensión ponderada de rodamiento ecuación dado por meyerhof

$$q_{V-F} = \frac{Y_{EVmax}V_1 + Y_{EVmax}V_2 + y_{EHmax}F_t \sin\beta}{L - 2e_B}$$

$$q_{V-F} = 43069.03 \text{ kg/m}^2$$

$$q_{V-F} = 4.31 \text{ kg/cm}^2$$

CUMPLE

- Falla por capacidad de ultima carga

Donde se calcula FS el cual esta entre 3 a 5 o mayor a 5, se considera aceptable

$$FS = \frac{q_{ult}}{y_1 H}$$

Peso especifico de relleno
Altura de muro incluido la capa
de rodadura

$$y_1 = 1900 \text{ kg/m}^3$$

$$H = 9.3 \text{ m}$$

$$y_1 H = 17670 \text{ kg/m}^2$$

$$FS = 6.12 \text{ CUMPLE}$$

EVALUACIÓN DE LA ESTABILIDAD INTERNA

- Calculo de la fuerza dinamica interna

$$P_i = k a_1 W$$

- Establecer el Tipo de malla

Doble torsión

Refuerzo extensible

$$\text{Abertura } 8 \times 10 \text{ cm}$$

-Área de la zona activa

Grafica de la zona activa

$$A = \frac{H^2 * \tan\left(90 - \left(45 + \frac{\phi_1}{2}\right)\right)}{2}$$

$$A = 26.05 \text{ m}^2$$

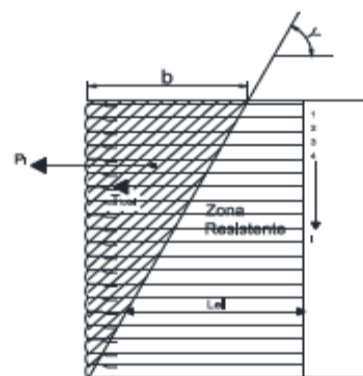


Figura 28. Diagrama de fuerzas sísmicas aplicadas al muro.

-Peso de la zona activa

$$W = A y_1$$

$$W = 49495 \text{ kg}$$

-Aceleración del suelo

$$K a_1 = 0.150$$

$$P_i = 7424.25 \text{ kg}$$

TENSIÓN TOTAL

-Tensión en cada nivel

$$T_{md} = \frac{P_i}{n}$$

-Número de Niveles

$$n = 9 \text{ en función de la altura}$$

$$T_{md} = 824.92 \text{ kg/m}$$

$$T_{md} = 0.82 \text{ t/m}$$

-Tensión máxima para cada nivel

$$T_{m\acute{a}x} = \sigma_H S_V$$

Donde: σ_H = Esfuerzo horizontal
 S_V = Distancia entre capas de los refuerzos verticales

FÓRMULAS		
Esfuerzo del suelo	Esfuerzo horizontal	Coefficiente de presión lateral de la tierra en la zona de suelo
$\sigma_{vsuelo} = q_{LS} + Y_1 Z n$	$\sigma_H = K_r Y_1 (Z + h_{eq}) Y_{EVmax}$	$k_r = \frac{\text{Sen}^2(\theta - \phi_1)}{\text{Sen}\theta * (\text{Sen}\theta + \text{Sen}\phi_1)^2}$

Donde:

Peso Específico $\gamma_1 = 1900$ kg/m³
 Ángulo de fricción $\phi_1 = 30$ °
 Altura de sobrecarga $h_{eq} = 0.61$ m
 Presión vertical de la carga muerta del relleno de tierra $E_{vmax} = 1.35$
 Ángulo de inclinación de la cara del muro $\theta = 85$ °

Tensión total

$$T_{total} = T_{max} + T_{md}$$

NIVEL	Z	Sv	σ_{vsuelo}	kr	σ_H
	m	m	kg/m ²		kg/m
1	1.50	1.50	4009	0.30	0
2	2.50	1.00	5909	0.30	2393.15
3	3.50	1.00	7809	0.30	3162.65
4	4.50	1.00	9709	0.30	3932.15
5	5.50	1.00	11609	0.30	4701.65
6	6.50	1.00	13509	0.30	5471.15
7	7.50	1.00	15409	0.30	6240.65
8	8.50	1.00	17309	0.30	7010.15
9	9.50	1.00	19209	0.30	7779.65

Tmax	Tmd	Ttotal
kg/m	kg/m	kg/m
0	824.92	824.92
2393.15	824.92	3218.07
3162.65	824.92	3987.57
3932.15	824.92	4757.07
4701.65	824.92	5526.57
5471.15	824.92	6296.07
6240.65	824.92	7065.57
7010.15	824.92	7835.07
7779.65	824.92	8604.57

LONGITUD TOTAL DEL REFUERZO

FÓRMULAS			
Longitud total	Longitud de anclaje	Longitud embebida con respecto al arranque	Factor de resistencia al arrancamiento
$L_{total} = L_a + L_e$	$L_a = (H - Z_{n-i}) \tan\left(45 - \frac{\phi_1}{2}\right)$	$L_e = \frac{T_{max}}{\phi F^* \propto \sigma_{vsuelo} C R_c}$	$F^* = \frac{2}{3} \tan(\gamma_1)$

$$F^* = 0.38$$

Factor de corrección para efectos de escala $\alpha = 1$ Varía entre 0.6 a 1.00
 Factor de resistencia al arrancamiento de la armadura del suelo $\phi = 0.85$ Tabla 4-7 pag 190
 Perimetro de refuerzo efectivo $C = 2$ Recomendado
 Radio de cobertura $R_c = 1$ Recomendado

NIVEL	Z	Ttotal	σ_{vsuelo}	F*
	m	kg/m	kg/m ²	
1	1.50	824.92	4009	0.38
2	2.50	3218.07	5909	0.38
3	3.50	3987.57	7809	0.38
4	4.50	4757.07	9709	0.38
5	5.50	5526.57	11609	0.38
6	6.50	6296.07	13509	0.38
7	7.50	7065.57	15409	0.38
8	8.50	7835.07	17309	0.38
9	9.50	8604.57	19209	0.38

Le calculado	Le asumido	La	Ltotal	Lasum
m	m	m	m	m
0.00	1.00	0.87	1.87	2.00
0.62	1.00	1.44	2.44	2.50
0.62	1.00	2.02	3.02	3.10
0.62	1.00	2.60	3.60	3.60
0.62	1.00	3.18	4.18	4.20
0.62	1.00	3.75	4.75	4.80
0.62	1.00	4.33	5.33	5.40
0.62	1.00	4.91	5.91	6.00
0.62	1.00	5.48	6.48	6.50

Tensión última de la malla

$$T_{ul} = \frac{T_{dato}}{RF_{ID} \times RF_{CR} \times RF_D}$$

Factor de reducción por RFid = 1.1 Varia de 1.1 a 1.4
Factor de reducción por RFcr = 2 Varia de 2 a 3
agrietamiento
Factor de reducción por RFd = 1.1 Varia de 1.1 a 1.5
durabilidad

Tensión de rotura de la malla Tdato = 5300 kg/m

Tul = 2190.08 kg/m

FÓRMULAS	
Capacidad de arranque	Factor de resistencia de la malla
$P_r = F^* \alpha \sigma_{vsuelo} LeC$	$FS_{malla} = \frac{T_{ult} * N^{\circ} Malla}{T_t}$

Factor de corrección para efectos de escala $\alpha = 1$
Perimetro de refuerzo efectivo $C = 2$

NIVEL	Z	Pr	Tt	Pr > Tt	Nº Malla
	m	kg/m	kg/m		
1	1.50	3086.13	824.92	OK	1
2	2.50	4548.75	3218.07	OK	2
3	3.50	6011.37	3987.57	OK	2
4	4.50	7473.99	4757.07	OK	3
5	5.50	8936.61	5526.57	OK	3
6	6.50	10399.23	6296.07	OK	3
7	7.50	11861.85	7065.57	OK	4
8	8.50	13324.47	7835.07	OK	4
9	9.50	14787.10	8604.57	OK	4

Fs malla	Fsm >1	Lasum	Lasum vs	Ldiseño	L colocado (m)
		m	Ldiseño	m	
2.65	OK	2.00	<	10	9.00
1.36	OK	2.50	<	10	8.50
1.10	OK	3.00	<	10	8.00
1.38	OK	3.60	<	10	7.50
1.19	OK	4.20	<	10	7.00
1.04	OK	4.80	<	10	6.50
1.24	OK	5.40	<	10	6.00
1.12	OK	6.00	<	10	5.50
1.02	OK	6.50	<	10	5.00

ANEXO 4
ANÁLISIS DE
PRECIOS
UNITARIOS DE
MURO DE
HORMIGÓN
ARMADO

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 1 de 22

Rubro:

Remoción de pavimento

Unidad:

m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Cargadora frontal 110 HP.	0.010	32.340	0.323	1.000	0.32000
Volquete de 10 m3	0.010	28.810	0.288	1.000	0.29000
Tractor de oruga 165 HP.	0.010	62.000	0.620	1.000	0.62000
SUBTOTAL (M)					1.23000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Op. de Cargadora frontal <Payloader sobre ruedas u orugas> <Estr.Oc.C1> G1	0.040	4.330	0.173	1.000	0.17000
Op. de Tractor carriles o ruedas <bulldozer Topador roturador malacate trailla> <Estr.Oc.C	0.040	4.550	0.182	1.000	0.18000
SUBTOTAL (N)					0.35000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)					0.00000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.58
COSTO INDIRECTO				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 % 0.320
PRECIO UNITARIO					1.900
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1.90

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 2 de 22

Rubro:

Remoción de hormigón (cunetas laterales)

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Compresor	1.000	19.520	19.520	0.400	7.81000
Martillo neumático	1.000	17.690	17.690	0.400	7.08000
SUBTOTAL (M)					14.89000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	3.000	4.050	12.150	0.400	4.86000
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.400	1.64000
Op. de Martillo punzón neumático <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.400	1.73000
Op. de Compresor <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.400	1.73000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.400	0.18000
SUBTOTAL (N)					10.14000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)				0.00000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					25.03
COSTO INDIRECTO				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 % 5.006
PRECIO UNITARIO					30.036
PRECIO UNITARIO OFERTADO					30.04

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 3 de 22

Rubro:

Desbroce, desbosque y limpieza

Unidad:

Ha

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		5.21000
Excavadora 222 HP	1.000	95.000	95.000	2.784	264.52000
Motosierra	2.000	2.710	5.420	2.784	15.09000
SUBTOTAL (M)					284.82000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	4.000	4.050	16.200	2.784	45.11000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	1.000	4.160	4.160	2.784	11.58000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	1.000	4.550	4.550	2.784	12.67000
Op. de Tractor carriles o ruedas <bulldozer Topador roturador malacate trailla> <Estr.Oc.C	1.000	4.550	4.550	2.784	12.67000
Operador de equipo liviano <Estr.Oc.D2>	2.000	4.100	8.200	2.784	22.83000
SUBTOTAL (N)					104.86000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)					0.00000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					389.68
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					467.616
PRECIO UNITARIO OFERTADO					467.62

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 4 de 22

Rubro:

Replanteo y nivelación

Unidad: m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.03000
Equipo topográfico	1.000	6.500	6.500	0.040	0.26000
SUBTOTAL (M)					0.29000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	2.000	4.050	8.100	0.040	0.32000
Cadenero <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.040	0.16000
Topógrafo <En Construcción - Estr.Oc.C1>	1.000	4.550	4.550	0.040	0.18000
SUBTOTAL (N)					0.66000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Estacas, varios	Glob.	0.250	0.35000	0.09000	
Esmalte	Gln.	0.010	18.25000	0.18000	
SUBTOTAL (O)				0.27000	
D: -TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.22
COSTO INDIRECTO					
				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 %
PRECIO UNITARIO					1.460
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1.46

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 5 de 22

Rubro:

Excavación a maquinaria con retroexcavadora

Unidad:

m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.04000
Retroexcavadora	1.000	26.220	26.220	0.060	1.57000
SUBTOTAL (M)					1.61000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	1.000	4.160	4.160	0.060	0.25000
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.060	0.25000
Op. de Retroexcavadora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.060	0.27000
SUBTOTAL (N)					0.77000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)				0.00000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.38
COSTO INDIRECTO				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 %
PRECIO UNITARIO					2.860
PRECIO UNITARIO OFERTADO					2.86

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 6 de 22

Rubro:

Cargado de material con cargadora

Unidad:

m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Cargadora frontal 110 HP.	0.050	32.340	1.617	0.090	0.15000
Volquete de 10 m3	0.050	28.810	1.441	0.090	0.13000
SUBTOTAL (M)					0.28000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.010	4.550	0.046	0.090	0.0000
Op. de Cargadora frontal <Payloader sobre ruedas u orugas> <Estr.Oc.C1> G1	0.050	4.330	0.217	0.090	0.0200
CHOFER: Volquetas <Estr. Oc. C1>	0.050	5.950	0.298	0.090	0.0300
SUBTOTAL (N)					0.05000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)					0.00000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.33
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					0.400
PRECIO UNITARIO OFERTADO					0.40

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 7 de 22

Rubro:

Relleno compactado manual (Material in situ)

Unidad:

m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.26000
Compactador mecánico	1.000	4.170	4.170	0.601	2.51000
SUBTOTAL (M)					2.77000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	1.000	4.050	4.050	0.601	2.43000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.601	0.2700
Operador de equipo liviano <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.601	2.46000
SUBTOTAL (N)					5.16000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Agua	m3	0.003	1.06000	0.00000	
SUBTOTAL (O)				0.00000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7.93
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					9.516
PRECIO UNITARIO OFERTADO					9.52

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 8 de 22

Rubro:

Desalojo de material a escombreras

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Volquete de 10 m3	1.000	28.810	28.810	0.040	1.15000
Retroexcavadora	1.000	26.220	26.220	0.040	1.05000
SUBTOTAL (M)					2.20000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	2.000	4.160	8.320	0.040	0.33000
CHOFER: Volquetas <Estr. Oc. C1>	1.000	5.950	5.950	0.040	0.24000
Op. de Retroexcavadora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.040	0.18000
SUBTOTAL (N)					0.75000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)					0.00000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.95
COSTO INDIRECTO		INDIRE. Y UTIL.			
		OTROS		20 %	0.590
PRECIO UNITARIO					3.540
PRECIO UNITARIO OFERTADO					3.54

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 9 de 22

Rubro:

Hormigón simple f'c=240 kg/cm2

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		1.67000
Concretera 1 saco	0.500	3.130	1.565	0.900	1.41000
Vibrador	0.400	4.000	1.600	0.900	1.44000
SUBTOTAL (M)					4.52000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	6.000	4.050	24.300	0.900	21.87000
Albañil <Estr.Oc.D2>	2.000	4.100	8.200	0.900	7.38000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.900	0.41000
Encofrador <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.900	3.69000
SUBTOTAL (N)					33.35000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Grava	m3	0.950	12.00000	11.40000	
Arena Gruesa	m3	0.650	15.80000	10.27000	
Agua	m3	0.220	1.06000	0.23000	
Cemento portland.	kg	411.330	0.16000	65.81000	
Aditivo acelerante	kg	1.100	3.01000	3.31000	
Tablas de encofrado	u	7.000	3.25000	22.75000	
Listón de encofrado	u	5.000	1.45000	7.25000	
Puntal	u	5.000	1.45000	7.25000	
Clavos de 2" a 4"	kg	1.000	2.43000	2.43000	
SUBTOTAL (O)				130.70000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					168.57
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					202.284
PRECIO UNITARIO OFERTADO					202.28

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 10 de 22

Rubro:

Acero corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60

Unidad: kg

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.03000
Cortadora - dobladora de hierro	1.000	0.500	0.500	0.080	0.04000
SUBTOTAL (M)					0.07000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	1.000	4.050	4.050	0.080	0.32000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.080	0.04000
Fierrero <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.080	0.33000
SUBTOTAL (N)					0.6900
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Acero de refuerzo	kg	1.050	1.39000	1.46000	
Alambre de amarre # 18	kg	0.045	2.49000	0.11000	
SUBTOTAL (O)				1.57000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.33
COSTO INDIRECTO					
INDIRE. Y UTIL.					
OTROS					0.466
PRECIO UNITARIO					2.796
PRECIO UNITARIO OFERTADO					2.80

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 11 de 22

Rubro:

Encofrado metálico para muros

Unidad: m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.000		
SUBTOTAL (M)					0.00000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	0.300	4.050	1.215	0.020	0.02000
Albañil <Estr.Oc.D2>	0.300	4.100	1.230	0.020	0.02000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.300	4.550	1.365	0.020	0.03000
SUBTOTAL (N)					0.07000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Cuñas	u	77.000	0.40000	30.80000	
abrazadera de torniquete	u	2.400	0.06000	0.14000	
molde metálico 2.4m x 0.6m	u	4.750	0.89000	4.23000	
ganchos waler	u	2.400	0.03000	0.07000	
tubo de acero 3 m d = 1in	u	1.000	26.40000	26.40000	
SUBTOTAL (O)				61.64000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					61.71
COSTO INDIRECTO		INDIRE. Y UTIL.			
		OTROS		20 %	
PRECIO UNITARIO					74.050
PRECIO UNITARIO OFERTADO					74.05

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 12 de 22

Rubro:

Hormigón simple f'c=240 kg/cm2

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		1.67000
Concretera 1 saco	0.500	3.130	1.565	0.900	1.41000
Vibrador	0.400	4.000	1.600	0.900	1.44000
SUBTOTAL (M)					4.52000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	6.000	4.050	24.300	0.900	21.87000
Albañil <Estr.Oc.D2>	2.000	4.100	8.200	0.900	7.38000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.900	0.41000
Encofrador <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.900	3.69000
SUBTOTAL (N)					33.35000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Grava	m3	0.950	12.00000	11.40000	
Arena Gruesa	m3	0.650	15.80000	10.27000	
Agua	m3	0.220	1.06000	0.23000	
Cemento portland.	kg	411.330	0.16000	65.81000	
Aditivo acelerante	kg	1.100	3.01000	3.31000	
Tablas de encofrado	u	7.000	3.25000	22.75000	
Listón de encofrado	u	5.000	1.45000	7.25000	
Puntal	u	5.000	1.45000	7.25000	
Clavos de 2" a 4"	kg	1.000	2.43000	2.43000	
SUBTOTAL (O)				130.70000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					168.57
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					202.284
PRECIO UNITARIO OFERTADO					202.28

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 13 de 22

Rubro:

Acero corrugado Fy=4200 kg/cm2 Grado 60

Unidad: kg

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.03000
Cortadora - dobladora de hierro	1.000	0.500	0.500	0.080	0.04000
SUBTOTAL (M)					0.07000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	1.000	4.050	4.050	0.080	0.32000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.080	0.04000
Fierrero <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.080	0.33000
SUBTOTAL (N)					0.69000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Acero de refuerzo	kg	1.050	1.39000	1.46000	
Alambre de amarre # 18	kg	0.045	2.49000	0.11000	
SUBTOTAL (O)				1.57000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.33
COSTO INDIRECTO	INDIRE. Y UTIL.				
	OTROS		20 %		0.470
PRECIO UNITARIO					2.80
PRECIO UNITARIO OFERTADO					2.80

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 14 de 22

Rubro:

Encofrado metálico para muros

Unidad: m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
			0.000		
SUBTOTAL (M)					0.00000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	0.300	4.050	1.215	0.020	0.02000
Albañil <Estr.Oc.D2>	0.300	4.100	1.230	0.020	0.02000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.300	4.550	1.365	0.020	0.03000
SUBTOTAL (N)					0.07000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Cuñas	u	77.000	0.40000	30.80000	
abrazadera de torniquete	u	2.400	0.06000	0.14000	
molde metálico 2.4m x 0.6m	u	4.750	0.89000	4.23000	
ganchos waler	u	2.400	0.03000	0.07000	
tubo de acero 3 m d = 1in	u	1.000	26.40000	26.40000	
SUBTOTAL (O)					61.64000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					61.71
COSTO INDIRECTO		INDIRE. Y UTIL.			
		OTROS	20 %	12.340	
PRECIO UNITARIO					74.050
PRECIO UNITARIO OFERTADO					74.05

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 15 de 22

Rubro:

Relleno y compactado con material de mejoramiento

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Excavadora 222 HP	1.000	95.000	95.000	0.020	1.90000
Rodillo Vibratorio Liso de 140 HP	1.000	38.210	38.210	0.020	0.76000
Camión Cisterna 10000 Lit.	1.000	23.400	23.400	0.020	0.47000
SUBTOTAL (M)					3.13000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Op. de Excavadora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.020	0.09000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	3.000	4.160	12.480	0.020	0.25000
Op. Rodillo autopropulsado <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.020	0.09000
CHOFER: Tanqueros <Estr. Oc. C1>	1.000	5.950	5.950	0.020	0.12000
SUBTOTAL (N)					0.55000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Agua	m3	0.120	1.06000	0.13000	
Material de mejoramiento	m3	1.000	6.50000	6.50000	
SUBTOTAL (O)				6.63000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				10.31	
COSTO INDIRECTO				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 %
PRECIO UNITARIO				12.370	
PRECIO UNITARIO OFERTADO				12.37	

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 16 de 22

Rubro:

Material filtrante para drenes, suministro y colocación

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.02000
Retroexcavadora	1.000	26.220	26.220	0.025	0.66000
SUBTOTAL (M)					0.68000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	1.000	4.050	4.050	0.025	0.10000
Op. de Excavadora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.025	0.11000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	1.000	4.160	4.160	0.025	0.10000
SUBTOTAL (N)					0.31000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Grava	m3	1.100	12.00000	13.20000	
SUBTOTAL (O)				13.20000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14.19
COSTO INDIRECTO				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 %
PRECIO UNITARIO					17.030
PRECIO UNITARIO OFERTADO					17.03

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA
 Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 17 de 22

Rubro:

Tubería PVC perforada para dren, d=160 mm

Unidad: ml

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.24000
SUBTOTAL (M)					0.24000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	1.000	4.050	4.050	0.160	0.65000
Tubero en construcción<Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	1.000	4.10000
SUBTOTAL (N)					4.75000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Tubería corrugada PVC U/Z Ø=250	m.	1.000	16.58000	16.58000	
SUBTOTAL (O)					16.58000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					21.57
COSTO INDIRECTO		INDIRE. Y UTIL.			
		OTROS	20 %	4.310	
PRECIO UNITARIO					25.880
PRECIO UNITARIO OFERTADO					25.88

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

OFERENTE: KARINA MACAO

Hoja 18 de 22

Rubro:

Relleno compactado sub-base clase III e= 30cm (incluido material)

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.02000
Motoniveladora de 135 HP	1.000	49.770	49.770	0.010	0.50000
Rodillo Vibratorio Liso de 140 HP	1.000	38.210	38.210	0.010	0.38000
Camión Cisterna 10000 Lit.	1.000	23.400	23.400	0.010	0.23000
SUBTOTAL (M)					1.13000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	4.000	4.050	16.200	0.010	0.16000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	3.000	4.160	12.480	0.010	0.12000
Op. de Motoniveladora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.010	0.05000
Op. Rodillo autopropulsado <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.010	0.04000
CHOFER: Tanqueros <Estr. Oc. C1>	1.000	5.950	5.950	0.010	0.06000
SUBTOTAL (N)					0.43000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Sub-base Clase 3	m3	1.250	13.50000	16.88000	
Agua	m3	0.120	1.06000	0.13000	
SUBTOTAL (O)				17.01000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				18.57	
COSTO INDIRECTO				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 %
PRECIO UNITARIO				22.280	
PRECIO UNITARIO OFERTADO				22.28	

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANALISIS COMPARATIVO TECNICO-ECONOMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
 OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

Hoja 19 de 22

Rubro:

Base clase 2 e=25cm

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.03000
Motoniveladora de 135 HP	1.000	49.770	49.770	0.012	0.59000
Rodillo Vibratorio Liso de 140 HP	1.000	38.210	38.210	0.012	0.45000
Camión Cisterna 10000 Lit.	1.000	23.400	23.400	0.012	0.28000
SUBTOTAL (M)					1.35000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	4.000	4.050	16.200	0.012	0.19000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	3.000	4.160	12.480	0.012	0.15000
Op. de Motoniveladora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.012	0.05000
Op. Rodillo autopropulsado <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.012	0.05000
CHOFER: Tanqueros <Estr. Oc. C1>	1.000	5.950	5.950	0.012	0.07000
SUBTOTAL (N)					0.51000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Base Clase 2	m3	1.250	16.50000	20.63000	
Agua	m3	0.120	1.06000	0.13000	
SUBTOTAL (O)				20.76000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					22.62
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					27.140
PRECIO UNITARIO OFERTADO					27.14

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 20 de 22

Rubro:

Carpeta asfáltica en caliente e = 5cm

Unidad: m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.02000
Cargadora frontal 110 HP.	1.000	32.340	32.340	0.005	0.15000
Planta Asfáltica 120 Ton.	1.000	157.310	157.310	0.005	0.74000
Rodillo liso tándem	1.000	33.350	33.350	0.005	0.16000
Rodillo de Neumáticos 77 HP	1.000	40.970	40.970	0.005	0.19000
Terminadora pavimento asfaltico	1.000	38.900	38.900	0.005	0.18000
Planta eléctrica 175 KVA	1.000	26.670	26.670	0.005	0.13000
SUBTOTAL (M)					1.57000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	12.000	4.050	48.600	0.005	0.23000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	5.000	4.160	20.800	0.005	0.10000
Op. de Cargadora frontal <Payloader sobre ruedas u orugas> <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.330	4.330	0.005	0.02000
Op. Rodillo autopropulsado <Estr.Oc.C2> G2	2.000	4.330	8.660	0.005	0.04000
Op. Responsable de la planta asfáltica <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.005	0.02000
Op. Acabadora de pavimento asfaltico <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.005	0.02000
SUBTOTAL (N)					0.43000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Asfalto	Lt	4.000	1.46000	5.84000	
Material triturado 3/8	m3	0.025	16.20000	0.41000	
Material triturado 3/4	m3	0.013	15.50000	0.19000	
Diesel (calentamiento)	Lt	0.800	0.42000	0.34000	
SUBTOTAL (O)				6.78000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					8.78
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					10.540
PRECIO UNITARIO OFERTADO					10.54

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 21 de 22

Rubro:

Cuneta de hormigón simple f'c= 180 kg/cm²

Unidad: ml

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.25000
Concretera 1 saco	1.000	3.130	3.130	0.200	0.63000
SUBTOTAL (M)					0.88000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	4.000	4.050	16.200	0.200	3.24000
Albañil <Estr.Oc.D2>	2.000	4.100	8.200	0.200	1.64000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.200	0.09000
SUBTOTAL (N)					4.97000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Clavos de 2" a 4"	kg	1.000	2.43000	2.43000	
Cemento portland.	kg	23.000	0.16000	3.68000	
Arena Gruesa	m3	0.040	15.80000	0.63000	
Tablas de encofrado	u	1.000	3.25000	3.25000	
alfajias (7x7) cm, l=250 cm	u	1.000	3.92000	3.92000	
ripio puesto en obra	m3	0.060	15.50000	0.93000	
Agua	m3	0.120	1.06000	0.13000	
SUBTOTAL (O)				14.97000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20.82
COSTO INDIRECTO	INDIRE. Y UTIL.				
	OTROS		20 %		4.160
PRECIO UNITARIO					24.980
PRECIO UNITARIO OFERTADO					24.98

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 22 de 22

Rubro:

Bordillo HS f'c=180 kg/cm², h=30 cm, b=15cm

Unidad: ml

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.37000
Concretera 1 saco	0.500	3.130	1.565	0.200	0.31000
Vibrador	0.500	4.000	2.000	0.200	0.40000
SUBTOTAL (M)					1.08000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	6.000	4.050	24.300	0.200	4.86000
Albañil <Estr.Oc.D2>	2.000	4.100	8.200	0.200	1.64000
Encofrador <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.200	0.82000
SUBTOTAL (N)					7.32000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Grava	m3	0.044	12.00000	0.53000	
Arena Gruesa	m3	0.030	15.80000	0.47000	
Agua	m3	0.210	1.06000	0.22000	
Cemento portland.	kg	15.530	0.16000	2.48000	
Tablas de encofrado	u	0.300	3.25000	0.98000	
Listón de encofrado	u	0.100	1.45000	0.15000	
Puntal	u	0.150	1.45000	0.22000	
Clavos de 2" a 4"	kg	0.060	2.43000	0.15000	
SUBTOTAL (O)				5.20000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					13.60
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					16.320
PRECIO UNITARIO OFERTADO					16.32

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANEXO 5
ANÁLISIS DE
PRECIOS
UNITARIOS DE
MURO DE
TIERRA CON
EL SISTEMA
TERRAMESH

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 1 de 19

Rubro:

Remoción de pavimento

Unidad: m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Cargadora frontal 110 HP.	0.010	32.340	0.323	1.000	0.32000
Volquete de 10 m3	0.010	28.810	0.288	1.000	0.29000
Tractor de oruga 165 HP.	0.010	62.000	0.620	1.000	0.62000
SUBTOTAL (M)					1.23000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Op. de Cargadora frontal <Payloader sobre ruedas u orugas> <Estr.Oc.C1> G1	0.040	4.330	0.173	1.000	0.17000
Op. de Tractor carriles o ruedas <bulldozer Topador roturador malacate trailla> <Estr.Oc.C	0.040	4.550	0.182	1.000	0.18000
SUBTOTAL (N)					0.35000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)					0.00000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.58
COSTO INDIRECTO		INDIRE. Y UTIL.			
		OTROS	20 %		0.320
PRECIO UNITARIO					1.900
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1.90

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA
 Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 2 de 19

Rubro:

Remoción de hormigón (cunetas)

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Compresor	1.000	19.520	19.520	0.400	7.81000
Martillo neumático	1.000	17.690	17.690	0.400	7.08000
SUBTOTAL (M)					14.89000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	3.000	4.050	12.150	0.400	4.86000
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.400	1.64000
Op. de Martillo punzón neumático <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.400	1.73000
Op. de Compresor <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.400	1.73000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.400	0.18000
SUBTOTAL (N)					10.14000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)				0.00000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					25.03
COSTO INDIRECTO					
INDIRE. Y UTIL.					
OTROS					20 %
PRECIO UNITARIO					30.040
PRECIO UNITARIO OFERTADO					30.04

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 3 de 19

Rubro:

Desbroce, desbosque y limpieza

Unidad:

Ha

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		5.21000
Excavadora 222 HP	1.000	95.000	95.000	2.784	264.52000
Motosierra	2.000	2.710	5.420	2.784	15.09000
SUBTOTAL (M)					284.82000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	4.000	4.050	16.200	2.784	45.11000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	1.000	4.160	4.160	2.784	11.58000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	1.000	4.550	4.550	2.784	12.67000
Op. de Tractor carriles o ruedas <bulldozer Topador roturador malacate trailla> <Estr.Oc.C	1.000	4.550	4.550	2.784	12.67000
Operador de equipo liviano <Estr.Oc.D2>	2.000	4.100	8.200	2.784	22.83000
SUBTOTAL (N)					104.86000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)					0.00000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					389.68
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					467.616
PRECIO UNITARIO OFERTADO					467.62

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 4 de 19

Rubro:

Replanteo y nivelación

Unidad: m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.03000
Equipo topográfico	1.000	6.500	6.500	0.040	0.26000
SUBTOTAL (M)					0.29000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	2.000	4.050	8.100	0.040	0.32000
Cadenero <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.040	0.16000
Topógrafo <En Construcción - Estr.Oc.C1>	1.000	4.550	4.550	0.040	0.18000
SUBTOTAL (N)					0.66000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Estacas, varios	Glob.	0.250	0.35000	0.09000	
Esmalte	Gln.	0.010	18.25000	0.18000	
SUBTOTAL (O)				0.27000	
D: -TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.22
COSTO INDIRECTO					
INDIRE. Y UTIL.					
OTROS					20 %
PRECIO UNITARIO					1.460
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1.46

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 5 de 19

Rubro:

Excavación a maquinaria con retroexcavadora

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.04000
Retroexcavadora	1.000	26.220	26.220	0.060	1.57000
SUBTOTAL (M)					1.61000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	1.000	4.160	4.160	0.060	0.25000
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.060	0.25000
Op. de Retroexcavadora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.060	0.27000
SUBTOTAL (N)					0.77000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)					0.00000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.38
COSTO INDIRECTO					
				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 % 0.480
PRECIO UNITARIO					2.860
PRECIO UNITARIO OFERTADO					2.86

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 6 de 19

Rubro:

Cargado de material con cargadora

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Cargadora frontal 110 HP.	0.050	32.340	1.617	0.090	0.15000
Volquete de 10 m3	0.050	28.810	1.441	0.090	0.13000
SUBTOTAL (M)					0.28000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.010	4.550	0.046	0.090	0.0000
Op. de Cargadora frontal <Payloader sobre ruedas u orugas> <Estr.Oc.C1> G1	0.050	4.330	0.217	0.090	0.0200
CHOFER: Volquetas <Estr. Oc. C1>	0.050	5.950	0.298	0.090	0.0300
SUBTOTAL (N)					0.05000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)					0.00000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0.33
COSTO INDIRECTO					
				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 % 0.070
PRECIO UNITARIO					0.400
PRECIO UNITARIO OFERTADO					0.40

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA
 Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 7 de 19

Rubro:

Relleno compactado manual (Material in situ)

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.26000
Compactador mecánico	1.000	4.170	4.170	0.601	2.51000
SUBTOTAL (M)					2.77000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	1.000	4.050	4.050	0.601	2.43000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.601	0.2700
Operador de equipo liviano <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.601	2.46000
SUBTOTAL (N)					5.16000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Agua	m3	0.003	1.06000	0.00000	
SUBTOTAL (O)				0.00000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7.93
COSTO INDIRECTO					
				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 %
PRECIO UNITARIO					9.516
PRECIO UNITARIO OFERTADO					9.52

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA
 Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 8 de 19

Rubro:

Desalojo de material a escombreras

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Volquete de 10 m3	1.000	28.810	28.810	0.040	1.15000
Retroexcavadora	1.000	26.220	26.220	0.040	1.05000
SUBTOTAL (M)					2.20000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	2.000	4.160	8.320	0.040	0.33000
CHOFER: Volquetas <Estr. Oc. C1>	1.000	5.950	5.950	0.040	0.24000
Op. de Retroexcavadora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.040	0.18000
SUBTOTAL (N)					0.75000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
SUBTOTAL (O)					0.00000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.95
COSTO INDIRECTO					
				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 %
PRECIO UNITARIO					3.540
PRECIO UNITARIO OFERTADO					3.54

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

OFERENTE:

Hoja 9 de 19

Rubro:

Gavión 1x1x0.5

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.87000
SUBTOTAL (M)					0.87000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	3.000	4.050	12.150	1.000	12.15000
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	1.000	4.10000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.250	4.550	1.138	1.000	1.14000
SUBTOTAL (N)					17.39000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Alambre galvanizado # 18	Kg.	0.700	1.18000	0.83000	
Piedra	m3	1.000	9.00000	9.00000	
Gavión 1 x 1 x.05 m	u	2.000	16.75000	33.50000	
SUBTOTAL (O)					43.33000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					61.59
COSTO INDIRECTO					
				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 %
					12.320
PRECIO UNITARIO					73.910
PRECIO UNITARIO OFERTADO					73.91

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 10 de 19

Rubro:

Terramesh System 1x1x2x5

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.87000
SUBTOTAL (M)					0.87000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	3.000	4.050	12.150	1.000	12.15000
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	1.000	4.10000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.250	4.550	1.138	1.000	1.14000
SUBTOTAL (N)					17.39000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Alambre galvanizado # 18	Kg.	0.700	1.18000	0.83000	
Piedra	m3	1.000	9.00000	9.00000	
Gaviones triple torsión 1 x 1 x 2 x 5	u	0.500	85.00000	42.50000	
SUBTOTAL (O)				52.33000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					70.59
COSTO INDIRECTO					
INDIRE. Y UTIL.					
OTROS					14.120
20 %					
PRECIO UNITARIO					84.710
PRECIO UNITARIO OFERTADO					84.71

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 11 de 19

Rubro:

Geomalla de refuerzo (tipo malla 8x10)

Unidad: m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.03000
SUBTOTAL (M)					0.03000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	2.000	4.050	8.100	0.050	0.41000
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.050	0.21000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.050	0.02000
SUBTOTAL (N)					0.64000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Geomalla bi-axial (20 KN/m)	m2	1.000	1.19000	1.19000	
Grapas de acero 6 mm.	u.	0.100	0.10000	0.01000	
SUBTOTAL (O)				1.20000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.87
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					2.240
PRECIO UNITARIO OFERTADO					2.24

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 12 de 19

Rubro:

Geotextil no tejido Clase 2

Unidad: m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.02000
SUBTOTAL (M)					0.02000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	2.000	4.050	8.100	0.026	0.21000
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.026	0.11000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.026	0.01000
SUBTOTAL (N)					0.33000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Geotextil No Tejido R. a la tracción min:=450 N	m2	1.000	0.81000	0.81000	
SUBTOTAL (O)				0.81000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					1.16
COSTO INDIRECTO		INDIRE. Y UTIL.			
		OTROS	20 %	0.230	
PRECIO UNITARIO					1.390
PRECIO UNITARIO OFERTADO					1.39

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 13 de 19

Rubro:

Geocompuesto de drenaje

Unidad: m2

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.04000
SUBTOTAL (M)					0.04000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	0.060	0.25000
Peón <Estr.Oc.E2>	1.000	4.050	4.050	0.060	0.24000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	1.000	4.550	4.550	0.060	0.27000
SUBTOTAL (N)					0.76000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Geocompuesto de drenaje	m2	1.000	2.70000	2.70000	
SUBTOTAL (O)					2.70000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.50
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					4.200
PRECIO UNITARIO OFERTADO					4.20

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 14 de 19

Rubro:

Relleno y compactado con material de mejoramiento

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Excavadora 222 HP	1.000	95.000	95.000	0.020	1.90000
Rodillo Vibratorio Liso de 140 HP	1.000	38.210	38.210	0.020	0.76000
Camión Cisterna 10000 Lit.	1.000	23.400	23.400	0.020	0.47000
SUBTOTAL (M)					3.13000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Op. de Excavadora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.020	0.09000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	3.000	4.160	12.480	0.020	0.25000
Op. Rodillo autopropulsado <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.020	0.09000
CHOFER: Tanqueros <Estr. Oc. C1>	1.000	5.950	5.950	0.020	0.12000
SUBTOTAL (N)					0.55000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Agua	m3	0.120	1.06000	0.13000	
Material de mejoramiento	m3	1.000	6.50000	6.50000	
SUBTOTAL (O)				6.63000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					10.31
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					12.370
PRECIO UNITARIO OFERTADO					12.37

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 15 de 19

Rubro:

Material filtrante para drenes, suministro y colocación

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.02000
Retroexcavadora	1.000	26.220	26.220	0.025	0.66000
SUBTOTAL (M)					0.68000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	1.000	4.050	4.050	0.025	0.10000
Op. de Excavadora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.025	0.11000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	1.000	4.160	4.160	0.025	0.10000
SUBTOTAL (N)					0.31000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Grava	m3	1.100	12.00000	13.20000	
SUBTOTAL (O)				13.20000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					14.19
COSTO INDIRECTO				INDIRE. Y UTIL.	
				OTROS	20 %
PRECIO UNITARIO					17.030
PRECIO UNITARIO OFERTADO					17.03

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 16 de 19

Rubro:

Tubería PVC perforada para dren, d=250 mm

Unidad: m

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.24000
SUBTOTAL (M)					0.24000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	1.000	4.050	4.050	0.160	0.65000
Tubero en construcción<Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	1.000	4.10000
SUBTOTAL (N)					4.75000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Tubería corrugada PVC U/Z Ø=250	m.	1.000	16.58000	16.58000	
SUBTOTAL (O)					16.58000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					21.57
COSTO INDIRECTO		INDIRE. Y UTIL.			
		OTROS	20 %		4.310
PRECIO UNITARIO					25.880
PRECIO UNITARIO OFERTADO					25.88

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS
OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO
 KARINA MACAO

Hoja 17 de 19

Rubro:

Relleno compactado sub-base clase III e= 20cm (incluido material)

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.02000
Motoniveladora de 135 HP	1.000	49.770	49.770	0.010	0.50000
Rodillo Vibratorio Liso de 140 HP	1.000	38.210	38.210	0.010	0.38000
Camión Cisterna 10000 Lit.	1.000	23.400	23.400	0.010	0.23000
SUBTOTAL (M)					1.13000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	4.000	4.050	16.200	0.010	0.16000
Ayudante de maquinaria <Estr.Oc.D2>	3.000	4.160	12.480	0.010	0.12000
Op. de Motoniveladora <Estr.Oc.C1> G1	1.000	4.550	4.550	0.010	0.05000
Op. Rodillo autopropulsado <Estr.Oc.C2> G2	1.000	4.330	4.330	0.010	0.04000
CHOFER: Tanqueros <Estr. Oc. C1>	1.000	5.950	5.950	0.010	0.06000
SUBTOTAL (N)					0.43000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Súbase Clase 3	m3	1.250	13.50000	16.88000	
Agua	m3	0.120	1.06000	0.13000	
SUBTOTAL (O)				17.01000	
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)				0.00000	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					18.57
COSTO INDIRECTO					INDIRE. Y UTIL.
					OTROS
PRECIO UNITARIO					22.280
PRECIO UNITARIO OFERTADO					22.28

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO

KARINA MACAO

Hoja 18 de 19

Rubro:

Capa de rodadura (empedrado e= 30 cm, incluido material)

Unidad: m3

ESPECIFICACION:

A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		3.16000
SUBTOTAL (M)					3.16000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	2.000	4.050	8.100	5.000	40.50000
Albañil <Estr.Oc.D2>	1.000	4.100	4.100	5.000	20.50000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	5.000	2.28000
SUBTOTAL (N)					63.28000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
pedra para empedrados e= 30 cm	m3	1.000	16.70000	16.70000	
SUBTOTAL (O)					16.70000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					83.14
COSTO INDIRECTO		INDIRE. Y UTIL.			
		OTROS	20 %		16.630
PRECIO UNITARIO					99.770
PRECIO UNITARIO OFERTADO					99.77

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

Cuenca,

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto: ANÁLISIS COMPARATIVO TÉCNICO-ECONÓMICO ENTRE UN MURO DE CONTENCIÓN DE HORMIGÓN ARMADO Y MURO DE CONTENCIÓN DE TIERRA ARMADA PARA LA VÍA GUARUMALES-MÉNDEZ, SECTOR LAS PALMAS

Ubicación: GUARUMALES- MENDEZ, SECTOS LAS PALMAS

OFERENTE: ANDERSSON FAJARDO .

KARINA MACAO

Hoja 19 de 19

Rubro:

Cuneta de hormigón simple f'c 180 k/cm2

Unidad: ml

ESPECIFICACION:

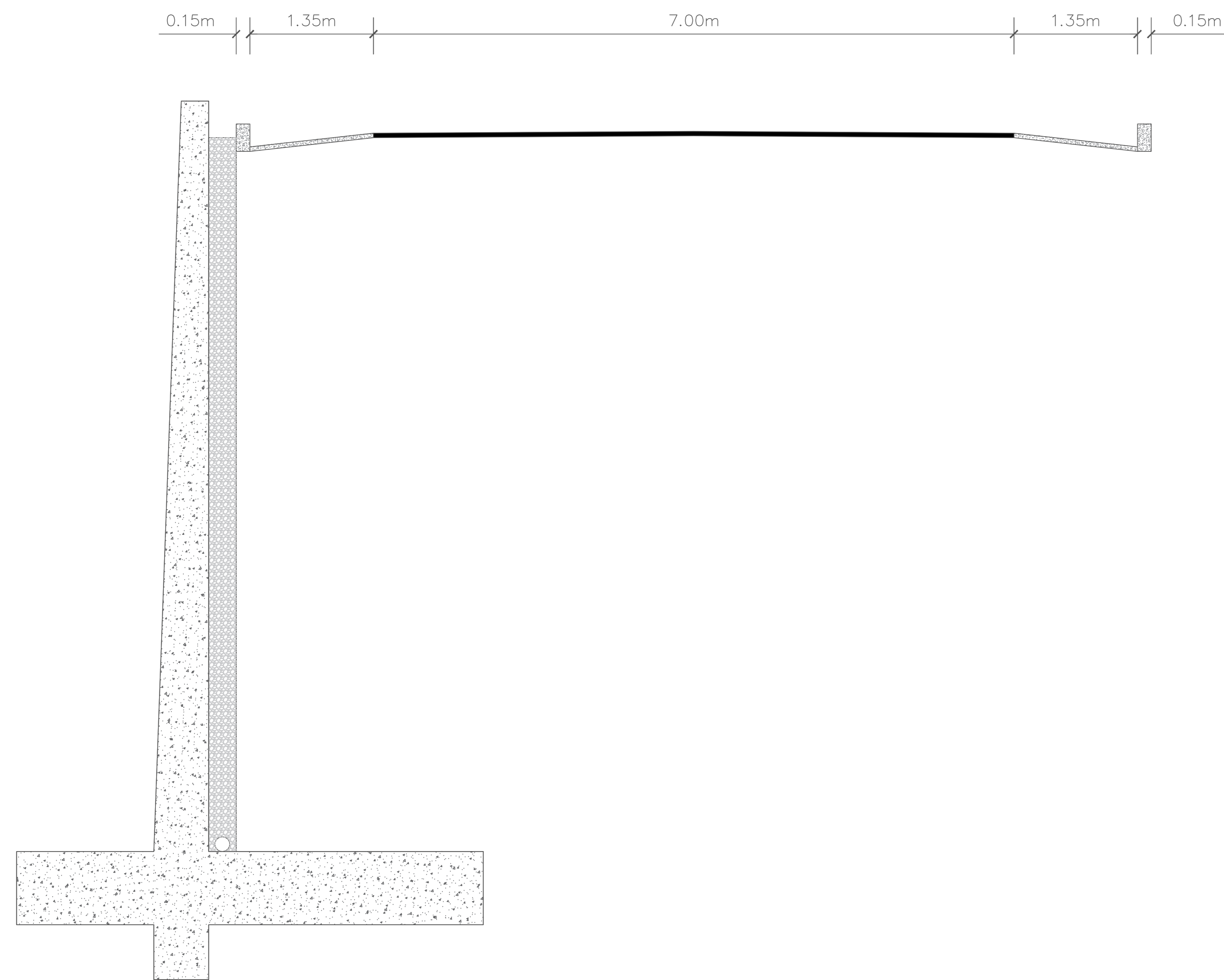
A: -EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
Herramientas manuales	5%MO		0.000		0.25000
Concretera 1 saco	1.000	3.130	3.130	0.200	0.63000
SUBTOTAL (M)					0.88000
B: -MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
Peón <Estr.Oc.E2>	4.000	4.050	16.200	0.200	3.24000
Albañil <Estr.Oc.D2>	2.000	4.100	8.200	0.200	1.64000
Maestro mayor en ejecución de obras civiles <Estr.Oc.C1>	0.100	4.550	0.455	0.200	0.09000
SUBTOTAL (N)					4.97000
C: -MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
Clavos de 2" a 4"	kg	1.000	2.43000	2.43000	
Cemento portland.	kg	23.000	0.16000	3.68000	
Arena Gruesa	m3	0.040	15.80000	0.63000	
Tablas de encofrado	u	1.000	3.25000	3.25000	
alfajias (7x7) cm, l=250 cm	u	1.000	3.92000	3.92000	
ripio puesto en obra	m3	0.060	15.50000	0.93000	
Agua	m3	0.120	1.06000	0.13000	
SUBTOTAL (O)					14.97000
D:-TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa	Costo	
SUBTOTAL (P)					0.00000
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20.82
COSTO INDIRECTO					
INDIRE. Y UTIL.					
OTROS					20 %
PRECIO UNITARIO					24.980
PRECIO UNITARIO OFERTADO					24.98

ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA

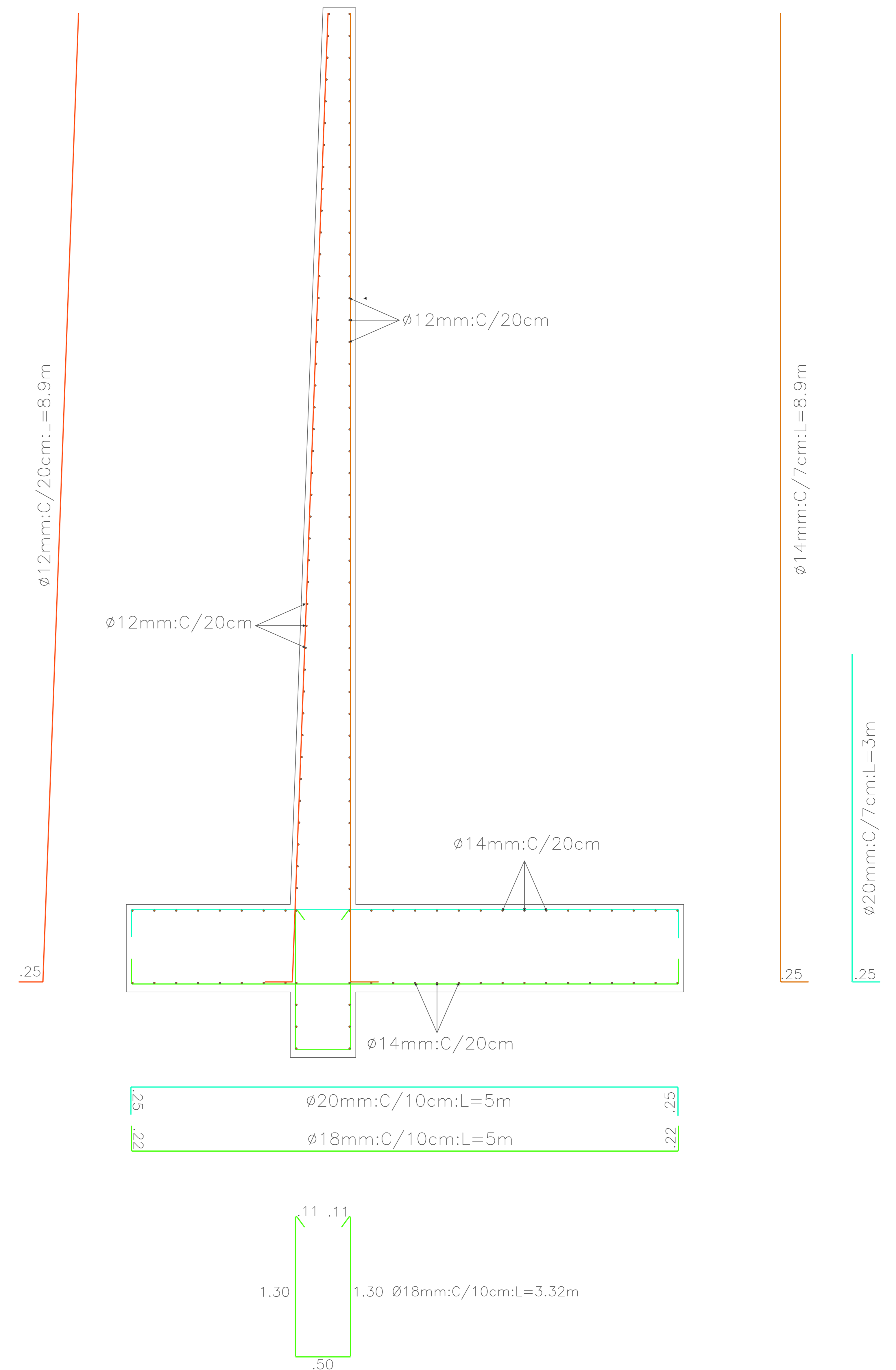
Cuenca,

ANEXO 6
PLANOS DE
MURO DE
HORMIGÓN
ARMADO

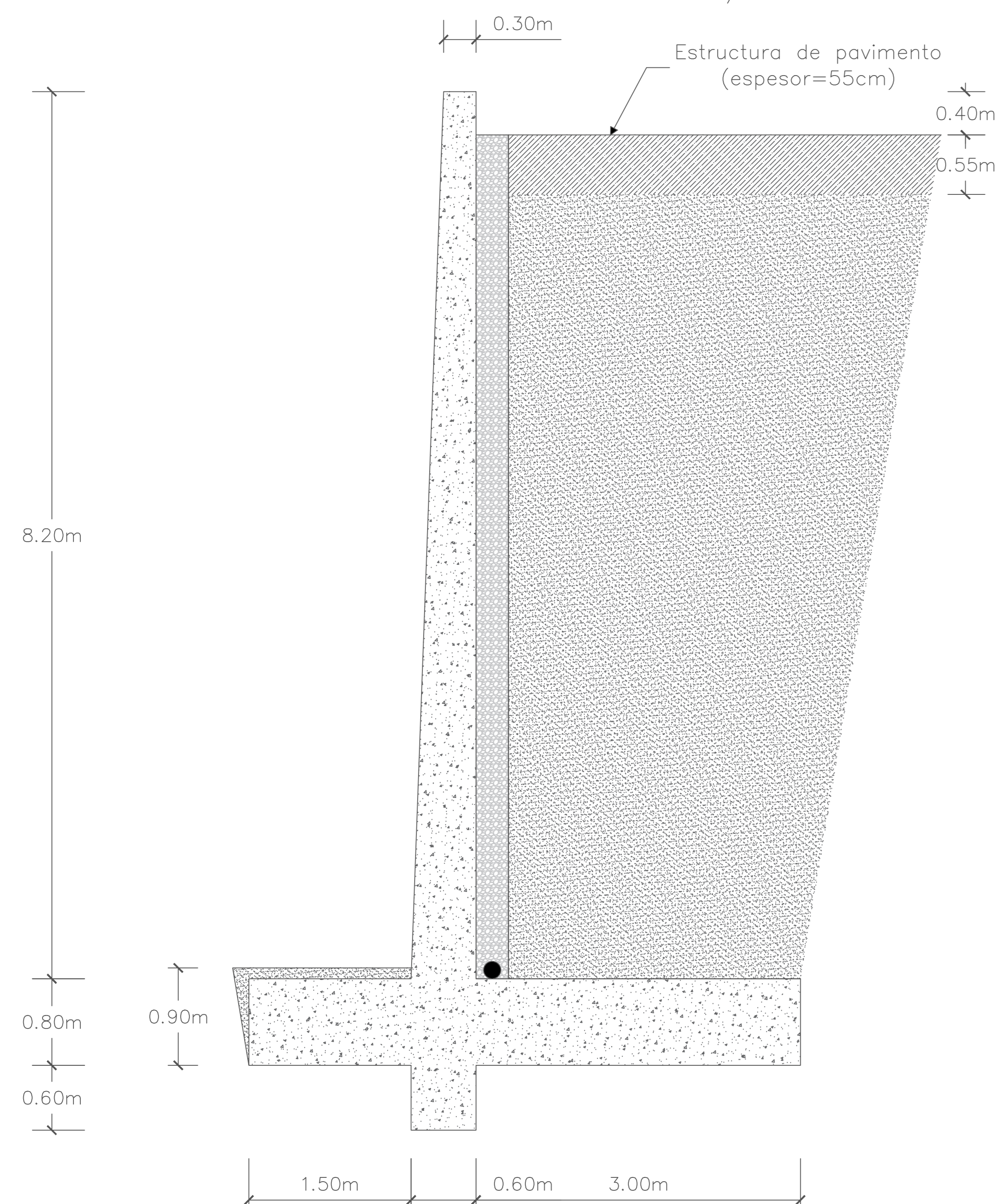
SECCIÓN VÍA
ESC: 1/30



REFUERZO MURO
ESC: 1/20

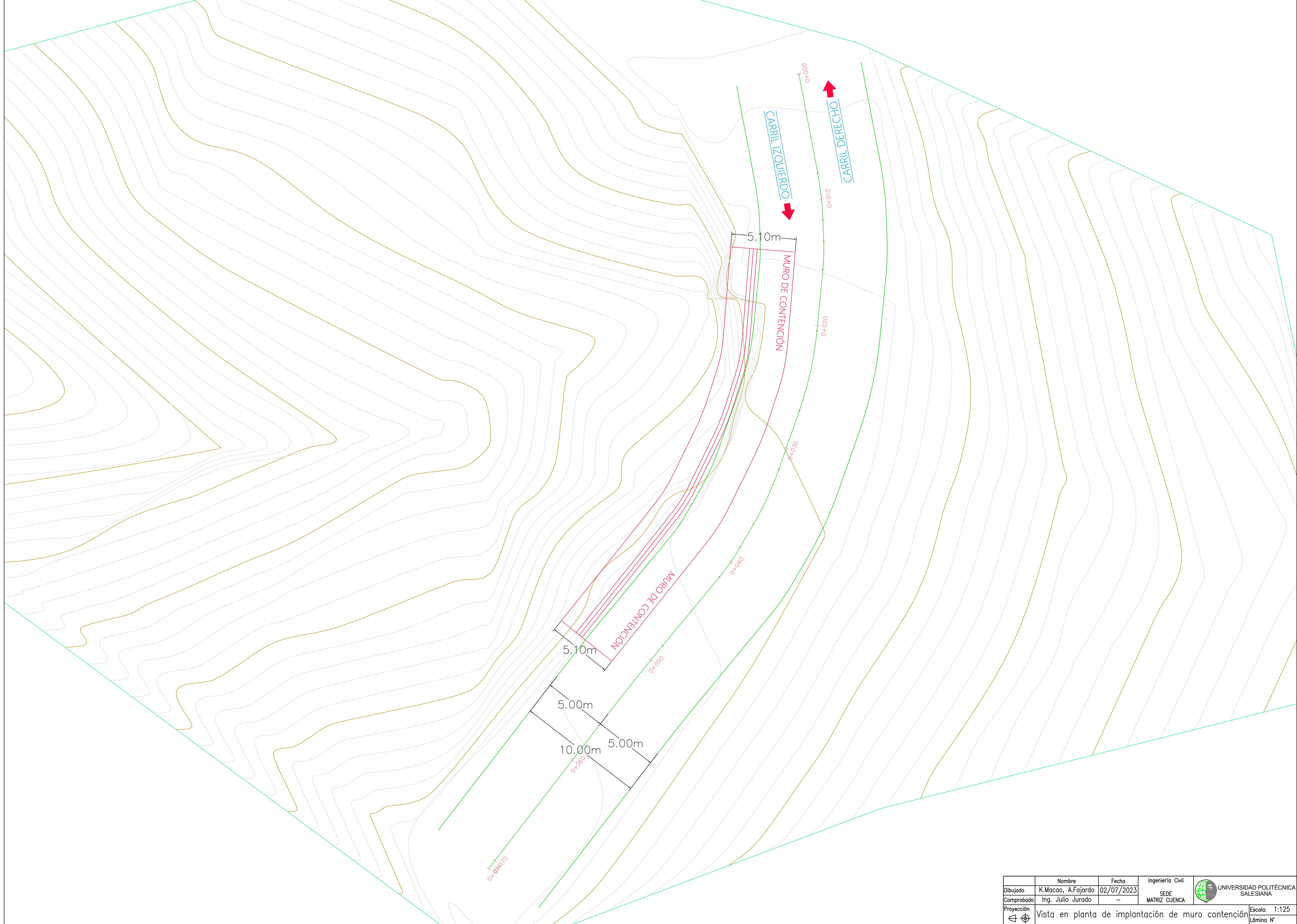


DIMENSIONES MURO: ESC: 1/30

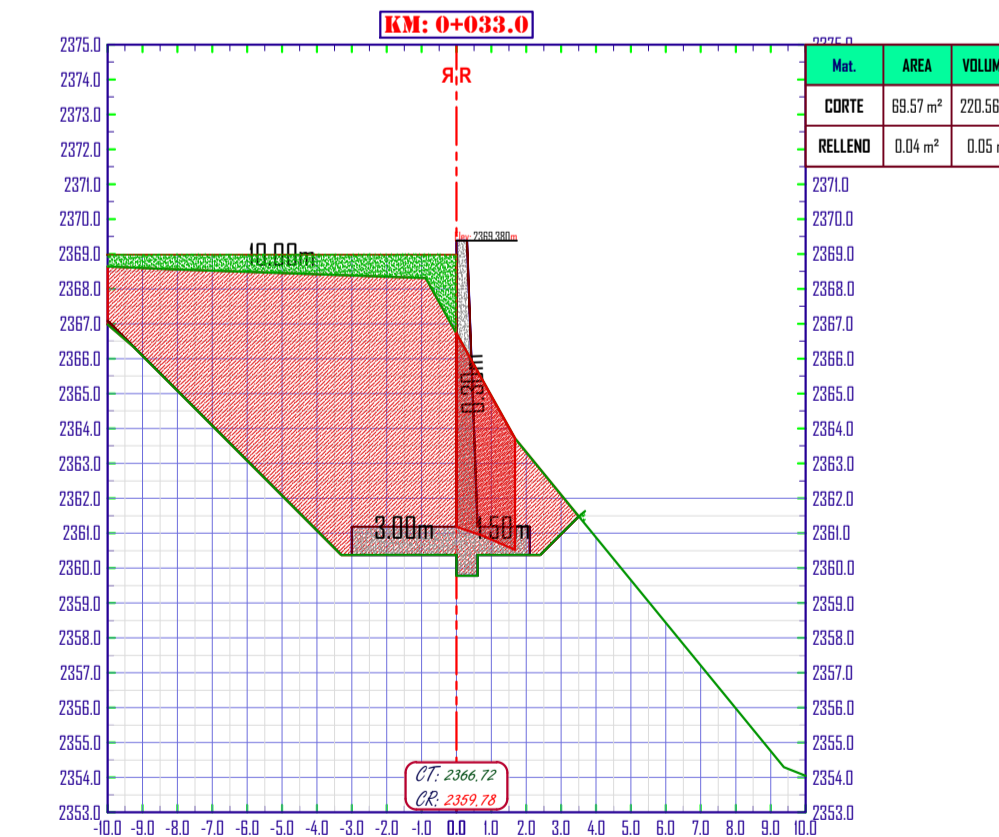
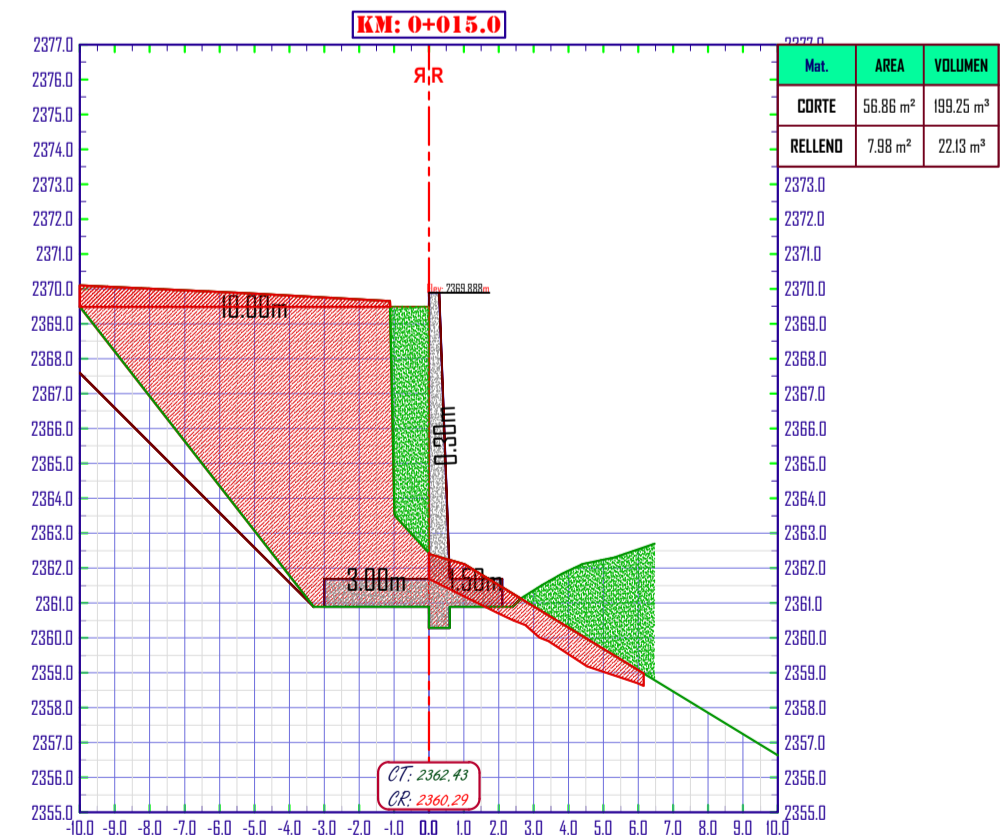
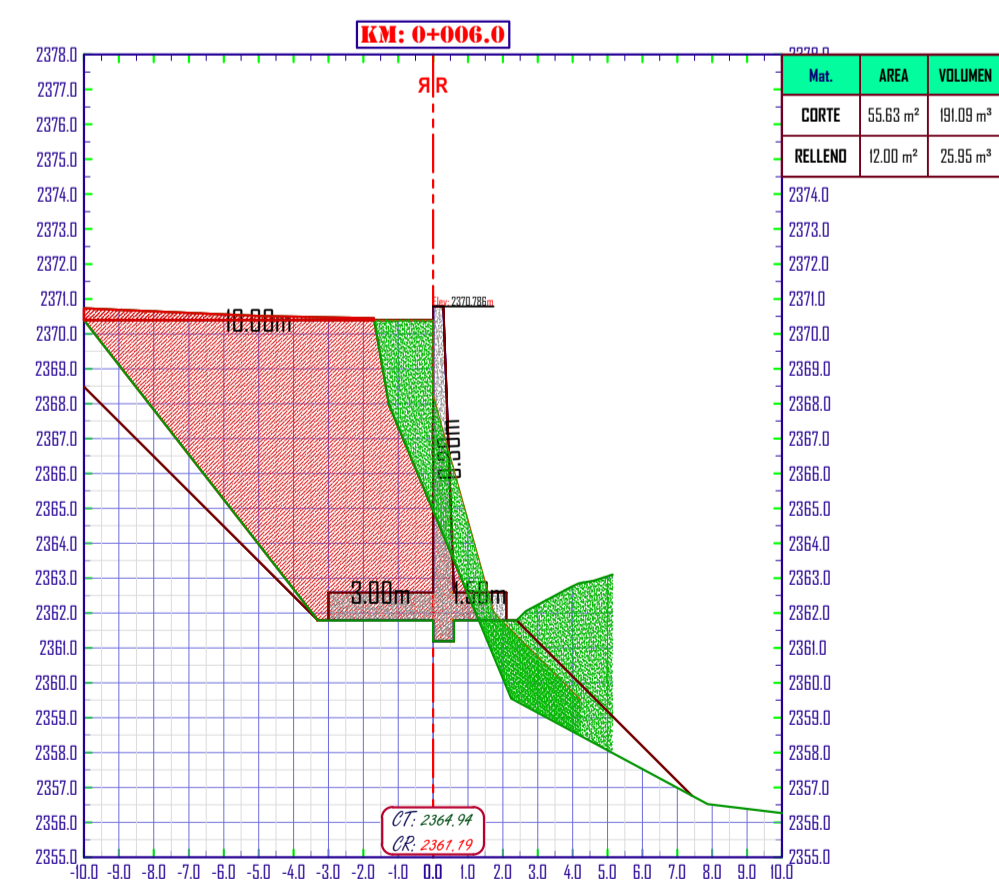
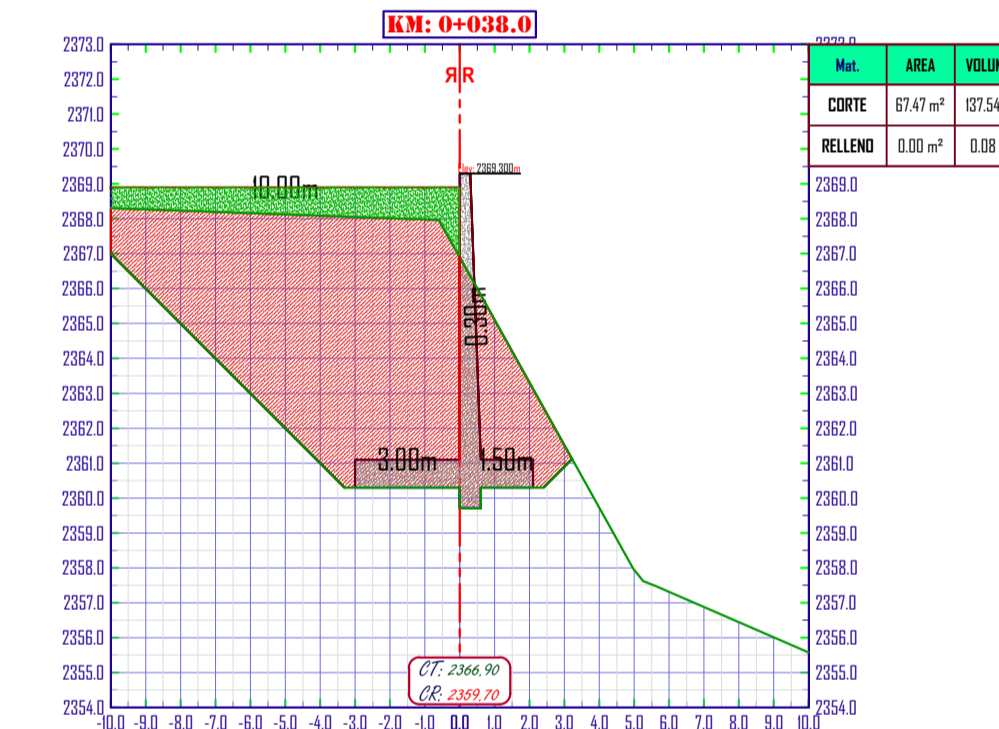
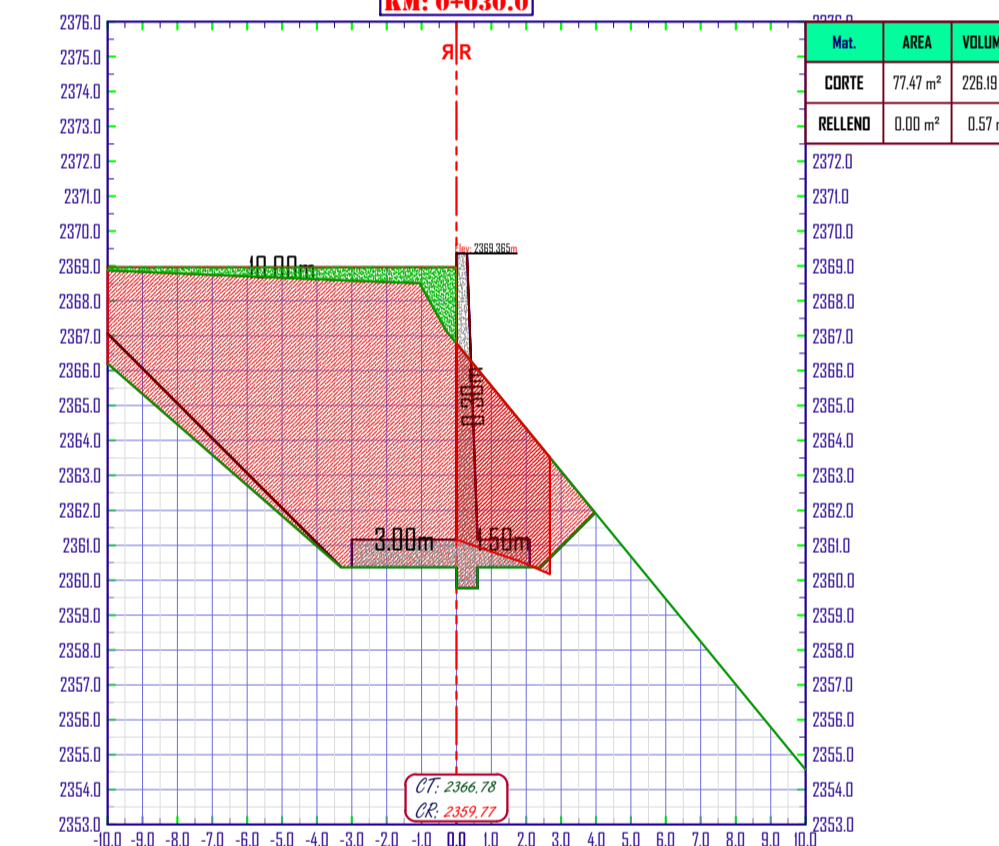
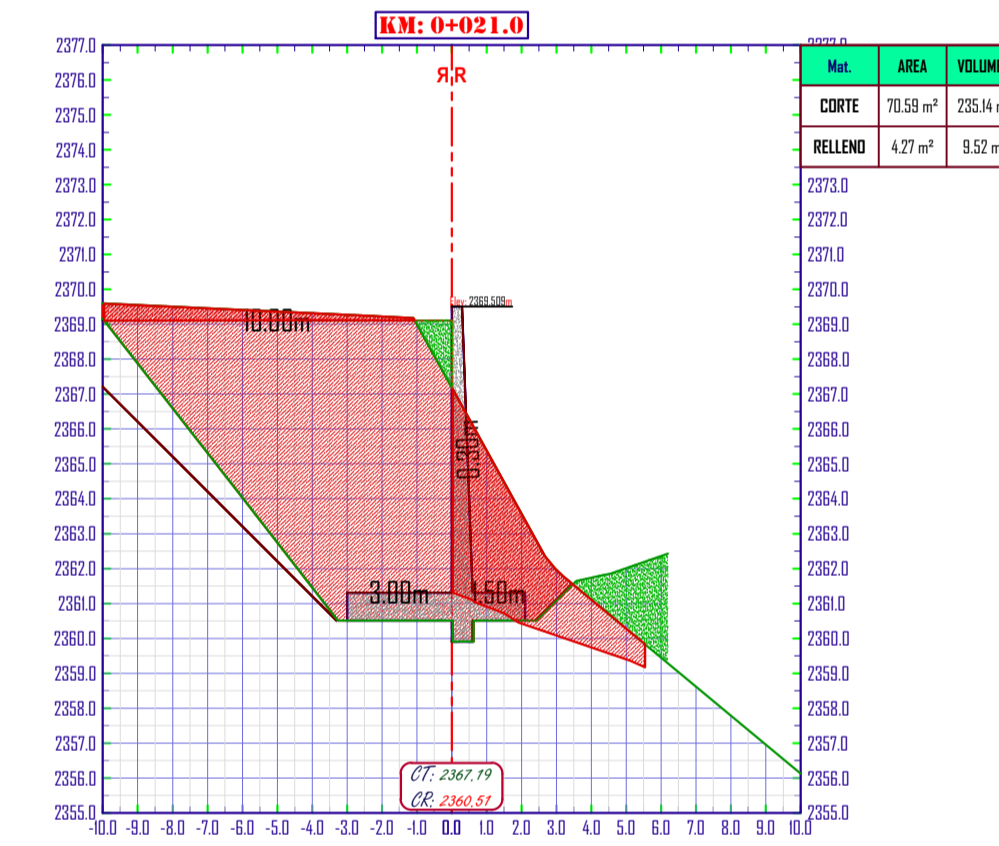
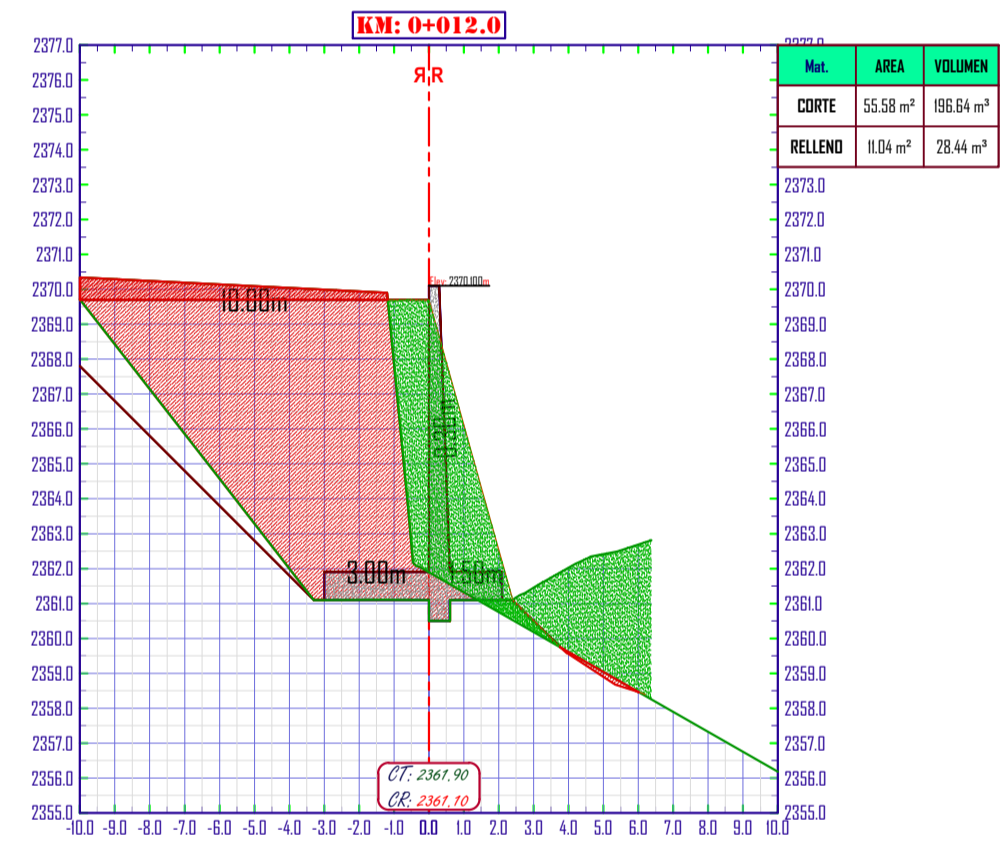
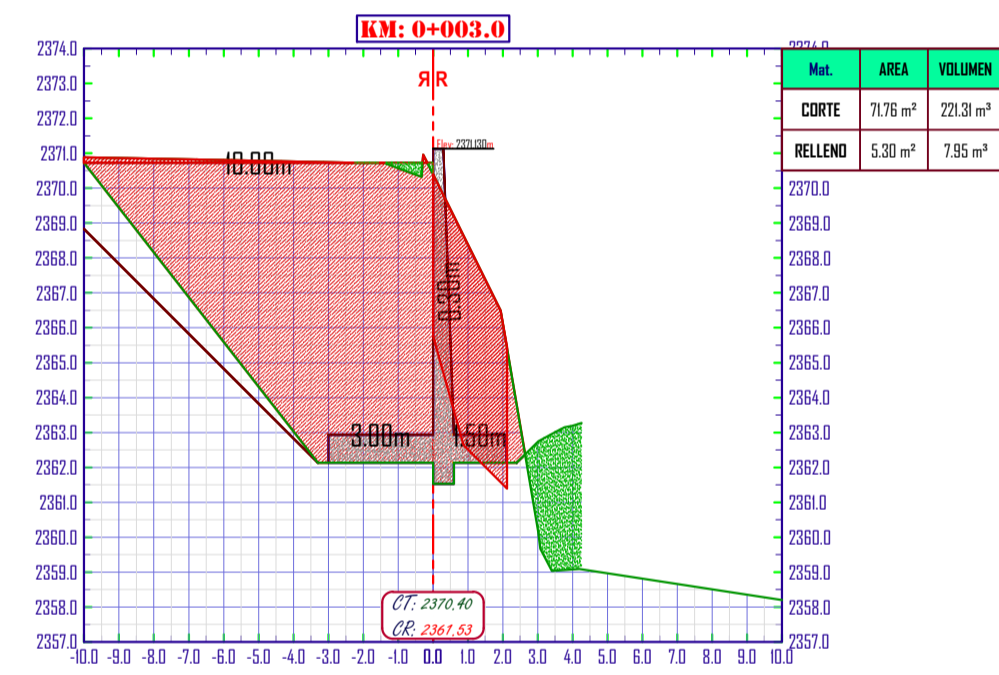
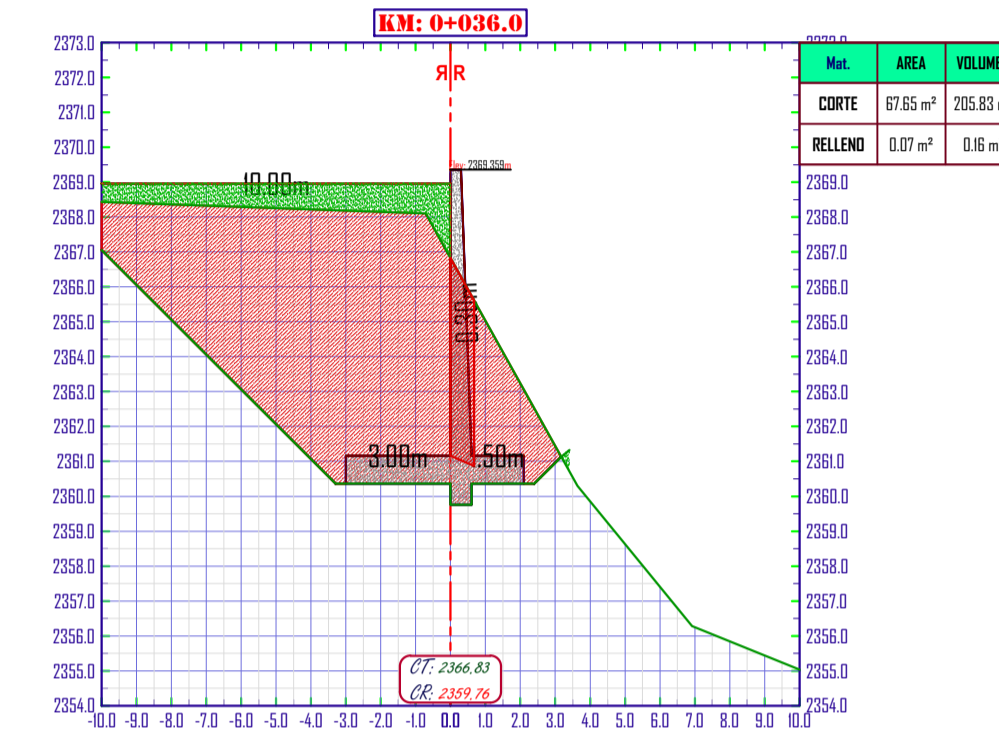
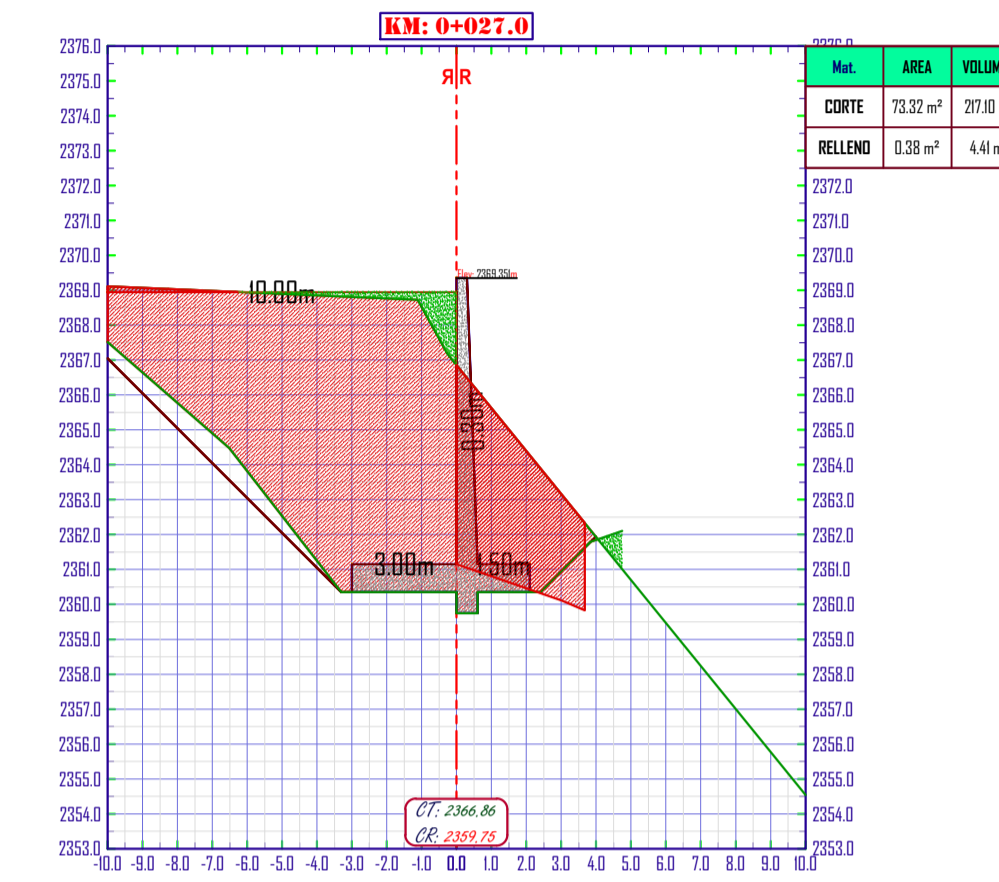
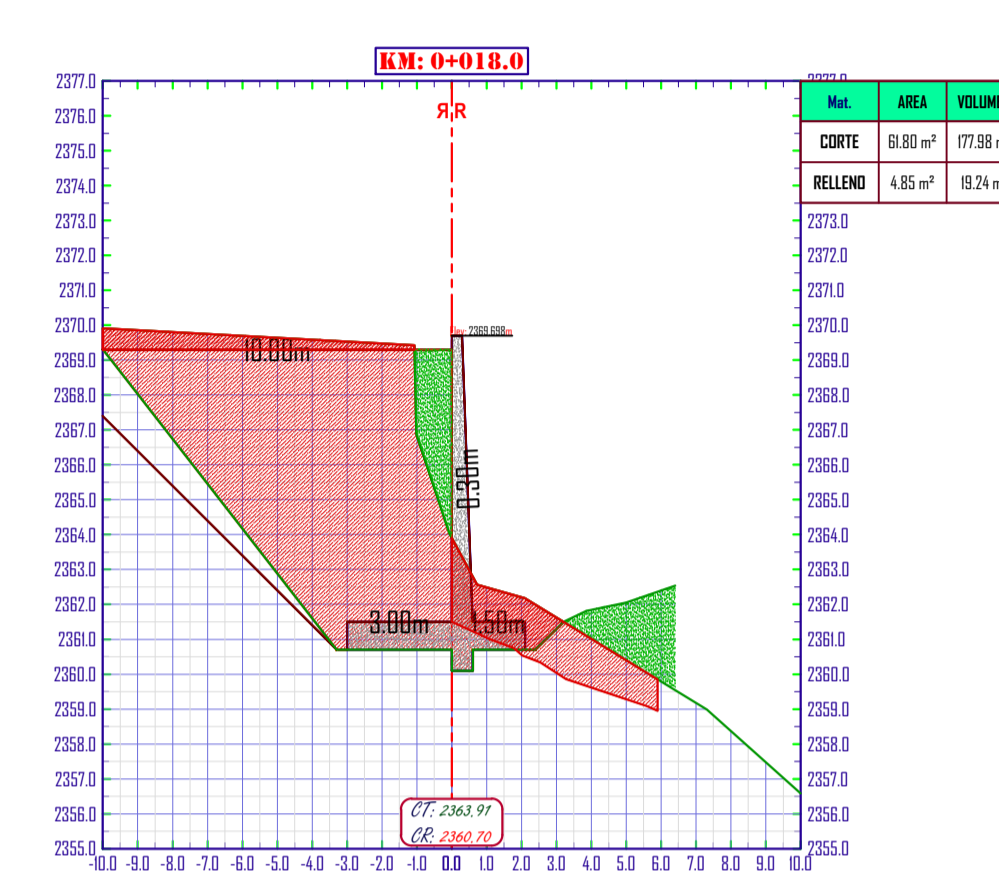
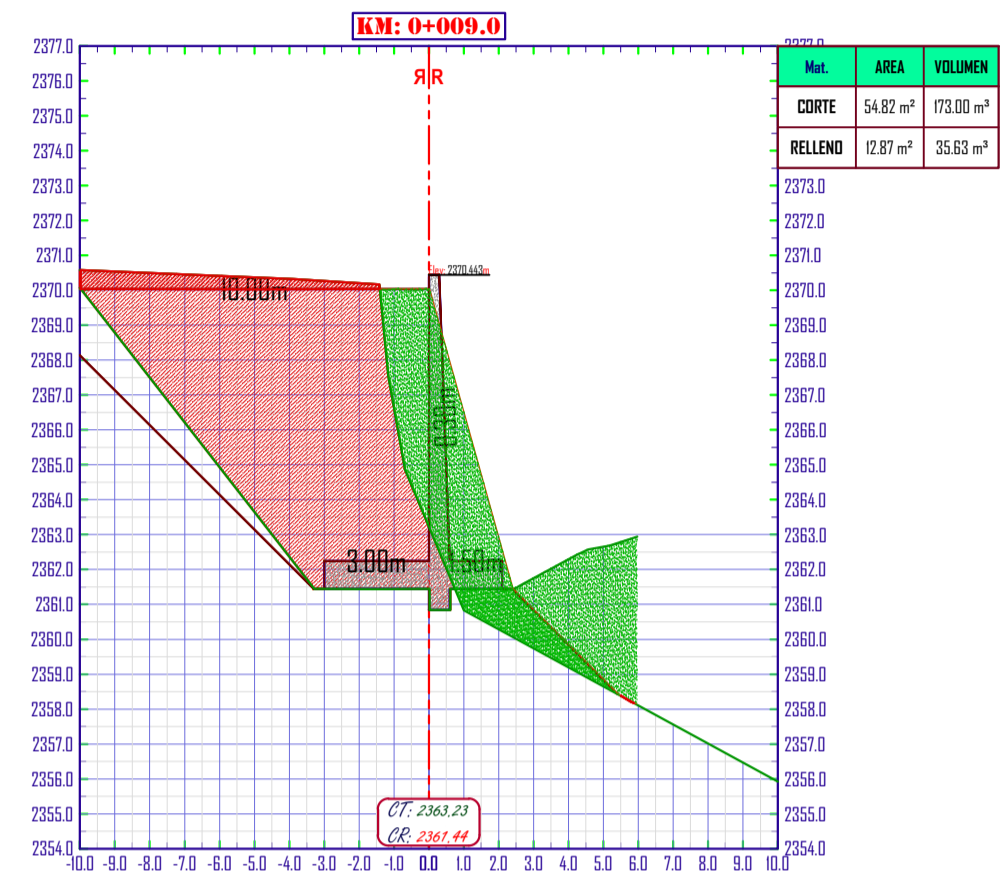
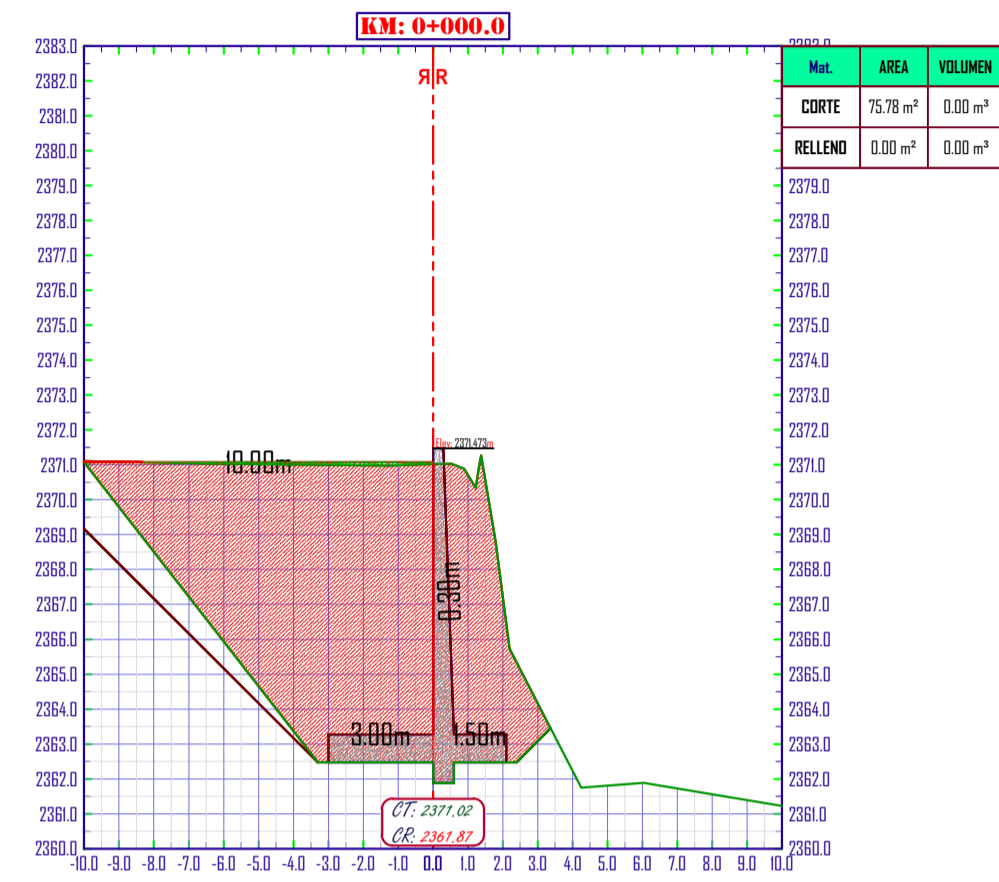


Resumen de materiales		
Material	Unidad	Cantidad
Relleno compactado manual	m ³	163,35
Hormigón simple, f'c=240kg/cm ²	m ³	308,90
Encofrado metálico	m ²	350,16
Acero de refuerzo, fy=4200kg/cm ²	kg	24324
Material filtrante (grava)	m ³	93,48
Excavación	m ³	2626,61
Relleno con material compactado	m ³	2925,26
Tubería, PVC Ø=16mm	m	38

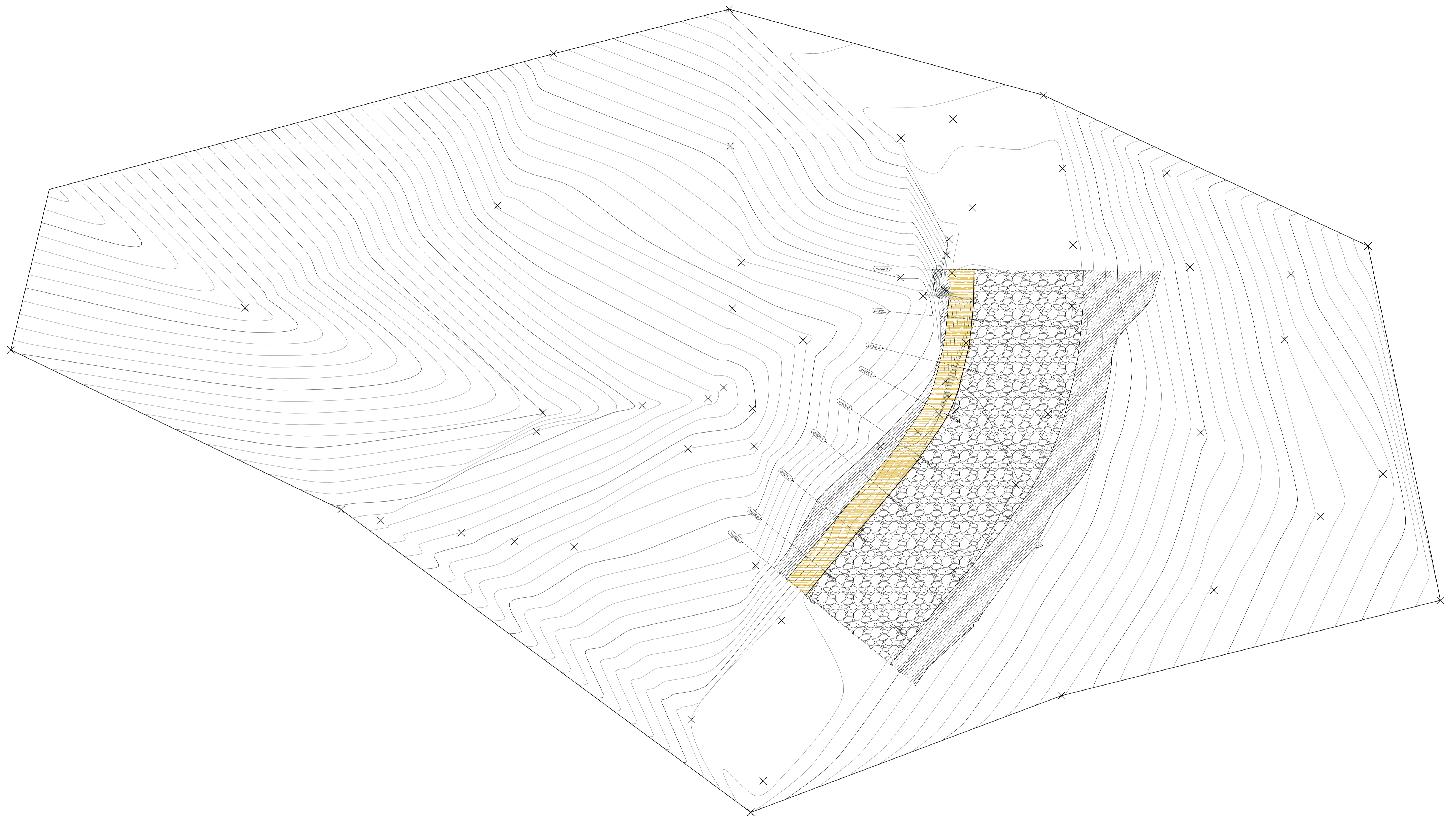
Resumen de materiales		
Material	Unidad	Cantidad
Relleno compactado manual	m ³	163,35
Hormigón simple, f'c=240kg/cm ²	m ³	308,90
Encofrado metálico	m ²	350,16
Acero de refuerzo, fy=4200kg/cm ²	kg	24324
Material filtrante (grava)	m ³	93,48
Excavación	m ³	2626,61
Relleno con material compactado	m ³	2925,26
Tubería, PVC Ø=16mm	m	38



Dibujado	Nombre K.Macaco, A.Fajardo	Fecha 02/07/2023	Ingeniería Civil	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Comprobado	Ing. Julio Jurado	-	SEDE MATRIZ CUENCA	
Proyección	Vista en planta de implantación de muro contención			Escala: 1:125 Lámina N°

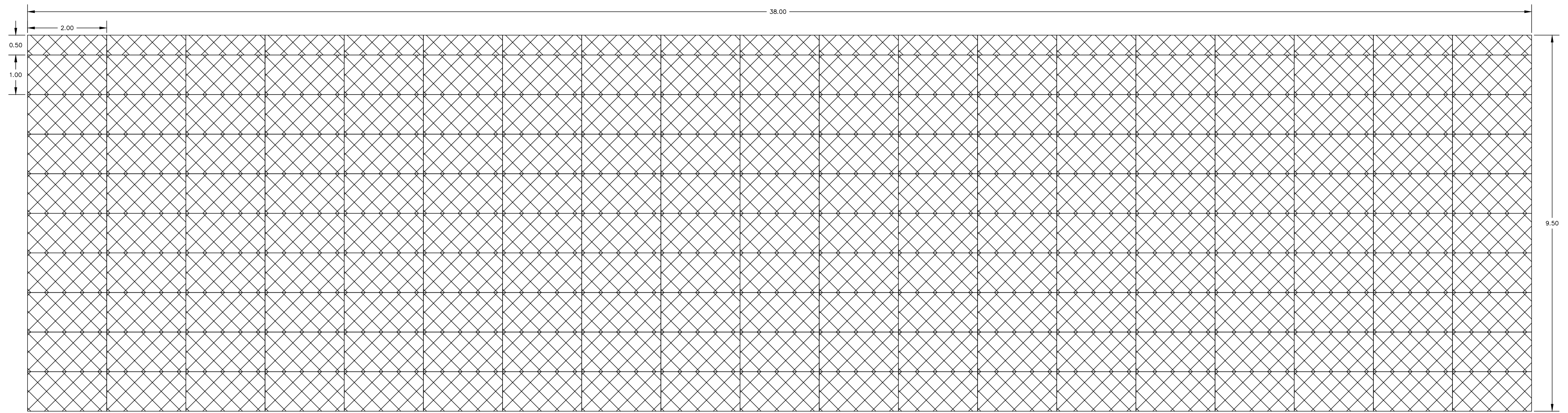


ANEXO 7
PLANOS DE
MURO DE
TIERRA CON
EL SISTEMA
TERRAMESH

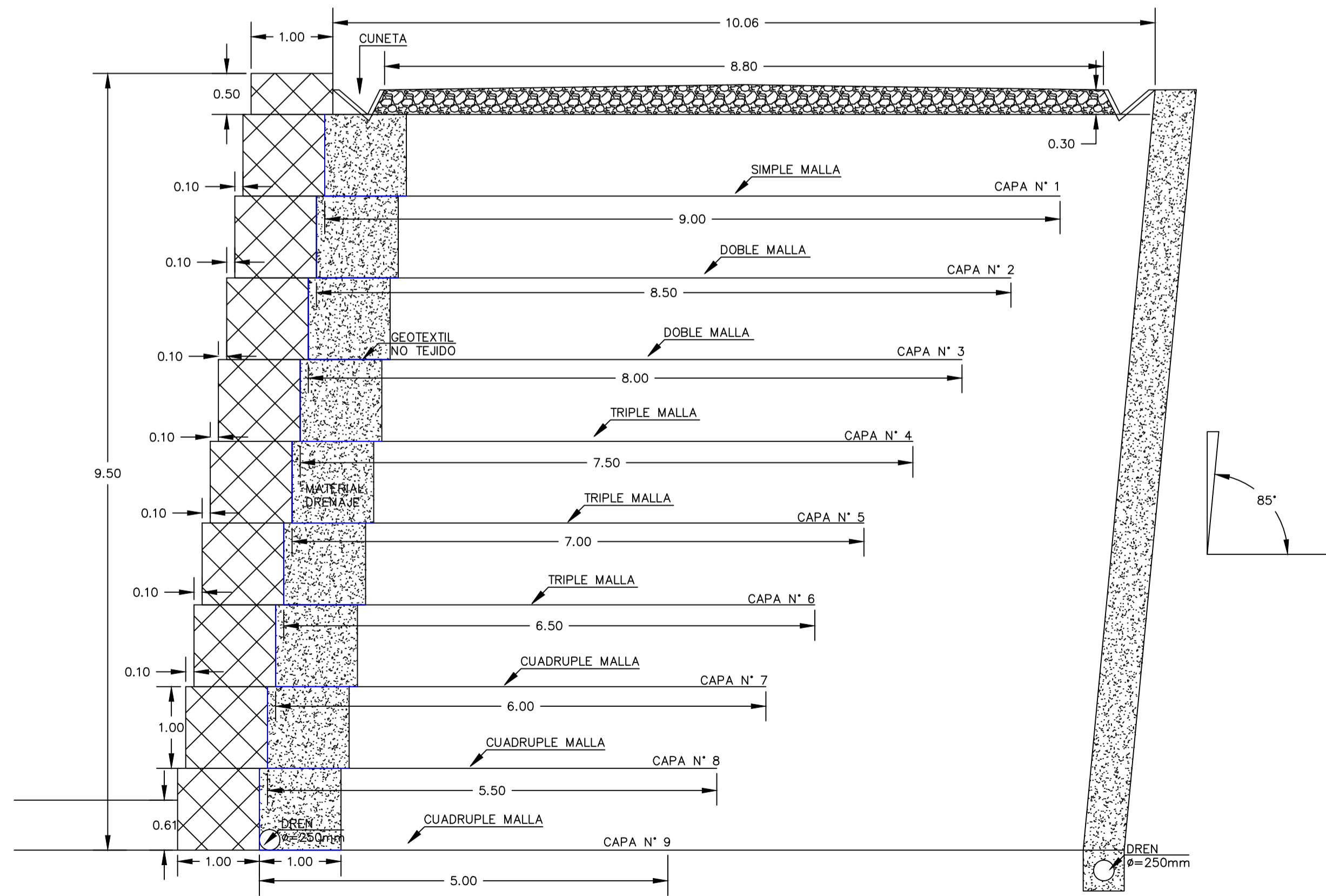


MURO DE TIERRA CON EL SISTEMA TERRAMESH VISTA EN PLANTA

	Nombre	Fecha	Ingeniería Civil	UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
Dibujado	Fajardo A.-Macao K.	20/06/2023	SEDE	
Comprobado	Ing. Julio Jurado	05/07/2023	MATRIZ CUENCA	
Proyección	MURO TERRAMESH			Escala: 1:200
				Lámina N° 1/3

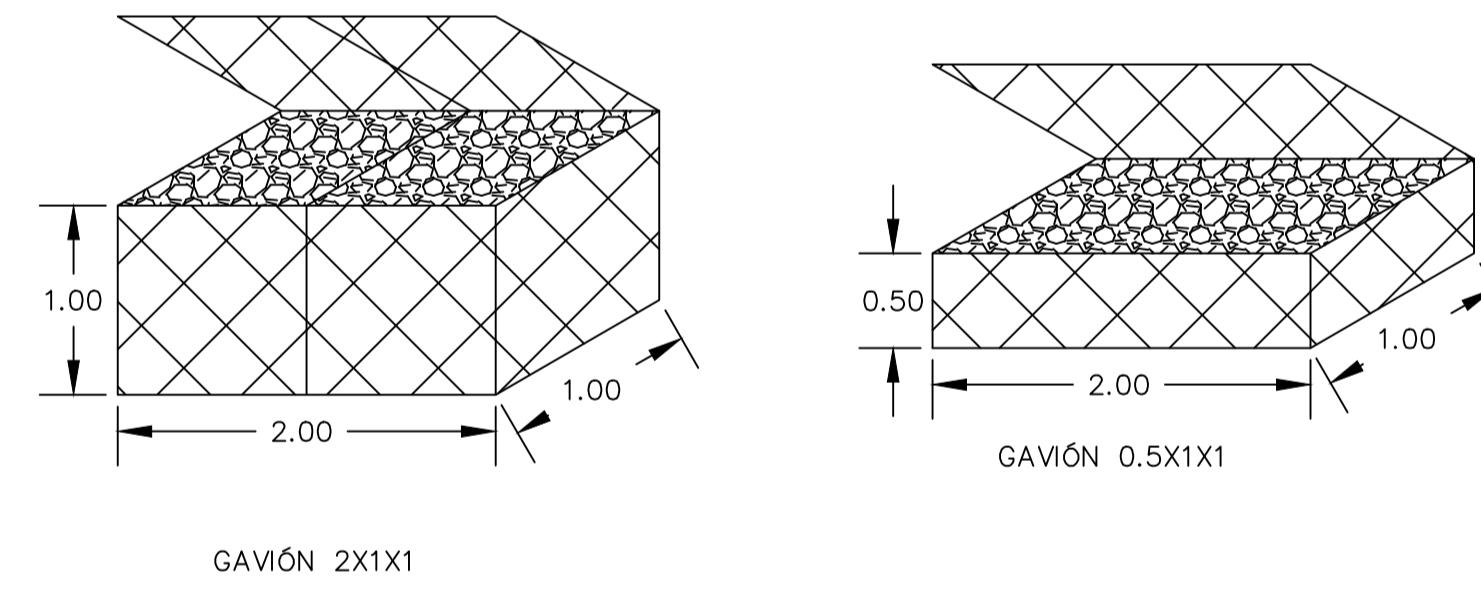


MURO TIPO TERRAMESH (H=9.50m)
VISTA FRONTAL
Escala 1:50

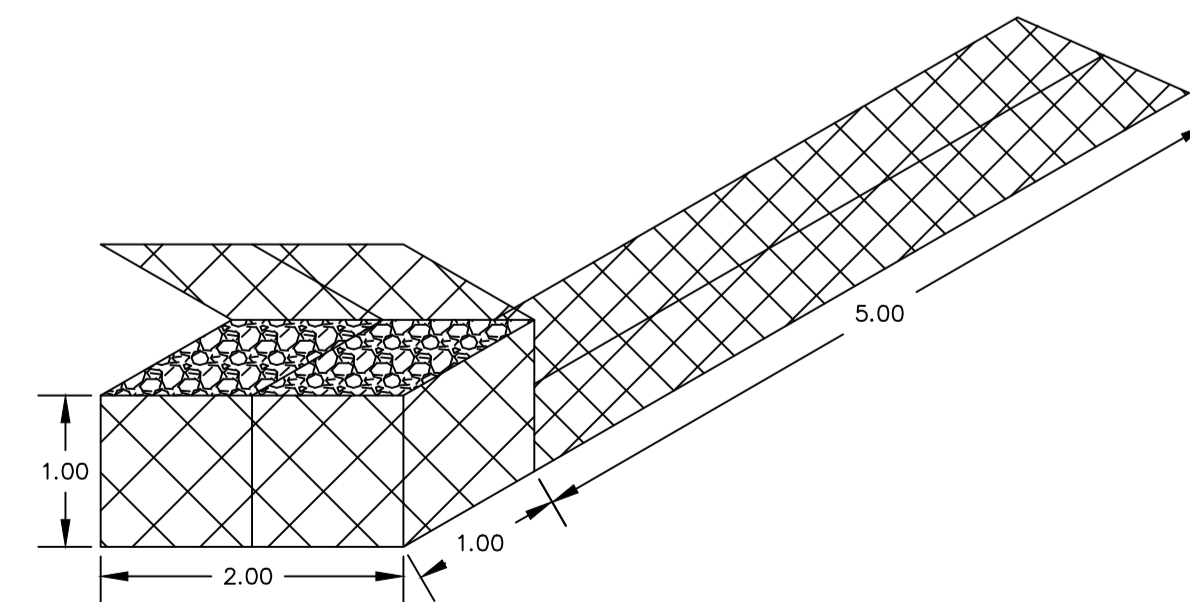


MURO TIPO TERRAMESH (H=9.50m)
VISTA LATERAL

Escala 1:50

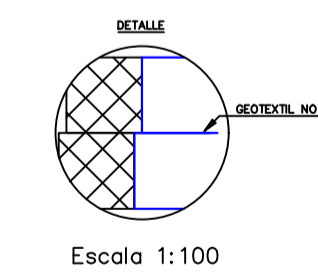


Escala 1:50

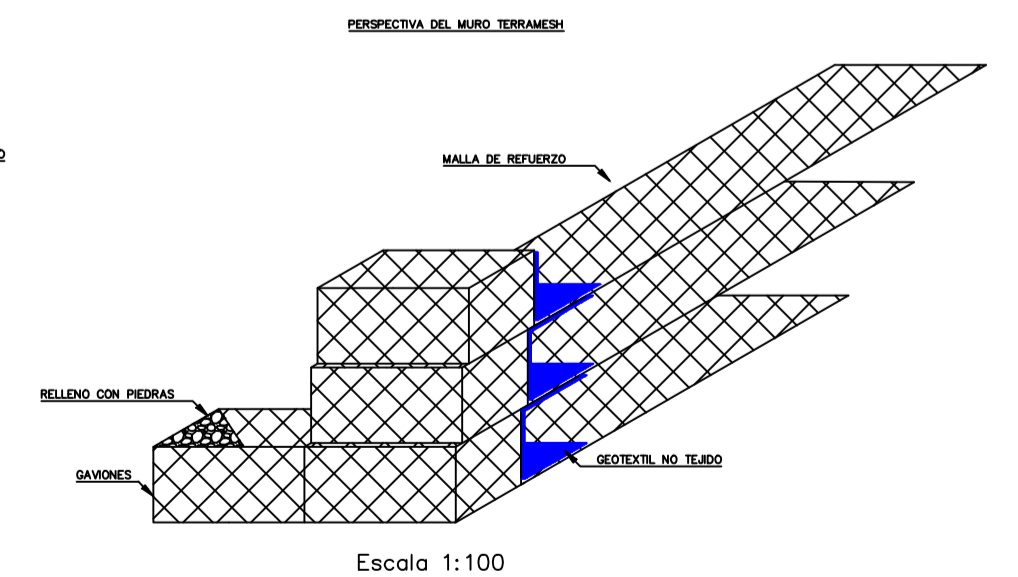


TERRAMESH 2X1X1X5
Escala 1:40

Resumen de Materiales			
Nivel	N° Terramesh	N° Gavión	Refuerzo de Material(m2)
1	19	38	342
2	19	38	646
3	19	38	608
4	19	38	855
5	19	38	798
6	19	38	741
7	19	38	912
8	19	38	836
9	19	38	760
Total	171	342	6498



Escala 1:100



Escala 1:100

