

**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**

**AUTORES:
BRYAN IVAN AYABACA TIGSE
LUIS DANIEL SALAZAR OJEDA**

**TUTOR:
JOSÉ DOMINGO ALVIAR MALABET**

Quito, enero del 2018

CESIÓN DE DERECHOS DE LOS AUTORES

Nosotros, Bryan Ivan Ayabaca Tigse con documento de identificación N° 1719028514 y Luis Daniel Salazar Ojeda, con documento de identificación N° 1752450229, manifestamos nuestra voluntad y cedemos a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que somos autores del trabajo de titulación intitulado: “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”, mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingenieros Civiles, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribimos este documento en el momento que hacemos entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

.....
Bryan Ivan Ayabaca Tigse
1719028514

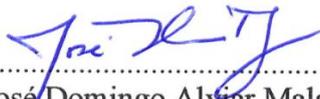
.....
Salazar Ojeda Luis Daniel
1752450229

Quito, enero del 2018

DECLARATORIA DE COAUTORÍA DEL DOCENTE TUTOR

Yo declaro que bajo mi dirección y asesoría fue desarrollado el trabajo de titulación, Análisis comparativo técnico-económico entre muro de contención de hormigón armado y muro de contención de suelo mecánicamente estabilizado con el sistema TERRAMESH® realizado por: Luis Daniel Salazar Ojeda y Bryan Ivan Ayabaca Tigse, obteniendo un producto que cumple con todos los requisitos estipulados por la Universidad Politécnica Salesiana, para ser considerado como trabajo final de titulación.

Quito, enero del 2018


.....
José Domingo Alviar Malabet
1757837602

DEDICATORIA

A las personas más importantes en mi vida, mis padres Fernando Salazar y Cecilia Ojeda, quienes han sido un pilar fundamental para hoy cumplir esta meta, a ellos que han sabido guiarme y corregirme cuando estaba equivocado, considerando siempre lo mejor para mí, quiero que sepan que este logro es por ustedes y para ustedes.

A mis hermanas Romina, Nicole y Ariana mujeres que siguen el mismo rumbo con sus respectivas carreras, que tengan presente que todo se puede si lo haces con ganas y perseverancia.

A mi novia Vanessa, mi compañera en este duro camino, quien por amor estuvo ahí en momentos de alegría y más aún en los momentos difíciles que suele presentar la vida, gracias mi amor por estar siempre conmigo.

A mi amigo Edwin, por toda una carrera de apoyo y amistad sincera, por ser la persona que es.

Salazar Ojeda Luis Daniel

DEDICATORIA

Dedicada con mucho cariño y amor a mis padres, Edwin Ayabaca y Carmen Tigse que han sido una base fundamental en mi vida y me han apoyado en cada una de mis decisiones para poder hoy cumplir un objetivo más, por sus palabras de apoyo y por la constante preocupación durante mi formación humana y académica.

A mis abuelitos Grecia y Oswaldo por siempre estar pendientes y guiándolos a mis padres durante este proceso, por no dejarlos, ni dejarme desmayar y siempre brindarme un apoyo moral y afectuoso. A mi abuelita Inés gracias por haberme dado el mejor consejo y brindarme esas palabras. Gracias abuelitos este logro es para ustedes.

A mi tío Marco gracias por haberme enseñado lo hermoso de esta carrera, por haberme hecho amar esta carrera, por tu insistencia, tu presión y tus consejos.

A mi hermanita Hayley, este logro también es para ti, aunque aún estés pequeña espero servir un poco de guía para en un futuro poder disfrutar tus logros.

Bryan Ivan Ayabaca Tigse

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por el sacrificio que han realizado para hoy poder obtener este título.

A mi director de tesis, Ing. José Domingo Alviar M. quien logro ser la guía adecuada para poder realizar este proyecto de titulación, impartiendo con paciencia y alegría sus conocimientos y experiencia.

A mi compañero de tesis Iván, quien estuvo a mi lado hombro a hombro para cumplir con nuestro propósito, lo logramos.

A la empresa Maccaferri, especialmente al Ing. José Luis Gaibor, quien fue un gran apoyo para que este proyecto de titulación, pueda ser un hecho.

Salazar Ojeda Luis Daniel

AGRADECIMIENTO

A mis padres, por todo lo que han realizado para que este objetivo se cumpla les agradezco infinitamente y quiero dedicarles este logro, muchas gracias los quiero.

A mi director de tesis, Ing. José Domingo Alviar M. aquella persona que supo guiarnos y compartió sus conocimientos durante este proceso. A más de sus virtudes como persona y su calidad humana.

A mi compañero de tesis Daniel, quien supo ser el complemento y el empuje para hoy poder disfrutar de este logro, gracias amigo.

A la empresa que nos permitió realizar el planteamiento del proyecto Maccaferri. Y nuestra guía de parte de ésta, Ing. José Luis Gaibor, quien fue muy importante durante la realización de este proyecto.

Bryan Ivan Ayabaca Tigse

ÍNDICE

CAPÍTULO 1	1
1.1 Introducción	1
1.2 Objetivos	2
1.2.1 Objetivo general	2
1.2.2 Objetivos específicos	2
1.3 Antecedentes	2
1.4 Aspectos Físicos	3
1.4.1 Ubicación geográfica	3
1.4.2 Área de Estudio	4
1.4.3 Topografía y Relieve	5
1.4.4 Infraestructura y Servicios	6
1.4.5 Vialidad	6
1.5 Aspectos Físicos	7
1.5.1 Características Climáticas	7
CAPÍTULO 2	9
2.1 Muros de Contención	9
2.2 Clasificación de muros de Contención	9
2.2.1 Muros de Contención Flexibles	9
2.2.2 Muros de Contención Rígidos	11
CAPÍTULO 3	15
3.1 Propiedades Físicas del suelo	15
3.1.1 Granulometría	15
3.1.2 Límites de Consistencia	16
3.1.3 Clasificación SUCS	18
3.2 Características Físicas y Mecánicas del suelo	18
3.2.1 Compactación	18
3.2.2 Suelo de relleno	19
3.2.3 Suelo de cimentación	20
3.3 Capacidad Portante del Suelo	22
3.4 Empuje de Suelos	26
3.4.1 Teoría de Coulomb	26
3.4.2 Teoría de Rankine	28
3.4.3 Empuje por Efecto Sísmico	30
3.5 Análisis de Equilibrio Límite	32
3.5.1 Análisis de estabilidad global de muro en voladizo	33
CAPÍTULO 4	36
Diseño del muro de contención del suelo mecánicamente estabilizado con el sistema TERRAMESH®	36
4.1 Requerimientos previos necesarios para el diseño	36
4.1.1 Topografía perimetral del muro	36
4.1.2 Perfiles transversales del terreno	37
4.1.3 Propiedades del suelo	39
4.1.4 Geometría del muro	39
4.1.5 Especificaciones técnicas del refuerzo	42
4.1.6 Cargas	43
4.1.7 Software utilizado	47

4.2	Análisis de Estabilidad Interna del Muro.....	48
4.2.1	Tipos de Refuerzo	48
4.2.2	Espaciamiento entre refuerzos	48
4.2.3	Longitud de anclaje	49
4.2.4	Análisis de Estabilidad Interna independiente de cada bloque que conforman los muros	49
4.2.5	Cuadro de resumen de factores de estabilidad interna de todo el muro en condición estática	55
4.2.6	Cuadro de resumen de factores de estabilidad interna de todo el muro en condición pseudoestáticas	56
4.3	Análisis de Estabilidad Externa y Estabilidad Global del Muro.....	57
4.3.1	Cuadro de resumen de factores de seguridad externos de todo el muro en condiciones estáticas y pseudoestáticas	61
4.4	Detalles del Muro de contención mecánicamente estabilizado mediante el sistema TERRAMESH®	62
4.4.1	Relleno compactado	62
4.4.2	Sistema de Drenaje.....	63
4.4.3	Impacto Ambiental.....	63
	CAPÍTULO 5	70
	Diseño de un muro de contención en voladizo	70
5.1	Requerimientos previos al diseño	70
5.1.1	Topografía perimetral del muro	71
5.1.2	Propiedades del suelo	71
5.1.3	Geometría del muro.....	71
5.1.4	Sobrecarga.....	72
	Obtención de la altura equivalente	72
5.1.5	Sismo.....	72
5.1.6	Drenaje	72
5.2	Predimensionamiento del muro de contención en voladizo.....	73
5.2.1	Condiciones Normales	73
5.2.2	Pesos Propios	75
5.2.3	Condiciones Sísmicas.....	75
5.2.4	Análisis de estabilidad al deslizamiento	76
5.2.5	Análisis de estabilidad al volcamiento	77
5.2.6	Análisis de esfuerzos admisibles en la cimentación	78
5.3	Diseño del muro	80
5.3.1	Diseño de la Pantalla.....	81
5.3.2	Diseño de la zapata.....	85
5.3.3	Estudio del Impacto Ambiental para muro en hormigón armado	91
	CAPÍTULO 6	92
	Evaluación económica	92
6.1	Presupuesto del muro de contención de suelo estabilizado mediante el sistema TERRAMESH®	93
6.1.1	Análisis de precios unitarios	93
6.1.2	Presupuesto final	93
6.2	Presupuesto del muro de contención en voladizo	93
6.2.1	Análisis de precios unitarios	93
6.2.2	Presupuesto final	93
	CAPÍTULO 7	94
	Análisis e Interpretación	94

7.1 Análisis e interpretación de resultados finales	94
7.2 Recomendación del sistema técnica y económicamente más conveniente para el proyecto de la Urbanización la Toscana	96
CAPÍTULO 8	96
8.1 Conclusiones	96
8.2 Recomendaciones.....	100
9. Bibliografía	102
Anexos	105

Índice de tablas

Tabla 1. Coordenadas UTM.....	4
Tabla 2. Granulometría del suelo de relleno	15
Tabla 3. Granulometría del suelo de cimentación.....	16
Tabla 4. Límite Líquido de los suelos del proyecto	16
Tabla 5. Límite Plástico de los suelos del proyecto	17
Tabla 6. Índice de Plasticidad de los suelos del proyecto	17
Tabla 7. Clasificación SUCS de los suelos del proyecto	18
Tabla 8. Peso unitario húmedo al 95% de compactación del suelo del proyecto	19
Tabla 9. Ángulo de fricción para suelos sin cohesión.....	19
Tabla 10. Peso volumétrico de los suelos del proyecto	21
Tabla 11. Capacidad Portante del suelo para los muros del proyecto.....	25
Tabla 12. Parámetros necesarios para el cálculo del empuje	30
Tabla 13. Propiedades del Suelo	39
Tabla 14. Profundidades mínimas de empotramiento.....	41
Tabla 15. Altura mínima de relleno equivalente a sobrecarga vehicular	44
Tabla 16. Valores de Fa para distintos tipos de suelo	45
Tabla 17. Factores de Seguridad	46
Tabla 18. Factores de Seguridad para Fundaciones por carga última.....	47
Tabla 19. Factores de Estabilidad Interna sin Sismo	56
Tabla 20. Factores de Estabilidad Interna con Sismo	57
Tabla 21. Factores de Seguridad Externos del muro.....	61
Tabla 22. Variables y escala de calificación de impactos	66
Tabla 23. Valoración de importancia del impacto	67
Tabla 24. Valoración de magnitud del impacto	68
Tabla 25. Valoración de severidad del impacto	68
Tabla 26. Pesos propios de los elementos que conforman el muro	75
Tabla 27. Factores de seguridad Externos del muro en hormigón armado.....	80
Tabla 28. Presupuesto del muro de contención diseñado con el Sistema TERRAMESH	93
Tabla 29. Presupuesto del muro de contención en voladizo hormigón armado.....	93

Índice de Figuras

Figura 1. Ubicación Geográfica	3
Figura 2. Ubicación Geográfica (Imagen Satelital)	4
Figura 3. Área del Proyecto	5
Figura 4. Relieve del Proyecto	5
Figura 5. Levantamiento Topográfico.....	6
Figura 6. Proyecto Futuro de Urbanización	7
Figura 7. Características climáticas de la ciudad en donde se encuentra el proyecto.	8
Figura 8. Muros de contención a gravedad	12
Figura 9. Muros de contención con contrafuertes	13
Figura 10. Muros de contención en voladizo	14
Figura 11. Compresión Inconfinada.....	20
Figura 12. Factor de capacidad de carga N_c	22
Figura 13. Factor de capacidad de Carga para muros implantados en la cara del talud	24
Figura 14. Plano de falla	27
Figura 15. Ángulos que intervienen en el análisis	28
Figura 16. Teoría de Rankine.....	29
Figura 17. Empuje activo incluido el efecto del sismo	31
Figura 18. Ingreso de geometría de la sección transversal.....	33
Figura 19. Generación de materiales y colocación de pesos específicos	34
Figura 20. Ingreso de sobrecarga de camión.....	34
Figura 21. Ingreso de puntos de posible falla	35
Figura 22. Análisis equilibrio limite en condiciones normales.....	35
Figura 23. Análisis equilibrio limite en condiciones sísmicas.....	36
Figura 24. Topografía perimetral del muro.....	38
Figura 25. Ángulo de inclinación del paramento frontal	39
Figura 26. Componentes de un muro de suelo mecánicamente estabilizado mediante el sistema TERRAMESH.....	40
Figura 27. Longitud mínima de berma.....	41
Figura 28. Base del muro de contención	42
Figura 29. Características geométricas del paramento frontal.....	42
Figura 30. Distancias entre refuerzos y distancias de anclajes	49
Figura 31. Propiedades de los suelos ingresados en el programa MacStars 2000	50
Figura 32. Propiedades del sistema Terramesh ingresados en el programa MacStars 2000.....	50
Figura 33. Ingreso del perfil del terreno en el programa MacStars 2000	51
Figura 34. Ingreso de sobrecarga en el muro en el programa MacStars	52
Figura 35. Ingreso de geometría del paramento frontal en el programa MacStars 2000	52
Figura 36. Disposición final del muro de contención	53
Figura 37. Análisis de estabilidad interna del muro.....	54
Figura 38. Ingreso de coeficientes sísmicos en el programa MacStars 2000.....	54
Figura 39. Análisis de Estabilidad Interna condiciones pseudoestáticas	55
Figura 40. Análisis de estabilidad global entregado por el programa MacStars 2000	59
Figura 41. Factores de seguridad deslizamiento, volcamiento, presión en la fundación en condiciones normales	60
Figura 42. Análisis de estabilidad global en condiciones pseudoestáticas	60

Figura 43. Factores de seguridad deslizamiento, volcamiento, presión en la fundación en condiciones pseudoestáticas	61
Figura 44. Sección transversal del muro con el geocompuesto como sistema de drenaje	63
Figura 45. Dimensiones Preliminares para iniciar el diseño	72
Figura 46. Datos y valores iniciales para diseño de muro	74
Figura 47. Esquema de ubicación de la resultante de las presiones generadas en el suelo	79
Figura 48. Esquema referencial de armado del muro	85
Figura 49. Presiones en la zapata del muro	85

Índice de anexos

Anexo 1. Datos y Proceso de cálculo de límites de consistencia de los suelos del proyecto.....	105
Anexo 2. Clasificación SUCS de los suelos del proyecto.....	106
Anexo 3. Compactación.....	108
Anexo 4. Perfiles Transversales del terreno.....	111
Anexo 5. Análisis equilibrio Limite Muro en Voladizo	115
Anexo 6. Especificación Técnica de la malla del paramento frontal de gaviones de fabricación de la empresa Maccaferri	127
Anexo 7. Especificación Técnica del refuerzo del muro de creación de la empresa Maccaferri	128
Anexo 8. Diseño Estático de los muros de contención mediante el sistema TERRAMESH® utilizando el software proporcionado por la empresa Maccaferri MacStars 2000.....	133
Anexo 9. Diseño Pseudoestático de los muros de contención mediante el sistema TERRAMESH® utilizando el software proporcionado por la empresa Maccaferri MacStars 2000.....	144
Anexo 10. Dimensionamiento de muros en voladizo - Hormigón armado	155
Anexo 11. Diseño de muros en voladizo - Hormigón armado.....	188
Anexo 12. Análisis de Precios Unitarios de los rubros para la construcción del Muro de contención mediante el Sistema TERRAMESH®	232
Anexo 13. Análisis de Precios Unitarios de los rubros para la construcción del Muro de Contención en voladizo	237
Anexo 14. Matriz de interacción del muro de contención del sistema TERRAMESH®	242
Anexo 15. Matriz de valoración del muro de contención del sistema TERRAMESH®	243
Anexo 16. Matriz de importancia del muro de contención del sistema TERRAMESH®	244
Anexo 17. Matriz de magnitud del muro de contención del sistema TERRAMESH®	245
Anexo 18. Matriz de severidad del muro de contención del sistema TERRAMESH®	246
Anexo 19. Matriz de interacción del muro de contención en voladizo.....	247
Anexo 20. Matriz de valoración del muro de contención en voladizo.....	248
Anexo 21. Matriz de importancia del muro de contención del sistema en voladizo	250
Anexo 22. Matriz de magnitud del muro de contención del sistema en voladizo ...	251
Anexo 23. Matriz de severidad del muro de contención del sistema en voladizo ...	252
Anexo 24. Planos de las secciones transversales de los muros diseñados en el sistema TERRAMESH® (muros del 1-11).....	253
Anexo 25. Planos de las secciones transversales de los muros diseñados en hormigón armado; muro en voladizo (muros del 1-11).....	254

Resumen

El presente trabajo de titulación está orientado hacia una comparación técnica económica entre dos muros de contención; un muro tradicional de hormigón armado (en voladizo) y un muro de contención realizado con TERRAMESH® System, con el propósito de analizar cuál de los dos sistemas es el que mejor se adecua a las solicitaciones impuestas por la Urbanización La Toscana.

Este muro servirá de soporte de una vía de dos carriles que será el acceso a los lotes de la urbanización, además en su parte posterior se presentará un redondel en donde el muro deberá ser de forma circular.

Las solicitaciones a las que estarán expuestos los dos sistemas serán las mismas en los dos casos, conservando los mismos parámetros de corte del suelo de cimentación y del relleno, además los pesos volumétricos compactados, coeficientes sísmicos y una topografía montañosa.

Los aspectos sometidos a análisis en la parte técnica fueron el cálculo de los factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento, presiones en la fundación, estabilidad global y únicamente en el caso TERRAMESH® System se realizó el análisis de estabilidad interna debido a que este muro se construye por bloques, además se realizó el análisis de impacto ambiental y se pudo observar que el muro realizado por TERRAMESH® System fue el que menor daño produce al medio ambiente.

Por otra parte, el análisis económico se realizó determinando los precios unitarios del proceso constructivo de cada uno de los muros de contención sin tener en cuenta los rubros que son los mismos para los dos casos.

Abstract

The present titration work is oriented towards an economic technical comparison between two retaining walls; a traditional reinforced concrete wall (cantilevered) and a retaining wall made with TERRAMESH® System, with the purpose of analyzing which of the two systems is best suited to the demands required by the Urbanization La Toscana.

This wall will serve as a support for a two-lane road that will be access to the lots of the urbanization, in addition on its back will be a roundabout where the wall should be circular.

The requests to which the two systems will be exposed will be the same in both cases, with these parameters of the foundation and fill soil cut, in addition to compacted volumetric weights, seismic coefficients and a mountainous topography.

The aspects submitted to analysis in the technical part were the calculation of the safety factors to the slip, overturning, pressures in the foundation, global stability and only in the case TERRAMESH® System the internal stability analysis was carried out because this wall was built by blocks, in addition the environmental impact analysis was carried out and it could be observed that the wall made by TERRAMESH® System was the one that causes the least damage to the environment.

On the other hand, in economic analysis the unit prices of the construction process of the retaining wall were made without taking into account the items that will be the same for the two cases.

CAPÍTULO 1

Antecedentes y Generalidades

1.1 Introducción

El presente proyecto de titulación tiene como objetivo estudiar y proyectar un análisis comparativo destinado a encontrar la solución más viable para la contención de tierra que conforman una de las vías de acceso hacia los lotes de la Urbanización “La Toscana”, la cual será orientada al diseño y comparación de dos diferentes muros de contención de tierras.

Desde ese punto de vista se ve necesario resolver la problemática en el menor tiempo posible y a un bajo costo, partiendo de la comparación entre un sistema de contención de tierras en hormigón armado (muro en voladizo) y un muro de suelo mecánicamente estabilizado del Tipo TERRAMESH®, los cuales no se alejarán de los códigos y normas establecidas para su diseño.

También, se ve necesario mencionar que este tipo de obras de ingeniería civil están asentadas sobre suelo y su relleno también estará conformado por este. Por esta razón es necesario conocer sus diferentes características y propiedades.

A demás se ve necesario el análisis de diferentes secciones tipo ya que el terreno presenta una topografía accidentada.

Posteriormente se realizará el análisis de precios para los sistemas propuestos, el cual permite evaluar cuál de los sistemas propuestos es más beneficioso en base a los criterios técnicos, económicos y ambientales que benefician a la urbanización.

Finalmente, como objetivo planteado poder decidir cuál de los dos sistemas resulta ser el más idóneo para la elaboración del proyecto de muro de contención indicado para la Urbanización Toscana.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Realizar la comparación Técnico – Económica de un muro en hormigón armado y un muro de contención de suelo mecánicamente estabilizado del Tipo TERRAMESH®.

1.2.2 Objetivos específicos

- Analizar la topografía natural y modificada del lugar de implantación del muro.
- Diseñar el muro de contención en hormigón armado (Muro en Voladizo) utilizando la norma técnica ecuatoriana.
- Diseñar el muro de contención mediante el sistema TERRAMESH® utilizando el Manual de MACCAFERRI.
- Análisis de precios unitarios para cada uno de los diseños.
- Analizar las alternativas de solución tomando en cuenta factores técnicos y económicos para definir aquella que sea la óptima o más aconsejable de utilizar en el proyecto.

1.3 Antecedentes

La urbanización “Toscana” al ser un nuevo proyecto ha empezado por lotizar el terreno macro y la conformación a nivel de planos de la topografía modificada.

Con el fin de dar acceso a cada uno de los lotes de la urbanización se requiere la construcción de un muro de contención como soporte a la vía acceso.

El muro de contención propuesto tendrá una longitud de 64 metros y se realizará para salvar una altura que oscila entre los 3 y los 12 metros, el cual será de forma circular, cuya principal función es proveer soporte al redondel de la vía.

Como alternativas de solución a la contención del material de relleno se plantea realizar el diseño de dos tipos de muros, uno de ellos será de hormigón armado y el

otro será mediante el uso del sistema Terramesh® con el fin de seleccionar el más idóneo desde el punto de vista técnico y económico para la realización del proyecto en la Urbanización Toscana.

1.4 Aspectos Físicos

1.4.1 Ubicación geográfica

El proyecto de trabajo de titulación se encuentra ubicado sobre la Av. Simón Bolívar, sector Universidad Internacional a 10 minutos del túnel Oswaldo Guayasamín, Cantón Quito, Provincia de Pichincha.

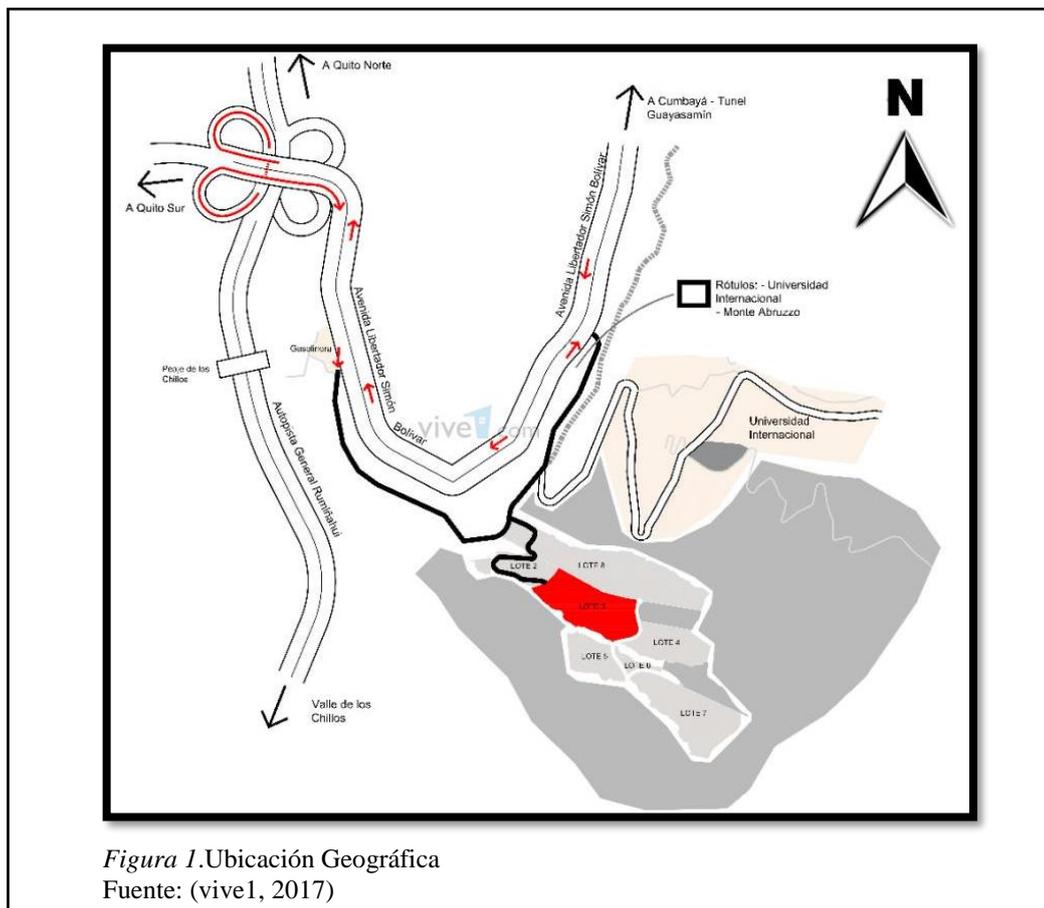




Tabla 1. *Coordenadas UTM*

DATUM - UTM WGS 84		
ZONA	ESTE (X)	SUR (Y)
17 M	781311.00 m	9972002.00 m

Elaborado por: Los Autores

1.4.2 Área de Estudio

El área de estudio proyectada comprende 370 m² correspondientes al sector en el que estará implantado el muro circular. El área se encuentra dentro de la Urbanización la Toscana.



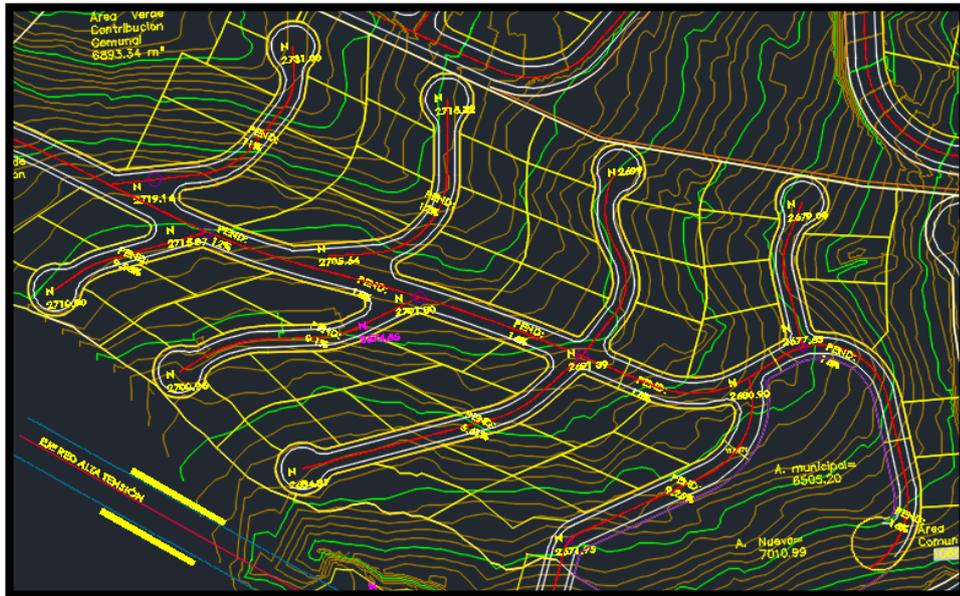
1.4.3 Topografía y Relieve

La topografía del proyecto está comprendida entre las cotas 2650.00 y 2662.00 m.s.n.m. correspondiente a un relieve montañoso. El nivel del proyecto está ubicado a los 2660.61 m.s.n.m. Además, se puede decir que la pendiente media de todo el proyecto es del 23%.



La pendiente correspondiente al lugar de implantación del muro es del 60%. Pudiendo mencionar que el sector tiene una topografía bastante irregular en ciertas zonas.

Figura 5. Levantamiento Topográfico



Elaborado por: Los Autores

1.4.4 Infraestructura y Servicios

Al ser una Urbanización Privada esta contará con infraestructura de vivienda, vías de acceso, jardines, áreas recreativas, un sistema vial interno con amplias calzadas y caminos. El muro de contención formará parte de estas vías de acceso para el ingreso a un área lotizada.

1.4.5 Vialidad

Al encontrarse en una urbanización privada las vías de acceso serán únicamente para el ingreso a las viviendas o áreas recreativas que la conforman como se muestra en la figura N°6. Por esta condición el muro a diseñarse en el presente proyecto estará sometido a sobrecargas de tránsito mínimas.



Figura 6. Proyecto Futuro de Urbanización
Fuente: (vive1, 2017)

1.5 Aspectos Físicos

1.5.1 Características Climáticas

Las características climáticas del sector corresponden a las de la ciudad de Quito, las cuales están comprendidas por un clima subtropical de tierras altas. Este clima puede verse sectorizado; siendo el sur la parte más fría al tener mayor altitud, el centro al tener una menor altitud es un poco más caluroso y el norte de la ciudad tiene temperaturas más templadas. Además, hay que recalcar que la temperatura en la noche es bastante fría.

En general el clima del sector es un clima templado a lo largo de todo el año al igual que el de la Ciudad, con temperaturas entre los 10°C hasta los 27°C y destacando dos temporadas a lo largo del año; una época seca correspondiente a los meses de junio hasta septiembre y una época lluviosa comprendida entre el mes octubre hasta mayo. Debido a la ubicación cercana a la línea Ecuatorial se considera que la ciudad tiene condiciones primaverales durante el año.

Parámetros climáticos promedio de Quito													[ocultar]
Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. abs. (°C)	33.0	28.6	32.0	25.6	30.4	29.0	31.0	27.0	29.0	27.0	29.3	29.0	33.0
Temp. máx. media (°C)	19.1	19.1	19.1	19.4	19.2	19.7	19.8	20.3	20.3	20.1	19.3	19.3	19.6
Temp. media (°C)	13.4	13.6	13.4	13.6	13.7	13.8	13.9	14.0	13.8	13.7	13.3	13.5	13.6
Temp. mín. media (°C)	9.6	9.7	9.8	9.9	9.6	9.1	8.6	8.7	8.9	9.0	9.1	9.9	9.3
Temp. mín. abs. (°C)	1.0	0.0	-5.0	0.0	-1.0	0.0	0.0	0.6	0.9	1.0	0.0	0.0	-5.0
Precipitación total (mm)	65.0	104.2	123.1	149.8	98.2	41.4	22.0	28.0	60.0	119.3	87.9	76.3	975.2
Días de precipitaciones (≥ 1.0 mm)	10	11	15	15	13	7	5	5	11	14	11	11	128
Horas de sol	167	140	132	136	164	189	219	216	186	167	167	175	2058
Humedad relativa (%)	80	81	82	82	80	75	67	65	70	79	79	79	76.6

Figura 7. Características climáticas de la ciudad en donde se encuentra el proyecto

Fuente: INAMHH

CAPÍTULO 2

Marco Teórico

2.1 Muros de Contención

Es una estructura que debido a su gran magnitud y peso ejerce un efecto estabilizador sobre una masa de suelo, con el fin de evitar que los esfuerzos horizontales producidos por el empuje del suelo o cargas externas sobre la misma provoquen que esta falle.

Esta estructura se hace necesaria cuando los parámetros internos de corte (ángulo de fricción y cohesión) del suelo no son suficientes para evitar que grandes masas de suelo se desprendan.

2.2 Clasificación de muros de Contención

La clasificación de muros de contención puede realizársela en dos grupos, muros de contención rígidos y muros de contención flexibles.

2.2.1 Muros de Contención Flexibles

Son aquellos muros propensos a deformaciones bajo la acción de cargas, ya que no están constituidos por elementos rígidos.

Estos muros de contención flexibles se clasifican en:

- Pantallas.
- Entibaciones.
- Suelo mecánicamente estabilizado por el sistema Terramesh.

2.2.1.1 Pantallas

- Tablestacas: muros conformados por elementos que comúnmente son de acero o de hormigón armado entrelazados entre sí, la estabilidad de este tipo depende del anclaje en la base empotrada, del soporte lateral o de la sujeción que dichos elementos tengan hacia elementos rígidos.
- Pantallas de paneles prefabricados de hormigón: están constituidas de paneles de hormigón los cuales comúnmente tienen forma rectangular por su fácil armado. Estos paneles son colocados en zanjas las cuales tendrán dimensiones ligeramente superiores a los de los paneles.
- Muros pantalla o Pantallas de hormigón: estos muros están constituidos de paneles de hormigón que, a diferencia del punto anterior, estos son realizados en campo.

2.2.1.2 Entibaciones

Es un muro constituido por elementos de acero y tablonés de madera, este muro se lo utiliza cuando el terreno tiene una baja estabilidad.

Estos muros son de gran utilidad cuando los proyectos son pequeños y medianos ya que resultan seguros y económicos.

2.2.1.3 Sistema TERRAMESH®

Un muro de contención diseñado y construido en el sistema TERRAMESH® tiene su fundamento en la teoría de suelos reforzados con la diferencia de que el sistema TERRAMESH® es reforzado con mallas hexagonales sujetas a doble torsión las cuales conforman una caja en el paramento frontal la cual estará llena de piedras bola, semejante a muro de gaviones, sin embargo, este sistema presentará además

una cola de refuerzo y un malla adicional de refuerzo lo cual aumentará el esfuerzo de tracción del suelo del muro evitando de esta manera las deformaciones horizontales cuando se aplica cargas sobre el muro.

Además de estas características el sistema TERRAMESH® presenta otros tipos de ventajas los cuales lo hacen un sistema óptimo en la construcciones de muros de gran altitud; el sistema TERRAMESH® presenta una gran flexibilidad frente a los asentamientos del suelo de cimentación evitando daños en la estructura, debido a su paramento frontal este sistema garantiza el drenaje del relleno evitando de esta manera presiones de poros las cuales pueden desestabilizar el muro, una de las grandes ventajas que posee este sistema es la simplicidad constructiva ya que no necesita mano de obra especializada, maquinaria o herramientas especiales, ventaja que permite un ahorro de recursos económicos como a su vez permite mejorar el tiempo de construcción.

2.2.2 Muros de Contención Rígidos

Son cualquier tipo de muro que posee una alta resistencia a las deformaciones producidas por el empuje del relleno.

Estos tipos de muros se subdividen en:

- Gravedad.
- Contrafuertes.
- Voladizos.

2.2.2.1 Muros de contención a Gravedad

Este tipo de muros resisten el empuje del relleno debido a la gran masa que poseen. El hormigón sin refuerzo es el material más común y adecuado para la construcción del mismo.

En el diseño de este tipo de muro es primordial mantener el eje de compresión dentro del tercio central de la base.

Este tipo de muros suelen ser comúnmente utilizados en alturas de hasta 5-6 m debido al bajo costo que representan a la obra, a medida que la altura aumenta se hace imprescindible el uso de otro tipo de muro debido a que el costo tiende a subir por las grandes dimensiones que este requiere.

Para evitar que el costo del muro sea alto, se debe procurar que la base sea lo más pequeña posible, pero sin dejar de lado que debe ser lo suficientemente ancha para dar estabilidad al volcamiento y al deslizamiento y además para evitar que los esfuerzos transmitidos por el muro, sean mayores a la capacidad portante del suelo.

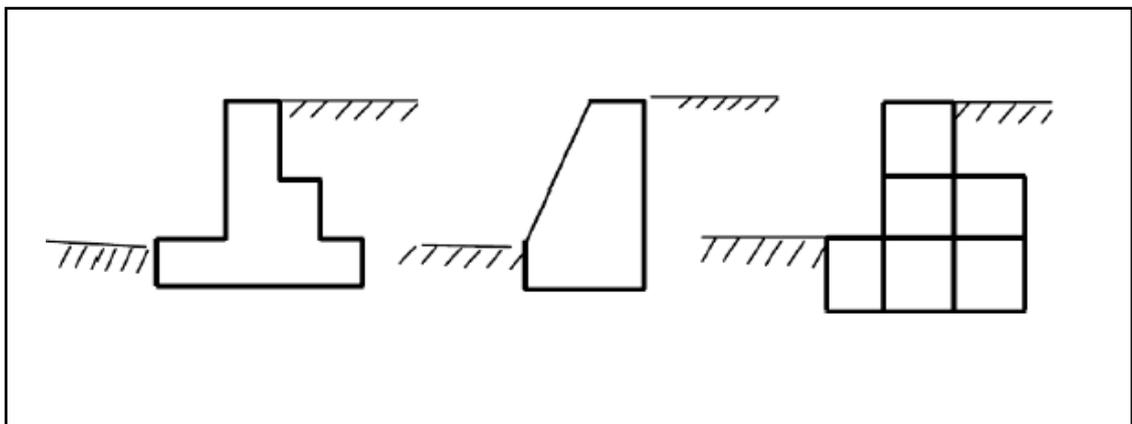


Figura 8. Muros de contención a gravedad
Fuente: (Torres, 2008)

2.2.2.2 Muros de contención con contrafuertes

Este tipo de muros son estables debido al peso del terreno que actúa sobre él.

La pantalla y la base se unen mediante contrafuertes o una especie de nervios los cuales actúan como arriostramiento en tensión modificando los apoyos de las pantallas y de la base.

La pantalla de estos muros son las que resisten los empujes del relleno trabajando como losa continua apoyada en los contrafuertes, es decir que el refuerzo principal de los muros está colocado de manera horizontal, siendo de esta manera un muro de hormigón armado, el cual será económico para alturas mayores a 10m.

Estos contrafuertes pueden ser colocados en los dos lados de la pantalla, ya sea en contacto con el relleno como en la parte exterior lo cual estéticamente no es recomendable. Este muro con contrafuertes representa una solución más avanzada al muro en voladizo ya que al aumentar la altura se hace necesario que el espesor de la pantalla aumente, resolviendo este problema con la presencia de contrafuertes, sin embargo, el proceso constructivo se dificulta debido a que el encofrado, armado del refuerzo y vertido del hormigón se vuelven complejos.

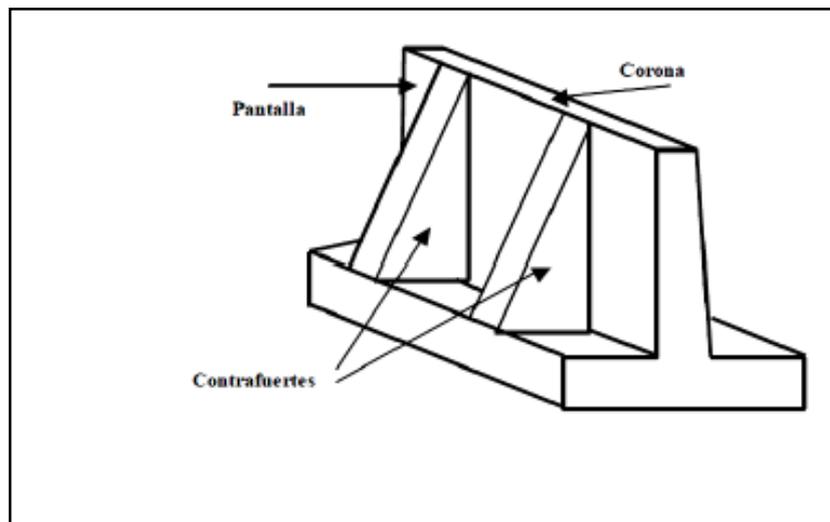


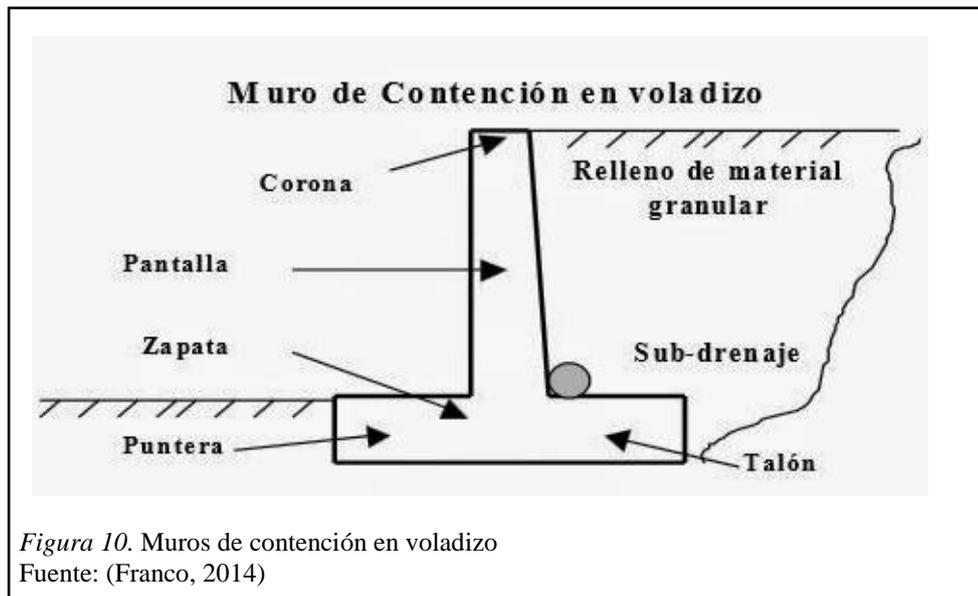
Figura 9. Muros de contención con contrafuertes
Fuente: (Torres, 2008)

2.2.2.3 Muros de contención en voladizo

Estos muros son generalmente construidos de hormigón armado los cuales obtienen su estabilidad debido al peso del relleno.

Los elementos de un muro de contención son los siguientes:

- Talón
- Dedo o puntera
- Pantalla



Talón: Es la parte de la zapata que queda bajo el relleno y del trasdós el cual es la superficie interna de la pantalla que se encuentra en contacto con el relleno.

Dedo o Puntera: Es la parte de la zapata que queda por debajo del intrados el cual es la superficie externa de la pantalla, además la punta no está introducida en el relleno.

Pantalla: Es la parte del muro que se levanta a partir de la zapata; esta pantalla tendrá una altura en función de la topografía del lugar y un espesor el cual será dado en función de la carga que deba soportar.

CAPÍTULO 3

Información básica necesaria del suelo del lugar del proyecto

3.1 Propiedades Físicas del suelo

Las propiedades físicas de los suelos serán definidas en función de los ensayos realizados en laboratorios siguiendo lo establecido por las normas en vigencia para cada uno; es así que se realizaron los siguientes ensayos:

3.1.1 Granulometría

Los ensayos de granulometría se los realizaron utilizando la norma ASTM D-422.

Las granulometrías fueron realizadas para dos tipos de suelos; el suelo de cimentación y el suelo de relleno o mejorado.

Para lo cual se obtuvo lo siguiente:

- Suelo de relleno o mejorado

Tabla 2. *Granulometría del suelo de relleno*

Abertura (mm)	Pasante (%)
40	100.00
25	90.83
20	73.29
12.5	65.96
10	64.54
5	61.58
2	58.79
0.4	53.14
0.080	33.70

Elaborado por: Los Autores

Abertura (mm)	Pasante (%)
40	100.00
25	100.00
20	100.00
12.5	100.00
10	100.00
5	100.00
2	99.04
0.4	95.93
0.080	71.49

Tabla 3. *Granulometría del suelo de cimentación*

Elaborado por: Los Autores

3.1.2 Límites de Consistencia

Los ensayos de límites de consistencia fueron realizados siguiendo lo especificado por la norma ASTM D 4318-84.

- Límite Líquido

Para los suelos del proyecto se obtuvo los siguientes datos:

LÍMITE LÍQUIDO	
TIPO DE SUELO	LL (%)
SUELO DE CIMENTACIÓN	49.62
SUELO MEJORADO	35.32

Tabla 4. *Límite Líquido de los suelos del proyecto*

Elaborado por: Los Autores

El proceso de cálculo y los datos requeridos para el mismo serán adjuntados en el Anexo N°1.

- Límite Plástico

Para los suelos del proyecto se obtuvo los siguientes datos:

LÍMITE PLÁSTICO	
TIPO DE SUELO	LP(%)
SUELO DE CIMENTACIÓN	41.37
SUELO MEJORADO	25.15

Tabla 5. *Límite Plástico de los suelos del proyecto*

Elaborado por: Los Autores

El proceso de cálculo y los datos requeridos para el mismo serán adjuntados en el Anexo N°1.

- Índice de Plasticidad

Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, siendo este un indicador de la plasticidad de los suelos, siendo así, se dice que a mayor IP del suelo mayor será la plasticidad del mismo.

El índice de plasticidad de los suelos del proyecto son los siguientes:

ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
TIPO DE SUELO	IP (%)
SUELO DE CIMENTACIÓN	8.25
SUELO MEJORADO	10.17

Tabla 6. *Índice de Plasticidad de los suelos del proyecto*

Elaborado por: Los Autores

3.1.3 Clasificación SUCS

La clasificación SUCS se la realiza en función del porcentaje de suelo que pasa cada tamiz especificado, además tiene en cuenta el límite líquido y el índice de plasticidad.

En función de lo mencionado se tiene la siguiente clasificación para los dos tipos de suelo:

CLASIFICACIÓN SUCS		
TIPO DE SUELO	CLASIFICACIÓN	INDICADOR
SUELO DE CIMENTACIÓN	LIMO ARENOSO DE BAJA PLASTICIDAD	ML
SUELO MEJORADO	GRAVA LIMOSA CON ARENA	GM

Tabla 7. *Clasificación SUCS de los suelos del proyecto*

Elaborado por: Los Autores

El proceso de cálculo y los datos requeridos para el mismo serán adjuntados en Anexo N°2.

3.2 Características Físicas y Mecánicas del suelo

Es de gran importancia conocer las características que presenta el suelo mecánicamente con la finalidad de obtener los parámetros necesarios para el diseño del muro de contención del presente proyecto.

Se realizaron los siguientes procesos para llegar a obtener el ángulo de fricción y la cohesión tanto del suelo de relleno como del suelo de cimentación.

3.2.1 Compactación

Los datos obtenidos del ensayo de compactación fueron: pesos unitarios secos del suelo al 95% de compactación y la humedad óptima; valores los cuales se presentan a continuación:

Peso Volumetrico 95% de compactación		
Tipo de suelo	$\gamma(\text{g/cm}^3)$	%W
Relleno	1.88	16.06
Cimentación	1.60	36.71

Tabla 8. *Peso unitario húmedo al 95% de compactación del suelo del proyecto*

Elaborado por: Los Autores

El proceso de cálculo y los datos requeridos para el mismo serán adjuntados en el Anexo N°3.

3.2.2 Suelo de relleno

3.2.2.1 Ángulo de Fricción

El ángulo de fricción será obtenido en función de la tabla definida por el American Petroleum Institute para suelos netamente friccionantes, tabla que expresará el ángulo de fricción en función de la densidad y la descripción del suelo.

Para lo cual se tiene los siguientes datos:

- Clasificación SUCS: Grava Limosa con Arena (GM)
- Debido a que el relleno es compactado la densidad del suelo será muy alta.

Density	Soil Description	Soil-Pile Friction Angle
Very Loose Loose Medium	Sand Sand-Silt*** Silt	15
Loose Medium Dense	Sand Sand-Silt*** Silt	20
Medium Dense	Sand Sand-Silt***	25
Dense Very Dense	Sand Sand-Silt**	30
Dense Very Dense	Gravel Sand	35

Tabla 9. *Ángulo de fricción para suelos sin cohesión*

Fuente: (API, 2002)

Tabla de la cual se obtuvo el siguiente valor de ángulo de fricción:

$$\Phi = 35^\circ$$

3.2.2.2 Cohesión

La cohesión que se asumirá para el cálculo del presente proyecto será de cero, considerando que el relleno es un suelo granular y se hará un diseño conservador al despreciar el efecto cohesivo que pudiese tener el suelo de relleno.

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

3.2.3 Suelo de cimentación

Para definir los parámetros de corte del suelo de cimentación se utilizó la clasificación SUCS y el ensayo de penetración mediante penetrómetro de bolsillo.

3.2.3.1 Ángulo de Fricción

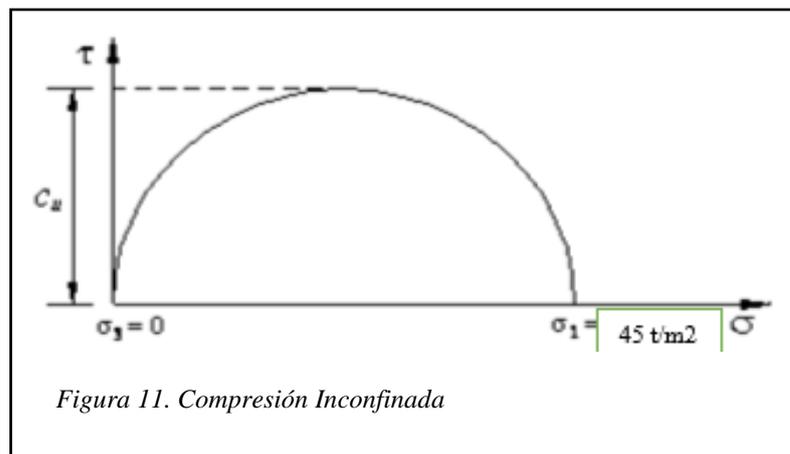
Al realizar el ensayo de penetración se observó que es un suelo netamente cohesivo razón por lo cual se despreciará la fricción; siendo su valor:

$$\Phi = 0^\circ$$

3.2.3.2 Cohesión

La cohesión será obtenida teniendo en cuenta que el ensayo de penetración con penetrómetro de bolsillo funciona como el ensayo de compresión inconfiada.

Por lo tanto:



Fuente: (Paladines, 2011)

Siendo:

$$\sigma_1 = 45 \text{ t/m}^2$$

Fue el máximo valor obtenido al realizar el ensayo de penetrómetro de mano.

Siendo de esta manera el valor de la cohesión la siguiente:

$$C_u = \sigma_1/2$$

$$C_u = 22.5 \text{ t/m}^2$$

3.2.3.3 *Peso Volumétrico*

Los pesos volumétricos de los suelos del proyecto serán analizados de la siguiente manera:

- Suelo del Relleno: será el peso del suelo de lugar mezclado con ripio y compactado al 95% con una humedad óptima del 16.06%.
- Suelo de cimentación: se realizó el ensayo de densímetro nuclear para obtener el resultado de peso volumétrico natural.

Los datos entregados por el Laboratorio de Ensayo de materiales de la Universidad Politécnica Salesiana se adjuntarán en anexos.

Siendo de esta manera los pesos unitarios de los suelos del proyecto los que se presentan a continuación:

Peso Volumétrico	
Tipo de Suelo	$\gamma(\text{g/cm}^3)$
Relleno	1.88
Cimentación Natural	1.48

Tabla 10. *Peso volumétrico de los suelos del proyecto*

Elaborado por: Los Autores

3.3 Capacidad Portante del Suelo

El cálculo de la capacidad portante del suelo se lo realizará mediante la teoría de Skempton, la cual fue desarrollada para aquellos suelos en donde la fricción no exista,

Esta teoría utiliza la siguiente ecuación:

$$q_u = c N_c + \gamma D_f N_q$$

Donde:

q_u : capacidad de soporte última del suelo

N_c : factor de capacidad de carga el cual será obtenido de la siguiente figura:

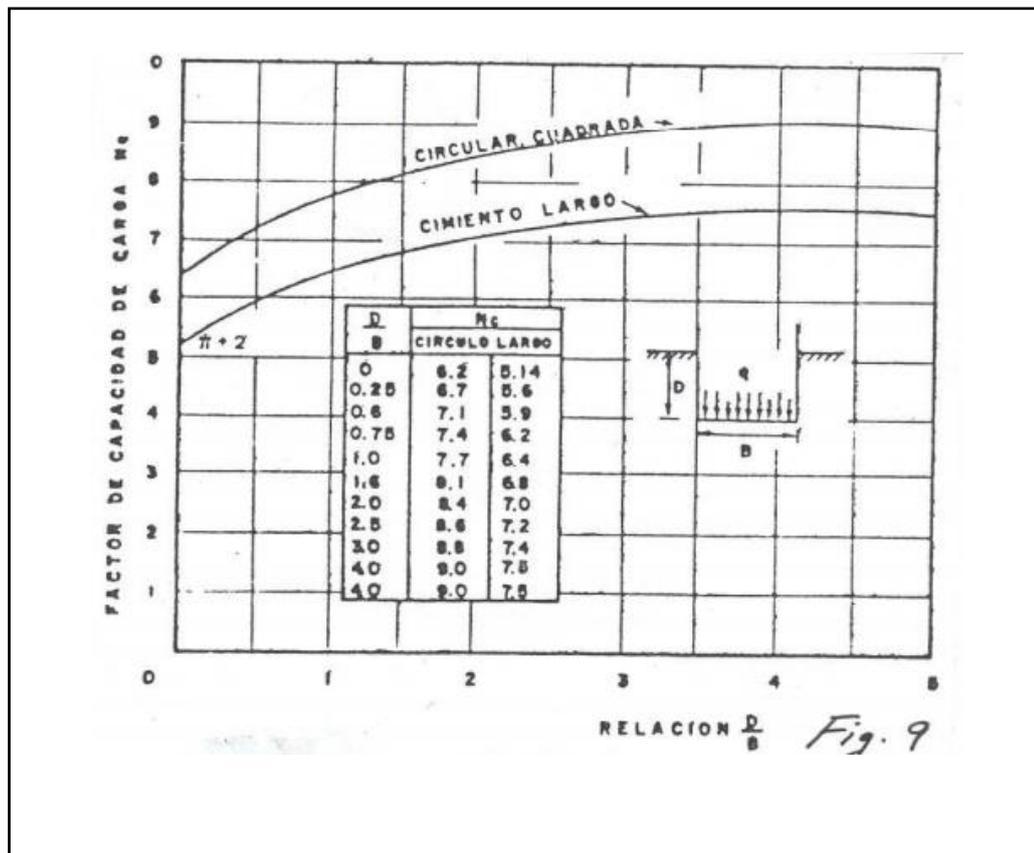


Figura 12. Factor de capacidad de carga N_c
Fuente: (Skempton, 1957)

c : cohesión del suelo valor el cual es 22.5 t/m^2 para el presente proyecto

γ : peso volumétrico del suelo: 1.48 g/cm^3

D_f : profundidad de desplante: 1m

Debido a que los valores de D_f y de γ son pequeños, se despreciará el valor y únicamente se trabajará con el término en el cual interviene la cohesión.

De esta manera se obtiene el siguiente cálculo:

$$\mathbf{q_u = c N_c + \gamma D_f N_q}$$

$$q_u = 22.5 * N_c + 0$$

$$N_c = f (D_f/B)$$

Debido a que el presente proyecto presenta el análisis de una variedad de muros con distintas profundidades de desplante, se optó por utilizar la media de los valores de D_f de los perfiles transversales a diseñar, teniendo como resultado:

$$\mathbf{D_f = 1.08m \approx 1m}$$

Y en el caso de la base, el análisis se realiza para 10 m. de ancho de muro debido a que este es el más crítico.

Teniendo en cuenta los aspectos mencionados la relación D_f/B es igual a 0.1 por lo tanto el valor de $N_c = 5.324$, obteniéndose:

$$q_u = 22.5 * 5.324$$

$$q_u = 119.79 \text{ t/m}^2$$

Por consiguiente, la capacidad portante admisible del suelo para condiciones estáticas, teniendo en cuenta un factor de seguridad de 3 tomado de la Tabla 17 será la siguiente:

$$q_a = q_u / 3$$

$$q_a = 119.79 \text{ t/m}^2 / 3$$

$$\mathbf{q_a = 39.93 \text{ t/m}^2}$$

Y, la capacidad portante admisible del suelo para condiciones pseudoestáticas, teniendo en cuenta un factor de seguridad de 1.5, tomado de la Tabla 18 será la siguiente:

$$q_a = q_u / 1.5$$

$$q_a = 119.79 \text{ t/m}^2 / 1.5$$

$$q_a = 79.86 \text{ t/m}^2$$

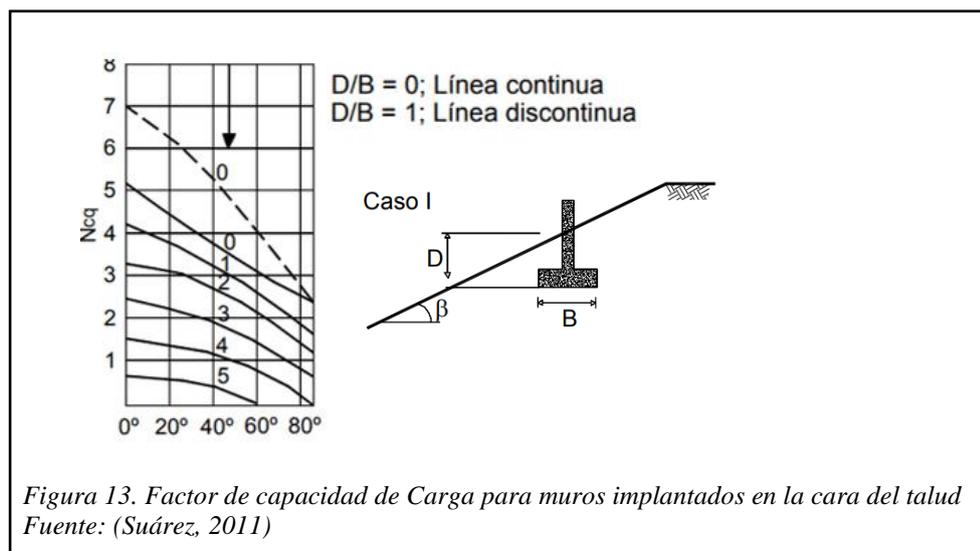
Debido a que ciertos muros se encuentran cimentados en la cara del talud la capacidad admisible del suelo se ve reducido, para lo que se realiza el siguiente análisis únicamente para los muros N°4; N°5; N°6; N°7.

Relación entre la profundidad de empotramiento y el ancho de la base

$$Df/B = 0.1$$

α = ángulo de inclinación del talud

Figura N° 13: factor de capacidad de carga en función del ángulo de inclinación del talud y la relación Df/Bq



En función de lo mencionado se presenta la Tabla 11 que contiene la capacidad admisible de todos los muros para condiciones estáticas y pseudoestáticas cimentados en la cara del talud y en superficies planas.

PARÁMETROS	Df	B	Df/B	α	Ncq	cohesión	qu	qass	qacs
MURO	m	m		°		t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²
N°1	0.60	4	0.15	-	5.42	22.5	121.95	40.65	81.30
N°2	0.61	4	0.15	-	5.42		121.95	40.65	81.30
N°3	0.96	4	0.24	-	5.58		125.55	41.85	83.70
N°4	1.44	6	0.24	29.83	4.00		90.00	30.00	60.00
N°5	1.16	8	0.15	31.22	4.00		90.00	30.00	60.00
N°6	1.22	9	0.14	29.15	4.00		90.00	30.00	60.00
N°7	1.08	8	0.14	21.5	4.20		94.50	31.50	63.00
N°8	1.47	7	0.21	-	5.53		124.43	41.48	82.95
N°9	1.55	6	0.26	-	5.61		126.23	42.08	84.15
N°10	0.77	4	0.19	-	5.49		123.53	41.18	82.35
N°11	0.82	4	0.21	-	5.53		124.43	41.48	82.95

Tabla 11. *Capacidad Portante del suelo para los muros del proyecto*

Realizado por: Los Autores

Donde:

- Df: Profundidad de empotramiento
- B: Base del muro
- α : Ángulo de inclinación del talud
- Ncq factor de capacidad de carga
- qu: capacidad portante última
- qass: capacidad portante admisible sin sismo
- qacs: capacidad portante admisible con sismo

Además, el color salmón identifica a los muros cimentados en superficies planas mientras que el color celeste hace referencia a los muros cimentados en la cara del talud.

Como ya se había mencionado el valor de capacidad de carga N_{cq} fue tomado para el escenario más crítico, con una profundidad media de 1 metros y la base del muro de 10 metros.

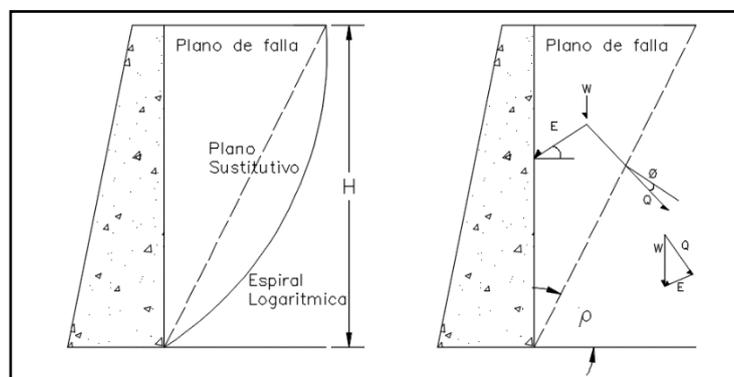
3.4 Empuje de Suelos

El empuje de tierras se presenta al intentar mantener el equilibrio de una masa de suelo a través de la construcción de muros de contención. Para el análisis de este comportamiento se ve necesario el estudio de las Teorías de Coulomb y Rankine. Además, al estar en contacto el suelo se ve necesario conocer las características de este, tanto del que conformará la cimentación como el de relleno.

3.4.1 Teoría de Coulomb

La teoría de Coulomb propone que para el cálculo de la presión lateral de tierra sobre un muro se base en la aplicación de las teorías de equilibrio límite, la que considera que el suelo alcanza la rotura sobre una superficie potencial de falla debido a que la resistencia de este ha sido superada por completo, la teoría se basa en las siguientes hipótesis:

- Un suelo isotrópico y homogéneo, con fricción interna y cohesión.
- Una superficie de falla plana, en la cual se distribuyen uniformemente las fuerzas de fricción.
- Se considera un ángulo de fricción interna entre el muro y el suelo.
- El empuje ejercido sobre el muro corresponde al peso de la cuña de tierra que



se desliza.

Figura 14. Plano de falla
Elaborado por: Los Autores

Del esquema anterior se puede apreciar un peso W de la cuña, el cual se descompone: en la fuerza E que empuja contra el muro y forma el ángulo δ con la normal del paramento interno de este; la fuerza Q , esta a su vez forma el ángulo ϕ con la normal del plano de falla, además de un ángulo ρ formado entre el plano de falla con la horizontal.

Para los cálculos el ángulo de fricción entre el suelo del relleno y el muro se puede considerar aproximadamente:

$$\delta = \frac{\phi}{2} \text{ a } \frac{2}{3}\phi \quad ; \text{ Para superficies parcialmente rugosas}$$

$$\delta \sim \phi \quad ; \text{ Para superficies rugosas}$$

$$\delta = 0 \quad ; \text{ Para superficies lisas}$$

Para el análisis según la teoría de Coulomb se tienen las siguientes ecuaciones para el empuje activo y pasivo respectivamente:

$$Ea = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 Ka \quad ; \quad Ea = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 Kp$$

Y los coeficientes de los empujes:

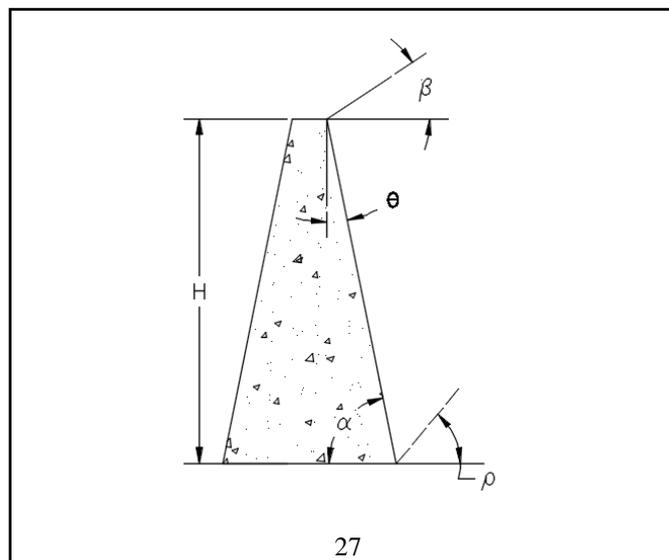


Figura 15. Ángulos que intervienen en el análisis
Elaborado por: Los Autores

$$\alpha = 90^\circ - \phi$$

$$K_a = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{sen}^2\alpha * \text{sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi - \beta)}{\text{sen}(\alpha - \delta) * \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_p = \frac{\text{sen}^2(\alpha - \phi)}{\text{sen}^2\alpha * \text{sen}(\alpha + \delta) \left[1 - \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi + \delta) * \text{sen}(\phi + \beta)}{\text{sen}(\alpha + \delta) * \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

Donde:

Ka= Coeficiente de empuje activo

Kp= Coeficiente de empuje pasivo

α = Ángulo de inclinación del paramento interno del muro

ϕ = Ángulo de fricción interna del suelo

δ = Ángulo de fricción entre el suelo y el muro

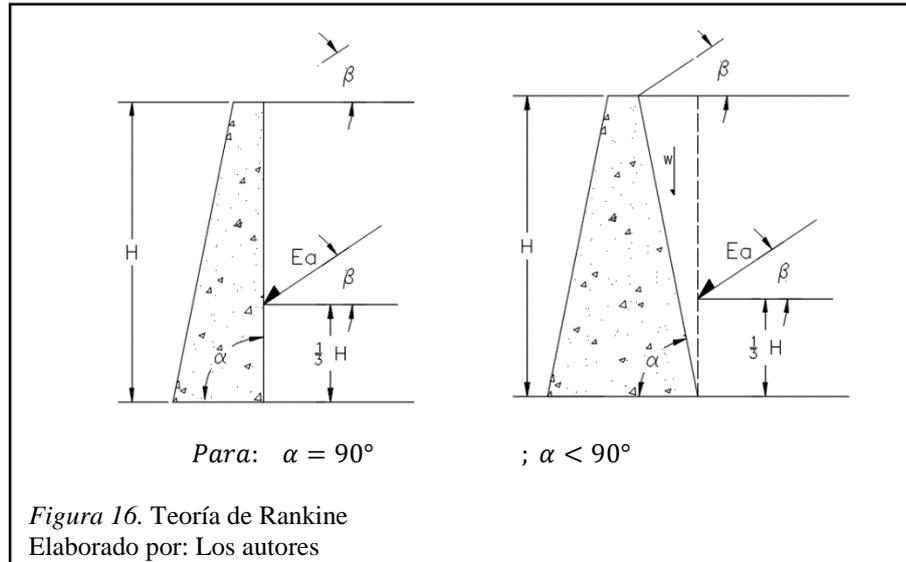
β = Ángulo que forma la superficie del relleno con la horizontal

γ = Peso específico del suelo

H= Altura del muro

3.4.2 Teoría de Rankine

La teoría de Rankine considera la masa de suelo cuando se encuentra al límite de su rotura o equilibrio plástico, para este análisis Rankine asumió que no existía fricción entre el muro y el suelo, y la dirección del empuje es paralela a la inclinación de la superficie del relleno.



Al igual que en la teoría presentada por Coulomb tenemos las siguientes expresiones:

$$Ea = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 Ka \quad ; \quad Ea = \frac{1}{2} * \gamma * H^2 Kp$$

Y los coeficientes respectivos son:

$$Ka = \cos \beta \frac{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

$$Kp = \cos \beta \frac{\cos \beta + \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}{\cos \beta - \sqrt{\cos^2 \beta - \cos^2 \phi}}$$

Para el presente proyecto de titulación se utilizará el método de Coulomb, ya que es un método más general que el método de Rankine, incluyendo parámetros como:

PARÁMETRO	VALOR (UNIDAD)
H	3 – 12 (m)
γ	1,88 (T/m ³)
ϕ	35 (°)
δ	0 (°)
β	0 (°)
α	90 (°)
K_{Ae}	0,271

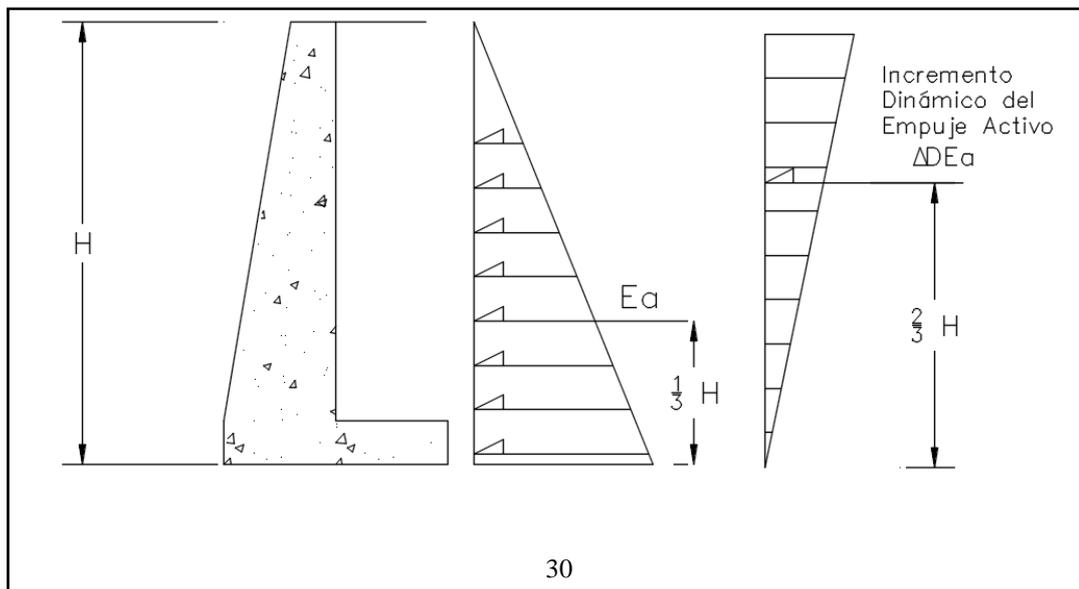
Tabla 12. *Parámetros necesarios para el cálculo del empuje*

Realizado por: Los Autores

De forma conservadora se ha considerado en el cálculo del empuje un valor de $\delta=0$ con un relleno horizontal en la superficie del muro ($\beta=0$) para la conformación del redondel, lo que hace que el coeficiente de empuje de Coulomb y Rankine sean iguales.

3.4.3 Empuje por Efecto Sísmico

El análisis del efecto sísmico considera la teoría propuesta por Okabe y Mononobe para evaluar las presiones sísmicas que desarrollan los suelos sobre los muros, este método considera las aceleraciones pseudo estáticas tanto verticales como horizontales aplicados al plano de falla propuesto por Coulomb.



*Figura 17. Empuje activo incluido el efecto del sismo
Elaborado por: Autores*

La fuerza del sismo que actúa sobre la cuña para suelos sin cohesión ni presencia de nivel freático se descompondrá en fuerza horizontal y vertical, las cuales están relacionadas con las aceleraciones pseudo estáticas de la masa de la cuña de falla:

$$ah = Kh * g \quad y \quad av = Kv * g$$

Donde:

ah y av = Aceleraciones pseudo estáticas horizontal y vertical respectivamente.

Csh y Csv= Coeficiente sísmicos estáticos horizontal y vertical respectivamente.

g= Aceleración de la gravedad.

Los valores requeridos para los cálculos de los coeficientes se pueden evidenciar en el punto 4.1.6.2

El empuje activo total generado por el sismo para las condiciones estáticas se representa por la siguiente ecuación:

$$\Delta Ea = \frac{\gamma * H^2}{2} * (Kas - Ka)(1 - Csv)$$

Donde:

ΔEa = Incremento dinámico del empuje activo.

γ = Peso Unitario del suelo.

H= Altura del muro.

Kas= Coeficiente de presión dinámica del suelo.

Ka= Coeficiente de empuje activo estático.

Csv= Coeficiente sísmico vertical.

El coeficiente de presión dinámico activo será:

$$Kas = \frac{\text{sen}^2(\alpha + \emptyset - \Psi)}{\cos\Psi * \text{sen}^2\alpha * \text{sen}(\alpha - \delta - \Psi) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\emptyset + \delta) * \text{sen}(\emptyset - \beta - \Psi)}{\text{sen}(\alpha - \delta - \Psi) * \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$\Psi = \text{arctg} \left(\frac{Csh}{1-Csv} \right)$$

3.5 Análisis de Equilibrio Límite

El análisis de equilibrio límite permite representar una superficie de rotura del terreno e interpretar una masa de terreno sobre dicho plano la cual se desplazará respecto a la masa inferior, produciendo así dicha falla.

Este método es muy utilizado debido a que su valor de factor de seguridad no es muy alejado de la realidad, cabe mencionar que este análisis es empleado en la estabilización de taludes. Para el presente proyecto al tener taludes como continuación de la topografía bajo los muros implantados se ve necesario realizar ese análisis de forma global independientemente de los factores de seguridad que se obtendrían durante el futuro diseño de los muros en voladizo.

Este factor cuantificará las diferencias entre las condiciones que presenta el talud más la implantación de los diferentes muros, y las condiciones que provocarán la rotura de este. Tomándolo como el valor mínimo para diferentes posibles superficies de falla.

Para la evaluación de este punto se utilizará el software de modelamiento GeoStudio de la empresa GEO-SLOPE International Ltd.

3.5.1 Análisis de estabilidad global de muro en voladizo

Para el presente análisis se colocará las capturas de pantalla del proceso y ejecución en el programa GeoStudio.

Muro N°3

Altura = 6m.

1. Se procede a configurar el programa, el cual realizará el análisis de equilibrio límite por el método de Bishop.
2. Se realiza el ingreso de la geometría con los puntos correspondientes a las secciones transversales de cada muro previamente obtenidos.

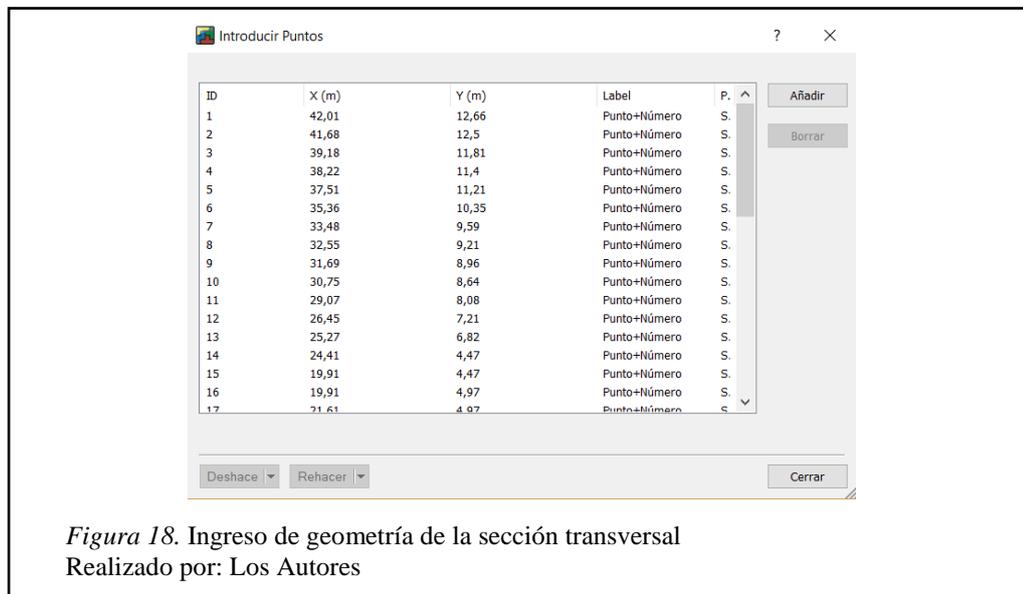
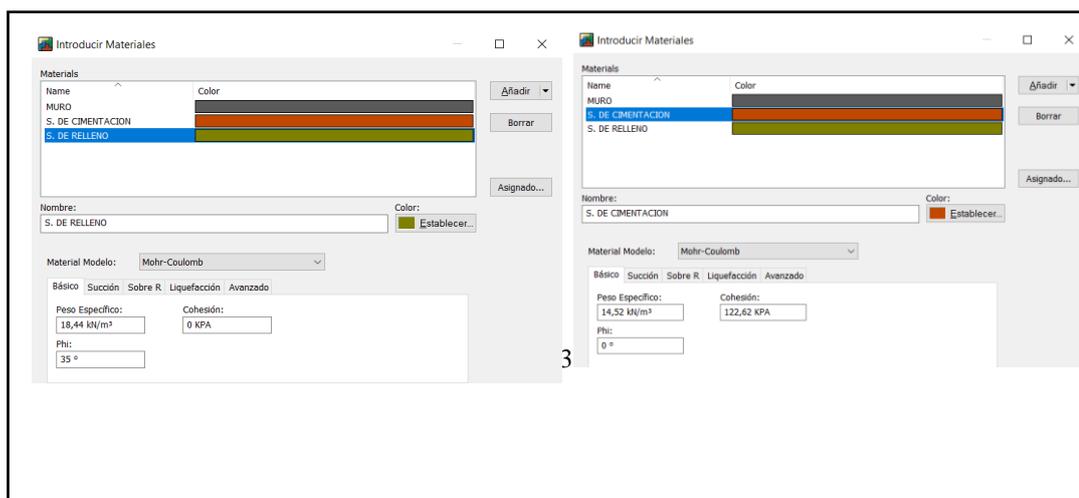


Figura 18. Ingreso de geometría de la sección transversal
Realizado por: Los Autores

3. Se procede a ingresar los pesos específicos del suelo de relleno y cimentación mencionados en la Tabla 10 y adicionalmente el peso específico del hormigón.



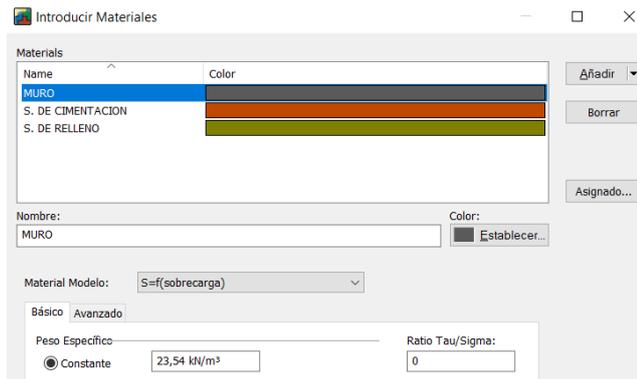


Figura 19. Generación de materiales y colocación de pesos específicos
Realizado por: Los Autores

- Se ingresa la carga vehicular calculada en el punto 4.1.6.1 de 3 t/m^2 , teniendo en cuenta las unidades que requiere el programa.

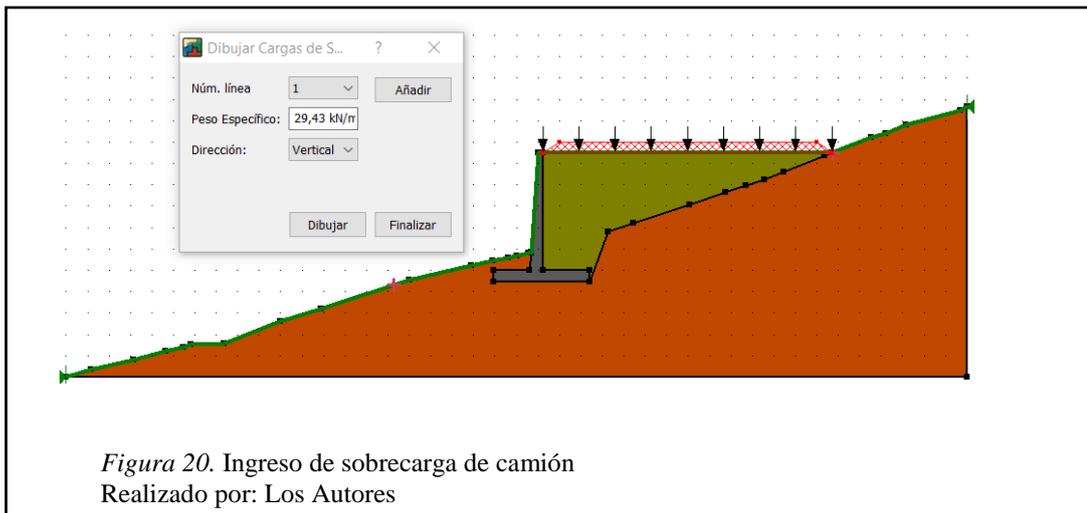


Figura 20. Ingreso de sobrecarga de camión
Realizado por: Los Autores

- A continuación, se procede a ubicar los puntos arbitrarios en los cuales se podría producir la falla.

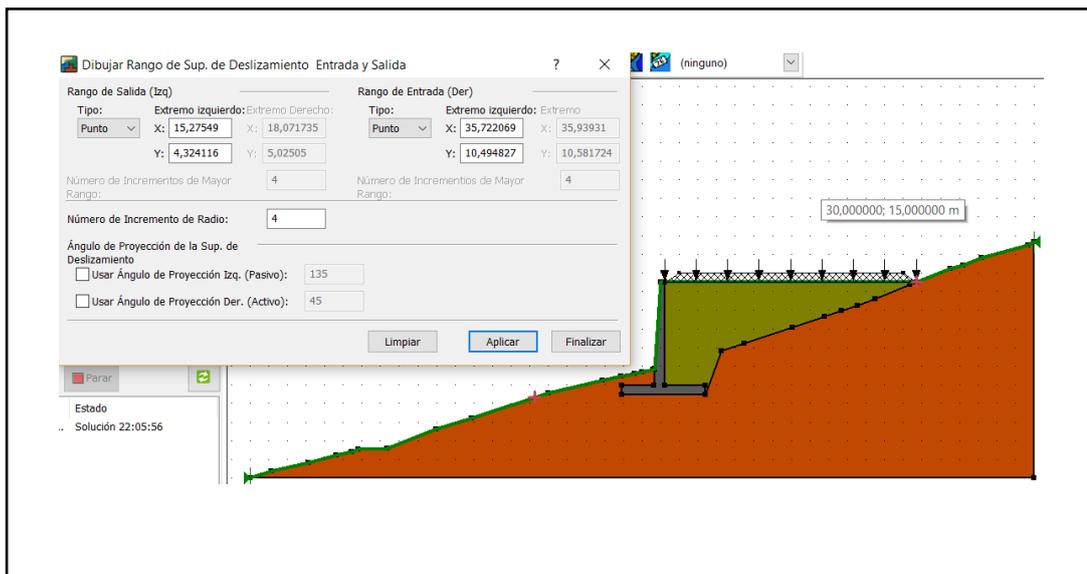
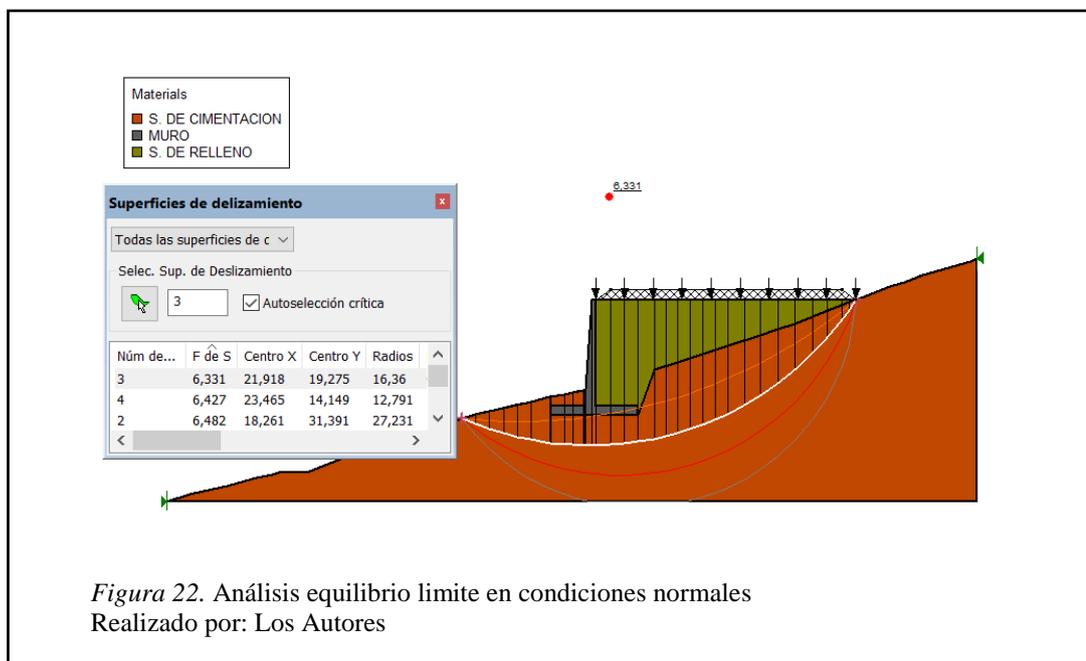


Figura 21. Ingreso de puntos de posible falla
Realizado por: Los Autores

- Se corre el programa, el cual genera los diferentes planos de falla y nos entrega como resultado el valor de factor de seguridad más crítico para dichas condiciones. El valor de factor de seguridad sin tomar en consideración el sismo se encuentra dado en la Tabla 16.



- Para el análisis en condiciones sísmicas se ingresarán los coeficientes calculados en el punto 4.1.6.2 y se repite el proceso de análisis mencionado en el anterior literal.

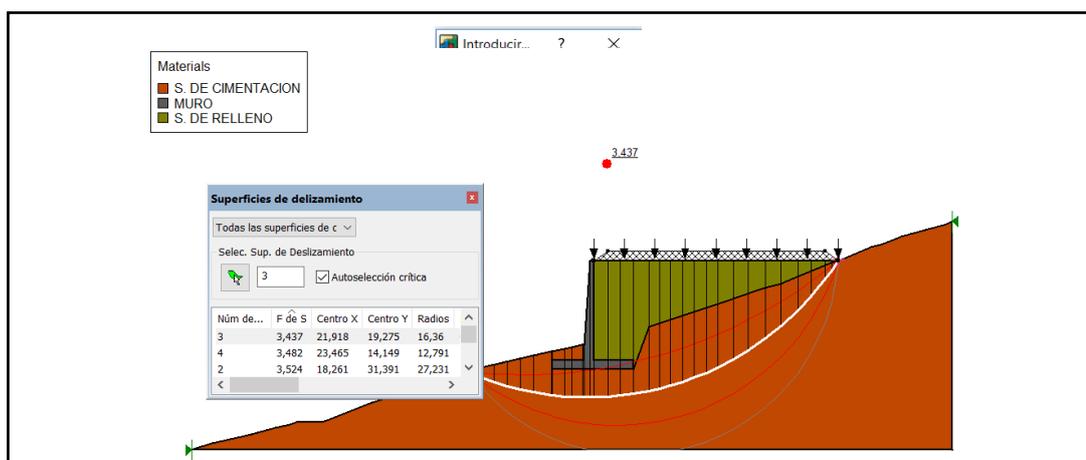


Figura 233. Análisis equilibrio limite en condiciones sísmicas
Realizado por: Los Autores

Los diferentes modelos ejecutados para la evaluación de estabilidad se pueden evidenciar en el Anexo N° 5.

CAPÍTULO 4

Diseño del muro de contención del suelo mecánicamente estabilizado con el sistema TERRAMESH®

4.1 Requerimientos previos necesarios para el diseño

Lo datos necesarios para el diseño del muro de contención mediante el sistema TERRAMESH® son los detallados a continuación:

4.1.1 Topografía perimetral del muro

La figura 18 permite observar la longitud total del muro de contención, además de la distribución a lo largo de la topografía de muros independientes clasificados por la altura.

La abscisa de inicio del muro es la 5+002.69 y la abscisa final es la 5+066.69.

4.1.2 Perfiles transversales del terreno

Estos perfiles permiten conocer el perfil de la montaña que estará atrás y adelante del muro, lo cual indica la altura de relleno o de corte necesarios para implantar el muro.

Estos perfiles se incluyen en el Anexo N°4.

MURO LA TOSCANA

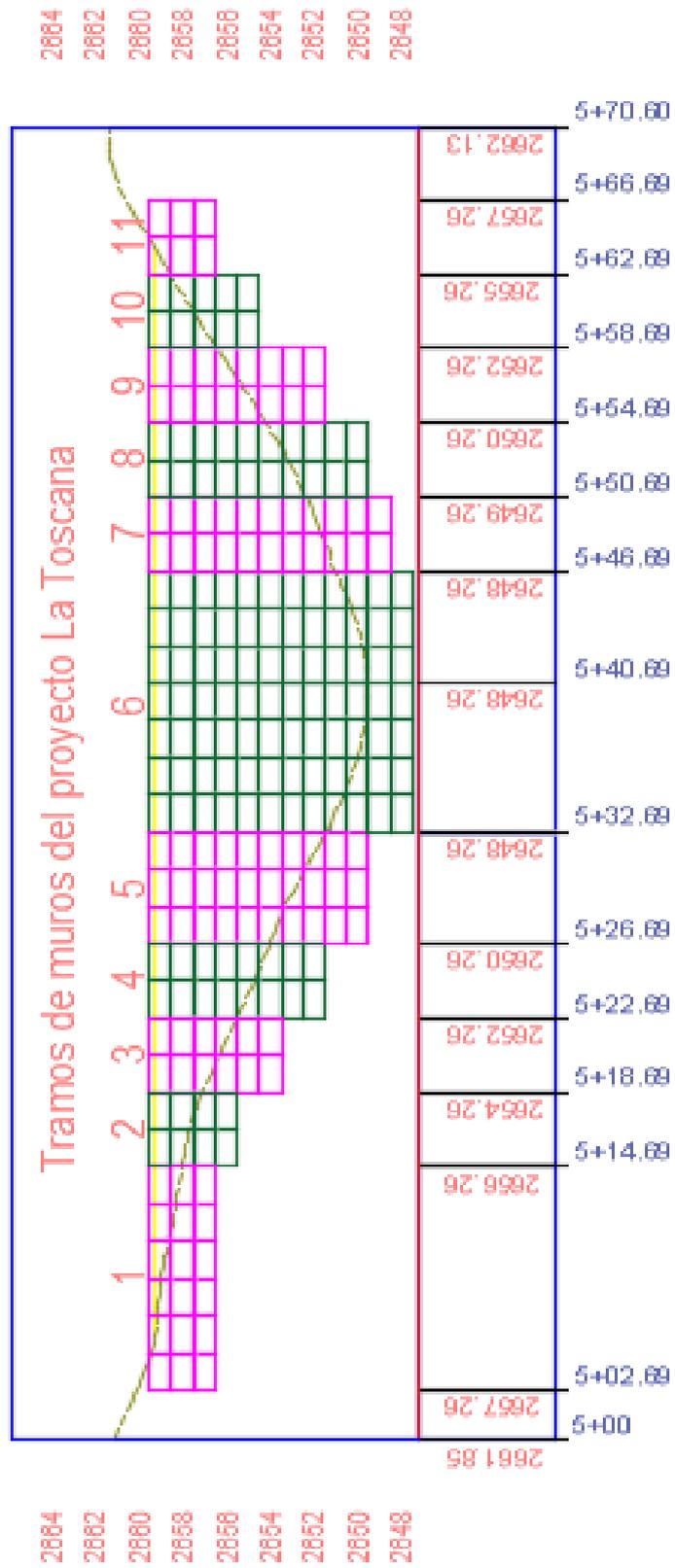


Figura 24. Topografía perimetral del muro
Elaborado por: Los autores

4.1.3 Propiedades del suelo

Las propiedades del suelo hacen referencia al ángulo de fricción, la cohesión, peso volumétrico del suelo de cimentación y del suelo de relleno.

Para lo cual se presenta la siguiente tabla:

PROPIEDADES DEL SUELO			
TIPO DE SUELO	ÁNGULO DE FRICCIÓN	COHESIÓN (T/m ²)	PESO VOLUMÉTRICO (g/cm ³)
SUELO DE CIMENTACIÓN	0	22.5	1.48
SUELO DE RELLENO	35	0	1.88

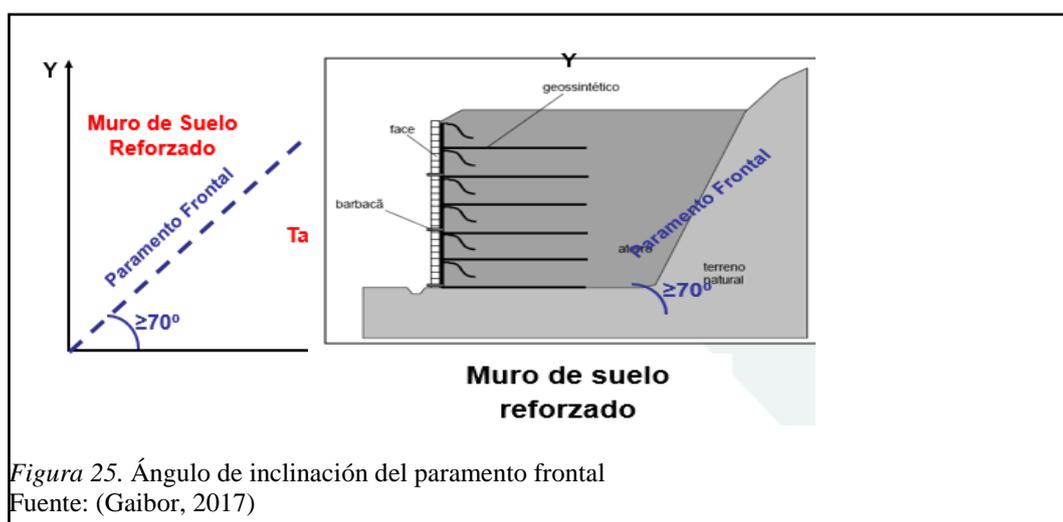
Tabla 13. *Propiedades del Suelo*

Elaborado por: Los Autores

4.1.4 Geometría del muro

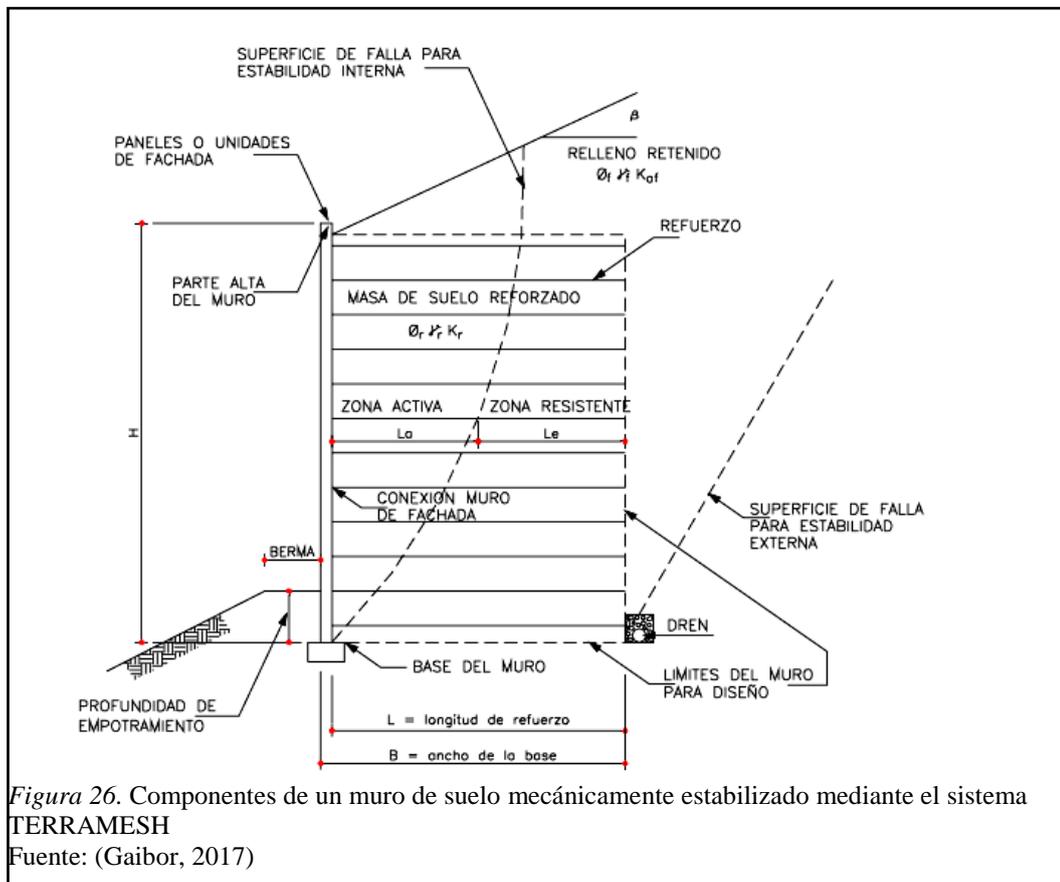
Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

4.1.4.1 Ángulo de inclinación del paramento frontal



El paramento frontal del talud de suelo natural deberá ser cortado con un ángulo de inclinación superior a los 70° con el fin de evitar problemas de falla del talud el momento de la construcción del muro de contención

4.1.4.2 Partes que componen un muro de suelo mecánicamente estabilizado con el sistema TERRAMESH®



La figura 20 presenta los componentes que se deben tener en cuenta al momento de diseñar el muro de contención sean estos, profundidad de empotramiento, berma de seguridad de la cimentación del muro, como sus respectivas medidas geométricas y longitudes de refuerzo.

4.1.4.3 Profundidades mínimas de empotramiento

La tabla 14 presenta las profundidades mínimas de empotramiento de los muros de contención, en función del talud adjunto al paramento frontal del muro de contención. Para el presente proyecto se utilizará una profundidad mínima de $H/10$, siendo H la altura total del muro.

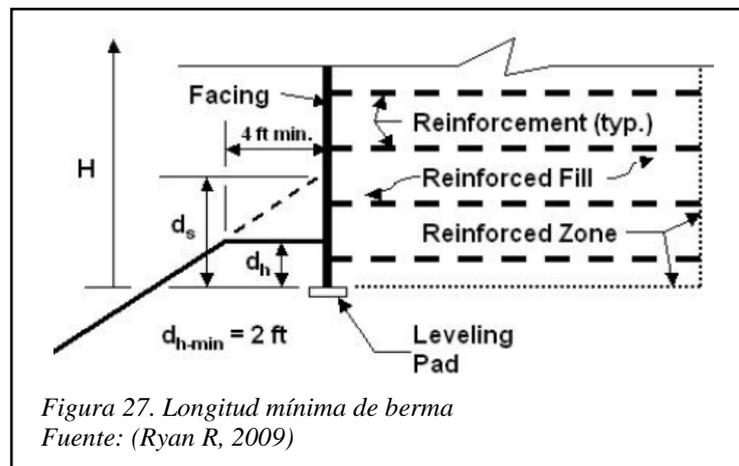
Slope in Front of Wall	Minimum Embedment Depth to Top of Leveling Pad*
All Geometries	2 ft minimum
horizontal (walls)	H/20
horizontal (abutments)	H/10
3H:1V	H/10
2H:1V	H/7
1.5H:1V	H/5

* Minimum depth is the greater of applicable values listed, frost depth, or scour depth.

Tabla 14. Profundidades mínimas de empotramiento

Fuente: (Gaibor, 2017)

4.1.4.4 Longitud mínima de la berma



Esta longitud mínima de berma es necesaria debido a que evita la socavación del suelo en la base del muro cuando este se encuentra cimentado en la cara del talud; la longitud de la berma deberá ser siempre mayor a 1.20m

4.1.4.5 Base del muro

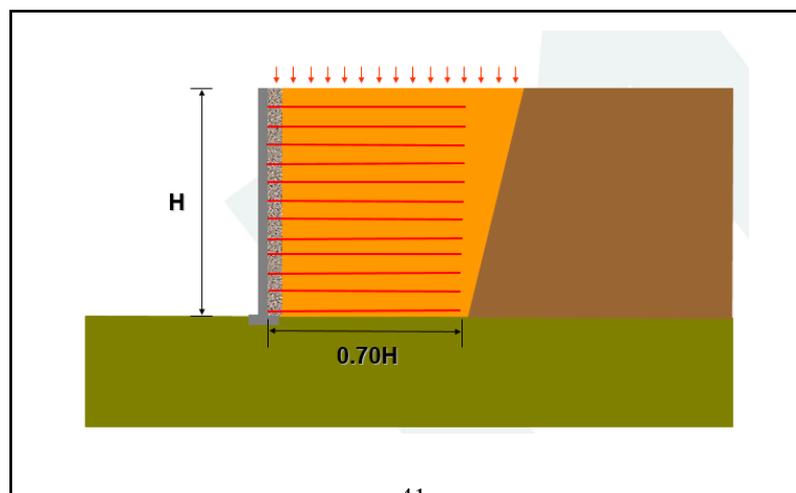
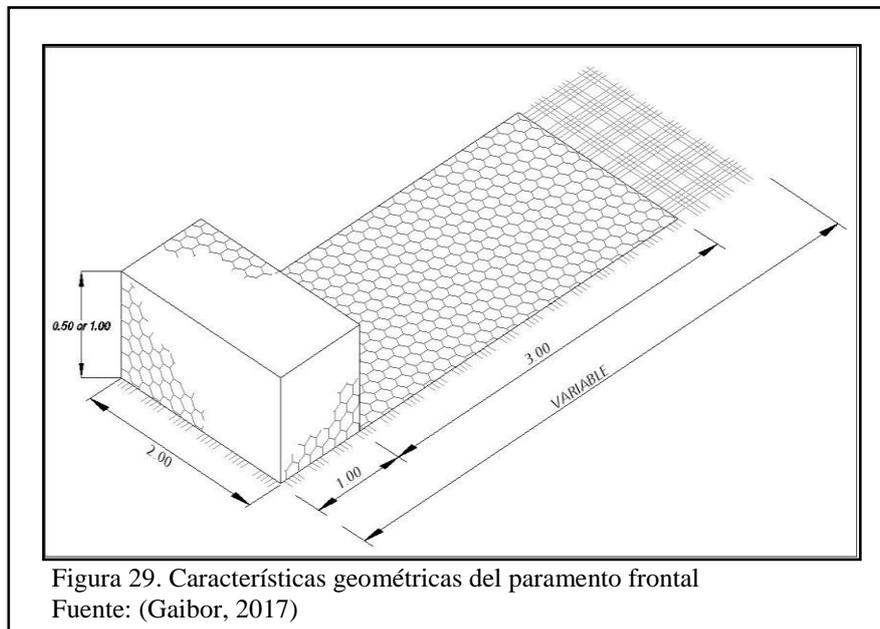


Figura 28. Base del muro de contención
Fuente: (Gaibor, 2017)

Como norma de los diseñadores del sistema TERRAMESH®, la base de un muro cimentada en suelo deberá ser del 70% de la altura y únicamente se podrá reducir este porcentaje si la base del muro es cimentada sobre roca.

4.1.4.6 La geometría de las cajas que conformarán el paramento frontal del muro



La figura 23 presenta las dimensiones constructivas que tendrá el paramento frontal del sistema TERRAMESH®, siendo variable la malla de refuerzo debido a la base del muro.

4.1.5 Especificaciones técnicas del refuerzo

El refuerzo estará constituido por dos elementos los cuales trabajaran en conjunto para dar resistencia al muro realizado con el sistema TERRAMESH®, estos elementos son geomalla y la malla hexagonal de doble torsión revestida con GALMAC® 4R y polímero.

Este refuerzo será el soporte del paramento frontal de gaviones además de que su cola será el soporte del relleno compactado.

La especificación técnica del refuerzo de la caja con su respectiva cola se adjunta en el anexo N°6.

La geomalla es un elemento de refuerzo que ayuda a estabilizar los muros de contención, de suelo reforzado; si el muro reforzado con dicho elemento se encuentra sobre armado, es decir, sus respectivos factores de seguridad sobrepasan por mucho al límite, se puede prescindir de dicho elemento iterando en los muros indistintamente cual lleva y cual no. La malla que se utilizará en el proyecto será la MacGrid® WG90.

La especificación técnica de la geomalla a utilizarse se adjunta en el anexo N°7.

4.1.6 Cargas

Las cargas que se tendrán en cuenta adicionales al peso propio de la estructura serán:

4.1.6.1 Sobrecarga de vehículos

Los valores mínimos de sobrecarga vehicular se presentan en la Tabla 15, estando estos en función de la altura del muro.

Altura del muro	H_s
≤ 1,53 m (5 pies)	1,68 m (5,5 pies)
3,05 m (10 pies)	1,22 m (4,0 pies)
6,10 m (20 pies)	0,76 m (2,5 pies)
≥ 9,15 m (30 pies)	0,61 m (2,0 pies)

Tabla 15. *Altura mínima de relleno equivalente a sobrecarga vehicular*

Fuente: (Torres R. , 2008)

Teniendo en consideración que el muro de contención del proyecto es de forma circular y varía su altura entre los 3 a 12 metros, se utilizará una altura equivalente de sobrecarga de 1.22m, obteniendo de esta manera una carga uniforme de:

$$H_s = \frac{\text{Sobrecarga vehicular mínima}}{\gamma_{\text{relleno}}}$$

$$\text{Sobrecarga vehicular mínima} = H_s * \gamma_{\text{relleno}}$$

$$\text{Sobrecarga vehicular mínima} = 1.22 * 1.88$$

$$\text{Sobrecarga vehicular mínima} = 2.30 \text{ t/m}^2$$

Sin embargo, debido a la presencia de maquinaria pesada que existirá en el proceso de construcción del muro y a que no se posee un análisis de estudio de suelos detallado del lugar de implantación del muro, se utilizará un valor de sobrecarga vehicular de 3t/m², por motivos de seguridad constructiva.

4.1.6.2 Acción del sismo en el muro

“La demanda sísmica para los análisis pseudo estáticos será del 60% de la aceleración máxima en el terreno” (NEC, 2015, p.31).

Por lo tanto:

$$K_h = (0.6 * a_{\text{max}})/g$$

Donde $a_{\max} = Z * Fa$

Para lo cual la Norma Ecuatoriana de la construcción es su capítulo de Riesgo Sísmico establece que los parámetros a utilizarse serán los siguientes:

Para la ciudad de Quito:

$$Z = 0.4$$

Fa es un coeficiente de amplificación del suelo en la zona de periodo corto el cual está en función del tipo de suelo y de la zona sísmica; la ciudad de Quito se encuentra en la zona sísmica categoría V y posee suelos tipo C y D, debido a que no se poseen datos de tipo de suelo, para el presente proyecto se adopta el suelo más común, el tipo C.

Por ende, el Fa del presente proyecto tendrá un valor de acuerdo con la siguiente tabla:

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85
F	Véase Tabla 2 : Clasificación de los perfiles de suelo y la sección 10.5.4					

Tabla 16. Valores de Fa para distintos tipos de suelo

Fuente: (NEC, 2015)

En función de lo mencionado se obtendrá:

$$Kh = (0.6 * a_{\max}) / g$$

$$K_h = (0.6 * Z * F_a) / g$$

$$K_h = (0.6 * 0.4 * g * 1.2) / g$$

$$K_h = 0.288$$

En la mayoría de las normas sísmicas se establece que el coeficiente vertical es 2/3 partes el K_v , en correspondencia con valores medidos en estaciones sismológicas.

$$K_v = (2/3 * K_h)$$

$$K_v = 0.192$$

En estas condiciones los factores de seguridad que establece la NEC se indica en la tabla 17.

CONDICIÓN	CONSTRUCCIÓN	ESTÁTICO	SISMO	PSEUDO ESTÁTICO
Deslizamiento	1.60	1.60	Diseño	1.05
Volcamiento: el que resulte más crítico de:				
Momento Resistente/Momento Actuante	≥ 3.00	≥ 3.00	Diseño	≥ 2.00
Excentricidad en el sentido del momento (e/B)	$\leq 1/6$	$\leq 1/6$	Diseño	$\leq 1/4$
Capacidad Portante	Tabla N°18			
Estabilidad general del sistema:				
Permanente o de Larga duración (> 6 meses)	1.20	1.50	Diseño	1.05
Temporal o de Corta duración (< 6 meses)	1.20	1.30	50% de Diseño	1.00

Tabla 17. *Factores de Seguridad*

Fuente: (NEC, 2015)

CONDICIÓN	F.S.I.M. ADMISIBLE
Carga Muerta + Carga Viva Normal	3.0
Carga Muerta + Carga Viva Máxima	2.5
Carga Muerta + Carga Viva Normal + Sismo de Diseño pseudo estático	1.5

Tabla 18. *Factores de Seguridad para Fundaciones por carga última*

Fuente: (NEC, 2015)

Al haberse calculado una capacidad portante admisible del suelo en condiciones estáticas (FS = 3) y en condiciones pseudoestáticas (FS = 1.5), los esfuerzos en la base del muro deberán ser menores a los valores admisibles tanto para condición estática como sísmica, resaltando con ello que:

$$FS_{pf} \geq 1$$

4.1.7 Software utilizado

El software que se utilizará para el diseño de los muros mediante el sistema TERRAMESH® será MacStars 2000 (Stability Analysis of Reinforced Slopes) propiedad de la empresa Maccaferri.

Este software provee al diseñador los siguientes factores de seguridad:

- Factor de seguridad al deslizamiento.
- Factor de seguridad al volcamiento.
- Factor de seguridad en piso de fundación.
- Factor de seguridad de estabilidad global.
- Factor de seguridad interna de bloques.

4.2 Análisis de Estabilidad Interna del Muro

4.2.1 Tipos de Refuerzo

Los tipos de refuerzo existentes se adjuntan en el anexo N° 6 y en el anexo N°7

Para el presente proyecto se utilizarán los siguientes:

TERRAMESH® System-Galmac® 4R-P (Malla Hexagonal de doble torsión con revestimiento Galmac® 4R y polímero), esta malla será utilizada para el armado del paramento frontal de gaviones y su sobrante de cola servirá de refuerzo; las condiciones físico-mecánicas de la malla se adjuntan en el anexo N°6.

Mc-Grid® WG90, esta malla será utilizada como refuerzo del suelo, la cual tiene la función de hacer que el relleno trabaje como un solo bloque, sin embargo, se puede prescindir de estas mallas en algunas secciones del muro si este se encuentra con factores de seguridad muy superiores a los permisibles; las condiciones físico-mecánicas de la malla seleccionada y de otros tipos de mallas se adjuntan en el anexo N°7.

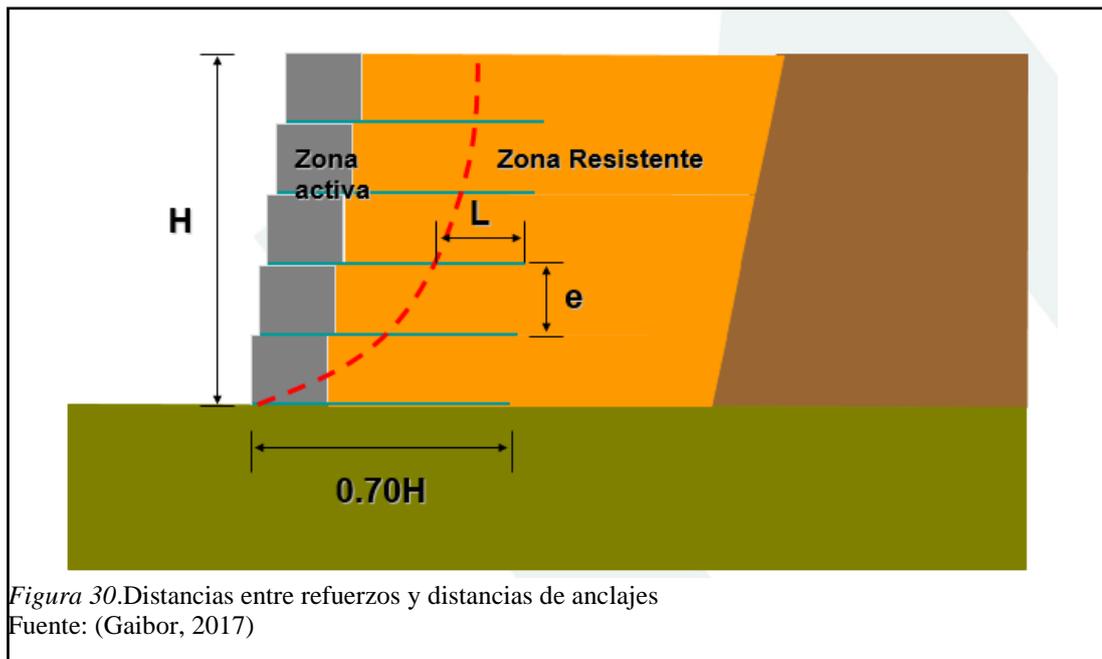
4.2.2 Espaciamiento entre refuerzos

El espaciamiento entre los refuerzos estará dado de la siguiente manera:

Desde la cimentación hasta una altura superior al 30% de la altura total del muro, este debe estar conformado por cajas con una altura de 50cm y por ende el refuerzo también estará colocado a 50cm, pasado el 30% las cajas se armarán de 1 metro de altura y a su vez el refuerzo estará a 1 metro de distancia el uno del otro, sin ser esta una regla aplicable siempre, ya que se puede prescindir del refuerzo en algunos tramos dependiendo de los factores de seguridad del muro, es decir si estos son muy superiores a los permisibles.

4.2.3 Longitud de anclaje

La longitud de anclaje (L) no debe ser menor a 1 m. es decir esta longitud debe sobrepasar el círculo de falla del análisis de estabilidad interna.



Con estas consideraciones se procede a presentar el análisis de estabilidad interna de cada bloque.

4.2.4 Análisis de Estabilidad Interna independiente de cada bloque que conforman los muros

Para el presente análisis se colocará las capturas de pantalla del proceso de diseño de los muros de contención mediante el sistema TERRAMESH[®] tomadas del programa MacStars 2000.

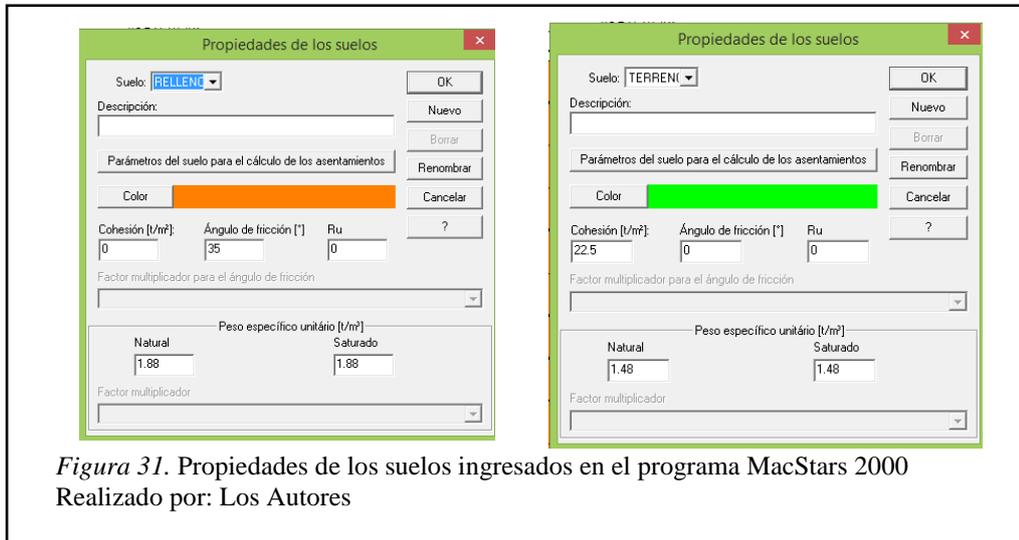
Muro N°1

Altura = 3m.

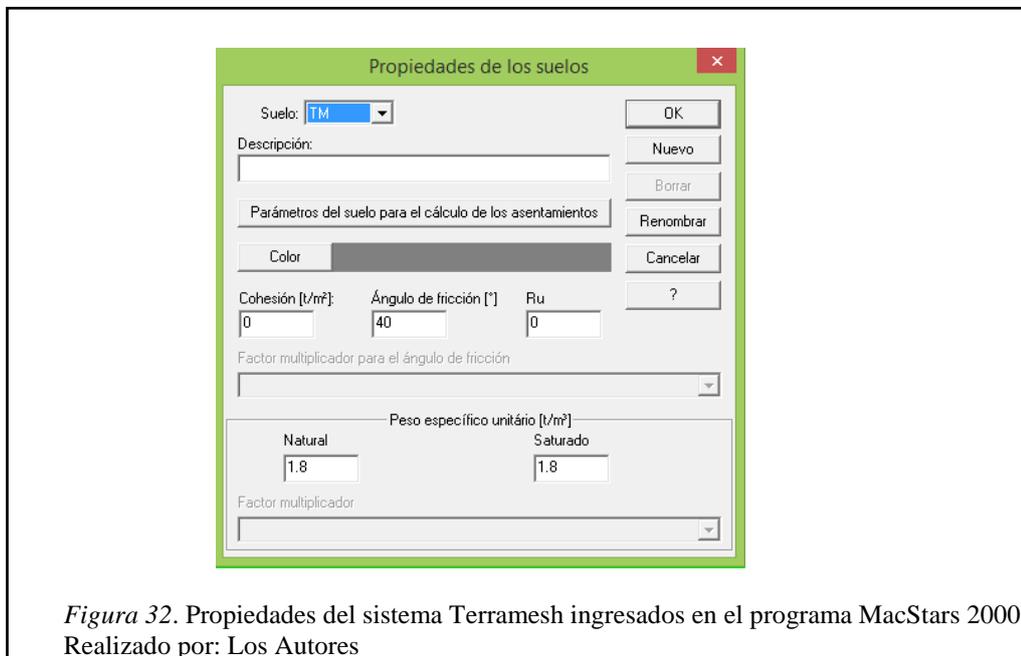
Condición: Estática

8. Propiedades de los suelos

Aquí se procede a ingresar las propiedades mecánicas de los suelos mencionadas en la Tabla 10.

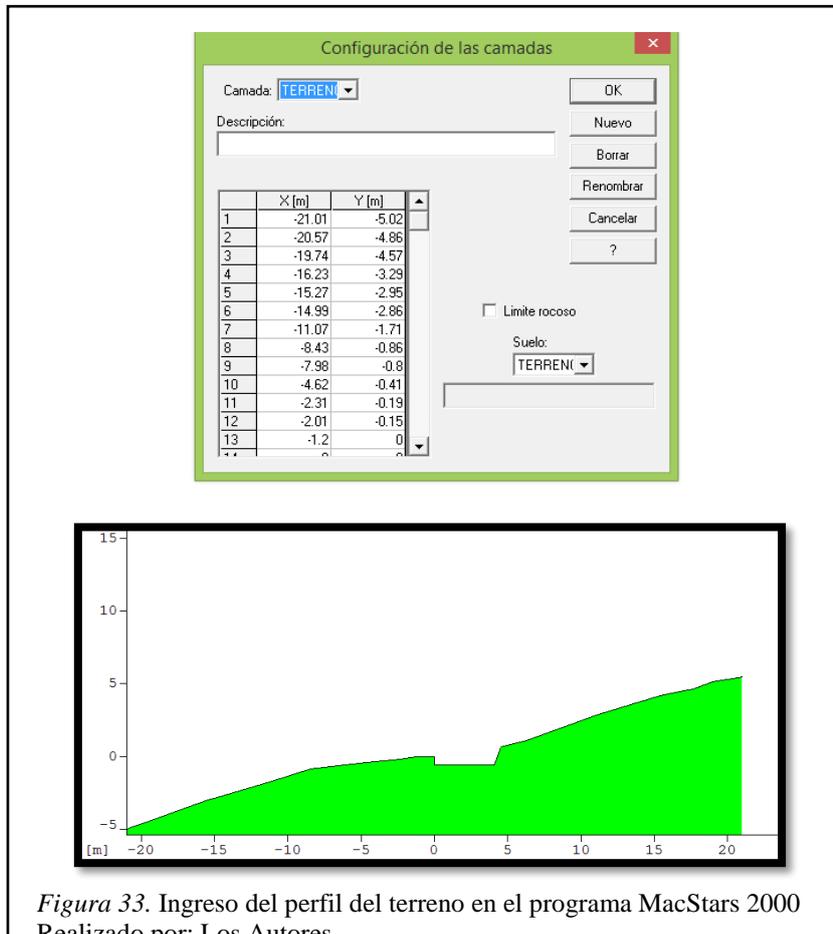


Adicionalmente se agrega las propiedades del paramento frontal TERRAMESH® System:



9. Geometría de las camadas

Aquí se ingresan los puntos topográficos del terreno teniendo en cuenta lo mencionado en las figuras 20, 21, 22, 23 y en la Tabla 14



10. Cargas

Se ingresa la carga vehicular calculada en el punto 4.1.6.1 de 3 t/m^2 , teniendo en cuenta que esta carga estará distribuida en el ancho de dos carriles y sus correspondientes veredas, dando como resultado un ancho de 11m el cual se lo deberá ingresar como abscisa inicial y abscisa final; la abscisa inicial será aquella donde termine el paramento frontal.

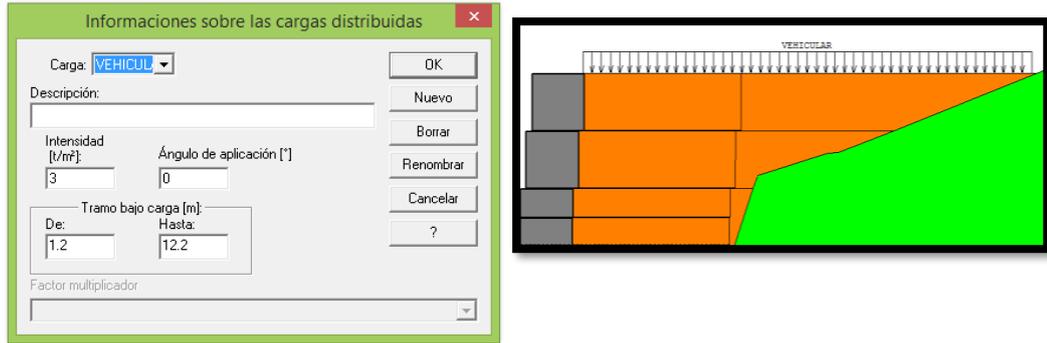


Figura 34. Ingreso de sobrecarga en el muro en el programa MacStars
Realizado por: Los Autores

11. Bloques

Se ingresará la geometría de los bloques del paramento frontal y el material, además se ingresará las dimensiones y el tipo de refuerzo MacGrid®.

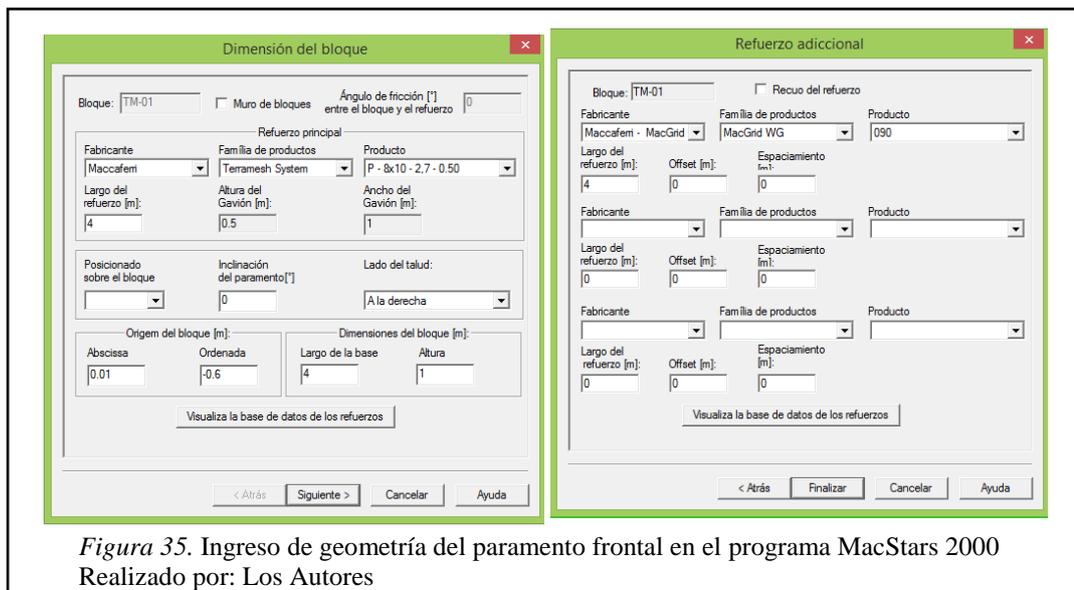


Figura 35. Ingreso de geometría del paramento frontal en el programa MacStars 2000
Realizado por: Los Autores

Este proceso se realizará para cada bloque que posea el muro, cabe decir que la altura de los bloques no deberá ser mayor a 1m, sin embargo, los bloques de cimentación deberán ser divididos en dos bloques de 50cm, esto se realizará en todos los bloques hasta una altura del 30% de la altura total del muro.

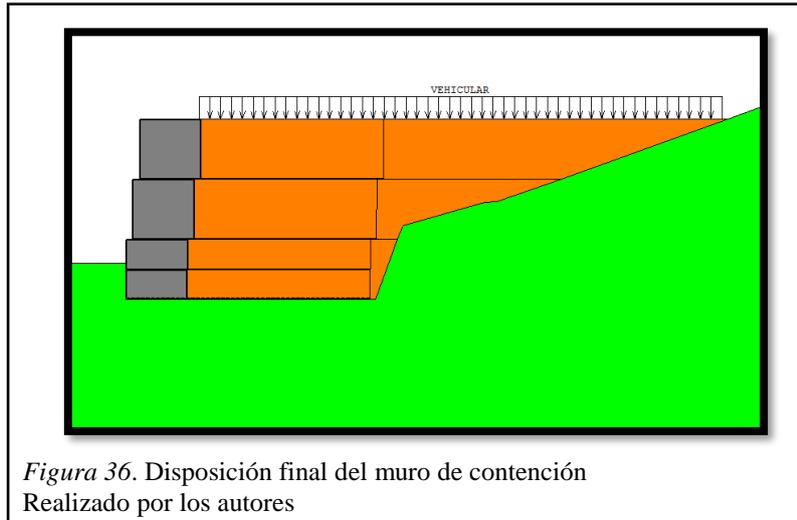


Figura 36. Disposición final del muro de contención
Realizado por los autores

12. Factores de seguridad interna de bloques sin sismo

El programa procede a calcular los factores de seguridad interna de cada bloque, los cuales no deben ser mayores a los permisibles los cuales se encuentran dados en la Tabla 16, valor el cual será tomado para análisis de estabilidad global permanente:

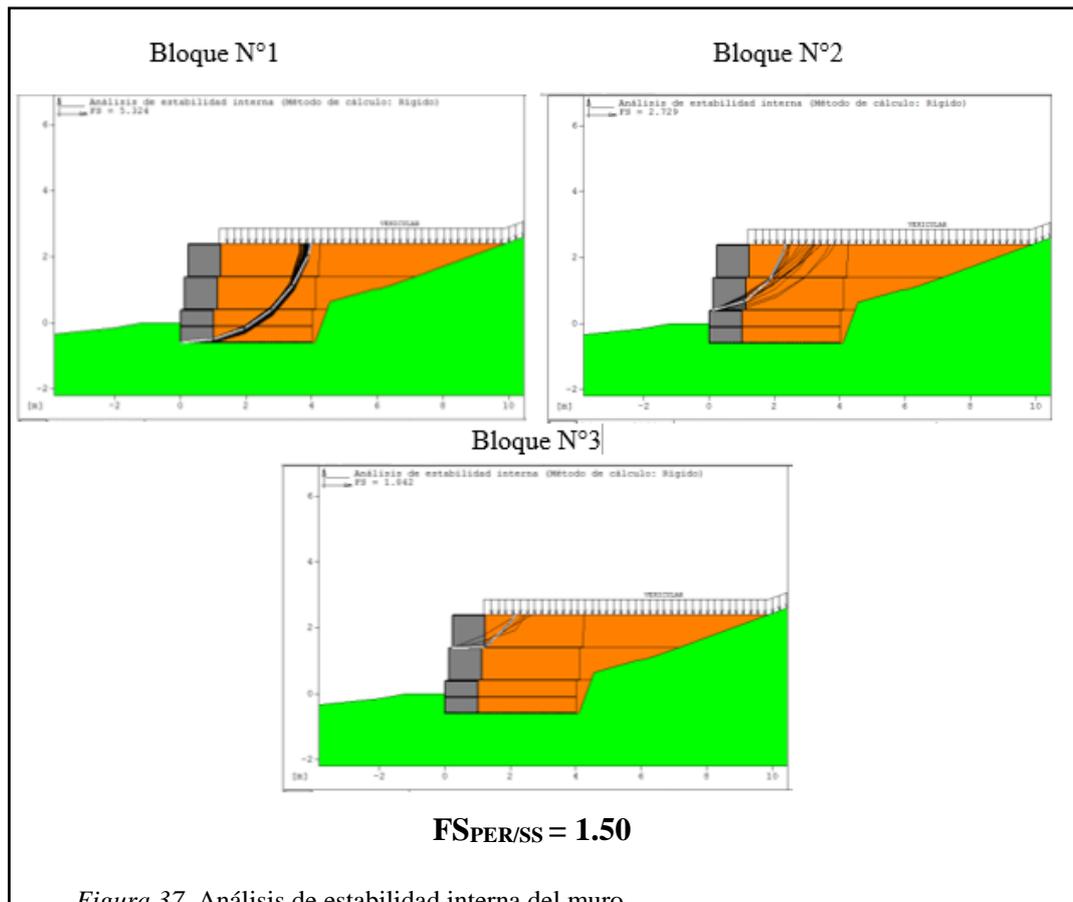


Figura 37. Análisis de estabilidad interna del muro
Realizado por: los autores

13. Factores de seguridad interna de bloques con sismo

El ingreso del sismo en el muro se realizará mediante los coeficientes de sismo calculados en el punto 4.1.6.2.

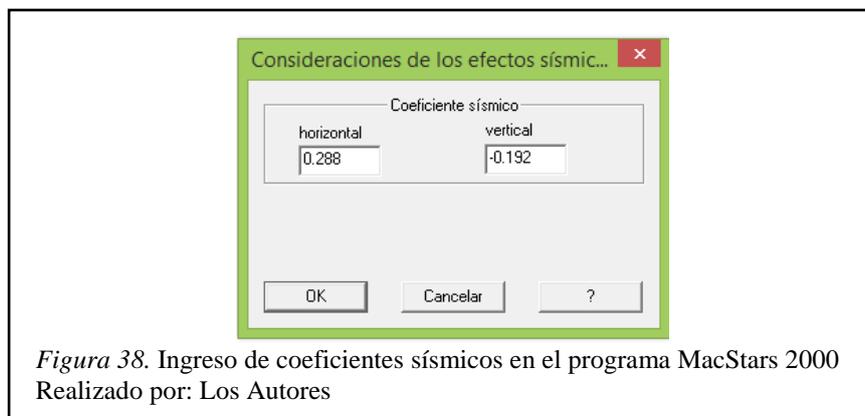
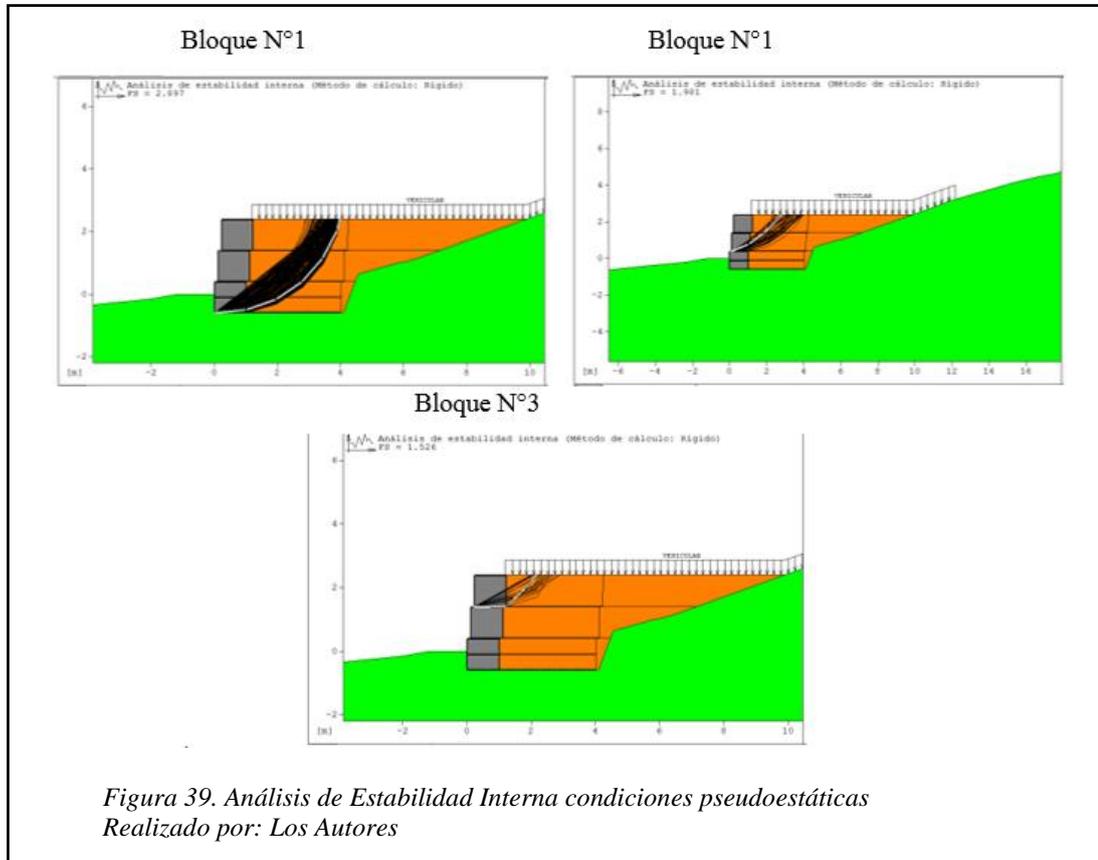


Figura 38. Ingreso de coeficientes sísmicos en el programa MacStars 2000
Realizado por: Los Autores

El factor de seguridad permisible en condiciones pseudoestáticas está dado en la Tabla 16 el cual es:

$$FS_{PER/CS} = 1.05$$



4.2.5 Cuadro de resumen de factores de estabilidad interna de todo el muro en condición estática

FACTORES DE SEGURIDAD DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD INTERNA DE BLOQUES												
MUROS	BLOQUES											
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11	N°12
N°1	5.32	2.72	1.84	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N°2	4.91	6.31	1.61	2.08	-	-	-	-	-	-	-	-
N°3	4.73	6.01	6.61	2.97	2.24	2.05	-	-	-	-	-	-
N°4	3.05	2.58	3.19	2.36	3.60	3.00	5.47	2.8	-	-	-	-
N°5	2.00	2.09	2.08	1.85	1.94	1.80	2.19	2.95	5.42	4.05	-	-
N°6	1.74	1.85	1.94	1.88	1.75	1.79	2.26	2.26	2.96	2.90	6.31	4.85
N°7	1.85	1.84	1.71	1.86	1.91	1.88	2.39	2.18	2.92	5.39	3.92	-
N°8	2.21	2.28	2.14	1.91	1.89	2.39	2.17	2.93	5.44	3.96	-	-
N°9	3.30	2.82	2.47	2.46	2.28	3.63	8.50	2.22	-	-	-	-
N°10	5.00	6.10	3.30	5.06	2.26	-	-	-	-	-	-	-
N°11	7.18	5.96	2.28	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 19. *Factores de Estabilidad Interna sin Sismo*

Elaborado por: Los Autores

En función del análisis de estabilidad interna de los bloques que conforman el paramento frontal se observa que los factores de seguridad oscilan entre 1.71 y 8.50 cumpliendo con el factor de seguridad permisible para este análisis.

Las capturas de pantalla de los muros serán adjuntadas en el anexo N°8

4.2.6 Cuadro de resumen de factores de estabilidad interna de todo el muro en condición pseudoestáticas

FACTORES DE SEGURIDAD DEL ANÁLISIS DE ESTABILIDAD INTERNA DE BLOQUES CON SISMO												
MUROS	BLOQUES											
	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11	N°12
N°1	2.89	1.98	1.52	-	-	-	-	-	-	-	-	-
N°2	2.77	3.22	1.20	1.68	-	-	-	-	-	-	-	-
N°3	2.63	2.88	2.78	2.19	1.97	1.67	-	-	-	-	-	-
N°4	1.87	1.74	1.93	1.61	2.07	1.82	2.87	2.15	-	-	-	-
N°5	1.31	1.27	1.23	1.16	1.23	1.23	1.48	1.86	2.87	2.79	-	-
N°6	1.10	1.12	1.11	1.09	1.06	1.12	1.36	1.40	1.67	1.78	2.91	3.04
N°7	1.15	1.12	1.09	1.14	1.17	1.22	1.50	1.50	1.85	2.85	2.71	-
N°8	1.34	1.32	1.25	1.17	1.22	1.50	1.48	1.85	2.85	2.72	-	-
N°9	1.97	1.83	1.60	1.66	1.54	2.19	2.85	-	-	-	-	-
N°10	2.77	2.83	2.23	3.01	1.76	-	-	-	-	-	-	-
N°11	3.34	3.32	1.78	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabla 20. Factores de Estabilidad Interna con Sismo

Elaborado por: Los Autores

En función del análisis de estabilidad interna de los bloques que conforman el paramento frontal se observa que los factores de seguridad oscilan entre 1.09 y 3.34 cumpliendo con el factor de seguridad permisible para este análisis.

Las capturas de pantallas de los muros serán adjuntadas en el anexo N°9

4.3 Análisis de Estabilidad Externa y Estabilidad Global del Muro

El análisis de estabilidad externa constara del cálculo mediante el programa MacStars 2000 de los siguientes factores de seguridad:

- Factor de seguridad al deslizamiento sin sismo (FSD_{SS})
- Factor de seguridad al deslizamiento con sismo (FSD_{CS})
- Factor de seguridad al volcamiento sin sismo (FSD_{SS})
- Factor de seguridad al volcamiento con sismo (FSD_{CS})
- Factor de seguridad de presión en la fundación sin sismo (FSPF_{SS})
- Factor de seguridad de presión en la fundación con sismo (FSPF_{CS})
- Factor de seguridad de análisis de estabilidad global sin sismo (FSG_{SS})
- Factor de seguridad de análisis de estabilidad global con sismo (FSD_{CS})

Cuando los factores de seguridad están dados por un valor igual a 99999, se expresa que estos están completamente asegurados siendo mayores a los permisibles.

Los factores de seguridad permisibles estarán dados por la tabla 13 y tabla 14 tanto para condiciones estáticas y pseudoestáticas.

- Factor de seguridad permisible al deslizamiento sin sismo (FSD_{SS}) = 1.60
- Factor de seguridad al deslizamiento con sismo (FSD_{CS}) = 1.05
- Factor de seguridad al volcamiento sin sismo (FSD_{SS}) = 3
- Factor de seguridad al volcamiento con sismo (FSD_{CS}) = 2
- Factor de seguridad de presión en la fundación sin sismo ($FSPF_{SS}$) > 1;

debido a que se ingresara el valor de capacidad portante admisible del suelo teniendo en cuenta un factor de seguridad de 3, factor el cual fue tomado de la tabla 16, teniendo una capacidad portante admisible en la base del muro de:

$$q_a = 39.93 \text{ t/m}^2$$

y de; $q_a = 30.00 \text{ t/m}^2$ (muros cimentados en talud)

- Factor de seguridad de presión en la fundación con sismo ($FSPF_{CS}$) > 1;

debido a que se ingresará el valor de capacidad portante admisible del suelo teniendo en cuenta un factor de seguridad de 1.5, factor el cual fue tomado de la tabla 16, teniendo una capacidad portante admisible en la base del muro de:

$$q_a = 79.86 \text{ t/m}^2$$

y de; $q_a = 60.00 \text{ t/m}^2$ (muros cimentados en talud)

- Factor de seguridad permisible de análisis de estabilidad global sin sismo
(FSG_{ss}) = 1.50
- Factor de seguridad permisible de análisis de estabilidad global con sismo
(FSD_{cs}) = 1.05

Continuando con el diseño para el muro de 3 m se presenta capturas de pantalla del diseño externo.

1. Factores de seguridad externos del muro en condiciones estáticas

Estos factores de seguridad calculados por el programa estarán plasmados en la parte superior izquierda de la captura de pantalla.

La simbología utilizada por el programa es la siguiente:

FSde: Factor de seguridad al deslizamiento

FSvo: Factor de seguridad al volcamiento

FSpf: Factor de seguridad en el piso de fundación

FS: Factor de seguridad de análisis de estabilidad del muro

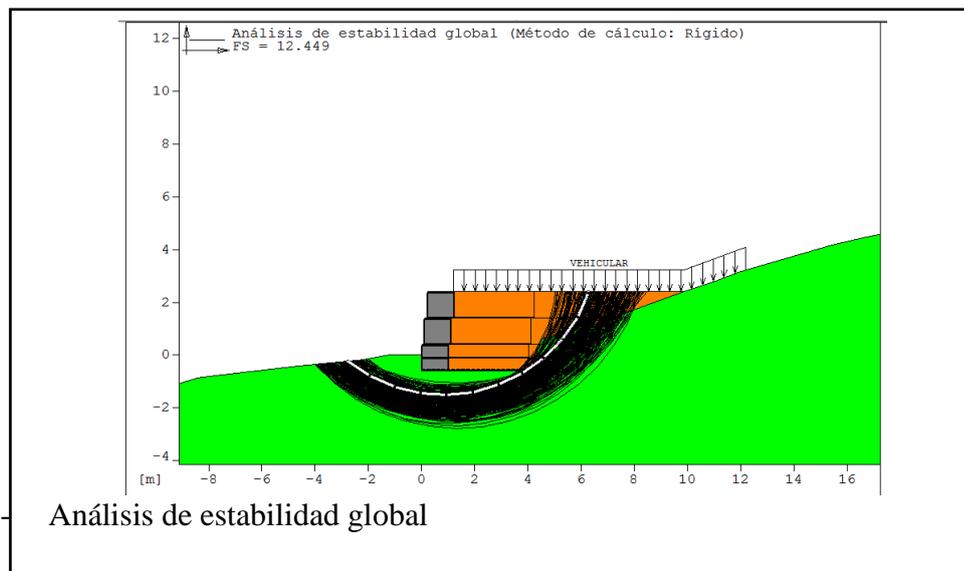
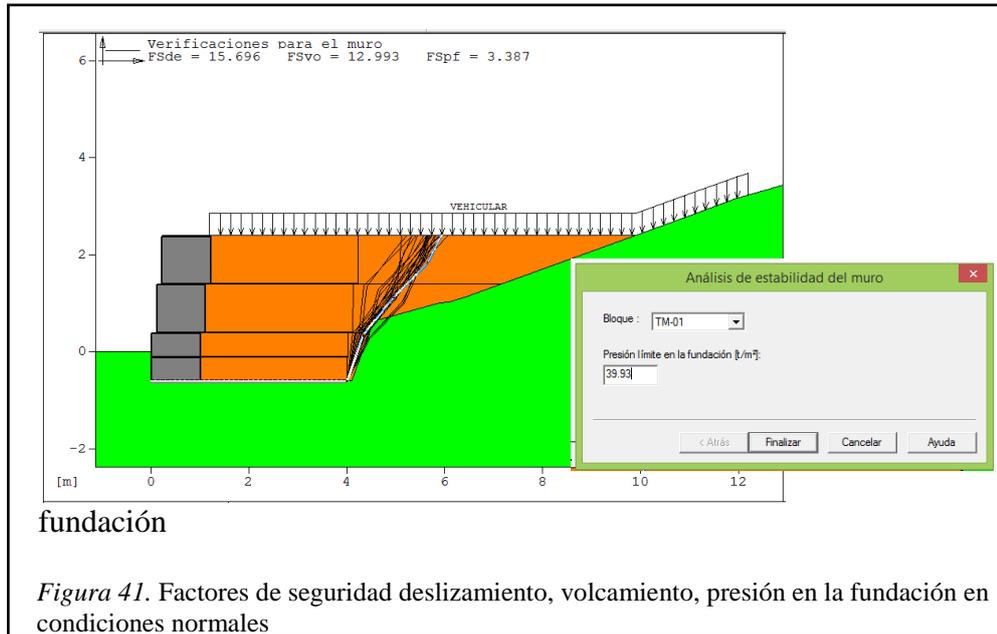


Figura 40. Análisis de estabilidad global entregado por el programa MacStars 2000
Realizado por: Los Autores

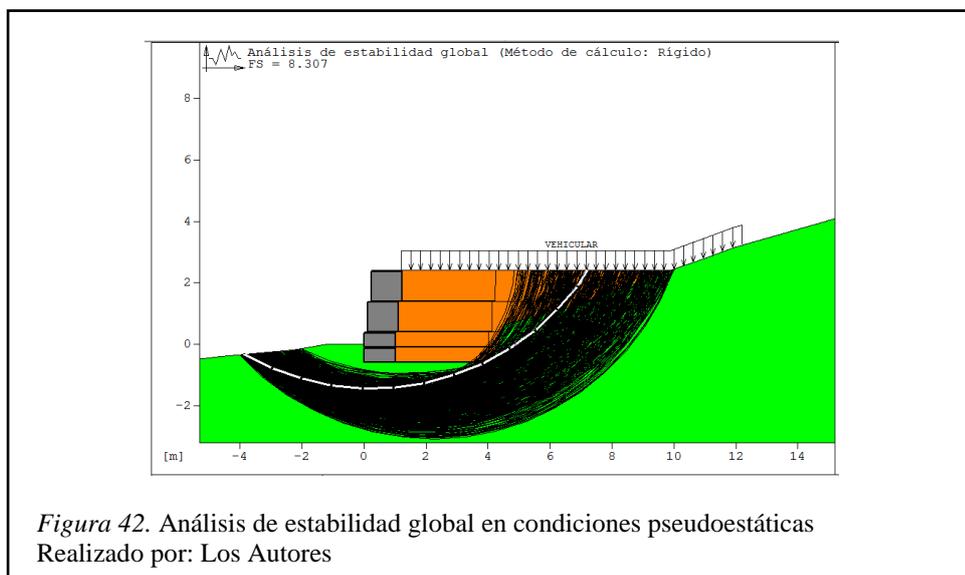
- Factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la



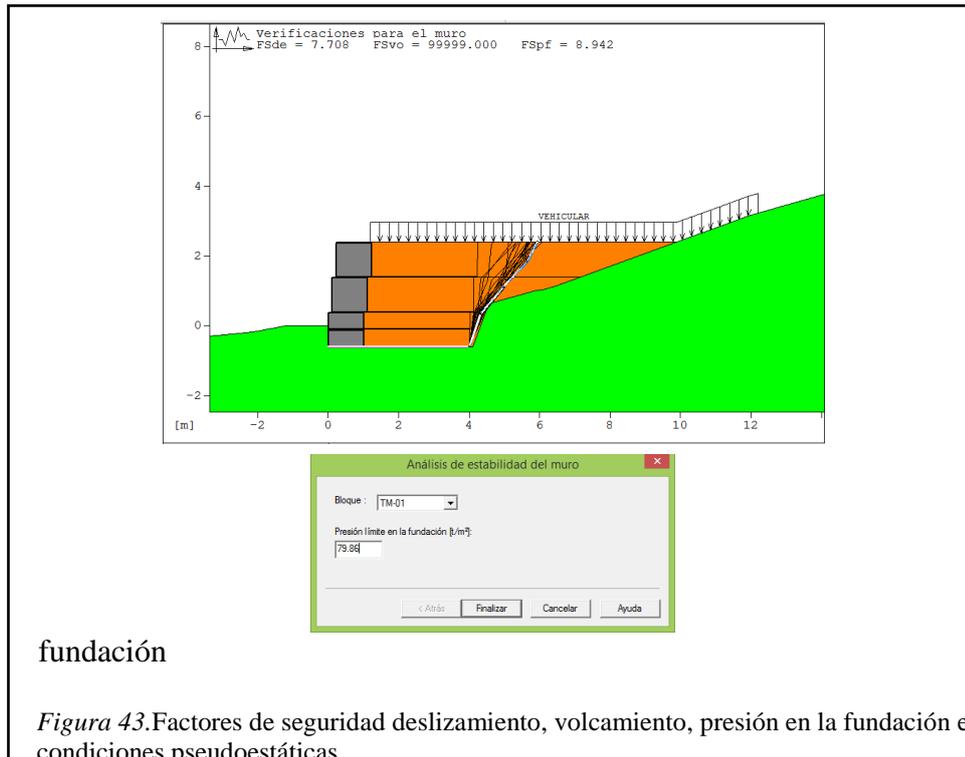
2. Factores de seguridad externos del muro en condiciones pseudoestáticas

- Análisis de estabilidad global

El análisis de Estabilidad Global del muro de contención se lo realizó mediante el método de Bishop, método que analiza distintos círculos de falla, con la finalidad de hallar el crítico, obteniendo de este el factor de seguridad de diseño.



- Factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la



4.3.1 Cuadro de resumen de factores de seguridad externos de todo el muro en condiciones estáticas y pseudoestáticas

A continuación, se presenta la Tabla 20 que contiene:

- FSDss: Factor de seguridad al deslizamiento sin sismo
- FSDcs: Factor de seguridad al deslizamiento con sismo
- FSVss: Factor de seguridad al volcamiento sin sismo
- FSVcs: Factor de seguridad al volcamiento con sismo
- FSPFss: Factor de seguridad presión en la fundación sin sismo
- FSPFcs: Factor de seguridad presión en la fundación con sismo

Tabla 21. Factores de Seguridad Externos del muro

FACTORES DE SEGURIDAD								
MUROS	FACTORES DE SEGURIDAD A ANALIZAR							
	FSD _{SS}	FSD _{CS}	FSV _{SS}	FSV _{CS}	FSG _{SS}	FSG _{CS}	FSPF _{SS}	FSPF _{CS}
N°1	23.54	7.70	12.99	99999	12.44	8.30	5.08	8.94
N°2	15.76	5.24	8.66	99999	9.58	6.35	4.10	7.15
N°3	7.83	3.02	4.42	40.15	7.36	4.76	2.77	5.11
N°4	7.82	2.59	6.97	99999	5.20	3.47	1.71	2.94
N°5	7.27	2.21	8.12	99999	3.61	2.43	1.40	2.40
N°6	99999.00	2.08	8.32	99999	2.56	1.65	1.19	2.03
N°7	5.69	1.88	6.33	99999	3.65	2.60	1.27	2.22
N°8	7.27	2.21	8.11	99999	4.30	3.06	1.87	3.21
N°9	8.66	2.62	7.35	99999	6.20	3.99	2.29	3.94
N°10	10.35	3.70	5.90	80.8461	7.61	5.13	3.45	6.03
N°11	37.98	9.44	16.31	99999	37.99	14.40	5.18	9.09

Se puede observar que todos los muros cumplen con los factores de seguridad mínimos establecidos por la Norma Ecuatoriana de Construcción tanto en condiciones estáticas y pseudoestáticas.

Los muros de cimentación presentan factores de seguridad altos debido a las consideraciones de diseño del método Terramesh System, por ejemplo, en los muros de 3m, 4m y 5m, no se puede utilizar el 70% de la altura del muro como refuerzo por razones de proceso constructivo, en el cual se debe tener una base no menor a 4m para el ingreso de la maquinaria y lograr una compactación adecuada del material de relleno.

En el caso de los muros en los cuales se puede considerar a la base o longitud del refuerzo como el 70% de la altura, no se pueden optimizar o reducir las dimensiones debido a la normativa de la empresa Maccaferri creadora del método.

Las correspondientes capturas de pantalla serán adjuntadas en el anexo N°8 y anexo N°9.

4.4 Detalles del Muro de contención mecánicamente estabilizado mediante el sistema TERRAMESH®

4.4.1 Relleno compactado

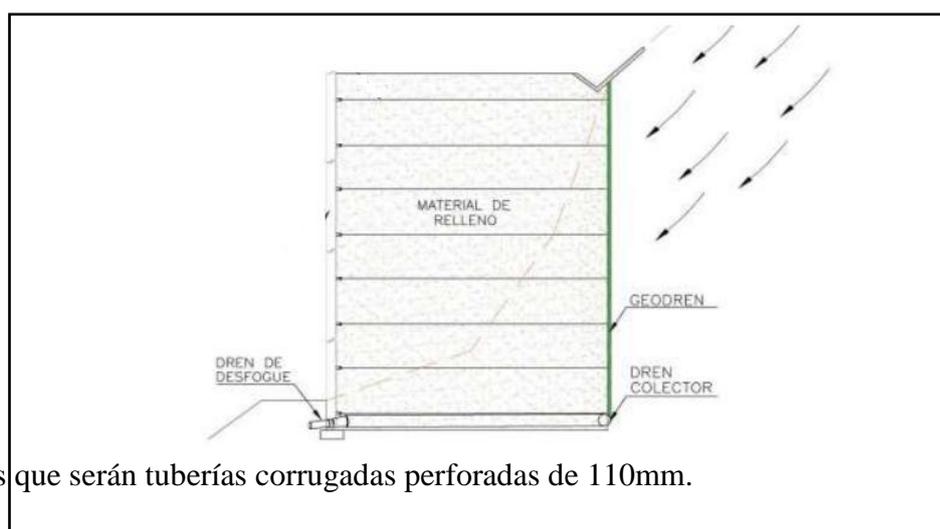
El relleno compactado será realizado con el suelo de lugar y adicionalmente se agregará material granular en una proporción sugerida del 50%, es decir, 50% de sub-base clase III y 50% de material del lugar, se homogenizará la mezcla y se compactará con la humedad óptima establecida en la Tabla 8 para suelo de relleno hasta llegar a una densidad del 95% de la densidad máxima seca del Proctor modificado.

4.4.2 Sistema de Drenaje

En el presente se utilizará para el sistema de drenaje geosintéticos el cual tiene como función la recolección de agua evitando que partículas finas sean evacuadas por el dren colector.

El material que se utilizará como geosintético será MacDrain® 2L debido a las ventajas que presenta, sean estas un bajo impacto ambiental, un bajo impacto económico en comparación a sistemas tradicionales como el realizado de material de relleno como arena y piedra, fácil y rápida instalación.

El agua recogida por el geocompuesto será evacuada fuera del muro a través de



drenes que serán tuberías corrugadas perforadas de 110mm.

Figura 44. Sección transversal del muro con el geocompuesto como sistema de drenaje

Fuente: (Secretaría de Comunicaciones y Transporte, 2014)

Además, se utilizará un geotextil no tejido de marca MacTex H30.2, geotextil que será colocado en la parte posterior del paramento frontal con el fin de evitar la fuga de material fino por dicho paramento.

4.4.3 Impacto Ambiental

En función de las leyes y normativas actuales, se ve la necesidad de realizar el estudio de impacto ambiental que el muro de contención generará en todo su proceso constructivo.

4.4.3.1 Metodología y criterios para la identificación y valoración de impactos ambientales

El impacto ambiental del presente proyecto será realizado mediante el método de Batelle Columbus, que realiza una valoración directa de las repercusiones negativas y positivas sobre llevar a cabo una obra. Este método realiza su análisis en función de matrices las cuales evalúan la interacción entre el proyecto y el medio ambiente de acuerdo a rangos establecidos. Las cinco matrices utilizadas son las siguientes:

- Matriz de Interacción
- Matriz de Valoración
- Matriz de Importancia
- Matriz de Magnitud
- Matriz de Severidad

4.4.3.2 Matriz de Interacción

Esta matriz permite el vínculo entre los impactos ambientales y las actividades realizadas durante el proceso constructivo del muro de contención.

Esta matriz se encuentra desarrollada en el Anexo 14.

4.4.3.3 Matriz de Valoración

“Esta matriz permite dar una valoración a cada una de las interacciones de acuerdo con el significado positivo o negativo del impacto.” (Valdivieso, 2017)

- 1) Tipo de Impacto. – Este punto realiza una valoración cualitativa del impacto. Se valorará además si el impacto resulta ser positivo en el caso de ser benéfico para el ambiente o poblaciones cercanas y negativo cuando se lo considera perjudicial para el medio ambiente o poblaciones aledañas.

- 2) Intensidad. - es la valoración de la fuerza de impacto de la actividad con el medio ambiente o poblaciones aledañas, pudiendo ser alta, moderada o baja o nula.

- 3) Duración. - es la valoración del tiempo en el cual se mantendrá el efecto de impacto sobre el medio ambiente pudiendo ser permanente, temporal o intermitente.

- 4) Extensión. - es la valoración del área de influencia del impacto, pudiendo ser, regional si dicho impacto afecta al entorno fuera del proyecto; local si el impacto se genera en los límites de influencia, hasta 3km a la redonda.; y puntual si el impacto se genera únicamente en el lugar de implantación del proyecto.

- 5) Reversibilidad. – Es la valoración de la capacidad del medio ambiente para reestablecerse así mismo después de que se ha generado el impacto; pudiendo tener valoraciones en las que sea irreversible el daño realizado, reversible a corto plazo y reversible a largo plazo cuando es mayor a 5 años.

- 6) Probabilidad. – Es la valoración de ocurrencia del impacto, pudiendo ser: alta, media y baja.

Tabla 22. *Variables y escala de calificación de impactos*

Variable	Símbolo	Carácter	Valor asignado
Para la Magnitud (M)			
Intensidad	i	Alta	3
		Moderada	2
		Baja	1
Duración	d	Permanente	3
		Temporal	2
		Periódica	1
Extensión	e	Regional	3
		Local	2
		Puntual	1
Para la Importancia (I)			
Reversibilidad	r	Irreversible	3
		Reversible a largo plazo	2
		Reversible a corto plazo	1
Probabilidad	g	Alto	3
		Medio	2
		Bajo	1

Fuente: (Valdivieso, 2017)

La matriz se encuentra en el Anexo 15.

4.4.3.4 Matriz de Importancia

Esta matriz se realiza en función de la relevancia de los impactos en el lugar de afectación.

El proceso de cálculo toma en cuenta distintos pesos de los indicadores de extensión, probabilidad y reversibilidad y los toma en cuenta en una ecuación con el fin de obtener mejores resultados.

Peso del indicador de extensión	0,40
Peso del indicador de reversibilidad	0,35
Peso del indicador de probabilidad	0,25

La importancia será obtenida por medio de esta expresión:

$$I = (0,40 * e) + (0,35 * r) + (0,25 * g)$$

El valor obtenido de la ecuación del impacto será interpretado con base en la tabla 20.

Tabla 23. *Valoración de importancia del impacto*

Escala de valores	Valoración de importancia del impacto	Identificación cromática
1,0 - 1,6	Bajo	
1,7 - 2,3	Medio	
2,4 - 3,0	Alto	

Fuente: (Valdivieso, 2017)

La matriz de importancia está detallada en el Anexo 16.

4.4.3.5 *Matriz de Magnitud*

“La magnitud en términos numéricos constituye la valoración del efecto de la acción, por lo que su cálculo se basa en la sumatoria acumulada de los valores de las variables intensidad, extensión y duración”. (Duche, 2016, pág. 51)

El proceso de cálculo toma en cuenta distintos pesos de los indicadores de extensión, duración e intensidad y los toma en cuenta en una ecuación con el fin de obtener mejores resultados.

Peso del indicador de intensidad	0,40
Peso del indicador de duración	0,30
Peso del indicador de extensión	0,30

La magnitud de cada interacción establecida será calculada usando la fórmula mostrada a continuación:

$$M = (0,40 * i) + (0,30 * d) + (0,30 * e)$$

Finalmente, el resultado será valorado según las escalas detalladas en la tabla 21.

Tabla 24. *Valoración de magnitud del impacto*

Escala de valores	Valoración de magnitud del impacto	Identificación cromática
1,0 - 1,6	Bajo	
1,7 - 2,3	Medio	
2,4 - 3,0	Alto	

Fuente: (Valdivieso, 2017)

La matriz de magnitud del presente proyecto se detalla en el Anexo 17.

4.4.3.6 Matriz de severidad

Esta matriz presenta la gravedad de los impactos al medio ambiente producido por los factores analizados. Este valor se obtiene al multiplicar el valor obtenido de importancia y el valor obtenido de la magnitud.

Los resultados obtenidos (ver Anexo 18) son calificados con base en la presente tabla:

Tabla 25. *Valoración de severidad del impacto*

Escala de valores	Valoración de severidad del impacto	Identificación cromática
0,1 - 0,9	Leve	
1,0 - 3,0	Moderado	
3,1 - 6,0	Severo	
6,1 - 9,0	Crítico	

Fuente: (Valdivieso, 2017)

4.4.3.7 Impactos ambientales identificados en el proyecto

La evaluación ambiental respecto a los potenciales impactos que pueden originarse

durante las etapas de construcción, mantenimiento y cierre de esta obra civil, ha permitido la identificación y valoración de los efectos causados por las distintas labores inmersas en el proyecto. Se analizarán las siguientes:

4.4.3.7.1. Impactos ambientales al factor físico

Teniendo en cuenta que en los impactos de carácter físico considerados tales como la dispersión de material particulado, niveles de ruido y vibraciones, emisiones gaseosas, alteración de la calidad del suelo, estabilidad de laderas y taludes y modificación de patrones de escurrimiento se puede decir que los rubros que genera graves problemas al medio ambiente son la excavación y el relleno compactado; por lo que su análisis debe realizarse con mayor grado de detalle para posibilitar el desarrollo integral de medidas preventivas y de mitigación.

4.4.3.7.2. Impactos ambientales al factor biótico

Los impactos considerados al factor biótico fueron afectación a especies terrestres, daño a la cubierta vegetal, tala y deforestación y afectación a vida terrestre, se observa que el rubro que presenta mayores complicaciones es la limpieza del terreno, ya que dicho proceso involucra la eliminación total de la cubierta vegetal para llevar a cabo las actividades de inicio del proyecto; por lo tanto, este análisis debe realizarse con mayor grado de detalle para posibilitar el desarrollo integral de medidas preventivas y de mitigación.

4.4.3.7.3. Impactos ambientales al económico y sociocultural

Teniendo en cuenta que los factores inmersos en los impactos económicos y socioculturales como el bienestar poblacional, aumento de enfermedades y

accidentes, generación de empleo y alteración en el paisaje no presentan mayores inconvenientes durante las distintas fases de desarrollo del proyecto ya que no interactúa de forma directa con poblaciones cercanas que puedan verse afectadas; por el contrario, éste generará gran cantidad de fuentes de empleo y garantizará el bienestar y satisfacción de las personas que se beneficiarán con la construcción del muro.

CAPÍTULO 5

Diseño de un muro de contención en voladizo

5.1 Requerimientos previos al diseño

Para el diseño en hormigón armado se requerirán los datos detallados a continuación:

5.1.1 Topografía perimetral del muro

La cual permite obtener las secciones, las alturas para el diseño de los muros en voladizo y las alturas de desplante para cada uno de los 11 muros a diseñar (figura 19.) información mencionada en el punto 4.1.1

5.1.2 Propiedades del suelo

Los valores de ángulo de fricción y peso volumétrico del relleno serán necesario para el diseño del muro ya que estos intervienen en el cálculo del empuje que genera este hacia el muro. Así también la capacidad admisible del suelo de cimentación y la posterior verificación de esfuerzos admisibles del suelo generado por la implantación de la nueva estructura y las cargas que este resistirá información mencionada en el punto 4.1.3.

5.1.3 Geometría del muro

Para la geometría del muro se tomarán en cuenta valores iniciales para cada uno de los elementos que conforman el muro a partir de los cuales serán modificados de acuerdo con las necesidades del proyecto y posteriores análisis.

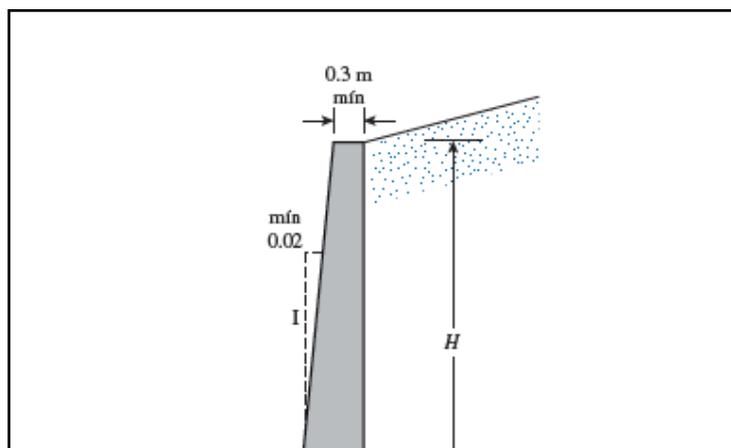


Figura 45. Dimensiones Preliminares para iniciar el diseño
Fuente: (Das, 2012, pág. 378)

5.1.4 Sobrecarga

Carga Obtenida en el punto 4.1.6.1

$$W_s = 3 \text{ ton/m}^2$$

Obtención de la altura equivalente

$$H_s = \frac{W_s}{\gamma}$$

$$H_s = \frac{3}{1,88}$$

$$H_s = 1,6 \text{ m}$$

5.1.5 Sismo

Para el análisis pseudo estático que afectará al muro se utilizarán los coeficientes y factores de seguridad mencionados en el punto 4.1.6.2

5.1.6 Drenaje

Al no encontrarse ninguno de los muros bajo nivel freático. Se recomienda la colocación de tubería transversal en las pantallas de los muros; correspondientes a un diámetro de 4", a una separación de 2m entre cada una, de longitud correspondiente a la sección transversal de la pantalla en dicho sitio y con una pendiente de 1%. Ya que a diferencia del sistema

TERRAMESH®, el muro en voladizo al ser una pantalla homogénea la cual no permitirá la pérdida de material fino no se requerirá un mismo tipo de drenaje o similar.

Se puede observar un esquema de disposición de la tubería de drenaje en los planos de detalle de los diferentes muros de hormigón armado. Los cuales se muestran en el Anexo 24.

5.2 Predimensionamiento del muro de contención en voladizo

Se tomaron como dimensiones iniciales las propuestas en el punto 5.1.3, las cuales están sujetas a las condiciones del proyecto para ciertos muros como: longitud de puntera para el cual se consideró la longitud de berma propuesta por el sistema TERRAMESH®, longitud de talón en el cual se tuvo en cuenta la distancia máxima de prolongación de la cimentación con respecto a los muros adyacentes.

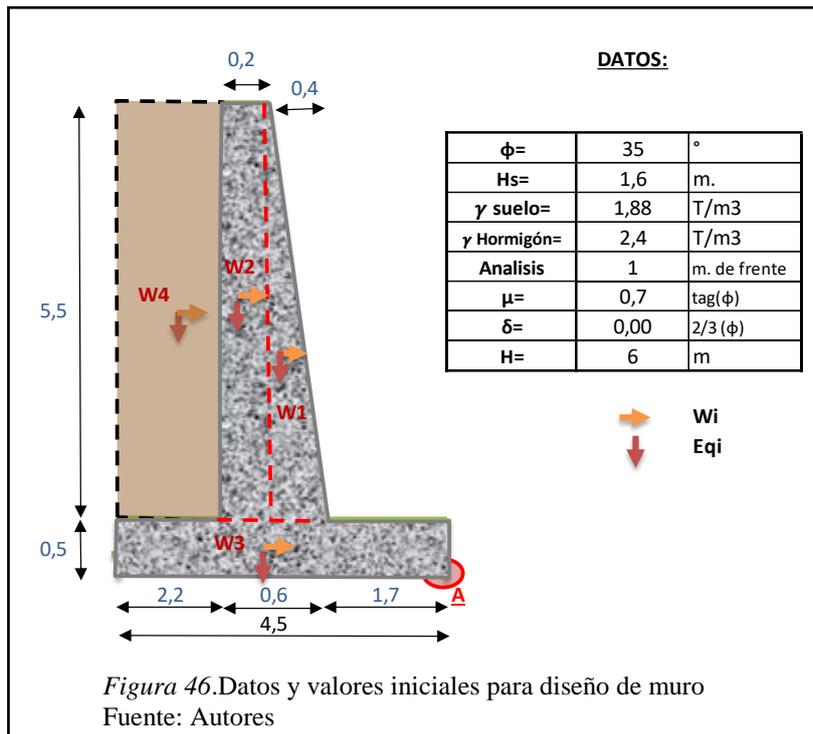
Para el presente análisis se colocará las capturas de pantalla del proceso de diseño de los muros de contención en hormigón armado tomadas de una plantilla de Excel realizada por los autores para el presente proyecto.

5.2.1 Condiciones Normales

Se procede a obtener el coeficiente de empuje activo en base a la teoría de Coulomb mencionada en el punto 3.4.1

Muro N°3

Altura = 6m.



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$\phi = 35^\circ$	0,61 rad	$\beta = 0^\circ$	0,00 rad
$\delta = 0,0$	0,00 rad	$\alpha = 90^\circ$	1,57 rad
		$\theta = 0^\circ$	0,00 rad
		$\alpha = 90 - \theta$	

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2 \alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \frac{\text{Sen}(\phi + \delta) \text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta) \text{Sen}(\alpha + \beta)} \right]^2}$$

$K_{Ae} = 0,271$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$E1 = KA * \gamma s * H^2 * 0.5$$

$E1 = 9,17 \quad \text{T/m}$
 $E1 = 9 \quad \text{T/m}$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$E2 = KA * \gamma s * hs * H$	$Mv = E1 \left(\frac{h \text{ relleno}}{3} + h \text{ talón} \right) + E2 \left(\frac{h \text{ relleno}}{2} + h \text{ talón} \right)$
$E2 = 4,89 \quad \text{T/m}$	
$E2 = 5 \quad \text{T/m}$	$Mv = 33,01 \text{ T-m}$

$$ET = E1 + E2$$

$ET = 14 \quad \text{T/m}$

5.2.2 Pesos Propios

Posteriormente se obtienen los pesos propios de cada uno de los elementos que conformaran el muro en voladizo, los cuales corresponde al área de cada uno de estos por el peso específico de cada material.

Tabla 26. Pesos propios de los elementos que conforman el muro

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	1,100	2,4	2,64	1,97	5,19
W2	1,1	2,4	2,64	2,2	5,81
W3	2,25	2,4	5,4	2,25	12,15
W4	12,1	1,88	22,748	3,4	77,34
		Σ	33,43		100,49

Elaborado por: Los Autores

5.2.3 Condiciones Sísmicas

Se obtendrán el coeficiente de empuje activo por condiciones sísmicas mediante la aplicación de la teoría de Mononobe Okabe mencionada en el punto 3.4.3 y los coeficientes ya obtenidos en el punto 4.1.6.2.

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\theta = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\emptyset + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\emptyset + \delta)\text{Sen}(\emptyset - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$P_{Ae} = 14,58 \text{ T} \quad \theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\Delta P_{Ae} = 0,52 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 1,96 \text{ T-m}$$

Una vez obtenido el coeficiente de empuje activo producido por el sismo se procede a obtener el empuje total incluido el sismo, se procede a calcular la variación de este empuje para ser adicionada al momento por volcamiento y calcular el factor de seguridad al volcamiento bajo condición sísmica.

5.2.4 Análisis de estabilidad al deslizamiento

El deslizamiento será provocado por las fuerzas horizontales de empuje al tratar de movilizar el muro en dicha dirección. Esta es contrarrestada por la fricción generada entre la base del muro y el suelo de cimentación, esta fuerza de rozamiento es función del ángulo de fricción y el peso total de la estructura. Dicho coeficiente de rozamiento puede ser considerado como la tangente del ángulo de fricción o se lo puede encontrar en tablas dependiendo el tipo de suelo de cimentación.

Para el presente proyecto se consideró un coeficiente de rozamiento igual a la tangente del ángulo de fricción.

$$\mu = tg(\emptyset)$$

$$\mu = tg(35)$$

$$\mu = 0,7$$

Muro N°3

Altura = 6m.

5.2.4.1 Condiciones Normales

4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$\begin{aligned} F_{roz} &= f_{roz} \cdot W_{tot} \\ F_{roz} &= 23,40 \text{ T} \end{aligned}$$

$$F.S.D. = \frac{F_{roz.}}{E_{Total}} \quad F.S.D = 1,66 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.2.4.2 Condiciones Sísmicas

$$\begin{aligned} F_H &= ET + \Delta P_{Ae} \\ F_H &= 15 \text{ T} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F.S.D. &= \frac{F_{roz.}}{F_H} \\ F.S.D. &= 1,61 \quad \underline{\text{Cumple}} \end{aligned}$$

5.2.5 Análisis de estabilidad al volcamiento

El volcamiento es producido por el momento generado por los empujes que tiende a voltear la estructura respecto a un punto, lo cual es contrarrestado por los momentos producidos por las fuerzas verticales generadas por los pesos de elementos que estabilizaran al muro. Su factor de seguridad es obtenido como la relación entre el momento estabilizador y el momento que genera volcamiento.

Para el presente proyecto se muestran los factores de seguridad al volcamiento en condiciones normales y condiciones sísmicas.

Muro N°3

Altura = 6m.

5.2.5.1 Condiciones Normales

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,04 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.2.5.2 Condiciones Sísmicas

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 34,97 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 100,49 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,87 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.2.6 Análisis de esfuerzos admisibles en la cimentación

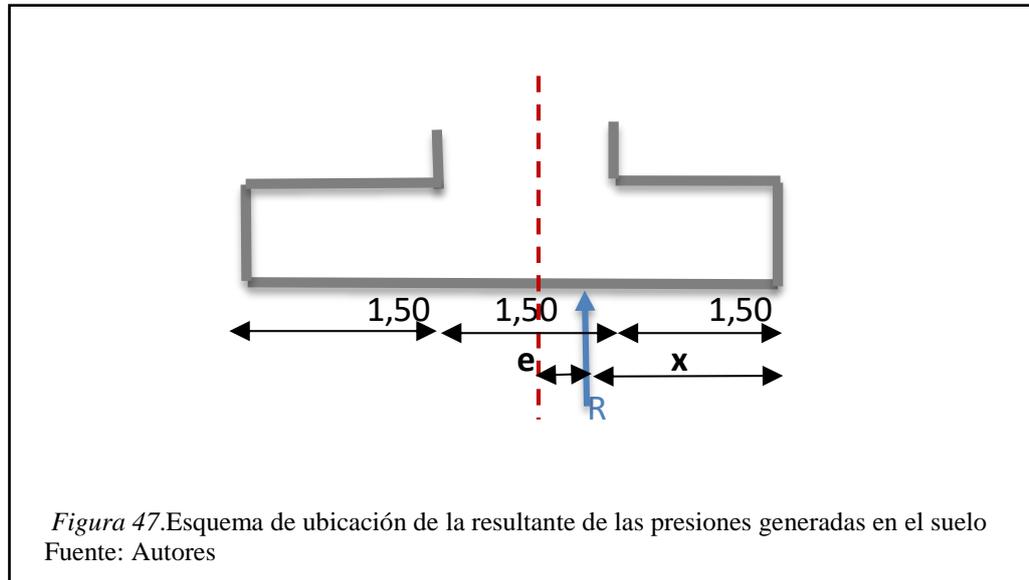
Es necesario el análisis de los esfuerzos generados en el suelo de cimentación ya que este nos permite saber si la capacidad del suelo no es superada por la generada por la estructura, para lo cual se pueden tomar las siguientes consideraciones:

- Los esfuerzos generados por la estructura no deben superar la capacidad admisible del suelo, teniendo en cuenta las condiciones estáticas como pseudo estáticas mencionadas en el punto 4.3 factores de seguridad de presión en el suelo sin sismo y con sismo, los cuales son 1,5 y 1,05 respectivamente.
- Los esfuerzos generados por la estructura deberán ser positivos (compresión) caso contrario se recomienda aumentar la base.
- La distancia desde un extremo de la cimentación hasta la resultante de la carga total se deberá encontrar en el tercio central de la cimentación para evitar la generación de presiones negativas (tensión).

Muro N°3

Altura = 6m.

5.2.6.1 Condiciones Normales



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,02 \text{ m} \quad \text{Tercio Medio}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,23 \text{ m}$$

$$f_{\text{suelo}} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P \cdot e}{b \cdot h^2}$$

$$f_{\text{suelo}} = \frac{9,72 \text{ T/m}^2}{5,14 \text{ T/m}^2} \quad \begin{array}{l} \text{Compresión} \\ \text{Compresión} \end{array}$$

$$FSPF_{ss} = 4,11$$

5.2.6.2 Condiciones Sísmicas

$$x = \frac{Me - Mv}{PT} \qquad e = \frac{B}{2} - x$$

$x = 1,96 \qquad e = 0,29 \text{ m} \qquad \underline{\text{Tercio Medio}}$

$$f_{\text{suelo}} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$f_{\text{suelo}} = \frac{10,30 \text{ T/m}^2}{4,56 \text{ T/m}^2} \qquad \underline{\text{Compresión}}$
 $\qquad \qquad \qquad \underline{\text{Compresión}}$

$FSPFcs = 7,75$

FACTORES DE SEGURIDAD												
FACTORES DE SEGURIDAD A ANALIZAR												
MUROS	FSDss	FSDcs	FSVss	FSVcs	FSGss	FSGcs	FSPFss	FSPFcs	f min. ss	f max. ss	f min. cs	f max. cs
N°1	1,83	1,49	3,27	2,42	12,76	6,51	5,60	8,97	2,21	7,13	0,44	8,91
N°2	1,67	1,49	3,06	2,59	12	6,18	12,30	39,78	3,25	7,52	2,01	8,76
N°3	1,66	1,61	3,04	2,87	6,33	3,44	4,11	7,75	5,14	9,72	4,56	10,30
N°4	2,08	1,83	3,07	2,50	4,03	2,38	1,46	2,51	4,76	20,60	1,46	23,90
N°5	2,24	1,86	3,23	2,39	3,33	1,94	1,12	1,82	6,22	26,70	0,02	32,91
N°6	2,29	1,83	3,42	2,36	2,21	1,41	1,03	1,57	9,29	29,22	0,41	38,11
N°7	2,31	1,88	3,37	2,40	2,69	1,58	1,05	1,66	7,68	28,60	0,17	36,10
N°8	2,24	1,86	3,23	2,39	3,46	1,95	1,12	1,82	6,22	26,70	0,02	32,91
N°9	2,08	1,83	3,07	2,50	5,08	2,68	1,46	2,51	4,76	20,60	1,46	23,90
N°10	1,58	1,54	3,04	2,89	999	999	5,21	9,92	4,31	7,66	3,92	8,05
N°11	1,83	1,49	3,27	2,42	14,79	6,71	5,60	8,97	2,21	7,13	0,44	8,91

Tabla 27. Factores de seguridad Externos del muro en hormigón armado

Elaborado por: Los Autores

Cada uno de los factores mencionados se los encuentra definidos en el punto 4.3.

A demás se pueden observar el procedimiento para la obtención de los factores de seguridad de los muros restantes en el Anexo N°10.

5.3 Diseño del muro

Establecida la geometría que cumpla con los factores de seguridad se procede a la verificación y/o diseño del muro por corte y flexión.

5.3.1 Diseño de la Pantalla

A continuación, se indica el procedimiento de diseño de la pantalla al cual se adjunta capturas de pantalla de la plantilla de Excel generada para el cálculo:

- a) Se procederán a sacar las presiones generadas por los empujes del relleno y de sobrecarga, la presencia de estos dos nos genera un diagrama de presiones trapezoidal. Se recomienda seccionar la altura de la pantalla en 3 partes y poder obtener valores intermedios de presiones, cortes y momentos; ya que el espesor de esta es variable.

$$p_T = P. \text{empuje de tierras} + P. \text{sobrecarga}$$

$$h_i = \frac{h + h_1}{3}$$

$$p_T = K A e * \gamma_s * (\Sigma h_i) + K h a * \gamma_s * h_s$$

Kae: coeficiente de empuje activo pseudoestatico

- b) Posteriormente se obtienen los espesores de la pantalla respectivos para cada tercio de la altura del muro.
- c) Se calcula el corte en cada sección del muro el cual corresponde al área del diagrama de presiones generadas.

$$V = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * \Sigma h_i$$

- d) Obtenemos el corte ultimo al multiplicar el anterior valor de corte por un factor de mayoración, este factor de mayoración es el resultado de la ponderación respectiva para la combinación 5 de cargas propuesta por la NEC-SE-CG, más el respectivo valor generado por la carga de Presión lateral.

$$1,2D + 1,0 + 1,0 E + 1,6H \quad ; \quad \text{Combinacion 5}$$

$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 Sismo + 1,0 Viva + 1,6 Presión lateral}{P. p. + Sismo + viva * Presión Lateral}$$

e) Como siguiente punto se calculará el esfuerzo de corte unitario el cual está en función del espesor de la pantalla.

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d} \quad \phi: 0,75 \text{ Corte} \quad b: \text{Franja unitaria de calculo } 1m$$

d: Espesor de pantalla menos recubrimiento

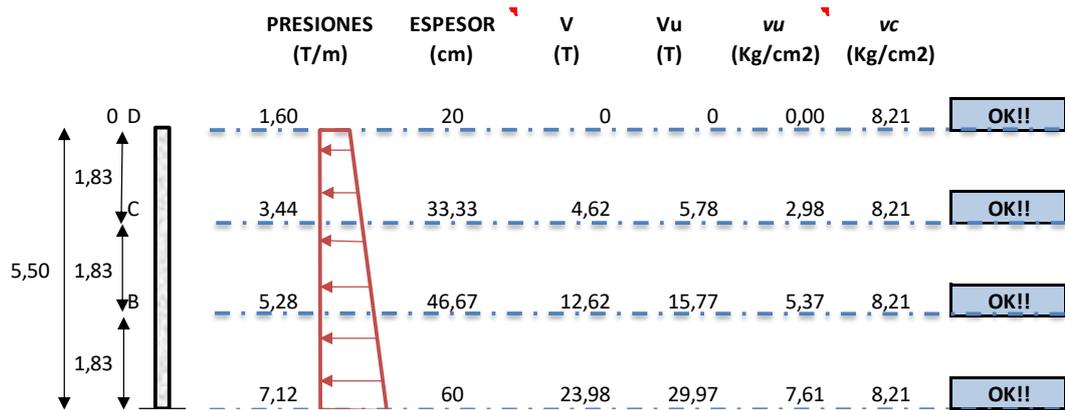
f) Finalmente se calcula el valor de esfuerzo de corte del concreto y se compara con el que recibe la estructura.

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

DISEÑO DE LA PANTALLA

f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

$$F. \text{mayoración ponderado} = \frac{1,2 P.p. + 1,0 \text{ Sismo} + 1,0 \text{ Viva} + 1,6 \text{ Presión lateral}}{P.p + \text{Simo} + \text{viva} * \text{Presión Lateral}} = 1,25$$



5.3.1.1 Dimensionamiento Final

Para el dimensionamiento final de la pantalla se procederá a verificar si el espesor de la pantalla en la base genera un esfuerzo de corte inferior al esfuerzo de corte del hormigón, caso contrario se procede a variar el espesor y se verifican los factores de seguridad anteriormente calculados. En el caso de no cumplir y estar a límite de la geometría del muro la recomendación es colocar estribos en la zona afectada para que estos absorban el esfuerzo de corte faltante.

5.3.1.2 Diseño del Acero

a) Para la obtención del acero correspondiente a la pantalla se procede a obtener los momentos que generan la presión de tierras y la sobrecarga para la cual se deberá calcular el área del trapecio de presiones por su respectivo brazo de palanca y por el respectivo factor de mayoración.

b) Obtenemos el coeficiente de cuantía de acero (W) con la siguiente fórmula.

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

c) Posteriormente se calculará el valor de ρ (ro) como se indica a continuación.

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy} ; f'c = 240 \frac{kg}{cm^2}, fy = 4200 \frac{Kg}{cm^2}$$

d) Y finalmente se obtiene la cantidad de acero calculada.

$$As_{cal} = \rho * b * d$$

e) El valor de acero calculado deberá ser comparado con el valor de acero mínimo que necesita esa sección, la obtención de acero mínimo será con la siguiente formula.

$$As_{min} = \frac{14}{fy} * b * d$$

f) Se toma el mayor de los dos valores de acero calculados y se procede a buscar el diámetro de acero necesario para una separación de 20cm.

	Mu (T-m)	W	ρ	As (Cal) (cm ²)/m	As min 1 (cm ²)/m	As colocar (cm ²)/m	cm2@20cm 20	ϕ Acumulado
	0,0	0,0	0,0	0,0				1Ø16
	4,66	0,0250	0,0014	3,69	8,61	8,61	1,72	1Ø16
	23,77	0,0741	0,0042	16,58	13,06	16,58	3,32	1Ø16+1Ø28
				83				
	65,06	0,1164	0,0067	34,92	17,50	34,92	6,98	1Ø16+1Ø28

a) Para complementar el diseño se calculará el acero por retracción y temperatura con la siguiente formula:

$$As_{temperatura} = 0,002 * b * t$$

t: espesor de la pantalla

b) Y de igual manera se obtendrá el acero perpendicular necesario el cual se repartirá para la cara interna y externa de la pantalla.

As Temp. (cm ²)/m	cm ² @20cm 20	Ø Acumulado	As Perp. (cm ²)/m	cm ² @20cm 20	Ø Acumulado
		1Ø16			2Ø16
5,17	1,03	1Ø16	5,17	1,03	2Ø16
7,83	1,57	1Ø16	7,83	1,57	2Ø16
10,50	2,10	1Ø16	10,50	2,10	2Ø16

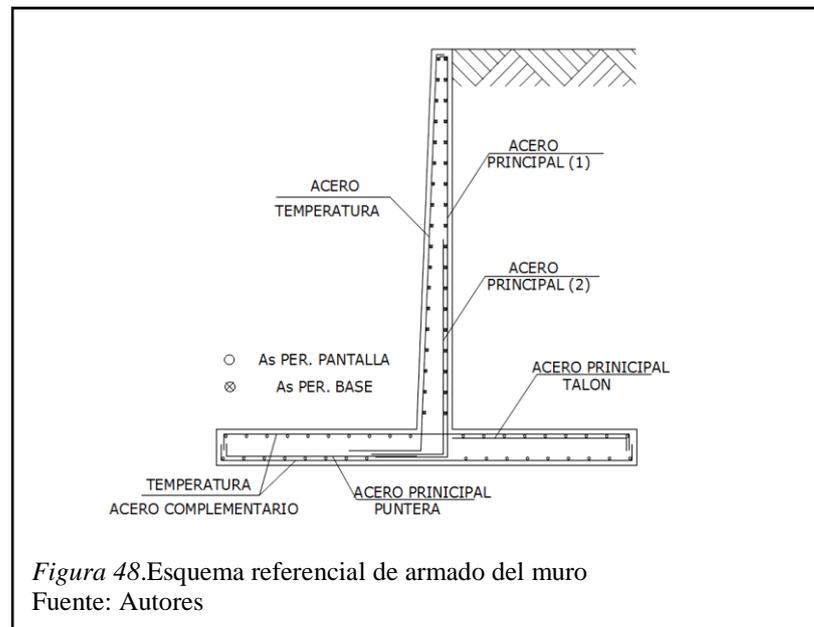
5.3.1.3 Armado de la Pantalla

El armado de la pantalla para el muro N°3 con una altura de 6m propuesta será:

- Armadura principal en la cara interna (Tracción) 1Ø 16mm @20cm que cubre la altura total del muro y se complementa con 1Ø 16mm @20cm hasta la media altura del muro. Medida desde la base menos los respectivos recubrimientos y existiendo un desfase de 10cm entre ambos.
- Armadura de temperatura en la cara externa (Compresión) 1Ø 16mm @20cm que cubre la altura total del muro.

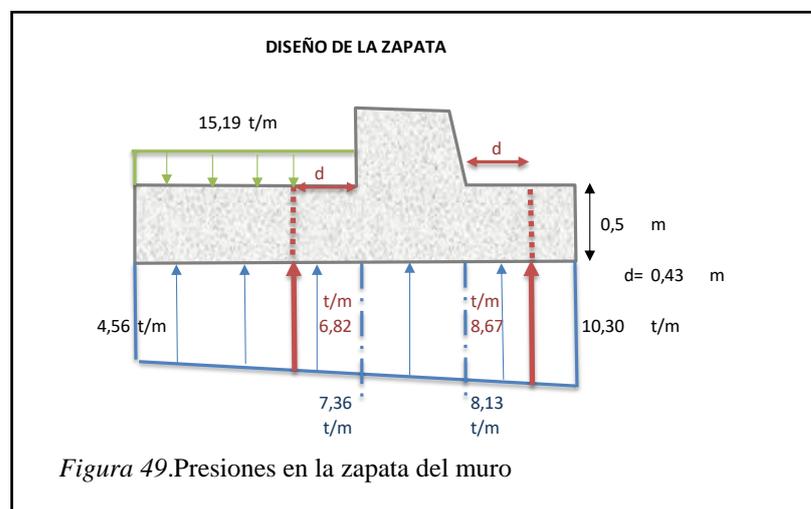
- Armadura perpendicular $2 \text{ } \varnothing 16\text{mm} @ 20\text{cm}$ que cubre 1m de análisis y es colocado $1 \text{ } \varnothing 16\text{mm} @ 20\text{cm}$ en cada cara.

Se puede observar el plano de detalles en el Anexo 24 de los planos estructurales correspondientes al muro.



5.3.2 Diseño de la zapata

Establecida la geometría que cumpla con los factores de seguridad necesarios se procede a obtener la diferencia entre las presiones generadas por la estructura en el suelo de cimentación y la presión generada por el suelo de relleno.



5.3.2.1 Diseño del Talón

5.2.2.1.1 Dimensionamiento final

La dimensión final corresponderá a la longitud de talón obtenida de los primeros análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presiones de suelo en la base del muro, el cálculo del peralte de este estará en función de su verificación por corte.

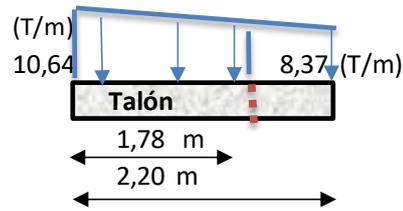
5.2.2.1.2 Verificación por corte

Para la verificación por corte se procederá a obtener el corte último obteniendo el área del diagrama de presiones correspondiente a la diferencia entre la presión generada por el suelo del relleno y las presiones de la cimentación al cual se le descontará una longitud correspondiente al peralte menos el recubrimiento, ya que es esta la zona que resistirá el corte. Este valor también será afectado por el factor de mayoración. Como se menciona en el punto 5.2.1 literal d.

A partir de este literal los criterios de diseño mencionados serán los mismo para la verificación a corte del talón, en caso de este no cumplir se recomienda realizar un diseño en el cual se coloquen estribos que absorban el corte faltante o incrementar el peralte de este.

DISEÑO DEL TALON

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = 21,09 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\phi * b * d}$$

$$v_u = 6,62 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

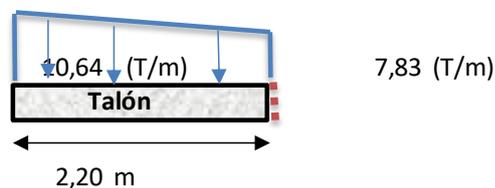
$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

5.2.2.1.3 Verificación por flexión

Para la obtención del acero correspondiente al talón se obtendrá el momento actuante en esta parte del muro, calculando el área completa de la diferencia de presiones por su respectivo brazo de palanca. A partir de este punto se puede tomar referencia a los criterios de diseño mencionados en el punto 5.2.1.2 literal b.

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 35,01 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,09$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 5,38E-03$$

<i>As cal = ρ * b * d</i>		
As (Cal)	23	(cm2)/m
As min 1	8,5	(cm2)/m
As colocar	23	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	4,57	20
1	∅	16
1	∅	20 +

5.2.2.1.4 Armado del talón

El armado de la pantalla para el muro N°3 con una altura de 6m propuesta será:

- Armadura principal en la cara externa (Tracción) 1 ∅ 16mm @20cm y 1 ∅ 20mm @20cm los cuales son el resultado de la prolongación del acero de temperatura que cubre la longitud total de la base y el faltante para cubrir el acero total generado por esa sollicitación, el cual se desarrollara para la longitud del talón.
- Armadura de temperatura en la cara interna (Compresión) 1∅ 16mm @20cm el cual corresponde a la prolongación del acero principal del dedo.
- Armadura perpendicular 1 ∅ 16mm @20cm que cubre 1m de análisis.

Se puede observar el plano de detalles en el Anexo 24 de los planos estructurales correspondientes al muro.

5.3.2.2 Diseño de la Puntera

5.2.2.2.1 Dimensionamiento final

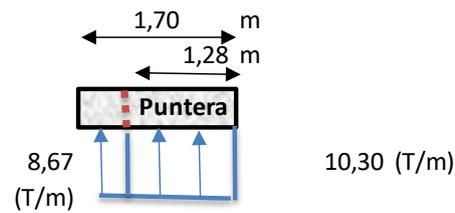
El dimensionamiento final de la puntera tomara las dimensiones de peralte obtenidas en la verificación por corte realizadas para el talón y la respectiva longitud planteada en los análisis realizados para la obtención de factor de seguridad.

5.2.2.2 Verificación por corte

Para la verificación por corte se realizará el mismo procedimiento mencionado para la verificación del talón a diferencia que este estará únicamente bajo la acción de los esfuerzos de la cimentación ya que no existe una carga de suelo sobre esta.

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$
$$V_u = 15,12 \text{ (T)}$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

$$v_u = 4,74 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

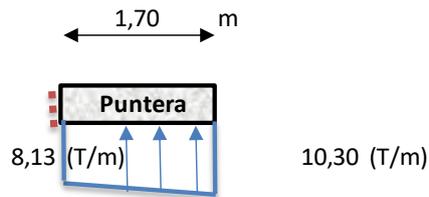
$$v_c = 8,21 \text{ (Kg/cm}^2\text{)}$$

OK!!

5.2.2.3 Verificación por flexión

Al igual que en punto anteriormente desarrollado se tomarán los mismos criterios de diseño que el talón y se obtendrá el acero necesario para cubrir las solicitaciones, además del acero de temperatura y perpendicular para su armado.

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long. * brazo\ de\ palanca$$

$$Mu = 15,99 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,04$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 2,35E-03$$

$$As\ cal = \rho * b * d$$

As (Cal)	10	(cm2)/m
As min 1	8,5	(cm2)/m
As colocar	10	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,99	20
1	∅	16
As Temp.	10,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	2,0	20
1	∅	16
As Perp.	10,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	2,00	20
1	∅	16

5.2.2.2.4 Armado del Dedo

El armado del dedo para el muro N°3 con una altura de 6m propuesta será:

- Armadura principal en la cara en contacto con el suelo (Tracción) 1∅ 16mm @20cm el cual se prolongará por toda la cara cubriendo a su vez el acero necesario por temperatura necesario para el diseño del talón.

- Armadura de temperatura en la cara libre (Compresión) se debería colocar 1Ø 16mm @20cm, pero este valor se verá verificado con las necesidades requeridas para el talón.
- Armadura perpendicular 1 Ø 16mm @20cm que cubre 1m de análisis.

Se puede observar el plano de detalles en el Anexo 24 de los planos estructurales correspondientes al muro.

Se pueden observar el procedimiento de diseño de los muros restantes en el Anexo N°11.

5.3.3 Estudio del Impacto Ambiental para muro en hormigón armado

Para el desarrollo de la afectación ambiental por parte del Muro en voladizo se aplicará los criterios mencionados en el punto 4.4.3. Cabe recalcar que debido a la utilización de otros materiales de construcción para este sistema se considerará la generación de desechos sólidos y líquidos tales como: escombros generados por conformación del hormigón armado, residuos de acero de refuerzo, desechos propios del proceso de desencofrado y sobrantes de hormigón u/o lechadas de cemento.

Por lo cual se ve necesario la generación de las respectivas matrices de impacto ambiental teniendo en cuenta las consideraciones anteriormente mencionadas y la correspondiente variación en el proceso constructivo.

Los resultados obtenidos se pueden evidenciar en los Anexos N°19, N° 20, N° 21, N° 22, N° 23 y los cuales serán evaluados con las respectivas tablas mencionadas en el punto de evaluación de impacto ambiental para el sistema TERRAMESH® System.

CAPÍTULO 6

Evaluación económica

En este capítulo se hace referencia al costo estimado que tendrán la construcción en su totalidad de los dos tipos de muros de contención analizados en el presente proyecto, la evaluación realizada en el presente capítulo será uno de los factores determinantes para el posterior análisis comparativo económico.

6.1 Presupuesto del muro de contención de suelo estabilizado mediante el sistema TERRAMESH®

6.1.1 Análisis de precios unitarios

El correspondiente análisis de precios unitarios se presenta en el Anexo 12.

6.1.2 Presupuesto final

Tabla 28. Presupuesto del muro de contención diseñado con el Sistema

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		PRESUPUESTO del MURO CON EL SISTEMA TERRAMESH				
METROS LINEALES DE CONSTRUCCIÓN =		64	m			
N° RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL	
TRABAJOS PRELIMINARES						
1	Limpieza Manual del Terreno	m ²	833.48	1.52	1266.89	
2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m ²	833.48	1.64	1366.91	
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
3	Excavación a máquina	m ³	1582	3.80	6011.60	
4	Relleno compactado con suelo natural y sub-base clase III (proporción 50%)	m ³	3476	7.07	24575.32	
MURO DE CONTENCIÓN						
5	Terramesh System 50cm	m ³	168	123.34	20721.12	
6	Geomalla de Refuerzo	m ²	2588	4.79	12396.52	
7	Terramesh System 100cm	m ³	316	92.28	29160.48	
DRENAJE						
8	Tubería corrugada y perforada para drenaje; D=110mm	ml	129	4.48	577.92	
9	Geocompuesto de drenaje	m ²	286	10.11	2891.46	
10	Geotextil de drenaje paramento frontal	m ²	482	1.64	790.48	
TOTAL DE LA ESTRUCTURA =					99758.70	

TERRAMESH

Elaborado por: Los Autores

El costo final de la estructura será de noventa y nueve mil setecientos cincuenta y ocho con 70/100 dólares americanos.

Este valor no incluye costos indirectos, ni IVA.

6.2 Presupuesto del muro de contención en voladizo

6.2.1 Análisis de precios unitarios

El correspondiente análisis de precios unitarios se presenta en el Anexo 13.

6.2.2 Presupuesto final

Tabla 29. Presupuesto del muro de contención en voladizo hormigón armado

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		PRESUPUESTO DEL MURO EN HORMIGÓN ARMADO				
METROS LINEALES DE CONSTRUCCIÓN =		64	m			
N° RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANT.	P.U.	TOTAL	
TRABAJOS PRELIMINARES						
1	Limpieza Manual del Terreno	m ²	833,48	1,52	1266,89	
2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	m ²	833,48	1,64	1366,91	
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
3	Excavación a máquina	m ³	1296,29	3,80	4925,90	
4	Relleno compactado con suelo natural y sub-base clase III (proporción 50%)	m ³	2621,02	7,07	18530,61	
MURO DE CONTENCIÓN						
5	Replanteo f'c= 140 kg/cm2	m ³	16,86	89,77	1513,52	
6	Acero de Refuerzo f'y= 4200 kg/cm2	Kg	74088,47	1,53	113355,36	
7	Encofrado y desencofrado muro de tablero contrachapado	m ²	864,3	18,55	16032,77	
8	Hormigón en muro f'c= 240 kg/cm2	m ³	641,34	117,31	75235,60	
DRENAJE						
9	Tubería de Drenaje 4"	ml	65,55	5,46	357,90	
TOTAL DE LA ESTRUCTURA =					216552,69	

Elaborado por: Los Autores

El costo final de la estructura en hormigón armado será de doscientos dieciséis mil quinientos cincuenta y dos con 69/100 dólares americanos.

Este valor no incluye costos indirectos, ni IVA.

CAPÍTULO 7

Análisis e Interpretación

7.1 Análisis e interpretación de resultados finales

Después de los respectivos diseños para cada uno de los sistemas se puede evidenciar que para TERRAMESH® System se obtuvieron factores de seguridad mayores que al sistema tradicional esto puede justificarse técnicamente ya que en su proceso

constructivo el suelo de relleno al compactarse en capas con su malla genera un solo bloque, creando un muro aparentemente homogéneo los cuales dados para las diferentes dimensiones de los muro generan una estructura con una geometría la cual difícilmente se podrá deslizar u volcar. A diferencia del sistema tradicional que generan estructuras mucho más delgadas por el peso compensado por el hormigón armado lo cual a diferencia de las secciones robustas del TERRAMESH® nos genera menores factores de seguridad al volcamiento y esfuerzos en la fundación.

Se puede observar que, para los muros en voladizo a partir de los 6m de altura las secciones necesarias para cumplir con las solicitaciones tanto en pantalla como en la cimentación, al igual que el acero necesario para absorber los momentos actuantes, son elevados, haciendo que los muros de altura mayor a 6m incrementen notablemente su costo. A diferencia de TERRAMESH® System en el que la sección de la pantalla es constante, y el muro actúa como un solo bloque en conjunto con la malla de mejoramiento.

Del análisis de impacto ambiental se obtiene que el muro de hormigón en voladizo genera mayor impacto ya que está formado por mayor cantidad materiales conformados y ajenos al sitio como: hormigón armado, acero de refuerzo, componentes de encofrado y los distintos desechos generados por estos, siendo estos más contraproducentes para el lugar de implantación del proyecto, que los que se generan utilizando TERRAMESH®.

Se puede acotar que para el sistema tradicional se obtienen menores volúmenes de corte y relleno, los cuales posteriormente se ven opacados debido al costo que implica la construcción del muro en hormigón armado.

Finalmente, después de haber tratado diferentes puntos técnicos y económicos generados con el avance del proyecto se puede pronunciar que TERRAMESH®

System tiene una amplia ventaja económica respecto al hormigón armado, genera un menor impacto en el ambiente, su diseño y cumplimiento de los requerimientos definidos por las respectivas normas genera una estructura más robusta pero mayoritariamente estable y finalmente requiere un menor tiempo de ejecución.

7.2 Recomendación del sistema técnica y económicamente más conveniente para el proyecto de la Urbanización la Toscana

Para el Proyecto de urbanización La Toscana después de realizar los diferentes análisis se recomienda el Sistema TERRAMESH® ya que para: la topografía, la altura de desplante para conformación de la vía de acceso y las solicitaciones a las que estará sometidas, el muro en voladizo genera un mayor costo y con mayor afectación ambiental.

A demás de tener menor impacto, el muro en TERRAMESH® se puede ejecutar en un menor plazo de tiempo, también se debe tener en cuenta que, por cada bloque conformado del sistema, este puede inmediatamente entrar en operación, a diferencia del otro sistema en el que hay que esperar el proceso de fraguado y desencofrado que involucrarían la construcción en hormigón armado.

CAPÍTULO 8

8.1 Conclusiones

- En función de la topografía del lugar de implantación de la obra, el muro crítico tendrá una altura de 12m.

- Debido a que el Ecuador es un país con elevado riesgo sísmico, se consideró el empuje del sismo sobre los muros de contención.

- Los factores de seguridad al deslizamiento en el sistema TERRAMESH® estuvieron comprendidos entre:
Factores de seguridad al deslizamiento sin sismo: 5.69-9999
Factores de seguridad al deslizamiento con sismo: 1.88-9.44

- Los factores de seguridad al volcamiento en el sistema TERRAMESH® estuvieron comprendidos entre:
Factores de seguridad al volcamiento sin sismo: 4.42-16.31
Factores de seguridad al volcamiento con sismo: 40.15-9999

- Los factores de seguridad de análisis de estabilidad global en el sistema TERRAMESH® estuvieron comprendidos entre:
Factores de seguridad al volcamiento sin sismo: 2.56-37.99
Factores de seguridad al volcamiento con sismo: 1.65-14.40

- Los factores de seguridad de presión en la fundación en el sistema TERRAMESH® estuvieron comprendidos entre:
Factores de seguridad de presión en la fundación sin sismo: 1.19-5.18
Factores de seguridad presión en la fundación con sismo: 2.03-9.09

- Los valores de factores de seguridad son elevados debido a las imposiciones de dimensiones y de longitudes del material de refuerzo y en el caso de muros de baja altura por la imposición de la base mínima de 4m.

- Los factores de seguridad al deslizamiento para el muro en hormigón armado estuvieron comprendidos entre:
 Factores de seguridad al deslizamiento sin sismo: 1.58 – 2.31
 Factores de seguridad al deslizamiento con sismo: 1.49 – 1.88

- Los factores de seguridad al volcamiento para el muro en hormigón armado estuvieron comprendidos entre:
 Factores de seguridad al volcamiento sin sismo: 3.04 – 3.42
 Factores de seguridad al volcamiento con sismo: 2.39 – 2.89

- Los factores de seguridad de análisis de estabilidad global para el muro en hormigón armado estuvieron comprendidos entre:
 Factores de seguridad al volcamiento sin sismo: 2.21 - 999
 Factores de seguridad al volcamiento con sismo: 1.41 - 999

- Los esfuerzos en la fundación para el muro en hormigón armado estuvieron comprendidos entre:

 Presiones en la fundación sin sismo (mínima): 2.21 – 9.29 (T/m²)
 Presiones en la fundación sin sismo (máxima): 7.13 – 29.22 (T/m²)

Presiones en la fundación con sismo (mínima): 0.02 – 4.56 (T/m²)

Presiones en la fundación con sismo (máxima): 8.05 – 38.11 (T/m²)

- En el diseño de los muros en hormigón armado estos fueron optimizados de tal manera que se obtuvieran los menores factores de seguridad, siendo condicionados en su gran mayoría por el factor de seguridad al volcamiento y en algunos casos por la presión en la fundación, ambos parámetros considerados en condiciones sísmicas.
- Para muros de gran altura el realizado en hormigón armado tiende a necesitar secciones muy grandes para cumplir con los requerimientos de diseño por ende su costo será muy elevado.
- El costo del muro por metro cuadrado diseñado con el sistema TERRAMESH® es de \$206,11.
- El costo del muro por metro cuadrado diseñado con hormigón armado es de \$447,42.
- Se observa que el sistema TERRAMESH®, es un 53.93% más económico que el muro de hormigón armado teniendo en cuenta que los dos métodos están diseñados para las mismas sollicitaciones.

- Debido al proceso constructivo de cada sistema, el muro de contención realizado con TERRAMESH® System tiene mayor rendimiento que el muro de hormigón armado.
- El impacto ambiental producido por el muro de contención diseñado con TERRAMESH® System es menor debido al proceso constructivo que requiere y a su vez no utiliza materiales contaminantes si no al contrario utiliza materiales en estado natural.
- TERRAMESH® System puede entrar en servicio inmediatamente no obstante el muro de hormigón armado tiene un tiempo de fraguado de sus componentes para adquirir una resistencia adecuada para poder entrar en funcionamiento.

8.2 Recomendaciones

- Se deberá realizar un estudio de suelos adecuado para obtener los parámetros de corte del suelo de cimentación y del relleno del material, con el fin de evitar el sobredimensionamiento de la estructura.
- Siendo el muro de 12 m el más alto, se debe tener especial cuidado al momento de diseñar dicho muro debido a que a mayor altura sus factores de seguridad tienden a bajar generando un problema de estabilidad y el posterior colapso de la estructura si no se controla con los factores de seguridad permisibles.

- Se deberán realizar estudios más detallados en el análisis de impacto ambiental debido al problema que generan la excavación y el relleno para la implantación y construcción del muro, con el fin de generar soluciones de mitigación de dichos impactos.
- Realizar una correcta interpretación de la norma sísmica para el posterior análisis de los coeficientes sísmicos con el fin de evitar el sobredimensionamiento de las estructuras en los diferentes diseños a realizarse.

Bibliografía

- Abramson, L. &. (2002). *Slope Stability and Stabilizations Methods*. New York: J. Wiley & Sons.
- API. (2002). *Energy API*. Obtenido de https://www.rocscience.com/help/rspile/webhelp/RSPile/API_Sand_Axial_Pile.htm
- CanadianGeotechnicalSociety. (2006). *Canadian Foundation Engineering Manual*. British Columbia: Canada Publiser.
- Das, B. M. (2012). *Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones*. México, D.F.: Cengage Learning Editores, S.A. de C.V.
- Duche, A. (2016). *Diseño de un Plan de Manejo para reciclaje y disposición final de focos ahorradores que han terminado su vida útil de la ciudad de Cuenca*. Obtenido de <https://secure.urkund.com/view/document/18392022-372640-659875/download>
- Earth, G. (17 de Octubre de 2017). *Google Earth*. Obtenido de www.google.com/earth/
- Franco, M. (25 de noviembre de 2014). *muros de contención blogspot*. Obtenido de <http://murosdecontesioningcivil.blogspot.com/2014/11/videos-y-fotos.html>
- Gaibor, L. (2017). OBRAS DE CONTENCIÓN EN SUELO REFORZADO., (pág. 216). Quito.
- Maccaferri. (8 de Agosto de 2016). *Maccaferri Mexico*. Obtenido de <https://www.maccaferri.com/mx/productos/geocompuestos-macdrain/>
- NEC. (2015). NEC. En M. d. Vivienda, *CÓDIGO NEC-SE-CM GEOTÉCNIA Y CIMENTACIONES* (pág. 31). Quito.

- Paladines, A. (Marzo de 2011). *Ingeniería Civil. Proyectos y apuntes teóricos-prácticos de ingeniería civil para compartir con ustedes*. Obtenido de <http://www.ingenierocivilinfo.com/2011/03/ensayo-de-compresion-inconfinada-para.html>
- Ryan R, B. &. (2009). *Design and construction of mechanically stabilized earth walls and reinforced soil slopes-volume II*. Washington, D.C.: National Highway Institute.
- Secretaria de Comunicaciones y Transporte. (2014). *Guías de procedimientos y lineamientos para la construcción de muros mecánicamente estabilizados*. México D.F.: Dirección General de Servicios Técnicos SCT.
- Skempton, A. W. (1957). *A contribution to the settlement analysis of foundations on clay*. Londn: Thomas Telford Ltd.
- Suárez, J. (15 de marzo de 2011). *erosion.com.co*. Obtenido de geotecnologia S.A.S.: <http://www.erosion.com.co/presentaciones/category/46-tomo-ii.html#>
- Torres, B. R. (2008). *Ánàlisis y diseño de muros de contención de concreto armado*. Mérida-Venezuela: Publicaciones de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Los Andes.
- Torres, R. (2008). Muros de contención de concreto armado. *Muros de contención de concreto armado*. Mérida, Venezuela: Universidad de los Andes.
- Valdivieso, V. (julio de 2017). Diseño de las obras de embalse del proyecto hidroelectrico Machinaza. *Tesis de Pregrado*. Quito, Pichincha, Ecuador: Universidad Politécnica Salesiana.
- vive1. (julio de 2017). *vive1.com*. Obtenido de http://fotosnginx.vive1.com/thumbs/w/1280x800/s3.amazonaws.com/vive1/production/image/project/26/1626/1626__1241691.png

Warrington, D. C. (2012). *Foundations and Earth Structures: NAVFAC DM 7.02*.

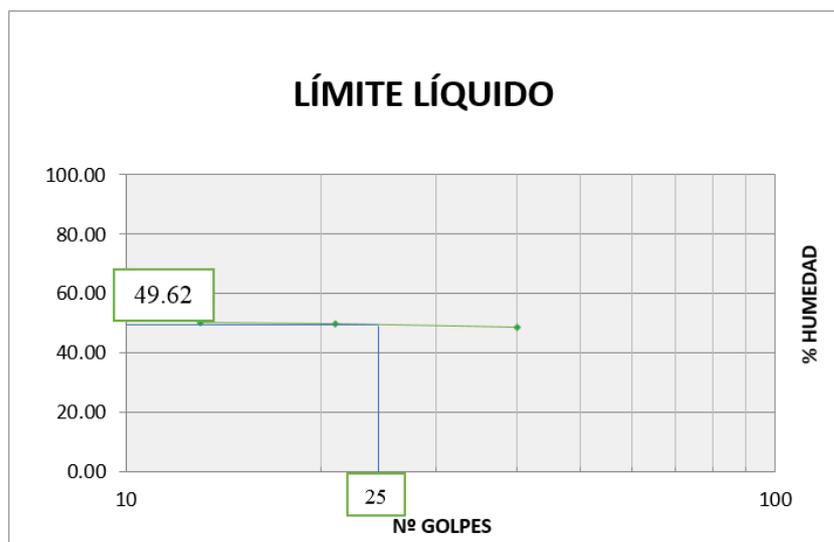
Tennessee, USA: vulcanhammer.net.

Anexos

Anexo 1. Datos y Proceso de cálculo de límites de consistencia de los suelos del proyecto.

Suelo de Cimentación

LÍMITE LÍQUIDO			
MASA DE LA CÁPSULA (g)	21.33	21.28	21.22
MASA DE LA CÁPSULA + MASA HÚMEDA (g)	30.26	33.06	28.41
MASA DE LA CÁPSULA + MASA SECA (g)	27.33	29.14	26
% HUMEDAD	48.83	49.87	50.42
NÚMERO DE GOLPES	40	21	13
% HUMEDAD (25 GOLPES)	49.62		



Suelo de Relleno

LÍMITE LÍQUIDO				
LÍMITE PLÁSTICO				
MASA DE LA CÁPSULA (g)	27.22	25.8	25.63	
MASA DE LA CÁPSULA + MASA DE LA CÁPSULA + MASA HÚMEDA (g)	21.3	21.04	21.18	21.08
MASA DE LA CÁPSULA + MASA HÚMEDA (g)	39.52	40.33	39.8	
MASA DE LA CÁPSULA + MASA SECA (g)	24.08	22.57	22.98	22.66
MASA DE LA CÁPSULA + MASA HÚMEDA (g)	36.38	36.54	36.01	
MASA DE LA CÁPSULA + MASA SECA (g)	23.29	22.12	22.49	22.2
% HUMEDAD	34.28	35.29	36.51	
% HUMEDAD GOLPES	39.707	41.676	37.408	41.07
% HUMEDAD (25 GOLPES)	35.237			
% HUMEDAD PROMEDIO	41.37			

Anexo 2. Clasificación SUCS de los suelos del proyecto

Suelo de Cimentación

	Tamiz (mm)	Pasa (%)		
	100	100.00		
	80	100.00		
	63	100.00		
	50	100.00		
	40	100.00		
	25	100.00		
	20	100.00		
	12.5	100.00		
MASA DE LA CÁPSULA	10	100.00	21.47	29.22
MASA DE LA CÁPSULA	6.3	100.00		
MASA HÚMEDA	5	100.00	24.46	30.93
	2	99.04		
	1.25	99.04		
MASA DE LA CÁPSULA	0.4	95.93		
MASA SECA	0.160	95.93	23.85	30.63
	0.080	71.49		
% HUMEDAD PROMEDIO	Límite líquido, LL:	49.62%		21.28
	Límite plástico, LP:	41.37%		
	Índice plasticidad, IP:	8.25%		

Limo baja plasticidad con arena ML

Suelo de Relleno

Tamiz (mm)	Pasa (%)
100	100.00
80	100.00
63	100.00
50	100.00
40	100.00
25	90.83
20	73.29
12.5	65.96
10	64.54
6.3	64.54
5	61.58
2	58.79
1.25	58.79
0.4	53.14
0.160	53.14
0.080	33.70
Límite líquido, LL:	35.32 %
Límite plástico, LP:	25.15 %
Índice plasticidad, IP:	10.17 %

Grava limosa con arena GM

Anexo 3. Compactación

MUESTRA N°	1	2	3	4	5					
Agua Aumentada (mm)										
Agua Aumentada (%)	0%	2%	4%	6%	8%					
Peso del suelo húmedo + molde (g)	5608	5681	5735	5752	5732					
Peso del molde (g)	4164									
Peso del suelo húmedo (g)	1444	1517	1571	1588	1568					
Volumen del molde (g)	939									
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.538	1.616	1.673	1.691	1.670					
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD SECA MÁXIMA										
MUESTRA N°	1	2	3	4	5					
Tarro + Suelo Húmedo (g)	88.40	90.91	93.32	95.76	89.56	105.00	98.47	101.01	92.83	96.25
Tarro + Suelo Seco (g)	74.83	76.52	76.59	78.59	72.60	84.57	79.62	81.16	74.22	76.23
Peso del Agua (g)	13.57	14.39	16.73	17.17	16.96	20.43	18.85	19.85	18.61	20.02
Peso del Tarro (g)	29.38	28.55	26.04	26.93	25.57	27.56	29.06	28.23	28.83	27.39
Peso del Suelo Seco (g)	45.45	47.97	50.55	51.66	47.03	57.01	50.56	52.93	45.39	48.84
Contenido de Agua (%)	29.86	30.00	33.10	33.24	36.06	35.84	37.28	37.50	41.00	40.99
Contenido promedio de agua (%)	29.93	33.17	35.95	37.39	41.00					
Densidad Seca (g/cm ³)	1.18	1.21	1.23	1.23	1.18					
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) = 1.234										
CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMO (%) = 36.71										

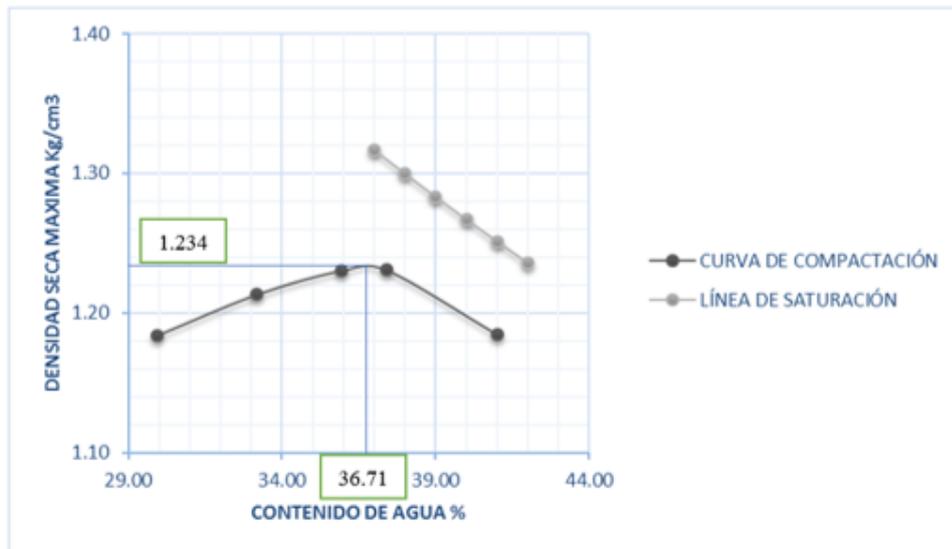
GRAVEDAD ESPECÍFICA			
Masa del pic + agua (g)	652.85	Temperatura (°C)	Masa del Picnómetro (g)
Masa de sólidos antes (g)	50.00	19.5	154.04
Masa del pic + agua + sólidos (g)	683.38	G _S (19.5)	G _S (20°C) = G _S (Tt) * K
Coefficiente de temperatura K	1.0001	2.5681	2.56831
Masa de la bandeja (g)	159.32	Masa de sólidos después del ensayo (g)	
Masa de sólidos + bandeja (g)	209.56	50.24	

Suelo de Cimentación

LÍNEA DE SATURACIÓN		
G _s	%W	γ _d
2.56831	37.00	1.3169
	38.00	1.2998
	39.00	1.2831
	40.00	1.2668
	41.00	1.2510
	42.00	1.2355

$$\gamma_{d108} = \frac{G_s}{1 + \frac{\%W * G_s}{100}}$$

CURVA DE COMPACTACIÓN



MUESTRA N°	1	2	3	4				
Agua Aumentada (mm)								
Agua Aumentada (%)	0%	2%	4%	6%				
Peso del suelo húmedo + molde (g)	10478	10712	10766	10664				
Peso del molde (g)	6522							
Peso del suelo húmedo (g)	3956	4190	4244	4142				
Volumen del molde (g)	2129							
Densidad Húmeda (g/cm ³)	1.858	1.968	1.993	1.946				
DETERMINACIÓN DE DENSIDAD SECA MÁXIMA								
MUESTRA N°	1	2	3	4				
Tarro + Suelo Húmedo (g)	99.67	94.20	98.55	106.82	90.53	88.47	113.92	109.87
Tarro + Suelo Seco (g)	91.26	86.62	88.80	96.19	80.56	79.24	99.13	96.98
Peso del Agua (g)	8.41	7.58	9.75	10.63	9.97	9.23	14.79	12.89
Peso del Tarro (g)	28.14	28.93	25.89	27.34	25.89	28.25	28.07	27.82
Peso del Suelo Seco (g)	63.12	57.69	62.91	68.85	54.67	50.99	71.06	69.16
Contenido de Agua (%)	13.32	13.14	15.50	15.44	18.24	18.10	20.81	18.64
Contenido promedio de agua (%)	13.23		15.47		18.17		19.73	
Densidad Seca (g/cm ³)	1.64		1.70		1.69		1.62	
DENSIDAD SECA MÁXIMA (g/cm³) = 1.707								
CONTENIDO DE AGUA ÓPTIMO (%) = 16.06								

Suelo de Relleno

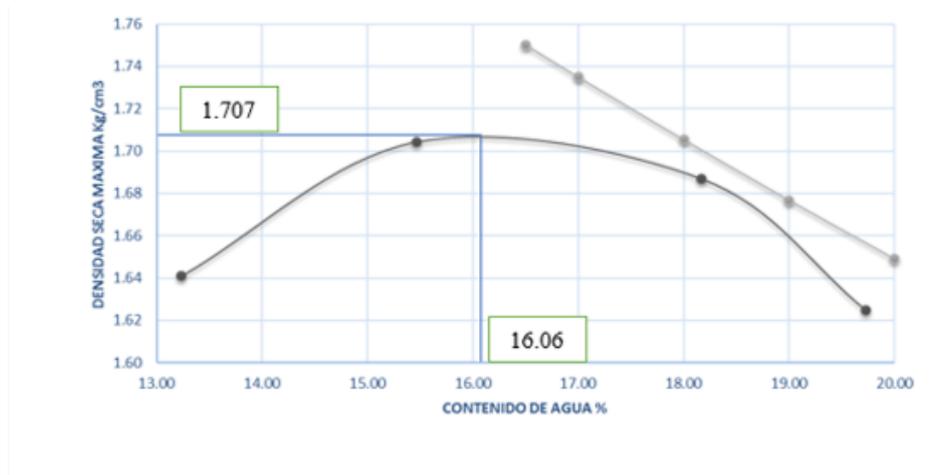
GRAVEDAD ESPECÍFICA			
Masa del pic + agua (g)	1247.09	Temperatura (°C)	Masa del Picnómetro (g)
Masa de sólidos antes (g)	500.00	18.4	248.91
Masa del pic + agua + sólidos (g)	1553.61	G_S (18.4)	G_S(20°C) = G_S(Tt) * K
Coefficiente de temperatura K	1.00032	2.5843	2.5851
Masa de la bandeja (g)	329.13	Masa de sólidos después del ensayo (g)	
Masa de sólidos + bandeja (g)	829.43	500.3	

ABSORCIÓN DEL MATERIAL GRUESO	
Peso de la muestra SSS	4500
Peso de la muestra sumergida	2690
Peso de la capsula + muestra seca	4766
Peso de la cápsula	442
Peso de la muestra seca	4324
Peso Específico Masivo	2.3890
Peso Específico Masivo SSS	2.4862
Peso Específico de Sólidos	2.6463
% Absorción	4.07

GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA	
Porcentaje retenido en el tamiz N°4	38.42
Porcentaje que pasa el tamiz N°4	61.58
Gravedad Específica del agregado fino	2.5851
Gravedad Específica del agregado grueso	2.3890
GRAVEDAD ESPECÍFICA PONDERADA	2.4607

LÍNEA DE SATURACIÓN		
G _s	%W	γ _d
2.46069	16.50	1.7501
	17.00	1.7349
	18.00	1.7053
	19.00	1.6768
	20.00	1.6491

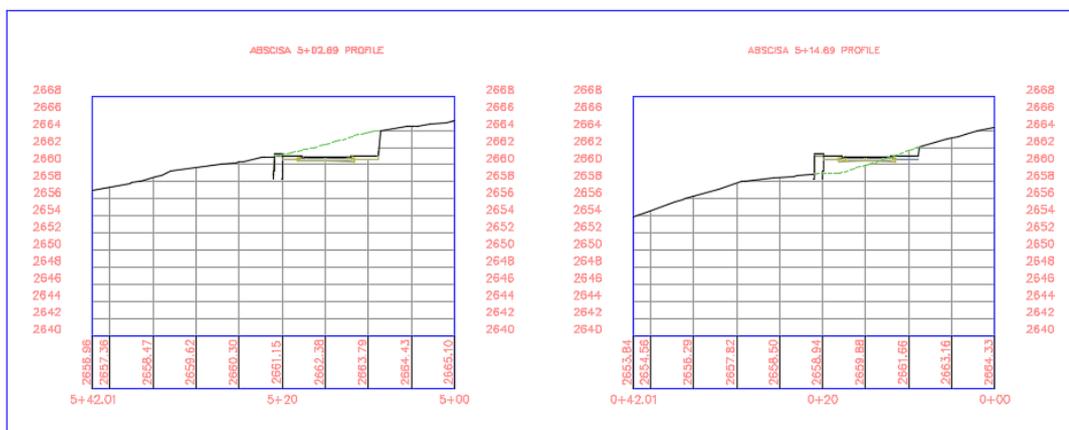
CURVA DE COMPACTACIÓN



Anexo 4. Perfiles Transversales del terreno

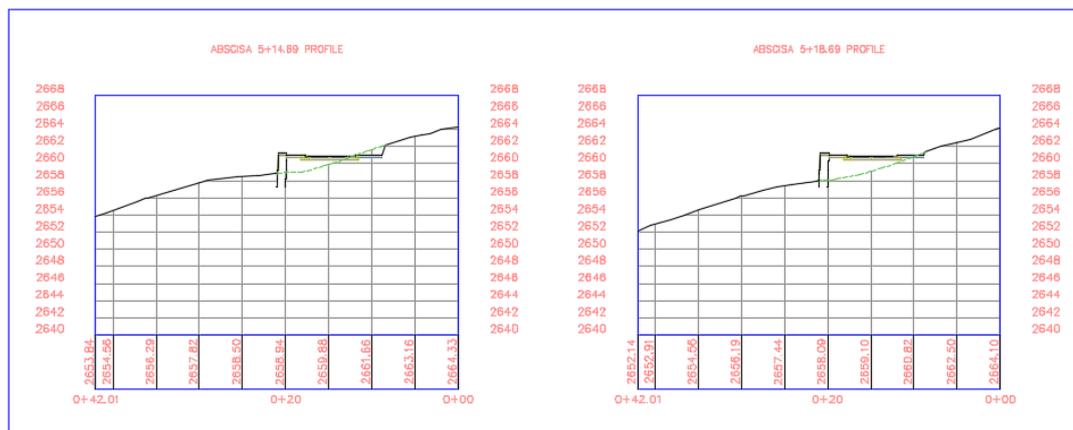
4.1 Perfiles transversales del terreno para implantación del muro hecho con el sistema TERRAMESH

MURO N°1



Muro N°1

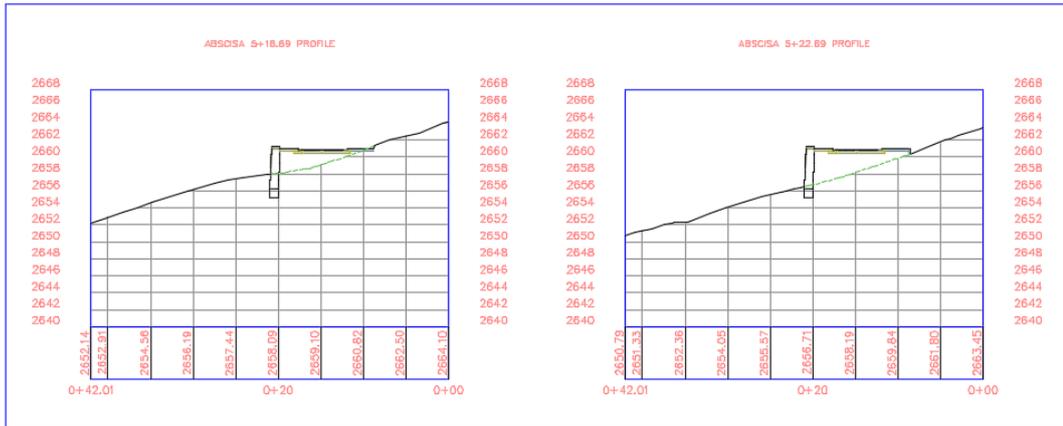
MURO N°2



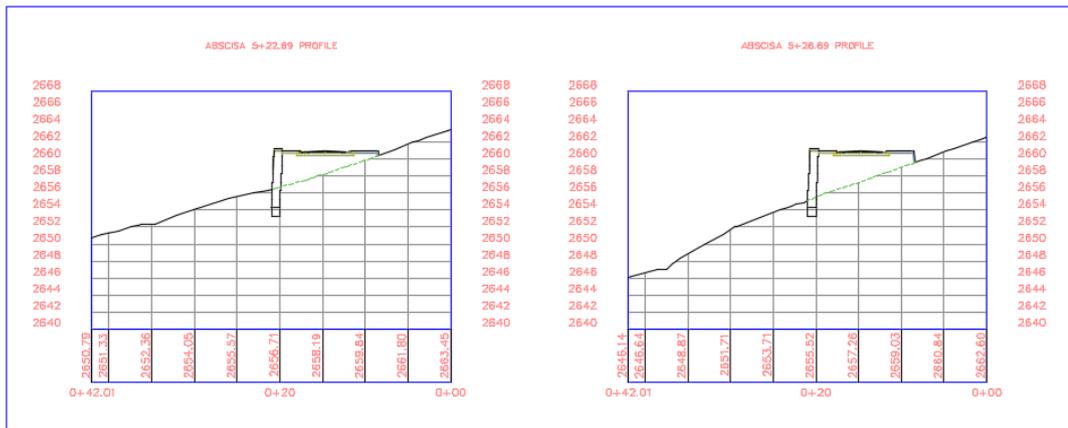
Muro N°2

Muro N°3

MURO N°3

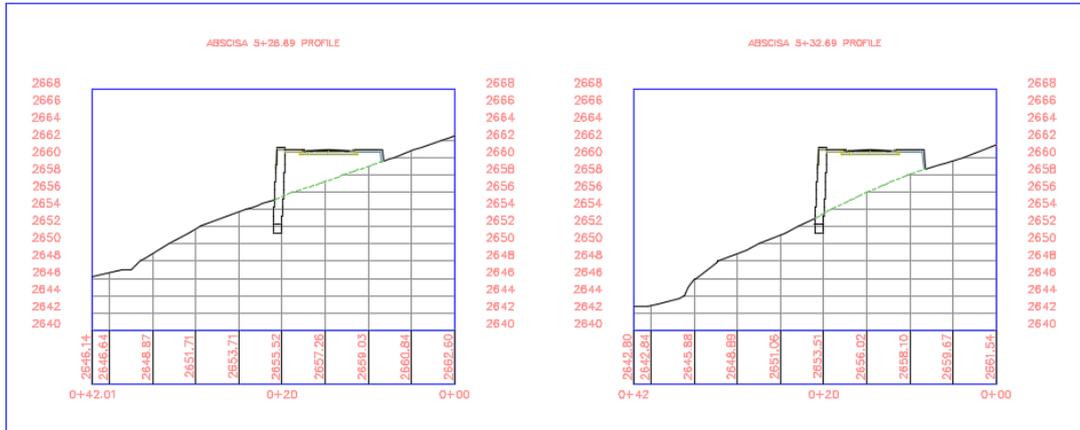


MURO N°4



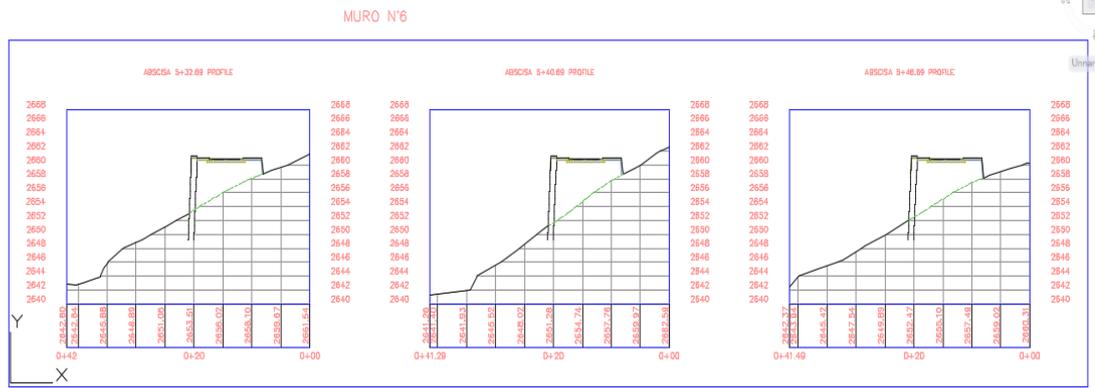
Muro N°4

MURO N°5

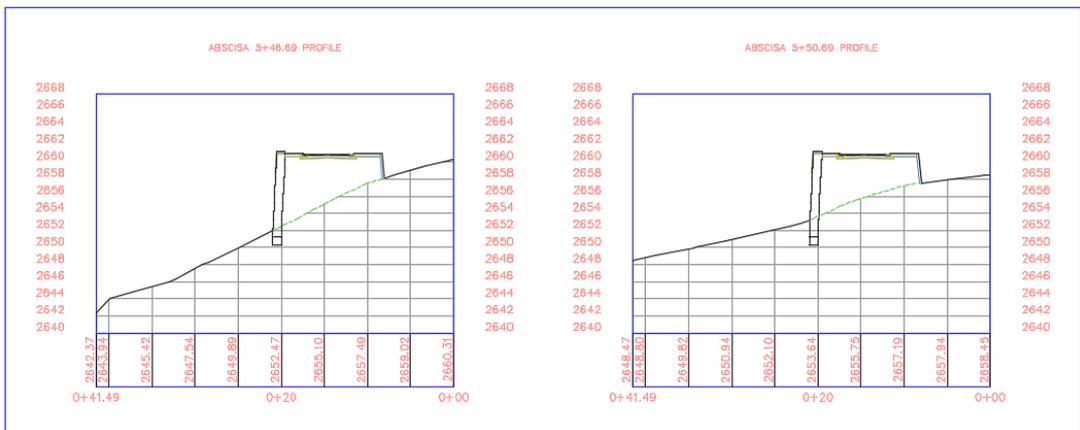


Muro N°5

Muro N°6

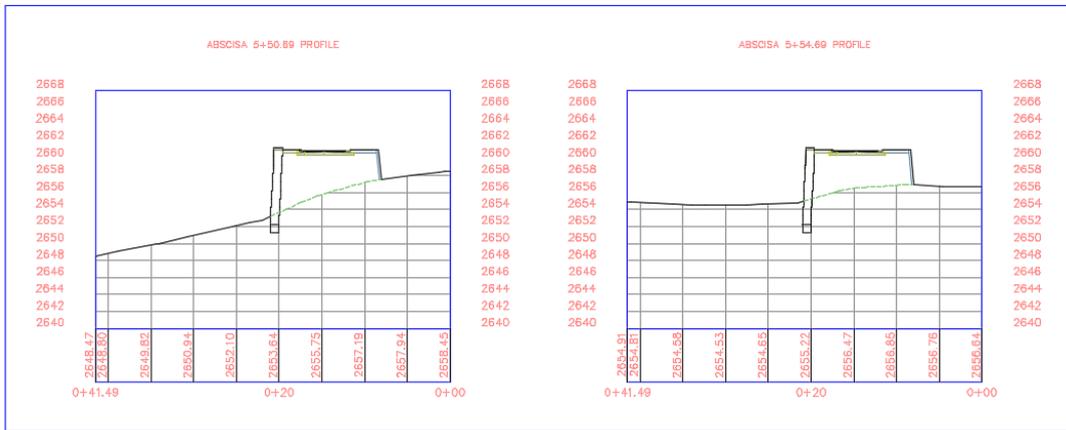


MURO N°7



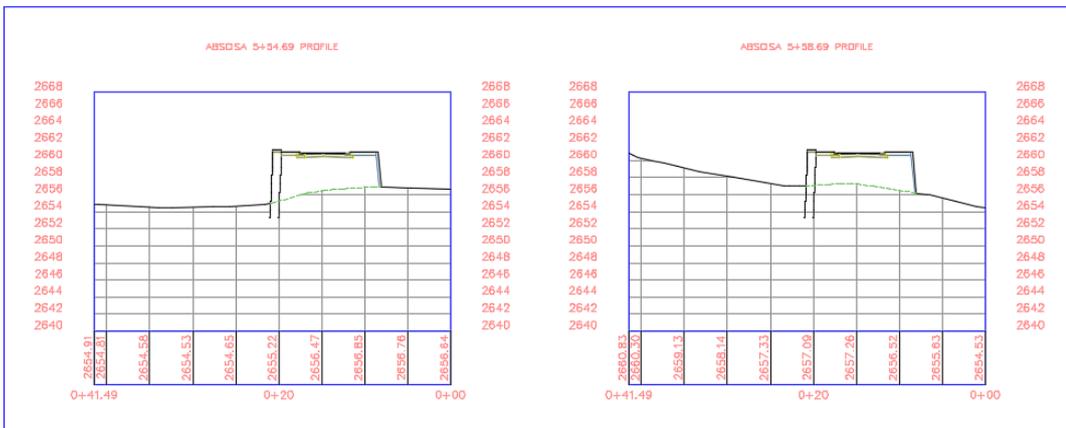
Muro N°7

MURO N°8



Muro N°8

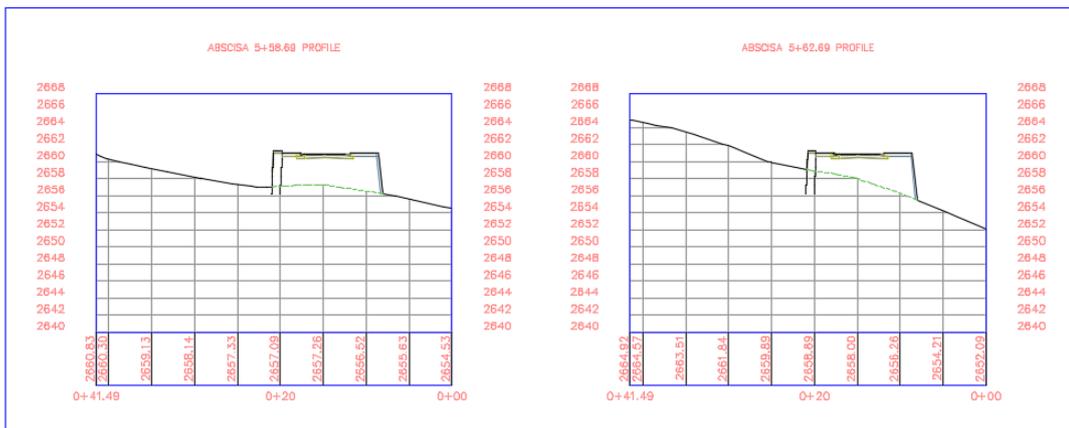
MURO N°9



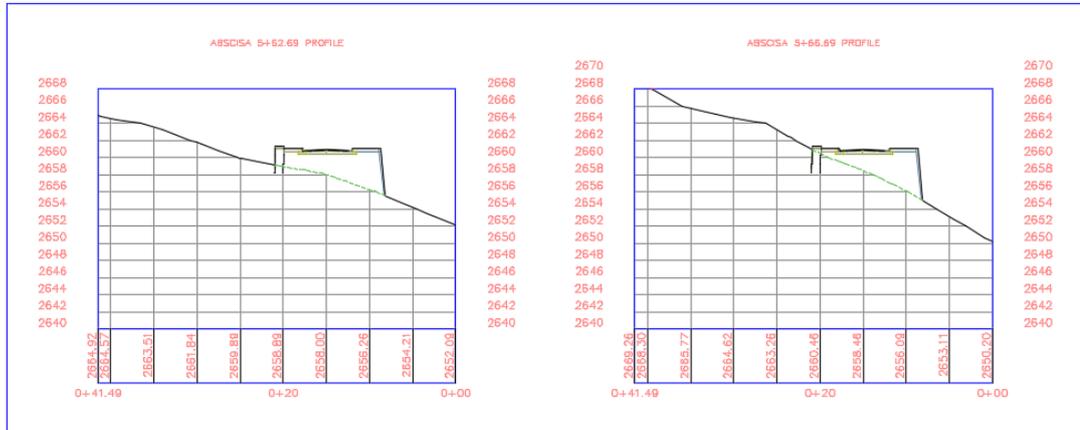
Muro N°9

Muro N°10

MURO N°10



MURO N°11



Muro N°11

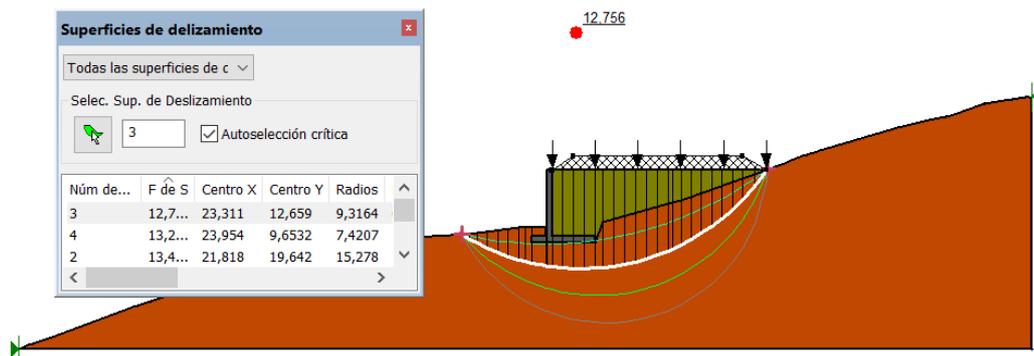
Anexo 5. Análisis equilibrio Limite Muro en Voladizo

Muro N°1

- *Condiciones Normales*

Materials

- S. DE CIMENTACION
- MURO
- S. DE RELLENO



- *Condiciones Sísmicas*

Materials

	S. DE CIMENTACION
	MURO
	S. DE RELLENO

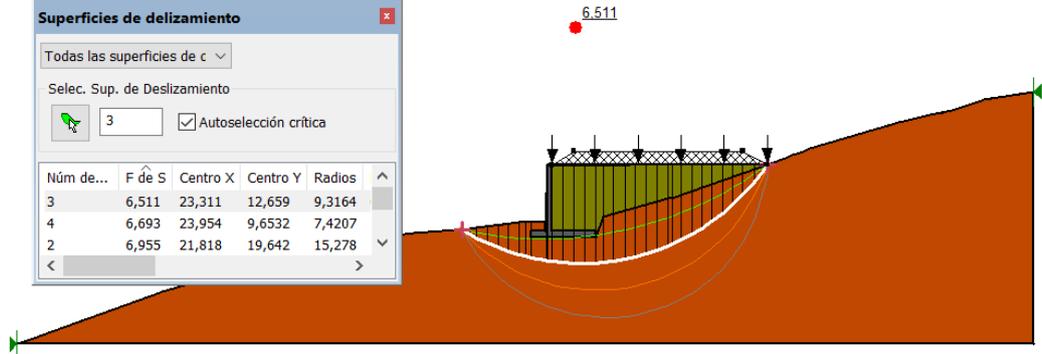
Superficies de deslizamiento

Todas las superficies de c

Selec. Sup. de Deslizamiento

3 Autoselección crítica

Núm de...	F de S	Centro X	Centro Y	Radio
3	6,511	23,311	12,659	9,3164
4	6,693	23,954	9,6532	7,4207
2	6,955	21,818	19,642	15,278



Muro N°2

- *Condiciones Normales*

Materials

	S. DE CIMENTACION
	MURO
	SUELO DE RELLENO

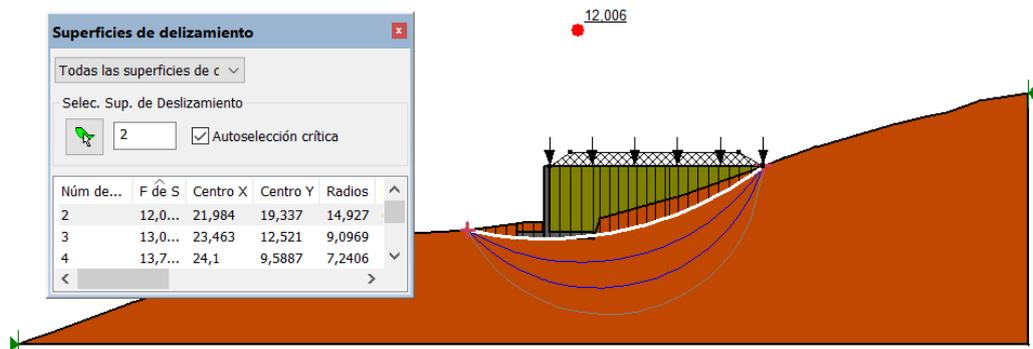
Superficies de deslizamiento

Todas las superficies de c

Selec. Sup. de Deslizamiento

2 Autoselección crítica

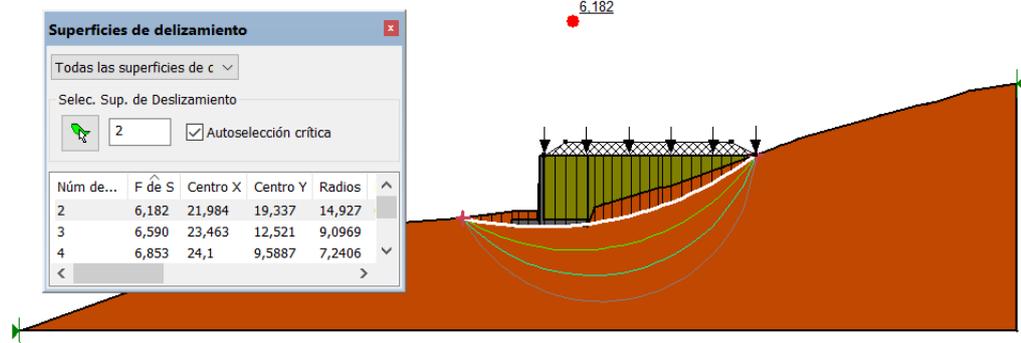
Núm de...	F de S	Centro X	Centro Y	Radio
2	12,0...	21,984	19,337	14,927
3	13,0...	23,463	12,521	9,0969
4	13,7...	24,1	9,5887	7,2406



- *Condiciones Sísmicas*

Materials

	S. DE CIMENTACION
	MURO
	SUELO DE RELLENO

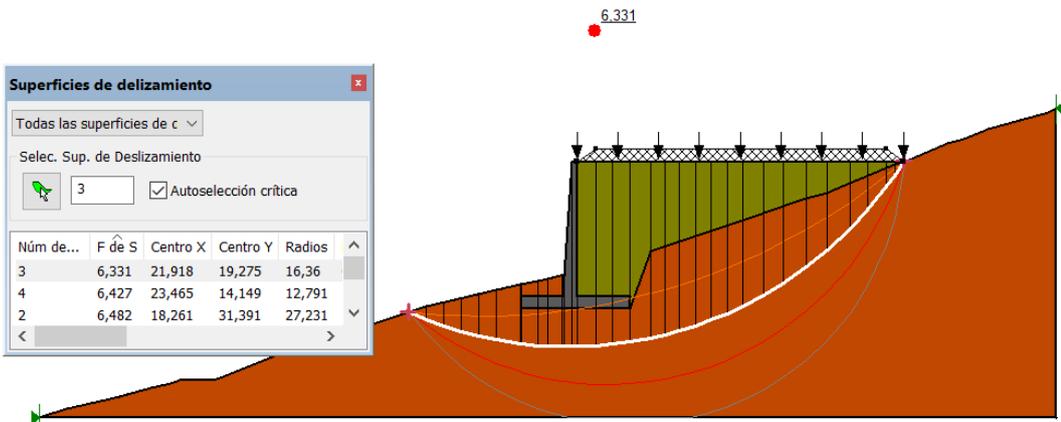


Muro N°3

- *Condiciones Normales*

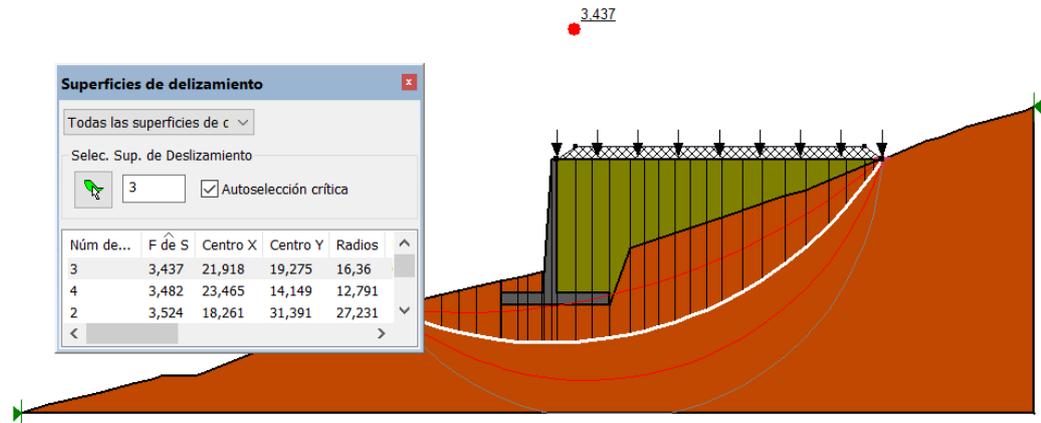
Materials

	S. DE CIMENTACION
	MURO
	S. DE RELLENO



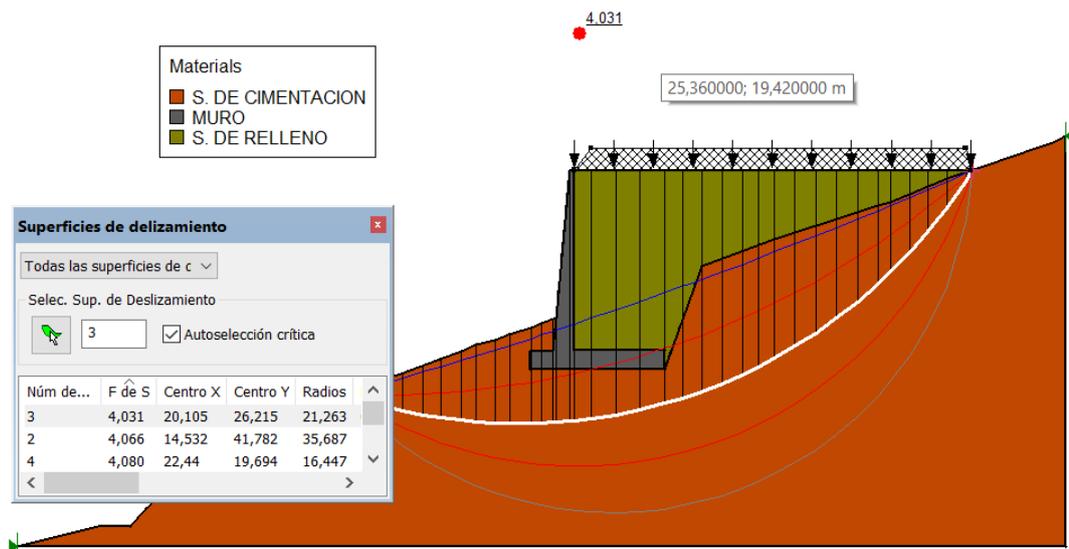
- *Condiciones Sísmicas*

Materials	
■	S. DE CIMENTACION
■	MURO
■	S. DE RELLENO

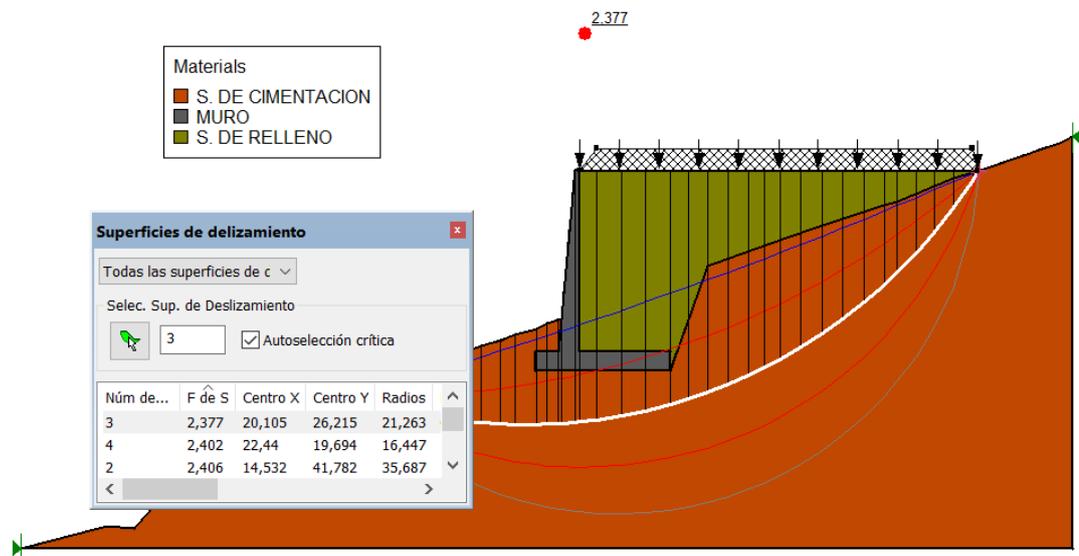


Muro N°4

- *Condiciones Normales*

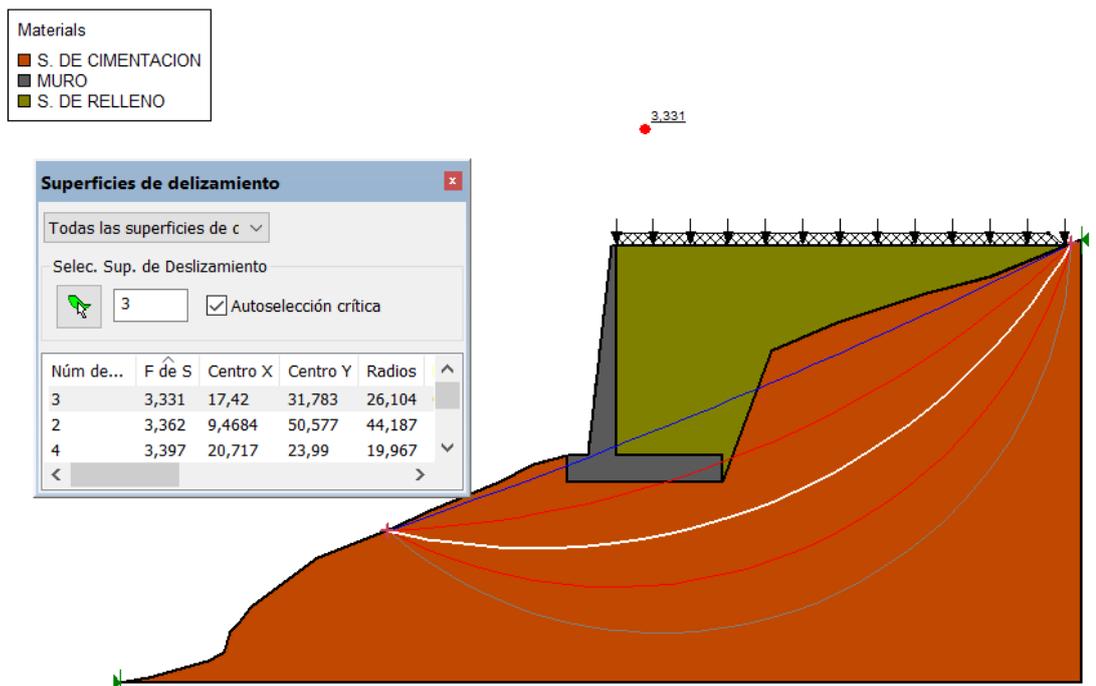


- *Condiciones Sísmicas*

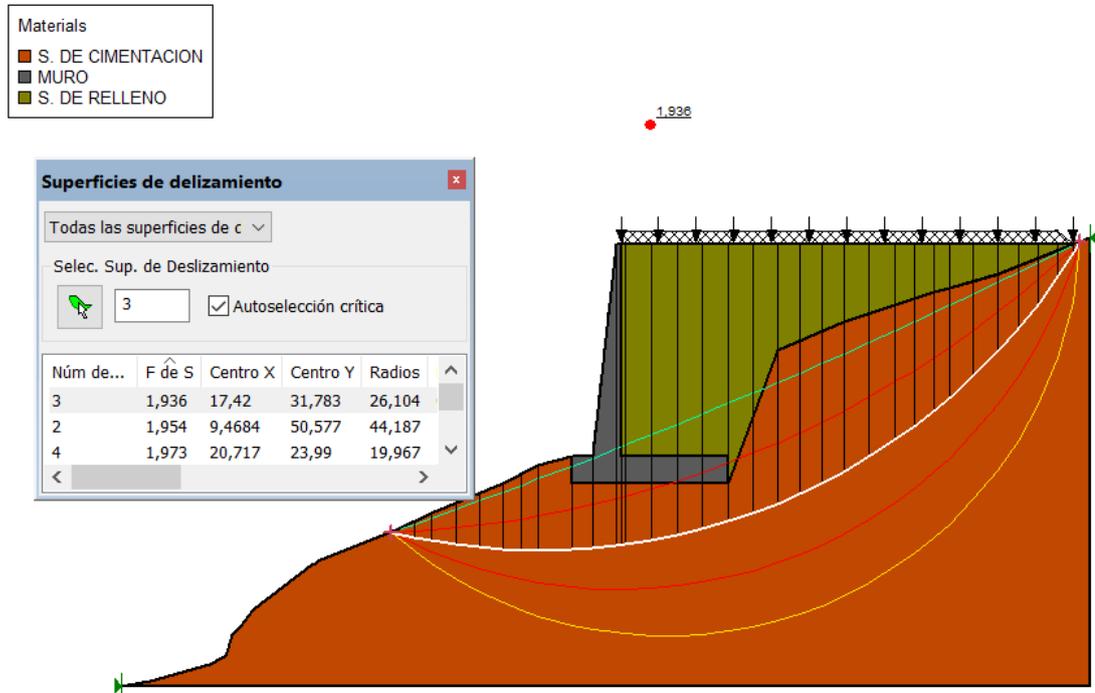


Muro N°5

- *Condiciones Normales*



- *Condiciones Sísmicas*

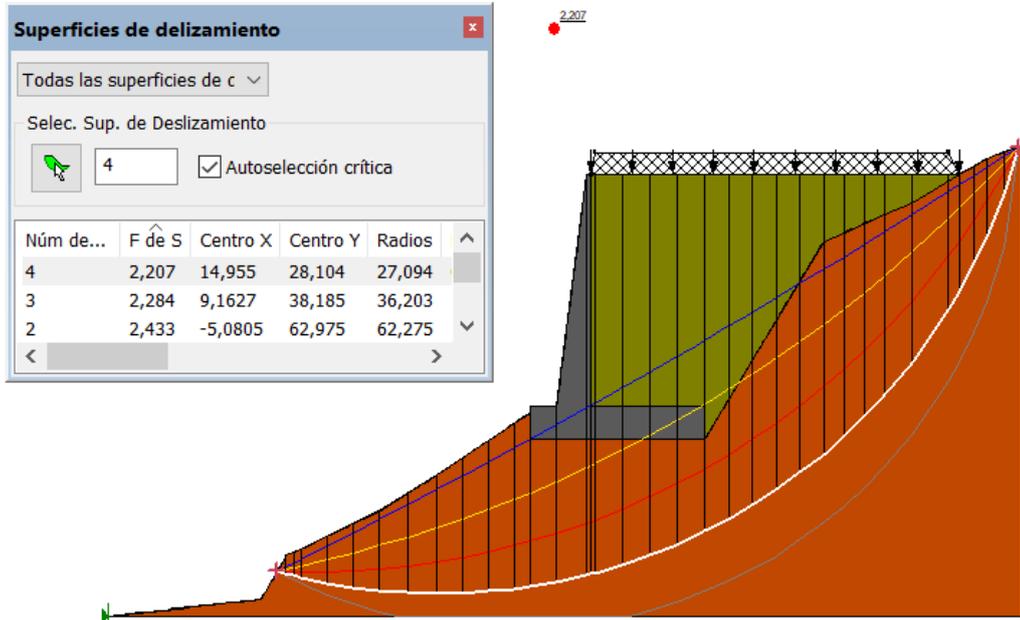


Muro N°6

- *Condiciones Normales*

Materials

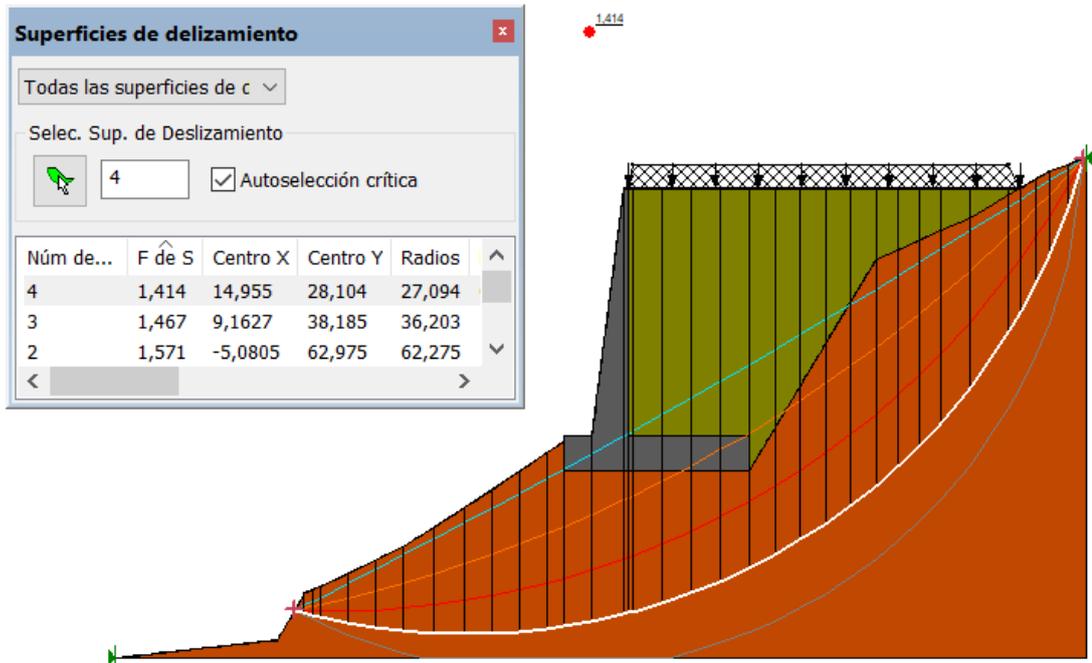
■	S. DE CIMENTACION
■	MURO
■	S. DE RELLENO



- *Condiciones Sísmicas*

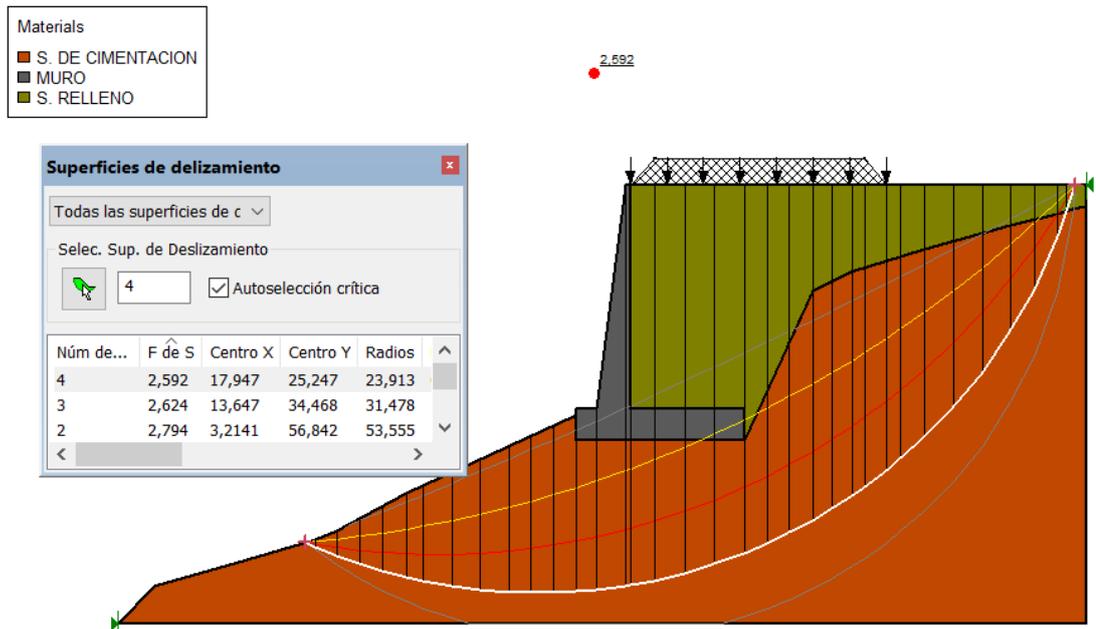
Materials

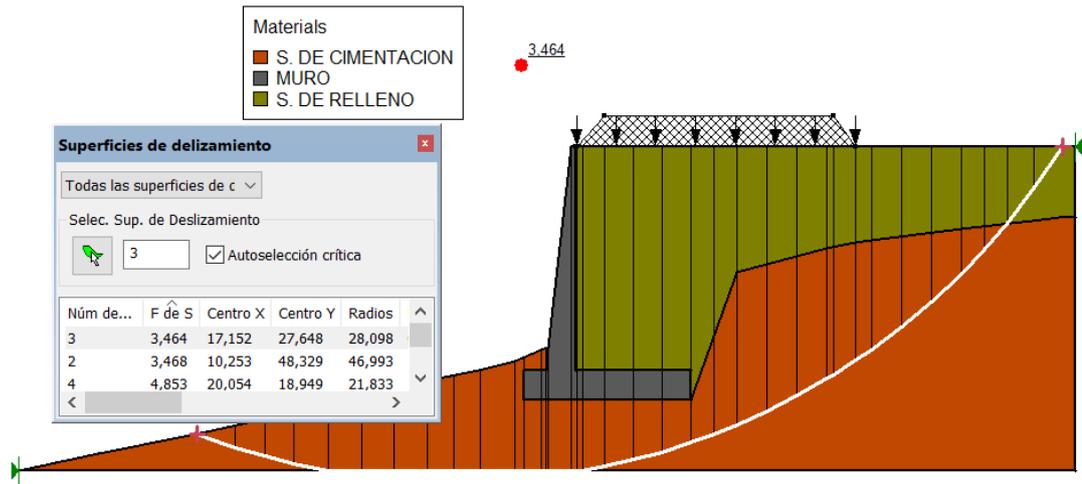
■	S. DE CIMENTACION
■	MURO
■	S. DE RELLENO



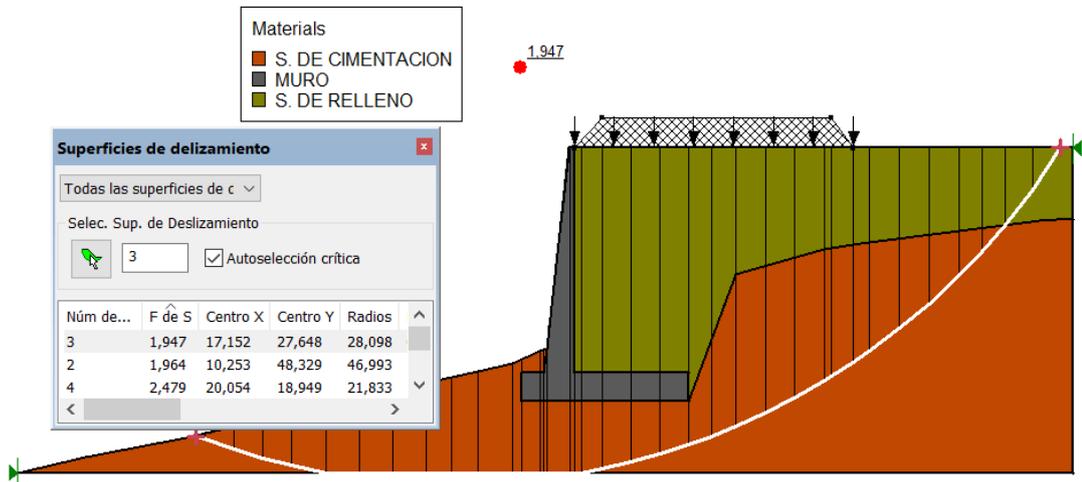
Muro N°7

- *Condiciones Normales*





- *Condiciones Sísmicas*



Muro N°9

- *Condiciones Normales*

Materials	
	S. RELLENO
	MURO
	S. DE RELLENO

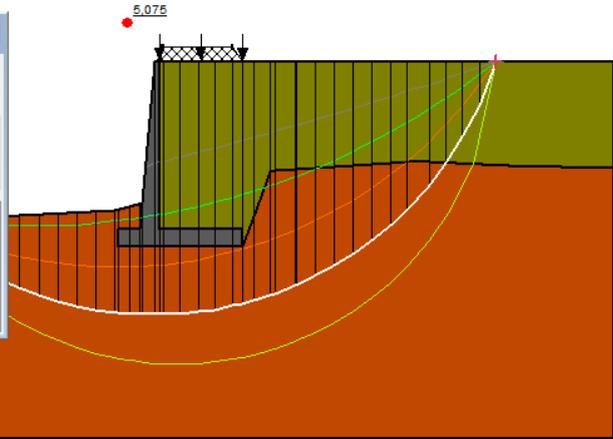
Superficies de deslizamiento

Todas las superficies de c

Selec. Sup. de Deslizamiento

4 Autoselección crítica

Núm de...	F de S	Centro X	Centro Y	Radios
4	5,075	21,613	20,82	15,429
3	5,222	19,965	27,037	19,587
5	5,453	22,618	17,028	13,778



- *Condiciones Sísmicas*

Materials	
	S. RELLENO
	MURO
	S. DE RELLENO

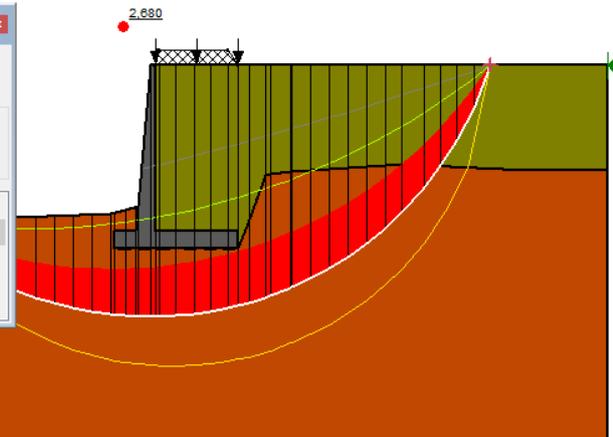
Superficies de deslizamiento

Todas las superficies de c

Selec. Sup. de Deslizamiento

4 Autoselección crítica

Núm de...	F de S	Centro X	Centro Y	Radios
4	2,680	21,613	20,82	15,429
3	2,734	19,965	27,037	19,587
5	2,883	22,618	17,028	13,778



Muro N°10

- *Condiciones Normales (No presenta riesgo de deslizamiento por la condición su topográfica)*



- *Condiciones Sísmicas (No presenta riesgo de deslizamiento por la condición su topográfica)*

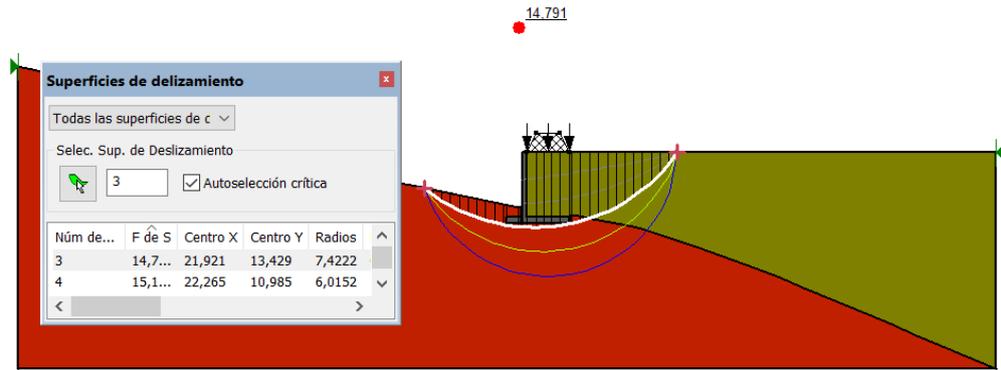


Muro N°11

- *Condiciones Normales*

Materials

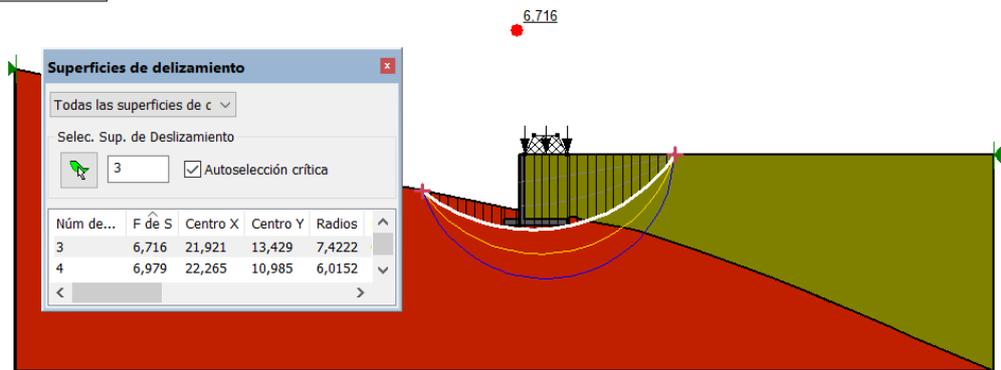
- S. DE CIMENTACION
- MURO
- S. DE RELLENO



- *Condiciones Sísmicas*

Materials

- S. DE CIMENTACION
- MURO
- S. DE RELLENO



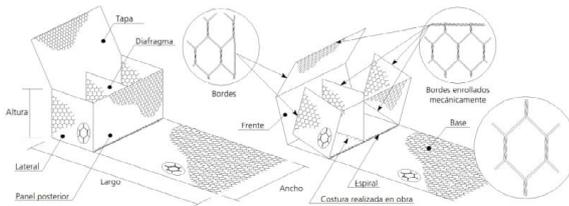
Anexo 6. Especificación Técnica de la malla del paramento frontal de gaviones de fabricación de la empresa Maccaferri

MACCAFERRI

ESPECIFICACIÓN TÉCNICA

Rev. 02; Fecha 03.2017

TERRAMESH® SYSTEM - GALMAC® 4R-P EN MALLA HEXAGONAL DE DOBLE TORSIÓN CON REVESTIMIENTO GALMAC® 4R Y POLÍMERO



Los elementos Terramesh® System - GalMac® 4R-P son formados por la asociación de un refuerzo metálico en malla hexagonal de doble torsión, a un paramento frontal en gaviones caja, ambos formados a partir de un único paño de malla, que forma el refuerzo, la base, la cara y la tapa del elemento frontal.

La malla hexagonal de doble torsión, es fabricada con alambres de acero de bajo contenido de carbono revestidos con aleación GalMac® 4R, y adicionalmente revestidos con polímero especialmente desarrollado para obras de ingeniería. Debido a su forma y proceso de fabricación, presenta una alta resistencia a la tracción y baja deformación.

La aleación GalMac® 4R Maccaferri y el polímero desarrollado, garantizan una mayor adherencia al núcleo de acero, hecho que es esencial para la efectiva protección contra la corrosión, asegurando una mayor durabilidad, mismo bajo las condiciones más severas de utilización.

El Terramesh® System - GalMac® 4R-P permite la construcción de estructuras con paramentos externos escalonados (ligeramente inclinados en 6°) o totalmente verticales.

Propiedades mecánicas y físicas			Normas de referencia
Resistencia a la tracción de la malla ⁽¹⁾	kN/m	37	EN 10223-3
Resistencia de la conexión en el borde ⁽²⁾	kN/m	25	EN 10223-3
Tensión de rotura de los alambres ⁽³⁾	MPa	350 a 500 - Clase A	NBR 8964 / ASTM A641 / NB 709
Elongación en la rotura de los alambres ⁽³⁾	%	8 - Clase A	NBR 8964 / ASTM A641 / NB 709
Tipo de malla		10x12	NBR 10514 / EN 10223-3
Diámetro del alambre de la malla	mm	2,7	NBR 10514 / EN 10223-3
Diámetro del alambre del borde	mm	3,4	NBR 10514 / EN 10223-3

Propiedades de durabilidad		Normas de referencia
Revestimiento metálico	Zn90Al10-MM	NBR 8964 / EN 10223-3
Cantidad de revestimiento metálico ⁽³⁾	245 g/m ²	NBR 8964 / EN 10223-3
Adherencia del revestimiento metálico ⁽³⁾	De acuerdo con la definición de las normas vigentes	NBR 8964 / ASTM A641 (Ítem 10)
Resistencia a la corrosión y envejecimiento (ensayo Kesternich)	Menos de 5% de oxidación del acero después de 56 ciclos	EN ISO 6988 (0,2 dm ³ SO ₂ para 2 dm ³ agua)
Resistencia a la niebla salina	Menos de 5% de oxidación del acero después de 2000 horas de ensayos	EN ISO 9227

Propiedades geométricas del Terramesh® System - GalMac 4R-P ⁽⁴⁾			Propiedades del revestimiento polimérico ⁽⁶⁾		
Largo de los elementos	m	4,0 ⁽⁵⁾	Espesor mínimo	mm	0,40
Ancho de los elementos	m	2,0	Densidad	kg/dm ³	1,30 a 1,35
Altura de los elementos	m	0,5 1,0	Dureza	shore D	50 a 60
Tolerancia en la longitud	%	+/- 3	Resistencia a la tracción	MPa	20,6
Tolerancia en el ancho y la altura	%	+/- 5	Módulo de Elasticidad	MPa	18,6
			Temperatura de fragilidad	°C	-9
			Resistencia a la Abrasión	% de pérdida	< 12

Características del TerraMesh System-GalMac® 4R-P Maccaferri / Amarre y atrantamiento

Base, frente y tapa de los elementos Terramesh® System - GalMac® 4R-P son formados por un sólo paño de red. Panel posterior y laterales también son formados por un único paño de red.

El paramento frontal de los elementos Terramesh® System - GalMac® 4R-P es dividido en dos celdas, por un diafragma que, deberá ser instalado durante el montaje, en la obra. El lado inferior del panel posterior es costurado al paño de base, durante la fabricación, con una espiral de alambre de diámetro de 2,2 mm.

Con los Terramesh® System son necesarios dispositivos continuos de conexión, para las operaciones de amarre y atrantamiento, estos dispositivos son metálicos, y son producidos con el mismo tipo de acero utilizado para la fabricación de las mallas de los Terramesh® System, asegurando que la estructura presente características monolíticas y de misma resistencia, durabilidad y rendimiento.

⁽¹⁾ Sentido paralelo a las torsiones;
⁽²⁾ Valores obtenidos en nuestros laboratorios, en pruebas similares a las utilizadas para obtener la resistencia de la malla (Ítem 9.3 de la norma EN 10223-3);
⁽³⁾ Ensayos realizados a cada 3 toneladas de material producido;
⁽⁴⁾ Otras medidas disponibles mediante consulta y solicitud previa;
⁽⁵⁾ Las longitudes de los refuerzos puede ser variable y se define en función del diseño;
⁽⁶⁾ Todos los valores en acuerdo con la Norma: NBR 8964.

MACCAFERRI
AMERICA LATINA

Maccaferri se reserva el derecho de revisar estas especificaciones en cualquier momento, de acuerdo con las características de los productos fabricados.

www.maccaferri.com/br

Sistema de Gestión de Calidad ISO 9001
Certificado de Conformidad con la Norma ISO 9001

Anexo 7. Especificación Técnica del refuerzo del muro de creación de la empresa Maccaferri

MacGrid® WG60

Geomalla Tejida

Características técnicas

MacGrid® WG60 es una geomalla tejida producida a partir de hilos de poliéster de alta tenacidad los cuales reciben revestimiento en PVC para la protección del núcleo, es resistente a la daños de instalación, ataques químicos, biológicos, ambientales y son especialmente indicadas para estabilización de estructuras de contención en suelo reforzado, refuerzo de terraplenes sobre suelos blandos, refuerzo de pavimentos entre otras aplicaciones.



Propiedades Mecánicas	Unidad	Ensayo	WG60/30	
Resist. Longitudinal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	60
Deformación a la Rotura	e	%	ASTM D 6637	≤ 10
Resist. Transversal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	30

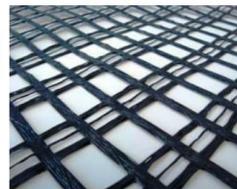
Propiedades Físicas	Unidad	Ensayo	WG60/30
Abertura nominal de la malla longitudinal	mm		23
Abertura nominal de la malla transversal	mm		25

Propiedades a Largo Plazo	Unidad	Ensayo	WG60/30	
Factor Reducción, Fluencia - Creep	RF_{CR}	---	ASTM D 5262	1.43
Factor Reducción, Durabilidad	RF_D	---	FHWA RD 97-144	1.15
Factor Reducción, Daños de Instalación	RF_{ID}	---	ASTM D 5818	1.03
Factor de Reducción Total, $RF_G = (RF_{CR} \times RF_D \times RF_{ID})$				1.69
Resistencia a Largo Plazo, $LTDS = T_{ult} / RF_G$	kN/m			35.5

Presentación	Unidad	Ensayo	WG60/30
Ancho del Rollo	m		3.90
Largo del Rollo	m		100.0

MacGrid® WG90

Geomalla Tejida



Características técnicas

MacGrid® WG90 es una geomalla tejida producida a partir de hilos de poliéster de alta tenacidad los cuales reciben revestimiento en PVC para la protección del núcleo, es resistente a la daños de instalación, ataques químicos, biológicos, ambientales y son especialmente indicadas para estabilización de estructuras de contención en suelo reforzado, refuerzo de terraplenes sobre suelos blandos, refuerzo de pavimentos entre otras aplicaciones.

Propiedades Mecánicas	Unidad	Ensayo	WG90/30	
Resist. Longitudinal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	90
Deformación a la Rotura	e	%	ASTM D 6637	≤ 10
Resist. Transversal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	30

Propiedades Físicas	Unidad	Ensayo	WG90/30
Abertura nominal de la malla longitudinal	mm		22
Abertura nominal de la malla transversal	mm		25

Propiedades a Largo Plazo	Unidad	Ensayo	WG90/30	
Factor Reducción, Fluencia - Creep	RF_{CR}	---	ASTM D 5262	1.43
Factor Reducción, Durabilidad	RF_D	---	FHWA RD 97-144	1.15
Factor Reducción, Daños de Instalación	RF_{ID}	---	ASTM D 5818	1.03
Factor de Reducción Total, $RF_G = (RF_{CR} \times RF_D \times RF_{ID})$				1.69
Resistencia a Largo Plazo, $LTDS = T_{ult} / RF_G$	kN/m			53.0

Presentación	Unidad	Ensayo	WG90/30
Ancho del Rollo	m		3.90
Largo del Rollo	m		100.0

MacGrid® WG120

Geomalla Tejida



Características técnicas

MacGrid® WG120 es una geomalla tejida producida a partir de hilos de poliéster de alta tenacidad los cuales reciben revestimiento en PVC para la protección del núcleo, es resistente a la daños de instalación, ataques químicos, biológicos, ambientales y son especialmente indicadas para estabilización de estructuras de contención en suelo reforzado, refuerzo de terraplenes sobre suelos blandos, refuerzo de pavimentos entre otras aplicaciones.

Propiedades Mecánicas	Unidad	Ensayo	WG120/30	
Resist. Longitudinal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	120
Deformación a la Rotura	e	%	ASTM D 6637	≤ 11
Resist. Transversal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	30

Propiedades Físicas	Unidad	Ensayo	WG120/30
Abertura nominal de la malla longitudinal	mm		21
Abertura nominal de la malla transversal	mm		25

Propiedades a Largo Plazo	Unidad	Ensayo	WG120/30	
Factor Reducción, Fluencia - Creep	RF_{CR}	---	ASTM D 5262	1.43
Factor Reducción, Durabilidad	RF_D	---	FHWA RD 97-144	1.15
Factor Reducción, Daños de Instalación	RF_{ID}	---	ASTM D 5818	1.03
Factor de Reducción Total, $RF_G = (RF_{CR} \times RF_D \times RF_{ID})$				1.69
Resistencia a Largo Plazo, $LTDS = T_{ult} / RF_G$	kN/m			71.0

Presentación	Unidad	Ensayo	WG120/30
Ancho del Rollo	m		3.90
Largo del Rollo	m		100.0

MacGrid® WG150

Geomalla Tejida



Características técnicas

MacGrid® WG150 es una geomalla tejida producida a partir de hilos de poliéster de alta tenacidad los cuales reciben revestimiento en PVC para la protección del núcleo, es resistente a la daños de instalación, ataques químicos, biológicos, ambientales y son especialmente indicadas para estabilización de estructuras de contención en suelo reforzado, refuerzo de terraplenes sobre suelos blandos, refuerzo de pavimentos entre otras aplicaciones.

Propiedades Mecánicas	Unidad	Ensayo	WG150/30	
Resist. Longitudinal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	150
Deformación a la Rotura	e	%	ASTM D 6637	≤ 11
Resist. Transversal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	30

Propiedades Físicas	Unidad	Ensayo	WG150/30
Abertura nominal de la malla longitudinal	mm		21
Abertura nominal de la malla transversal	mm		25

Propiedades a Largo Plazo	Unidad	Ensayo	WG150/30	
Factor Reducción, Fluencia - Creep	RF_{CR}	---	ASTM D 5262	1.43
Factor Reducción, Durabilidad	RF_D	---	FHWA RD 97-144	1.15
Factor Reducción, Daños de Instalación	RF_{ID}	---	ASTM D 5818	1.03
Factor de Reducción Total, $RF_G = (RF_{CR} \times RF_D \times RF_{ID})$				1.69
Resistencia a Largo Plazo, $LTDS = T_{ult} / RF_G$	kN/m			88.0

Presentación	Unidad	Ensayo	WG150/30
Ancho del Rollo	m		3.90
Largo del Rollo	m		100.0

MacGrid® WG200

Geomalla Tejida



Características técnicas

MacGrid® WG200 es una geomalla tejida producida a partir de hilos de poliéster de alta tenacidad los cuales reciben revestimiento en PVC para la protección del núcleo, es resistente a la daños de instalación, ataques químicos, biológicos, ambientales y son especialmente indicadas para estabilización de estructuras de contención en suelo reforzado, refuerzo de terraplenes sobre suelos blandos, refuerzo de pavimentos entre otras aplicaciones.

Propiedades Mecánicas	Unidad	Norma	WG200/30	
Resist. Longitudinal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	200
Deformación a la Rotura	e	%	ASTM D 6637	≤ 12
Resist. Transversal a la Tracción	T_{ult}	kN/m	ASTM D 6637	30

Propiedades Físicas	Unidad	Norma	WG200/30
Abertura nominal de la malla longitudinal	mm		20
Abertura nominal de la malla transversal	mm		25

Propiedades a Largo Plazo	Unidad	Norma	WG200/30	
Factor Reducción, Fluencia - Creep	RF_{CR}	---	ASTM D 5262	1.43
Factor Reducción, Durabilidad	RF_D	---	FHWA RD 97-144	1.15
Factor Reducción, Daños de Instalación	RF_{ID}	---	ASTM D 5818	1.03
Factor de Reducción Total, $RF_G = (RF_{CR} \times RF_D \times RF_{ID})$				1.69
Resistencia a Largo Plazo, $LTDS = T_{ult} / RF_G$	kN/m			118.0

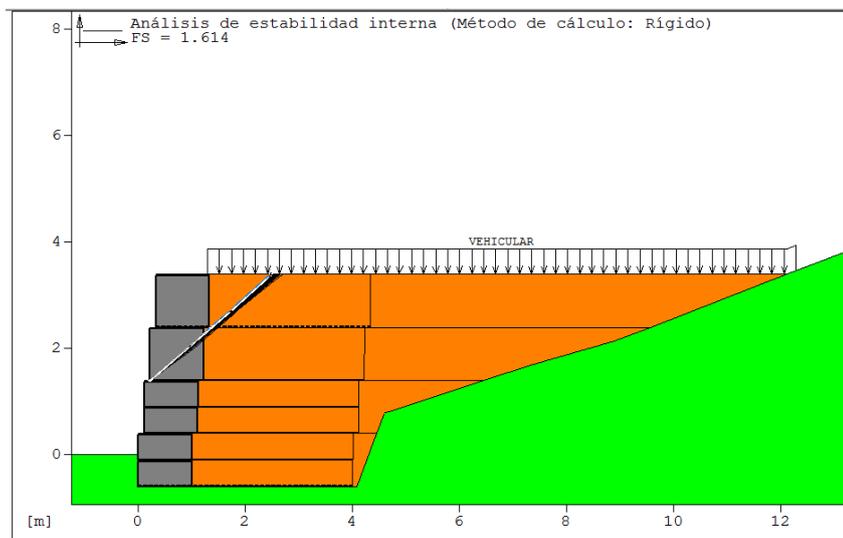
Presentación	Unidad	Norma	WG200/30
Ancho del Rollo	m		3.90
Largo del Rollo	m		100.0

**Anexo 8. Diseño Estático de los muros de contención mediante el sistema
TERRAMESH® utilizando el software proporcionado por la empresa
Maccaferri MacStars 2000**

Muro N°2

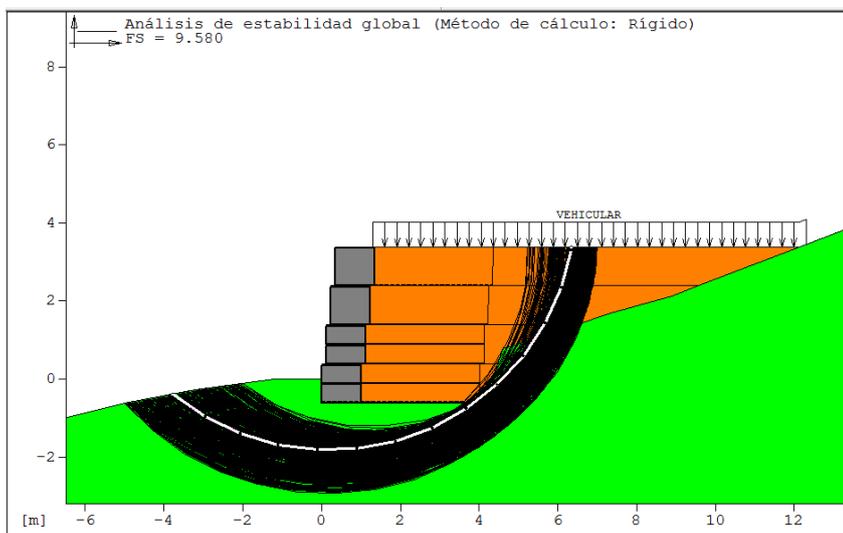
Análisis de Estabilidad Interna

Se coloca el factor de seguridad más crítico del análisis de estabilidad interna de cada bloque.

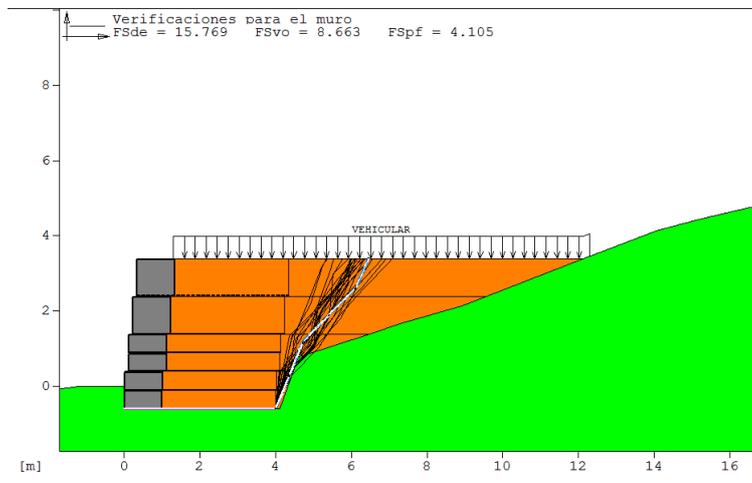


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

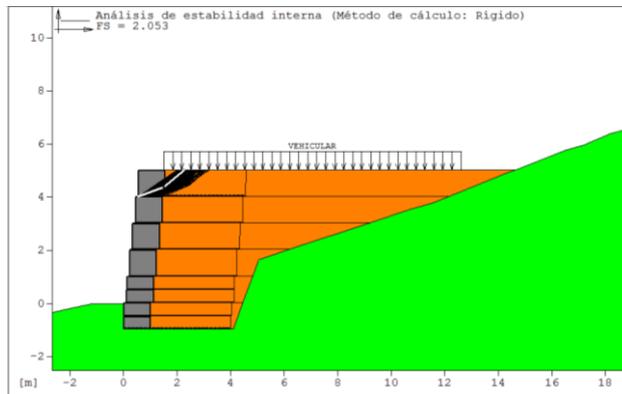


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



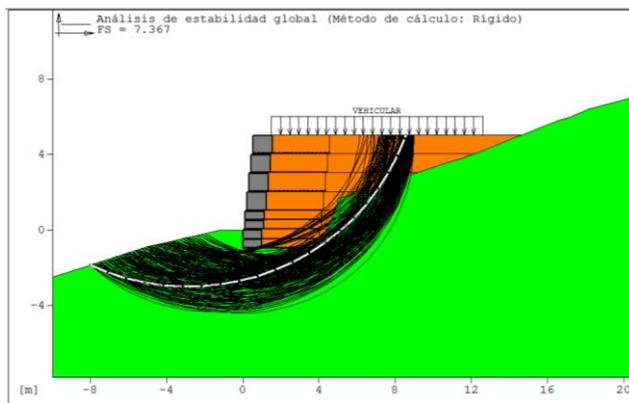
Muro N°3

Análisis de Estabilidad Interna

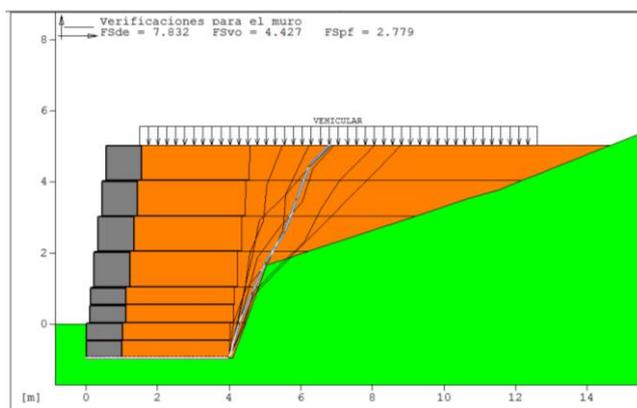


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

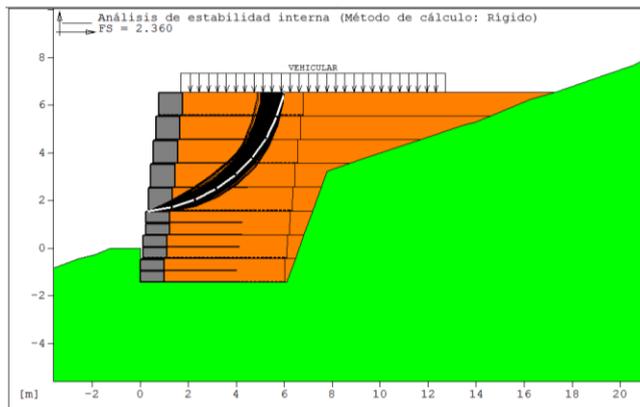


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



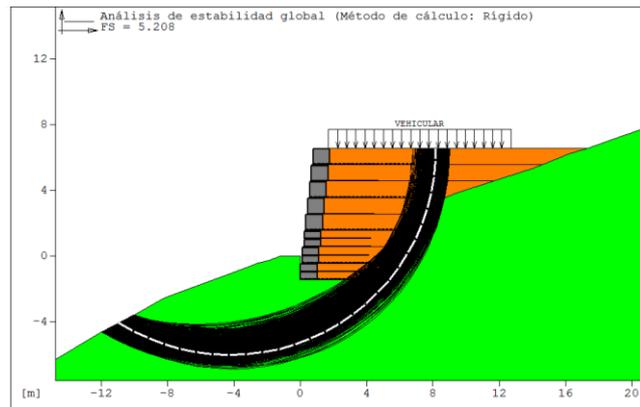
Muro N°4

Análisis de Estabilidad Interna

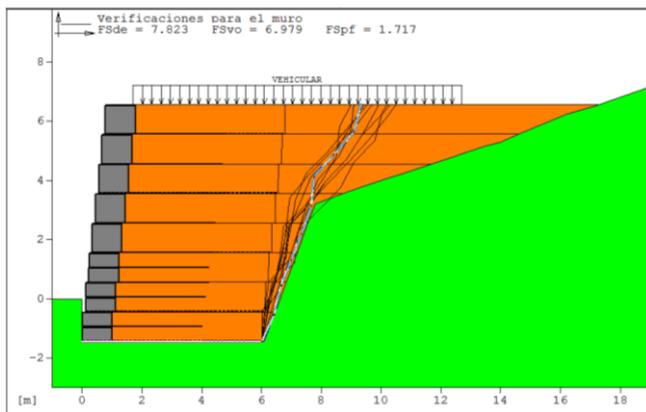


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

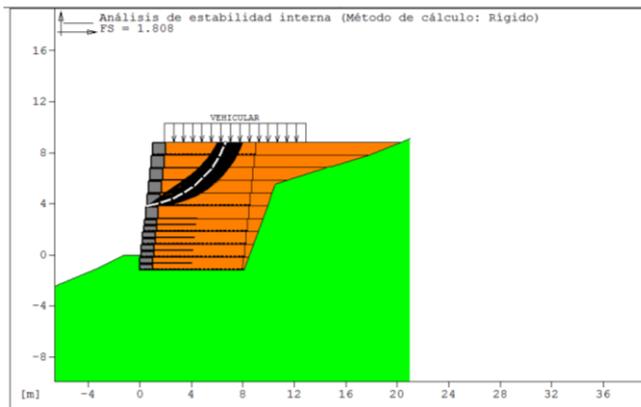


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



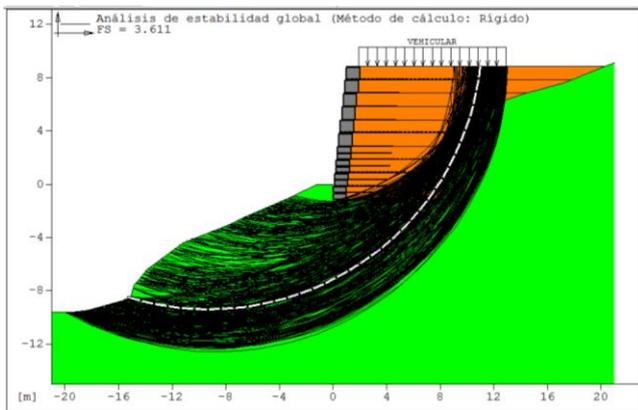
Muro N°5

Análisis de Estabilidad Interna

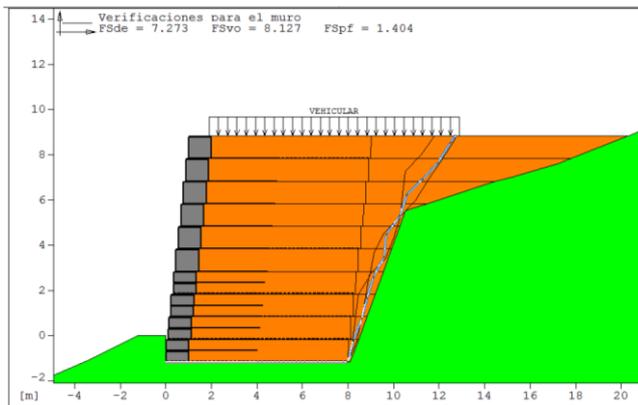


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

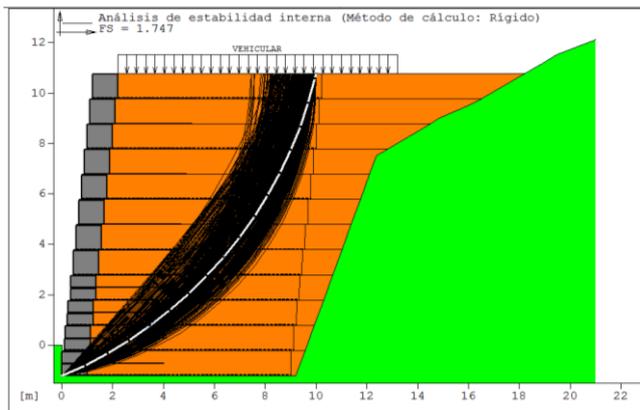


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



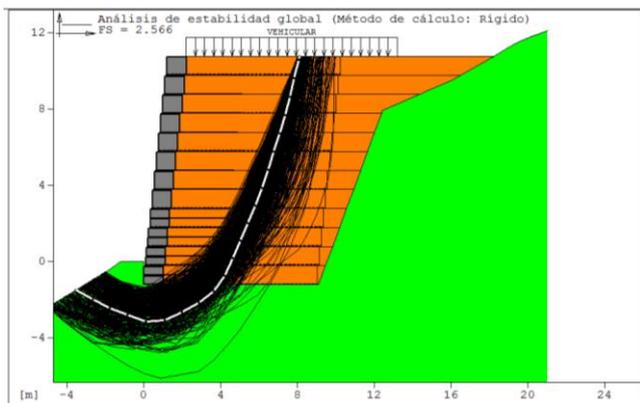
Muro N°6

Análisis de Estabilidad Interna

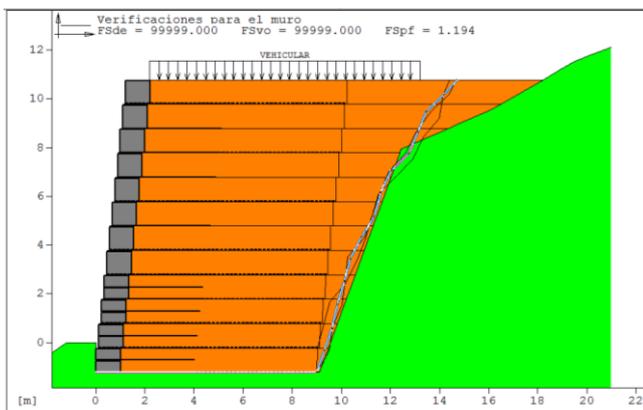


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

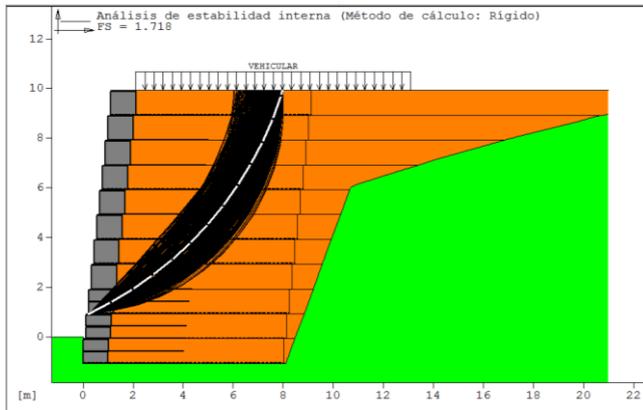


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



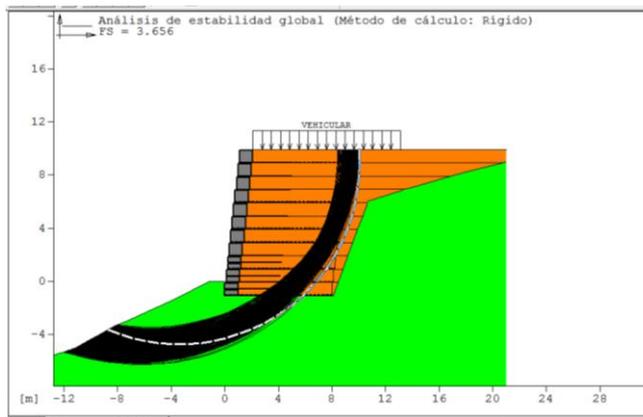
Muro N°7

Análisis de Estabilidad Interna

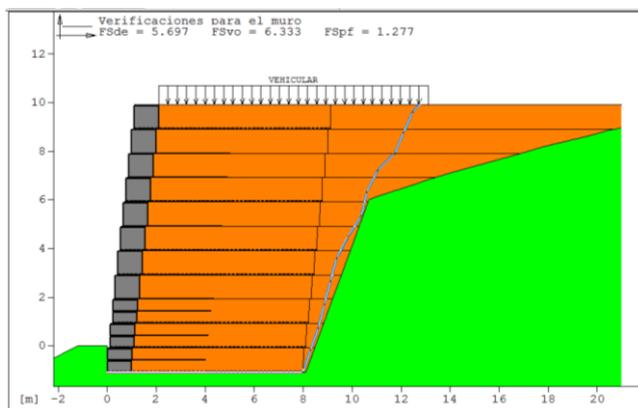


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

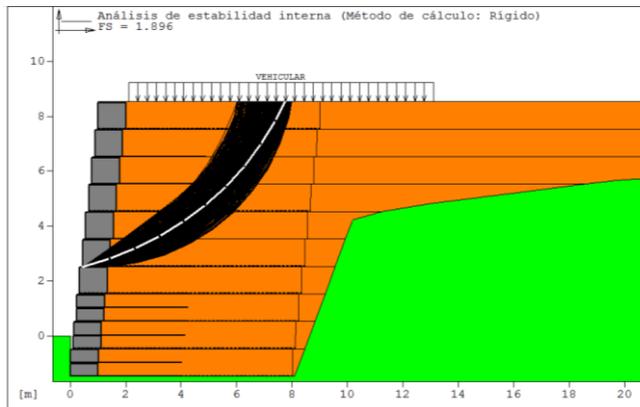


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



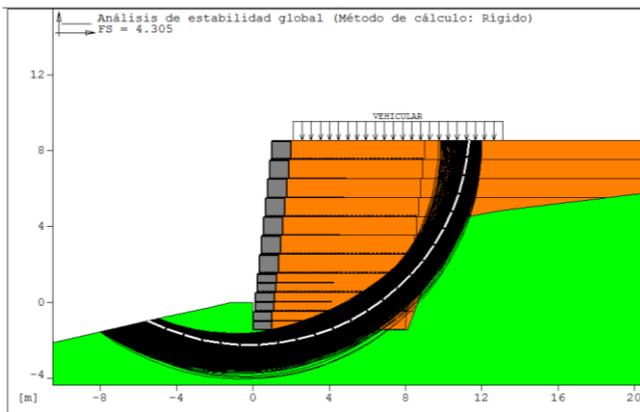
Muro N°8

Análisis de Estabilidad Interna

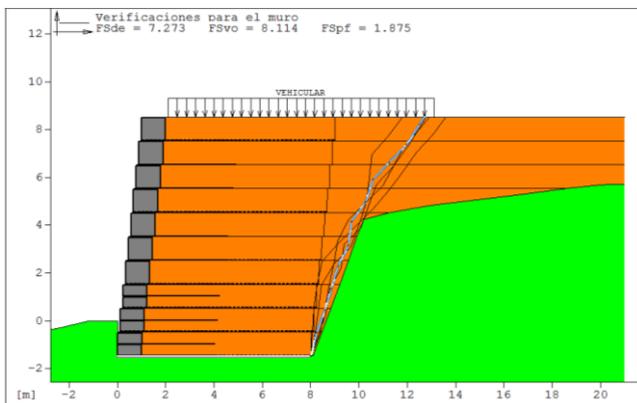


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

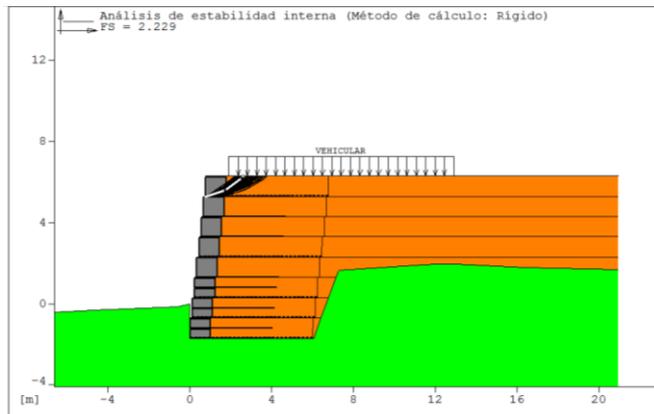


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



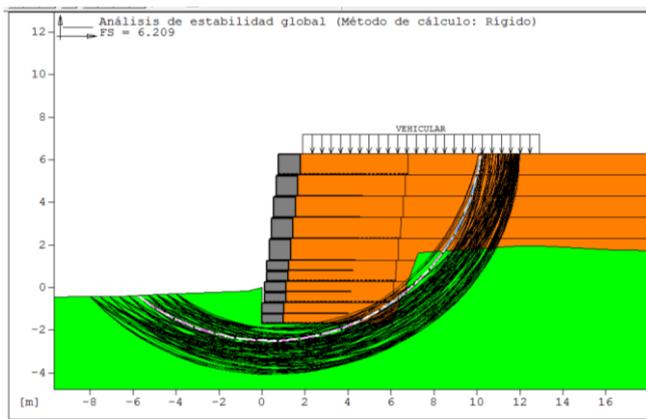
Muro N°9

Análisis de Estabilidad Interna

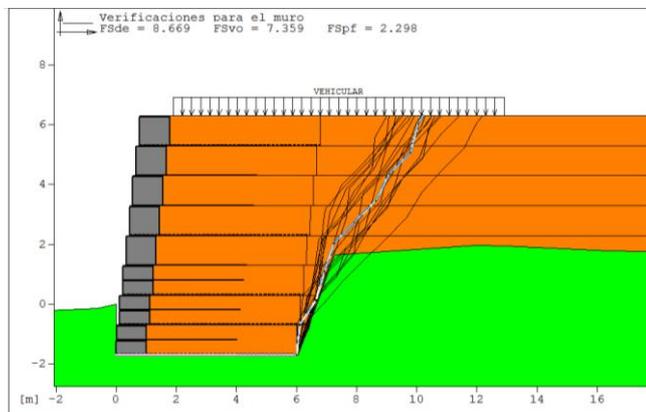


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

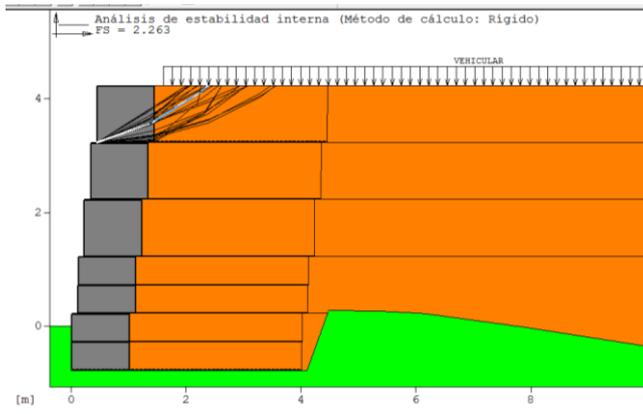


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



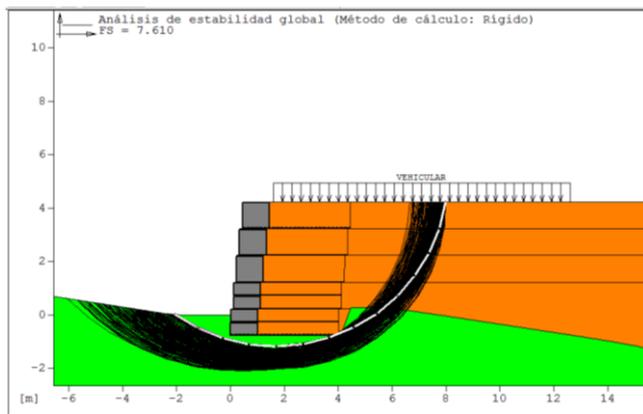
Muro N°10

Análisis de Estabilidad Interna

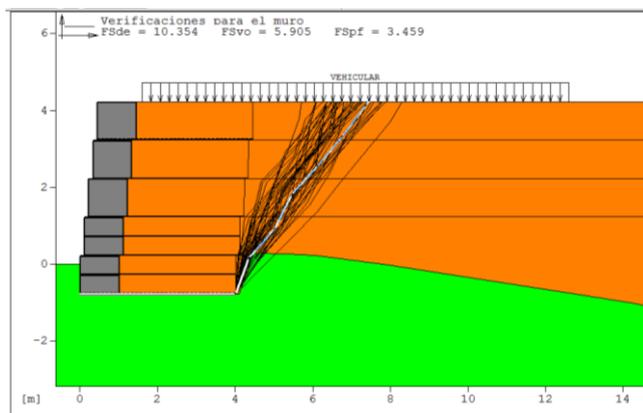


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

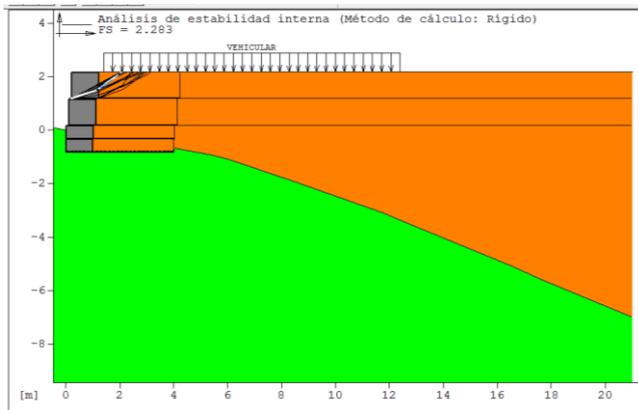


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



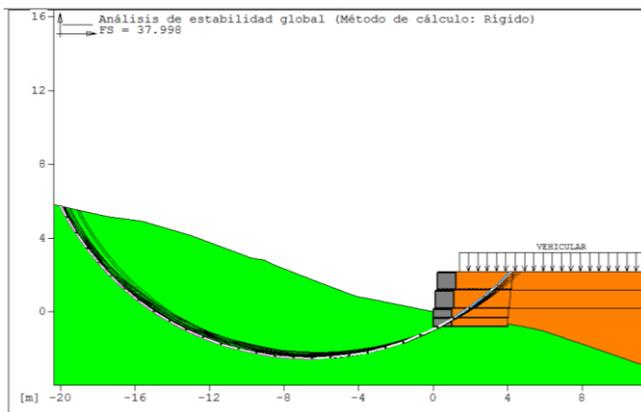
Muro N°11

Análisis de Estabilidad Interna

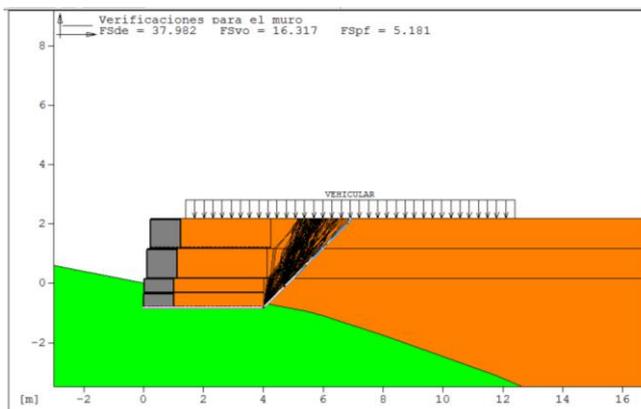


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global



Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación

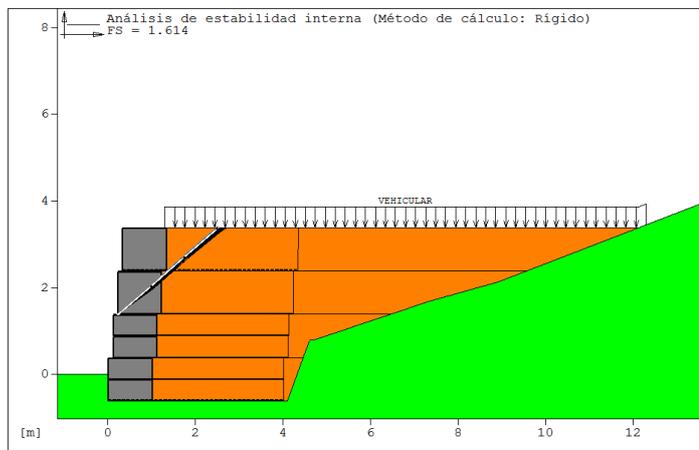


Anexo 9. Diseño Pseudoestático de los muros de contención mediante el sistema TERRAMESH® utilizando el software proporcionado por la empresa Maccaferri MacStars 2000

Muro N°2

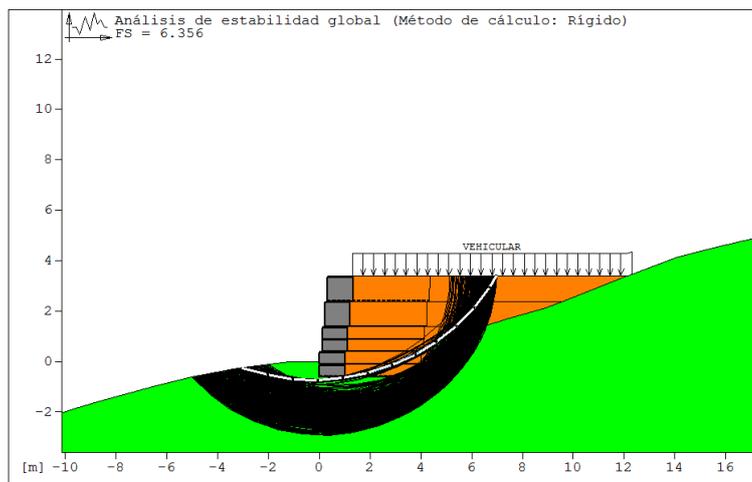
Análisis de Estabilidad Interna

Se coloca el factor de seguridad más crítico del análisis de estabilidad interna de cada bloque.

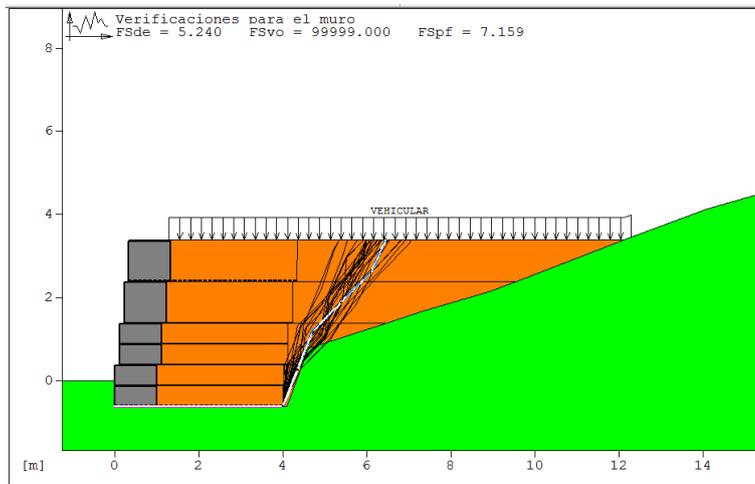


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

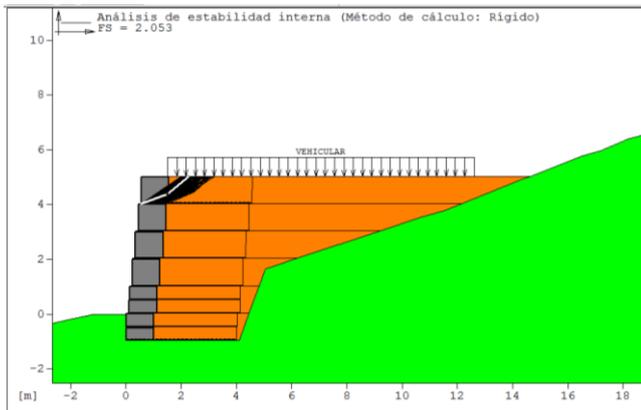


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



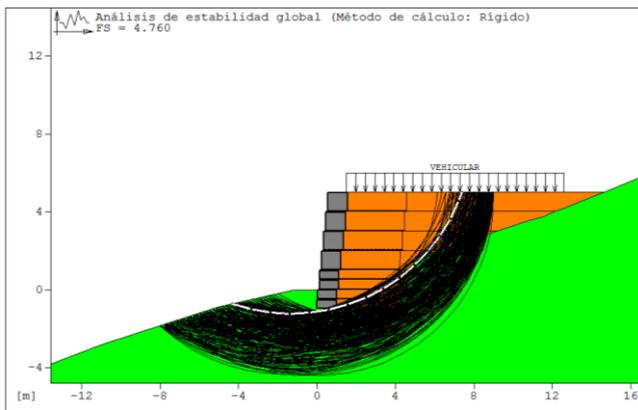
Muro N°3

Análisis de Estabilidad Interna

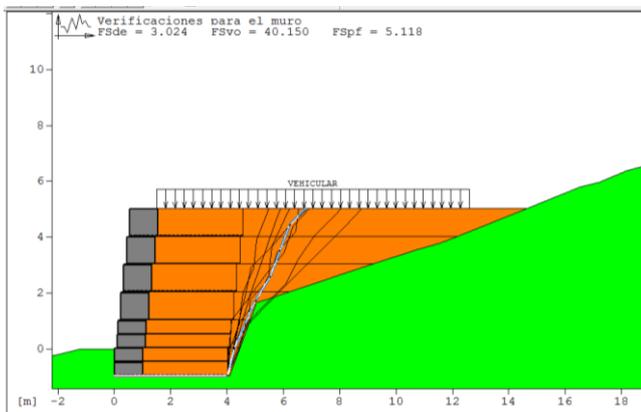


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

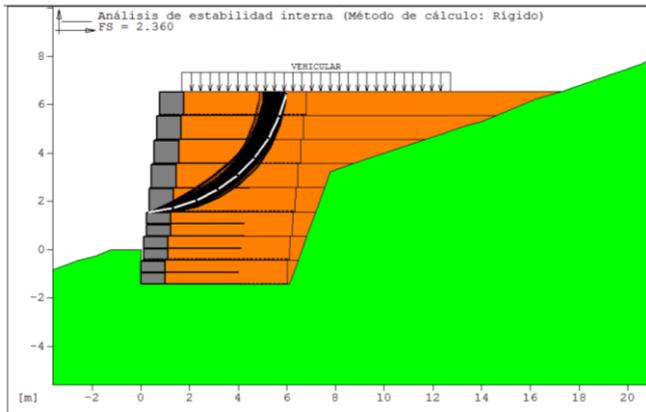


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



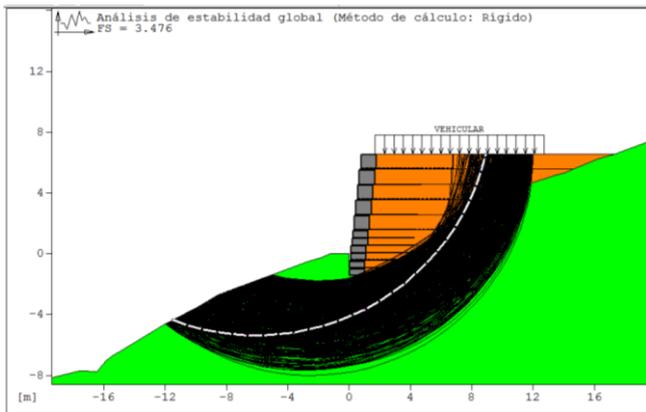
Muro N°4

Análisis de Estabilidad Interna

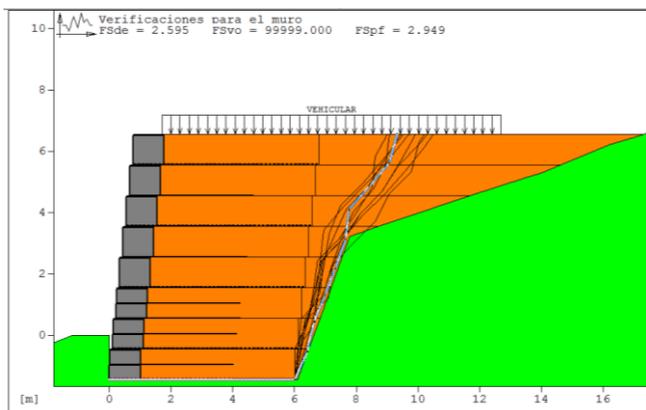


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

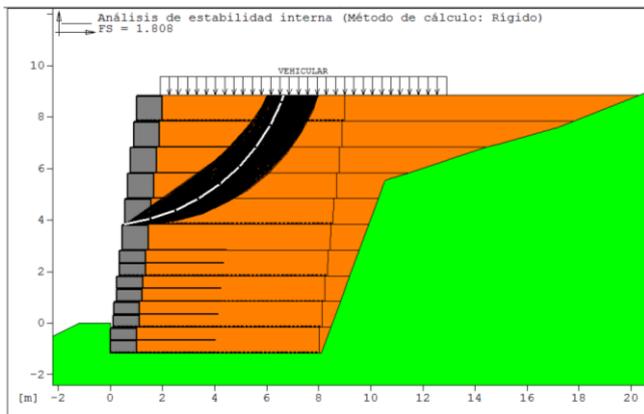


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



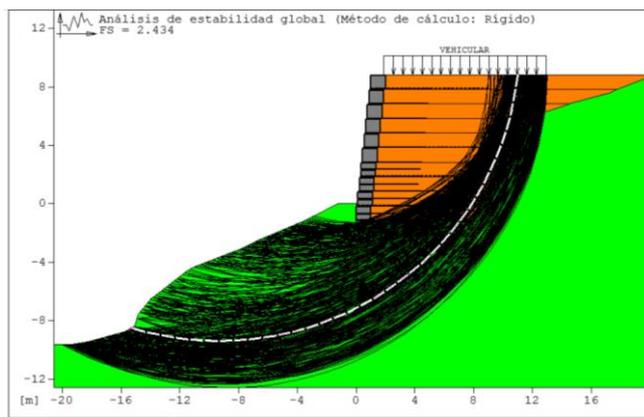
Muro N°5

Análisis de Estabilidad Interna

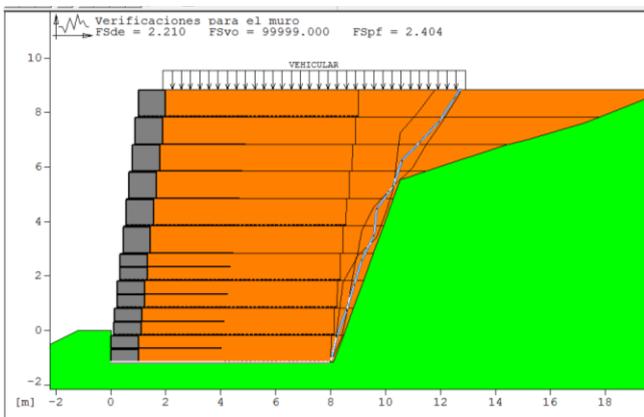


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

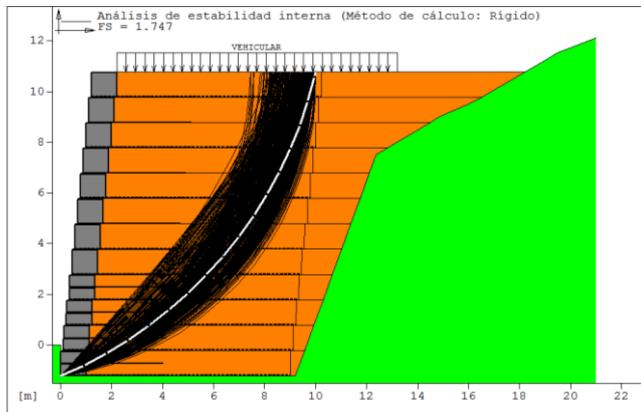


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



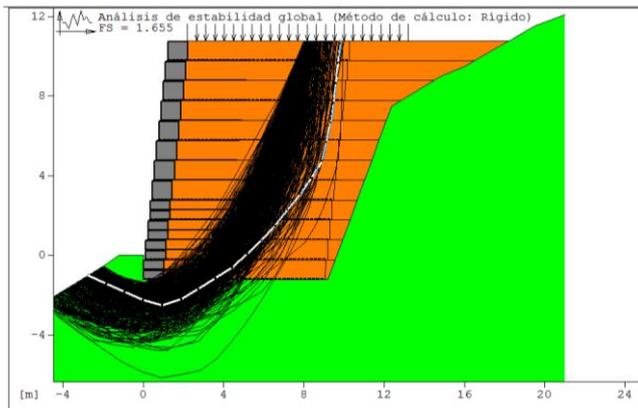
Muro N°6

Análisis de Estabilidad Interna

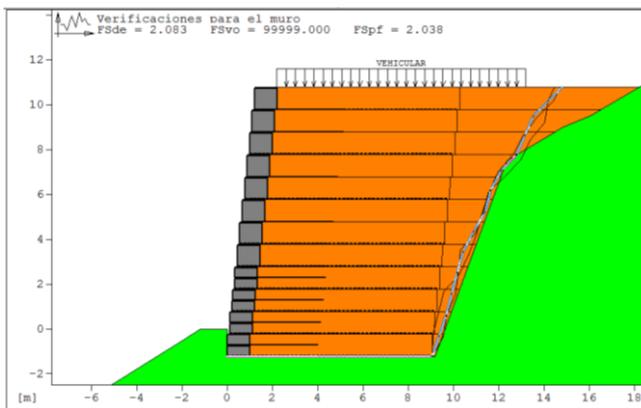


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

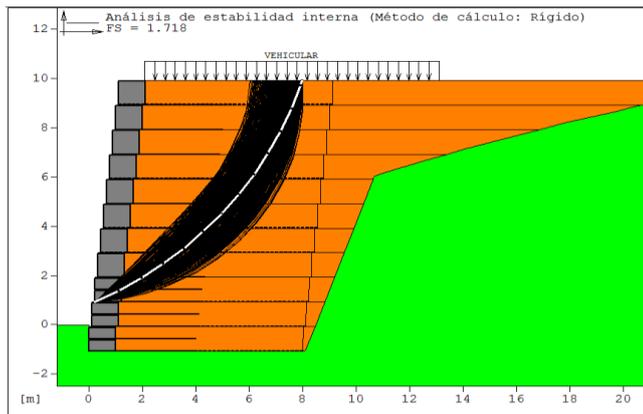


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



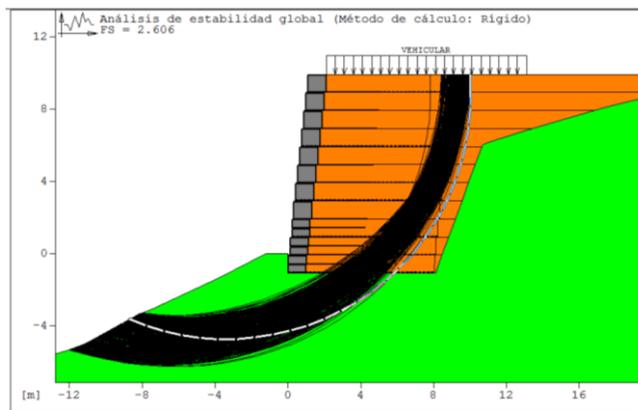
Muro N°7

Análisis de Estabilidad Interna

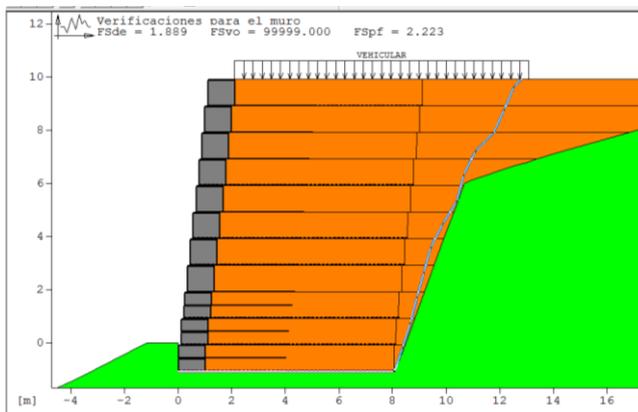


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

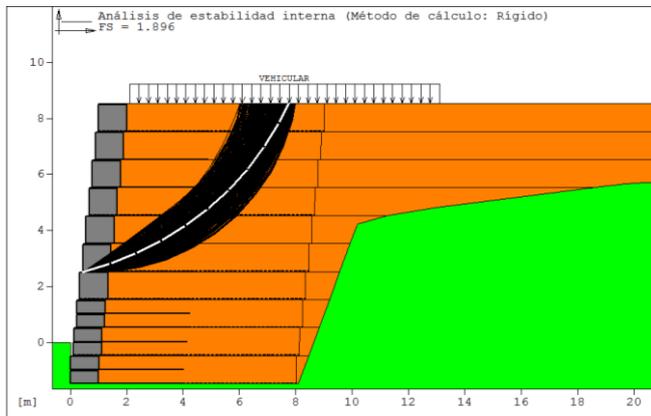


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



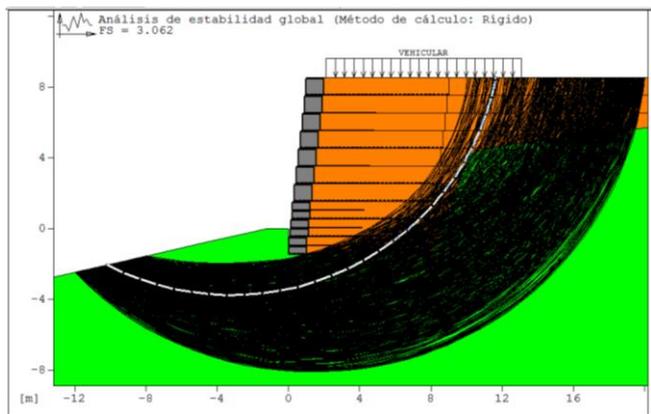
Muro N°8

Análisis de Estabilidad Interna

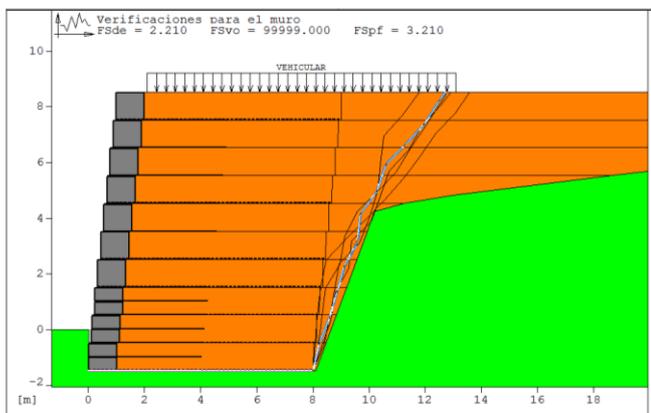


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

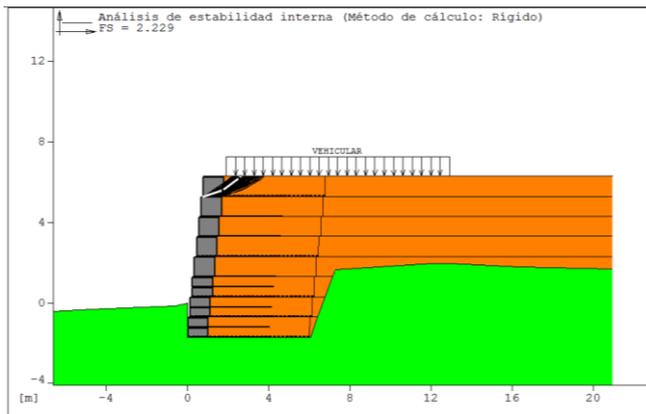


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



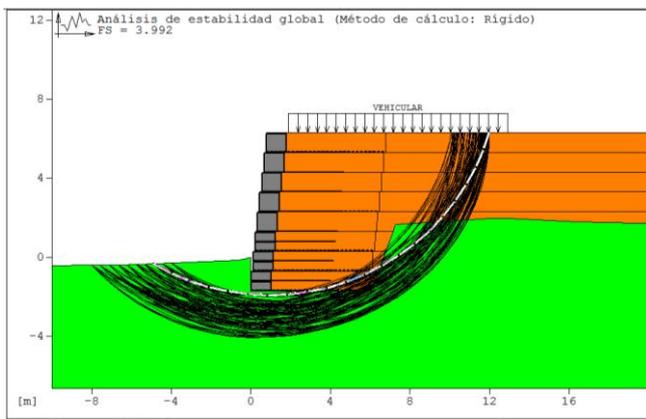
Muro N°9

Análisis de Estabilidad Interna

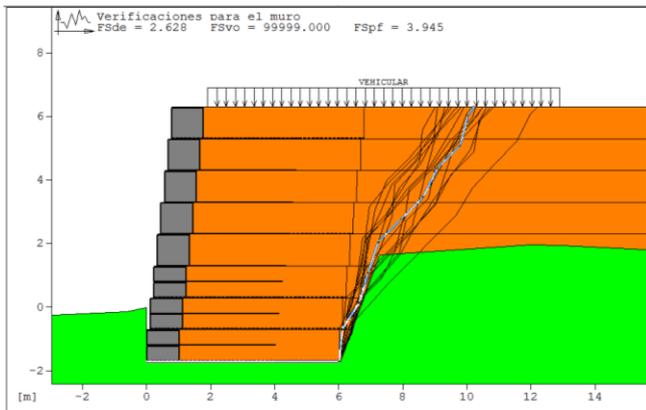


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

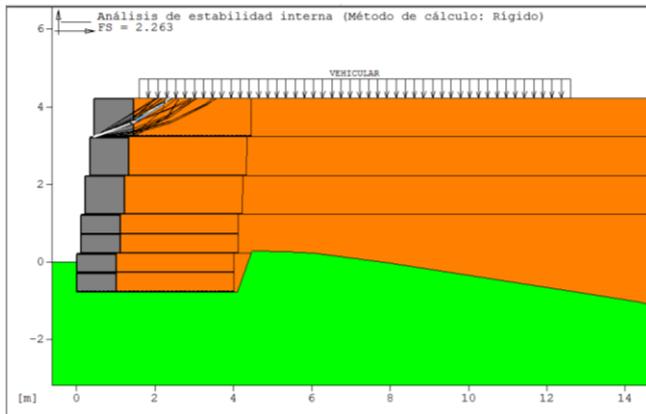


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



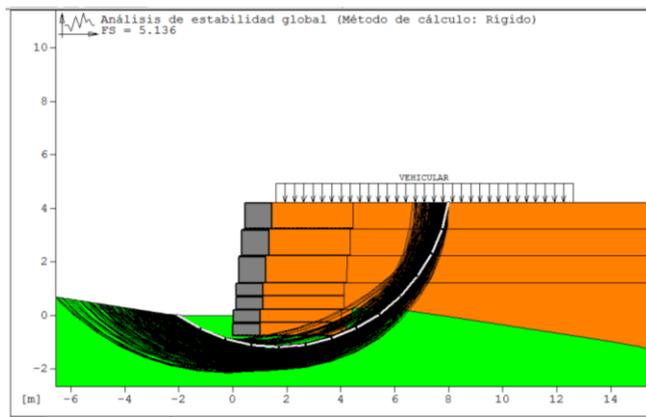
Muro N°10

Análisis de Estabilidad Interna

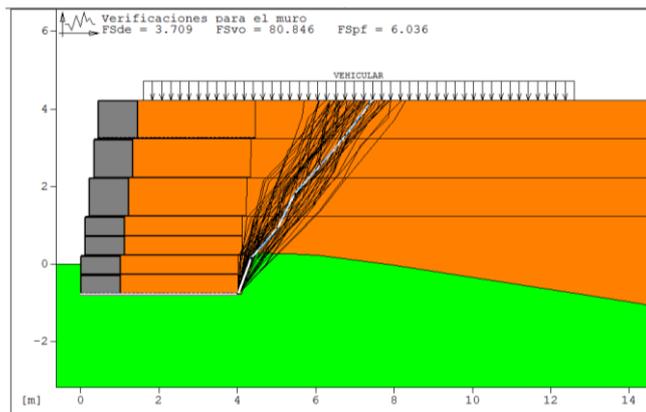


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

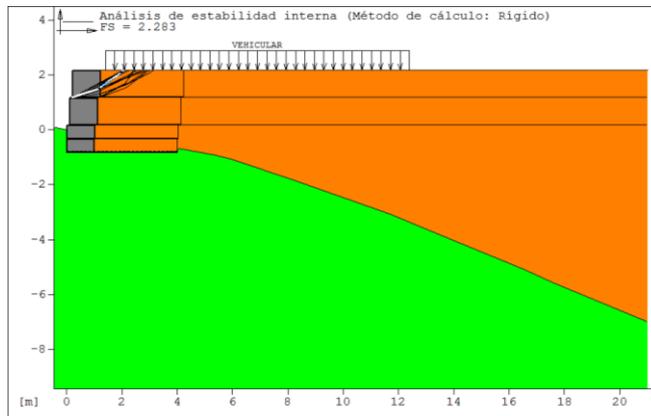


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



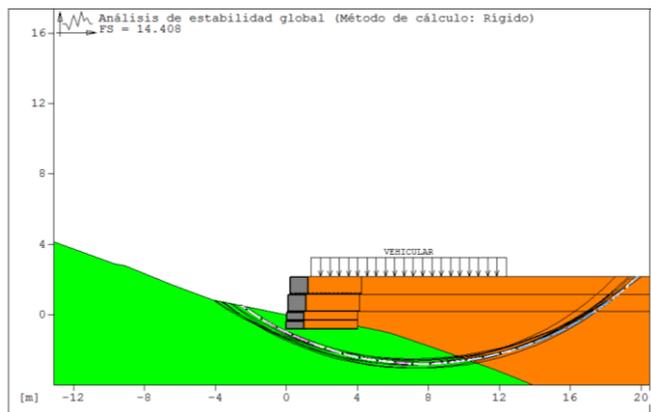
Muro N°11

Análisis de Estabilidad Interna

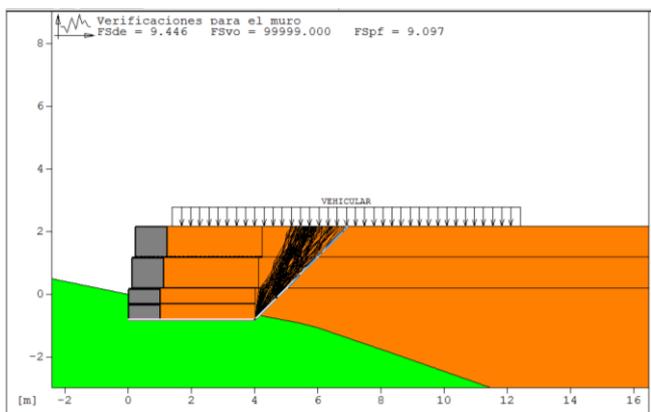


Análisis de Estabilidad Externa

Análisis de estabilidad global

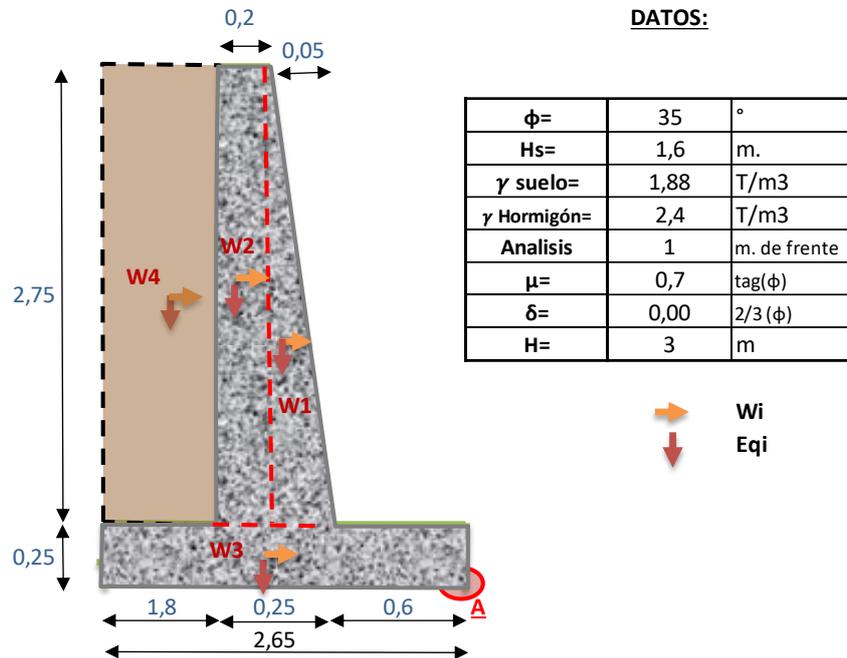


Análisis de factores de seguridad al deslizamiento, volcamiento y presión en la fundación



Anexo 10. Dimensionamiento de muros en voladizo - Hormigón armado

Muro N°1



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$$\begin{aligned} \phi &= 35^\circ & 0,61 \text{ rad} & & \beta &= 0^\circ & 0,00 \text{ rad} \\ \delta &= 0,0 & 0,00 \text{ rad} & & \alpha &= 90^\circ & 1,57 \text{ rad} \\ & & & & \theta &= 0^\circ & 0,00 \text{ rad} \\ & & & & \alpha &= 90 - \theta & & \end{aligned}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = 0,271$$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$\begin{aligned} E1 &= KA * \gamma_s * H^2 * 0.5 \\ E1 &= 2,29 \quad \text{T/m} \\ E1 &= 2 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$\begin{aligned} E2 &= KA * \gamma_s * h_s * H \\ E2 &= 2,45 \quad \text{T/m} \\ E2 &= 2 \quad \text{T/m} \end{aligned} \quad \begin{aligned} Mv &= E1 \left(\frac{h \text{ relleno}}{3} + h \text{ talón} \right) + E2 \left(\frac{h \text{ relleno}}{2} + h \text{ talón} \right) \\ Mv &= 5,96 \text{ T-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ET &= E1 + E2 \\ ET &= 5 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	0,069	2,4	0,165	0,63	0,10
W2	0,55	2,4	1,32	0,75	0,99
W3	0,6625	2,4	1,59	1,325	2,11
W4	4,95	1,88	9,306	1,75	16,29
		Σ	12,38		19,49

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,27 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

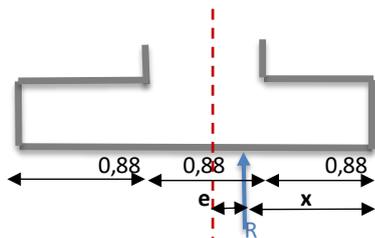
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 8,67 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D = 1,83 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 1,09 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,23 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{7,13 \text{ T/m}^2}{2,21 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 5,60$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$\theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = 3,64 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 1,09 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleño}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 2,08 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 8,04 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 19,49 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,42 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 6 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,49 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$x = 0,92$$

$$e = 0,40 \text{ m}$$

Tercio Medio

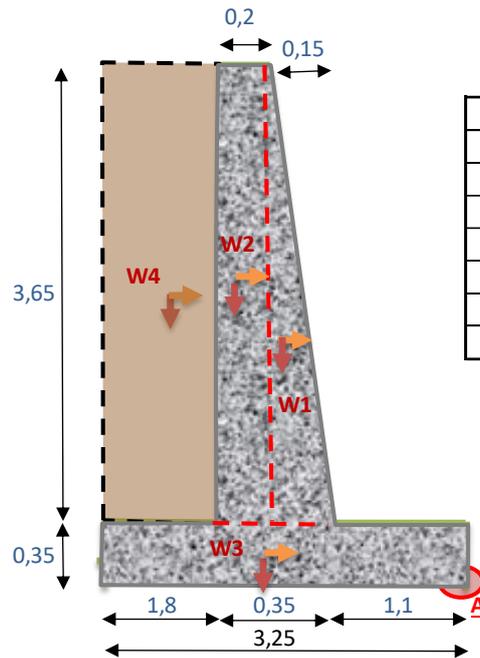
$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{8,91 \text{ T/m}^2}{0,44 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

Compresión

$$FSPFcs = 8,97$$

Muro N°2



DATOS:

$\phi =$	35	°
Hs=	1,6	m.
γ suelo=	1,88	T/m ³
γ Hormigón=	2,4	T/m ³
Análisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tag(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
H=	4	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$\phi = 35^\circ$	0,61 rad	$\beta = 0^\circ$	0,00 rad
$\delta = 0,0$	0,00 rad	$\alpha = 90^\circ$	1,57 rad
		$\theta = 0^\circ$	0,00 rad
		$\alpha = 90 - \theta$	

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$K_{Ae} = 0,271$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$E1 = KA * \gamma_s * H^2 * 0.5$$

$E1 = 4,08 \quad \text{T/m}$
 $E1 = 4 \quad \text{T/m}$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$E2 = KA * \gamma_s * h_s * H$$

$E2 = 3,26 \quad \text{T/m}$
 $E2 = 3 \quad \text{T/m}$

$$Mv = E1 \left(\frac{h \text{ relleno}}{3} + h \text{ talón} \right) + E2 \left(\frac{h \text{ relleno}}{2} + h \text{ talón} \right)$$

$Mv = 11,96 \text{ T-m}$

$$ET = E1 + E2$$

$ET = 7 \quad \text{T/m}$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	0,274	2,4	0,657	1,20	0,79
W2	0,73	2,4	1,752	1,35	2,37
W3	1,1375	2,4	2,73	1,625	4,44
W4	6,57	1,88	12,3516	2,35	29,03
		Σ	17,49		36,62

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,06 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

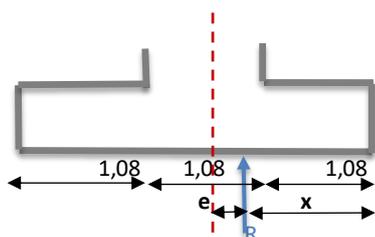
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 12,24 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D = 1,67 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 1,41 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,22 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{7,52 \text{ T/m}^2}{3,25 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 12,30$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\varnothing + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\varnothing + \delta)\text{Sen}(\varnothing - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90 - \theta$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2$$

$$P_{Ae} = 6,48 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 0,86 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 2,18 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 14,13 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 36,62 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,59$$

Cumple

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 8 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{F_{roz.}}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,49$$

Cumple

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 1,29$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,34 \text{ m}$$

Tercio Medio

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

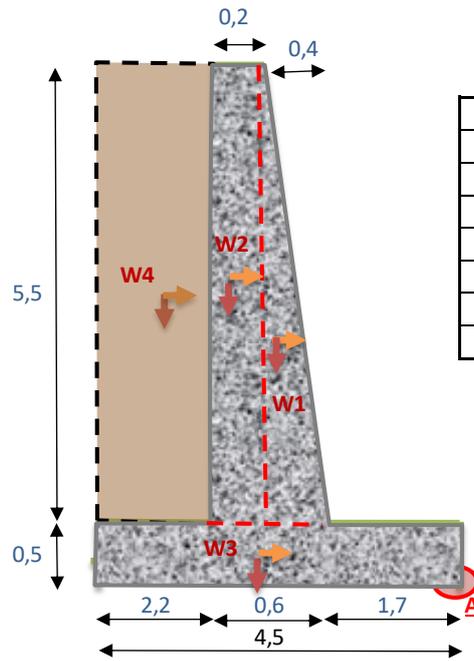
$$f_{suelo} = \frac{8,76 \text{ T/m}^2}{2,01 \text{ T/m}^2}$$

Compresión

Compresión

$$FSPFcs = 39,78$$

Muro N°3



DATOS:

$\phi =$	35	°
Hs=	1,6	m.
γ suelo=	1,88	T/m ³
γ Hormigón=	2,4	T/m ³
Análisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tan(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
H=	6	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$\phi = 35^\circ$	$0,61 \text{ rad}$	$\beta = 0^\circ$	$0,00 \text{ rad}$
$\delta = 0,0$	$0,00 \text{ rad}$	$\alpha = 90^\circ$	$1,57 \text{ rad}$
		$\theta = 0^\circ$	$0,00 \text{ rad}$
		$\alpha = 90 - \theta$	

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$K_{Ae} = 0,271$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$E1 = KA * \gamma_s * H^2 * 0.5$$

$E1 = 9,17 \text{ T/m}$
 $E1 = 9 \text{ T/m}$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$E2 = KA * \gamma_s * h_s * H$	$Mv = E1 \left(\frac{h \text{ relleno}}{3} + h \text{ talón} \right) + E2 \left(\frac{h \text{ relleno}}{2} + h \text{ talón} \right)$
$E2 = 4,89 \text{ T/m}$	
$E2 = 5 \text{ T/m}$	$Mv = 33,01 \text{ T-m}$

$$ET = E1 + E2$$

$ET = 14 \text{ T/m}$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	1,100	2,4	2,64	1,97	5,19
W2	1,1	2,4	2,64	2,2	5,81
W3	2,25	2,4	5,4	2,25	12,15
W4	12,1	1,88	22,748	3,4	77,34
		Σ	33,43		100,49

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,04 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

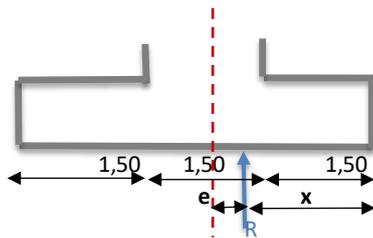
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 23,40 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D = 1,66 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,02 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,23 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{9,72 \text{ T/m}^2}{5,14 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 4,11$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90 - \theta$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2$$

$$P_{Ae} = 14,58 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 0,52 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleño}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 1,96 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 34,97 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 100,49 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,87 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 15 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,61 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$x = 1,96$$

$$e = 0,29 \text{ m}$$

Tercio Medio

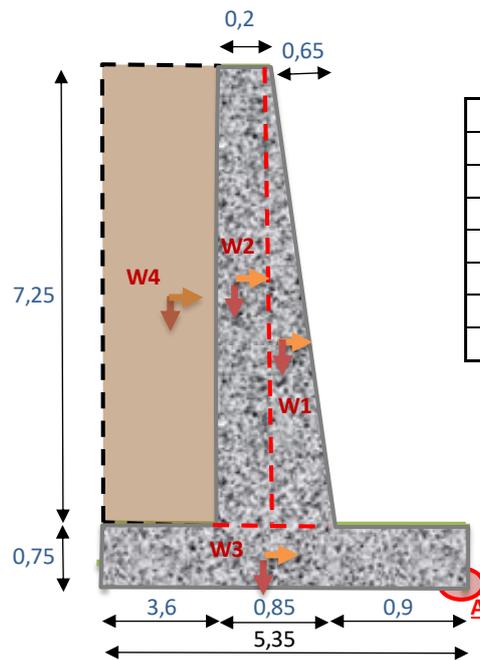
$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{10,30 \text{ T/m}^2}{4,56 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

Compresión

$$FSPFcs = 7,75$$

Muro N°4



DATOS:

$\phi =$	35	°
Hs =	1,6	m.
γ suelo =	1,88	T/m ³
γ Hormigón =	2,4	T/m ³
Análisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tan(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
H =	8	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$$\begin{aligned} \phi &= 35^\circ && 0,61 \text{ rad} && \beta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ \delta &= 0,0 && 0,00 \text{ rad} && \alpha &= 90^\circ && 1,57 \text{ rad} \\ &&& && \theta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ &&& && \alpha &= 90 - \theta && \end{aligned}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = 0,271$$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$\begin{aligned} E1 &= KA * \gamma_s * H^2 * 0.5 \\ E1 &= 16,30 \quad \text{T/m} \\ E1 &= 16 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$\begin{aligned} E2 &= KA * \gamma_s * h_s * H \\ E2 &= 6,52 \quad \text{T/m} \\ E2 &= 7 \quad \text{T/m} \end{aligned} \quad \begin{aligned} Mv &= E1 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{3} + h_{\text{talón}} \right) + E2 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{2} + h_{\text{talón}} \right) \\ Mv &= 69,56 \text{ T-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ET &= E1 + E2 \\ ET &= 23 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	2,356	2,4	5,655	1,33	7,54
W2	1,45	2,4	3,48	1,65	5,74
W3	4,0125	2,4	9,63	2,675	25,76
W4	26,1	1,88	49,068	3,55	174,19
		Σ	67,83		213,23

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,07 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

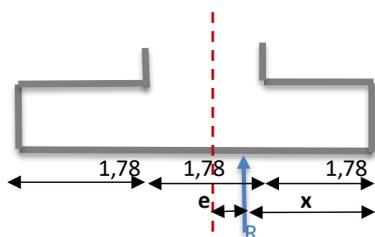
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 47,48 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D = 2,08 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,12 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,56 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{20,60 \text{ T/m}^2}{4,76 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 1,46$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$\theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = 25,91 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 3,09 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 15,76 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 85,32 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 213,23 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,50 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 26 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{F_{roz.}}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,83 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 1,89$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,79 \text{ m}$$

Tercio Medio

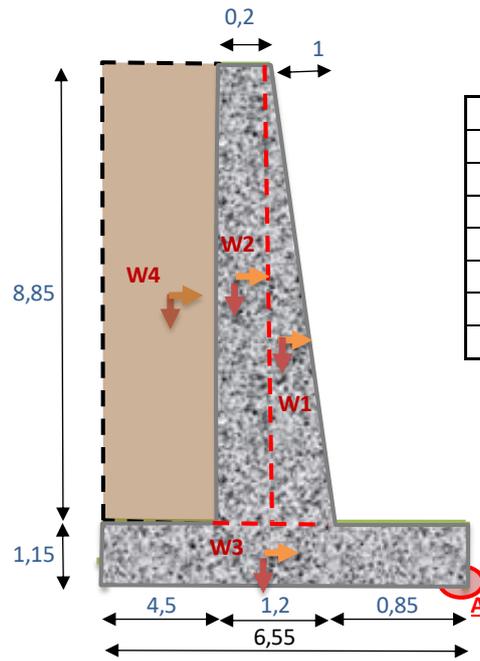
$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{23,90 \text{ T/m}^2}{1,46 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

Compresión

$$FSPFcs = 2,51$$

Muro N°5



DATOS:

$\phi =$	35	°
Hs=	1,6	m.
γ suelo=	1,88	T/m ³
γ Hormigón=	2,4	T/m ³
Análisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tag(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
H=	10	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$\phi = 35^\circ$	$0,61 \text{ rad}$	$\beta = 0^\circ$	$0,00 \text{ rad}$
$\delta = 0,0$	$0,00 \text{ rad}$	$\alpha = 90^\circ$	$1,57 \text{ rad}$
		$\theta = 0^\circ$	$0,00 \text{ rad}$
		$\alpha = 90 - \theta$	

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$K_{Ae} = 0,271$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$E1 = KA * \gamma_s * H^2 * 0.5$$

$E1 = 25,47 \text{ T/m}$
 $E1 = 25 \text{ T/m}$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$E2 = KA * \gamma_s * h_s * H$$

$E2 = 8,15 \text{ T/m}$
 $E2 = 8 \text{ T/m}$

$$Mv = E1 \left(\frac{h \text{ relleno}}{3} + h \text{ talón} \right) + E2 \left(\frac{h \text{ relleno}}{2} + h \text{ talón} \right)$$

$Mv = 125,67 \text{ T-m}$

$$ET = E1 + E2$$

$ET = 34 \text{ T/m}$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	4,425	2,4	10,62	1,52	16,11
W2	1,77	2,4	4,248	1,95	8,28
W3	7,5325	2,4	18,078	3,275	59,21
W4	39,825	1,88	74,871	4,3	321,95
		Σ	107,82		405,54

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,23 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

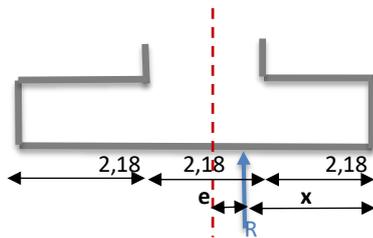
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 75,47 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D. = 2,24 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,60 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,68 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{26,70 \text{ T/m}^2}{6,22 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 1,12$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$\theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = 40,49 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 6,87 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 44,36 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 170,03 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 405,54 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,39 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 40 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,86 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,18$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 1,09 \text{ m}$$

Tercio Medio

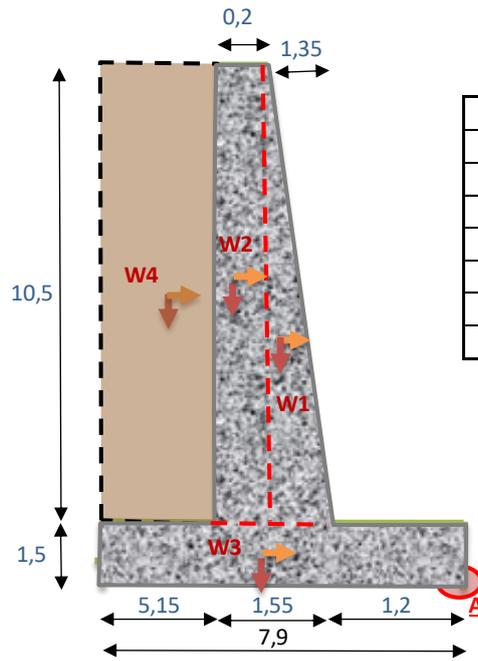
$$fsuelo = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$fsuelo = \frac{32,91 \text{ T/m}^2}{0,02 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

Compresión

$$FSPFcs = 1,82$$

Muro N°6



DATOS:

$\phi =$	35	°
Hs=	1,6	m.
γ suelo=	1,88	T/m ³
γ Hormigón=	2,4	T/m ³
Análisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tan(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
H=	12	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$$\begin{aligned} \phi &= 35^\circ && 0,61 \text{ rad} && \beta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ \delta &= 0,0 && 0,00 \text{ rad} && \alpha &= 90^\circ && 1,57 \text{ rad} \\ &&& && \theta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ &&& && \alpha &= 90 - \theta && \end{aligned}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = 0,271$$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$\begin{aligned} E1 &= KA * \gamma_s * H^2 * 0.5 \\ E1 &= 36,68 \quad \text{T/m} \\ E1 &= 37 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$\begin{aligned} E2 &= KA * \gamma_s * h_s * H \\ E2 &= 9,78 \quad \text{T/m} \\ E2 &= 10 \quad \text{T/m} \end{aligned} \quad \begin{aligned} Mv &= E1 \left(\frac{h \text{ relleno}}{3} + h \text{ talón} \right) + E2 \left(\frac{h \text{ relleno}}{2} + h \text{ talón} \right) \\ Mv &= 205,41 \text{ T-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ET &= E1 + E2 \\ ET &= 46 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	7,088	2,4	17,01	2,10	35,72
W2	2,1	2,4	5,04	2,65	13,36
W3	11,85	2,4	28,44	3,95	112,34
W4	54,075	1,88	101,661	5,325	541,34
		Σ	152,15		702,76

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,42 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

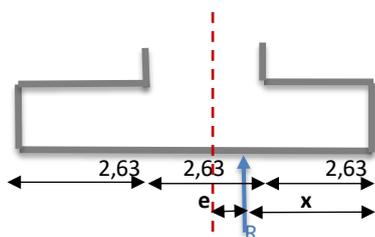
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 106,51 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D. = 2,29 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 3,27 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,68 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{29,22 \text{ T/m}^2}{9,29 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}} \quad FSPF_{ss} = 1,03$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$\theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = 58,31 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 11,84 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 92,39 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 297,80 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 702,76 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,36 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 58 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{F_{roz.}}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,83 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,66$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 1,29 \text{ m}$$

Tercio Medio

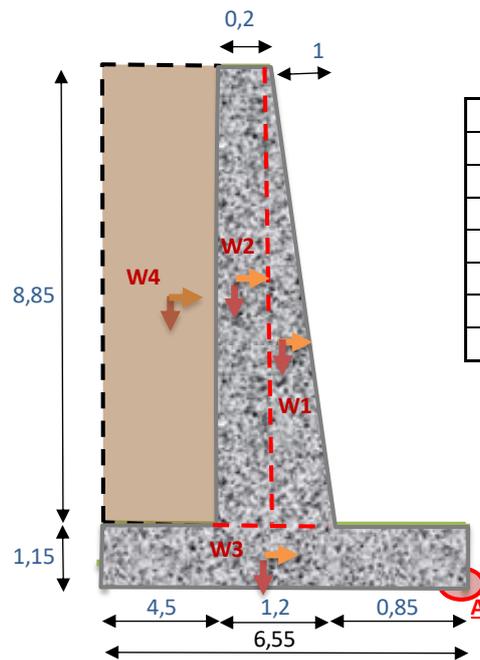
$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{38,11 \text{ T/m}^2}{0,41 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

Compresión

$$FSPFcs = 1,57$$

Muro N°7



DATOS:

$\phi =$	35	°
$H_s =$	1,6	m.
$\gamma_{\text{suelo}} =$	1,88	T/m ³
$\gamma_{\text{Hormigón}} =$	2,4	T/m ³
Análisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tan(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
H=	10	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$$\begin{aligned} \phi &= 35^\circ && 0,61 \text{ rad} && \beta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ \delta &= 0,0 && 0,00 \text{ rad} && \alpha &= 90^\circ && 1,57 \text{ rad} \\ &&& && \theta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ &&& && \alpha &= 90 - \theta && \end{aligned}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = 0,271$$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$\begin{aligned} E1 &= KA * \gamma_s * H^2 * 0.5 \\ E1 &= 25,47 \quad \text{T/m} \\ E1 &= 25 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$\begin{aligned} E2 &= KA * \gamma_s * h_s * H \\ E2 &= 8,15 \quad \text{T/m} \\ E2 &= 8 \quad \text{T/m} \end{aligned} \quad \begin{aligned} Mv &= E1 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{3} + h_{\text{talón}} \right) + E2 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{2} + h_{\text{talón}} \right) \\ Mv &= 125,67 \text{ T-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ET &= E1 + E2 \\ ET &= 34 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	4,425	2,4	10,62	1,52	16,11
W2	1,77	2,4	4,248	1,95	8,28
W3	7,5325	2,4	18,078	3,275	59,21
W4	39,825	1,88	74,871	4,3	321,95
		Σ	107,82		405,54

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,23 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

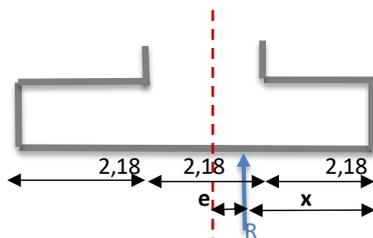
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 75,47 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D. = 2,24 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,60 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,68 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{26,70 \text{ T/m}^2}{6,22 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 1,12$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$\theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = 40,49 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 6,87 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 44,36 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 170,03 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 405,54 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,39 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 40 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,86 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT} \quad e = \frac{B}{2} - x$$

$$x = 2,18 \quad e = 1,09 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

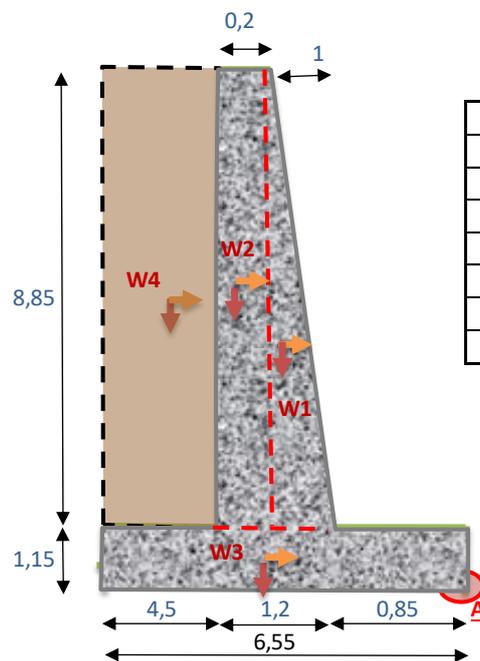
$$fsuelo = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$fsuelo = \frac{32,91 \text{ T/m}^2}{0,02 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$\underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPFcs = 1,82$$

Muro N°8



DATOS:

$\phi =$	35	°
$H_s =$	1,6	m.
$\gamma_{\text{suelo}} =$	1,88	T/m ³
$\gamma_{\text{Hormigón}} =$	2,4	T/m ³
Analisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tag(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
H=	10	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$$\begin{aligned} \phi &= 35^\circ && 0,61 \text{ rad} \\ \delta &= 0,0 && 0,00 \text{ rad} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ \alpha &= 90^\circ && 1,57 \text{ rad} \\ \theta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ \alpha &= 90 - \theta \end{aligned}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = 0,271$$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$E1 = KA * \gamma_s * H^2 * 0.5$$

$$E1 = 25,47 \text{ T/m}$$

$$E1 = 25 \text{ T/m}$$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$E2 = KA * \gamma_s * h_s * H$$

$$E2 = 8,15 \text{ T/m}$$

$$E2 = 8 \text{ T/m}$$

$$Mv = E1 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{3} + h_{\text{talón}} \right) + E2 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{2} + h_{\text{talón}} \right)$$

$$Mv = 125,67 \text{ T-m}$$

$$ET = E1 + E2$$

$$ET = 34 \text{ T/m}$$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	4,425	2,4	10,62	1,52	16,11
W2	1,77	2,4	4,248	1,95	8,28
W3	7,5325	2,4	18,078	3,275	59,21
W4	39,825	1,88	74,871	4,3	321,95
		Σ	107,82		405,54

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,23 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

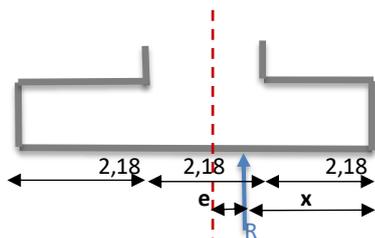
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 75,47 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D. = 2,24 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,60 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,68 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{26,70 \text{ T/m}^2}{6,22 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 1,12$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$\theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = 40,49 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 6,87 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 44,36 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 170,03 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 405,54 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,39 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 40 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,86 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,18$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 1,09 \text{ m}$$

Tercio Medio

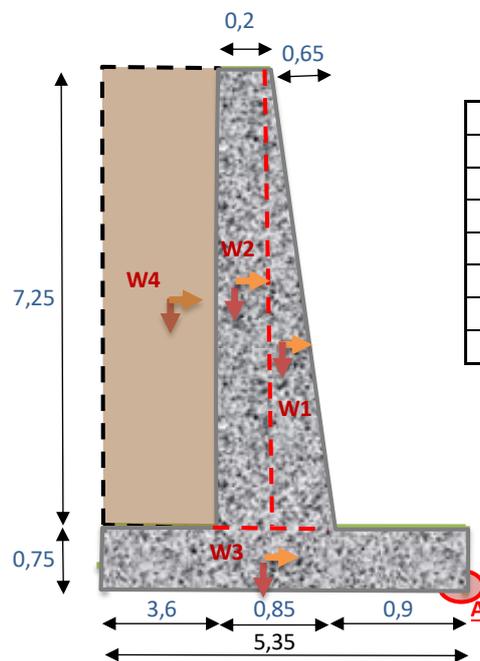
$$fsuelo = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$fsuelo = \frac{32,91 \text{ T/m}^2}{0,02 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

Compresión

$$FSPFcs = 1,82$$

Muro N°9



DATOS:

$\phi =$	35	°
$H_s =$	1,6	m.
$\gamma_{\text{suelo}} =$	1,88	T/m ³
$\gamma_{\text{Hormigón}} =$	2,4	T/m ³
Análisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tag(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
$H =$	8	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$$\begin{aligned} \phi &= 35^\circ && 0,61 \text{ rad} \\ \delta &= 0,0 && 0,00 \text{ rad} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ \alpha &= 90^\circ && 1,57 \text{ rad} \\ \theta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ \alpha &= 90 - \theta \end{aligned}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = 0,271$$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$E1 = KA * \gamma_s * H^2 * 0.5$$

$$E1 = 16,30 \quad \text{T/m}$$

$$E1 = 16 \quad \text{T/m}$$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$E2 = KA * \gamma_s * h_s * H$$

$$E2 = 6,52 \quad \text{T/m}$$

$$E2 = 7 \quad \text{T/m}$$

$$Mv = E1 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{3} + h_{\text{talón}} \right) + E2 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{2} + h_{\text{talón}} \right)$$

$$Mv = 69,56 \text{ T-m}$$

$$ET = E1 + E2$$

$$ET = 23 \quad \text{T/m}$$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	2,356	2,4	5,655	1,33	7,54
W2	1,45	2,4	3,48	1,65	5,74
W3	4,0125	2,4	9,63	2,675	25,76
W4	26,1	1,88	49,068	3,55	174,19
		Σ	67,83		213,23

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,07 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

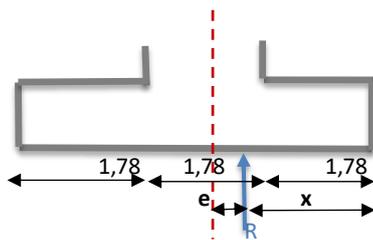
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 47,48 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D. = 2,08 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 2,12 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,56 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{20,60 \text{ T/m}^2}{4,76 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 1,46$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$\theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = 25,91 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 3,09 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 15,76 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 85,32 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 213,23 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,50 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 26 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,83 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 1,89$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,79 \text{ m}$$

Tercio Medio

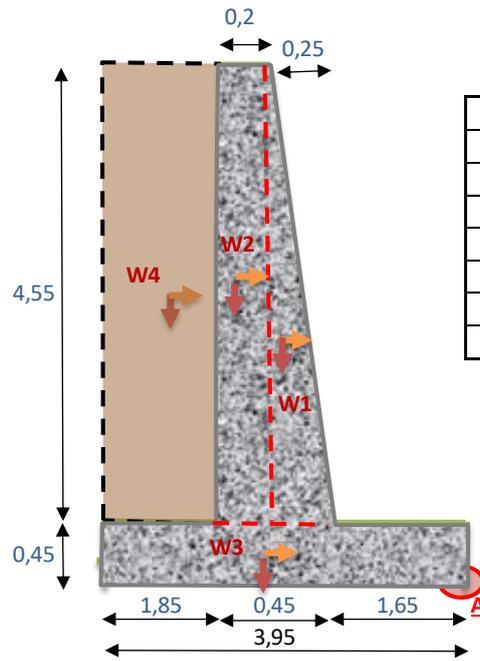
$$fsuelo = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$fsuelo = \frac{23,90 \text{ T/m}^2}{1,46 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

Compresión

$$FSPFcs = 2,51$$

Muro N°10



DATOS:

$\phi =$	35	°
$H_s =$	1,6	m.
$\gamma_{\text{suelo}} =$	1,88	T/m ³
$\gamma_{\text{Hormigón}} =$	2,4	T/m ³
Análisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tan(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
H=	5	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$$\begin{aligned} \phi &= 35^\circ && 0,61 \text{ rad} && \beta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ \delta &= 0,0 && 0,00 \text{ rad} && \alpha &= 90^\circ && 1,57 \text{ rad} \\ &&& && \theta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ &&& && \alpha &= 90 - \theta && \end{aligned}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = 0,271$$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$\begin{aligned} E1 &= KA * \gamma_s * H^2 * 0.5 \\ E1 &= 6,37 \quad \text{T/m} \\ E1 &= 6 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$\begin{aligned} E2 &= KA * \gamma_s * h_s * H \\ E2 &= 4,08 \quad \text{T/m} \\ E2 &= 4 \quad \text{T/m} \end{aligned} \quad \begin{aligned} Mv &= E1 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{3} + h_{\text{talón}} \right) + E2 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{2} + h_{\text{talón}} \right) \\ Mv &= 20,80 \text{ T-m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} ET &= E1 + E2 \\ ET &= 10 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	0,569	2,4	1,365	1,82	2,48
W2	0,91	2,4	2,184	2	4,37
W3	1,7775	2,4	4,266	1,975	8,43
W4	8,4175	1,88	15,8249	3,025	47,87
		Σ	23,64		63,14

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,04 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

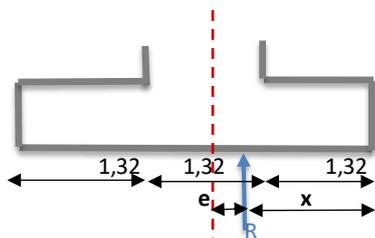
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 16,55 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D. = 1,58 \quad \underline{\text{No Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 1,79 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,18 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{7,66 \text{ T/m}^2}{4,31 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 5,21$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\theta = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$\theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = 10,12 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 0,32 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 1,02 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 21,82 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 63,14 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,89 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 11 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,54 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 1,75$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,23 \text{ m}$$

Tercio Medio

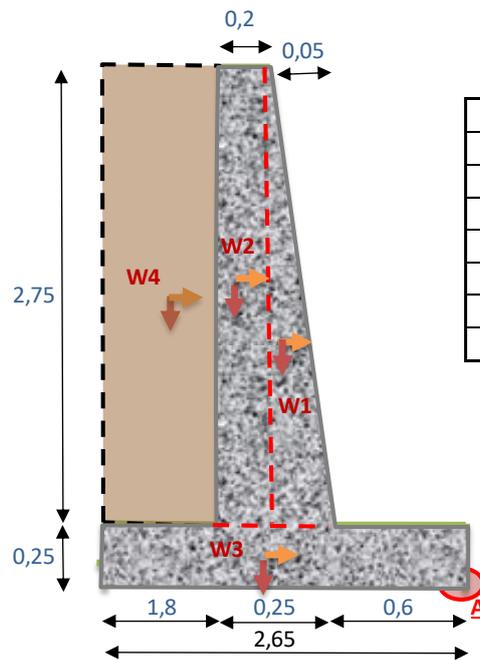
$$fsuelo = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$fsuelo = \frac{8,05 \text{ T/m}^2}{3,92 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

Compresión

$$FSPFcs = 9,92$$

Muro N°11



DATOS:

$\phi =$	35	°
Hs=	1,6	m.
γ suelo=	1,88	T/m ³
γ Hormigón=	2,4	T/m ³
Análisis	1	m. de frente
$\mu =$	0,7	tan(ϕ)
$\delta =$	0,00	2/3 (ϕ)
H=	3	m



A.- CONDICIONES NORMALES

1.- Momento por Volcamiento

1.1- Presión activa de Coulomb

$$\begin{aligned} \phi &= 35^\circ && 0,61 \text{ rad} && \beta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ \delta &= 0,0 && 0,00 \text{ rad} && \alpha &= 90^\circ && 1,57 \text{ rad} \\ &&& && \theta &= 0^\circ && 0,00 \text{ rad} \\ &&& && \alpha &= 90 - \theta && \end{aligned}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\alpha + \phi)}{\text{Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\phi + \delta)\text{Sen}(\phi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = 0,271$$

1.2- Presión debido al Suelo de Relleno

$$\begin{aligned} E1 &= KA * \gamma_s * H^2 * 0.5 \\ E1 &= 2,29 \quad \text{T/m} \\ E1 &= 2 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

1.3- Presión debido a la sobrecarga

$$\begin{aligned} E2 &= KA * \gamma_s * h_s * H \\ E2 &= 2,45 \quad \text{T/m} \\ E2 &= 2 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

$$Mv = E1 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{3} + h_{\text{talón}} \right) + E2 \left(\frac{h_{\text{relleno}}}{2} + h_{\text{talón}} \right)$$

$$Mv = 5,96 \text{ T-m}$$

$$\begin{aligned} ET &= E1 + E2 \\ ET &= 5 \quad \text{T/m} \end{aligned}$$

2.- Momento Estabilizante

Wi	Volumen	γ mat.	Peso	B. Palanca	Me
W1	0,069	2,4	0,165	0,63	0,10
W2	0,55	2,4	1,32	0,75	0,99
W3	0,6625	2,4	1,59	1,325	2,11
W4	4,95	1,88	9,306	1,75	16,29
		Σ	12,38		19,49

3.- Factor de Seguridad al Volcamiento

$$F.S.V. = \frac{Me}{Mv}$$

$$F.S.V. = 3,27 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

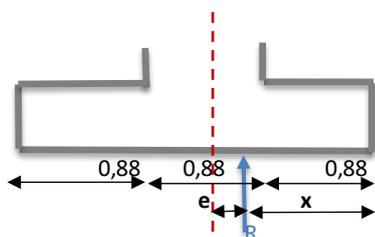
4.- Factor de Seguridad al Deslizamiento

$$Froz. = froz. * W_{tot}$$

$$Froz. = 8,67 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{E_{Total}} \quad F.S.D = 1,83 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

5.- Presión del Suelo



$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 1,09 \text{ m} \quad \underline{\text{Tercio Medio}}$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,23 \text{ m}$$

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{7,13 \text{ T/m}^2}{2,21 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

$$FSPF_{ss} = 5,60$$

B.- METODO DE MONONOBE - OKABE

$$\emptyset = 35^\circ \quad 0,61 \text{ rad}$$

$$Z = 0,4 \text{ g}$$

$$K_H = (0,6 * Z * g * Fa) / g$$

$$K_H = 0,288$$

$$K_V = 0,667 K_H$$

$$K_V = 0,192$$

$$\Psi = \tan^{-1} \left[\frac{K_H}{1 - K_V} \right]$$

$$\Psi = 19,62 \quad 0,34 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = \frac{\text{Sen}^2(\theta + \alpha - \Psi)}{\text{Cos}\Psi \text{ Sen}^2\alpha \text{ Sen}(\alpha - \Psi - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\text{Sen}(\theta + \delta)\text{Sen}(\theta - \Psi - \beta)}{\text{Sen}(\alpha - \Psi - \delta)\text{Sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

$$K_{Ae} = \frac{0,930}{0,887 * 1,97} \quad \beta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$\alpha = 90^\circ \quad 1,57 \text{ rad}$$

$$K_{Ae} = 0,53 \quad \alpha = 90 - \theta$$

$$\theta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = \frac{1}{2} * K_{Ae} * \gamma(1 - K_v) * H^2 \quad \delta = 0^\circ \quad 0,00 \text{ rad}$$

$$P_{Ae} = 3,64 \text{ T}$$

$$\Delta P_{Ae} = P_{Ae} - P_A$$

$$\Delta P_{Ae} = 1,09 \text{ T}$$

$$\Delta M_{VOL} = \Delta P_{Ae}((0,6 * h_{relleno}) + h_{base})$$

$$\Delta M_{VOL} = 2,08 \text{ T-m}$$

$$M_{VOLcs} = \Delta M_{VOL} + Mv \text{ sin sismo}$$

$$M_{VOLcs} = 8,04 \text{ T-m}$$

$$M_{EST} = 19,49 \text{ T-m}$$

$$F.S.V.cs = \frac{Me}{M_{VOLcs}}$$

$$F.S.V.cs = 2,42 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$F_H = ET + \Delta P_{Ae}$$

$$F_H = 6 \text{ T}$$

$$F.S.D. = \frac{Froz.}{F_H}$$

$$F.S.D. = 1,49 \quad \underline{\text{Cumple}}$$

$$x = \frac{Me - Mv}{PT}$$

$$x = 0,92$$

$$e = \frac{B}{2} - x$$

$$e = 0,40 \text{ m}$$

Tercio Medio

$$f_{suelo} = \frac{P}{A} \pm \frac{6P * e}{b * h^2}$$

$$f_{suelo} = \frac{8,91 \text{ T/m}^2}{0,44 \text{ T/m}^2} \quad \underline{\text{Compresión}}$$

Compresión

$$FSPFcs = 8,97$$

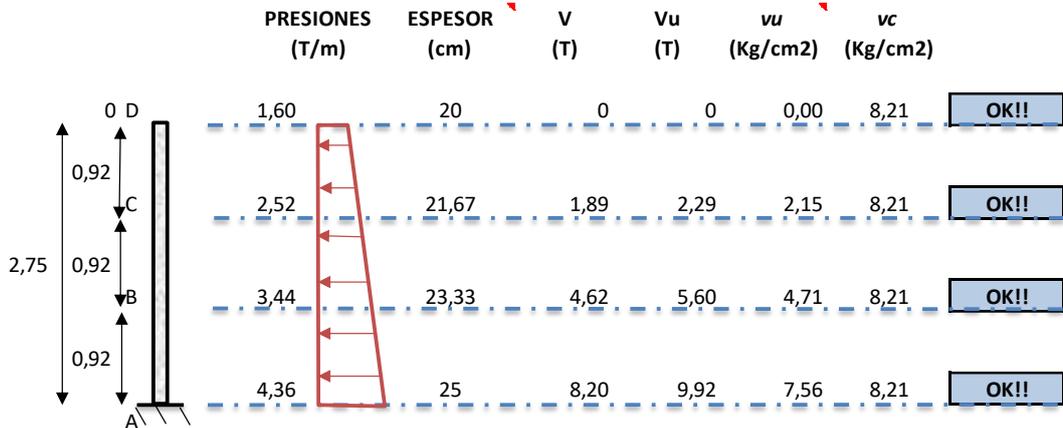
Anexo 11. Diseño de muros en voladizo - Hormigón armado

Muro N°1

DISEÑO DE LA PANTALLA

$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

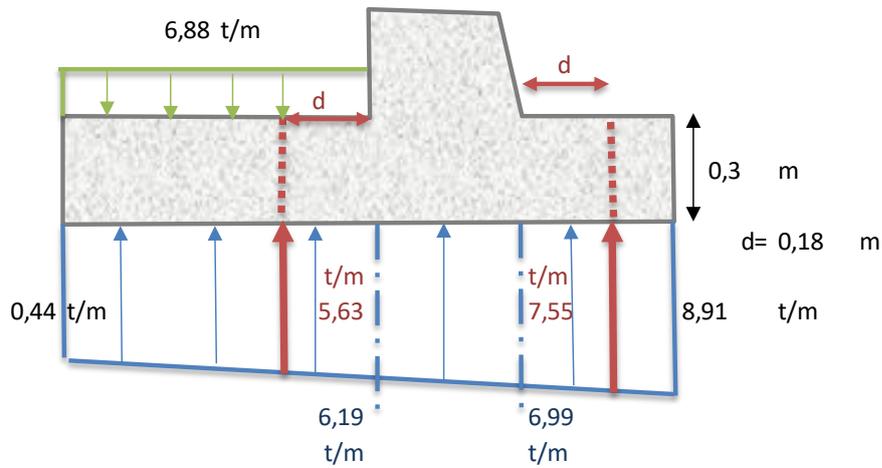
$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 \text{ Sismo} + 1,0 \text{ Viva} + 1,6 \text{ Presión lateral}}{P. p. + \text{Simo} + \text{viva} + \text{Presión Lateral}} = 1,21$$



	Mu (T-m)	W	ρ	As (Cal) (cm2)/m	As min 1 (cm2)/m	As colocar (cm2)/m	cm2@20cm 20	\emptyset Acumulado
	0,0	0,0	0,0	0,0				1 \emptyset 12
	0,97	0,0147	0,0008	1,19	4,72	4,72	0,94	1 \emptyset 12
	4,51	0,0868	0,0050	7,85	5,28	7,85	1,57	1 \emptyset 12+1 \emptyset 20
	11,54	0,1964	0,0112	19,64	5,83	19,64	3,93	1 \emptyset 12+1 \emptyset 20

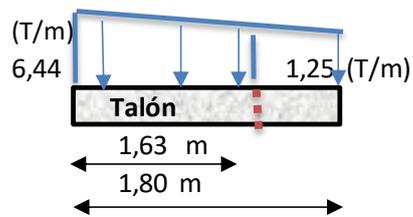
As Temp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	\emptyset Acumulado	As Perp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	\emptyset Acumulado
		1 \emptyset 12			2 \emptyset 12
2,83	0,57	1 \emptyset 12	2,83	0,57	2 \emptyset 12
3,17	0,63	1 \emptyset 12	3,17	0,63	2 \emptyset 12
3,50	0,70	1 \emptyset 12	3,50	0,70	2 \emptyset 12

DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 7,56 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

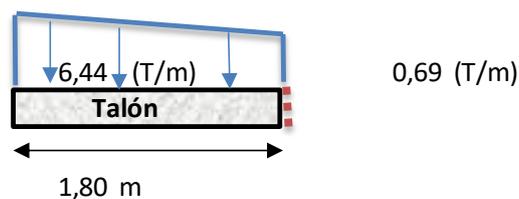
$$v_u = 5,76 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 16,39 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,30$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 1,71E-02$$

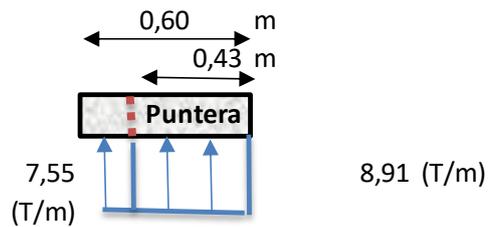
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	30	(cm2)/m
As min 1	3,5	(cm2)/m
As colocar	30	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	6,00	20

1	∅	12	+
1	∅	25	

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = 4,23 (T)$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

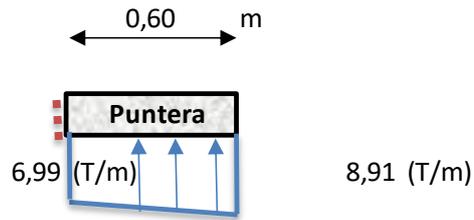
$$v_u = 3,22 (Kg/cm2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 (Kg/cm2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 1,66 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,02$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 1,40E-03$$

$$As\ cal = \rho * b * d$$

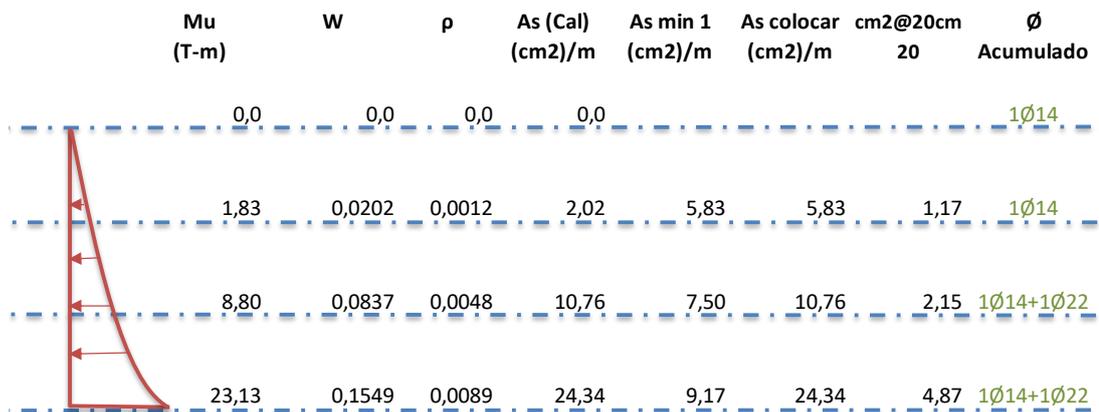
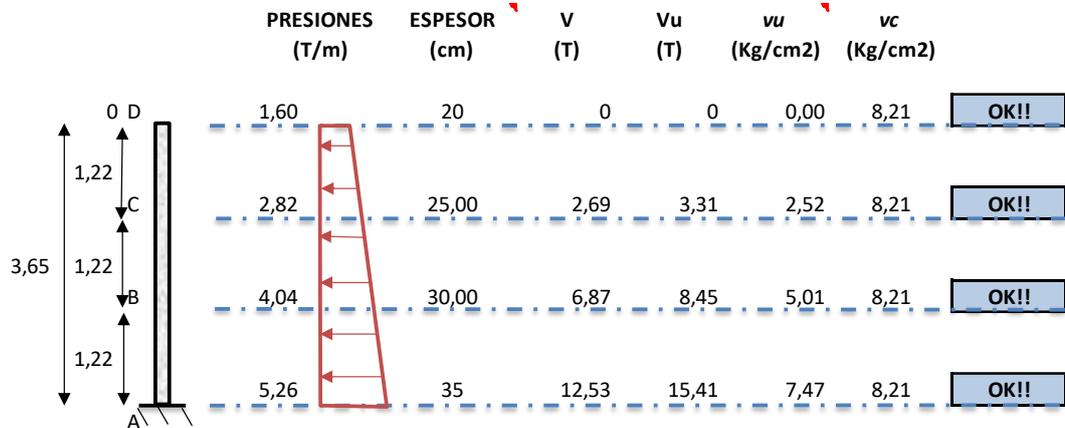
As (Cal)	2	(cm2)/m
As min 1	3,5	(cm2)/m
As colocar	4	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	0,70	20
1	∅	12
As Temp.	5,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,0	20
1	∅	12
As Perp.	5,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,00	20
1	∅	12

Muro N°2

DISEÑO DE LA PANTALLA

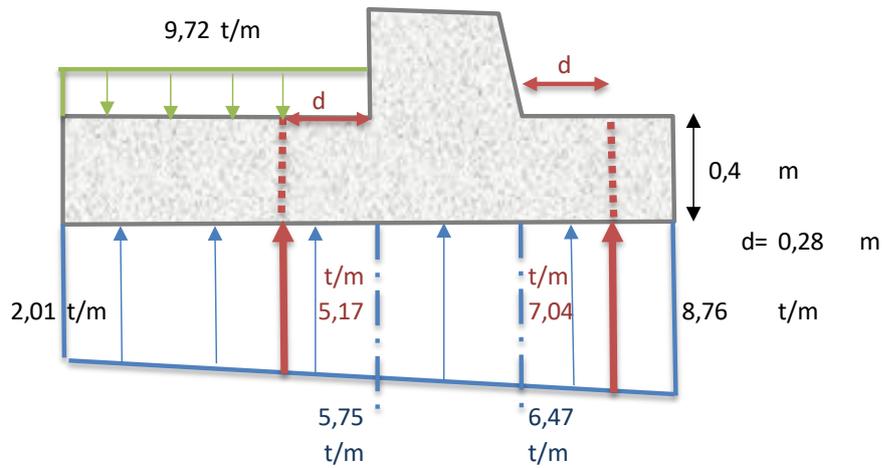
f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 Sismo + 1,0 Viva + 1,6 Presión lateral}{P. p + Sismo + viva * Presión Lateral} = 1,23$$



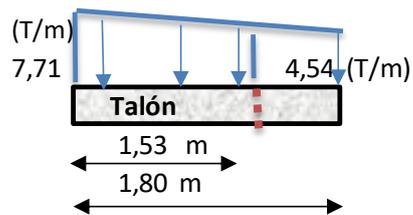
As Temp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado	As Perp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado
		1Ø12			2Ø12
3,50	0,70	1Ø12	3,50	0,70	2Ø12
4,50	0,90	1Ø12	4,50	0,90	2Ø12
5,50	1,10	1Ø12	5,50	1,10	2Ø12

DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 11,49 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

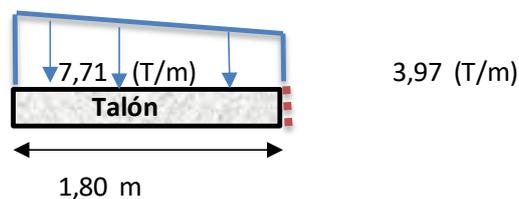
$$v_u = 5,57 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53 \sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 17,84 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,12$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 6,65E-03$$

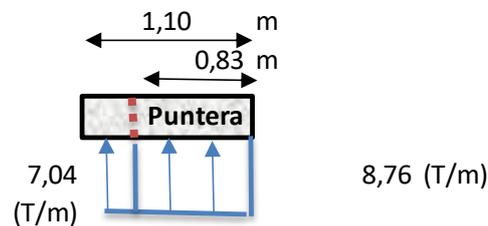
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	18	(cm2)/m
As min 1	5,5	(cm2)/m
As colocar	18	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	3,66	20

1	∅	14
1	∅	18

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = 8,02 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

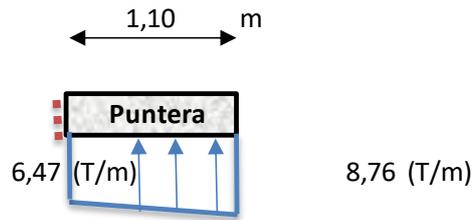
$$v_u = 3,89 \quad (Kg/cm2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long. * brazo de palanca$$

$$Mu = 5,38 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,03$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 1,87E-03$$

$$As_{cal} = \rho * b * d$$

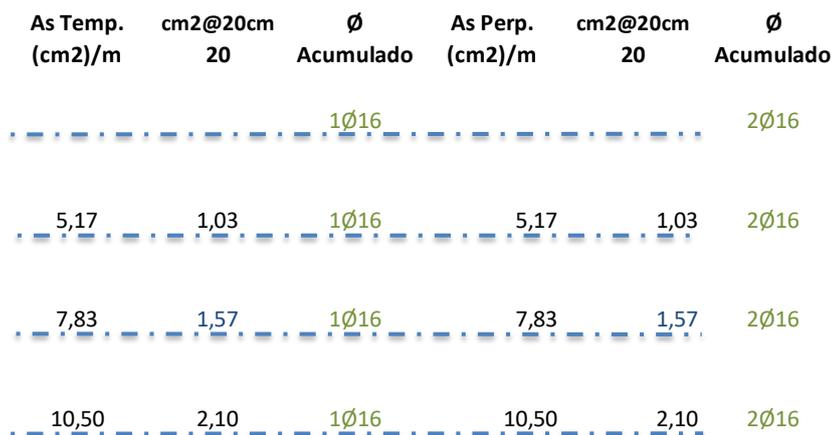
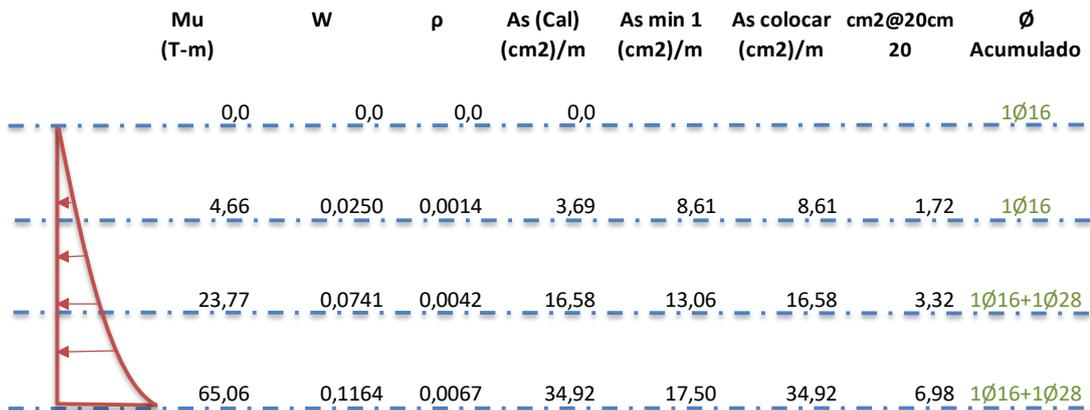
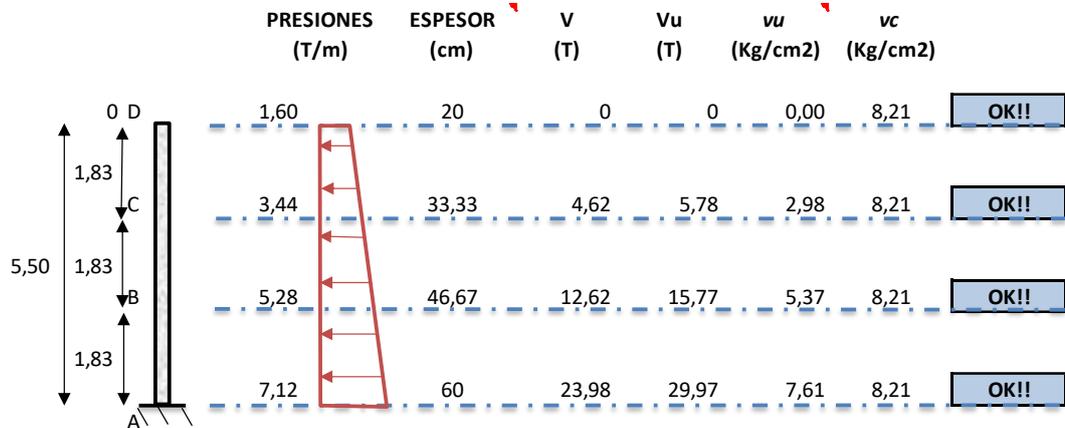
As (Cal)	5	(cm2)/m
As min 1	5,5	(cm2)/m
As colocar	6	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,10	20
1	∅	14
As Temp.	7,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,4	20
1	∅	14
As Perp.	7,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,40	20
1	∅	14

Muro N°3

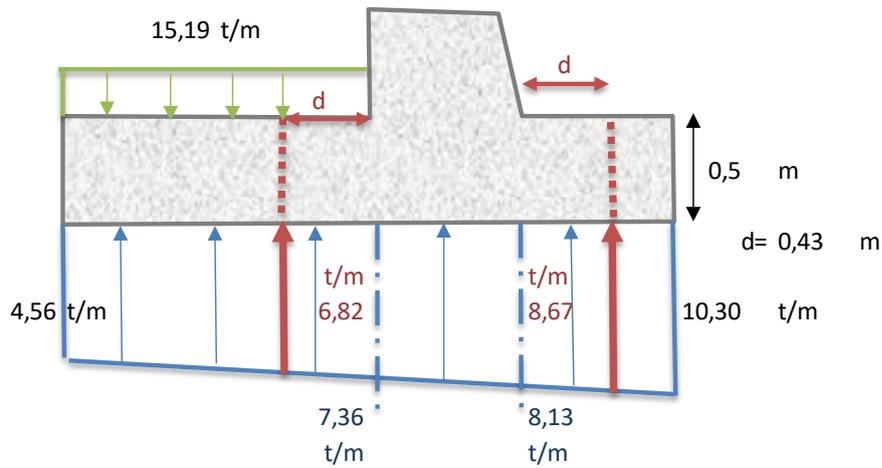
DISEÑO DE LA PANTALLA

f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P.p. + 1,0 Sismo + 1,0 Viva + 1,6 Presión lateral}{P.p + Sismo + viva * Presión Lateral} = 1,25$$

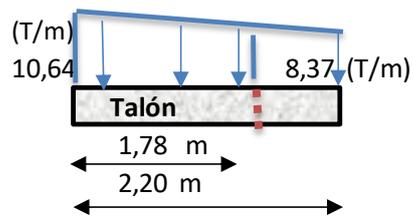


DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 21,09 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

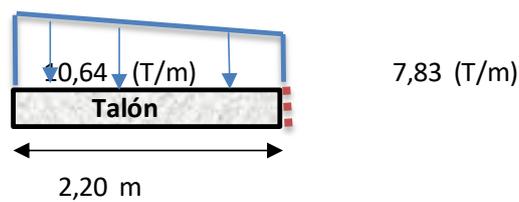
$$v_u = 6,62 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 35,01 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,09$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 5,38E-03$$

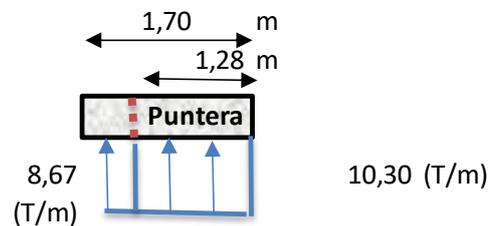
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	23	(cm2)/m
As min 1	8,5	(cm2)/m
As colocar	23	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	4,57	20

1	∅	16	+
1	∅	20	+

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = 15,12 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

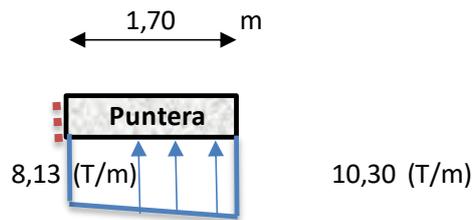
$$v_u = 4,74 \quad (Kg/cm2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long. * brazo\ de\ palanca$$

$$Mu = 15,99 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,04$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 2,35E-03$$

$$As\ cal = \rho * b * d$$

As (Cal)	10	(cm2)/m
As min 1	8,5	(cm2)/m
As colocar	10	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,99	20
1	∅	16

As Temp.	10,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	2,0	20
1	∅	16

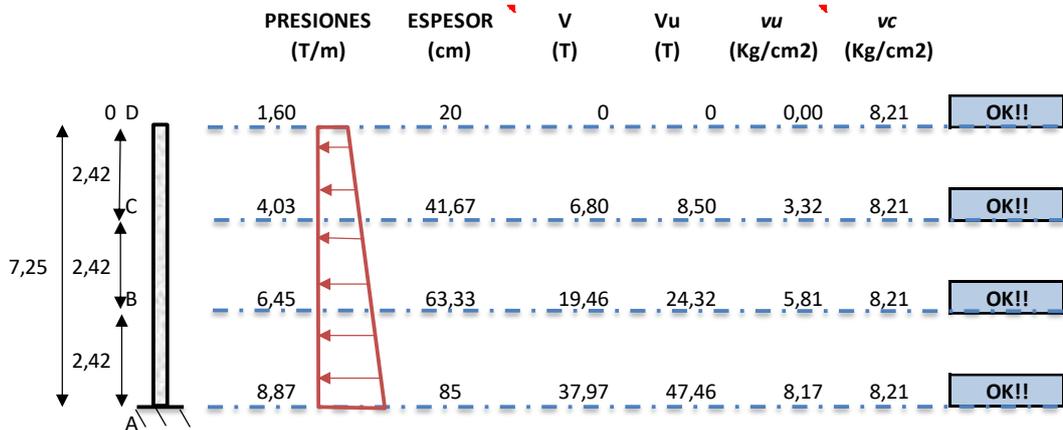
As Perp.	10,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	2,00	20
1	∅	16

Muro N°4

DISEÑO DE LA PANTALLA

$f'c = 240 \text{ Kg/cm}^2$
 $f_y = 4200 \text{ Kg/cm}^2$

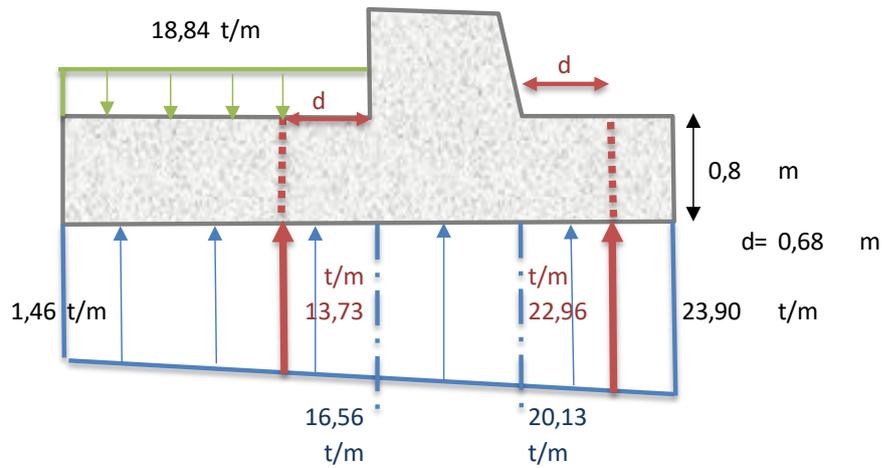
$$F. \text{mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 \text{ Sismo} + 1,0 \text{ Viva} + 1,6 \text{ Presión lateral}}{P. p. + \text{Simo} + \text{viva} + \text{Presión Lateral}} = 1,25$$



	Mu (T-m)	W	ρ	As (Cal) (cm2)/m	As min 1 (cm2)/m	As colocar (cm2)/m	cm2@20cm 20	\emptyset Acumulado
	0,0	0,0	0,0	0,0				1Ø18
	8,80	0,0277	0,0016	5,41	11,39	11,39	2,28	1Ø18
	46,99	0,0719	0,0041	22,95	18,61	22,95	4,59	1Ø18+1Ø32
	132,25	0,1079	0,0062	47,80	25,83	47,80	9,56	1Ø18+1Ø32

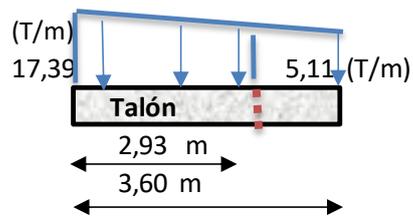
As Temp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	\emptyset Acumulado	As Perp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	\emptyset Acumulado
		1Ø18			2Ø18
6,83	1,37	1Ø18	6,83	1,37	2Ø18
11,17	2,23	1Ø18	11,17	2,23	2Ø18
15,50	3,10	1Ø18	15,50	3,10	2Ø18

DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 41,14 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

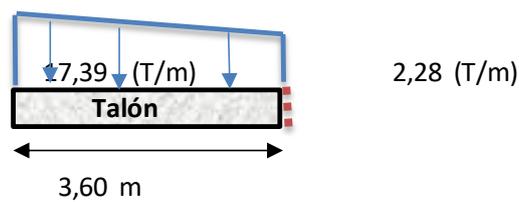
$$v_u = 8,13 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 181,62 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,21$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 1,20E-02$$

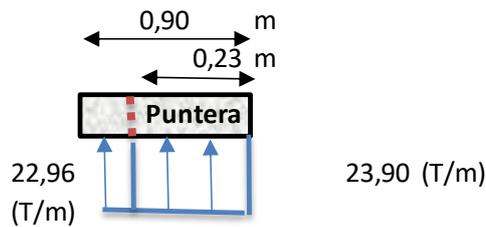
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	81	(cm2)/m
As min 1	13,5	(cm2)/m
As colocar	81	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	16,17	20

1	∅	20	+
2	∅	32	

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = 6,59 (T)$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

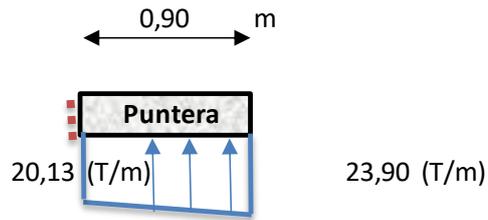
$$v_u = 1,30 (Kg/cm2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 (Kg/cm2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 10,83 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,01$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 5,79E-04$$

$$As cal = \rho * b * d$$

As (Cal)	4	(cm2)/m
As min 1	13,5	(cm2)/m
As colocar	14	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	2,70	20
1	∅	20

As Temp.	15,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	3,0	20
1	∅	20

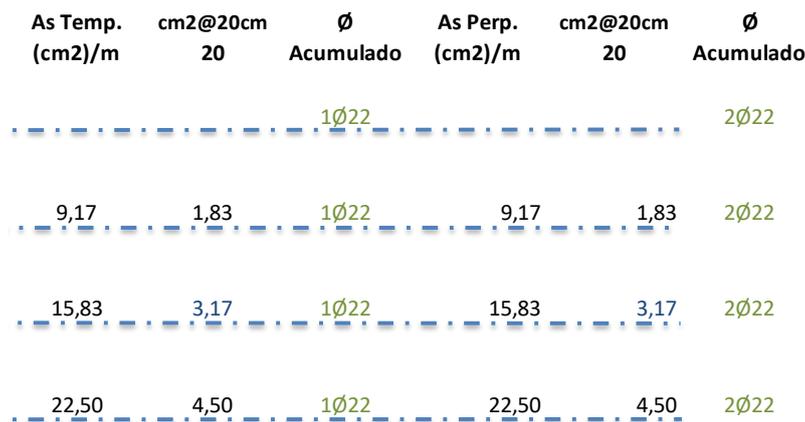
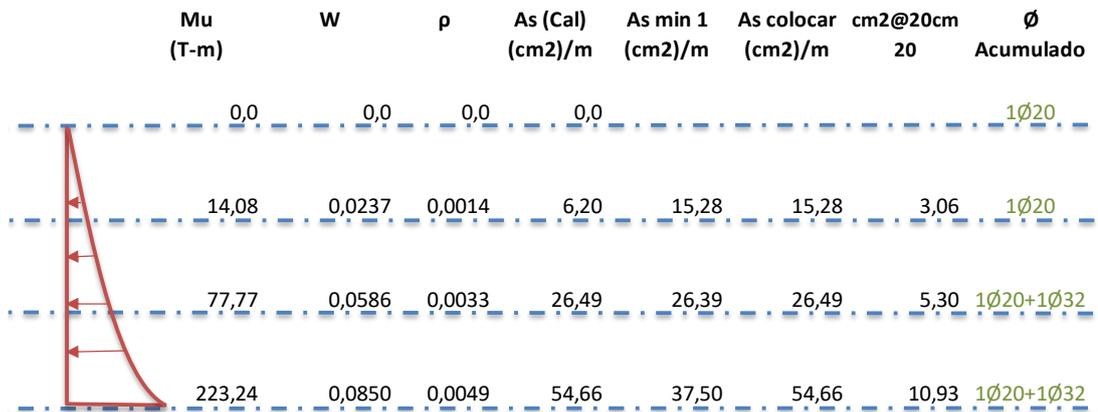
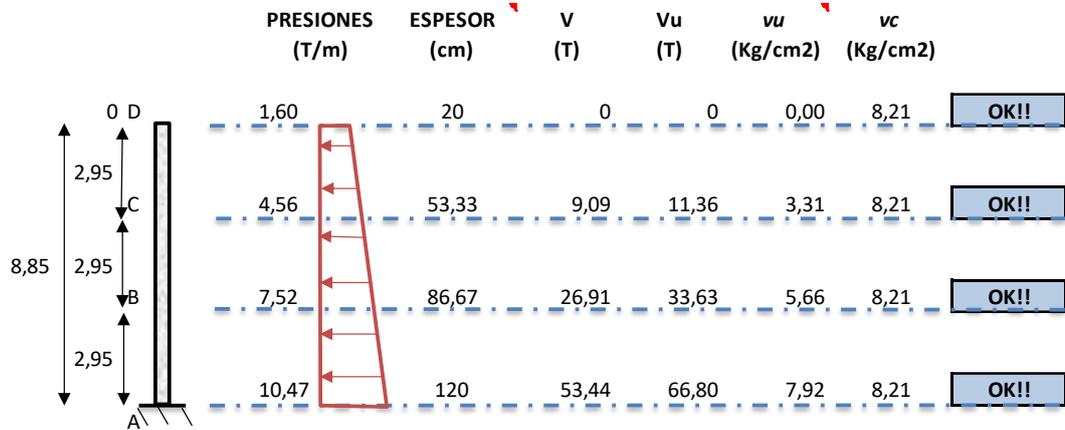
As Perp.	15,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	3,00	20
1	∅	20

Muro N°5

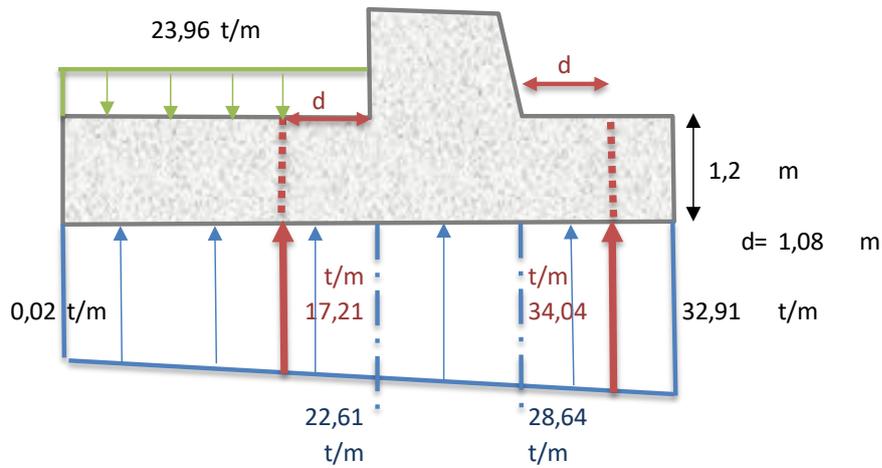
DISEÑO DE LA PANTALLA

f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 \text{ Sismo} + 1,0 \text{ Viva} + 1,6 \text{ Presión lateral}}{P. p. + \text{Simo} + \text{viva} * \text{Presión Lateral}} = 1,25$$

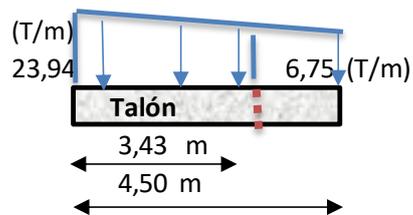


DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 65,69 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

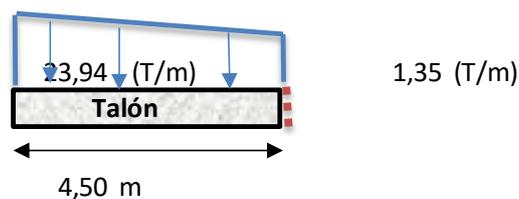
$$v_u = 8,15 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 398,36 \quad (\text{T-m})$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,18$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 1,01E-02$$

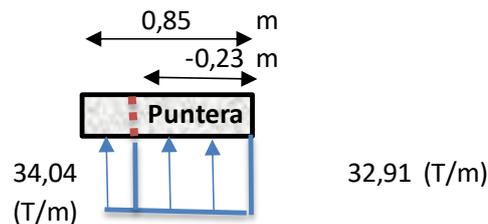
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	109	(cm2)/m
As min 1	21,5	(cm2)/m
As colocar	109	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	21,78	20

1	∅	25	+
2	∅	36	

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = -9,41 \quad (\text{T})$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

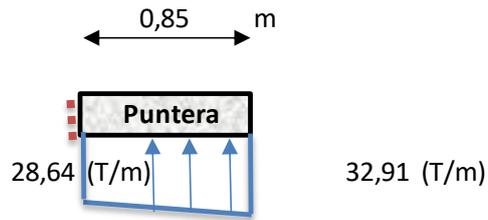
$$v_u = -1,17 \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long. * brazo\ de\ palanca$$

$$Mu = 13,57 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,00$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 2,58E-04$$

$$As\ cal = \rho * b * d$$

As (Cal)	3	(cm2)/m
As min 1	21,5	(cm2)/m
As colocar	22	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	4,30	20
1	∅	25

As Temp.	23,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	4,6	20
1	∅	25

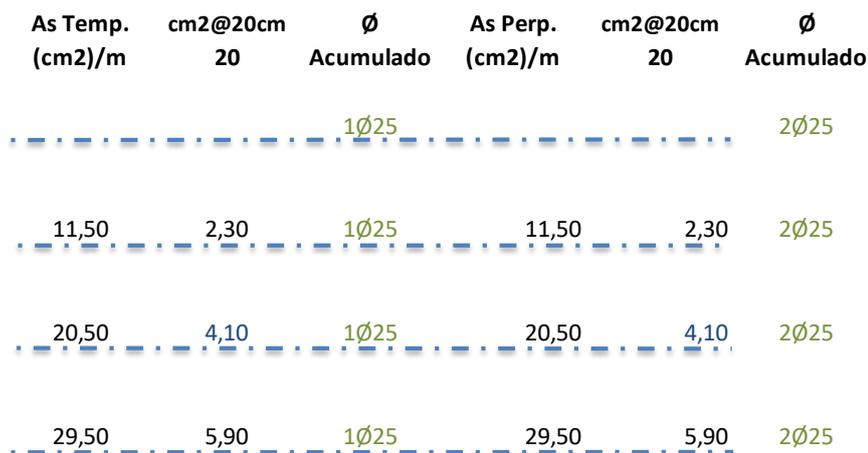
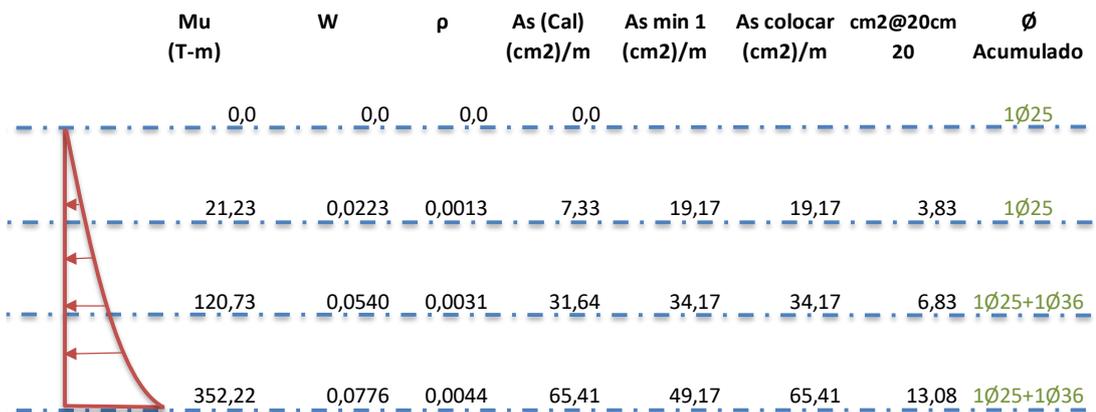
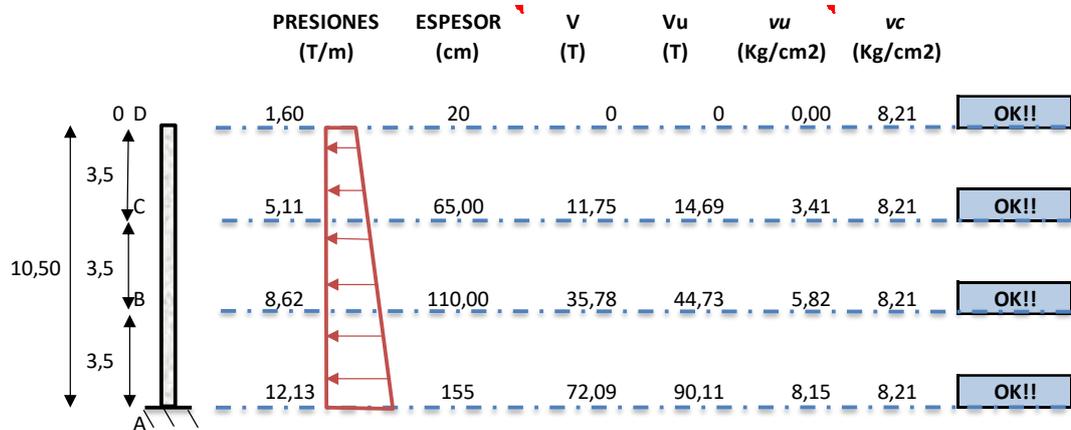
As Perp.	23,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	4,60	20
1	∅	25

Muro N°6

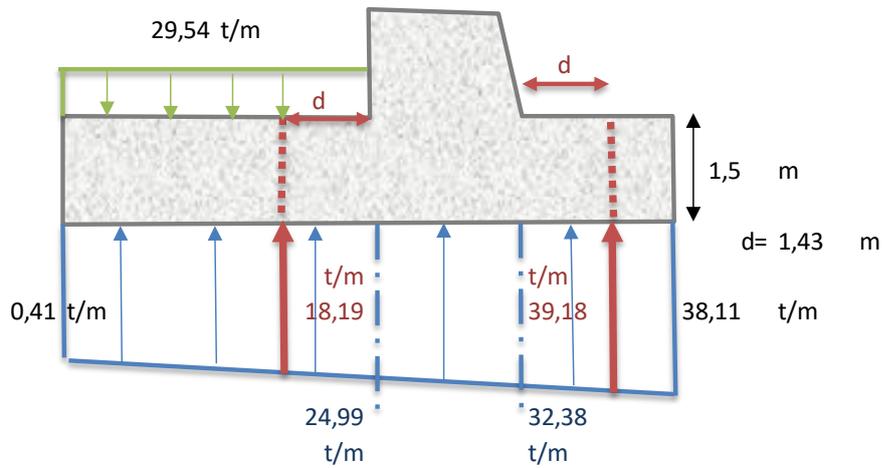
DISEÑO DE LA PANTALLA

f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 \text{ Sismo} + 1,0 \text{ Viva} + 1,6 \text{ Presión lateral}}{P. p + \text{Simo} + \text{viva} * \text{Presión Lateral}} = 1,25$$

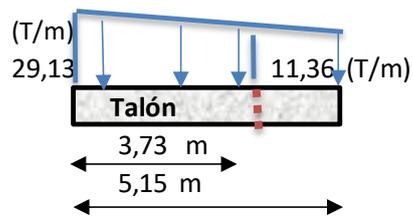


DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 75,41 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

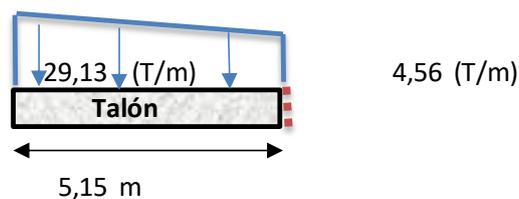
$$v_u = 7,06 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 613,72 \quad (\text{T-m})$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,15$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 8,73E-03$$

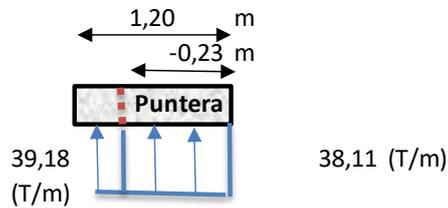
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	124	(cm2)/m
As min 1	28,5	(cm2)/m
As colocar	124	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	24,89	20

1	∅	28
2	∅	36

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = -10,87 \quad (\text{T}) \quad (\text{longitud resistente mayor a longitud de puntera})$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

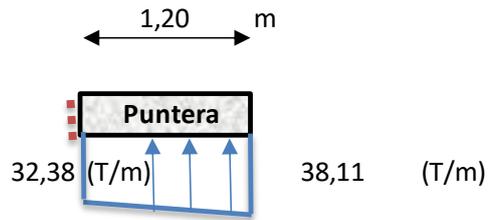
$$v_u = -1,02 \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

$$v_c = 0,53 \sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long. * brazo de palanca$$

$$Mu = 30,61 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,01$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 3,47E-04$$

$$As_{cal} = \rho * b * d$$

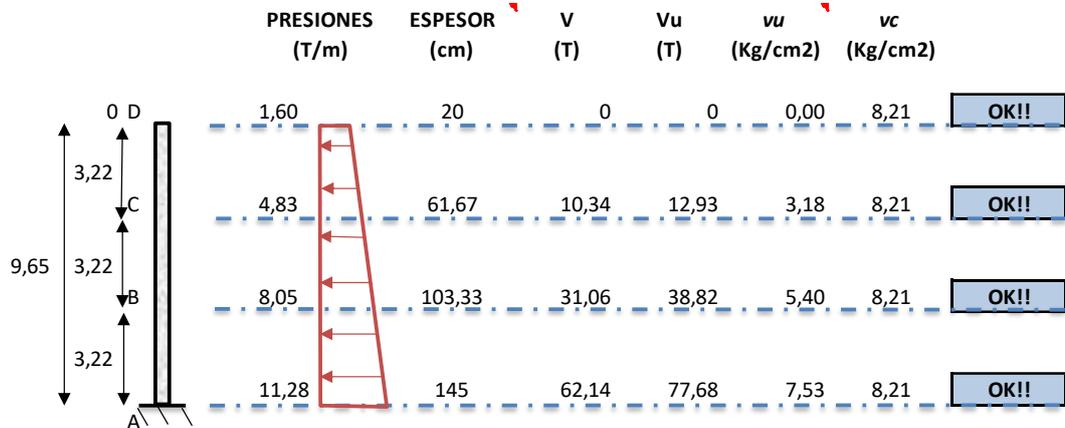
As (Cal)	5	(cm2)/m
As min 1	28,5	(cm2)/m
As colocar	29	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	5,70	20
1	∅	28
As Temp.	30,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	6,0	20
1	∅	28
As Perp.	30,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	6,00	20
1	∅	28

Muro N°7

DISEÑO DE LA PANTALLA

f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

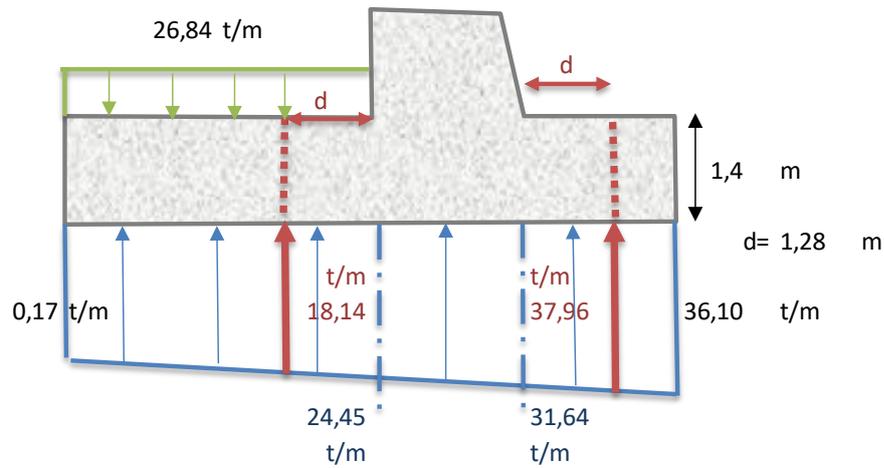
$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 Sismo + 1,0 Viva + 1,6 Presión lateral}{P. p + Sismo + viva * Presión Lateral} = 1,25$$



Mu (T-m)	W	p	As (Cal) (cm2)/m	As min 1 (cm2)/m	As colocar (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado
0,0	0,0	0,0	0,0				1Ø22
17,32	0,0198	0,0011	6,14	18,06	18,06	3,61	1Ø22
97,08	0,0495	0,0028	27,09	31,94	31,94	6,39	1Ø22+1Ø32
280,98	0,0709	0,0040	55,68	45,83	55,68	11,14	1Ø22+1Ø32

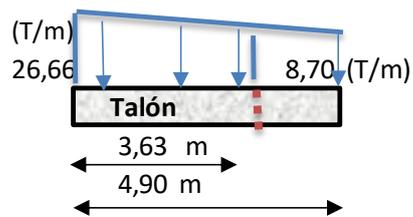
As Temp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado	As Perp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado
		1Ø25			2Ø25
10,83	2,17	1Ø25	10,83	2,17	2Ø25
19,17	3,83	1Ø25	19,17	3,83	2Ø25
27,50	5,50	1Ø25	27,50	5,50	2Ø25

DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 76,91 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

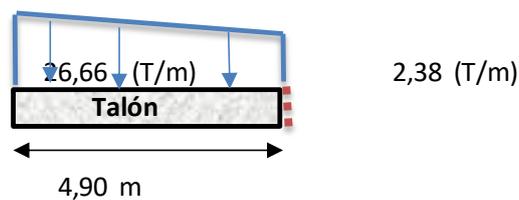
$$v_u = 8,04 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53 \sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 517,36 \quad (\text{T-m})$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,16$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 9,26E-03$$

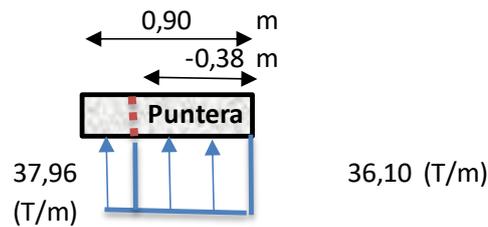
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	118	(cm2)/m
As min 1	25,5	(cm2)/m
As colocar	118	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	23,60	20

1	∅	28	+
2	∅	36	

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = -17,22 \text{ (T)} \quad (\text{longitud resistente mayor a longitud de puntera})$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

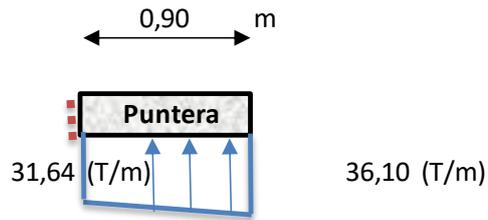
$$v_u = -1,80 \text{ (Kg/cm2)}$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \text{ (Kg/cm2)}$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long. * brazo de palanca$$

$$Mu = 16,64 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,00$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 2,18E-04$$

$$As_{cal} = \rho * b * d$$

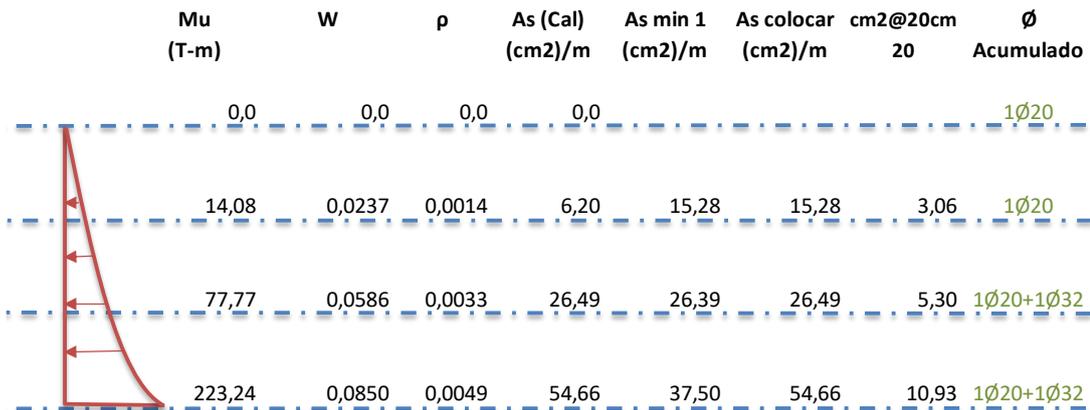
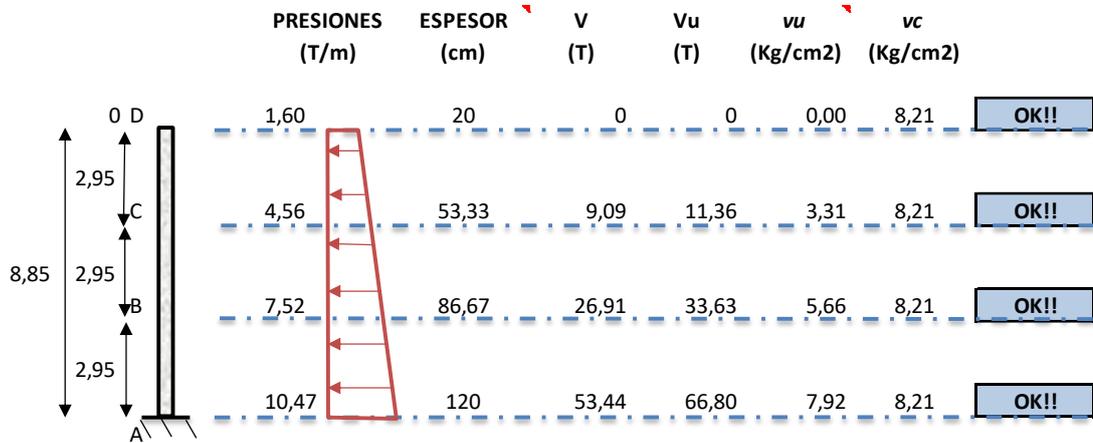
As (Cal)	3	(cm2)/m
As min 1	25,5	(cm2)/m
As colocar	26	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	5,10	20
1	∅	28
As Temp.	27,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	5,4	20
1	∅	28
As Perp.	27,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	5,40	20
1	∅	28

Muro N°8

DISEÑO DE LA PANTALLA

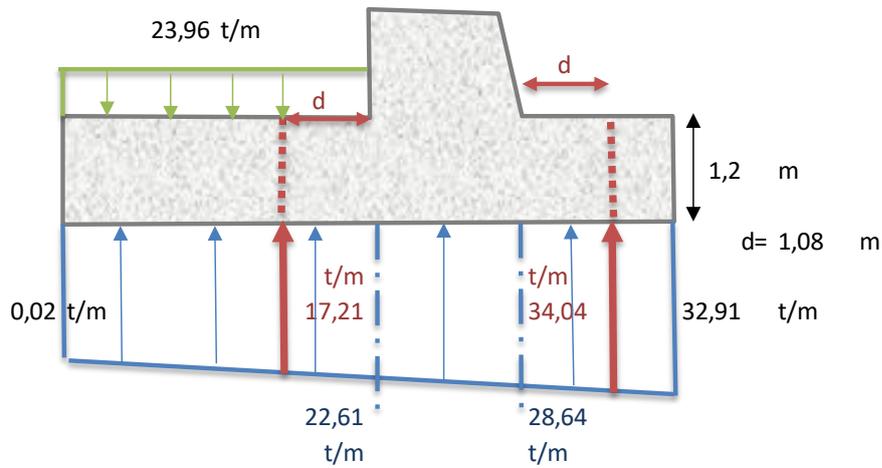
f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 Sismo + 1,0 Viva + 1,6 Presión lateral}{P. p. + Sismo + viva * Presión Lateral} = 1,25$$



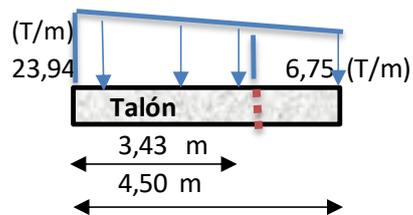
As Temp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado	As Perp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado
		1Ø22			2Ø22
9,17	1,83	1Ø22	9,17	1,83	2Ø22
15,83	3,17	1Ø22	15,83	3,17	2Ø22
22,50	4,50	1Ø22	22,50	4,50	2Ø22

DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 65,69 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

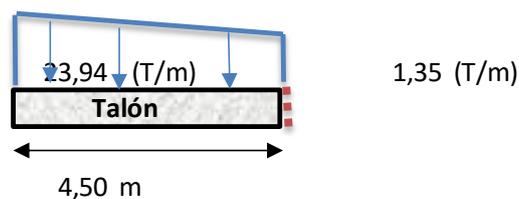
$$v_u = 8,15 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 398,36 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,18$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 1,01E-02$$

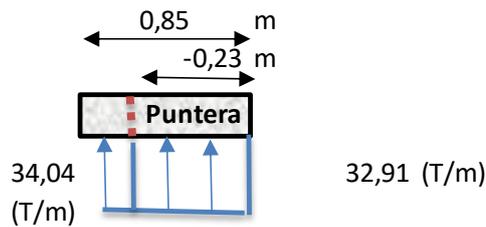
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	109	(cm2)/m
As min 1	21,5	(cm2)/m
As colocar	109	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	21,78	20

1	∅	25	+
2	∅	36	

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = -9,41 (T)$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

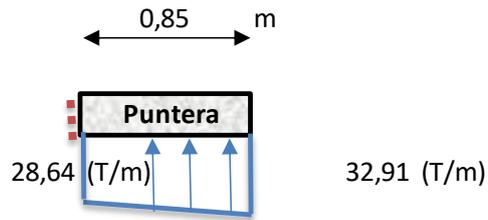
$$v_u = -1,17 (Kg/cm2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 (Kg/cm2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long. * brazo de palanca$$

$$Mu = 13,57 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,00$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 2,58E-04$$

$$As_{cal} = \rho * b * d$$

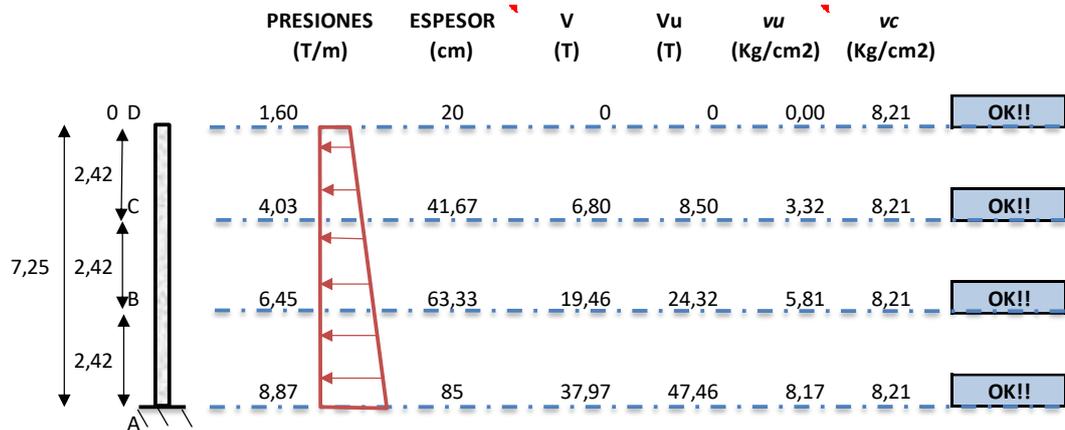
As (Cal)	3	(cm2)/m
As min 1	21,5	(cm2)/m
As colocar	22	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	4,30	20
1	∅	25
As Temp.	23,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	4,6	20
1	∅	25
As Perp.	23,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	4,60	20
1	∅	25

Muro N°9

DISEÑO DE LA PANTALLA

f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

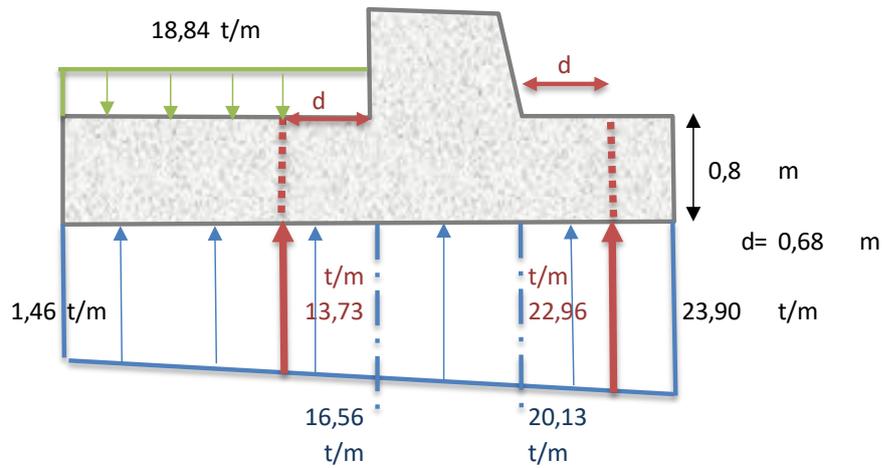
$$F. \text{mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 Sismo + 1,0 Viva + 1,6 Presión lateral}{P. p. + Sismo + viva + Presión Lateral} = 1,25$$



	Mu (T-m)	W	ρ	As (Cal) (cm2)/m	As min 1 (cm2)/m	As colocar (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado
	0,0	0,0	0,0	0,0				1Ø18
	8,80	0,0277	0,0016	5,41	11,39	11,39	2,28	1Ø18
	46,99	0,0719	0,0041	22,95	18,61	22,95	4,59	1Ø18+1Ø32
	132,25	0,1079	0,0062	47,80	25,83	47,80	9,56	1Ø18+1Ø32

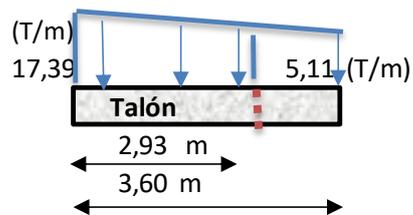
As Temp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado	As Perp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado
		1Ø18			2Ø18
6,83	1,37	1Ø18	6,83	1,37	2Ø18
11,17	2,23	1Ø18	11,17	2,23	2Ø18
15,50	3,10	1Ø18	15,50	3,10	2Ø18

DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 41,14 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

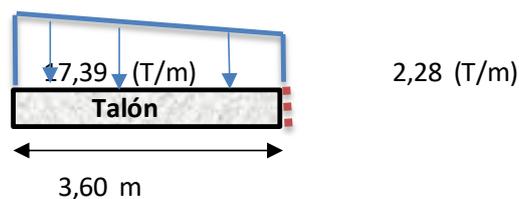
$$v_u = 8,13 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 181,62 \quad (\text{T-m})$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,21$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 1,20E-02$$

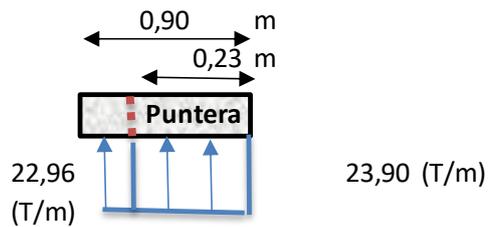
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	81	(cm2)/m
As min 1	13,5	(cm2)/m
As colocar	81	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	16,17	20

1	∅	20	+
2	∅	32	

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = 6,59 \quad (\text{T})$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

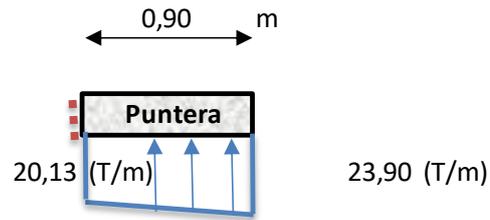
$$v_u = 1,30 \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (\text{Kg/cm}^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long. * brazo de palanca$$

$$Mu = 10,83 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,01$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 5,79E-04$$

$$As_{cal} = \rho * b * d$$

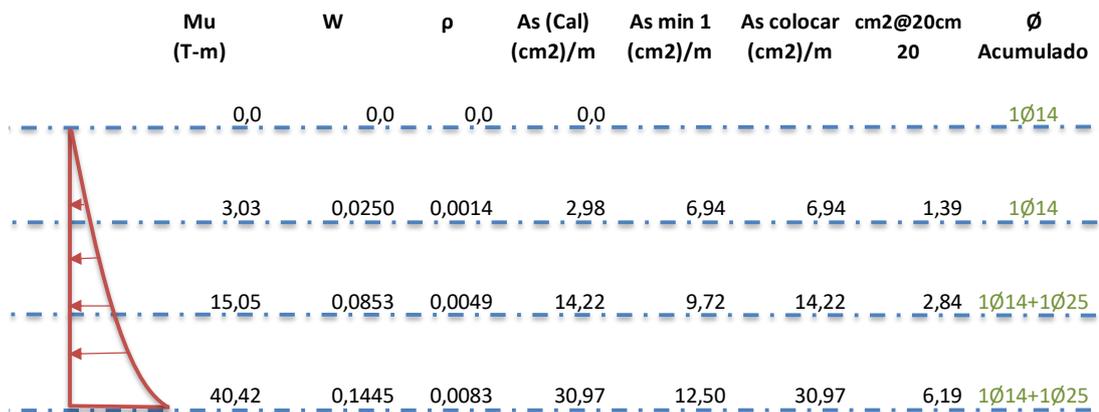
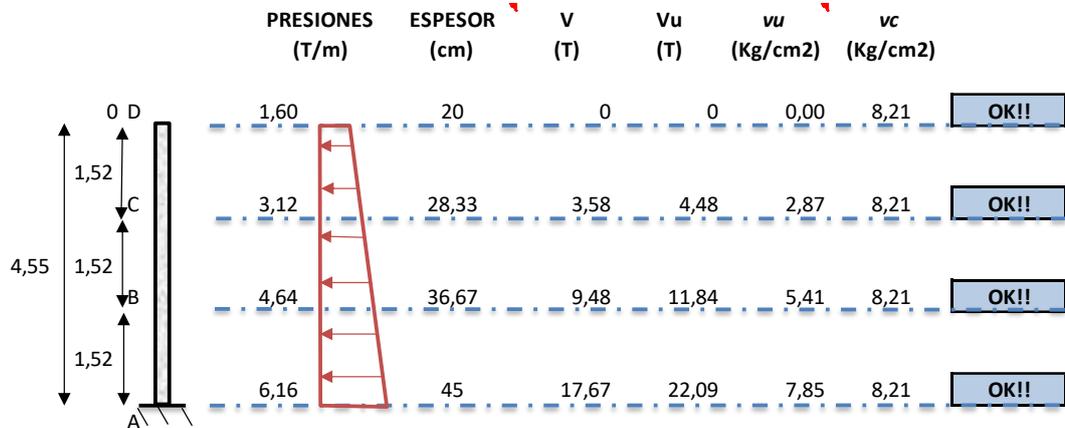
As (Cal)	4	(cm2)/m
As min 1	13,5	(cm2)/m
As colocar	14	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	2,70	20
1	∅	20
As Temp.	15,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	3,0	20
1	∅	20
As Perp.	15,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	3,00	20
1	∅	20

Muro N°10

DISEÑO DE LA PANTALLA

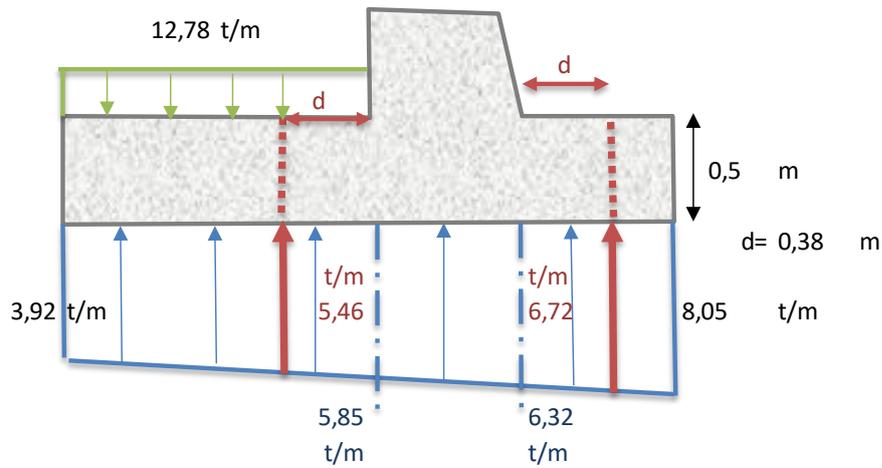
f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 \text{ Sismo} + 1,0 \text{ Viva} + 1,6 \text{ Presión lateral}}{P. p. + \text{Simo} + \text{viva} * \text{Presión Lateral}} = 1,25$$



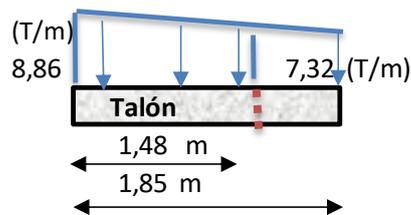
As Temp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado	As Perp. (cm2)/m	cm2@20cm 20	Ø Acumulado
		1Ø14			2Ø14
4,17	0,83	1Ø14	4,17	0,83	2Ø14
5,83	1,17	1Ø14	5,83	1,17	2Ø14
7,50	1,50	1Ø14	7,50	1,50	2Ø14

DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALÓN

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 14,91 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

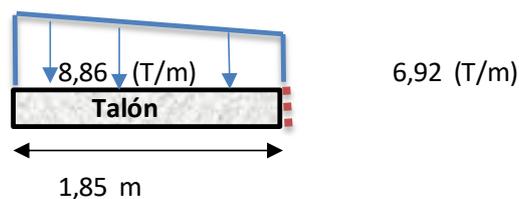
$$v_u = 5,30 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53 \sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 20,33 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,07$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 3,93E-03$$

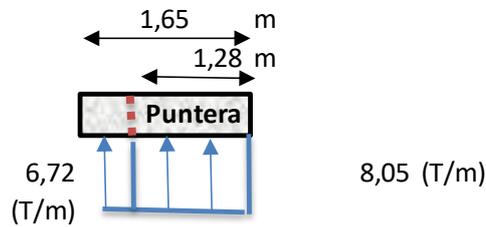
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	15	(cm2)/m
As min 1	7,5	(cm2)/m
As colocar	15	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	2,95	20

1	∅	12	+
1	∅	16	

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = 11,77 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

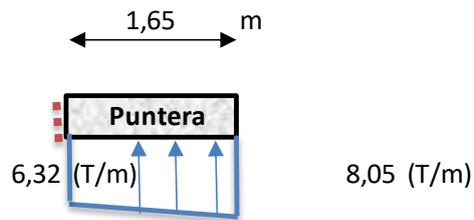
$$v_u = 4,18 \quad (Kg/cm2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long. * brazo de palanca$$

$$Mu = 11,74 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,04$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 2,21E-03$$

$$As_{cal} = \rho * b * d$$

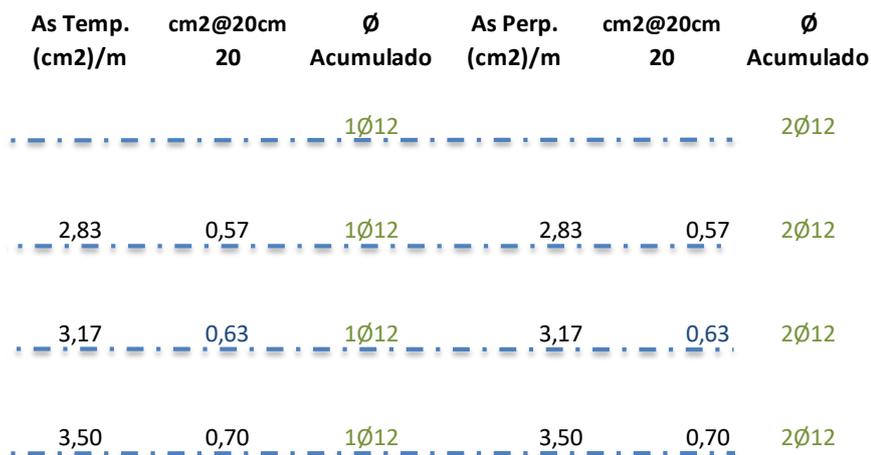
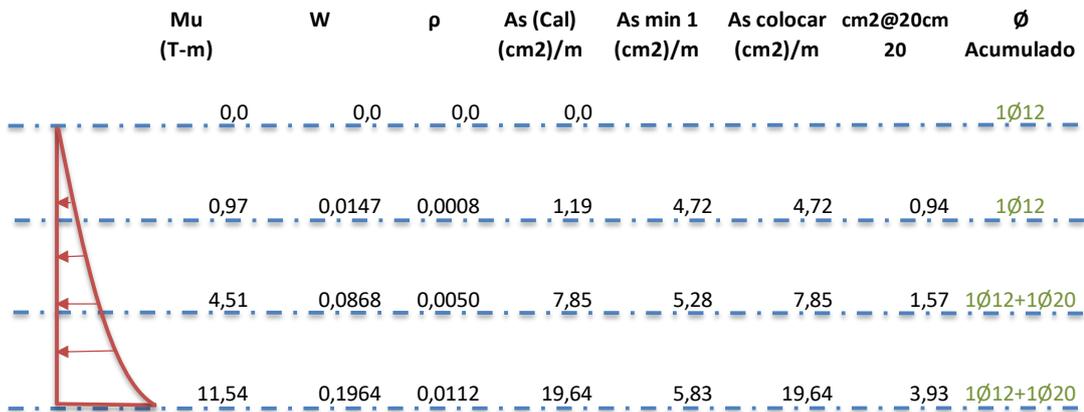
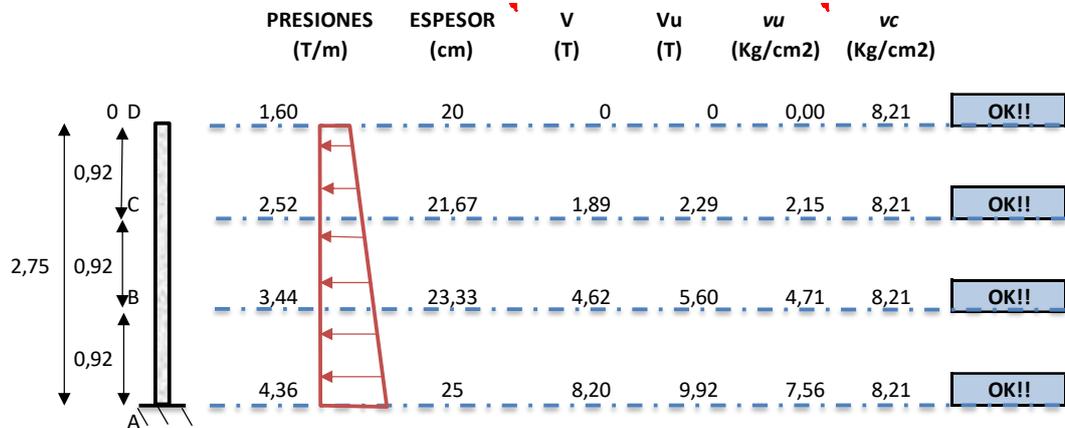
As (Cal)	8	(cm2)/m
As min 1	7,5	(cm2)/m
As colocar	8	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,65	20
1	∅	16
As Temp.	9,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,8	20
1	∅	16
As Perp.	9,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,80	20
1	∅	16

Muro N°11

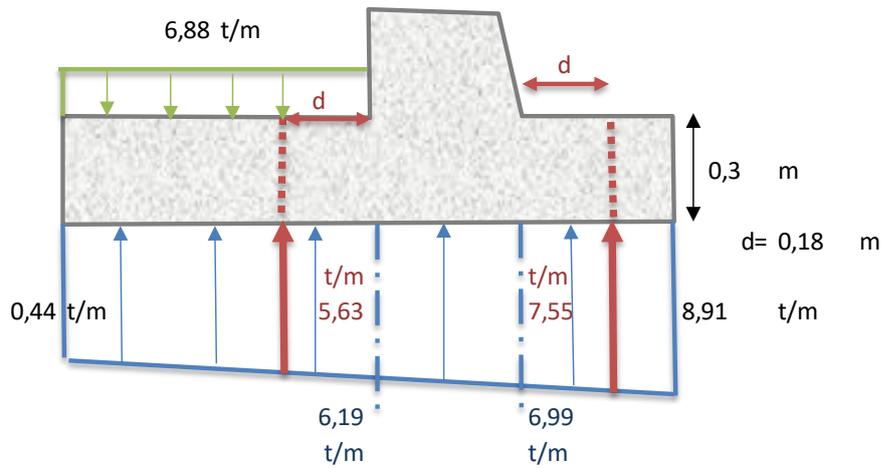
DISEÑO DE LA PANTALLA

f'c= 240 Kg/cm2
fy= 4200 Kg/cm2

$$F. \text{ mayoración ponderado} = \frac{1,2 P. p. + 1,0 \text{ Sismo} + 1,0 \text{ Viva} + 1,6 \text{ Presión lateral}}{P. p. + \text{Simo} + \text{viva} * \text{Presión Lateral}} = 1,21$$

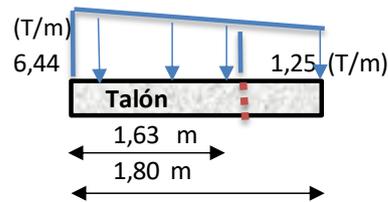


DISEÑO DE LA ZAPATA



DISEÑO DEL TALON

a. CORTE



$$V_u = \frac{(p_{menor} + p_{mayor})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$V_u = 7,56 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{V_u(kg)}{\phi * b * d}$$

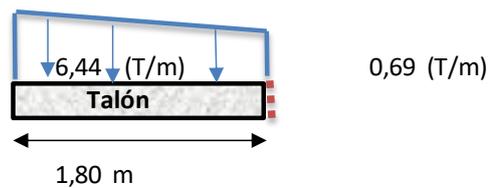
$$v_u = 5,76 \quad (Kg/cm^2)$$

$$v_c = 0,53 * \sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm^2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 16,39 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \emptyset * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,30$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 1,71E-02$$

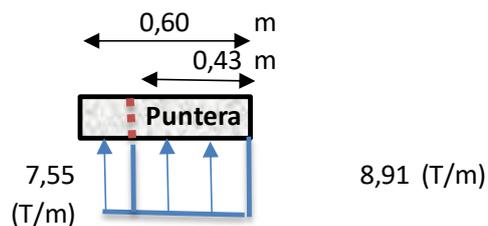
$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	30	(cm2)/m
As min 1	3,5	(cm2)/m
As colocar	30	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	6,00	20

1	∅	12	+
1	∅	25	

DISEÑO DEL DEDO

a. CORTE



$$Vu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.resistente * F.mayoración$$

$$Vu = 4,23 \quad (T)$$

$$v_u = \frac{Vu(kg)}{\emptyset * b * d}$$

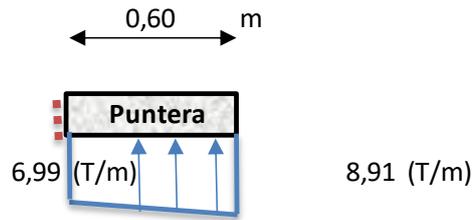
$$v_u = 3,22 \quad (Kg/cm2)$$

$$v_c = 0,53\sqrt{f'c}$$

$$v_c = 8,21 \quad (Kg/cm2)$$

OK!!

a. FLEXION



$$Mu = \frac{(p_{menor} + p_{mayor i})}{2} * long.* brazo de palanca$$

$$Mu = 1,66 \quad (T-m)$$

$$W = 0,847 - \sqrt{0,719 - \frac{Mu(kg.cm)}{0,59 * \phi * b * d^2 * f'c}}$$

$$W = 0,02$$

$$\rho = W * \frac{f'c}{fy}$$

$$\rho = 1,40E-03$$

$$As_{cal} = \rho * b * d$$

As (Cal)	2	(cm2)/m
As min 1	3,5	(cm2)/m
As colocar	4	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	0,70	20
1	∅	12
As Temp.	5,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,0	20
1	∅	12
As Perp.	5,00	(cm2)/m
cm2 @ 20cm	1,00	20
1	∅	12

Anexo 12. Análisis de Precios Unitarios de los rubros para la construcción del Muro de contención mediante el Sistema TERRAMESH®

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ² /día):	25
					Horas Diarias:	8
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:		Limpieza Manual del Terreno			UNIDAD:	m ²
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
						0.00
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	1.00	3.41	3.41	0.32	1.09
	Maestro Mayor	0.10	3.45	0.35	0.32	0.11
	Ing. Civil	0.10	3.84	0.38	0.32	0.12
						1.32
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	1.00	0.20	0.60	0.32	0.19
						0.19
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					0.00
B	MANO DE OBRA					1.32
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0.19
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO					1.52
E	COSTOS INDIRECTOS					0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL					1.52
					A+B+C	
					0.00 %	
					D+E	
					PRECIO UNITARIO	\$ 1.52

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ² /día):	100
					Horas Diarias:	8
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO:		Replanteo y nivelación con equipo topográfico			UNIDAD:	m ²
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Tiras 2.5x2.5x250cm	u	0.2	0.5	0.10	
						0.10
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Cadenero	3.00	3.45	10.35	0.08	0.83
	Maestro Mayor	0.10	3.82	0.38	0.08	0.03
	Topógrafo	1.00	3.82	3.82	0.08	0.31
	Ing. Civil	0.10	3.84	0.38	0.08	0.03
						1.19
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	3.00	0.20	0.60	0.08	0.05
	Equipo Topográfico	1.00	3.75	3.75	0.08	0.30
						0.35
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					0.10
B	MANO DE OBRA					1.19
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0.35
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO					1.64
E	COSTOS INDIRECTOS					0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL					1.64
					A+B+C	
					0.00 %	
					D+E	
					PRECIO UNITARIO	\$ 1.64

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		CONSTRUCCIONES CIVILES		Rendimiento (m ³ /día):	120	
				Horas Diarias:	8	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Revisión:		
				Fecha:		
RUBRO:	Excavación a máquina			UNIDAD:	m ³	
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
					0.00	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	1.00	3.41	3.41	0.07	0.23
	Maestro Mayor	0.10	3.82	0.38	0.07	0.03
	Operador de Equipo Pesado	1.00	3.82	3.82	0.07	0.25
	Engrasador	1.00	3.45	3.45	0.07	0.23
	Ing.Civil	0.10	3.84	0.38	0.07	0.03
						0.76
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	3.00	0.20	0.60	0.07	0.04
	Excavadora de oruga	1.00	45.00	45.00	0.07	3.00
						3.04
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					0.00
B	MANO DE OBRA					0.76
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					3.04
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	3.80
E	COSTOS INDIRECTOS				0.00 %	0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	3.80
					PRECIO UNITARIO	\$ 3.80

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		CONSTRUCCIONES CIVILES		Rendimiento (m ³ /día):	400	
				Horas Diarias:	8	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Revisión:		
				Fecha:		
RUBRO:	Relleno compactado con suelo natural y sub-base clase III proporcion 50%			UNIDAD:	m ³	
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Agua	m ³	0.03	0.75	0.02	
	Sub-base clase III	m ³	0.60	5.8	3.48	
					3.50	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	2.00	3.41	6.82	0.02	0.14
	Maestro Mayor	1.00	3.82	3.82	0.02	0.08
	Operador de Equipo Liviano	2.00	3.82	7.64	0.02	0.15
	Chofer Licencia tipo "E"	2.00	5.00	10.00	0.02	0.20
	Operador de Equipo Pesado	2.00	3.82	7.64	0.02	0.15
	Ing. Civil	0.10	3.84	0.38	0.02	0.01
						0.73
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Tanquero de agua de 6000lts	1.00	18.00	18.00	0.02	0.36
	Excavadora de oruga	1.00	45.00	45.00	0.02	0.90
	Volqueta de 8m ³	1.00	18.00	18.00	0.02	0.36
	Rodillo Vibratorio Liso	1.00	30.00	30.00	0.02	0.60
	Vibropisonador	1.00	6.25	6.25	0.02	0.13
	Minicargadora de ruedas	1.00	25.00	25.00	0.02	0.50
						2.85
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					3.50
B	MANO DE OBRA					0.73
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					2.85
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	7.07
E	COSTOS INDIRECTOS				0.00 %	0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	7.07
					PRECIO UNITARIO	\$ 7.07

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ³ /dia):	4
		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			Horas Diarias:	8
					Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Terramesh System 50cm				UNIDAD:	m ³
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Terramesh System 0.5x1x4/pvc	m ²	1.00	82.7	82.70	
	Alambre de amarre pvc	kg	0.77	3.86	2.97	
	Piedra bola	m ³	1.20	12	14.40	
					100.07	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	2.00	3.41	6.82	2.00	13.64
	Albañil	1.00	3.45	3.45	2.00	6.90
	Maestro Mayor	0.10	3.82	0.38	2.00	0.76
	Ing. Civil	0.10	3.84	0.38	2.00	0.77
					22.07	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	3.00	0.20	0.60	2.00	1.20
					1.20	
No.		RESUMEN				
A	MATERIALES					100.07
B	MANO DE OBRA					22.07
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					1.20
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO	A+B+C				123.34
E	COSTOS INDIRECTOS	0.00 %				0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL	D+E				123.34
					PRECIO UNITARIO	\$ 123.34

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ² /dia):	615
		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			Horas Diarias:	8
					Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Geomalla de Refuerzo				UNIDAD:	m ²
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Geomalla Uniaxial MacGrid WG90	m ²	1.1	4.22	4.64	
					4.64	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	2.00	3.41	6.82	0.01	0.09
	Albañil	1.00	3.45	3.45	0.01	0.04
	Maestro Mayor	0.10	3.82	0.38	0.01	0.00
	Ing. Civil	0.10	3.84	0.38	0.01	0.00
					0.14	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	3.00	0.20	0.60	0.01	0.01
					0.01	
No.		RESUMEN				
A	MATERIALES					4.64
B	MANO DE OBRA					0.14
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0.01
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO	A+B+C				4.79
E	COSTOS INDIRECTOS	0.00 %				0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL	D+E				4.79
					PRECIO UNITARIO	\$ 4.79

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		CONSTRUCCIONES CIVILES		Rendimiento (m ³ /dia):	4	
				Horas Diarias:	8	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Revisión:		
				Fecha:		
RUBRO:	Terramesh System 100cm			UNIDAD:	m ³	
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Terramesh System 1x1x4/pvc	m ²	0.50	103.28	51.64	
	Alambre de amarre pvc	kg	0.77	3.86	2.97	
	Piedra bola	m ³	1.20	12	14.40	
					69.01	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	2.00	3.41	6.82	2.00	13.64
	Albañil	1.00	3.45	3.45	2.00	6.90
	Maestro Mayor	0.10	3.82	0.38	2.00	0.76
	Ing. Civil	0.10	3.84	0.38	2.00	0.77
					22.07	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	3.00	0.20	0.60	2.00	1.20
					1.20	
No.		RESUMEN				
A	MATERIALES					69.01
B	MANO DE OBRA					22.07
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					1.20
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO	A+B+C				92.28
E	COSTOS INDIRECTOS	0.00 %				0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL	D+E				92.28
PRECIO UNITARIO					\$	92.28

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		CONSTRUCCIONES CIVILES		Rendimiento (m/dia):	72	
				Horas Diarias:	8	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Revisión:		
				Fecha:		
RUBRO:	Tubería corrugada y perforada para drenaje; D=110m			UNIDAD:	m	
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Tubo corrugado y perforado para drenaje; D=110m	m	1.03	3.5	3.61	
					3.61	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	1.00	3.41	3.41	0.11	0.38
	Albañil	1.00	3.45	3.45	0.11	0.38
	Ing. Civil	0.10	3.84	0.38	0.11	0.04
					0.80	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	3.00	0.20	0.60	0.11	0.07
					0.07	
No.		RESUMEN				
A	MATERIALES					3.61
B	MANO DE OBRA					0.80
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0.07
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO	A+B+C				4.48
E	COSTOS INDIRECTOS	0.00 %				0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL	D+E				4.48
PRECIO UNITARIO					\$	4.48

		CONSTRUCCIONES CIVILES		Rendimiento (m ² /dia):	80	
				Horas Diarias:	8	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Revisión:		
				Fecha:		
RUBRO:	Geocompuesto de drenaje			UNIDAD:	m ²	
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Geocompuesto de drenaje MacDrain 2L	m ²	1.05	8.52	8.95	
					8.95	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	2.00	3.41	6.82	0.10	0.68
	Albañil	1.00	3.45	3.45	0.10	0.35
	Maestro Mayor	0.10	3.82	0.38	0.10	0.04
	Ing. Civil	0.10	3.84	0.38	0.10	0.04
					1.10	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	3.00	0.20	0.60	0.10	0.06
					0.06	
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					8.95
B	MANO DE OBRA					1.10
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0.06
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	10.11
E	COSTOS INDIRECTOS				0.00 %	0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	10.11
PRECIO UNITARIO					\$	10.11

		CONSTRUCCIONES CIVILES		Rendimiento (m ² /dia):	267	
				Horas Diarias:	8	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Revisión:		
				Fecha:		
RUBRO:	Geotextil de drenaje paramento frontal			UNIDAD:	m ²	
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Geotextil no tejido MacTex H30.2	m ²	1.1	1.17	1.29	
					1.29	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	2.00	3.41	6.82	0.03	0.20
	Albañil	1.00	3.82	3.82	0.03	0.11
	Maestro Mayor	0.10	3.82	0.38	0.02	0.01
	Ing. Civil	0.10	3.84	0.38	0.02	0.01
					0.33	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta	3.00	0.20	0.60	0.03	0.02
					0.02	
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					1.29
B	MANO DE OBRA					0.33
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0.02
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	1.64
E	COSTOS INDIRECTOS				0.00 %	0.00
F	COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	1.64
PRECIO UNITARIO					\$	1.64

Anexo 13. Análisis de Precios Unitarios de los rubros para la construcción del Muro de Contención en voladizo

		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ² /dia):	25
					Horas Diarias:	8
		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Limpieza Manual del Terreno				UNIDAD:	m ²
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
					0,00	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	1,00	3,41	3,41	0,32	1,09
	Maestro Mayor	0,10	3,45	0,35	0,32	0,11
	Ing. Civil	0,10	3,84	0,38	0,32	0,12
					1,32	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	1,00	0,20	0,60	0,32	0,19
					0,19	
No.		RESUMEN				
A	MATERIALES					0,00
B	MANO DE OBRA					1,32
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0,19
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO					A+B+C 1,52
E	COSTOS INDIRECTOS					0,00 % 0,00
F	COSTO UNITARIO TOTAL					D+E 1,52
PRECIO UNITARIO					\$	1,52

		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ² /dia):	100
					Horas Diarias:	8
		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Replanteo y nivelación con equipo topográfico				UNIDAD:	m ²
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Tiras 2.5x2.5x250cm	u	0,2	0,5	0,10	
					0,10	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Cadenero	3,00	3,45	10,35	0,08	0,83
	Maestro Mayor	0,10	3,82	0,38	0,08	0,03
	Topógrafo	1,00	3,82	3,82	0,08	0,31
	Ing. Civil	0,10	3,84	0,38	0,08	0,03
					1,19	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	3,00	0,20	0,60	0,08	0,05
	Equipo Topográfico	1,00	3,75	3,75	0,08	0,30
					0,35	
No.		RESUMEN				
A	MATERIALES					0,10
B	MANO DE OBRA					1,19
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0,35
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO					A+B+C 1,64
E	COSTOS INDIRECTOS					0,00 % 0,00
F	COSTO UNITARIO TOTAL					D+E 1,64
PRECIO UNITARIO					\$	1,64

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ³ /dia):	120
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Horas Diarias:	8
					Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Excavación a máquina				UNIDAD:	m ³
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
						0,00
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	1,00	3,41	3,41	0,07	0,23
	Maestro Mayor	0,10	3,82	0,38	0,07	0,03
	Operador de Equipo Pesado	1,00	3,82	3,82	0,07	0,25
	Engrasador	1,00	3,45	3,45	0,07	0,23
	Ing.Civil	0,10	3,84	0,38	0,07	0,03
						0,76
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	3,00	0,20	0,60	0,07	0,04
	Excavadora de oruga	1,00	45,00	45,00	0,07	3,00
						3,04
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					0,00
B	MANO DE OBRA					0,76
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					3,04
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO					A+B+C
E	COSTOS INDIRECTOS					0,00 %
F	COSTO UNITARIO TOTAL					D+E
					PRECIO UNITARIO	\$ 3,80

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ³ /dia):	400
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS					Horas Diarias:	8
					Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Relleno compactado con suelo natural y sub-base clase III (proporcion 50%)				UNIDAD:	m ³
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Agua	m ³	0,03	0,75	0,02	
	Sub-base clase III	m ³	0,60	5,8	3,48	
						3,50
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	2,00	3,41	6,82	0,02	0,14
	Maestro Mayor	1,00	3,82	3,82	0,02	0,08
	Operador de Equipo Liviano	2,00	3,82	7,64	0,02	0,15
	Chofer Licencia tipo "E"	2,00	5,00	10,00	0,02	0,20
	Operador de Equipo Pesado	2,00	3,82	7,64	0,02	0,15
	Ing. Civil	0,10	3,84	0,38	0,02	0,01
						0,73
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Tanquero de agua de 6000lts	1,00	18,00	18,00	0,02	0,36
	Excavadora de oruga	1,00	45,00	45,00	0,02	0,90
	Volqueta de 8m ³	1,00	18,00	18,00	0,02	0,36
	Rodillo Vibratorio Liso	1,00	30,00	30,00	0,02	0,60
	Vibropisonador	1,00	6,25	6,25	0,02	0,13
	Minicargadora de ruedas	1,00	25,00	25,00	0,02	0,50
						2,85
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					3,50
B	MANO DE OBRA					0,73
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					2,85
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO					A+B+C
E	COSTOS INDIRECTOS					0,00 %
F	COSTO UNITARIO TOTAL					D+E
					PRECIO UNITARIO	\$ 7,07

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ³ /dia):	8
		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			Horas Diarias:	8
					Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Replanteo f'c= 140 kg/cm2				UNIDAD:	m ³
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Cemento	saco	6,180	7,37	45,55	
	Arena	m ²	0,650	11	7,15	
	Ripio	m ³	0,950	11	10,45	
	Agua	m ³	0,240	0,75	0,18	
					63,33	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	4,00	3,41	13,64	1,00	13,64
	Albañil	2,00	3,45	6,90	1,00	6,90
	Maestro Mayor	0,10	3,82	0,38	1,00	0,38
	Ing. Civil	0,01	3,84	0,04	1,00	0,04
					20,96	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	7,40	0,20	1,48	1,00	1,48
	Concretera	1,00	4,00	4,00	1,00	4,00
					5,48	
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					63,33
B	MANO DE OBRA					20,96
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					5,48
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	89,77
E	COSTOS INDIRECTOS				0,00 %	0,00
F	COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	89,77
					PRECIO UNITARIO	\$ 89,77

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA ECUADOR		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (Kg/dia):	200
		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			Horas Diarias:	8
					Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Acero de Refuerzo f'y= 4200 kg/cm2				UNIDAD:	Kg
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Acero de Refuerzo f'y= 4200 kg/cm2	kg	1,05	1	1,05	
	Alambre Recocido #18	kg	0,05	1,15	0,06	
					1,11	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Ayudante	2,00	3,41	6,82	0,04	0,27
	Fierrero	1,00	3,45	3,45	0,04	0,14
	Maestro Mayor	0,01	3,82	0,04	0,04	0,00
	Ing. Civil	0,001	3,84	0,00	0,04	0,00
					0,41	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	1,00	0,20	0,20	0,04	0,01
					0,01	
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					1,11
B	MANO DE OBRA					0,41
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0,01
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	1,53
E	COSTOS INDIRECTOS				0,00 %	0,00
F	COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	1,53
					PRECIO UNITARIO	\$ 1,53

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ² /dia):	16
		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			Horas Diarias:	8
					Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Encofrado y desencofrado muro de tablero contrachapado				UNIDAD:	m ²
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Tablero encofrado 1.22 x 2.44 x 15	u	0,09	37,18	3,35	
	Alfajja 7 x 7 x 250	u	0,84	3	2,52	
	Pingo de eucalipto d=10cm	m	3,00	1,1	3,30	
	Clavos	kg	0,230	2,25	0,52	
	Desmoldante	gln	0,10	61,72	6,17	
					15,86	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Ayudante	0,50	3,41	1,71	0,50	0,85
	Carpintero	1,00	3,45	3,45	0,50	1,73
	Maestro Mayor	0,01	3,82	0,04	0,50	0,02
	Ing. Civil	0,001	3,84	0,00	0,50	0,00
					2,60	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	1,00	0,20	0,20	0,50	0,10
					0,10	
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					15,86
B	MANO DE OBRA					2,60
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0,10
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	18,55
E	COSTOS INDIRECTOS				0,00 %	0,00
F	COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	18,55
					PRECIO UNITARIO	\$ 18,55

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA		CONSTRUCCIONES CIVILES			Rendimiento (m ³ /dia):	16
		ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS			Horas Diarias:	8
					Revisión:	
					Fecha:	
RUBRO:	Hormigón en muro f'c= 240 kg/cm ²				UNIDAD:	m ³
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Hormigón Premezclado f'c= 240 kg/cm ² (Trnsporte, bomba y aditivo)	m ³	1	95	95,00	
					95,00	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	6,00	3,41	20,46	0,50	10,23
	Albañil	5,00	3,45	17,25	0,50	8,63
	Maestro Mayor	0,10	3,82	0,38	0,50	0,19
	Ing. Civil	0,01	3,84	0,04	0,50	0,02
					19,07	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	0,10	18,00	1,80	0,50	0,90
	Vibrador	2,00	2,34	4,68	0,50	2,34
					3,24	
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					95,00
B	MANO DE OBRA					19,07
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					3,24
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	117,31
E	COSTOS INDIRECTOS				0,00 %	0,00
F	COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	117,31
					PRECIO UNITARIO	\$ 117,31

		CONSTRUCCIONES CIVILES		Rendimiento (ml/día):	40	
				Horas Diarias:	8	
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS				Revisión:		
				Fecha:		
RUBRO:	Tubería de Drenaje 4"			UNIDAD:	ml	
A.- MATERIALES						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	TOTAL	
	Tubo PVC 110mm x 3mm	u	0,34	13,54	4,60	
					4,60	
B.- MANO DE OBRA						
CÓDIGO	TRABAJADOR	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO/H	RENDIMIENTO	TOTAL
	Peón	1,00	3,41	3,41	0,20	0,68
	Albañil	0,20	3,45	0,69	0,20	0,14
					0,82	
C.- EQUIPO Y MAQUINARIA						
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	Herramienta Menor	1,00	0,20	0,20	0,20	0,04
					0,04	
RESUMEN						
No.						
A	MATERIALES					4,60
B	MANO DE OBRA					0,82
C	EQUIPO Y MAQUINARIA					0,04
D	COSTO DIRECTO DEL RUBRO				A+B+C	5,46
E	COSTOS INDIRECTOS				0,00 %	0,00
F	COSTO UNITARIO TOTAL				D+E	5,46
PRECIO UNITARIO						\$ 5,46

Anexo 14. Matriz de interacción del muro de contención del sistema

FACTOR MEDIO AMBIENTAL		ELEMENTO	IMPACTO	CARACTER	MATRIZ DE INTERACCIÓN										NÚMERO DE INTERACCIONES			
					CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN						RETIRO Y CIERRE		
					Limpieza y desbroce del terreno	Construcción de obras civiles temporales	Excavación de terreno	Terramesh system	Relleno compactado	Restauración de paisajes y espacios naturales	Mantenimiento y limpieza de muro de contención	Retiro de equipo y maquinaria	Desmantelamiento de instalaciones	Disposición de desechos		Restauración de paisajes y espacios naturales		
FÍSICO	AIRE	Dispersión de material	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11		
		Niveles de Ruido y vibraciones	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	
	AGUA	Emissiones gaseosas	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8	
		Modificación de patrones de escurrimiento	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4	
SUELO	Alteración de la calidad del suelo	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5		
	Estabilidad de laderas y taludes	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4		
	Afectación a especies terrestres	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	2		
BIÓTICO	FAUNA SILVESTRE	Daño a la cubierta vegetal	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6		
		Tala y deforestación	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1		
	FLORA SILVESTRE	Afectación a vida terrestre	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4		
SOCIO-CULTURAL	MEDIO SOCIAL	Bienestar poblacional	+	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11		
	SEGURIDAD LABORAL Y SALUD	Aumento del riesgo de enfermedades y accidentes	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8		
	ECONOMÍA MEDIO CULTURAL	Generación de empleo	+	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	11		
		Alteración en el paisaje	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9		

TERRAMESH®

Anexo 16. Matriz de importancia del muro de contención del sistema

TERRAMESH®

MATRIZ DE IMPORTANCIA																		
FACTOR MEDIO AMBIENTAL	ELEMENTO	IMPACTO	CARACTER	FASE														
				CONSTRUCCIÓN			OPERACIÓN		RETIRO Y CIERRE									
FÍSICO	AIRE	Dispersión de material particulado	-	Limpieza y desbroce del terreno	1.25	1	1.9	1.5	1.85	1.25	Restauración de paisajes y espacios naturales	1.5	1.5	1.85	1.5	Restauración de paisajes y espacios naturales		
		Niveles de Ruido y vibraciones	-	Construcción de obras civiles temporales	0	1	1.5	1.5	1.5	1.25	1.25	Restauración de paisajes y espacios naturales	1.5	1.5	1.5	1.5	Restauración de paisajes y espacios naturales	
		Emissiones gaseosas	-	Excavación de terreno	0	1	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	Restauración de paisajes y espacios naturales	1.5	1.5	1.5	1.5	Restauración de paisajes y espacios naturales
	AGUA	Modificación de patrones de escurrimiento	-	Limpieza y desbroce del terreno	1.5	0	1.5	2.2	2.2	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0
		Ateración de la calidad del suelo	-	Construcción de obras civiles temporales	1.5	1.85	2.2	1.5	2.2	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0
	SUELO	Estabilidad de laderas y taludes	-	Limpieza y desbroce del terreno	1	1.5	2.2	1.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Alfación a especies terrestres		-	Excavación de terreno	0	0	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Daño a la cubierta vegetal		-	Excavación de terreno	1.85	1.5	2.2	0	0	0	1.6	1.6	0	0	0	0	0	0	
BIÓTICO	FLORA SILVESTRE	Tala y deforestación	-	Excavación de terreno	2.2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Afectación a vida terrestre	-	Excavación de terreno	1.6	1.5	1.85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Bienestar poblacional	+	Excavación de terreno	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	
SOCIO-CULTURAL	MEDIO SOCIAL	Aumento del riesgo de enfermedades y accidentes	-	Limpieza y desbroce del terreno	1.6	1	2.2	1.35	1.85	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Generación de empleo	+	Excavación de terreno	2.2	1.25	1.5	2.2	2.2	1.5	1.5	1.5	1.5	1.6	1.6	1.85	1.85	
	MEDIO CULTURAL	Alteración en el paisaje	-	Limpieza y desbroce del terreno	2.2	1.25	1.5	1.6	2.2	1.6	1.6	0	0	0	0	0	0	

Escala de valores	Valoración de importancia del impacto	Identificación cromática
1.0 - 1.6	Bajo	Verde
1.7 - 2.3	Medio	Amarillo
2.4 - 3.0	Alto	Rojo

$$I = (0,40 * e) + (0,35 * r) + (0,25 * g)$$

Anexo 17. Matriz de magnitud del muro de contención del sistema

TERRAMESH®

FACTOR MEDIO AMBIENTAL		ELEMENTO	IMPACTO	CARÁCTER	MATRIZ DE MAGNITUD											
					FASE											
					CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN				RETIRO Y CIERRE			
					Limpeza y desbroce del terreno	Construcción de obras civiles temporales	Excavación de terreno	Terramesh system	Relleno compactado	Restauración de paisajes y espacios naturales	Mantenimiento y limpieza de obras civiles y estructuras	Retiro de equipo y maquinaria	Desmantelamiento de instalaciones	Disposición de desechos	Restauración de paisajes y espacios naturales	
FÍSICO	AIRE	Dispersión de material particulado	-	1.4	1.4	2.4	1.7	2.1	1.7	1.7	1.7	1.4	1.4	2.1	2.1	
			-	1.4	1.4	2.1	1.4	2.1	1.4	1.4	1.4	1.8	1.8	2.1		
		Emissiones gaseosas	-	1.4	1.4	2.1	1.4	2.1	1.4	2.1	0	0	1.4	1.8	2.1	
	AGUA	Modificación de patrones de escurrimiento	-	1.8	0	2.1	2.1	2.1	2.4	0	0	0	0	0	0	
			-	1.8	1.4	2.4	1	2.4	0	0	0	0	0	0		
		Alteración de la calidad del suelo	-	1.3	1	2.4	1	2.4	1	0	0	0	0	0	0	
BIÓTICO	FAUNA SILVESTRE	Afectación a especies terrestres	-	0	0	1.7	0	0	0	0	0	0	0	0		
			-	2.4	1.4	2.1	0	0	1.4	1.4	0	0	0			
		Daño a la cubierta vegetal	-	2.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	FLORA SILVESTRE	Tala y deforestación	-	2.1	1	1.3	0	0	0	0	0	0	0	0		
		Afectación a vida terrestre	-	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4	2.4		
		Bienestar poblacional	+	1.7	1.7	2.1	1.4	1.7	0	0	0	1.4	1.7	1.7		
SOCIO-CULTURAL	MEDIO SOCIAL	Aumento del riesgo de enfermedades y accidentes	-	1.8	1.8	2.1	1.8	2.1	1.4	1.4	1.4	1.7	1.7			
			-	1.8	1.4	2.1	1.7	1.8	2.1	1.4	1.4	1.7				
	ECONOMÍA	+	1.8	1.4	2.1	1.7	2.4	2.4	2.4	2.4	0	0	2.4			
MEDIO CULTURAL	Alteración en el paisaje	-	1.8	1.4	2.1	1.7	2.4	2.4	2.4	0	0	2.4	2.4			

Escala de valores	Valoración de magnitud del impacto	Identificación cromática
1.0 - 1.6	Bajo	Verde
1.7 - 2.3	Medio	Amarillo
2.4 - 3.0	Alto	Rojo

$$M = (0,40 * i) + (0,30 * d) + (0,30 * e)$$

Anexo 18. Matriz de severidad del muro de contención del sistema

TERRAMESH®

MATRIZ DE SEVERIDAD																
FACTOR MEDIO AMBIENTAL	ELEMENTO	IMPACTO	CARÁCTER	FASE								RETIRO Y CIERRE				
				CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN				Retiro de equipo y maquinaria	Desmantelamiento de instalaciones	Disposición de desechos	Restauración de paisajes y espacios naturales	
				Limpieza y desbroce del terreno	Construcción de obras civiles temporales	Excavación de terreno	Terramesh system	Relleno compactado	Restauración de paisajes y espacios naturales	Mantenimiento y limpieza de obras civiles y estructuras						
FÍSICO	AIRE	Dispersión de material particulado	-	1.75	1.4	4.56	2.55	3.885	2.125	2.125	2.1	2.1	2.1	3.885	3.15	
		Niveles de Ruido y vibraciones	-	0	1.4	2.1	3.15	2.1	3.15	1.75	1.75	2.1	2.1	2.7	3.15	
	AGUA	Emissiones gaseosas	-	0	1.4	2.1	3.15	2.1	3.15	0	0	2.1	2.1	2.7	3.15	
		Modificación de patrones de escorrentamiento	-	2.7	0	3.15	4.62	4.62	5.28	0	0	0	0	0	0	
	SUELO	Alteración de la calidad del suelo	-	2.7	2.59	5.28	1.5	5.28	5.28	0	0	0	0	0	0	
		Estabilidad de laderas y taludes	-	1.3	1.5	5.28	1.5	5.28	0	0	0	0	0	0	0	
	BIÓTICO	FAUNA SILVESTRE	Afectación a especies terrestres	-	0	0	2.295	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Daño a la cubierta vegetal	-	4.44	2.1	4.62	0	0	2.24	2.24	0	0	0	0	0
		FLORA SILVESTRE	Tala y deforestación	-	5.28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
			Afectación a vida terrestre	-	3.36	1.5	2.405	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOCIO-CULTURAL	MEDIO SOCIAL	Afectación al bienestar poblacional	+	5.28	5.28	5.28	5.28	5.28	5.28	5.28	5.28	5.28	5.28	5.28	5.28	
	SEGURIDAD LABORAL Y SALUD	Aumento del riesgo de enfermedades y accidentes	-	2.72	1.7	4.62	1.89	3.145	0	0	0	1.4	3.74	2.72	0	
		Generación de empleo	+	3.96	2.25	3.15	3.96	4.62	2.1	2.1	2.1	2.1	3.74	2.72	3.145	
	MEDIO CULTURAL	Alteración en el paisaje	-	3.96	1.75	3.15	2.72	5.28	3.84	0	0	0	4.4	5.28	5.28	

Anexo 19. Matriz de interacción del muro de contención en voladizo

MATRIZ DE INTERACCIÓN																	
FACTOR MEDIO AMBIENTAL	ELEMENTO	IMPACTO	CARÁCTER	FASE								NÚMERO DE INTERACCIONES					
				CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN					RETIRO Y CIERRE				
				Limpeza y desbroce del terreno	Construcción de obras civiles temporales	Excavación de terreno	Muro en Voladizo	Relleno compactado	Restauración de paisajes y espacios naturales	Mantenimiento y limpieza de muro de contención	Generación de Desechos sólidos y líquidos		Retiro de equipo y maquinaria	Desmantelamiento de instalaciones	Disposición de desechos	Restauración de paisajes y espacios naturales	
FÍSICO	AIRE	Dispersión de material	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12	
		Niveles de Ruido y vibraciones	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10
		Emissiones gaseosas	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	8
	AGUA	Modificación de patrones de escurrimiento	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	5
		Alteración de la calidad del suelo	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	6
	SUELO	Estabilidad de laderas y taludes	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
BIÓTICO	FAUNA SILVESTRE	Afectación a especies terrestres	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	3
		Daño a la cubierta vegetal	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	7
	FLORA SILVESTRE	Tala y deforestación	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1
	Afectación a vida terrestre	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	4
	MEDIO SOCIAL	Bienestar poblacional	+	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
SOCIO-CULTURAL	SEGURIDAD LABORAL Y SALUD	Aumento del riesgo de enfermedades y accidentes	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	9
		Generación de empleo	+	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	12
MEDIO CULTURAL	Alteración en el paisaje	-	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	10	

Anexo 20. Matriz de valoración del muro de contención en voladizo

Anexo 21. Matriz de importancia del muro de contención del sistema en voladizo

MATRIZ DE IMPORTANCIA															
FACTOR MEDIO AMBIENTAL	ELEMENTO	IMPACTO	CARÁCTER	FASE											
				CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN				RETIRO Y CIERRE			
				Construcción de obras civiles temporales	Excavación de terreno	Muro en Voladizo	Relleno compactado	Restauración de paisajes y espacios naturales	Mantenimiento y limpieza de obras civiles y estructuras	Generación de Desechos sólidos y líquidos	Retiro de equipo y maquinaria	Desmantelamiento de instalaciones	Disposición de desechos	Restauración de paisajes y espacios naturales	
FÍSICO	AIRE	Dispersión de material particulado	-	1,25	1	1,9	1,5	1,85	1,25	1,25	1,25	1,5	1,5	1,85	1,50
		Niveles de Ruido y vibraciones	-	0	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,25	0	1,5	1,5	1,5	0,75
	AGUA	Emissiones gaseosas	-	0	1	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	1,5	1,5	1,5	1,5
		Modificación de patrones de escurrimiento	-	1,5	0	1,5	2,2	2,2	2,2	0	0	1	0	0	0
SUELO	Alteración de la calidad del suelo	-	1,5	1,85	2,2	1,5	2,2	2,2	0	0	1	0	0	0	
		Estabilidad de laderas y taludes	-	1	1,5	2,2	1,5	0	0	0	0	0	0	0	0
	FAUNA SILVESTRE	Afectación a especies terrestres	-	0	0	1,35	0	0	0	0	1	0	0	0	0
BIÓTICO	FLORA SILVESTRE	Daño a la cubierta vegetal	-	1,85	1,5	2,2	0	0	1,6	1,6	1,25	0	0	0	0
		Tala y deforestación	-	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Afectación a vida terrestre	-	1,6	1,5	1,85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOCIO-CULTURAL	MEDIO SOCIAL	Bienestar poblacional	+	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
	SEGURIDAD LABORAL Y SALUD	Aumento del riesgo de enfermedades y accidentes	-	1,6	1	2,2	1,35	1,85	0	0	1,25	1	2,2	1,6	0
	ECONOMÍA	Generación de empleo	+	2,2	1,5	2,2	2,2	2,2	1,5	1,5	1,5	1,5	2,2	1,6	1,85
	MEDIO CULTURAL	Alteración en el paisaje	-	2,2	1,5	1,6	2,2	2,2	1,6	0	1,25	0	2,2	2,2	2,2

$$I = (0,40 * e) + (0,35 * r) + (0,25 * g)$$

Escaia de valores	Valoración de importancia del impacto	Identificación cromática
1,0 - 1,6	Bajo	
1,7 - 2,3	Medio	
2,4 - 3,0	Alto	

Anexo 22. Matriz de magnitud del muro de contención del sistema en voladizo

MATRIZ DE MAGNITUD																
FACTOR MEDIO AMBIENTAL	ELEMENTO	IMPACTO	CARACTER	FASE												
				CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN					RETIRO Y CIERRE		
				Limpieza y desbroce del terreno	Construcción de obras civiles temporales	Excavación de terreno	Muro en Voladizo	relleno compactado	Restauración de paisajes y espacios naturales	Mantenimiento y limpieza de obras civiles y estructuras	Generación de Resechos sólidos y líquidos	Retiro de equipo y maquinaria	Desmantelamiento de instalaciones	Disposición de desechos	Restauración de paisajes y espacios naturales	
FÍSICO	AIRE	Dispersión de material particulado	-	1,4	2,4	1,7	2,1	1,7	1,7	1,7	1,4	1,4	1,4	2,1	2,1	
		Niveles de Ruido y vibraciones	-	1,4	2,1	1,4	2,1	1,4	1,4	1,4	0	1,4	1,4	1,4	1,8	2,1
		Emissiones gaseosas	-	1,4	2,1	1,4	2,1	2,1	0	0	0	0	1,4	1,4	1,8	2,1
	AGUA	Modificación de patrones de escurrimiento	-	1,8	2,1	2,1	2,1	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0
		Alteración de la calidad del suelo	-	1,8	2,4	2,4	1	2,4	0	0	0	0	1,7	0	0	0
		Estabilidad de laderas y taludes	-	1,3	2,4	2,4	1	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0
BIÓTICO	FAUNA SILVESTRE	Afectación a especies terrestres	-	0	1,7	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
		Dano a la cubierta vegetal	-	2,4	2,1	0	0	1,4	1,4	1,7	0	0	0	0	0	
	FLORA SILVESTRE	Tala y deforestación	-	2,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		Afectación a vida terrestre	-	2,1	1,3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
SOCIO-CULTURAL	MEDIO SOCIAL	Bienestar poblacional	+	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	
	SEGURIDAD LABORAL Y SALUD	Aumento del riesgo de enfermedades y accidentes	-	1,7	2,1	1,4	1,7	1,7	0	0	1,4	1,4	1,7	1,7	0	
	ECONOMÍA	Generación de empleo	+	1,8	2,1	1,8	2,1	2,1	1,4	1,4	1,7	1,4	1,7	1,7	1,7	
	MEDIO CULTURAL	Alteración en el paisaje	-	1,8	2,1	1,7	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2	2,4	2,4		

Escales de valores	Valoración de magnitud del impacto	Identificación cromática
1,0 - 1,6	Bajo	
1,7 - 2,3	Medio	
2,4 - 3,0	Alto	

$$M = (0,40 * i) + (0,30 * d) + (0,30 * e)$$

Anexo 23. Matriz de severidad del muro de contención del sistema en voladizo

MATRIZ DE SEVERIDAD																	
FACTOR MEDIO AMBIENTAL	ELEMENTO	IMPACTO	CARÁCTER	FASE								RETIRO Y CIERRE					
				CONSTRUCCIÓN				OPERACIÓN				Retiro de equipo y maquinaria	Desmantelamiento de instalaciones	Disposición de desechos	Restauración de paisajes y espacios naturales		
				Construcción de obras civiles temporales	Excavación de terreno	Muro en Voladizo	Relleno compactado	Restauración de paisajes y espacios naturales	Mantenimiento y limpieza de obras civiles y estructuras	Generación de Desechos sólidos y líquidos							
FÍSICO	AIRE	Dispersión de material particulado	-	1,75	4,56	2,55	3,885	2,125	2,125	1,25	2,1	2,1	3,885	2,1	2,1	3,15	
		Niveles de Ruido y vibraciones	-	0	3,15	2,1	3,15	3,15	1,75	1,75	0	2,1	2,1	2,7	2,1	2,7	1,575
		Emissiones gaseosas	-	0	3,15	2,1	3,15	3,15	0	0	0	2,1	2,1	2,7	2,1	2,7	3,15
	AGUA	Modificación de patrones de escurrimiento	-	2,7	3,15	4,62	5,28	5,28	0	0	1	0	0	0	0	0	0
		Alteración de la calidad del suelo	-	2,7	5,28	1,5	5,28	5,28	0	0	1,7	0	0	0	0	0	0
		Estabilidad de laderas y taludes	-	1,3	5,28	1,5	5,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
BIÓTICO	FAUNA SILVESTRE	Afectación a especies terrestres	-	0	2,295	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
		Daño a la cubierta vegetal	-	4,44	4,62	0	0	2,24	2,24	2,125	0	0	0	0	0	0	0
	FLORA SILVESTRE	Tala y deforestación	-	5,28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Afectación a vida terrestre	-	3,36	2,405	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SOCIO-CULTURAL	MEDIO SOCIAL	Afectación al bienestar poblacional	+	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	0	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	5,28	
	SEGURIDAD LABORAL Y SALUD	Aumento del riesgo de enfermedades y accidentes	-	2,72	4,62	1,89	3,145	0	0	1,75	1,4	3,74	2,72	1,4	3,74	0	
	ECONOMÍA	Generación de empleo	+	3,96	3,15	3,96	4,62	2,1	2,1	2,55	2,1	3,74	2,72	2,1	3,74	3,145	
	MEDIO CULTURAL	Alteración en el paisaje	-	3,96	3,15	2,72	5,28	3,84	0	2,125	0	4,4	5,28	0	4,4	5,28	

Escales de valores	Valoración de severidad del impacto	Identificación cromática
0,1 - 0,9	Leve	
1,0 - 3,0	Moderado	
3,1 - 6,0	Severo	
6,1 - 9,0	Crítico	

Anexo 24. Planos de las secciones transversales de los muros diseñados en el sistema TERRAMESH® (muros del 1-11).

Anexo 25. Planos de las secciones transversales de los muros diseñados en hormigón armado; muro en voladizo (muros del 1-11).