

**UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL AMBIENTAL**



**COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE  
MUROS ESTRUCTURALES RECTOS, CURVOS Y EN ÁNGULO A  
DIFERENTES NIVELES DE ALTURA FRENTE A FUERZAS DE  
VIENTO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

**AUTOR**

**ALEXIS MARTIN VELEZ RIOS**

**ASESOR**

**CARMEN CHILON MUÑOZ**

<https://orcid.org/0000-0002-7644-4201>

**Chiclayo, 2022**

**COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL  
ENTRE MUROS ESTRUCTURALES RECTOS, CURVOS Y EN  
ÁNGULO A DIFERENTES NIVELES DE ALTURA FRENTE A  
FUERZAS DE VIENTO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO**

PRESENTADA POR:

**ALEXIS MARTIN VELEZ RIOS**

A la Facultad de Ingeniería de la  
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo  
para optar el título de

**INGENIERO CIVIL AMBIENTAL**

APROBADA POR:

José Alberto Acero Martínez

PRESIDENTE

Segundo Guillermo Carranza Cieza

SECRETARIO

Carmen Chilon Muñoz

VOCAL

## **DEDICATORIA**

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mis padres y hermanas, pues sin ellos no lo habría logrado, por el esfuerzo de apoyarme cada día y por creer en mí.

Dedico a mi abuelo, él es una persona muy importante para mí, que en vida me enseñó muchas cosas, y me apoyó en todas las adversidades que se presentaron, ahora estando en el cielo sé que nos sigue cuidando y protegiendo, él es una de las razones por las que sigo adelante, te agradezco por todo papá Carlitos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradecimiento a Dios:

Gracias Dios por darme una maravillosa familia y por el amor que nos une, gracias por darles vida y salud, el pan de cada día, un hogar donde vivir, y las fuerzas para seguir adelante.

Agradecimiento a mis padres:

Ellos son mi ejemplo de constancia y dedicación y mi fortaleza de inspiración diaria, por el esfuerzo que han hecho por mí para ser la persona que soy el día de hoy, ellos se merecen el mundo entero.

Agradecimiento a mis hermanas:

Por el apoyo incondicional y desinteresado, les agradezco no solo por estar presentes aportando buenas cosas a mi vida, sino por los grandes lotes de felicidad y de diversas emociones que me han causado, compartiendo momentos difíciles y buenos, siempre estando juntos.

# VELEZ RIOS ALEXIS

## INFORME DE ORIGINALIDAD

5%

INDICE DE SIMILITUD

5%

FUENTES DE  
INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1

[docplayer.es](https://docplayer.es)

Fuente de Internet

<1%

2

[Submitted to Universidad Cesar Vallejo](#)

Trabajo del estudiante

<1%

3

[www.scribd.com](https://www.scribd.com)

Fuente de Internet

<1%

4

[vertebrados.netfirms.com](https://vertebrados.netfirms.com)

Fuente de Internet

<1%

5

[documents.mx](https://documents.mx)

Fuente de Internet

<1%

6

[es.scribd.com](https://es.scribd.com)

Fuente de Internet

<1%

7

[creativecommons.org](https://creativecommons.org)

Fuente de Internet

<1%

8

[paot.org.mx](https://paot.org.mx)

Fuente de Internet

<1%

9

[tesis.usat.edu.pe](https://tesis.usat.edu.pe)

Fuente de Internet

<1%

## ÍNDICE

Resumen.....	10
Abstract .....	11
I. INTRODUCCIÓN.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Antecedentes del problema.....	14
2.2. Bases Teórico Científicas .....	18
2.3. Definición de términos básicos.....	26
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	29
3.2. Diseño de investigación.....	29
3.3. Población, muestra, muestreo .....	30
3.4. Criterios de selección.....	30
3.5. Operacionalización de variables.....	31
3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	31
3.7. Plan de procesamiento y análisis de datos .....	31
3.8. Matriz de consistencia .....	32
3.9. Consideraciones éticas.....	33
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
4.1. Cálculo de las fuerzas de viento.....	34
4.2. Cálculo del empuje del suelo.....	34
4.2.1. Presión lateral del suelo (EH) .....	34
4.2.2. Presión lateral por acción sísmica del suelo (EQ).....	34
4.3. Modelamiento de los muros.....	48
4.3.1. Para muros rectos.....	53
4.3.2. Para muros curvos .....	54
4.3.3. Para muros en ángulo .....	56
4.4. Análisis de estabilidad.....	58
4.4.1. Verificación por volteo.....	60
4.4.2. Verificación por deslizamiento.....	97
4.4.3. Verificación por capacidad portante .....	1134
4.5. Diseño estructural.....	158
4.5.1. Cálculo del acero mínimo de refuerzo.....	158
4.5.2. Cálculo de los momentos actuantes .....	163
4.5.3. Cálculo del acero de refuerzo .....	164
4.6. Resultados .....	168
4.6.1. Análisis de estabilidad .....	168
4.6.2. Diseño de los muros estructurales .....	174
4.7. Discusión.....	177
V. CONCLUSIONES .....	184
VI. RECOMENDACIONES .....	185
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	186
VIII. ANEXOS.....	187

## LISTA DE IMÁGENES

Figura 1. Puente Tacoma Narrows.....	15
Figura 2. Registro de colapso de estructura del edificio la Unión Carbide.....	15
Figura 3. Edificio la Unión Carbide.....	16
Figura 4. Torre escollera.....	17
Figura 5. Puente Volgogrado.....	18
Figura 6. Distribución de presiones sobre el cilindro.....	21
Figura 7. Muro curvo $f = 0.1 c$ .....	36
Figura 8. Muro curvo $f = 0.2 c$ .....	37
Figura 9. Ventana de plantillas rápidas.....	48
Figura 10. Ventana “Define Materials”.....	49
Figura 11. Ventana “Add New Material Property”.....	49
Figura 12. Ventana “Wall Properties”.....	50
Figura 13. Selección del botón “All Stories”.....	50
Figura 14. Ventana “Divide Selected Shells”.....	51
Figura 15. Ventana “Joint Assignment - Restraints”.....	51
Figura 16. Ventana “Define Load Patterns”.....	52
Figura 17. “Shell Load Assignment - Uniform”.....	52
Figura 18. Cuadro “Properties of Objects”.....	53
Figura 19. Secuencia del trazado para el dibujo del muro recto.....	53
Figura 20. Muro recto, $L=10m$ , $H=25m$ .....	54
Figura 21. Punto en el eje para la creación del elemento frame.....	54
Figura 22. Ventana “Extrude Frame to Shells”.....	55
Figura 23. Muro curvo $f = 0.1c$ , $L=10m$ , $H=20m$ .....	56
Figura 24. Cuadro “Properties of Objects”.....	57
Figura 25. Secuencia del trazado para el dibujo del muro en ángulo.....	57
Figura 26. Muro en ángulo $\alpha = 15^\circ$ , $L=10m$ , $H=20m$ .....	57
Figura 27. Sección transversal del muro.....	58

## LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Factores Forma.....	20
Cuadro 2. Presión básica para diferentes alturas sobre el suelo .....	22
Cuadro 3. Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre. ....	23
Cuadro 4. Operación de variables.....	31
Cuadro 5. Matriz de consistencia.....	32
Cuadro 6. Presiones del viento según la norma E.020 .....	34
Cuadro 7. Presiones de viento para muros rectos según la norma NCh 432 .....	35
Cuadro 8. Factor de forma para los distintos ángulos medidos desde la dirección del viento perpendicular al centro del muro .....	35
Cuadro 9. Presiones de viento a diferentes alturas en muro curvo $f=0.1$ c.....	36
Cuadro 10. Presiones de viento a diferentes alturas en muro curvo $f=0.2$ c.....	37
Cuadro 11. Presión de viento a diferentes alturas en muros en ángulo .....	37
Cuadro 12. Coeficiente de empuje activo ( $K_a$ ) y presión lateral del suelo (EH). ....	38
Cuadro 13. Coeficiente de presión activa sísmica del suelo ( $K_{AE}$ ) y carga sísmica del suelo (EQterr).....	38
Cuadro 14. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros rectos de 0.25 metros de espesor .....	39
Cuadro 15. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros rectos de 0.30 metros de espesor .....	39
Cuadro 16. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros rectos de 0.35 metros de espesor .....	40
Cuadro 17. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda de 0.25 metros de espesor .....	40
Cuadro 18. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda de 0.30 metros de espesor .....	41
Cuadro 19. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda de 0.35 metros de espesor .....	41
Cuadro 20. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.2 veces la cuerda de 0.25 metros de espesor .....	42
Cuadro 21. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.2 veces la cuerda de 0.30 metros de espesor .....	42

Cuadro 22. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.2 veces la cuerda de 0.35 metros de espesor .....	43
Cuadro 23. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con $\alpha = 15.00^\circ$ de 0.25 metros de espesor.....	43
Cuadro 24. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con $\alpha = 15.00^\circ$ de 0.30 metros de espesor.....	44
Cuadro 25. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con $\alpha = 15.00^\circ$ de 0.35 metros de espesor.....	44
Cuadro 26. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con $\alpha = 30.00^\circ$ de 0.25 metros de espesor.....	45
Cuadro 27. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con $\alpha = 30.00^\circ$ de 0.30 metros de espesor.....	45
Cuadro 28. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con $\alpha = 30.00^\circ$ de 0.35 metros de espesor.....	46
Cuadro 29. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con $\alpha = 45.00^\circ$ de 0.25 metros de espesor.....	46
Cuadro 30. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con $\alpha = 45.00^\circ$ de 0.30 metros de espesor.....	47
Cuadro 31. Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con $\alpha = 45.00^\circ$ de 0.35 metros de espesor.....	47
Cuadro 32. Valores para insertar a la ventana “Extrude Frame to Shells” .....	55
Cuadro 33. Anchos de cimentación para $t = 0.25$ metros.....	59
Cuadro 34. Anchos de cimentación para $t = 0.30$ metros.....	59
Cuadro 35. Anchos de cimentación para $t = 0.30$ metros.....	59
Cuadro 36. Momentos desestabilizantes generadas por la presión del viento.....	168
Cuadro 37. Momentos desestabilizantes generados por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.25 metros.....	168
Cuadro 38. Momentos desestabilizantes generados por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.30 metros.....	169
Cuadro 39. Momentos desestabilizantes generados por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.35 metros.....	169
Cuadro 40. Fuerzas actuantes generadas por la presión del viento .....	169
Cuadro 41. Fuerzas actuantes generadas por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.25 metros .....	170

Cuadro 42. Fuerzas actuantes generadas por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.30 metros .....	170
Cuadro 43. Fuerzas actuantes generadas por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.35 metros .....	170
Cuadro 44. F.S. por volteo para muros de 0.25 metros de espesor .....	171
Cuadro 45. F.S. por volteo para muros de 0.30 metros de espesor .....	171
Cuadro 46. F.S. por volteo para muros de 0.35 metros de espesor .....	171
Cuadro 47. F.S. por deslizamiento para muros de 0.25 metros de espesor .....	172
Cuadro 48. F.S. por deslizamiento para muros de 0.30 metros de espesor .....	172
Cuadro 49. F.S. por deslizamiento para muros de 0.35 metros de espesor .....	172
Cuadro 50. F.S. capacidad portante para muros de 0.25 metros de espesor.....	173
Cuadro 51. F.S. capacidad portante para muros de 0.30 metros de espesor.....	173
Cuadro 52. F.S. capacidad portante para muros de 0.35 metros de espesor.....	173
Cuadro 53. Momento último para muros de 0.25 metros de espesor .....	174
Cuadro 54. Momento último para muros de 0.30 metros de espesor .....	174
Cuadro 55. Momento último para muros de 0.35 metros de espesor .....	174
Cuadro 56. # de varillas para muros de 0.25 metros de espesor.....	175
Cuadro 57. # de varillas para muros de 0.30 metros de espesor.....	175
Cuadro 58. # de varillas para muros de 0.35 metros de espesor.....	175
Cuadro 59. Desplazamientos para muros de 0.25 metros de espesor.....	176
Cuadro 60. Desplazamientos para muros de 0.30 metros de espesor.....	176
Cuadro 61. Fuerzas actuantes generadas por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.25 metros. ....	176

## Resumen

En el presente proyecto se realiza una comparación entre muros estructurales rectos, muros estructurales curvos (cuando la flecha es igual a 0.1 veces la cuerda y cuando la flecha es igual a 0.2 veces la cuerda) y muros estructurales en ángulo (con ángulos formados con el eje local 1 del muro y la perpendicular a la fuerza del viento de  $15^\circ$ ,  $30^\circ$  y  $45^\circ$ ) los cuales serían evaluados a diferentes niveles de altura (5, 10, 15, 20 y 25 metros) y espesor (0.20, 0.25 y 0.30 metros) frente a fuerzas de viento en la ciudad de Chiclayo utilizando como medio ayuda el programa estructural ETABS v20.

Después de haber evaluado los muros mencionados anteriormente, se pudo observar entre los resultados que los momentos generados por las fuerzas de viento son de pequeña magnitud en comparación a los momentos generados por el empuje del suelo, teniendo la fuerza del viento momentos con valores de 1.90, 3.46, 5.52 y 8.10 ton.m y los momentos de empuje del suelo con valores de 47.44, 104.56, 195.24 y 327.23 ton.m para muros rectos con una altura de 3, 4, 5 y 6 metros respectivamente.

En consecuencia de lo mencionado anteriormente se ha optado por trabajar con muros estructurales de menor altura y mayor espesor, conservando la forma y la longitud inicial de los muros descritos en el primer párrafo, siendo las nuevas alturas de 3, 4, 5 y 6 metros con espesores de 0.25, 0.30 y 0.35 metros.

Entre las comparaciones se incluye el análisis de estabilidad (verificación por volteo, por desplazamiento y por capacidad portante en la base), los momentos actuantes amplificados, las fuerzas cortantes, los desplazamientos y la cantidad de varillas de acero según el diseño estructural, en el cual observaremos que los muros estructurales en ángulo de  $45^\circ$  son los que tienen un mejor comportamiento estructural en comparación a los otros tipos de muros, siendo el muro estructural recto el que tenga los valores más desfavorables.

**Palabras clave:** Fuerza del viento, viento, empuje del suelo, estructura, muros estructurales rectos, muros estructurales curvos, muros estructurales en ángulo.

## Abstract

In this project, a comparison is made between straight structural walls, curved structural walls (when the arrow is equal to 0.1 times the chord and when the arrow is equal to 0.2 times the chord) and angled structural walls (with angles formed with the local axis 1 of the wall and the perpendicular to the wind force of  $15^\circ$ ,  $30^\circ$  and  $45^\circ$ ) which will be evaluated at different levels of height (5, 10, 15, 20 and 25 meters), horizontal length (5 and 10 meters) and thickness (0.20, 0.25 and 0.30 meters) against wind forces in the city of Chiclayo using the ETABS v20 structural program as a means of aid.

After having evaluated the walls mentioned above, it was possible to observe among the results that the moments generated by the wind forces are of small magnitude compared to the moments generated by the earth pressure, with the wind force having moments with values of 1.90, 3.46, 5.52 and 8.10 ton.m and the earth pressure moments with values of 47.44, 104.56, 195.24 and 327.23 ton.m for straight walls with a height of 3, 4, 5 and 6 meters respectively. Consequently from the aforementioned, it has been opted to work with structural walls with a lower height and greater thickness, preserving the shape and initial length of the walls described in the first paragraph, with the new heights being 3, 4, 5 and 6. meters with thicknesses of 0.25, 0.30 and 0.35 meters.

Comparisons include stability analysis (verification by turning, by displacement and by bearing capacity at the base), the amplified acting moments, the shear forces, the displacements and the number of steel rods according to the structural design, in the which we will observe that the structural walls at an angle of  $45^\circ$  are the ones that have a better structural behavior compared to the other types of walls, being the straight structural wall the one with the most unfavorable values.

**Keywords:** Wind force, wind, earth pressure, structure, straight structural walls, curved structural walls, structural walls at an angle.

## I. INTRODUCCIÓN

El diseño estructural en edificaciones es muy importante para la ingeniería civil, ya que gracias a ello podemos brindar servicio y seguridad a los habitantes. Para el diseño de dicha estructura se verificará las cargas o fuerzas que actúen sobre el sistema estructural y usos a los cuales estará sometida. Estas cargas o fuerzas actuantes derivan distintos factores como la construcción, los habitantes, mobiliario, tipo de uso y efectos ambientales.

Un edificio se encuentra expuesto a fuerzas externas procedentes del entorno que la estructura debe resistir. Tenemos las fuerzas gravitatorias, el viento, el sismo, las variaciones de temperatura, la fluencia, la retracción, etc. Unas son acciones directas, otras deformaciones aplicadas ante las que debe responder con apropiado coeficiente de seguridad, sin alterar al usuario o a las demás estructuras colindantes del edificio con deformaciones o movimientos excesivos. [1]

La fuerza del viento produce cargas a la estructura, las cuales deben ser consideradas en el diseño para garantizar que no se produzcan fallas y/o comportamientos que pongan en peligro su estabilidad o parte de ella, así como para que no se presenten daños que impidan a la estructura desarrollar sus funciones de diseño.

A nivel mundial se han mostrado fallas en diferentes tipos de construcciones que han provocado su colapso total y pérdidas económicas a gran escala, producidas por no considerar correctamente factores ambientales como el viento. Al momento de realizar el diseño de la estructura no se toman en cuenta los esfuerzos a los cuales puede ser sometida debido a las acciones del viento, lo cual en ciertos casos de colapso se puede contemplar. Estas acciones externas, combinadas con las cargas de la estructura, requieren que la persona que esté realizando el diseño constate la reglamentación y la normatividad vigente según la ubicación del proyecto y condiciones de exhibición de la edificación a diseñar. [2]

El viento ha sido el causante de muchas muertes en diferentes partes del mundo. Uno de los sucesos más significativos para la aerodinámica y la ingeniería civil, se desarrolló en 1940 con el colapso del puente Tacoma, así como este, muchas otras estructuras como puentes, naves industriales y paneles publicitarios colapsaron, pero la importancia de este puente es que se tienen registros fílmicos de su comportamiento crítico hasta su colapso, en dicho material se puede ver claramente el fenómeno de resonancia que se originó debido al viento. [3]

Si bien es cierto, la fuerza del viento en el Perú es muchas veces irrelevante a la hora de realizar

un diseño estructural ya que no poseemos de grandes vientos como otros países del mundo, es por ello que en nuestro país los edificios no son vulnerables estructuralmente a los efectos del viento, razón por la cual no se han hecho muchas investigaciones, ni se tiene mucha información al respecto en comparación con los esfuerzos generados por los sismos.

Ante el evidente problema mencionado y la escasa información e investigaciones sobre la fuerza del viento en el diseño estructural, surge la necesidad de evaluar la influencia de dicha fuerza eólica en las estructuras que permitirá obtener resultados y así poder compararlos, con la intención de mejorar los diseños en la provincia de Chiclayo.

En la formulación del problema se ha planteado la siguiente pregunta:

¿Cuál es la diferencia del comportamiento estructural entre muros estructurales rectos y curvos a diferentes niveles de altura utilizando la velocidad de viento del mapa eólico del Perú mencionado en la norma E-020?

La presente tesis tiene como objetivo general Comparar el comportamiento estructural entre muros estructurales rectos, curvos y en ángulo; a diferentes niveles de altura frente a fuerzas de viento en la ciudad de Chiclayo; para ello, se han tenido que desarrollar una serie de objetivos específicos que son: Medir la velocidad del viento de Chiclayo y hallar la velocidad de viento mencionado en la norma a diferentes niveles de altura; diseñar muros estructurales rectos, curvos y en ángulo a diferentes niveles de altura utilizando la velocidad de viento mayor obtenida, mediante el uso de software de forma integral, no serán necesarios los ensayos de laboratorio; analizar el comportamiento estructural de los muros estructurales rectos, curvos y en ángulo con los datos obtenidos del diseño estructural; comparar las cargas de viento entre los diferentes niveles de altura, aplicadas a muros rectos, curvos y en ángulo y saber que efecto producen estas siendo evaluadas por separado; y revisar cuál de los sistemas propuestos recibe la menor cantidad de esfuerzos y deformaciones.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes del problema

Para la producción de los diferentes códigos y documentos dirigidos a la construcción segura de distintos tipos de estructuras, desafortunadamente tuvieron que ocurrir errores a gran escala en la construcción y el diseño de grandes proyectos a nivel mundial. Dichos errores generan distintos comportamientos que ponen en peligro la estabilidad de parte y total de la estructura, como la ocurrencia de daños que limitan a la estructura a desarrollar sus funciones de diseño. A continuación, se mostrarán algunos ejemplos de proyectos que han sido afectados por la acción del viento.

A continuación, se relacionan algunos según orden cronológico:

#### - **Puente Tacoma Narrow**

El puente Tacoma colapso a causa de las fuerzas inducidas por el viento en 1940, a meses después de su construcción, a causa de vibraciones el cual no había sido observado anteriormente. En la Universidad Carleton de Ottawa Doug Smith, publicó un aporte en 1974 sobre el fallo de la estructura del puente con el título de A Case Study and Analysis of the Tacoma Narrows Bridge Failure. [4]

En la Universidad de Bristol, Doole S. H. y Hogan S. J. se publicó un importante artículo en el cual estudia el puente tratándolo como viga en el que equilibra las acciones externas e internas, a la vez que impone unas condiciones de contorno. Las fuerzas actuantes y la carga son parametrizadas mediante una formulación simplificada, en el que se muestra una situación de resonancia para distintos factores.

Dicho esto, podemos entender como el puente colgante de Tacoma Narrows se desplomó al mar, al sufrir una corriente de viento de 61 km/h con una frecuencia de 5 segundos. Esta frecuencia fue muy similar a la frecuencia natural del puente, lo que produjo que la energía transmitida al sistema fuera la máxima llevando a las ondas producidas a balancearlo y colapsarlo. [4]



*Figura 1. Puente Tacoma Narrows.*

*Fuente: (Rivera, 2011)*

#### - Edificio Unión Caribe

El edificio fue construido en Toronto, Canadá. Dicha estructura se basa en un diseño modular contemporáneo, con vidrio y acero inoxidable, con columnas en la fachada de color negro. El edificio cuenta con 180,000 pies cuadrados así que, para maximizar el espacio interior, no se construirían columnas interiores. La realización de la estructura de acero empezó en junio de 1958. Para el 5 de septiembre, casi toda la soldadura estaba terminada excepto las dos plantas superiores. [5]

El día de la falla se colocó un refuerzo temporal para sostener las secciones sin terminar en su lugar hasta lograr culminar los refuerzos. Pero sin esperarlo una severa tormenta golpeó Toronto el 6 de septiembre 1958, lo que trajo consigo vientos hasta 90 km/h provocando el colapso del marco de acero.



*Figura 2. Registro de colapso de estructura del edificio la Unión Carbide*

*Fuente: (Bradburn, 2011)*

Las investigaciones de dicho colapso fueron llevadas a cabo por la ciudad, compañías de seguros y consultores contratados por Union Carbide. Todos llegaron a la conclusión que el arriostramiento temporal era insuficiente para resistir la presión del viento. Un informe presentado a Union Carbide determinó que el diseño arquitectónico aún era sólido, pero para garantizar que no ocurriera otro colapso, se recomendó que se utilizaran cerchas horizontales profundas entre las columnas de cada piso como soporte. Los planes para reconstruir continuaron.

La Unión Carbide siguió siendo el principal ocupante hasta principios de la década de 1990. En 1999 fue demolido para dar paso al condominio que actualmente ocupa el terreno.



Figura 3. Edificio la Unión Carbide  
Fuente: (Bradburn, 2011)

#### - Torre Escolera

La Torre Escolera, fue construida a inicios del año 2005 en Cartagena (Colombia), con una proyección de 206 m de altura constituido por 58 pisos, durante su construcción el 13 de mayo del 2007, cuando ya se habían construido 50 pisos, vientos del orden de 40 km/h causaron una distorsión considerable que provocó una inclinación de 1 m con su mayor curvatura en el piso 28. Esto se dio por fallas en la conexión entre viga y columna, punto en donde se presentan altas concentraciones de esfuerzo. [6]

El edificio tuvo que ser desarmado debido a la intervención de las autoridades con la asesoría y el seguimiento que hizo la Sociedad de Ingenieros y Arquitectos del departamento de Bolívar.

La ausencia de riostras y losas durante su montaje fue la principal causa de la falla, así como la escasa de rigidez de los nudos de conexión. Desde el punto de vista constructivo, hubo falta de rigor en el diseño y deficiencias en los detalles de las conexiones para el montaje.



*Figura 4. Torre escollera*  
*Fuente: (Construdata, 2008)*

#### - **Puente Volgogrado**

Este puente está ubicado en la ciudad de Volgogrado, Rusia. Fue construido sobre el río Volga, cuenta con una longitud de 7110 metros. Conecta el centro de Volgogrado y Krasnoslobodsk y fue bloqueado el 21 de mayo del 2010 debido a que el puente comenzó a oscilar en medio de la lluvia y el viento. La amplitud de las fluctuaciones, de acuerdo con datos preliminares, eran 1-1.5 metros. [7]

Los expertos concuerdan en que las vibraciones del puente fueron causadas por factores aerodinámicos. Belozarov dijo al respecto que esto es posible cuando las cargas de viento caen dentro de una zona de resonancia. [8]

Dicho puente se volvió a abrir para el acceso público después de continuas inspecciones para determinar el daño de la estructura, en donde se determinó que para eliminar las oscilaciones del puente era necesario el desarrollo e implementación de amortiguadores de masa sintonizados, los cuales disminuyen la fuerza de las vibraciones.



*Figura 5. Puente Volgograd*  
*Fuente: (Montalar, 2010)*

## 2.2. Bases Teórico Científicas

**Carga.** - Fuerza u otras acciones que resulten del peso de los materiales de construcción, ocupantes y sus pertenencias, efectos del medio ambiente, movimientos diferenciales y cambios dimensionales restringidos. [9]

**Carga Muerta.** - Es el peso de los materiales, dispositivos de servicio, equipos, tabiques y otros elementos soportados por la edificación, incluyendo su peso propio, que se propone sean permanentes o con una variación en su magnitud, pequeña en el tiempo. [9]

**Carga Viva.** - Es el peso de todos los ocupantes, materiales, equipos, muebles y otros elementos móviles soportados por la edificación. [9]

La Norma E020 – Cargas, en el Artículo 12 nos da los siguientes alcances sobre las cargas debido al viento:

### 2.2.1. Generalidades

La estructura, los elementos de cierre y los componentes exteriores de todas las edificaciones expuestas a la acción del viento, serán diseñados para resistir las cargas (presiones y/o succiones) exteriores e interiores debidos al viento, suponiendo que éste actúa en dos direcciones horizontales perpendiculares entre sí. En la estructura la ocurrencia de presiones y/o succiones exteriores serán consideradas simultáneamente.

### 2.2.2. Clasificación de las edificaciones

**Tipo 1.** Edificaciones poco sensibles a las ráfagas y a los efectos dinámicos del viento, tales como edificios de poca altura o esbeltez y edificaciones cerradas con cobertura capaz de soportar las cargas sin variar su geometría. Para este tipo de edificaciones se aplicará lo dispuesto en los puntos 3 y 4.

**Tipo 2.** Edificaciones cuya esbeltez las hace sensibles a las ráfagas, tales como tanques elevados y anuncios y en general estructuras con una dimensión corta en la dirección del viento. Para este tipo de edificaciones la carga exterior especificada en el punto 4 se multiplicará por 1,2.

**Tipo 3.** Edificaciones que representan problemas aerodinámicos especiales tales como domos, arcos, antenas, chimeneas esbeltas y cubiertas colgantes. Para este tipo de edificaciones las presiones de diseño se determinarán a partir de procedimientos de análisis reconocidos en ingeniería, pero no serán menores que las especificadas para el Tipo 1.

### 2.2.3. Presión del viento

#### 2.2.3.1. Velocidad de diseño

La velocidad de diseño del viento hasta 10 m de altura será la velocidad máxima adecuada a la zona de ubicación de la edificación brindada por el mapa eólico del Perú, pero no menos de 75 Km/h. La velocidad de diseño del viento en cada altura de la edificación se obtendrá de la siguiente expresión.

$$V_h = V (h / 10)^{0.22} \quad (1)$$

Donde:

$V_h$ : es la velocidad de diseño en la altura h en Km/h

V: es la velocidad de diseño hasta 10 m de altura en Km/h

h: es la altura sobre el terreno en metros

### 2.2.3.2. Carga exterior de viento

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se supondrá estática y perpendicular a la superficie sobre la cual se actúa. Se calculará mediante la expresión:

$$P_h = 0.005 C Vh^2 \quad (2)$$

Donde:

Ph: presión o succión del viento a una altura h en Kg/m<sup>2</sup>

C: factor de forma adimensional indicado en la Tabla 1.

Vh: velocidad de diseño a la altura h, en Km/h.

### 2.2.3.3. Factores de forma según el Reglamento nacional de edificaciones.

TABLA 1

FACTORES DE FORMA (C) \*

*Cuadro 1: Factores Forma*

CONSTRUCCIÓN	BARLOVENTO	SOTAVENTO
Superficies verticales de edificios	+0.8	-0.6
Anuncios, muros aislados, elementos con una dimensión corta en la dirección del viento	+1.5	
Tanques de agua, chimeneas y otros de sección circular o elíptica	+0.7	
Tanques de agua, chimeneas, y otros de sección cuadrada o rectangular	+2.0	
Arcos y cubiertas cilíndricas con un ángulo de inclinación que no exceda 45°	+0.8	-0.5
Superficies inclinadas a 15° o menos	+0.3 -0.7	-0.6
Superficies inclinadas entre 15° y 60°	+0.7 -0.3	-0.6
Superficies inclinadas entre 60° y la vertical	+0.8	-0.6
Superficies verticales o inclinadas (planas o curvas) paralelas a la dirección del viento	-0.7	-0.7

*Fuente: Reglamento nacional de edificaciones.*

### 2.2.3.4. Factores de forma según la Norma Chilena Oficial NCh 432.Of71

La fuerza del viento por unidad de superficie se obtendrá multiplicando la presión básica  $q$  por un factor de forma  $C$ .

- Para muros aislados.  
Para alturas hasta cinco veces el ancho, medido perpendicularmente a la dirección del viento.  
 $C = 1,2$   
Para alturas mayores  $C = 1,6$
- Para estructuras cilíndricas, de gran diámetro, en que debe conocerse la distribución de presiones y succiones en el perímetro de la sección transversal puede procederse según la figura 6.

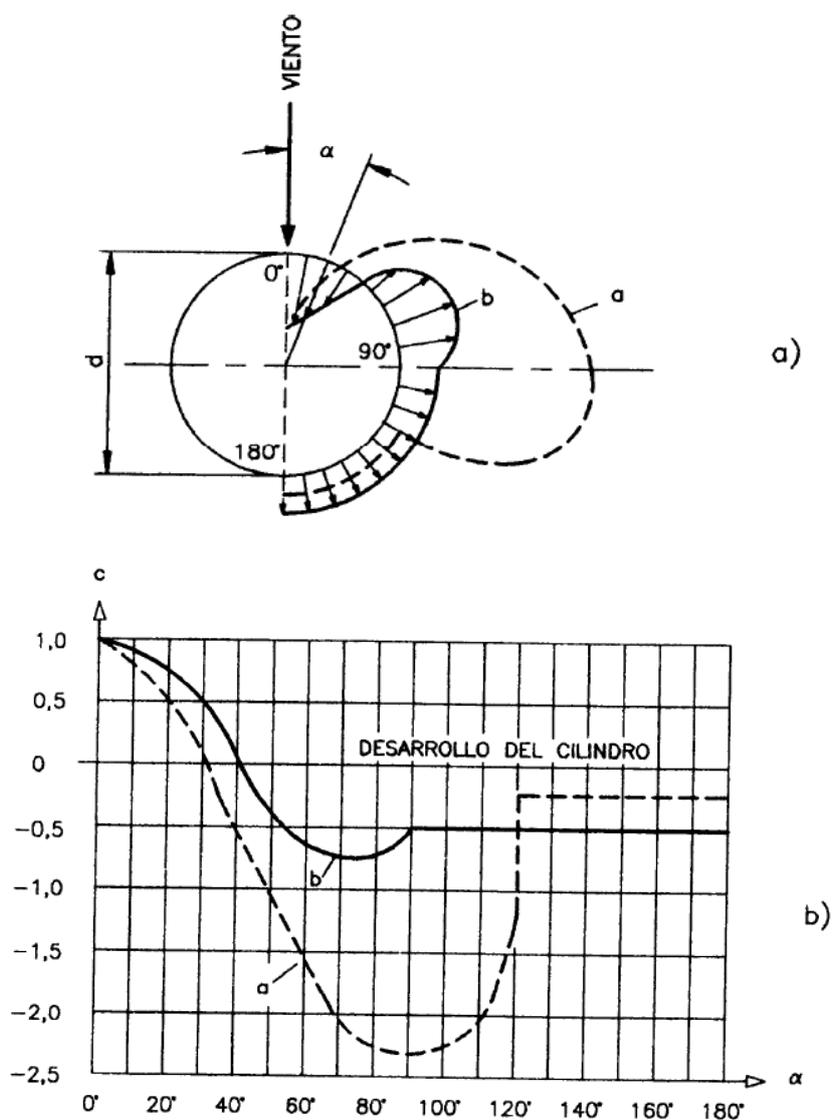


Figura 6. Distribución de presiones sobre el cilindro  
Fuente: Norma Chilena Oficial NCh432.Of71.

### 2.2.3.5. Presión básica para diferentes alturas sobre el suelo

*Cuadro 2: Presión básica para diferentes alturas sobre el suelo*

Construcciones situadas en la ciudad o lugares de rugosidad comparable, a juicio de la Autoridad Revisora		Construcciones situadas en campo abierto, ante el mar, o en sitios asimilables a estas condiciones, a juicio de la Autoridad Revisora	
Altura sobre el suelo, m	Presión básica, q, en kg/m <sup>2</sup> *)	Altura sobre el suelo, m	Presión básica, q, en kg/m <sup>2</sup> *)
0	55	0	70
15	75	4	70
20	85	7	95
30	95	10	106
40	103	15	118
50	108	20	126
75	121	30	137
100	131	40	145
150	149	50	151
200	162	75	163
300	186	100	170
		150	182
		200	191
		300	209

*Fuente: Norma Chilena Oficial NCh432.Of71.*

### 2.2.3.6. Carga interior de viento

Para el diseño de los elementos de cierre, incluyendo sus fijaciones y anclajes, que limitan en cualquier dirección el nivel que se analiza, tales como paneles de vidrio, coberturas, alféizares y elementos de cerramiento, se adicionará a las cargas exteriores calculadas según el punto 4, las cargas interiores (presiones y succiones) calculadas con los factores de forma para presión interior de la Tabla 2.

TABLA 2

FACTORES DE FORMA PARA DETERMINAR CARGAS ADICIONALES EN ELEMENTOS DE CIERRE (C)

*Cuadro 3: Factores de forma para determinar cargas adicionales en elementos de cierre*

A B E R T U R A S		
Uniforme en lados a barlovento y sotavento	Principales en lado a barlovento	Principales en lado a sotavento o en los costados
±0,3	+0,8	-0,6

*Fuente: Reglamento nacional de edificaciones.*

### 2.2.4. Empujes de suelo

Los muros estructurales de contención se encuentran comúnmente soportando las bajadas de las masas de tierra. Un diseño adecuado y la construcción de estas estructuras requieren un conocimiento profundo de las fuerzas laterales que actúan entre las estructuras de contención y las masas de suelo que será retenido. Estas fuerzas laterales son causadas por la presión lateral de tierra. En general, la presión lateral de tierra se puede dividir en tres categorías principales, dependiendo de la naturaleza del movimiento de la estructura de contención. Ellas son: presión de reposo, presión activa y presión pasiva. Para hallar el coeficiente de empuje lateral, se utilizará la teoría de Rankine cuyas fórmulas son:

Empuje Lateral del suelo:

$$EH = \frac{1}{2} K_a \gamma H^2 \quad (3)$$

Donde:

$$K_a = \frac{\cos^2(\phi - \omega)}{\cos^2 \omega \cos(\delta + \omega) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \beta)}{\cos(\delta + \omega) \cos(\beta - \omega)}} \right]^2} \quad (4)$$

#### 2.2.4.1. Análisis pseudo-estático

El análisis sísmico de un muro de contención es algo sumamente necesario ya que el Perú es un país sísmico. Este análisis está basado generalmente en el uso de un equivalente sísmico que por lo general es un valor empírico e inclusive conservador.

##### 2.2.4.1.1. Método de Mononobe-Okabe

Este método se basa en un análisis pseudoestático de la presión sísmica de la tierra sobre las estructuras de contención y se conoce como el método Mononobe-Okabe (M-O). El método M-O es una extensión directa de la teoría estática de Coulomb a condiciones pseudoestáticas[14].

Para un relleno seco sin cohesión, el empuje activo y pasivo puede expresarse en una forma similar a la desarrollada para condiciones estáticas, es decir:

Empuje sísmico activo:

$$P_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE} \gamma H^2 (1 - k_v) \quad (5)$$

Empuje sísmico pasivo:

$$P_{PE} = \frac{1}{2} K_{PE} \gamma H^2 (1 - k_v) \quad (6)$$

De la misma manera los coeficientes sísmicos de presión activa y pasiva son los siguientes:

Coficiente sísmico de presión activa:

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\phi - \omega - \Psi)}{\cos \Psi \cos^2 \omega \cos(\delta + \omega + \Psi) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi - \beta - \Psi)}{\cos(\delta + \omega + \Psi) \cos(\beta - \omega)}} \right]^2} \quad (7)$$

Coeficiente sísmico de presión pasiva:

$$K_{PE} = \frac{\cos^2(\phi + \omega - \Psi)}{\cos\Psi \cos^2\omega \cos(\delta - \omega + \Psi) \left[ 1 - \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \sin(\phi + \beta - \Psi)}{\cos(\delta - \omega + \Psi) \cos(\beta - \omega)}} \right]^2} \quad (8)$$

Dónde:

$\phi$ : Ángulo de fricción interna del suelo.

$\omega$ : Pendiente del relleno con horizontal.

$\beta$ : Pendiente de la cara posterior del muro de contención con vertical.

$\delta$ : Ángulo de fricción de la interfase muro-relleno.

$\Psi = \tan^{-1} \left( \frac{k_h}{1-k_v} \right)$ , donde:  $k_h$  y  $k_v$  son coeficientes de rigidez sísmicos horizontal y vertical

El coeficiente sísmico en la dirección horizontal,  $k_h$ , es la división de la aceleración horizontal máxima del entre la aceleración de la gravedad. Asimismo, el coeficiente sísmico en la dirección vertical,  $k_v$ , se define como la aceleración vertical máxima entre la aceleración de la gravedad

Según el Manual de Diseño AASHTO LRFD, se asume el valor de  $k_v=0$  y  $k_h$  asume el valor del coeficiente de aceleración el cual depende de la zona sísmica; este valor se puede encontrar en el mapa de isoaceleraciones del Perú o en el Reglamento Nacional de Edificaciones, correspondiendo a la multiplicación de ZS.

Según el libro Puentes Con Aashto LRFD 2020 (9th Edition) de Arturo Rodríguez Serquen, la fuerza lateral total a ser aplicada al muro debido a la presión del terreno y el sismo se determina considerando el efecto combinado de PAE y PIR, siendo:

$$P_{IR} = K_h (W_w + W_s) \quad (9)$$

Dónde:

$P_{AE}$ : fuerza combinada de la presión estática y la presión lateral sísmica del terreno.

$P_{IR}$ : fuerza inercial horizontal debido a la carga sísmica de la masa del muro.

$W_w$ : peso del muro.

$W_s$ : peso del terreno tributario.

Para investigar la estabilidad y el diseño del muro (Art. 11.6.5.1) se debe tomar el resultado más conservador de:

- La combinación:  $P_{AE} + 0.5P_{IR}$
- La combinación:  $(0.5P_{AE} \geq EH) + P_{IR}$

### 2.3. Definición de términos básicos

#### - Viento

Es el movimiento de las masas del fluido que se encuentra en la atmósfera debido a las diferentes variaciones de temperatura, presión y otros factores como la rotación y curvatura de la tierra. La energía eólica tiene como ventajas la de ser inagotable, gratuita y no lesiva al medio ambiente, pero cuenta también con los grandes inconvenientes de ser dispersa y aleatoria. Bajo la acción de la presión, el aire de la atmósfera se desplaza de un lugar a otro a diferentes velocidades, dando lugar al viento. Los fuertes vientos pueden ocasionar el colapso parcial o total de las estructuras.

Los daños ocasionados por el viento están directamente relacionados con su velocidad, la cual origina pérdidas económicas importantes debido al daño causado a la estructura y las pérdidas debidas a la falta de operación de algunos servicios como la interrupción de energía eléctrica, obstrucción de carreteras, mal estado de hospitales y centros de atención inmediata y cierre temporal de negocios entre otros. [10]

#### - Velocidad de diseño del viento

La velocidad del viento depende de múltiples factores, entre los más importantes están: La rugosidad del terreno, la altura sobre este a la que se mida, las características topográficas del lugar y su localización geográfica.

Como variable aleatoria que es, la velocidad del viento se puede describir como una distribución de probabilidad. Cuando se dispone de datos estadísticos de velocidades máximas del viento, se pueden calcular las velocidades de diseño utilizando procedimientos probabilísticos. Para esto es necesario ajustar la serie de registros de los

que se dispone una distribución de probabilidad adecuada.

La Velocidad de diseño se halla partiendo de la velocidad base, la cual se afecta por un conjunto de factores que tienen en cuenta la topografía del lugar, su rugosidad, el tamaño del edificio, su altura sobre terreno, las ráfagas y la importancia de la construcción. [11]

- **Velocidad Base**

La velocidad del viento puede tener varios significados, dependiendo principalmente del periodo que se considere para su evaluación. Es así como puede hablarse de velocidad máxima mensual o anual, máxima promedio, máxima esperada en x años con una probabilidad p máxima cuyo frente de onda recorra por lo menos una distancia d, velocidad de ráfaga en t segundos, etc. Es claro que los valores de la velocidad del viento para un registro de velocidad dado dependen del periodo del tiempo. Para tiempos promedios cortos las velocidades son más altas que las correspondientes a lapsos amplios. [11]

- **Mapa Eólico**

Determinada la velocidad para varios puntos del territorio nacional y siguiendo una metodología adecuada entre el punto en estudio y las estaciones meteorológicas más cercanas a él, se obtiene como resultado un mapa de vientos máximos para el periodo de retorno escogido de 50 años. [11]

- **La altura Sobre el terreno**

Teóricamente a nivel cero, la velocidad del viento tiende a cero, y aumenta a medida que asciende, con cierta tendencia a estabilizarse allí donde las turbulencias influyen en menor medida. Este comportamiento teórico, en términos generales, se cumple en la realidad. [11]

- **Aerodinámica**

La aerodinámica es la rama de la Mecánica de Fluidos que se ocupa de estudiar las interacciones que se producen entre un sólido y el fluido en el que se halla inmerso cuando ambos se mueven a velocidades diferentes. [12]

### - **Interacción Fluido-Estructura**

Las constantes variaciones de velocidad del viento producen distintas presiones positivas distribuidas sobre la cara expuesta a la acción del viento la estructura. A diferencia con ellas, en la cara a sotavento se producen succiones. El viento impacta sobre el área expuesta a barlovento y luego rodea ambas esquinas, donde se produce la bifurcación del viento con respecto al área de contacto del edificio, originando una sección con elevadas presiones negativas. Luego el viento dividido resulta en la formación de vórtices, los cuales se dividen alternativamente. A esta zona se le llama “región de estela”. [3]

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

##### **3.1.1. Tipo de investigación:**

El tipo de investigación es Investigación Experimental, debido a que se tendrá evaluar muros estructurales manipulando sus características tales como la forma, el espesor, la altura y la longitud. Lo cual significa que cada modelo estará bajo condiciones altamente controladas.

##### **3.1.2. Nivel de investigación**

El nivel de investigación es Investigación Cuantitativa, debido a que se compararan modelos de estudio de diferentes características influyendo en el producto, de tal manera obtener datos cuantificables generando una información correcta tratando de lograr la máxima objetividad, haciendo un análisis de los mismos mediante el uso de un programa estructural, así obtener resultados exactos tales como los esfuerzos cortantes y los momentos flectores, generando las respectivas conclusiones.

#### **3.2. Diseño de investigación**

El diseño de investigación es Investigación Experimental, puesto a que se va a conocer cómo se comporta la estructura en sus diferentes formas

Nuestra pregunta de investigación es: ¿Cuál es la diferencia del comportamiento estructural entre muros estructurales rectos, curvos y en ángulo a diferentes niveles de altura frente a fuerzas de viento?

Para responder esta pregunta utilizaremos un plan o estrategia de tal manera poder alcanzar nuestros objetivos señalados en esta tesis.

Para medir la velocidad del viento de Chiclayo se hará uso de un anemómetro y también se calculará la velocidad del viento haciendo uso de la norma E.020.

Para diseñar muros estructurales rectos, curvos y en ángulo se utilizará un programa estructural, en el cual se realizarán los modelos a evaluar y se obtendrán datos para el posterior cálculo estructural, con estos datos diseñaremos los modelos haciendo uso de las normas

peruanas vigentes teniendo como base de apoyo otras normas internacionales tales como Building Code Requirements for Structural Concrete (ACI 318-19), norma chilena Oficial NCh 432, New Zealand Estándar 3101-2006+A1-3 entre otros.

### **3.3.Población, muestra, muestreo**

- **Población**

La población de la presente tesis de investigación la constituyen todos los edificios que contengan muros estructurales de Lambayeque.

- **Muestra**

La muestra tomada serán los edificios que contengan muros estructurales en la ciudad de Chiclayo.

- **Muestreo**

El muestreo de la presente tesis de investigación serán los Muros estructurales, estos objetos de estudio presentarán las siguientes características:

- Forma:

- Rectos.
- Curvos ( $f = 0.1c$  y  $0.2c$ ). Donde:  $f$  = Flecha,  $c$  = Cuerda.
- Ángulo ( $\alpha = 15^\circ, 30^\circ$  y  $45^\circ$ )

- Espesor: 0.25m, 0.30m y 0.35m.

- Altura: 3m, 4m, 5m, 6m.

- Longitud: 5m

### **3.4.Criterios de selección**

Para escoger la población a evaluar se han manipulado las variables de tal manera de abarcar la población más representativa haciendo uso de conceptos de la ingeniería civil adquiridas en el transcurso de la educación profesional, de tal manera los modelos a ser evaluados tendrán tres formas distintas (rectos, curvos y en ángulo), variando su espesor y su altura en un rango recomendado.

### 3.5.Operacionalización de variables.

Cuadro 4: Operación de variables

<b>COMPARACIÓN DEL COMPORTAMIENTO ESTRUCTURAL ENTRE MUROS ESTRUCTURALES RECTOS, CURVOS Y EN ÁNGULO A DIFERENTES NIVELES DE ALTURA FRENTE A FUERZAS DE VIENTO EN LA CIUDAD DE CHICLAYO</b>			
<b>HIPOTESIS</b>	<b>VARIABLE</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDICADOR</b>
En el comportamiento estructural de los muros estructurales rectos los esfuerzos de cortantes y de flexión en la base serán mayores a comparación de los muros estructurales curvos y en ángulo debido a que su resistencia aerodinámica es mayor.	<b>Variable Independiente</b> Fuerza del viento	Velocidad	Cargas aplicadas a los muros estructurales
		Dirección	
	<b>Variable Dependiente</b> Comportamiento estructural de los muros estructurales	Resistencia al corte	Esfuerzo cortante
		Resistencia a la Flexión	Momento flector
	<b>Variables Intervinientes</b> Características de los muros estructurales	Altura	Diferentes modelos para la comparación estructural entre ellos
		Forma	
		Espesor	
Longitud			

Fuente: Propia.

### 3.6.Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica e instrumento de recolección de datos utilizada en la presente tesis es la observación experimental, dicho esto, las características de modelos a evaluar han sido manipuladas libremente.

### 3.7.Plan de procesamiento y análisis de datos

Para la presente tesis obtendremos la información de los modelos definidos anteriormente los cuales serán ordenados dependiendo de la forma, seguidos por la altura, espesor y longitud de cada modelo. Se detallarán y se hará una descripción de cada uno de los modelos a evaluar.

Posteriormente se hará uso de un programa estructural donde se dibujarán y se ingresarán los datos para el diseño y modelamiento de los modelos estructurales.

Finalmente se obtendrán los resultados a ser analizados y hacer una comparación objetiva entre los modelos evaluados.

### 3.8. Matriz de consistencia

Cuadro 5: Matriz de consistencia.

PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	METODOLOGIA
<p>¿Cuál es la diferencia del comportamiento estructural entre muros estructurales rectos, curvos y en ángulo a diferentes niveles de altura frente a fuerzas de viento?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Comparar el comportamiento estructural entre muros estructurales rectos, curvos y en ángulo; a diferentes niveles de altura frente a fuerzas de viento en la ciudad de Chiclayo.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Medir la velocidad del viento de Chiclayo y hallar la velocidad de viento mencionado en la norma a diferentes niveles de altura.</li> <li>- Diseñar muros estructurales rectos, curvos y en ángulo a diferentes niveles de altura utilizando la velocidad de viento mayor obtenida, mediante el uso de software de forma integral, no serán necesarios los ensayos de laboratorio.</li> <li>- Analizar el comportamiento estructural de los muros estructurales rectos, curvos y en ángulo con los datos obtenidos del diseño estructural.</li> <li>- Comparar las cargas de viento entre los diferentes niveles de altura, aplicadas a muros rectos, curvos y en ángulo y saber que efecto producen estas siendo evaluadas por separado.</li> <li>- Revisar cuál de los sistemas propuestos recibe la menor cantidad de esfuerzos y deformaciones.</li> </ul>	<p>En el comportamiento estructural de los muros estructurales rectos los esfuerzos de cortantes y de flexión en la base serán mayores a comparación de los muros estructurales curvos y en ángulo debido a que su resistencia aerodinámica es mayor.</p>	<p><b>Tipo de investigación:</b> El tipo de investigación es Investigación Experimental.</p> <p><b>Nivel de investigación:</b> El nivel de investigación es Investigación Cuantitativa.</p> <p><b>Diseño de investigación:</b> El diseño de investigación es Investigación Experimental.</p> <p><b>Población:</b> La población de la presente tesis de investigación la constituyen todos los edificios que contengan muros estructurales de Lambayeque.</p> <p><b>Muestra:</b> La muestra tomada serán los edificios que contengan muros estructurales en la ciudad de Chiclayo.</p> <p><b>Muestreo:</b> El muestreo de la presente tesis de investigación serán los Muros estructurales, estos objetos de estudio presentarán las siguientes características:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Forma: <ul style="list-style-type: none"> <li>Rectos.</li> <li>Curvos (<math>f = 0.1c</math> y <math>0.2c</math>). Donde: <math>f</math> = Flecha, <math>c</math> = Cuerda.</li> <li>Ángulo (<math>\alpha = 15^\circ, 30^\circ</math> y <math>45^\circ</math>)</li> </ul> </li> <li>- Espesor: 0.25m, 0.30m y 0.35m.</li> <li>- Altura: 3m, 4m, 5m, 6m.</li> <li>- Longitud: 5m.</li> </ul>

Fuente: Propia.

### **3.9.Consideraciones éticas**

El proyecto de investigación “*Comparación del comportamiento estructural entre muros estructurales rectos, curvos y en ángulo a diferentes niveles de altura frente a fuerzas de viento en la ciudad de Chiclayo*” se sometió a una evaluación de factibilidad en la fase de proyecto de tesis por parte de la Facultad de Ingeniería Civil Ambiental de la universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, por lo que este proyecto se justifica técnica y socialmente. En cuanto a los aspectos éticos de la investigación se detallarán a continuación:

- **Reciprocidad**

La población beneficiada directamente es la comprendida en la zona de estudio donde se realizará la: “*Comparación del comportamiento entre muros estructurales rectos, curvos y en ángulo a diferentes niveles de altura frente a fuerzas de viento*”, la cual es la ciudad de Chiclayo y localidades aledañas, no siendo el único lugar de influencia, debido a que esta investigación podría ser utilizada de manera nacional e internacional.

- **Vulnerabilidad**

El proyecto atenuará los efectos negativos que se generen en la etapa posterior a la construcción de la edificación, los cuales se determinarán a través de un análisis de las fuerzas del viento en la ciudad de Chiclayo por medio de Normas Nacionales e Internacionales vigentes, para así de esta manera proponer un diseño con criterio, para prevenir, mitigar o eliminar impactos negativos.

- **Seriedad**

En la presente investigación la información obtenida está expuesta de manera seria, sin haber sido alterados o cambiados de versión. Toda información adquirida ha sido por medio de fuente base de datos principalmente tales como: Reglamentos, Normas Nacionales e Internacionales, Artículos y Tesis relacionadas.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Cálculo de las fuerzas de viento

#### 4.1.1. Según la norma E.020

Se ha hecho uso del mapa eólico del Perú (ver anexo 01) y se tomará una velocidad de diseño de 85 km/h hasta 10 m de altura, se utilizará la fórmula  $V_h = V(h/10)^{0.22}$  para alturas mayores a 10 m.

El factor de forma (C) se considerará el valor a barlovento de +1.5 (ver cuadro 1).

La carga exterior (presión o succión) ejercida por el viento se calculará con la fórmula  $P_h = 0.005CV_h^2$  obteniendo los siguientes resultados:

*Cuadro 6: Presiones del viento según la norma E.020.*

H (m)	Vh (kh/h)	q (kg/m2)	C	P (kg/m2)
0	85.00	36.13	1.50	54.19
1	85.00	36.13	1.50	54.19
2	85.00	36.13	1.50	54.19
3	85.00	36.13	1.50	54.19
4	85.00	36.13	1.50	54.19
5	85.00	36.13	1.50	54.19
6	85.00	36.13	1.50	54.19

*Fuente: Propia.*

#### 4.1.2. Según la norma NCh 432

Para el cálculo de las presiones básicas para diferentes alturas sobre el suelo, se hará uso del cuadro 2.

##### 4.1.2.1. Para muros rectos

Se considerará un factor de forma de 1.2 mencionado en punto 9.2.3.1. de la norma chilena NCh 432 para muros con alturas hasta cinco veces el ancho, medido perpendicularmente a la dirección del viento, siendo el caso de todos los muros del presente informe obteniendo los siguientes resultados:

*Cuadro 7: Presiones de viento para muros rectos según la norma NCh 432.*

H (m)	q (kg/m <sup>2</sup> )	C	P (kg/m <sup>2</sup> )
0	55.00	1.20	66.00
1	56.33	1.20	67.60
2	57.67	1.20	69.20
3	59.00	1.20	70.80
4	60.33	1.20	72.40
5	61.67	1.20	74.00
6	63.00	1.20	75.60

*Fuente: Propia.*

Las presiones de viento obtenidos por la norma chilena NCh 432 son mayores que los obtenidos por la norma peruana E.020 en todos los niveles, para los cálculos posteriores se hará uso las presiones obtenidas por la norma chilena.

#### **4.1.2.2. Para muros curvos**

La norma chilena NCh 432, hace mención sobre la distribución de presiones sobre superficies circulares (figura 6), el cual hemos iterado para obtener los valores correspondientes de factores de forma para los distintos ángulos medidos desde la dirección del viento perpendicular al centro del muro. Obteniendo los siguientes resultados:

*Cuadro 8: Factor de forma para los distintos ángulos medidos desde la dirección del viento perpendicular al centro del muro*

$\alpha$	C
0	1.00
5	0.96
10	0.93
15	0.80
20	0.76
25	0.65
30	0.50
35	0.33
40	0.00
45	-0.20

*Fuente: Propia*

En el modelamiento de los muros curvos se ha dividido en 16 partes independiente de la altura y la longitud (figura 7 y 8), en los cuales se han hallado diferentes tipos de ángulos medidos desde la dirección del viento perpendicular al centro del muro siendo separados en dos grupos:

- **Cuando la flecha es igual a 0.1 veces la cuerda del muro**

El ángulo central hallado es  $45.24^\circ$ , con 16 partes de  $2.83^\circ$  de los cuales 8 estarán en el lado izquierdo del muro y 8 en el lado derecho, teniendo como resultado  $22.62^\circ$  a cada lado. (Ver figura 7)

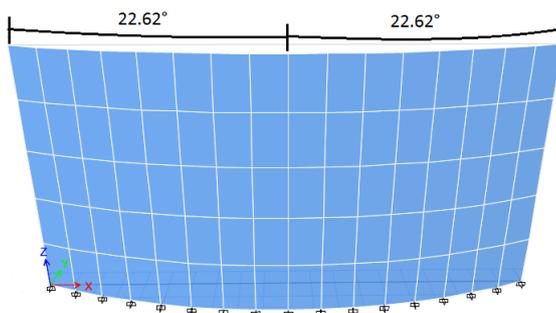


Figura 7: Muro curvo  $f=0.1 c$ .

Fuente: Propia.

A partir de los datos obtenidos, se ha calculado la presión del viento para este grupo de muros con sus respectivas alturas mostradas a continuación:

Cuadro 9: Presiones de viento a diferentes alturas en muro curvo  $f=0.1 c$ .

H (m)	$\alpha = 0.00^\circ$	$\alpha = 2.83^\circ$	$\alpha = 5.65^\circ$	$\alpha = 8.48^\circ$	$\alpha = 11.31^\circ$	$\alpha = 14.14^\circ$	$\alpha = 16.96^\circ$	$\alpha = 19.79^\circ$
0	55.00	53.76	52.58	51.65	49.28	45.23	43.14	41.89
1	56.33	55.06	53.86	52.90	50.47	45.46	44.18	42.91
2	57.67	56.36	55.13	54.16	51.67	46.53	45.23	43.92
3	59.00	57.67	56.41	55.41	52.86	47.61	46.27	44.94
4	60.33	58.97	57.68	56.66	54.06	48.68	47.32	45.95
5	61.67	60.27	58.96	57.91	55.25	49.76	48.36	46.97
6	63.00	61.57	60.23	59.16	56.44	50.83	49.41	47.98

Fuente: Propia.

- **Cuando la flecha es igual a 0.2 veces la cuerda del muro**

El ángulo central hallado es de  $87.21^\circ$ , con 16 partes de  $5.45^\circ$  de los cuales 8 estarán en el lado izquierdo del muro y 8 en el lado derecho, teniendo como resultado  $43.60^\circ$  a cada lado. (Ver figura 8)

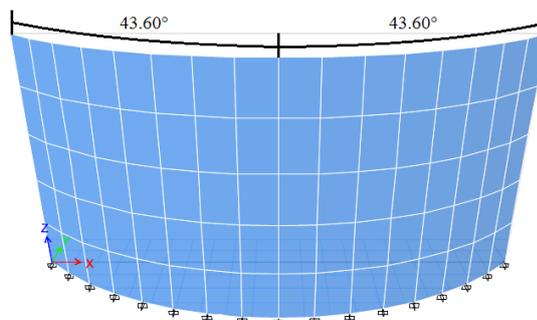


Figura 8: Muro curvo  $f=0.2 c$ .

Fuente: Propia.

A partir de los datos obtenidos, se ha calculado la presión del viento para este grupo de muros con sus respectivas alturas mostradas a continuación:

Cuadro 10: Presiones de viento a diferentes alturas en muro curvo  $f=0.2 c$ .

H (m)	$\alpha = 0.00^\circ$	$\alpha = 5.45^\circ$	$\alpha = 10.90^\circ$	$\alpha = 16.35^\circ$	$\alpha = 21.80^\circ$	$\alpha = 27.25^\circ$	$\alpha = 32.70^\circ$	$\alpha = 38.15^\circ$
0	55.00	52.65	49.86	43.41	39.62	32.03	22.45	6.71
1	56.33	53.93	51.07	44.46	40.58	32.81	22.99	6.87
2	57.67	55.20	52.28	45.51	41.54	33.59	23.54	7.03
3	59.00	56.48	53.49	46.56	42.50	34.36	24.08	7.19
4	60.33	57.76	54.70	47.61	43.46	35.14	24.62	7.36
5	61.67	59.03	55.91	48.67	44.42	35.92	25.17	7.52
6	63.00	60.31	57.11	49.72	45.38	36.69	25.71	7.68

Fuente: Propia.

#### 4.1.2.3. Para muros en ángulo

Se considerará las presiones obtenidas en los muros rectos, a diferencia que la fuerza del viento no actuará perpendicular a la cara de los muros, sino que éste será respecto a un ángulo  $\alpha$ . (Ver cuadro 11)

Cuadro 11: Presión de viento a diferentes alturas en muros en ángulo.

H (m)	$\alpha = 15.00^\circ$	$\alpha = 30.00^\circ$	$\alpha = 45.00^\circ$
0	63.75	57.16	46.67
1	65.30	58.54	47.80
2	66.84	59.93	48.93
3	68.39	61.31	50.06
4	69.93	62.70	51.19
5	71.48	64.09	52.33
6	73.02	65.47	53.46

Fuente: Propia.

#### 4.2. Cálculo del empuje del suelo

Se tomará en cuenta los siguientes datos para calcular el empuje del suelo en los casos solicitados:

$\varphi =$	25,00°
$\gamma =$	1,80 tn/m <sup>3</sup>
$\beta =$	0,00°
$\omega =$	0,00°
$\delta_m =$	20,00°
$k_h =$	0,45
$k_v =$	0,00
$\Psi =$	12,68°

##### 4.2.1. Presión lateral del suelo (EH)

Primero se hará el cálculo del coeficiente de empuje ( $K_a$ ) y luego se hallará el valor de la presión lateral del suelo (EH) para las diferentes alturas de muros, considerando franjas de 1m de longitud.

Cuadro 12: Coeficiente de empuje activo ( $K_a$ ) y presión lateral del suelo (EH).

	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
$K_a$	0,357	0,357	0,357	0,357	
EH	3,940	6,513	9,730	13,589	ton/m

Fuente: Propia

##### 4.2.2. Presión lateral por acción sísmica del suelo (EQ)

Tomando en cuenta las fórmulas propuestas del método M-O y los datos mostrados en la tabla anterior, se han obtenido los siguientes resultados.

Cuadro 13: Coeficiente de presión activa sísmica del suelo ( $K_{AE}$ ) y carga sísmica del suelo ( $E_{Qterr}$ ).

	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
$K_{AE}$	0,574	0,574	0,574	0,574	
PAE	6,325	10,456	15,619	21,815	ton/m
$E_{Qterr}$	2,385	3,942	5,889	8,226	ton/m

Fuente: Propia

A continuación, se hallarán los valores de la fuerza inercial horizontal debido a la carga sísmica de la masa del muro ( $P_{IR}$ ), el Centro de Gravedad de los muros y terreno tributario, y el efecto combinado de  $P_{AE}$  y  $P_{IR}$ :

#### 4.2.2.1. Para muros rectos

##### - Cuando $t = 0.25$ metros

Cuadro 14: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros rectos de 0.25 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	16,89	28,89	43,57	62,35	
PIR	3,80	6,50	9,80	14,03	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,22	13,71	20,52	28,83	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,74	13,01	19,53	27,62	ton/m
0.5PIR	1,90	3,25	4,90	7,01	ton/m
Ya	1,44	1,86	2,27	2,72	m

Fuente: Propia

##### - Cuando $t = 0.30$ metros

Cuadro 15: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros rectos de 0.30 metros de espesor.

Muros de $t = 0.30$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	16,98	29,01	44,51	62,53	
PIR	3,82	6,53	10,01	14,07	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,23	13,72	20,63	28,85	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,76	13,04	19,74	27,66	ton/m
0.5PIR	1,91	3,26	5,01	7,03	ton/m
Ya	1,44	1,86	2,30	2,71	m

Fuente: Propia

- Cuando  $t = 0.35$  metros

Cuadro 16: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros rectos de 0.35 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	17,44	29,13	44,86	62,71	
PIR	3,92	6,55	10,09	14,11	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,29	13,73	20,67	28,87	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,86	13,07	19,82	27,70	ton/m
0.5PIR	1,96	3,28	5,05	7,05	ton/m
Ya	1,45	1,86	2,29	2,72	m

Fuente: Propia

#### 4.2.2.2. Para muros curvos

- Para muros curvos ( $f = 0.1$  c)

- Cuando  $t = 0.25$  metros

Cuadro 17: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda de 0.25 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	18,11	31,28	48,55	71,32	
PIR	4,07	7,04	10,92	16,05	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,36	13,97	21,08	29,84	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	8,01	13,55	20,65	29,64	ton/m
0.5PIR	2,04	3,52	5,46	8,02	ton/m
Ya	1,72	2,07	2,49	2,93	m

Fuente: Propia

- Cuando  $t = 0.30$  metros

*Cuadro 18: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda de 0.30 metros de espesor.*

Muros de $t = 0.30$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	18,15	31,33	49,41	72,37	
PIR	4,08	7,05	11,12	16,28	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,37	13,98	21,18	29,96	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	8,02	13,56	20,85	29,87	ton/m
0.5PIR	2,04	3,52	5,56	8,14	ton/m
Ya	1,72	2,07	2,49	2,93	m

*Fuente: Propia*

- Cuando  $t = 0.35$  metros

*Cuadro 19: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda de 0.35 metros de espesor.*

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	18,20	32,00	50,27	73,41	
PIR	4,10	7,20	11,31	16,52	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,37	14,06	21,27	30,07	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	8,04	13,71	21,04	30,11	ton/m
0.5PIR	2,05	3,60	5,66	8,26	ton/m
Ya	1,72	2,08	2,49	2,93	m

*Fuente: Propia*

- **Para muros curvos ( $f = 0.2 c$ )**

- **Cuando  $t = 0.25$  metros**

*Cuadro 20: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.2 veces la cuerda de 0.25 metros de espesor.*

<b>Muros de <math>t = 0.25</math> m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
DC + EV	18,09	32,19	52,25	78,52	
PIR	4,07	7,24	11,76	17,67	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,36	14,08	21,50	30,65	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	8,01	13,76	21,49	31,26	ton/m
0.5PIR	2,04	3,62	5,88	8,83	ton/m
Ya	1,65	2,06	2,52	2,99	m

*Fuente: Propia*

- **Cuando  $t = 0.30$  metros**

*Cuadro 21: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.2 veces la cuerda de 0.30 metros de espesor.*

<b>Muros de <math>t = 0.30</math> m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
DC + EV	18,10	32,89	53,16	79,65	
PIR	4,07	7,40	11,96	17,92	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,36	14,16	21,60	30,78	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	8,01	13,91	21,69	31,51	ton/m
0.5PIR	2,04	3,70	5,98	8,96	ton/m
Ya	1,65	2,07	2,52	2,99	m

*Fuente: Propia*

- Cuando  $t = 0.35$  metros

Cuadro 22: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros curvos de flecha igual a 0.2 veces la cuerda de 0.35 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	18,62	33,45	53,91	80,61	
PIR	4,19	7,53	12,13	18,14	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,42	14,22	21,68	30,88	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	8,13	14,04	21,86	31,73	ton/m
0.5PIR	2,09	3,76	6,07	9,07	ton/m
Ya	1,65	2,07	2,53	3,00	m

Fuente: Propia

#### 4.2.2.3. Para muros en ángulo

- Para muros en ángulo ( $\alpha = 15^\circ$ )

- Cuando  $t = 0.25$  metros

Cuadro 23: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con  $\alpha = 15.00^\circ$  de 0.25 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	17,35	29,66	45,56	66,21	
PIR	3,90	6,67	10,25	14,90	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,28	13,79	20,74	29,26	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,84	13,19	19,98	28,49	ton/m
0.5PIR	1,95	3,34	5,13	7,45	ton/m
Ya	1,65	2,03	2,44	2,87	m

Fuente: Propia

- Cuando  $t = 0.30$  metros

Cuadro 24: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con  $\alpha = 15.00^\circ$  de 0.30 metros de espesor.

Muros de $t = 0.30$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	17,40	29,72	46,37	67,19	
PIR	3,91	6,69	10,43	15,12	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,28	13,80	20,84	29,37	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,86	13,20	20,16	28,71	ton/m
0.5PIR	1,96	3,34	5,22	7,56	ton/m
Ya	1,66	2,03	2,44	2,87	m

Fuente: Propia

- Cuando  $t = 0.35$  metros

Cuadro 25: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con  $\alpha = 15.00^\circ$  de 0.35 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	17,45	30,36	47,01	67,99	
PIR	3,93	6,83	10,58	15,30	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,29	13,87	20,91	29,46	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,87	13,34	20,31	28,89	ton/m
0.5PIR	1,96	3,42	5,29	7,65	ton/m
Ya	1,66	2,03	2,45	2,88	m

Fuente: Propia

- **Para muros en ángulo ( $\alpha = 30^\circ$ )**

- **Cuando  $t = 0.25$  metros**

*Cuadro 26: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con  $\alpha = 30.00^\circ$  de 0.25 metros de espesor.*

<b>Muros de t = 0.25 m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
DC + EV	17,09	29,58	46,78	68,92	
PIR	3,85	6,66	10,52	15,51	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,25	13,78	20,88	29,57	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,79	13,17	20,25	29,10	ton/m
0.5PIR	1,92	3,33	5,26	7,75	ton/m
Ya	1,67	2,06	2,49	2,94	m

*Fuente: Propia*

- **Cuando  $t = 0.30$  metros**

*Cuadro 27: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con  $\alpha = 30.00^\circ$  de 0.30 metros de espesor.*

<b>Muros de t = 0.30 m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
DC + EV	17,11	30,12	46,75	69,83	
PIR	3,85	6,78	10,52	15,71	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,25	13,84	20,88	29,67	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,79	13,29	20,25	29,30	ton/m
0.5PIR	1,92	3,39	5,26	7,86	ton/m
Ya	1,67	2,06	2,49	2,94	m

*Fuente: Propia*

- Cuando  $t = 0.35$  metros

Cuadro 28: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con  $\alpha = 30.00^\circ$  de 0.35 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	17,13	30,13	47,61	69,76	
PIR	3,85	6,78	10,71	15,70	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,25	13,84	20,97	29,66	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,79	13,29	20,44	29,29	ton/m
0.5PIR	1,93	3,39	5,36	7,85	ton/m
Ya	1,67	2,07	2,49	2,94	m

Fuente: Propia

• Para muros en ángulo ( $\alpha = 45^\circ$ )

- Cuando  $t = 0.25$  metros

Cuadro 29: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con  $\alpha = 45.00^\circ$  de 0.25 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	16,62	29,31	46,61	70,22	
PIR	3,74	6,59	10,49	15,80	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,19	13,75	20,86	29,71	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,68	13,11	20,22	29,39	ton/m
0.5PIR	1,87	3,30	5,24	7,90	ton/m
Ya	1,68	2,09	2,53	3,00	m

Fuente: Propia

- Cuando  $t = 0.30$  metros

Cuadro 30: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con  $\alpha = 45.00^\circ$  de 0.30 metros de espesor.

Muros de $t = 0.30$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	17,02	29,27	46,53	70,07	
PIR	3,83	6,59	10,47	15,77	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,24	13,75	20,85	29,70	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,77	13,10	20,20	29,35	ton/m
0.5PIR	1,91	3,29	5,23	7,88	ton/m
Ya	1,69	2,09	2,53	3,00	m

Fuente: Propia

- Cuando  $t = 0.35$  metros

Cuadro 31: Valores de la fuerza inercial actuando sobre los muros en ángulo con  $\alpha = 45.00^\circ$  de 0.35 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
DC + EV	17,01	29,24	46,45	69,92	
PIR	3,83	6,58	10,45	15,73	ton/m
PAE + 0.5PIR	8,24	13,75	20,84	29,68	ton/m
(0.5PAE > EH) + PIR	7,77	13,09	20,18	29,32	ton/m
0.5PIR	1,91	3,29	5,23	7,87	ton/m
Ya	1,69	2,09	2,54	3,00	m

Fuente: Propia

#### 4.2.3. Empuje pasivo según el método Mononobe-Okabe

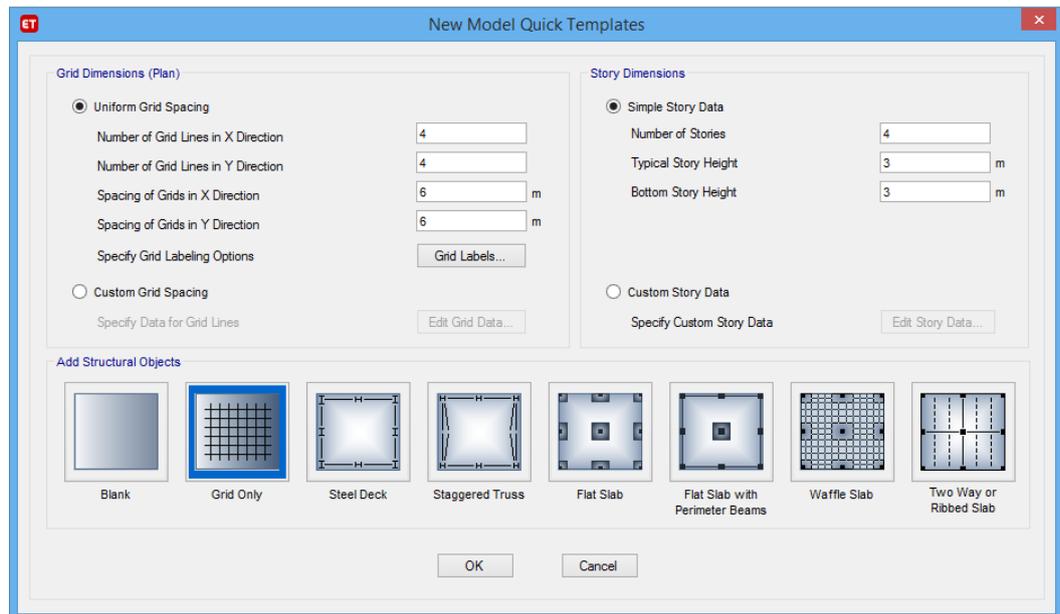
Para el cálculo del empuje pasivo según el método Mononobe-Okabe, se ha tomado los mismos datos del empuje activo, a diferencia que la altura será de 1.00 metros en todos los casos debido a la profundidad de cimentación.

KPE =	3,50
EAE =	3,15 tn/m

### 4.3. Modelamiento de los muros

Para el modelamiento de los muros estructurales se ha hecho uso del programa ETABS v20.

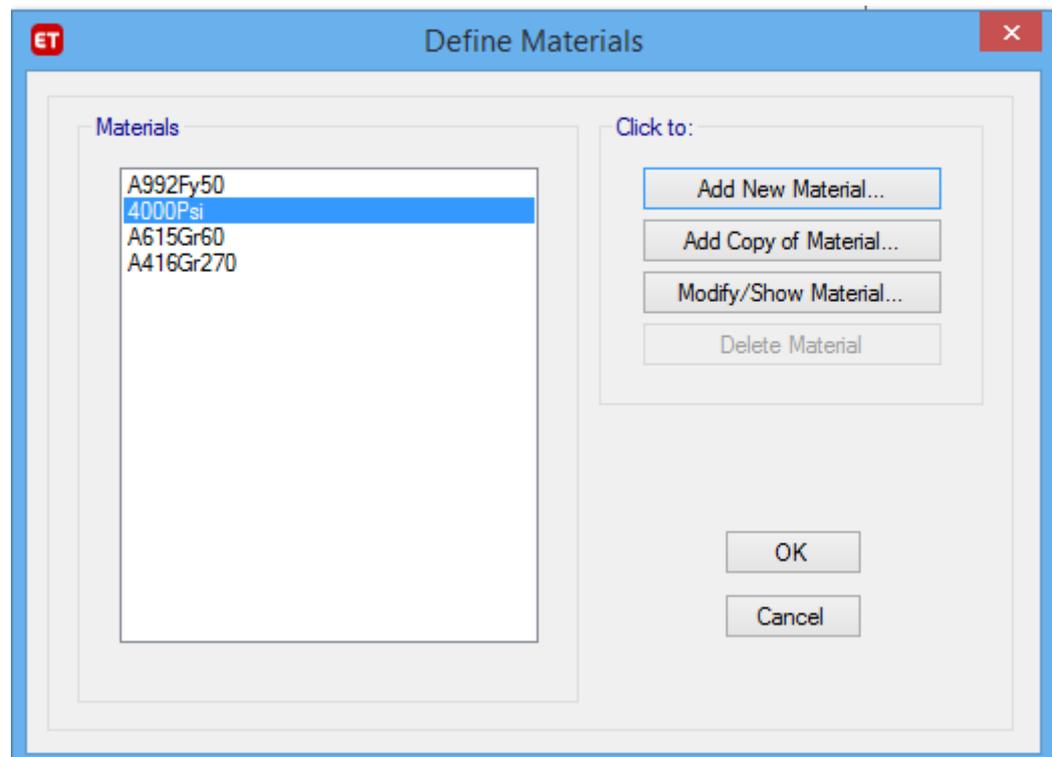
- Al abrir el Etabs tendremos acceso a su ventana principal, seleccionamos la opción “New Model” para crear un nuevo modelo, donde ingresaremos los ejes y niveles deseados (Ver figura 9).



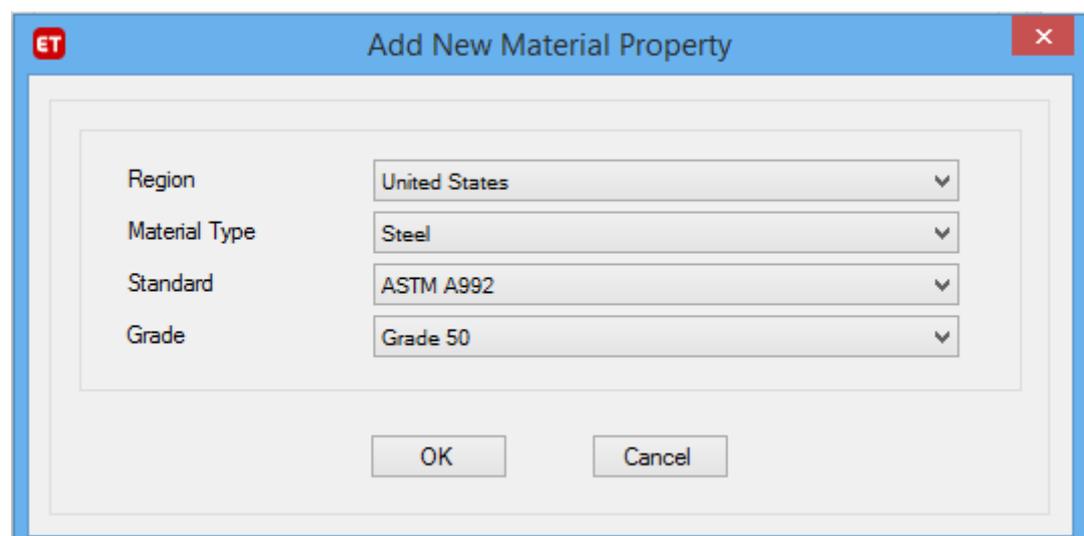
*Figura 9: Ventana de plantillas rápidas*

*Fuente: Propia.*

- Después de editar los valores de los ejes y los niveles según las dimensiones de los modelos planteados (alturas de 3, 4, 5 y 6 metros), definiremos los materiales en el menú “Define/Materials Properties” (Ver figura 10), y hacemos click en “Add New Material” para definir las propiedades del material a utilizar (Ver figura 11)



*Figura 10: Ventana “Define Materials”  
Fuente: Propia.*



*Figura 11: Ventana “Add New Material Property”  
Fuente: Propia.*

- Hacemos click en “ok” y guardaremos los materiales definidos.

- Una vez definido el material, procederemos a definir la sección de nuestros muros en el menú “Define/Section Properties/Wall Section” una vez en el cuadro de “Wall Properties” (Ver figura 12) hacemos click en “Add New Property”, en el cual serán definidos los espesores de 0.25, 0.30 y 0.35 metros.

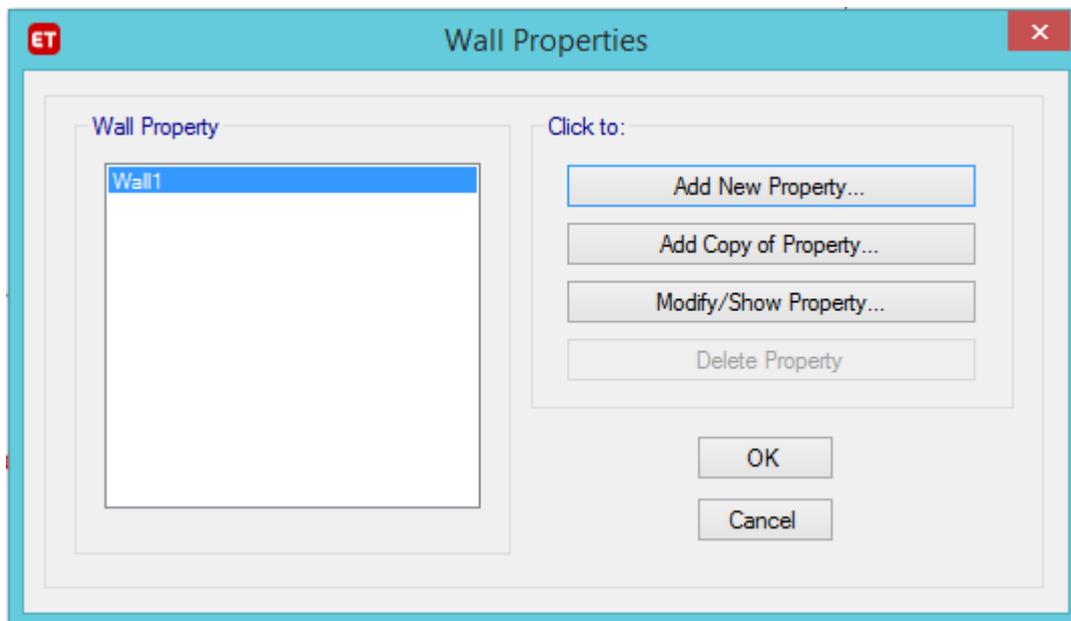


Figura 12: Ventana “Wall Properties”  
Fuente: Propia.

- Luego iremos al botón “One Story” ubicada en la parte inferior derecha (ver figura 13) y cambiamos esa opción a “All Stories” para que los muros que dibujemos se realicen en todos los niveles que tengamos.

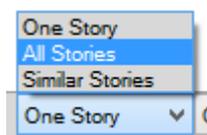


Figura 13: Selección del botón “All Stories”  
Fuente: Propia.

- Para el dibujo de muros hay una gran diversidad de opciones que brinda el programa, de las cuales posteriormente se detallaran los procedimientos utilizados en la presente investigación.

- Una vez dibujado el muro se dividirá el área en elementos finitos para una mejor precisión en el análisis estructural en el menú “Edit/Edit Shells/Divide Shells” y se elegirá el número de elementos a dividir (Ver imagen 14)

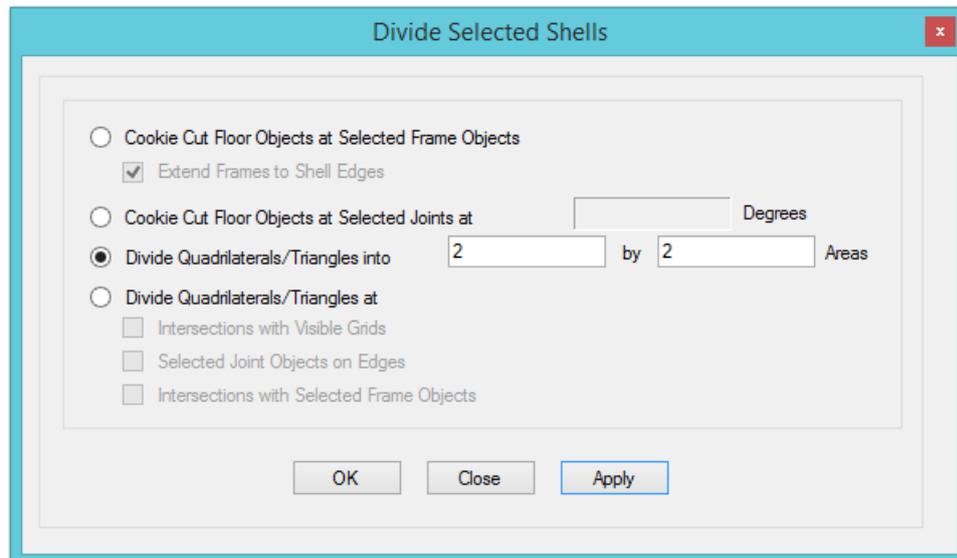


Figura 14: Ventana “Divide Selected Shells”

Fuente: Propia.

\*Nota: A menores dimensiones de los elementos, se obtendrá una mejor precisión, pero tomará un mayor tiempo de ejecución.

- Seleccionaremos la base del muro para la asignación de restricciones en el menú “Assign/Joint/Restrains”, y nos aparecerá una ventana (ver figura 15) donde seleccionaremos el tipo de apoyo deseado.

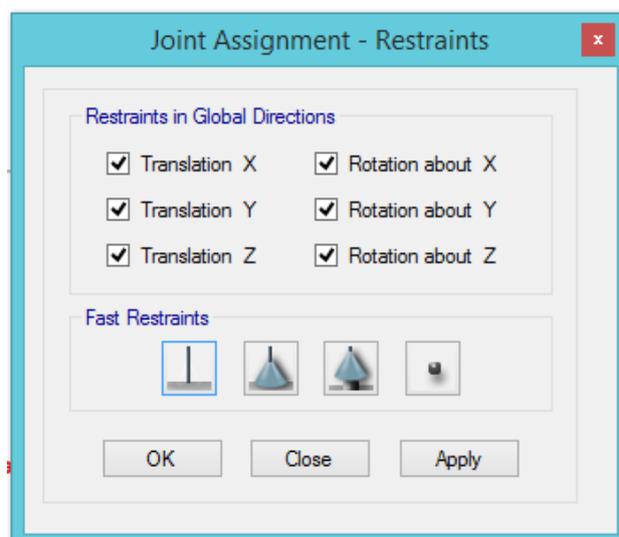


Figura 15: Ventana “Joint Assignment - Restraints”

Fuente: Propia.

- Por último, asignaremos las cargas de viento para su posterior análisis, para eso, definiremos los casos de carga en el menú “Define/Load Patterns” y en la ventana mostrada añadiremos la carga de viento (ver figura 16).

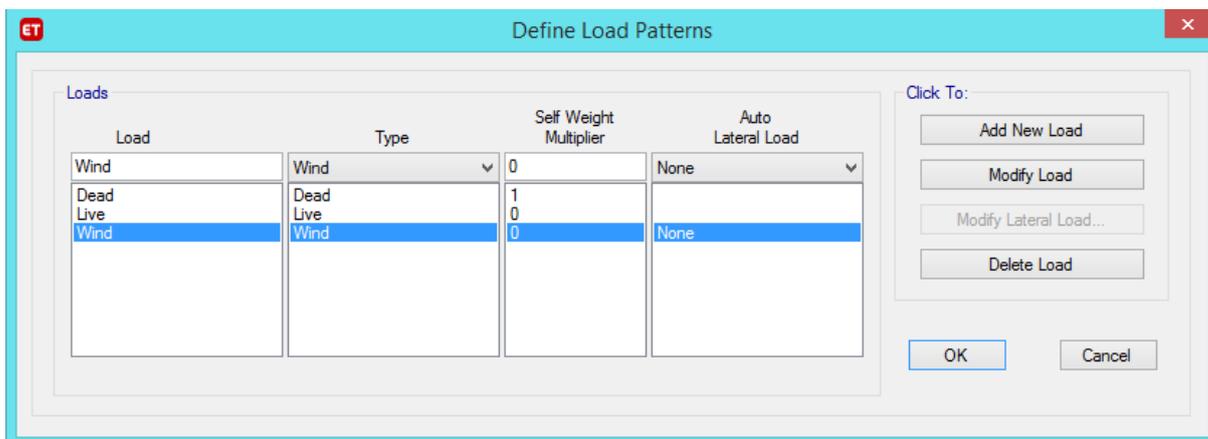


Figura 16: Ventana “Define Load Patterns”

Fuente: Propia.

- Seleccionaremos el elemento a cargar e iremos al menú “Assign/Shell Loads/Uniform” y en la ventana que aparece ingresaremos los valores de las cargas de viento calculadas anteriormente para las distintas alturas (ver figura 17).

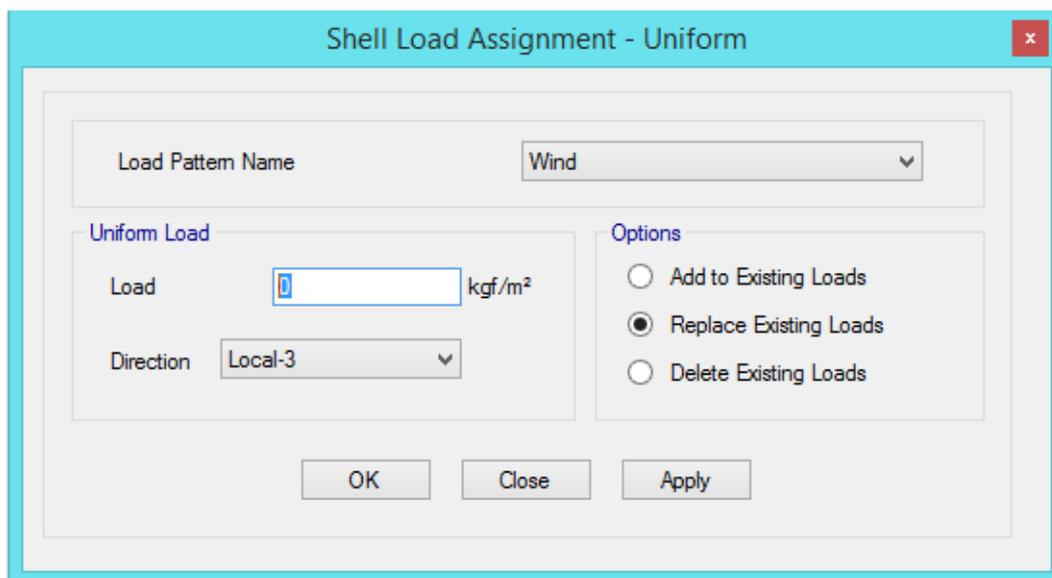


Figura 17: Ventana “Shell Load Assignment - Uniform”

Fuente: Propia.

### 4.3.1. Para muros rectos

- Iremos al menú “Draw/Draw Floor/Wall Objects/Draw Walls”, en el cuadro “Properties of Objects” seleccionaremos nuestro espesor definido anteriormente (ver figura 18) y en la vista en planta hacemos click en el primer y ultimo punto de la longitud del muro a dibujar (figura 19).

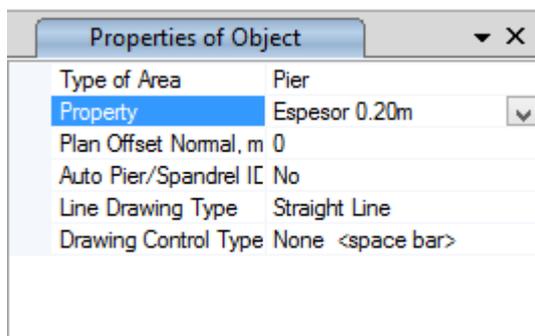


Figura 18: Cuadro “Properties of Objects”  
Fuente: Propia.

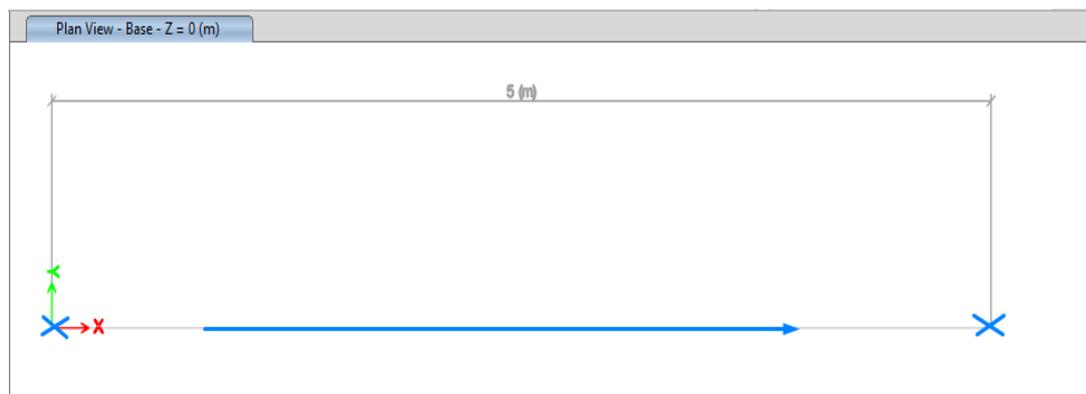


Figura 19: Secuencia del trazado para el dibujo del muro recto  
Fuente: Propia.

- Como ejemplo se ha tomado un muro de 5 metros de longitud y 5 metros de altura mostrado a continuación (Ver figura 20)

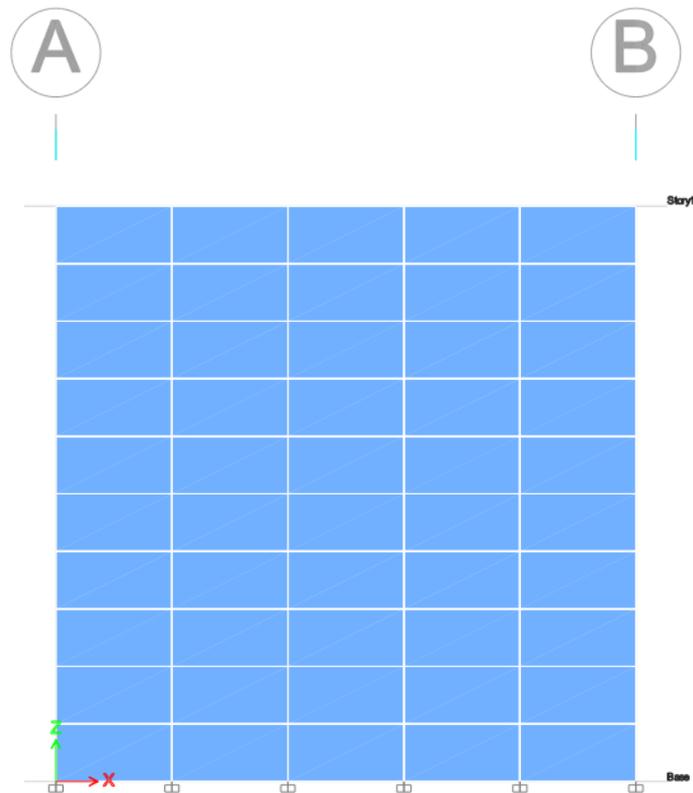


Figura 20: Muro recto,  $L=5m$ ,  $H=5m$   
Fuente: Propia.

#### 4.3.2. Para muros curvos

- Para dibujar los muros curvos, se va a extruir un frame en forma radial, para eso, dibujaremos elemento vertical en el menú “Draw/Draw Beam/Column/Brace Objects/Quick Draw Columns” y haremos click en la intersección del eje X y Y (ver figura 21)

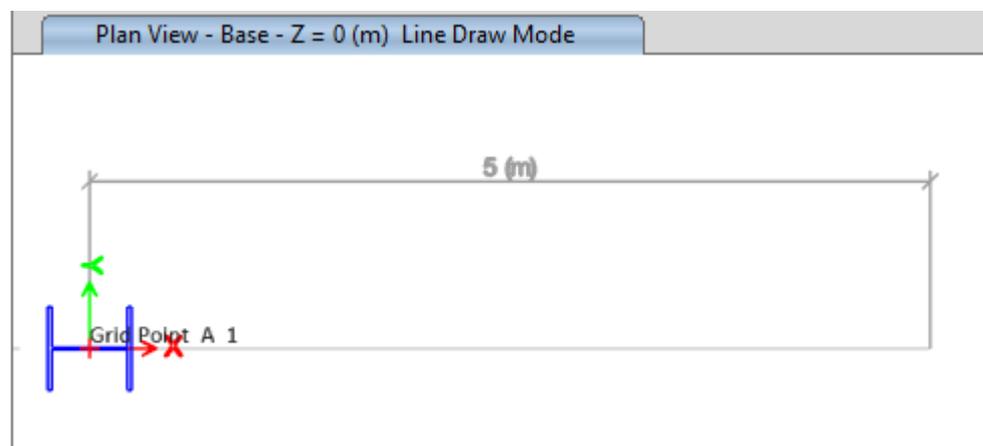


Figura 21: Punto en el eje para la creación del elemento frame.  
Fuente: Propia.

- Seleccionamos el frame creado y vamos al menú “Edit/Extrude/Extrude Frames to Shells”, en el cuadro mostrado escogemos la pestaña “Radial Extrusion” (ver figura 22)

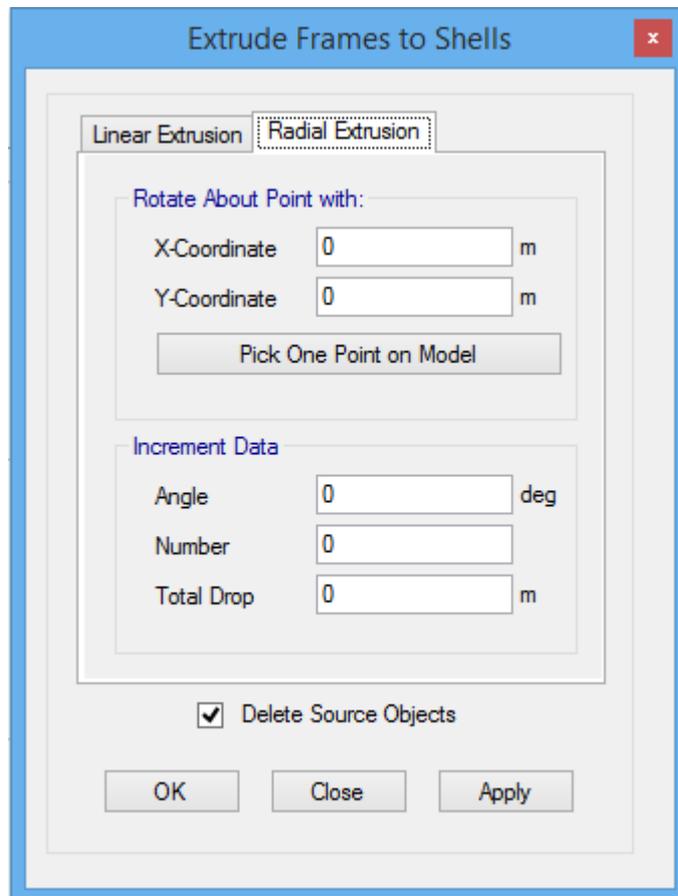


Figura 22: Ventana “Extrude Frame to Shells”  
Fuente: Propia.

A continuación, se mostrarán los valores que se han calculado para llenar el cuadro según los diferentes tipos de muros curvos.

Cuadro 32: Valores para insertar a la ventana “Extrude Frame to Shells”

	M1	M2
X Coordinate	2.50	2.50
Y Coordinate	6.00	2625
Angle	2.83	5.45
Number	16	16
Drop	0	0

Fuente: Propia.

Donde:

M1: La flecha es igual a 0.1 veces la cuerda y la longitud es de 5 metros.

M2: La flecha es igual a 0.2 veces la cuerda y la longitud es de 5 metros.

- Como ejemplo se ha tomado un muro de 10 metros de longitud, 20 metros de altura y una flecha igual 0.2 veces su cuerda (Ver figura 23)

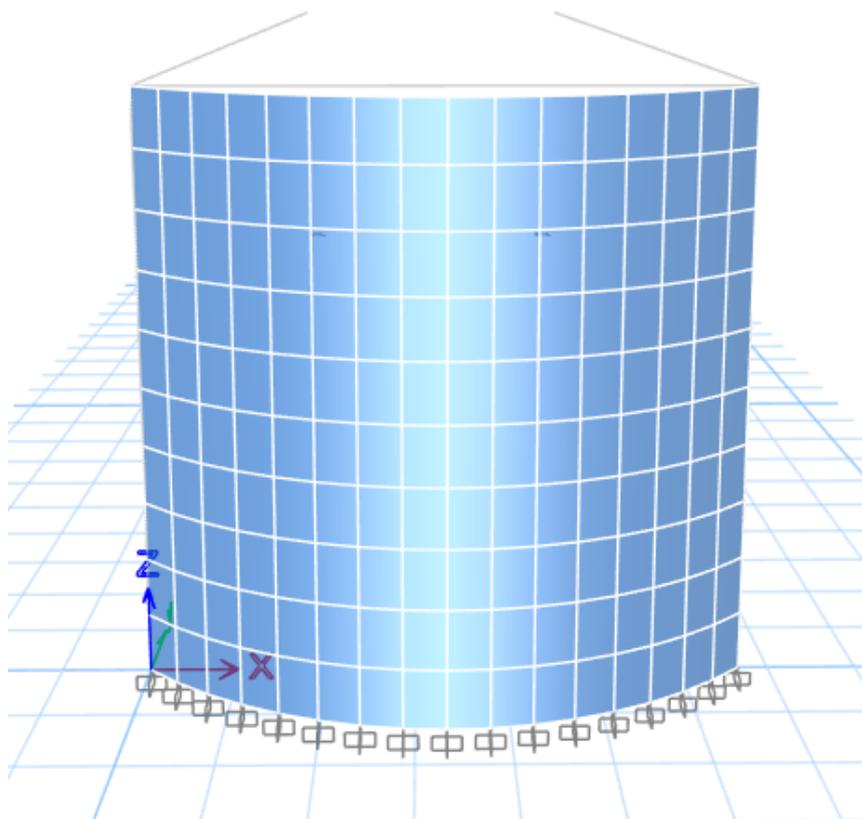


Figura 23: Muro curvo  $f=0.2c$ ,  $L=5m$ ,  $H=5m$   
Fuente: Propia.

#### 4.3.3. Para muros en ángulo

- Primero haremos un punto en las coordenadas (X, Y), donde la distancia en el eje X será la mitad de longitud horizontal del muro y la distancia en el eje Y será la mitad de la tangente del ángulo  $\alpha$  de la longitud horizontal del muro.
- Luego iremos al menú “Draw/Draw Floor/Wall Objects/Draw Walls”, en el cuadro “Properties of Objects” seleccionaremos nuestro espesor definido anteriormente (ver figura 24) y en la vista en planta hacemos click en el eje de inicio, seguido del punto dibujado anteriormente y luego en el punto final de la longitud del muro a dibujar (figura 25).

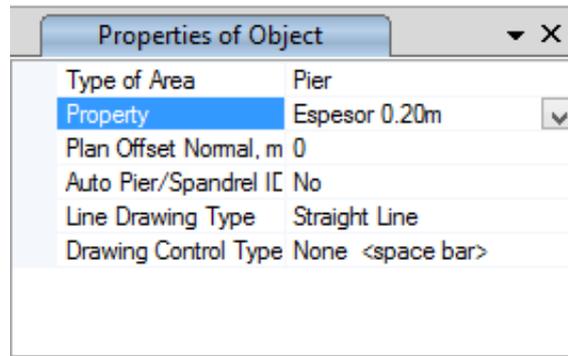


Figura 24: Cuadro "Properties of Objects"  
Fuente: Propia.

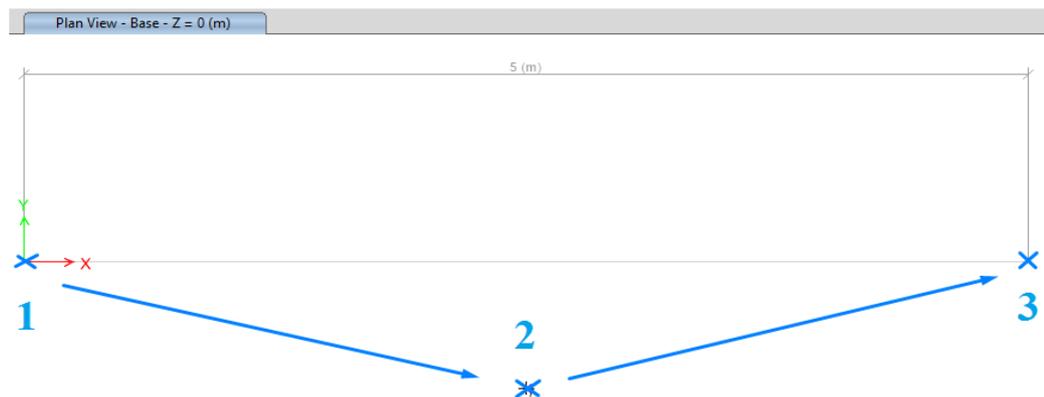


Figura 25: Secuencia del trazado para el dibujo del muro en ángulo.  
Fuente: Propia.

- Como ejemplo se ha tomado un muro en ángulo con  $\alpha$  igual a  $15^\circ$ , 5 metros de longitud y 5 metros de altura mostrado a continuación (Ver figura 26)

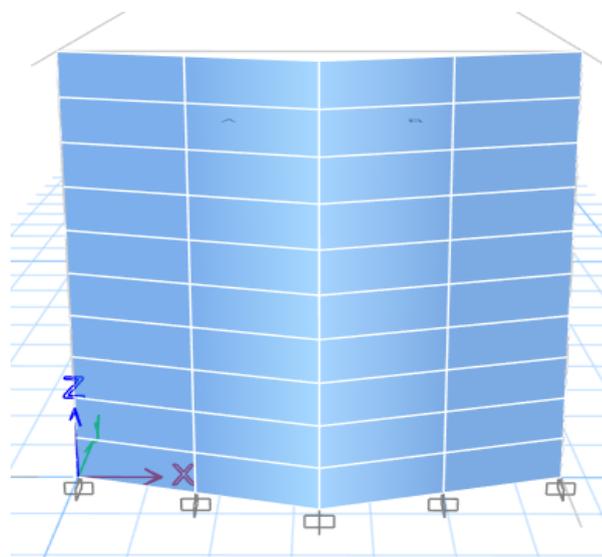


Figura 26: Muro en ángulo  $\alpha = 15^\circ$ ,  $L=5m$ ,  $H=5m$   
Fuente: Propia.

#### 4.4. Análisis de estabilidad

Se ha verificado la estabilidad de los muros por volteo, deslizamiento y capacidad portante, para ello, se ha tomado en cuenta la nomenclatura de siguiente figura que serán utilizados en los cálculos posteriores.

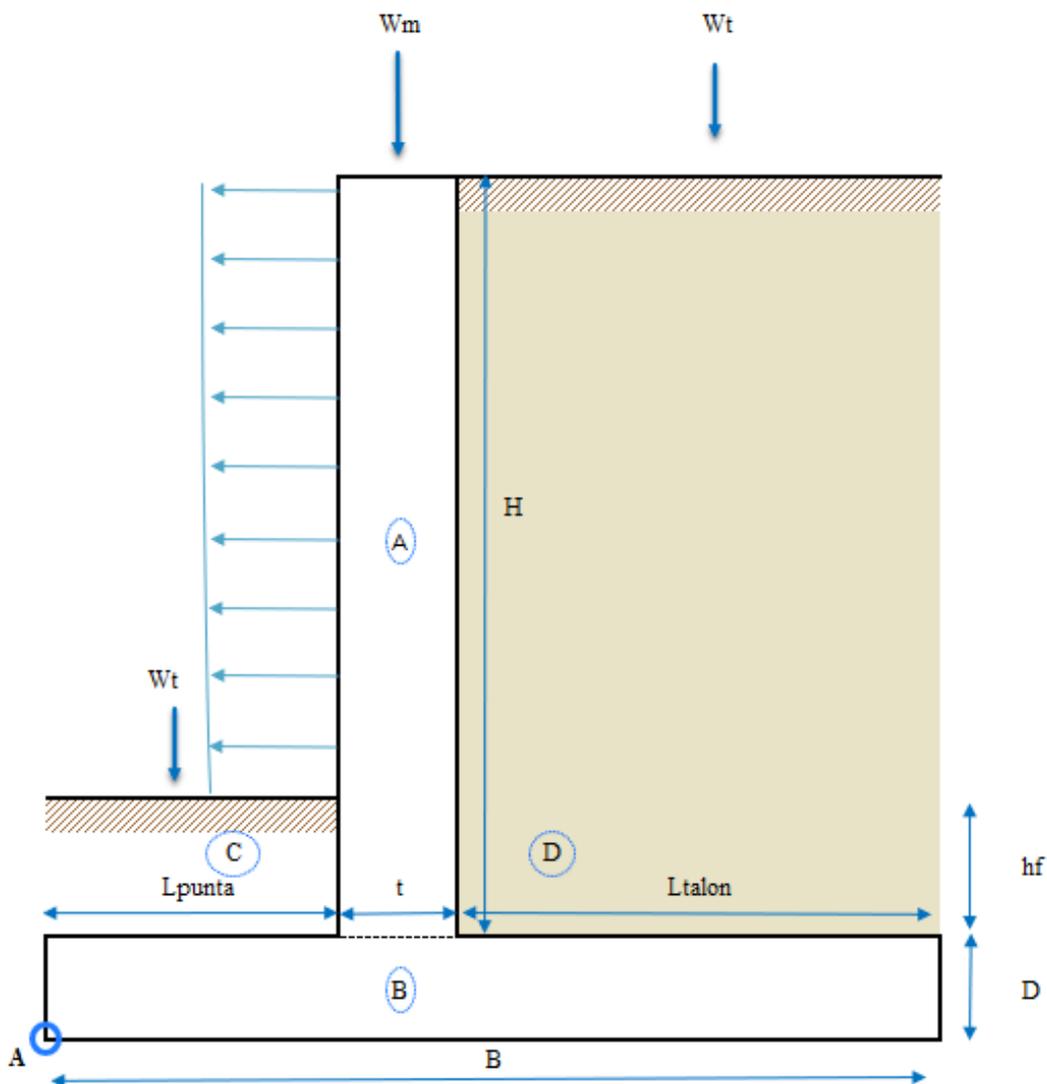


Figura 27: Sección transversal del muro  
Fuente: Propia.

Se ha considerado una profundidad de cimentación de 1 metro con una altura de zapata de 0.5 metros.

Para el ancho de la zapata por razones de comparación entre los muros, se ha tomado para todos los muros que el ancho del talón sea mayor o igual a dos veces el ancho de la punta y valores para que la presión en el suelo no sobrepase los  $8.50 \text{ tn/m}^2$ , los cuales se han detallado a continuación:

- **Para muros de espesor igual a 0.25 m**

*Cuadro 33: Anchos de cimentación para  $t = 0.25$  metros*

<b>Muros de <math>t = 0.25</math> m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
Muros rectos	2.90	4.00	5.10	6.25	m
Muros en ángulo (15 grados)	2.80	3.80	4.80	5.85	m
Muros en ángulo (30 grados)	2.65	3.60	4.55	5.55	m
Muros en ángulo (45 grados)	2.55	3.40	4.25	5.25	m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	2.80	3.80	4.80	5.85	m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	2.50	3.50	4.80	5.85	m

*Fuente: Propia*

- **Para muros de espesor igual a 0.30 m**

*Cuadro 34: Anchos de cimentación para  $t = 0.30$  metros*

<b>Muros de <math>t = 0.30</math> m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
Muros rectos	2.90	4.00	5.15	6.25	m
Muros en ángulo (15 grados)	2.80	3.80	4.85	5.90	m
Muros en ángulo (30 grados)	2.65	3.60	4.55	5.55	m
Muros en ángulo (45 grados)	2.55	3.40	4.30	5.25	m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	2.80	3.80	4.85	5.90	m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	2.75	3.80	4.85	5.90	m

*Fuente: Propia*

- **Para muros de espesor igual a 0.35 m**

*Cuadro 35: Anchos de cimentación para  $t = 0.35$  metros*

<b>Muros de <math>t = 0.35</math> m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
Muros rectos	2.95	4.00	5.15	6.25	m
Muros en ángulo (15 grados)	2.80	3.85	4.85	5.90	m
Muros en ángulo (30 grados)	2.65	3.60	4.60	5.55	m
Muros en ángulo (45 grados)	2.66	4.30	4.30	5.25	m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	2.80	4.90	4.90	5.95	m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	2.80	4.85	4.85	5.90	m

*Fuente: Propia*

#### 4.4.1. Verificación por volteo

Para hallar el factor de seguridad por volteo en cada uno de los muros se deberá cumplir la relación mencionada en la norma CE.020 (fórmula 1)

$$F. S. VUELCO = \frac{\sum M_{A \text{ FUERZAS ESTABILIZANTES}}}{\sum M_{A \text{ FUERZAS DESESTABILIZANTES}}} \quad (10)$$

Los momentos de fuerzas estabilizantes serán obtenidas multiplicando el peso de cada elemento (A, B, C y D) por la distancia que hay desde sus centros de gravedad hasta el punto de vuelco A.

Los momentos de fuerzas desestabilizantes serán producidas por el momento generado por el viento más la fuerza sísmica en la base de la cimentación y serán obtenidas mediante el uso del programa de modelamiento ETABS.

##### 4.4.1.1. Para muros rectos

###### Elemento A:

- Para el cálculo de su volumen se multiplicará el espesor del muro ( $t$ ), su altura ( $H$ ) y la longitud total del muro ( $L$ ).
- Para hallar su peso se multiplicará el volumen por su peso específico ( $\gamma_c$ ).
- La distancia desde su centro de gravedad hasta el punto "A" será calculada dividiendo el espesor ( $t$ ) entre dos y sumándolo con longitud de la punta ( $L_P$ ).
- 

###### Elemento B:

- Para el cálculo de su volumen se multiplicará el ancho de la base ( $B$ ), su altura de cimentación ( $D$ ) y la longitud total de la cimentación ( $L$ ).
- Para hallar su peso se multiplicará el volumen por su peso específico ( $\gamma_c$ ).
- La distancia desde su centro de gravedad hasta el punto "A" será calculada dividiendo el ancho de la base ( $B$ ) entre dos.

**Elemento C:**

- Para el cálculo de su volumen se multiplicará su longitud de punta ( $L_P$ ), la altura del terreno ( $h_f$ ) y la longitud de profundidad de la punta ( $L$ ).
- Para hallar su peso se multiplicará el volumen por su peso específico ( $\gamma$ ).
- La distancia desde su centro de gravedad hasta el punto "A" será calculada dividiendo su longitud de punta ( $L_P$ ) entre dos.

**Elemento D:**

- Para el cálculo de su volumen se multiplicará su longitud de punta ( $L_T$ ), la altura del muro ( $H$ ) y la longitud de profundidad del talón ( $L$ ).
- Para hallar su peso se multiplicará el volumen por su peso específico ( $\gamma$ ).
- La distancia desde su centro de gravedad hasta el punto "A" será calculada dividiendo su longitud de talón ( $L_T$ ) entre dos y sumando con la longitud de la punta ( $L_P$ ) más el espesor ( $t$ ).

A partir de lo especificado se han calculado el factor de seguridad contra falla por volteo de cada muro detallado a continuación:

- **Para muros con H = 3 metros**

- ✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

 $\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	3.750	9.000	1.025	9.225
B	10.053	24.128	1.450	34.986
C	2.250	4.050	0.450	1.823
D	26.250	47.250	2.025	95.681
$\Sigma$		84.428		<b>141.714</b>

 $\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.90 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 57.53 ton.m

59.43 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.38**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	4.500	10.800	1.050	11.340
B	10.053	24.128	1.450	34.986
C	2.250	4.050	0.450	1.823
D	25.500	45.900	2.050	94.095
$\Sigma$		84.878		<b>142.243</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.90 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 57.63 ton.m

59.53 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.39**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.250	12.600	1.075	13.545
B	10.276	24.662	1.475	36.376
C	2.250	4.050	0.450	1.823
D	25.500	45.900	2.100	96.390
$\Sigma$		87.212		<b>148.134</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.90 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 58.15 ton.m

60.05 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.47**

- **Para muros con H = 4 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.000	12.000	1.375	16.500
B	15.333	36.800	2.000	73.600
C	3.125	5.625	0.625	3.516
D	50.000	90.000	2.750	247.500
$\Sigma$		144.425		<b>341.116</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 3.46 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 123.40 ton.m

126.86 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.69**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.000	14.400	1.400	20.160
B	15.333	36.800	2.000	73.600
C	3.125	5.625	0.625	3.516
D	49.000	88.200	2.775	244.755
$\Sigma$		145.025		<b>342.031</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 3.46 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 123.57 ton.m

127.03 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.69**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.000	16.800	1.425	23.940
B	15.333	36.800	2.000	73.600
C	3.125	5.625	0.625	3.516
D	48.000	86.400	2.800	241.920
$\Sigma$		145.625		<b>342.976</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 3.46 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 123.74 ton.m

127.20 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.70**

- **Para muros con H = 5 metros**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.250	15.000	1.775	26.625
B	21.420	51.408	2.550	131.090
C	4.125	7.425	0.825	6.126
D	80.000	144.000	3.500	504.000
$\Sigma$		217.833		<b>667.841</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 5.52 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 225.90 ton.m

231.43 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.89**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.500	18.000	1.800	32.400
B	21.716	52.118	2.575	134.204
C	4.125	7.425	0.825	6.126
D	80.000	144.000	3.550	511.200
$\Sigma$		221.543		<b>683.929</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 5.52 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 227.775 ton.m

233.27 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.93**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	8.750	21.000	1.775	37.275
B	21.716	52.118	2.575	134.204
C	4.000	7.200	0.800	5.760
D	80.000	144.000	3.550	511.200
$\Sigma$		224.318		<b>688.439</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 5.52 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 227.93 ton.m

233.45 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.95**

- **Para muros con H = 6 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.500	18.000	2.125	38.250
B	28.646	68.750	3.125	214.844
C	5.000	9.000	1.000	9.000
D	120.000	216.000	4.250	918.000
$\Sigma$		311.750		<b>1180.094</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 8.10 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 376.18 ton.m

**384.27 ton.m**

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.07**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	9.000	21.600	2.150	46.440
B	28.646	68.750	3.125	214.844
C	5.000	9.000	1.000	9.000
D	118.500	213.300	4.275	911.858
$\Sigma$		312.650		<b>1182.141</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 8.10 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 376.07 ton.m

**384.17 ton.m**

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.08**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	10.500	25.200	2.175	54.810
B	28.646	68.750	3.125	214.844
C	5.000	9.000	1.000	9.000
D	117.000	210.600	4.300	905.580
$\Sigma$		313.550		<b>1184.234</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 8.10 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 376.89 ton.m

384.99 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.08**

#### 4.4.1.2. Para muros curvos ( $f = 0.1$ c)

- Para muros con  $H = 3$  metros

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	3.849	9.238	1.498	13.839
B	9.799	23.516	1.800	42.320
C	1.997	3.594	0.962	3.458
D	30.101	54.182	2.448	132.631
$\Sigma$		90.530		<b>192.248</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.40 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 63.00 ton.m

64.40 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.99**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	4.619	11.086	1.525	16.903
B	9.799	23.516	1.800	42.337
C	1.988	3.579	0.965	3.452
D	29.216	52.588	2.475	130.137
$\Sigma$		90.769		<b>192.830</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.40 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 63.05 ton.m

64.45 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 2.99**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.389	12.933	1.552	20.067
B	9.799	23.516	1.801	42.354
C	1.980	3.564	0.967	3.446
D	28.330	50.994	2.501	127.559
$\Sigma$		91.008		<b>193.426</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.40 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 63.10 ton.m

64.50 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.00**

- **Para muros con H = 4 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.132	12.317	1.898	23.384
B	14.565	34.955	2.300	80.396
C	2.736	4.925	1.192	5.871
D	57.892	104.206	3.165	329.806
$\Sigma$		156.403		<b>439.457</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.56 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 133.13 ton.m

135.69 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.24**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.159	14.781	1.925	28.453
B	14.565	34.955	2.300	80.408
C	2.724	4.903	1.194	5.856
D	56.660	101.989	3.191	325.495
$\Sigma$		156.628		<b>440.213</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.56 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 133.19 ton.m

135.75 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.24**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.185	17.244	1.953	33.673
B	14.820	35.569	2.325	82.701
C	2.712	4.882	1.198	5.847
D	56.842	102.316	3.244	331.862
$\Sigma$		160.011		<b>454.082</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.56 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 134.01 ton.m

136.57 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.32**

- **Para muros con H = 5 metros**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.415	15.397	2.288	35.222
B	19.997	47.994	2.786	133.730
C	3.427	6.168	1.411	8.702
D	96.230	173.215	3.871	670.471
$\Sigma$		242.774		<b>848.126</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.08 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 244.35 ton.m

248.42 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.41**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.698	18.476	2.315	42.766
B	20.287	48.688	2.810	136.827
C	3.411	6.141	1.413	8.680
D	96.526	173.748	3.922	681.458
$\Sigma$		247.052		<b>869.731</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.08 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 245.62 ton.m

249.69 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.48**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	8.981	21.556	2.342	50.475
B	20.577	49.386	2.834	139.967
C	3.396	6.113	1.416	8.657
D	96.823	174.281	3.973	692.492
$\Sigma$		251.335		<b>891.590</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.08 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 246.89 ton.m

250.96 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.55**

- **Para muros con H = 6 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.698	18.476	2.665	49.244
B	26.419	63.407	3.282	208.097
C	4.069	7.325	1.618	11.851
D	148.556	267.401	4.589	1227.202
$\Sigma$		356.608		<b>1496.394</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 5.98 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 408.78 ton.m

**414.76 ton.m**

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.61**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	9.238	22.171	2.692	59.675
B	26.744	64.185	3.305	212.124
C	4.051	7.291	1.620	11.810
D	148.994	268.190	4.640	1244.391
$\Sigma$		361.837		<b>1528.001</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 5.98 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 410.62 ton.m

**416.59 ton.m**

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.67**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	10.778	25.867	2.718	70.298
B	27.069	64.967	3.328	216.197
C	4.032	7.257	1.622	11.769
D	149.432	268.978	4.691	1261.648
$\Sigma$		367.069		<b>1559.912</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 5.98 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 412.45 ton.m

418.43 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.73**

#### 4.4.1.3. Para muros curvos ( $f = 0.2$ c)

- **Para muros con H = 3 metros**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	4.138	9.931	1.665	16.538
B	10.107	24.257	1.869	45.328
C	1.989	3.580	1.167	4.178
D	34.468	62.043	2.526	156.729
$\Sigma$		99.812		<b>222.772</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.12 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 66.88 ton.m

68.01 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.28**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	4.966	11.917	1.692	20.169
B	10.107	24.257	1.868	45.306
C	1.973	3.551	1.171	4.160
D	33.424	60.163	2.553	153.614
$\Sigma$		99.889		<b>223.248</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.12 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 66.90 ton.m

68.02 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.28**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.793	13.904	1.716	23.861
B	10.338	24.810	1.887	46.813
C	1.957	3.522	1.172	4.130
D	33.606	60.491	2.600	157.263
$\Sigma$		102.728		<b>232.067</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.12 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 67.43 ton.m

68.55 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.39**

- **Para muros con H = 4 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.517	13.242	1.966	26.037
B	15.033	36.078	2.244	80.946
C	2.648	4.767	1.309	6.241
D	68.613	123.503	3.122	385.546
$\Sigma$		177.590		<b>498.771</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.05 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 144.07 ton.m

**146.12 ton.m**

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.41**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.621	15.890	1.988	31.591
B	15.296	36.711	2.261	82.988
C	2.625	4.726	1.308	6.183
D	68.963	124.133	3.166	393.030
$\Sigma$		181.460		<b>513.792</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.05 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 145.01 ton.m

**147.06 ton.m**

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.49**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.724	18.538	1.963	36.391
B	15.296	36.711	2.264	83.107
C	2.516	4.529	1.283	5.812
D	69.313	124.763	3.164	394.723
$\Sigma$		184.542		<b>520.034</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.05 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 145.92 ton.m

147.97 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.51**

- **Para muros con H = 5 metros**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.897	16.552	2.235	36.990
B	20.922	50.212	2.607	130.926
C	3.214	5.786	1.419	8.211
D	119.860	215.747	3.707	799.863
$\Sigma$		288.297		<b>975.990</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 3.27 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 269.46 ton.m

272.74 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.58**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	8.276	19.862	2.254	44.779
B	21.220	50.929	2.622	133.542
C	3.185	5.733	1.416	8.119
D	120.430	216.774	3.750	812.851
$\Sigma$		293.299		<b>999.290</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 3.27 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 270.94 ton.m

274.22 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.64**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	9.655	23.173	2.232	51.713
B	21.220	50.929	2.628	133.835
C	3.082	5.548	1.393	7.730
D	121.001	217.802	3.750	816.664
$\Sigma$		297.451		<b>1009.942</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 3.27 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 272.40 ton.m

275.67 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.66**

- **Para muros con H = 6 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	8.276	19.862	2.476	49.179
B	27.546	66.110	2.942	194.516
C	3.687	6.637	1.502	9.967
D	189.218	340.593	4.266	1452.890
$\Sigma$		433.202		<b>1706.552</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.08 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 455.72 ton.m

**460.52 ton.m**

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.71**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	9.931	23.835	2.494	59.435
B	27.879	66.911	2.955	197.707
C	3.651	6.572	1.497	9.836
D	190.063	342.113	4.306	1473.166
$\Sigma$		439.431		<b>1740.145</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.08 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 457.90 ton.m

**365.88 ton.m**

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.76**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	11.586	27.807	2.473	68.771
B	27.879	66.911	2.963	198.264
C	3.555	6.399	1.476	9.446
D	190.908	343.634	4.308	1480.459
$\Sigma$		444.751		<b>1756.941</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.08 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 460.06 ton.m

464.85ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.78**

#### 4.4.1.4. Para muros en ángulo ( $\alpha = 15^\circ$ )

- **Para muros con H = 3 metros**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	3.882	9.317	1.519	14.152
B	10.179	24.430	1.871	45.704
C	2.075	3.734	0.975	3.639
D	29.064	52.316	2.516	131.651
$\Sigma$		89.798		<b>195.146</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.77 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 62.11 ton.m

63.88 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.05**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	4.659	11.181	1.543	17.255
B	10.160	24.385	1.870	45.601
C	2.069	3.724	0.974	3.626
D	28.209	50.777	2.539	128.939
$\Sigma$		90.067		<b>195.420</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.77 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 62.18 ton.m

63.95 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.06**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.435	13.044	1.568	20.449
B	10.142	24.340	1.869	45.498
C	2.063	3.714	0.973	3.613
D	27.355	49.238	2.562	126.158
$\Sigma$		90.337		<b>195.717</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.77 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 62.25 ton.m

64.02 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.06**

- **Para muros con H = 4 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.176	12.423	1.943	24.141
B	15.234	36.561	2.434	89.003
C	2.873	5.171	1.231	6.363
D	55.207	99.372	3.285	326.469
$\Sigma$		153.528		<b>445.976</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 3.23 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 131.48 ton.m

134.71 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.31**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.212	14.908	1.968	29.332
B	15.208	36.500	2.434	88.827
C	2.865	5.156	1.230	6.341
D	54.032	97.258	3.308	321.700
$\Sigma$		153.822		<b>446.201</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 3.23 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 131.58 ton.m

134.81 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.31**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.247	17.393	1.996	34.721
B	15.473	37.135	2.462	91.414
C	2.857	5.142	1.233	6.341
D	54.155	97.480	3.361	327.638
$\Sigma$		157.149		<b>460.114</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 3.23 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 132.37 ton.m

135.60 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.39**

- **Para muros con H = 5 metros**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.470	15.529	2.368	36.765
B	21.036	50.486	3.003	151.585
C	3.638	6.548	1.489	9.752
D	90.708	163.275	4.059	662.780
$\Sigma$		235.838		<b>860.883</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 5.15 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 240.81 ton.m

245.97 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.50**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.765	18.635	2.396	44.653
B	21.336	51.206	3.031	155.196
C	3.628	6.530	1.493	9.747
D	90.909	163.637	4.113	672.976
$\Sigma$		240.007		<b>882.572</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 5.15 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 242.01 ton.m

247.17 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.57**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	9.059	21.741	2.372	51.577
B	21.368	51.284	3.032	155.468
C	3.511	6.319	1.467	9.271
D	91.110	163.998	4.113	674.582
$\Sigma$		243.342		<b>890.897</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 5.15 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 243.17 ton.m

248.32 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.59**

- **Para muros con H = 6 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.765	18.635	2.796	52.107
B	27.959	67.102	3.603	241.797
C	4.370	7.866	1.755	13.805
D	138.412	249.142	4.870	1213.246
$\Sigma$		342.745		<b>1520.955</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 7.55 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 401.36 ton.m

408.91 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.72**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	9.317	22.362	2.825	63.170
B	28.296	67.912	3.632	246.648
C	4.358	7.844	1.759	13.793
D	138.710	249.677	4.923	1229.153
$\Sigma$		347.794		<b>1552.764</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 7.55 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 403.07 ton.m

410.62 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.78**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	10.870	26.089	2.801	73.075
B	28.336	68.006	3.633	247.036
C	4.243	7.637	1.733	13.232
D	139.007	250.213	4.924	1231.953
$\Sigma$		351.945		<b>1565.296</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 7.55 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 404.74 ton.m

412.29 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.80**

#### 4.4.1.5. Para muros en ángulo ( $\alpha = 30^\circ$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	4.330	10.392	1.965	20.425
B	10.603	25.447	2.230	56.735
C	2.067	3.720	1.446	5.378
D	32.840	59.111	2.934	173.427
$\Sigma$		98.671		<b>255.965</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.42 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 69.18 ton.m

70.60 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.63**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.196	12.471	1.988	24.786
B	10.564	25.355	2.226	56.446
C	2.055	3.700	1.442	5.335
D	31.813	57.264	2.953	169.124
$\Sigma$		98.789		<b>255.691</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.42 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 69.22 ton.m

70.64 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.62**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.062	14.549	2.010	29.240
B	10.526	25.263	2.223	56.158
C	2.044	3.679	1.438	5.292
D	30.787	55.417	2.973	164.753
$\Sigma$		98.908		<b>255.443</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.42 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 69.27 ton.m

70.69 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.61**

- **Para muros con H = 4 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.774	13.856	2.427	33.628
B	15.803	37.928	2.794	105.969
C	2.855	5.139	1.743	8.960
D	63.254	113.858	3.726	424.274
$\Sigma$		170.782		<b>572.831</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.60 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 147.12 ton.m

149.72 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.83**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.928	16.628	2.406	40.001
B	15.855	38.053	2.797	106.438
C	2.731	4.916	1.720	8.453
D	63.509	114.315	3.730	426.362
$\Sigma$		173.912		<b>581.254</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.60 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 148.02 ton.m

150.61 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.86**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	8.083	19.399	2.428	47.098
B	15.803	37.928	2.794	105.969
C	2.715	4.887	1.716	8.387
D	62.065	111.717	3.749	418.777
$\Sigma$		173.932		<b>580.231</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.60 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 148.06 ton.m

150.65 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 3.85**

- **Para muros con H = 5 metros**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.217	17.321	2.845	49.277
B	21.874	52.499	3.373	177.069
C	3.474	6.254	2.026	12.670
D	107.777	193.998	4.510	874.972
$\Sigma$		270.071		<b>1113.989</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.14 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 272.11 ton.m

276.25 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.03**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	8.660	20.785	2.867	59.592
B	21.809	52.341	3.370	176.381
C	3.453	6.216	2.023	12.573
D	105.886	190.595	4.528	863.084
$\Sigma$		269.936		<b>1111.630</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.14 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 272.12 ton.m

276.26 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.02**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	10.104	24.249	2.898	70.264
B	22.125	53.100	3.399	180.508
C	3.432	6.178	2.028	12.528
D	106.290	191.322	4.583	876.877
$\Sigma$		274.849		<b>1140.177</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.14 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 273.56 ton.m

277.70 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.11**

- **Para muros con H = 6 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	8.660	20.785	3.315	68.897
B	29.013	69.630	3.985	277.461
C	4.131	7.436	2.344	17.429
D	166.710	300.078	5.352	1606.042
$\Sigma$		397.928		<b>1969.829</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 6.07 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 455.77 ton.m

461.84 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.27**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	10.392	24.942	3.294	82.147
B	29.093	69.823	3.988	278.427
C	4.016	7.229	2.319	16.762
D	167.316	301.169	5.355	1612.812
$\Sigma$		403.162		<b>1990.148</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 6.07 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 457.83 ton.m

463.90 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.29**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	12.124	29.098	3.316	96.484
B	29.013	69.630	3.985	277.461
C	3.991	7.184	2.316	16.634
D	164.926	296.867	5.373	1594.992
$\Sigma$		402.779		<b>1985.571</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 6.07 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 457.76 ton.m

463.83 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.28**

#### 4.4.1.6. Para muros en ángulo ( $\alpha = 45^\circ$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	5.303	12.728	2.506	31.900
B	12.076	28.981	2.669	77.364
C	2.408	4.335	1.963	8.509
D	39.695	71.451	3.468	247.789
$\Sigma$		117.495		<b>365.562</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 0.95 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 84.19 ton.m

85.14 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.29**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	6.364	15.274	2.489	38.018
B	12.139	29.134	2.678	78.016
C	2.258	4.064	1.943	7.898
D	39.920	71.856	3.477	249.814
$\Sigma$		120.328		<b>373.746</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 0.95 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 84.84 ton.m

85.79 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.36**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.425	17.819	2.507	44.681
B	12.076	28.981	2.669	77.364
C	2.239	4.030	1.935	7.797
D	38.589	69.460	3.492	242.557
$\Sigma$		120.291		<b>372.400</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 0.95 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 84.86 ton.m

85.81 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.34**

- **Para muros con H = 4 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	7.071	16.971	2.883	48.934
B	17.659	42.382	3.190	135.203
C	3.030	5.454	2.219	12.101
D	79.137	142.447	4.192	597.183
$\Sigma$		207.253		<b>793.421</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.73 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 180.52 ton.m

182.25 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.35**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	8.485	20.365	2.902	59.091
B	17.574	42.178	3.182	134.211
C	3.004	5.406	2.210	11.949
D	77.253	139.055	4.207	585.005
$\Sigma$		207.004		<b>790.257</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.73 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 180.50 ton.m

182.23 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.34**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	9.899	23.759	2.920	69.375
B	17.489	41.974	3.174	133.222
C	2.977	5.359	2.202	11.799
D	75.369	135.663	4.222	572.738
$\Sigma$		206.755		787.133

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 1.73 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 180.49 ton.m

182.22 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.32**

- **Para muros con H = 5 metros**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	8.839	21.213	3.296	69.917
B	23.809	57.142	3.703	211.602
C	3.693	6.647	2.492	16.563
D	132.117	237.810	4.929	1172.093
$\Sigma$		322.813		1470.175

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.76 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 334.59 ton.m

337.35 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.36**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	10.607	25.456	3.326	84.664
B	24.161	57.987	3.731	216.358
C	3.659	6.587	2.495	16.433
D	132.779	239.002	4.984	1191.235
$\Sigma$		329.032		<b>1508.690</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.76 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 334.48 ton.m

337.24 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.47**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	12.374	29.698	3.344	99.318
B	24.054	57.729	3.723	214.943
C	3.625	6.526	2.487	16.227
D	130.274	234.493	4.998	1172.067
$\Sigma$		328.446		<b>1502.555</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 2.76 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 334.37 ton.m

337.13 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.46**

- **Para muros con H = 6 metros**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	10.607	25.456	3.744	95.300
B	32.212	77.308	4.332	334.868
C	4.266	7.679	2.807	21.553
D	214.488	386.079	5.795	2237.376
$\Sigma$		496.522		<b>2689.097</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.05 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 564.67 ton.m

468.71 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.73**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m3)	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	12.728	30.547	3.762	114.917
B	32.080	76.993	4.324	332.920
C	4.225	7.605	2.799	21.282
D	211.287	380.317	5.809	2209.090
$\Sigma$		495.461		<b>2678.209</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.05 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 364.38 ton.m

568.43 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.71**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ESTABILIZANTES

Elemento	Volumen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)	C.G.Xa (m)	Xa*DC (Ton-m)
A	14.849	35.638	3.780	134.722
B	31.949	76.678	4.316	330.977
C	4.184	7.531	2.790	21.014
D	208.086	374.554	5.822	2180.673
$\Sigma$		494.401		<b>2667.385</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS DESESTABILIZANTES

- Momento obtenido por la fuerza del viento: 4.05 ton.m
- Momento obtenido por el empuje del suelo: 564.10 ton.m

568.14 ton.m

**El valor del factor de seguridad contra falla por volteo obtenido es 4.69**

#### 4.4.2. Verificación por deslizamiento

Para hallar el factor de seguridad por deslizamiento en cada uno de los muros se deberá cumplir la relación mencionada en la norma CE.020 (fórmula 2)

$$F. S. \text{DESGLIZAMIENTO} = \frac{\sum F_{H \text{ RESISTENTES}}}{\sum F_{H \text{ ACTUANTES}}} \quad (11)$$

Según la CE.020, las fuerzas resistentes serán con la siguiente fórmula:

$$\sum F_{H \text{ RESISTENTES}} = \sum F_V \cdot \tan \varphi + 0.75 \cdot c \cdot b \quad (12)$$

Donde:

$\varnothing$  = Angulo de fricción interna del suelo de la base con un valor de  $18^\circ$ .

$c$  = Cohesión del suelo de la base con un valor de  $3.00 \text{ ton/m}^2$ .

$b$  = Ancho de la base del muro.

Las fuerzas actuantes serán producidas por la cortante generada por el viento en la base de la cimentación y serán obtenidas mediante el uso del programa de modelamiento ETABS v20.

#### 4.4.2.1. Para muros rectos

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	3.750	9.000
B	10.053	24.128
C	2.250	4.050
D	26.250	47.250
$\Sigma$		84.428
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>62.975 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.86 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 41.12 ton

41.98 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.50**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	4.500	10.800
B	10.053	24.128
C	2.250	4.050
D	25.500	45.900
$\Sigma$		84.878
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>63.226 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.86 ton
- Fuerza obtenida por Mononobe-Okabe: 41.17 ton

42.03 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.50**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.250	12.600
B	10.276	24.662
C	2.250	4.050
D	25.500	45.900
$\Sigma$		87.212
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>64.532 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.86 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 41.44 ton

42.30 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.53**

- **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.000	12.000
B	15.333	36.800
C	3.125	5.625
D	50.000	90.000
$\Sigma$		144.425
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>96.547 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.22 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 68.53 ton

69.75 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.38**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	6.000	14.400
B	15.333	36.800
C	3.125	5.625
D	49.000	88.200
$\Sigma$		145.025
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>96.883 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.22 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 68.59 ton

69.81 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	7.000	16.800
B	15.333	36.800
C	3.125	5.625
D	48.000	86.400
$\Sigma$		145.625
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>97.219 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.22 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 68.66 ton

69.88 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

- **Para muros con H = 5 metros:**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

 $\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	6.250	15.000
B	21.420	51.408
C	4.125	7.425
D	80.000	144.000
$\Sigma$		217.833
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>137.624 ton</b>

 $\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.59 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 102.60 ton

160.19 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.32**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

 $\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	7.500	18.000
B	21.716	52.118
C	4.125	7.425
D	80.000	144.000
$\Sigma$		221.543
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>139.700 ton</b>

 $\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.59 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 103.13 ton

104.72 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.33**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	8.750	21.000
B	21.716	52.118
C	4.000	7.200
D	80.000	144.000
$\Sigma$		224.318
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>141.253 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.59 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 103.33 ton

104.92 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.35**

- **Para muros con H = 6 metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	7.500	18.000
B	28.646	68.750
C	5.000	9.000
D	120.000	216.000
$\Sigma$		311.750
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>190.177 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.96 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 144.15 ton

146.11 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.30**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	9.000	21.600
B	28.646	68.750
C	5.000	9.000
D	118.500	213.300
$\Sigma$		312.650
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>190.681 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.96 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 144.25 ton

146.21 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.30**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	10.500	25.200
B	28.646	68.750
C	5.000	9.000
D	117.000	210.600
$\Sigma$		313.550
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>191.184 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.96 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 144.35 ton

146.31 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.31**

#### 4.4.2.2. Para muros curvos ( $f = 0.1$ c)

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	3.849	9.238
B	9.799	23.516
C	1.997	3.594
D	30.101	54.182
$\Sigma$		90.530
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>66.389 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.64 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 42.92 ton

43.56 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 152**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	4.619	11.086
B	9.799	23.516
C	1.988	3.579
D	29.216	52.588
$\Sigma$		90.769
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>66.523 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.64 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 42.94 ton

43.58 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.53**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.389	12.933
B	9.799	23.516
C	1.980	3.564
D	28.330	50.994
$\Sigma$		91.008
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>66.657 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.64 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 42.97 ton

43.61 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.53**

- **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.132	12.317
B	14.565	34.955
C	2.736	4.925
D	57.892	104.206
$\Sigma$		156.403
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>103.250 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.91 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 71.72 ton

72.63 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.42**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	6.159	14.781
B	14.565	34.955
C	2.724	4.903
D	56.660	101.989
$\Sigma$		156.628
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>103.376 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.91 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 71.75 ton

72.66 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.42**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	7.185	17.244
B	14.820	35.569
C	2.712	4.882
D	56.842	102.316
$\Sigma$		160.011
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>1005.269 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.91 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 72.14ton

73.05 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.44**

- **Para muros con H = 5 metros:**

- ✓ Cuando t = 0.25 metros:

 $\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	6.415	15.397
B	19.997	47.994
C	3.427	6.168
D	96.230	173.215
$\Sigma$		242.774
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>151.580 ton</b>

 $\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.18 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 108.20 ton

---

**109.38 ton**

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

- ✓ Cuando t = 0.30 metros:

 $\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	7.698	18.476
B	20.287	48.688
C	3.411	6.141
D	96.526	173.748
$\Sigma$		247.052
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>153.974 ton</b>

 $\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.18 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 108.69 ton

---

**109.87 ton**

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.40**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	8.981	21.556
B	20.577	49.386
C	3.396	6.113
D	96.823	174.281
$\Sigma$		251.335
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>156.371 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.18 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 109.18 ton

110.36 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.42**

- **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	7.698	18.476
B	26.419	63.407
C	4.069	7.325
D	148.556	267.401
$\Sigma$		356.608
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>215.278 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.45 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 153.14 ton

154.59 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	9.238	22.171
B	26.744	64.185
C	4.051	7.291
D	148.994	268.190
$\Sigma$		361.837
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>218.204 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.45 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 153.74 ton

155.19 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.41**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	10.778	25.867
B	27.069	64.967
C	4.032	7.257
D	149.432	268.978
$\Sigma$		367.069
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>221.132 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.45 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 154.35 ton

155.80 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.42**

#### 4.4.2.3. Para muros curvos ( $f = 0.2 c$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	4.138	9.931
B	10.107	24.257
C	1.989	3.580
D	34.468	62.043
$\Sigma$		99.812
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>71.583 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.51 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 46.13 ton

46.64 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.53**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	4.966	11.917
B	10.107	24.257
C	1.973	3.551
D	33.424	60.163
$\Sigma$		99.889
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>71.625 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.51 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 46.14 ton

46.65 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.54**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.793	13.904
B	10.338	24.810
C	1.957	3.522
D	33.606	60.491
$\Sigma$		102.728
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>74.214 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.51 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 46.45 ton

46.96 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.56**

- **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.517	13.242
B	15.033	36.078
C	2.648	4.767
D	68.613	123.503
$\Sigma$		177.590
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>115.105 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.72 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 77.67 ton

78.39 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.47**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	6.621	15.890
B	15.296	36.711
C	2.625	4.726
D	68.963	124.133
$\Sigma$		181.460
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>117.271 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.72 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 78.10 ton

78.82 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.49**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	7.724	18.538
B	15.296	36.711
C	2.516	4.529
D	69.313	124.763
$\Sigma$		184.542
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>118.995 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.72 ton
- Fuerza obtenida por Mononobe-Okabe: 78.45 ton

79.17 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.50**

- **Para muros con H = 5 metros:**

- ✓ Cuando t = 0.25 metros:

 $\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	6.897	16.552
B	20.922	50.212
C	3.214	5.786
D	119.860	215.747
$\Sigma$		288.297
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>177.053 ton</b>

 $\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.94 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 118.61 ton

---

**119.55 ton**

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.48**

- ✓ Cuando t = 0.30 metros:

 $\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	8.276	19.862
B	21.220	50.929
C	3.185	5.733
D	120.430	216.774
$\Sigma$		293.299
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>179.852 ton</b>

 $\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.94 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 119.17 ton

---

**120.11 ton**

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.50**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	9.655	23.173
B	21.220	50.929
C	3.082	5.548
D	121.001	217.802
$\Sigma$		297.451
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>182.176 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.94 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 119.64 ton

120.58 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.51**

- **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	8.276	19.862
B	27.546	66.110
C	3.687	6.637
D	189.218	340.593
$\Sigma$		433.202
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>258.138 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.16 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 169.10 ton

170.26 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.52**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	9.931	23.835
B	27.879	66.911
C	3.651	6.572
D	190.063	342.113
$\Sigma$		439.431
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>261.623 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.16 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 169.80 ton

170.96 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.53**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	11.586	27.807
B	27.879	66.911
C	3.555	6.399
D	190.908	343.634
$\Sigma$		444.751
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>264.600 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.16 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 170.40 ton

171.56 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.54**

#### 4.4.2.4. Para muros en ángulo ( $\alpha = 15^\circ$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	3.882	9.317
B	10.179	24.430
C	2.075	3.734
D	29.064	52.316
$\Sigma$		89.798
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>65.979 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.83 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 42.84 ton

43.67 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.51**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	4.659	11.181
B	10.160	24.385
C	2.069	3.724
D	28.209	50.777
$\Sigma$		90.067
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>66.130 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.83 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 42.87 ton

43.70 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.51**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.435	13.044
B	10.142	24.340
C	2.063	3.714
D	27.355	49.238
$\Sigma$		90.337
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>66.281 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.83 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 42.90 ton

43.73 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.52**

- **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.176	12.423
B	15.234	36.561
C	2.873	5.171
D	55.207	99.372
$\Sigma$		153.528
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>101.641 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.53 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 71.39 ton

72.92 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	6.212	14.908
B	15.208	36.500
C	2.865	5.156
D	54.032	97.258
$\Sigma$		153.822
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>101.806 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.53 ton
  - Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 71.43 ton
- 72.96 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.40**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	7.247	17.393
B	15.473	37.135
C	2.857	5.142
D	54.155	97.480
$\Sigma$		157.149
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>103.667 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.53 ton
  - Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 71.80 ton
- 73.33 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.41**

- **Para muros con H = 5 metros:**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	6.470	15.529
B	21.036	50.486
C	3.638	6.548
D	90.708	163.275
$\Sigma$		235.838
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>147.699 ton</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.53 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 107.38 ton

109.91 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.36**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	7.765	18.635
B	21.336	51.206
C	3.628	6.530
D	90.909	163.637
$\Sigma$		240.007
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>150.032 ton</b>

$\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.53 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 107.85 ton

109.38 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.37**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	9.059	21.741
B	21.368	51.284
C	3.511	6.319
D	91.110	163.998
$\Sigma$		243.342
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>151.898 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.53 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 108.23 ton

109.76 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.38**

- **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	7.765	18.635
B	27.959	67.102
C	4.370	7.866
D	138.412	249.142
$\Sigma$		342.745
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>207.521 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.89 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 151.48 ton

153.37 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.35**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	9.317	22.362
B	28.296	67.912
C	4.358	7.844
D	138.710	249.677
$\Sigma$		347.794
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>210.246 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.89 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 152.05 ton

153.94 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.37**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	10.870	26.089
B	28.336	68.006
C	4.243	7.637
D	139.007	250.213
$\Sigma$		351.945
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>212.669 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.89 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 152.52 ton

154.41 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.38**

#### 4.4.2.5. Para muros en ángulo ( $\alpha = 30^\circ$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	4.330	10.392
B	10.603	25.447
C	2.067	3.720
D	32.840	59.111
$\Sigma$		98.671
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>70.944 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.75 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 47.62 ton

48.37 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.47**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.196	12.471
B	10.564	25.355
C	2.055	3.700
D	31.813	57.264
$\Sigma$		98.789
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>71.011 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.75 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 47.63ton

48.38 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.47**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	6.062	14.549
B	10.526	25.263
C	2.044	3.679
D	30.787	55.417
$\Sigma$		98.908
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>71.077 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.75 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 47.64 ton

48.39 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.47**

- **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.774	13.856
B	15.803	37.928
C	2.855	5.139
D	63.254	113.858
$\Sigma$		170.782
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>111.296 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.06 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 79.58 ton

80.64 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.38**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	6.928	16.628
B	15.855	38.053
C	2.731	4.916
D	63.509	114.315
$\Sigma$		173.912
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>113.047 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.06 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 79.93 ton

80.99 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.40**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	8.083	19.399
B	15.803	37.928
C	2.715	4.887
D	62.065	111.717
$\Sigma$		173.932
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>174.932 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.06 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 79.93 ton

80.99 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.40**

- **Para muros con H = 5 metros:**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

 $\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	7.217	17.321
B	21.874	52.499
C	3.474	6.254
D	107.777	193.998
$\Sigma$		270.071
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>166.855 ton</b>

 $\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.37 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 120.56 ton

121.93 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.37**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

 $\Sigma M_A$  FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	8.660	20.785
B	21.809	52.341
C	3.453	6.216
D	105.886	190.595
$\Sigma$		269.936
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>166.779 ton</b>

 $\Sigma M_A$  FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.37 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 120.54 ton

121.91 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.37**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	10.104	24.249
B	22.125	53.100
C	3.432	6.178
D	106.290	191.322
$\Sigma$		274.849
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>169.529 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.37 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 121.10 ton

122.47 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.38**

- **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	8.660	20.785
B	29.013	69.630
C	4.131	7.436
D	166.710	300.078
$\Sigma$		397.928
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>238.400 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.70 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 170.72 ton

172.48 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.38**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	10.392	24.942
B	29.093	69.823
C	4.016	7.229
D	167.316	301.169
$\Sigma$		403.162
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>241.328 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.70 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 171.30 ton

173.00 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	12.124	29.098
B	29.013	69.630
C	3.991	7.184
D	164.926	296.867
$\Sigma$		402.779
<b><math>\Sigma M_A</math> FUERZAS RESISTENTES</b>		<b>402.779 ton</b>

### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.70 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 171.26 ton

172.96 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

#### 4.4.2.6. Para muros en ángulo ( $\alpha = 45^\circ$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	5.303	12.728
B	12.076	28.981
C	2.408	4.335
D	39.695	71.451
$\Sigma$		117.495
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>81.478 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.61 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 57.94 ton

58.55 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	6.364	15.274
B	12.139	29.134
C	2.258	4.064
D	39.920	71.856
$\Sigma$		120.328
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>83.063 ton</b>

##### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.61 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 58.26 ton

58.87 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.41**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	7.425	17.819
B	12.076	28.981
C	2.239	4.030
D	38.589	69.460
$\Sigma$		120.291
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>76.240 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.61 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 58.26 ton

58.87 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.41**

- **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	7.071	16.971
B	17.659	42.382
C	3.030	5.454
D	79.137	142.447
$\Sigma$		207.253
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>131.704 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.86 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 97.25 ton

98.11 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.34**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	8.485	20.365
B	17.574	42.178
C	3.004	5.406
D	77.253	139.055
$\Sigma$		207.004
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>131.564 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.86 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 97.22 ton

98.08 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.34**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	9.899	23.759
B	17.489	41.974
C	2.977	5.359
D	75.369	135.663
$\Sigma$		206.755
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>131.425 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 0.86 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 97.19 ton

98.05 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.34**

- **Para muros con H = 5 metros:**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	8.839	21.213
B	23.809	57.142
C	3.693	6.647
D	132.117	237.810
$\Sigma$		322.813
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>196.368 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.12 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 147.53 ton

148.65 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.32**

✓ Cuando t = 0.30 metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	10.607	25.456
B	24.161	57.987
C	3.659	6.587
D	132.779	239.002
$\Sigma$		329.032
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>199.847 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.12 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 147.46 ton

148.58 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.35**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	12.374	29.698
B	24.054	57.729
C	3.625	6.526
D	130.274	234.493
$\Sigma$		328.446
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>199.520 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.12 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 147.39ton

148.51 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.34**

- **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m3)	DC (ton)
A	10.607	25.456
B	32.212	77.308
C	4.266	7.679
D	214.488	386.079
$\Sigma$		496.522
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>293.570 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.39 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 210.11 ton

211.50 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	12.728	30.547
B	32.080	76.993
C	4.225	7.605
D	211.287	380.317
$\Sigma$		495.461
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>292.976 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.39 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 210.00 ton

211.39 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.39**

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES

Elemento	Volúmen (m <sup>3</sup> )	DC (ton)
A	14.849	35.638
B	31.949	76.678
C	4.184	7.531
D	208.086	374.554
$\Sigma$		494.401
$\Sigma M_A$ FUERZAS RESISTENTES		<b>292.383 ton</b>

#### $\Sigma M_A$ FUERZAS ACTUANTES

- Fuerza obtenida por la presión del viento: 1.39 ton
- Fuerza obtenida por el empuje del suelo: 209.88 ton

211.27 ton

**El valor del factor de seguridad contra falla por deslizamiento obtenido es 1.38**

#### 4.4.3. Verificación por capacidad portante

Para hallar los esfuerzos actuantes generados al terreno ubicado en la parte inferior del muro, se hará uso de la fórmula mencionada en el Manual de Puentes, 2018. Y se comprobará que los resultados sean menores a la capacidad portante del suelo.

$$\sigma_{max} = \frac{\sum F_V}{A} \left( 1 + 6 \frac{e}{B_0} \right) \quad (13)$$

$$\sigma_{min} = \frac{\sum F_V}{A} \left( 1 - 6 \frac{e}{B_0} \right) \quad (14)$$

##### 4.4.3.1. Para muros rectos

- Para muros con H = 3 metros:

✓ Cuando t = 0.25 metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	141.714	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	59.4250	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	84.428	Ton

$X_0$	0.975	m
-------	-------	---

e	0.475	m
---	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.328	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	0.070	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando t = 0.30 metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	142.243	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	59.5260	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	84.878	Ton

$X_0$	0.975	m
-------	-------	---

e	0.475	m
---	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.374	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	0.069	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	148.134	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	60.0470	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	87.212	Ton

$X_0$	1.010	m
-------	-------	---

$e$	0.465	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.257	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	0.230	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	341.116	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	126.8625	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	144.425	Ton

$X_0$	1.483	m
-------	-------	---

$e$	0.517	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.358	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.061	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	342.031	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	127.0315	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	145.025	Ton

$X_0$	1.482	m
-------	-------	---

$e$	0.518	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.400	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.058	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	342.976	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	127.2005	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	145.625	Ton

$X_0$	1.482	m
-------	-------	---

$e$	0.518	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.440	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.057	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 5$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	667.841	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	231.4255	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	217.833	Ton

$X_0$	2.003	m
-------	-------	---

$e$	0.547	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.354	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.815	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	683.929	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	233.2715	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	221.543	Ton

$X_0$	2.034	m
-------	-------	---

$e$	0.541	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.315	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.887	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	688.439	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	233.4515	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	224.318	Ton

$X_0$	2.028	m
-------	-------	---

$e$	0.547	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.454	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	1.875	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1180.094	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	384.2720	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	311.750	Ton

$X_0$	2.553	m
-------	-------	---

$e$	0.572	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.431	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	2.452	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1182.141	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	384.1660	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	312.650	Ton

$X_0$	2.552	m
-------	-------	---

$e$	0.573	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.457	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	2.457	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1184.234	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	384.9890	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	313.550	Ton

$X_0$	2.549	m
-------	-------	---

$e$	0.576	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.499	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	2.447	Ton/m <sup>2</sup>

#### 4.4.3.2. Para muros curvos ( $f = 0.1$ c)

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	192.248	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	64.4030	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	90.530	Ton

$X_0$	1.412	m
-------	-------	---

$e$	0.387	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.454	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	0.785	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	192.830	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	64.4540	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	90.769	Ton

$X_0$	1.414	m
-------	-------	---

$e$	0.386	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.463	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	0.801	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	193.426	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	64.5060	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	91.008	Ton

$X_0$	1.417	m
-------	-------	---

$e$	0.384	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.470	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	0.818	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	439.457	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	135.6858	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	156.403	Ton

$X_0$	1.942	m
-------	-------	---

$e$	0.358	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.402	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	2.336	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	440.213	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	135.7488	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	156.628	Ton

$X_0$	1.944	m
-------	-------	---

$e$	0.356	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.403	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	2.351	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	454.082	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	136.5698	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	160.011	Ton

$X_0$	1.984	m
-------	-------	---

$e$	0.341	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.265	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	2.532	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 5$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	848.126	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	248.4248	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	242.774	Ton

$X_0$	2.470	m
-------	-------	---

$e$	0.316	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.469	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.671	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	869.731	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	249.6938	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	247.052	Ton

$X_0$	2.510	m
-------	-------	---

$e$	0.301	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.353	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.825	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	891.590	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	250.9628	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	251.335	Ton

$X_0$	2.549	m
-------	-------	---

$e$	0.285	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.240	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.974	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1496.394	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	414.7620	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	356.608	Ton

$X_0$	3.033	m
-------	-------	---

$e$	0.249	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.471	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	5.027	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1528.001	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	416.5940	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	361.837	Ton

$X_0$	3.072	m
-------	-------	---

$e$	0.233	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.370	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	5.160	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1559.912	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	418.4260	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	367.069	Ton

$X_0$	3.110	m
-------	-------	---

$e$	0.218	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.271	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	5.289	Ton/m <sup>2</sup>

#### 4.4.3.3. Para muros curvos ( $f = 0.2 c$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	222.772	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	68.0055	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	99.812	Ton

$X_0$	1.551	m
-------	-------	---

$e$	0.318	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.364	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	1.511	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	223.248	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	68.0205	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	99.889	Ton

$X_0$	1.554	m
-------	-------	---

$e$	0.314	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.324	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	1.559	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	232.067	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	68.5545	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	102.728	Ton

$X_0$	1.592	m
-------	-------	---

$e$	0.295	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.111	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.826	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	498.771	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	146.1217	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	177.590	Ton

$X_0$	1.986	m
-------	-------	---

$e$	0.258	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.344	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.470	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	513.792	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	147.0587	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	181.460	Ton

$X_0$	2.021	m
-------	-------	---

$e$	0.240	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.175	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.688	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	520.034	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	147.9697	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	184.542	Ton

$X_0$	2.016	m
-------	-------	---

$e$	0.248	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.391	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.673	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 5$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	975.990	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	272.7355	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	288.297	Ton

$X_0$	2.439	m
-------	-------	---

$e$	0.168	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.338	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	5.442	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	999.290	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	274.2155	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	293.299	Ton

$X_0$	2.472	m
-------	-------	---

$e$	0.150	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.193	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	5.629	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1009.942	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	275.6695	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	297.451	Ton

$X_0$	2.469	m
-------	-------	---

$e$	0.159	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.390	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	5.627	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1706.552	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	460.5199	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	433.202	Ton

$X_0$	2.876	m
-------	-------	---

$e$	0.066	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.396	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	7.331	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1740.145	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	462.6999	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	439.431	Ton

$X_0$	2.907	m
-------	-------	---

$e$	0.048	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.264	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	7.498	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1756.941	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	464.8539	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	444.751	Ton

$X_0$	2.905	m
-------	-------	---

$e$	0.058	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.446	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	7.506	Ton/m <sup>2</sup>

#### 4.4.3.4. Para muros en ángulo ( $\alpha = 15^\circ$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	195.146	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	63.8789	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	89.798	Ton

$X_0$	1.462	m
-------	-------	---

$e$	0.409	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.277	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	0.545	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	195.420	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	63.9479	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	90.067	Ton

$X_0$	1.460	m
-------	-------	---

$e$	0.401	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.329	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	0.535	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	195.717	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	64.0179	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	90.337	Ton

$X_0$	1.458	m
-------	-------	---

$e$	0.411	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.380	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	0.528	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	445.976	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	134.7104	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	153.528	Ton

$X_0$	2.027	m
-------	-------	---

$e$	0.407	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.277	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.801	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	446.201	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	134.8104	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	153.822	Ton

$X_0$	2.024	m
-------	-------	---

$e$	0.409	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.325	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.789	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	460.114	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	135.5994	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	157.149	Ton

$X_0$	2.065	m
-------	-------	---

$e$	0.397	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.218	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.939	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 5$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	860.883	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	245.9663	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	235.838	Ton

$X_0$	2.607	m
-------	-------	---

$e$	0.395	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.375	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	2.837	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	882.572	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	247.1663	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	240.007	Ton

$X_0$	2.647	m
-------	-------	---

$e$	0.383	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.292	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	2.957	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	890.897	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	248.3233	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	243.342	Ton

$X_0$	2.641	m
-------	-------	---

$e$	0.391	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.448	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	2.940	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1520.955	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	408.9133	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	342.745	Ton

$X_0$	3.245	m
-------	-------	---

$e$	0.359	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.386	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.873	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1552.764	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	410.6243	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	347.794	Ton

$X_0$	3.284	m
-------	-------	---

$e$	0.348	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.320	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.971	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1565.296	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	412.2893	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	351.945	Ton

$X_0$	3.276	m
-------	-------	---

$e$	0.356	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.461	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	3.959	Ton/m <sup>2</sup>

#### 4.4.3.5. Para muros en ángulo ( $\alpha = 30^\circ$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	255.965	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	70.6008	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	98.671	Ton

$X_0$	1.879	m
-------	-------	---

$e$	0.351	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.350	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	0.956	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	255.691	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	70.6448	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	98.789	Ton

$X_0$	1.873	m
-------	-------	---

$e$	0.353	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.414	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	0.938	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	255.443	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	70.6898	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	98.908	Ton

$X_0$	1.868	m
-------	-------	---

$e$	0.355	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.475	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	0.922	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	572.831	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	149.7165	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	170.782	Ton

$X_0$	2.478	m
-------	-------	---

$e$	0.316	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.253	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	2.554	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	581.254	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	150.6125	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	173.912	Ton

$X_0$	2.476	m
-------	-------	---

$e$	0.321	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.417	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	2.551	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	580.231	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	150.6525	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	173.932	Ton

$X_0$	2.470	m
-------	-------	---

$e$	0.324	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.476	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	2.530	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 5$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1113.989	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	276.2485	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	270.071	Ton

$X_0$	3.102	m
-------	-------	---

$e$	0.271	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.379	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	3.968	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1111.630	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	276.2575	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	269.936	Ton

$X_0$	3.095	m
-------	-------	---

$e$	0.275	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.434	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	3.943	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1140.177	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	277.7005	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	274.849	Ton

$X_0$	3.138	m
-------	-------	---

$e$	0.261	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.329	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	4.094	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1969.829	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	461.8408	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	397.928	Ton

$X_0$	3.790	m
-------	-------	---

$e$	0.195	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.305	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	5.411	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1990.148	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	463.8988	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	403.162	Ton

$X_0$	3.786	m
-------	-------	---

$e$	0.202	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.442	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	5.416	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1985.571	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	463.8288	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	402.779	Ton

$X_0$	3.778	m
-------	-------	---

$e$	0.207	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.492	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	5.391	Ton/m <sup>2</sup>

#### 4.4.3.6. Para muros en ángulo ( $\alpha = 45^\circ$ )

- Para muros con  $H = 3$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	365.562	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	85.1380	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	117.495	Ton

$X_0$	2.387	m
-------	-------	---

$e$	0.283	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.102	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	1.628	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	373.746	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	85.7890	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	120.328	Ton

$X_0$	2.393	m
-------	-------	---

$e$	0.285	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.276	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	1.636	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	372.400	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	85.8100	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	120.291	Ton

$X_0$	2.382	m
-------	-------	---

$e$	0.287	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.344	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	1.618	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 4$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	793.421	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	182.2469	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	207.253	Ton

$X_0$	2.949	m
-------	-------	---

$e$	0.241	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.366	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.371	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	790.257	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	182.2319	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	207.004	Ton

$X_0$	2.937	m
-------	-------	---

$e$	0.245	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.433	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.346	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	787.133	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	182.2179	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	206.755	Ton

$X_0$	2.926	m
-------	-------	---

$e$	0.248	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.500	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	3.322	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 5$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1470.175	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	337.3467	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	322.813	Ton

$X_0$	3.509	m
-------	-------	---

$e$	0.194	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.634	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	4.924	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1508.690	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	337.2387	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	329.032	Ton

$X_0$	3.560	m
-------	-------	---

$e$	0.171	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.433	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	5.186	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	1502.555	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	337.1307	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	328.446	Ton

$X_0$	3.548	m
-------	-------	---

$e$	0.175	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.495	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	5.160	Ton/m <sup>2</sup>

• **Para muros con  $H = 6$  metros:**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	2689.097	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	568.7131	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	496.522	Ton

$X_0$	4.270	m
-------	-------	---

$e$	0.061	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.246	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	7.169	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	2678.209	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	568.4281	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	495.461	Ton

$X_0$	4.258	m
-------	-------	---

$e$	0.066	m
-----	-------	---

$\sigma_{m\acute{a}x.}$	8.303	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{m\acute{i}n.}$	7.141	Ton/m <sup>2</sup>

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

$\Sigma M_A F_{EST}$	2667.385	Ton.m
$\Sigma M_A F_{DES}$	568.1431	Ton.m
$\Sigma F_{EST}$	494.401	Ton

$X_0$	4.246	m
-------	-------	---

$e$	0.070	m
-----	-------	---

$\sigma_{\text{máx.}}$	8.360	Ton/m <sup>2</sup>
$\sigma_{\text{mín.}}$	7.115	Ton/m <sup>2</sup>

#### 4.5. Diseño estructural

Para el diseño del acero de refuerzo de la pantalla, se ha tomado en cuenta el momento generado por los esfuerzos del viento, el empuje del suelo y su acción sísmica en

##### 4.5.1. Cálculo del acero mínimo de refuerzo

Según las actuales disposiciones de la AASHTO LRFD, la cantidad de acero proporcionado debe ser capaz de resistir el menor valor de  $M_{cr}$  y  $1.33M_u$ .

$$M_{cr} = 1.1 f_r S \quad (15)$$

Donde:

$f_r$  = Módulo de ruptura

$$f_r = 2.01 \sqrt{f_c} \quad (16)$$

$S$  = Módulo de sección

$$S = \frac{b \cdot h^2}{6} \quad (17)$$

Considerando para el concreto una resistencia a la compresión de  $280 \text{ kg/cm}^2$  y para el acero de refuerzo una resistencia de fluencia de  $4200 \text{ kg/cm}^2$  se obtenidos las siguientes áreas de refuerzo mínimos y momentos mínimos para cada tipo de muro evaluado:

- **Para muros con H = 3 metros:**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	20.37	25.96	19.27
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	20.37	25.58	19.27
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	20.37	22.62	17.12
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	20.37	23.87	18.10
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	20.37	25.84	19.46
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	20.37	18.57	14.08

✓ Cuando t = 0.30 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	25.37	29.62	27.75
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	25.37	21.87	20.65
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	25.37	18.87	17.89
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	25.37	19.55	18.57
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	25.37	22.78	21.51
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	25.37	15.85	15.04

✓ Cuando t = 0.35 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	30.37	33.56	37.77
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	30.37	20.32	23.06
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	30.37	16.54	18.82
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	30.37	16.92	19.29
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	30.37	20.46	23.21
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	30.37	14.17	16.15

- **Para muros con H = 4 metros:**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	20.37	27.67	19.27
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	20.37	26.95	19.95
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	20.37	29.82	22.25
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	20.37	36.50	27.25
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	20.37	26.78	19.78
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	20.37	28.48	21.26

✓ Cuando t = 0.30 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	25.37	30.82	27.75
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	25.37	30.83	28.73
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	25.37	34.34	32.04
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	25.37	35.16	32.92
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	25.37	30.63	28.48
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	25.37	28.23	26.41

✓ Cuando t = 0.35 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	30.37	34.38	37.77
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	30.37	34.93	39.10
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	30.37	29.71	33.41
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	30.37	30.03	33.86
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	30.37	34.63	38.77
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	30.37	25.41	28.62

- **Para muros con H = 5 metros:**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	19.73	32.45	19.27
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	20.21	27.55	19.95
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	20.21	30.15	22.25
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	20.21	36.74	27.25
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	20.21	27.52	19.78
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	20.21	28.68	21.26

✓ Cuando t = 0.30 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	24.73	33.65	27.75
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	25.21	31.34	28.73
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	25.21	34.43	32.04
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	25.21	42.06	39.24
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	25.21	31.33	28.48
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	25.21	32.86	30.62

✓ Cuando t = 0.35 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	29.73	36.48	37.77
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	30.21	35.67	39.10
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	30.21	38.96	43.61
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	30.21	44.68	50.07
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	30.21	35.25	38.77
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	30.21	37.23	41.68

- **Para muros con H = 6 metros:**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	19.73	25.84	19.27
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	19.25	40.77	19.95
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	19.73	33.18	22.25
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	19.73	38.86	27.25
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	19.70	26.57	19.78
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	19.73	32.91	21.26

✓ Cuando t = 0.30 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	24.25	40.27	27.75
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	25.05	32.37	28.73
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	25.05	34.99	32.04
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	25.05	42.59	39.24
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	25.05	32.66	28.48
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	25.05	33.48	30.62

✓ Cuando t = 0.35 metros:

Muros de L = 5 m	f'c	fy	B	d	As min	M min
	kg/cm2	kg/cm2	cm	cm	cm2	Ton.m
Muros rectos	280.00	4200.00	500.00	29.73	39.36	37.77
Muros en ángulo (15 grados)	280.00	4200.00	517.64	30.05	36.25	39.10
Muros en ángulo (30 grados)	280.00	4200.00	577.35	30.05	39.38	43.61
Muros en ángulo (45 grados)	280.00	4200.00	707.11	30.05	47.98	53.41
Muros Curvos (f = 0.1 c)	280.00	4200.00	513.23	30.05	36.45	38.77
Muros Curvos (f = 0.2 c)	280.00	4200.00	551.73	30.05	37.81	41.68

#### 4.5.2. Cálculo de los momentos actuantes

Para el cálculo de los momentos actuantes, se ha hecho uso del software ETABS v20, ingresando las presiones del viento y las presiones del suelo resultante a los diferentes tipos de muros ya modelados.

- Cuando  $t = 0.25$  metros:

Muros de L = 5 m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	30.75	70.50	135.25	234.25	ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	14.49	26.92	44.52	74.02	ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	12.87	22.87	33.14	45.03	ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	13.61	23.57	34.88	47.32	ton.m
Muros Curvos (f = 0.1 c)	14.63	28.74	49.78	81.60	ton.m
Muros Curvos (f = 0.2 c)	10.59	18.21	27.59	40.55	ton.m

- Cuando  $t = 0.30$  metros:

Muros de L = 5 m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	31.00	70.75	136.25	235.25	ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	15.53	30.43	51.25	81.79	ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	13.45	24.48	35.68	49.48	ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	13.96	24.75	36.24	49.32	ton.m
Muros Curvos (f = 0.1 c)	16.17	32.85	61.07	100.08	ton.m
Muros Curvos (f = 0.2 c)	11.31	19.86	32.28	48.55	ton.m

- Cuando  $t = 0.35$  metros:

Muros de L = 5 m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	31.25	71.25	137.25	236.25	ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	17.34	33.90	57.91	95.76	ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	14.15	25.12	37.29	54.21	ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	14.50	25.46	37.65	52.27	ton.m
Muros Curvos (f = 0.1 c)	17.45	36.95	71.34	118.04	ton.m
Muros Curvos (f = 0.2 c)	12.14	21.52	37.52	61.14	ton.m

### 4.5.3. Cálculo del acero de refuerzo

Por motivos de comparación del presente proyecto de tesis, los valores obtenidos del momento, el área de acero y el número de varillas de acero, son de la longitud total del muro.

Para hallar el área del acero y posteriormente el diámetro y cantidad de varillas necesarias para resistir el momento actuante se ha hecho uso de las siguientes fórmulas para el diseño en flexión:

$$As = \frac{Mu}{\phi \cdot fy \cdot \left(d - \frac{a}{2}\right)} \quad (18)$$

$$a = \frac{As \cdot fy}{0.85 \cdot f'c \cdot b} \quad (19)$$

- **Para muros con H = 3 metros:**

✓ Cuando t = 0.25 metros:

Muros de L = 5 m	M min	M act	a	As req	ϕ	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	19.27	30.75	1.46	41.43	1/2	33
Muros en ángulo (15 grados)	19.27	14.49	0.87	25.58	1/2	21
Muros en ángulo (30 grados)	17.12	12.87	0.69	22.62	1/2	18
Muros en ángulo (45 grados)	18.10	13.61	0.60	23.87	1/2	19
Muros Curvos (f = 0.1 c)	19.46	14.63	0.89	25.84	1/2	21
Muros Curvos (f = 0.2 c)	14.08	10.59	0.59	18.57	1/2	15

✓ Cuando = 0.30 metros:

Muros de L = 5 m	M min	M act	a	As req	ϕ	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	27.75	31.00	1.17	33.10	1/2	27
Muros en ángulo (15 grados)	20.65	15.53	0.75	21.87	1/2	18
Muros en ángulo (30 grados)	17.89	13.45	0.58	18.87	1/2	15
Muros en ángulo (45 grados)	18.57	13.96	0.49	19.55	1/2	16
Muros Curvos (f = 0.1 c)	21.51	16.17	0.78	22.78	1/2	18
Muros Curvos (f = 0.2 c)	15.04	11.31	0.51	15.85	1/2	13

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

Muros de $L = 5$ m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	37.77	31.25	1.18	33.56	1/2	27
Muros en ángulo (15 grados)	23.06	17.34	0.69	20.32	1/2	17
Muros en ángulo (30 grados)	18.82	14.15	0.51	16.54	1/2	14
Muros en ángulo (45 grados)	19.29	14.50	0.42	16.92	1/2	14
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	23.21	17.45	0.70	20.46	1/2	17
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	16.15	12.14	0.45	14.17	1/2	12

• Para muros con  $H = 4$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

Muros de $L = 5$ m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	19.27	70.50	3.57	101.25	5/8	52
Muros en ángulo (15 grados)	19.95	26.92	1.24	36.36	5/8	19
Muros en ángulo (30 grados)	22.25	22.87	0.94	30.66	5/8	16
Muros en ángulo (45 grados)	27.25	23.57	0.91	36.50	5/8	19
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	19.78	28.74	1.34	38.92	5/8	20
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	21.26	18.21	0.91	28.48	5/8	15

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

Muros de $L = 5$ m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	27.75	70.75	2.77	78.57	5/8	40
Muros en ángulo (15 grados)	28.73	30.43	1.11	32.66	5/8	17
Muros en ángulo (30 grados)	32.04	24.48	1.05	34.34	5/8	18
Muros en ángulo (45 grados)	32.92	24.75	0.88	35.16	5/8	18
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	28.48	32.85	1.21	35.33	5/8	18
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	26.41	19.86	0.90	28.23	5/8	15

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

Muros de $L = 5$ m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	37.77	71.25	2.29	64.86	5/8	33
Muros en ángulo (15 grados)	39.10	33.90	1.19	34.93	5/8	18
Muros en ángulo (30 grados)	33.41	25.12	0.91	29.71	5/8	16
Muros en ángulo (45 grados)	33.86	25.46	0.75	30.03	5/8	16
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	38.77	36.95	1.19	34.63	5/8	18
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	28.62	21.52	0.81	25.41	5/8	13

• Para muros con  $H = 5$  metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

Muros de $L = 5$ m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	19.27	135.25	8.04	227.76	1	45
Muros en ángulo (15 grados)	19.95	44.52	2.10	61.48	5/8	32
Muros en ángulo (30 grados)	22.25	33.14	1.37	44.91	5/8	23
Muros en ángulo (45 grados)	27.25	34.88	1.17	47.03	5/8	24
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	19.78	49.78	2.38	69.25	5/8	35
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	21.26	27.59	1.19	37.22	5/8	19

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

Muros de $L = 5$ m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	27.75	136.25	5.83	165.23	1	33
Muros en ángulo (15 grados)	28.73	51.25	1.91	55.91	5/8	29
Muros en ángulo (30 grados)	32.04	35.68	1.17	38.34	5/8	20
Muros en ángulo (45 grados)	39.24	36.24	1.05	42.06	5/8	22
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	28.48	61.07	2.31	67.17	5/8	34
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	30.62	32.28	1.11	34.64	5/8	18

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

Muros de L = 5 m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	37.77	137.25	4.68	132.56	1	27
Muros en ángulo (15 grados)	39.10	57.91	1.80	52.83	5/8	27
Muros en ángulo (30 grados)	43.61	37.29	1.19	38.96	5/8	20
Muros en ángulo (45 grados)	50.07	37.65	1.12	44.68	5/8	23
Muros Curvos (f = 0.1 c)	38.77	71.34	2.23	64.88	5/8	33
Muros Curvos (f = 0.2 c)	41.68	37.52	1.19	37.23	5/8	19

• Para muros con H = 6 metros:

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

Muros de L = 5 m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	19.27	234.25	-	-	-	-
Muros en ángulo (15 grados)	19.95	74.02	3.66	107.49	3/4	38
Muros en ángulo (30 grados)	22.25	45.03	1.91	62.39	3/4	22
Muros en ángulo (45 grados)	27.25	47.32	1.62	65.09	3/4	23
Muros Curvos (f = 0.1 c)	19.78	81.60	4.13	120.05	3/4	43
Muros Curvos (f = 0.2 c)	21.26	40.55	1.79	56.01	3/4	20

✓ Cuando = 0.30 metros:

Muros de L = 5 m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	27.75	235.25	12.05	341.41	1 3/8	36
Muros en ángulo (15 grados)	28.73	81.79	3.14	92.16	3/4	33
Muros en ángulo (30 grados)	32.04	49.48	1.65	54.04	3/4	19
Muros en ángulo (45 grados)	39.24	49.32	1.34	53.52	3/4	19
Muros Curvos (f = 0.1 c)	28.48	100.08	3.95	114.75	3/4	41
Muros Curvos (f = 0.2 c)	30.62	48.55	1.70	53.08	3/4	19

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

Muros de $L = 5$ m	M min	M act	a	As req	$\phi$	# varillas
	Ton.m	Ton.m	cm	cm <sup>2</sup>	pulg	und.
Muros rectos	37.77	236.25	8.69	246.21	1	49
Muros en ángulo (15 grados)	39.10	95.76	3.03	88.79	3/4	32
Muros en ángulo (30 grados)	43.61	54.21	1.50	48.95	3/4	18
Muros en ángulo (45 grados)	53.41	52.27	1.20	47.98	3/4	17
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	38.77	118.04	3.82	110.98	3/4	39
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	41.68	61.14	1.63	50.93	3/4	18

## 4.6.Resultados

### 4.6.1. Análisis de estabilidad

#### 4.6.1.1. Momentos desestabilizantes

- Momentos desestabilizantes generados por la presión del viento

Cuadro 36: Momentos desestabilizantes generados por la presión del viento.

Muros de $L = 5$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	1.90	3.46	5.52	8.10	Ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	1.77	3.23	5.15	7.55	Ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	1.42	2.60	4.14	6.07	Ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	0.95	1.73	2.76	4.05	Ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	1.40	2.56	4.08	5.98	Ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	1.12	2.05	3.27	4.80	Ton.m

Fuente: Propia.

- Momentos desestabilizantes generados por el empuje del suelo

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

Cuadro 37: Momentos desestabilizantes generados por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.25 metros.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	57.53	123.40	225.90	376.18	Ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	62.11	131.48	240.81	401.36	Ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	69.18	147.12	272.11	455.77	Ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	84.19	180.52	334.58	564.67	Ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	63.00	133.13	244.35	408.78	Ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	66.88	144.07	269.46	455.72	Ton.m

Fuente: Propia.

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

*Cuadro 38: Momentos desestabilizantes generados por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.30 metros.*

Muros de $t = 0.30$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	57.63	123.57	227.75	376.07	Ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	62.18	131.58	242.01	403.07	Ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	69.22	148.02	272.12	457.83	Ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	84.84	180.50	334.48	564.38	Ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	63.05	133.19	245.62	410.61	Ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	66.90	145.01	270.94	457.90	Ton.m

*Fuente: Propia.*

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

*Cuadro 39: Momentos desestabilizantes generados por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.35 metros.*

Muros de $t = 0.35$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	58.05	123.74	227.93	376.89	Ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	62.25	132.37	243.17	404.74	Ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	69.27	148.05	273.56	457.76	Ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	84.86	180.49	334.37	564.10	Ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	63.10	134.01	246.89	412.45	Ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	67.43	145.92	272.40	460.06	Ton.m

*Fuente: Propia.*

#### 4.6.1.2. Fuerzas actuantes

- **Fuerzas actuantes generadas por la presión del viento**

*Cuadro 40: Fuerzas actuantes generadas por la presión del viento.*

Muros de $L = 5$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	0.86	1.22	1.59	1.96	Ton
Muros en ángulo (15 grados)	0.83	1.18	1.53	1.89	Ton
Muros en ángulo (30 grados)	0.75	1.06	1.37	1.70	Ton
Muros en ángulo (45 grados)	0.61	0.86	1.12	1.39	Ton
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	0.64	0.91	1.18	1.45	Ton
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	0.51	0.72	0.94	1.16	Ton

*Fuente: Propia.*

- **Fuerzas actuantes generadas por el empuje del suelo**

✓ Cuando  $t = 0.25$  metros:

*Cuadro 41: Fuerzas actuantes generadas por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.25 metros.*

<b>Muros de <math>t = 0.25</math> m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
Muros rectos	41.12	68.53	102.60	144.15	Ton
Muros en ángulo (15 grados)	42.84	71.39	107.38	151.48	Ton
Muros en ángulo (30 grados)	47.62	79.58	120.56	170.72	Ton
Muros en ángulo (45 grados)	57.94	97.25	147.53	210.11	Ton
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	42.92	71.72	108.20	153.14	Ton
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	46.13	77.67	118.61	169.10	Ton

*Fuente: Propia.*

✓ Cuando  $t = 0.30$  metros:

*Cuadro 42: Fuerzas actuantes generadas por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.30 metros.*

<b>Muros de <math>t = 0.30</math> m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
Muros rectos	41.17	68.59	103.13	144.25	Ton
Muros en ángulo (15 grados)	42.87	71.43	107.85	152.05	Ton
Muros en ángulo (30 grados)	47.63	79.93	120.54	171.30	Ton
Muros en ángulo (45 grados)	58.26	97.22	147.46	210.00	Ton
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	42.94	71.75	108.69	153.74	Ton
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	46.14	78.10	119.17	169.80	Ton

*Fuente: Propia.*

✓ Cuando  $t = 0.35$  metros:

*Cuadro 43: Fuerzas actuantes generadas por el empuje del suelo cuando el espesor del muro es 0.35 metros.*

<b>Muros de <math>t = 0.35</math> m</b>	<b>H = 3 m</b>	<b>H = 4 m</b>	<b>H = 5 m</b>	<b>H = 6 m</b>	
Muros rectos	41.44	68.66	103.33	144.35	Ton
Muros en ángulo (15 grados)	42.90	71.80	108.23	152.52	Ton
Muros en ángulo (30 grados)	47.64	79.93	121.10	171.26	Ton
Muros en ángulo (45 grados)	58.26	97.19	147.39	209.88	Ton
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	42.97	72.14	109.18	154.35	Ton
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	46.45	78.45	119.64	170.40	Ton

*Fuente: Propia.*

#### 4.6.1.3.Verificación por volteo

- Cuando  $t = 0.25$  metros

Cuadro 44: F.S. por volteo para muros de 0.25 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m
Muros rectos	2.38	2.69	2.89	3.07
Muros en ángulo (15 grados)	3.05	3.31	3.50	3.72
Muros en ángulo (30 grados)	3.63	3.83	4.03	4.27
Muros en ángulo (45 grados)	4.29	4.35	4.49	4.73
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	2.99	3.24	3.41	3.61
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	3.28	3.41	3.58	3.71

Fuente: Propia.

- Cuando  $t = 0.30$  metros

Cuadro 45: F.S. por volteo para muros de 0.30 metros de espesor.

Muros de $t = 0.30$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m
Muros rectos	2.39	2.69	2.93	3.08
Muros en ángulo (15 grados)	3.06	3.31	3.57	3.78
Muros en ángulo (30 grados)	3.62	3.86	4.02	4.29
Muros en ángulo (45 grados)	4.36	4.34	4.47	4.71
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	2.99	3.24	3.48	3.67
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	3.28	3.49	3.64	3.76

Fuente: Propia.

- Cuando  $t = 0.35$  metros

Cuadro 46: F.S. por volteo para muros de 0.35 metros de espesor.

Muros de $t = 0.35$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m
Muros rectos	2.47	2.70	2.95	3.08
Muros en ángulo (15 grados)	3.06	3.39	3.59	3.80
Muros en ángulo (30 grados)	3.61	3.85	4.11	4.28
Muros en ángulo (45 grados)	4.34	4.32	4.46	4.69
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	3.00	3.32	3.55	3.73
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	3.39	3.51	3.66	3.78

Fuente: Propia.

#### 4.6.1.4. Verificación por deslizamiento

- Cuando  $t = 0.25$  metros

Cuadro 47: F.S. por deslizamiento para muros de 0.25 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m
Muros rectos	1.50	1.38	1.32	1.30
Muros en ángulo (15 grados)	1.51	1.39	1.36	1.35
Muros en ángulo (30 grados)	1.47	1.38	1.37	1.38
Muros en ángulo (45 grados)	1.39	1.34	1.35	1.39
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	1.52	1.42	1.39	1.39
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	1.53	1.47	1.48	1.52

Fuente: Propia.

- Cuando  $t = 0.30$  metros

Cuadro 48: F.S. por volteo para muros de 0.30 metros de espesor.

Muros de $t = 0.30$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m
Muros rectos	1.50	1.39	1.33	1.30
Muros en ángulo (15 grados)	1.51	1.40	1.37	1.37
Muros en ángulo (30 grados)	1.47	1.40	1.37	1.39
Muros en ángulo (45 grados)	1.41	1.34	1.35	1.39
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	1.53	1.42	1.40	1.41
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	1.54	1.49	1.50	1.53

Fuente: Propia.

- Cuando  $t = 0.35$  metros

Cuadro 49: F.S. por volteo para muros de 0.35 metros de espesor.

Muros de $t = 0.35$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m
Muros rectos	1.53	1.39	1.35	1.31
Muros en ángulo (15 grados)	1.52	1.41	1.38	1.38
Muros en ángulo (30 grados)	1.47	1.40	1.38	1.39
Muros en ángulo (45 grados)	1.41	1.34	1.34	1.38
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	1.53	1.44	1.42	1.42
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	1.56	1.50	1.51	1.54

Fuente: Propia.

#### 4.6.1.5. Verificación por capacidad portante

- Cuando  $t = 0.25$  metros

Cuadro 50: F.S. capacidad portante para muros de 0.25 metros de espesor.

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	8.33	8.36	8.35	8.43	ton/m <sup>2</sup>
Muros en ángulo (15 grados)	8.28	8.28	8.38	8.39	ton/m <sup>2</sup>
Muros en ángulo (30 grados)	8.35	8.25	8.38	8.30	ton/m <sup>2</sup>
Muros en ángulo (45 grados)	8.10	8.37	8.37	8.25	ton/m <sup>2</sup>
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	8.45	8.40	8.47	8.47	ton/m <sup>2</sup>
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	8.36	8.34	8.34	8.40	ton/m <sup>2</sup>

Fuente: Propia.

- Cuando  $t = 0.30$  metros

Cuadro 51: F.S. capacidad portante para muros de 0.30 metros de espesor.

Muros de $t = 0.30$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	8.37	8.40	8.32	8.46	ton/m <sup>2</sup>
Muros en ángulo (15 grados)	8.33	8.33	8.29	8.32	ton/m <sup>2</sup>
Muros en ángulo (30 grados)	8.41	8.42	8.43	8.44	ton/m <sup>2</sup>
Muros en ángulo (45 grados)	8.28	8.43	8.43	8.30	ton/m <sup>2</sup>
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	8.46	8.40	8.35	8.37	ton/m <sup>2</sup>
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	8.32	8.18	8.19	8.26	ton/m <sup>2</sup>

Fuente: Propia.

- Cuando  $t = 0.35$  metros

Cuadro 52: F.S. capacidad portante para muros de 0.35 metros de espesor.

Muros de $t = 0.35$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	8.26	8.44	8.45	8.50	ton/m <sup>2</sup>
Muros en ángulo (15 grados)	8.38	8.22	8.45	8.46	ton/m <sup>2</sup>
Muros en ángulo (30 grados)	8.48	8.48	8.33	8.49	ton/m <sup>2</sup>
Muros en ángulo (45 grados)	8.34	8.50	8.50	8.36	ton/m <sup>2</sup>
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	8.47	8.27	8.24	8.27	ton/m <sup>2</sup>
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	8.11	8.39	8.39	8.45	ton/m <sup>2</sup>

Fuente: Propia.

## 4.6.2. Diseño de los muros estructurales

### 4.6.2.1. Momento de diseño en base de la pantalla

Considerando las combinaciones de carga para el estado límite de resistencia y estado límite de evento extremo, se ha calculado el momento último de diseño para todos los muros estructurales y se ha obtenido los siguientes resultados:

- **Cuando  $t = 0.25$  metros**

*Cuadro 53: Momento último para muros de 0.25 metros de espesor.*

Muros de $t = 0.25$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	30.75	70.50	135.25	234.25	ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	14.49	26.92	44.52	74.02	ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	12.87	22.87	33.14	45.03	ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	13.61	23.57	34.88	47.32	ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	14.63	28.74	49.78	81.60	ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	10.59	18.21	27.59	40.55	ton.m

*Fuente: Propia.*

- **Cuando  $t = 0.30$  metros**

*Cuadro 54: Momento último para muros de 0.30 metros de espesor.*

Muros de $t = 0.30$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	31.00	70.75	136.25	235.25	ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	15.53	30.43	51.25	81.79	ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	13.45	24.48	35.68	49.48	ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	13.96	24.75	36.24	49.32	ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	16.17	32.85	61.07	100.08	ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	11.31	19.86	32.28	48.55	ton.m

*Fuente: Propia.*

- **Cuando  $t = 0.35$  metros**

*Cuadro 55: Momento último para muros de 0.35 metros de espesor.*

Muros de $t = 0.35$ m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	31.25	71.25	137.25	236.25	ton.m
Muros en ángulo (15 grados)	17.34	33.90	57.91	95.76	ton.m
Muros en ángulo (30 grados)	14.15	25.12	37.29	54.21	ton.m
Muros en ángulo (45 grados)	14.50	25.46	37.65	52.27	ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.1$ c)	17.45	36.95	71.34	118.04	ton.m
Muros Curvos ( $f = 0.2$ c)	12.14	21.52	37.52	56.28	ton.m

*Fuente: Propia.*

#### 4.6.2.2. Acero de refuerzo

Se ha calculado el diámetro del acero y el número de varillas para todos los muros estructurales, necesarios para resistir el momento actuante amplificado y se ha obtenido los siguientes resultados:

- Cuando el espesor del muro es igual a 0.25 metros

Cuadro 56: # de varillas para muros de 0.25 metros de espesor.

Muros de t = 0.25 m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m
Muros rectos	1/2" @ 0,15 m	5/8" @ 0,09 m	1" @ 0,11 m	-
Muros en ángulo (15 grados)	1/2" @ 0,24 m	5/8" @ 0,27 m	5/8" @ 0,16 m	3/4" @ 0,135 m
Muros en ángulo (30 grados)	1/2" @ 0,30 m	5/8" @ 0,36 m	5/8" @ 0,25 m	3/4" @ 0,26 m
Muros en ángulo (45 grados)	1/2" @ 0,35 m	5/8" @ 0,37 m	5/8" @ 0,29 m	3/4" @ 0,30 m
Muros Curvos (f = 0.1 c)	1/2" @ 0,24 m	5/8" @ 0,25 m	5/8" @ 0,145 m	3/4" @ 0,115 m
Muros Curvos (f = 0.2 c)	1/2" @ 0,35 m	5/8" @ 0,36 m	5/8" @ 0,29 m	3/4" @ 0,275 m

Fuente: Propia.

- Cuando el espesor del muro es igual a 0.30 metros

Cuadro 57: # de varillas para muros de 0.30 metros de espesor.

Muros de t = 0.30 m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m
Muros rectos	1/2" @ 0,185 m	5/8" @ 0,125 m	1" @ 0,15 m	1 3/8" @ 0,135 m
Muros en ángulo (15 grados)	1/2" @ 0,285 m	5/8" @ 0,30 m	5/8" @ 0,175 m	3/4" @ 0,155 m
Muros en ángulo (30 grados)	1/2" @ 0,38 m	5/8" @ 0,32 m	5/8" @ 0,285 m	3/4" @ 0,30 m
Muros en ángulo (45 grados)	1/2" @ 0,44 m	5/8" @ 0,39 m	5/8" @ 0,32 m	3/4" @ 0,37 m
Muros Curvos (f = 0.1 c)	1/2" @ 0,285 m	5/8" @ 0,285 m	5/8" @ 0,15 m	3/4" @ 0,125 m
Muros Curvos (f = 0.2 c)	1/2" @ 0,42 m	5/8" @ 0,365 m	5/8" @ 0,30 m	3/4" @ 0,29 m

Fuente: Propia.

- Cuando el espesor del muro es igual a 0.35 metros

Cuadro 58: # de varillas para muros de 0.35 metros de espesor.

Muros de t = 0.35 m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m
Muros rectos	1/2" @ 0,185 m	5/8" @ 0,15 m	1" @ 0,185 m	1" @ 0,10 m
Muros en ángulo (15 grados)	1/2" @ 0,30 m	5/8" @ 0,285 m	5/8" @ 0,19 m	3/4" @ 0,16 m
Muros en ángulo (30 grados)	1/2" @ 0,40 m	5/8" @ 0,36 m	5/8" @ 0,285 m	3/4" @ 0,32 m
Muros en ángulo (45 grados)	1/2" @ 0,45 m	5/8" @ 0,44 m	5/8" @ 0,30 m	3/4" @ 0,40 m
Muros Curvos (f = 0.1 c)	1/2" @ 0,30 m	5/8" @ 0,285 m	5/8" @ 0,15 m	3/4" @ 0,13 m
Muros Curvos (f = 0.2 c)	1/2" @ 0,45 m	5/8" @ 0,42 m	5/8" @ 0,29 m	3/4" @ 0,30 m

Fuente: Propia.

 Acero de refuerzo no calculado ( $a > d$ ).

 Acero de refuerzo calculado con la cuantía mínima.

### 4.6.2.3.Desplazamiento

Se ha obtenido los valores del desplazamiento total para todos los muros mediante el programa de modelamiento ETABS v20 los cuales se mostrarán a continuación:

- **Cuando el espesor del muro es igual a 0.25 metros**

*Cuadro 59: Desplazamientos para muros de 0.25 metros de espesor.*

Muros de t = 0.25 m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	0.351	1.456	4.408	10.920	cm
Muros en ángulo (15 grados)	0.132	0.364	0.847	1.791	cm
Muros en ángulo (30 grados)	0.099	0.232	0.435	0.746	cm
Muros en ángulo (45 grados)	0.087	0.211	0.387	0.612	cm
Muros Curvos (f = 0.1 c)	0.126	0.408	1.080	2.479	cm
Muros Curvos (f = 0.2 c)	0.061	0.171	0.399	0.845	cm

*Fuente: Propia.*

- **Cuando el espesor del muro es igual a 0.30 metros**

*Cuadro 60: Desplazamientos para muros de 0.30 metros de espesor.*

Muros de t = 0.30 m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	0.206	0.850	2.587	6.319	cm
Muros en ángulo (15 grados)	0.086	0.253	0.619	1.351	cm
Muros en ángulo (30 grados)	0.061	0.149	0.291	0.524	cm
Muros en ángulo (45 grados)	0.052	0.128	0.240	0.391	cm
Muros Curvos (f = 0.1 c)	0.089	0.299	0.809	1.878	cm
Muros Curvos (f = 0.2 c)	0.043	0.125	0.304	0.659	cm

*Fuente: Propia.*

- **Cuando el espesor del muro es igual a 0.35 metros**

*Cuadro 61: Desplazamientos para muros de 0.35 metros de espesor.*

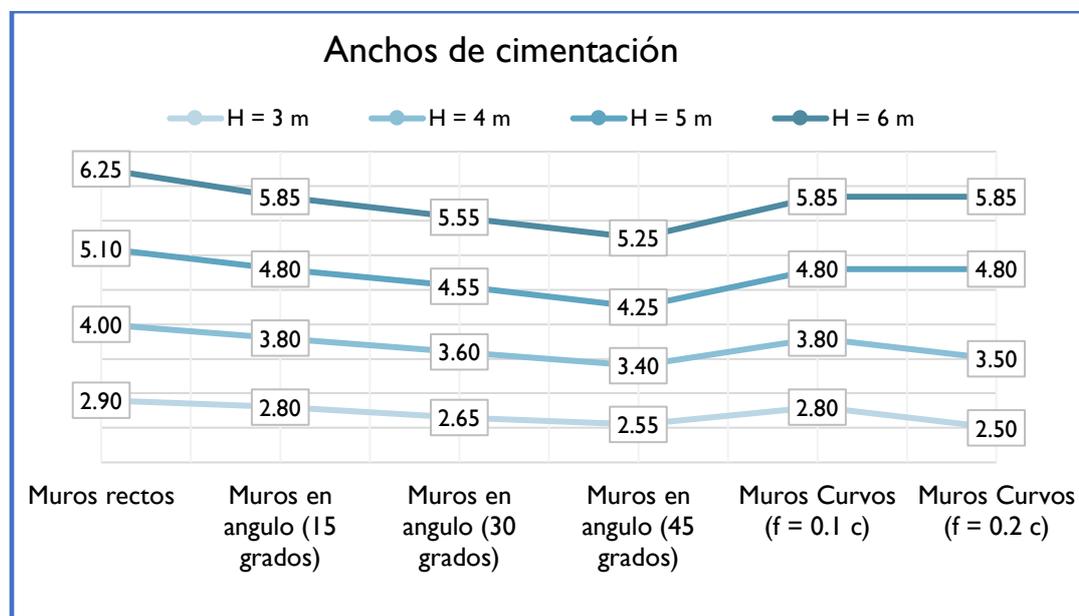
Muros de t = 0.35 m	H = 3 m	H = 4 m	H = 5 m	H = 6 m	
Muros rectos	0.131	0.540	1.629	3.980	cm
Muros en ángulo (15 grados)	0.061	0.188	0.475	1.061	cm
Muros en ángulo (30 grados)	0.041	0.103	0.211	0.398	cm
Muros en ángulo (45 grados)	0.034	0.085	0.163	0.273	cm
Muros Curvos (f = 0.1 c)	0.066	0.228	0.624	1.461	cm
Muros Curvos (f = 0.2 c)	0.033	0.098	0.243	0.537	cm

*Fuente: Propia.*

## 4.7. Discusión

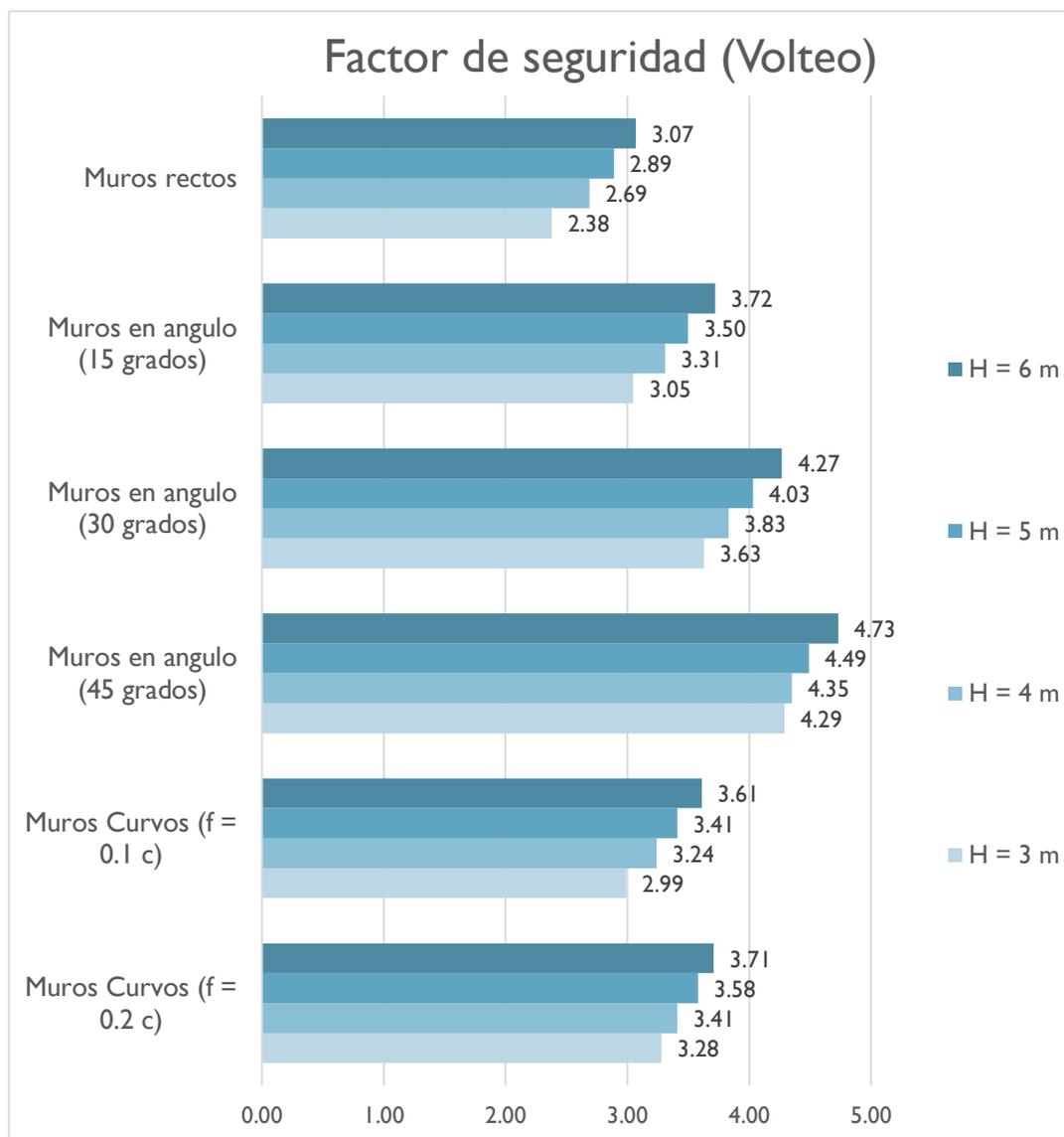
### 4.7.1. Análisis de estabilidad

#### 4.7.1.1. Ancho de cimentación



- Analizando el gráfico de los anchos de cimentación de los diferentes tipos de muros, podemos observar que, al aumentar la altura del muro, el ancho de cimentación aumenta, esto debido a la necesidad de conservar la estabilidad de la estructura frente a acciones que aumentan su magnitud directamente proporcional con la altura del muro.
- Del gráfico presentado, se puede observar que los muros rectos necesitan un mayor ancho de cimentación para conservar su estabilidad en comparación con los otros tipos de muro a la misma altura, siendo los muros en ángulo de  $45^\circ$  los que requieren un menor ancho de cimentación.
- Los muros en ángulo de  $15^\circ$  y los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda requieren del mismo ancho de cimentación en todos los niveles de altura para garantizar su estabilidad.

#### 4.7.1.2. Verificación por volteo

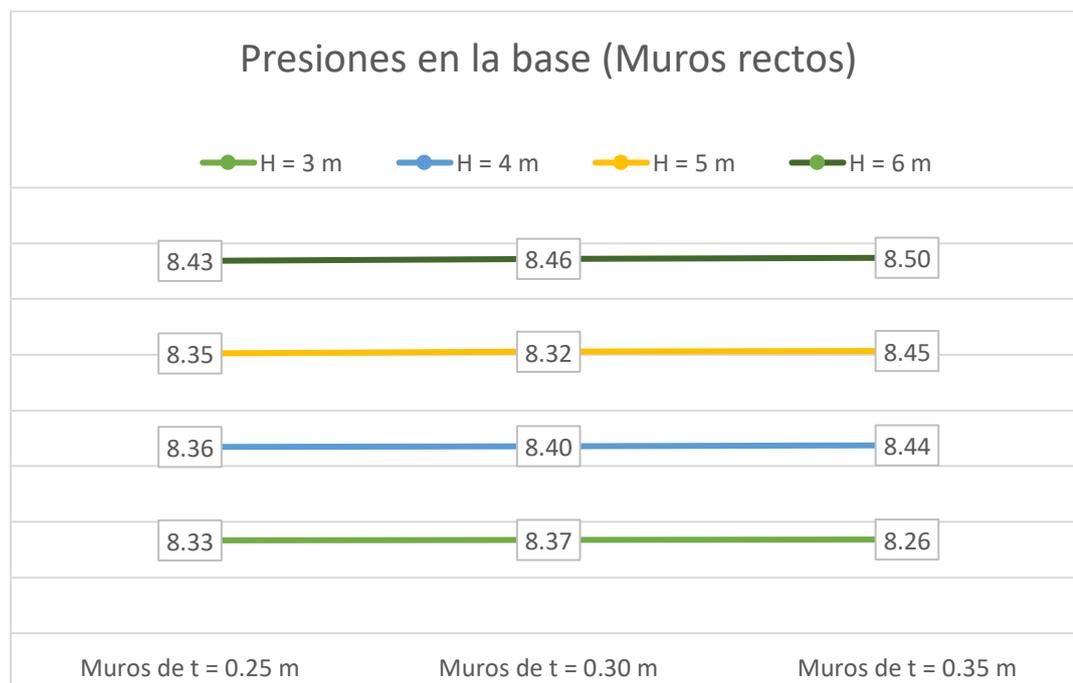


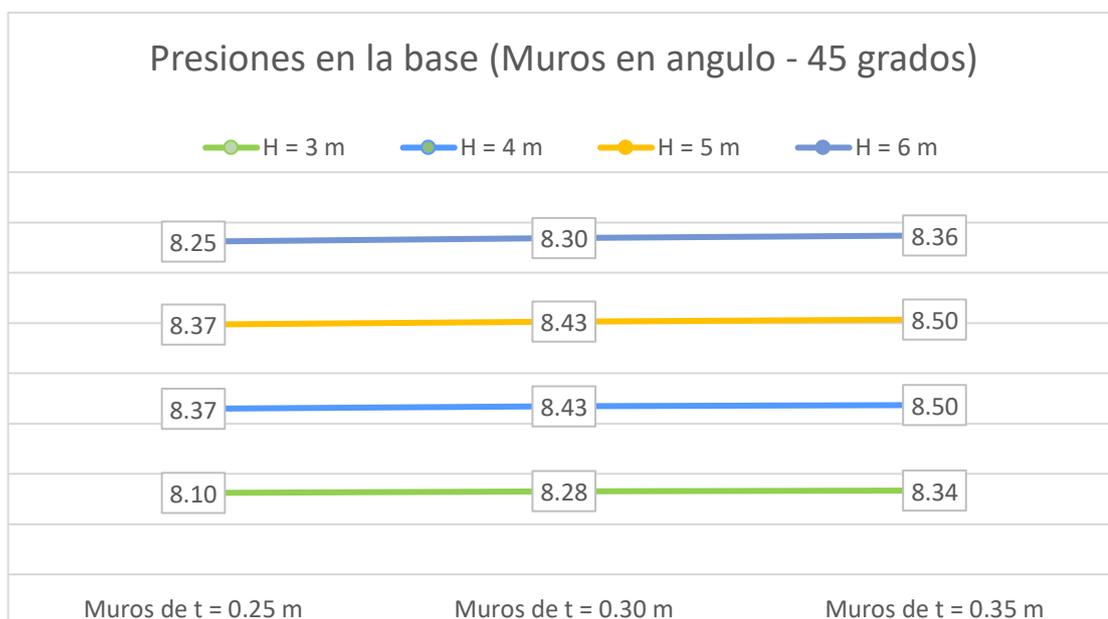
- De los diferentes modelos evaluados, los muros en ángulo de 45° tienen mejor resistencia al momento de volteo teniendo valores de F.S. de 4.29, 4.35, 4.49 y 4.73 en alturas de 3, 4, 5 y 6 metros, siendo los muros rectos el que tiene los menores valores, con F.S. de 2.38, 2.69, 2.89 y 3.07 en alturas de 3, 4, 5 y 6 metros, a pesar que el ancho de cimentación es mayor. Esto se debe a que el centro de gravedad de cada elemento de los muros se encuentra más lejos del punto de vuelco. De esta manera podemos apreciar en los resultados que mientras más grande sea la diferencia entre el centro de gravedad y el punto de vuelco, mayor será el factor de seguridad por volteo del mismo.

- Según los resultados mostrados, podemos apreciar que el factor de seguridad por volteo va aumentando a medida que la altura del muro aumenta sin importar el tipo de muro evaluado ya que el ancho de cimentación aumenta en gran medida al aumentar la altura de muro para poder soportar las presiones en la base debido a las bajas capacidades de los suelos en la ciudad de Chiclayo.
- En el gráfico podemos apreciar que los muros en ángulo de  $15^\circ$  tienen mejor comportamiento que los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda, a pesar que ambos tipos de muro poseen el mismo ancho de cimentación.

#### 4.7.1.3. Verificación por capacidad portante

\*El dimensionamiento de los muros están basados con mayor importancia en capacidad portante del suelo por la poca resistencia de esfuerzo que posee el suelo de Chiclayo y haciendo la verificación de la capacidad máxima portante del suelo, los factores de seguridad por volteo y deslizamiento cumplen por defecto.





- Analizando el gráfico, podemos observar que los muros en ángulo de 45° pueden mantenerse por debajo de la capacidad portante establecida a pesa de tener el menor ancho de cimentación, con lo cual se puede concluir que, si todos los muros tuvieran el mismo ancho de cimentación, los muros en ángulo de 45° serían lo que tendrían los menores valores de esfuerzos del suelo en la base de la cimentación.
- Al observar el gráfico también nos podemos dar cuenta que al aumentar el espesor del muro la presión en la base también aumenta, esto se da porque al aumentar el muro, aumenta su peso ejerciendo mayor presión en la base del muro.

## 4.7.2. Diseño de los muros estructurales

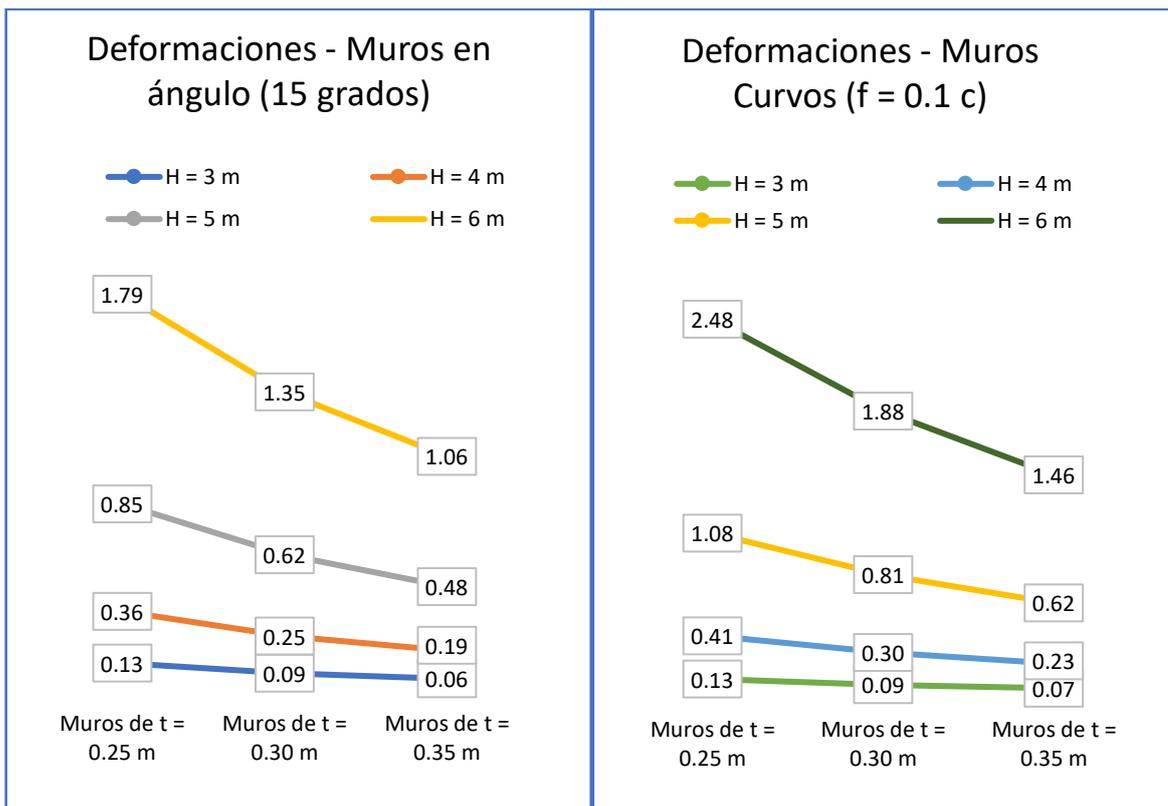
### 4.7.2.1. Momento último

- Después de haber evaluado los muros, se pudo observar entre los resultados que los momentos generados por las fuerzas de viento son de pequeña magnitud en comparación a los momentos generados por el empuje del suelo, teniendo la fuerza del viento momentos con valores de 1.90, 3.46, 5.52 y 8.10 ton.m y los momentos de empuje del suelo con valores de 30.75, 70.50, 135.25 y 234.25 ton.m para muros rectos con una altura de 3, 4, 5 y 6 metros respectivamente.

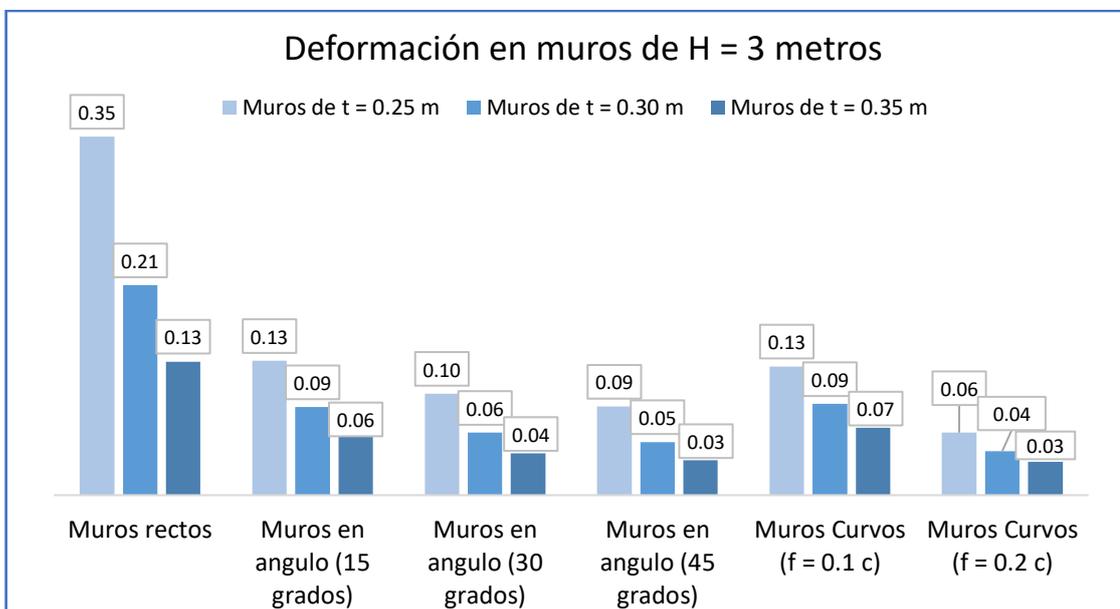
#### 4.7.2.2. Acero de refuerzo

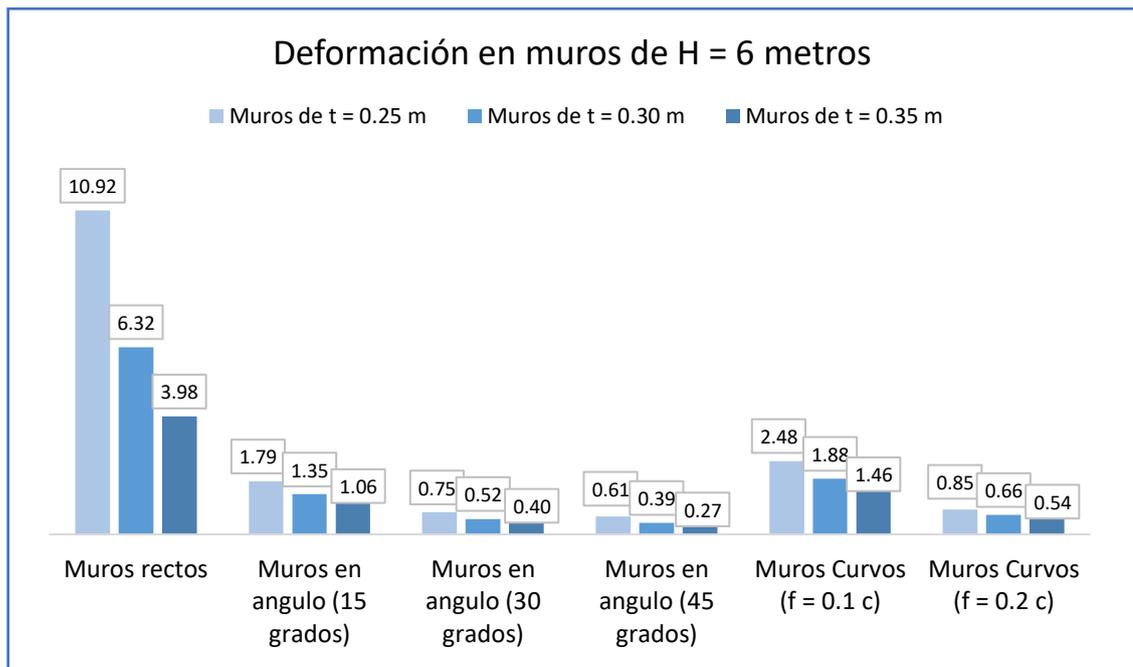
- En cuanto a los muros diseñados con el área de acero mínimo (sombreados de verde en el punto 4.6.2.2), sus valores no serán de gran importancia el análisis de los resultados.
- Teniendo en cuenta los muros de 6 metros de altura, no es posible diseñar el muro recto con un espesor de 0.25 metros debido a que se le tendría que aumentar el espesor.
- En todos los niveles de altura, los muros rectos requieren la mayor cantidad de varillas de acero, incluso teniendo que aumentar el diámetro de las varillas de acero en los casos de los muros de 5 y 6 metros de altura.
- Los muros en ángulo de  $45^\circ$  requieren la menor cuantía de acero en comparación con los otros tipos de muros.
- A pesar que los muros en ángulo de  $45^\circ$  requieren la menor cuantía de acero a comparación con los otros tipos de muros, los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda tienen menor cantidad de varillas de acero en todos los niveles de altura por sus diferencias en cuanto a la longitud total del muro.
- Los muros en ángulo de  $15^\circ$  tienen la menor cantidad de varillas de acero en comparación a los muros curvos de flecha igual a 0.1 veces la cuerda en todos los espesores y niveles de altura, a pesar que ambos tipos de muro poseen el mismo ancho de cimentación.
- Para los en ángulo de  $30^\circ$  y  $45^\circ$  de 6 metros de altura, se puede observar que para el espesor de 0.25 metros, el muro en ángulo de  $30^\circ$  necesita menor cantidad total de varillas de acero, siendo esta cantidad igualada para cuando ambos tienen 0.30 metros de espesor, y sobrepasada para los 0.35 metros de espesor.

4.7.2.3. Deformación



- Comparando los muros en ángulo de 15° y los muros curvos de f = 0.1 c, dos muros similares que necesitaron el mismo ancho de cimentación para cumplir los requerimientos del análisis de estabilidad, podemos observar que los muros en ángulo de 15° tienen una menor deformación en todos los niveles de altura y los diferentes espesores.





- Los muros en ángulo de 45° tienen un buen comportamiento estructural frente a fuerzas horizontales, presentando los menores valores de deformación a comparación de los otros tipos de muros.
- Los muros rectos tienen la mayor deformación en comparación con los otros muros teniendo una deformación de 10.92 centímetros a una altura de 6 metros y 0.25 metros de espesor.

## V. CONCLUSIONES

Al comparar los diferentes tipos muros, éstos siguen manteniendo los mismos patrones de resultados observados a lo largo del informe al variar su altura ( $H=10$  m) o su espesor ( $t = 0,50$  m).

Los muros en ángulo de  $45^\circ$  son los que mejor comportamiento estructural tiene en todos los casos, ya siendo en verificaciones de estabilidad, diseño de los muros o deformaciones.

Los resultados obtenidos en el caso de los muros rectos, fueron los más desfavorables en todos los casos mencionados anteriormente.

En la comparación entre el muro en ángulo de  $15^\circ$  y el muro curvo de  $f = 0.1c$ , los resultados obtenidos fueron más favorables para los muros en ángulo de  $15^\circ$  en todos los casos.

## **VI. RECOMENDACIONES**

Por criterio de investigación, se recomendaría trabajar con otros tipos de variables para ver como estos varían los resultados obtenidos.

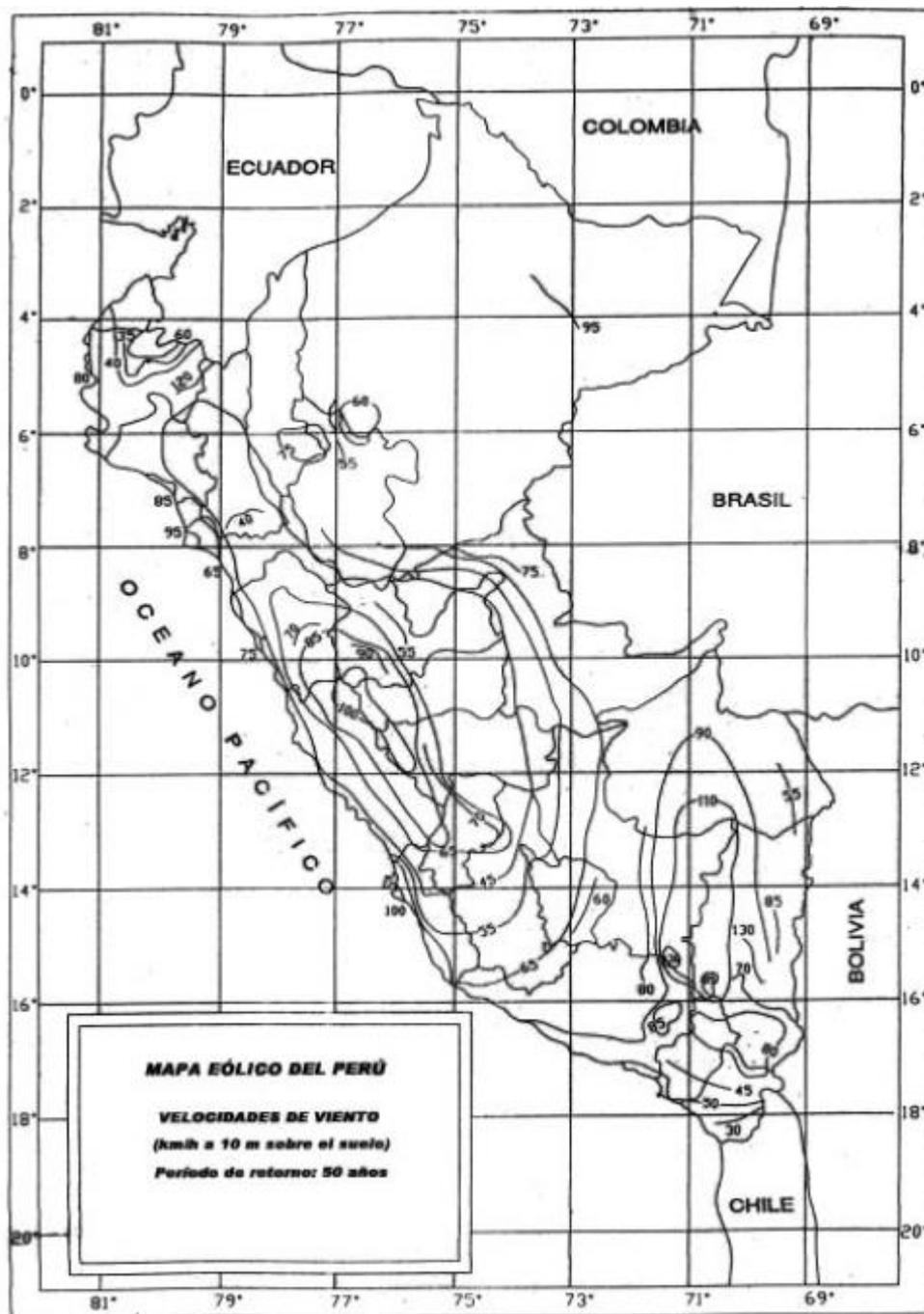
En estudios posteriores se puede hacer un análisis de presupuesto a partir del diseño de calculado en el presente informe, así evaluar y comparar los precios de cada tipo de muro.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] H. A. Rivera, EVALUACION DE ESTRUCTURAS EN RESONANCIA, Mexico: Universidad Autonoma de Zacatecas, 2011.
- [2] Y. A. Diaz Hernandez y H. M. Naranjo Calderon, COMPARACIÓN EN EL ANÁLISIS DE CARGA DE VIENTO ENTRE LAS NORMAS, Bogora: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2018.
- [3] J. Manterola Armisen, «LA ESTRUCTURA RESISTENTE DE LOS EDIFICIOS ALTOS,» CSIS, vol. 37, n° 371, junio 1985.
- [4] J. F. Gomez Ccollana, REVISIÓN DE LA NORMA PERUANA Y NORMAS INTERNACIONALES SOBRE EDIFICIOS ESBELTOS DE CONCRETO ARMADO POR SOLICITACIONES DE VIENTO, Lima: Universidad Cesar Vallejo, 2018.
- [5] J. Bradburn, «TORONTOIST,» 19 febrero 2011. [En línea]. Available: [https://torontoist.com/2011/02/historicist\\_the\\_collapse\\_of\\_the\\_union\\_carbide\\_buil](https://torontoist.com/2011/02/historicist_the_collapse_of_the_union_carbide_buil).
- [6] L. Garza y J. C. Orozco, «AUTOPSIA A LA TORRE DE LA ESCOLLERA. CONSTRUCCION METALICA CONSTRUDATA,» Construccion Metalica, pp. 23-25, 2008.
- [7] W. Tips, «Wild Tips,» 12 Agosto 2017. [En línea]. Available: <http://wildtipsy.com/es/pages/1386018>.
- [8] E. Montalar, 27 mayo 2010. [En línea]. Available: <http://enriquemontalar.com/oscilaciones-en-el-puente-de-volgograd/>.
- [9] REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES, Peru.
- [10] B. Curbelo, «FUERZAS DE VIENTO DEL REGLAMENTO COLOMBIANO DE CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10» Colombia.
- [11] G. Valencia Clement, ACCION DEL VIENTO SOBRE LAS ESTRUCTURAS, Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2002.
- [12] M. C. Modesto Monedero, EVOLUCIÓN DE LOS EDIFICIOS EN ALTURA DESPUÉS DEL PERIODO ICONICO: análisis del desarrollo formal en la edificación en altura mediante la simulación fluidodinámica de la acción del viento (CFD), Barcelona: Universidad Politecnica de Cataluña, 2009.
- [13] NORMA CHILENA OFICIAL NCh432.Of71
- [14] Canadian Geotechnical Society, «FOUNDATION ENGINEERING MANUAL», 2006

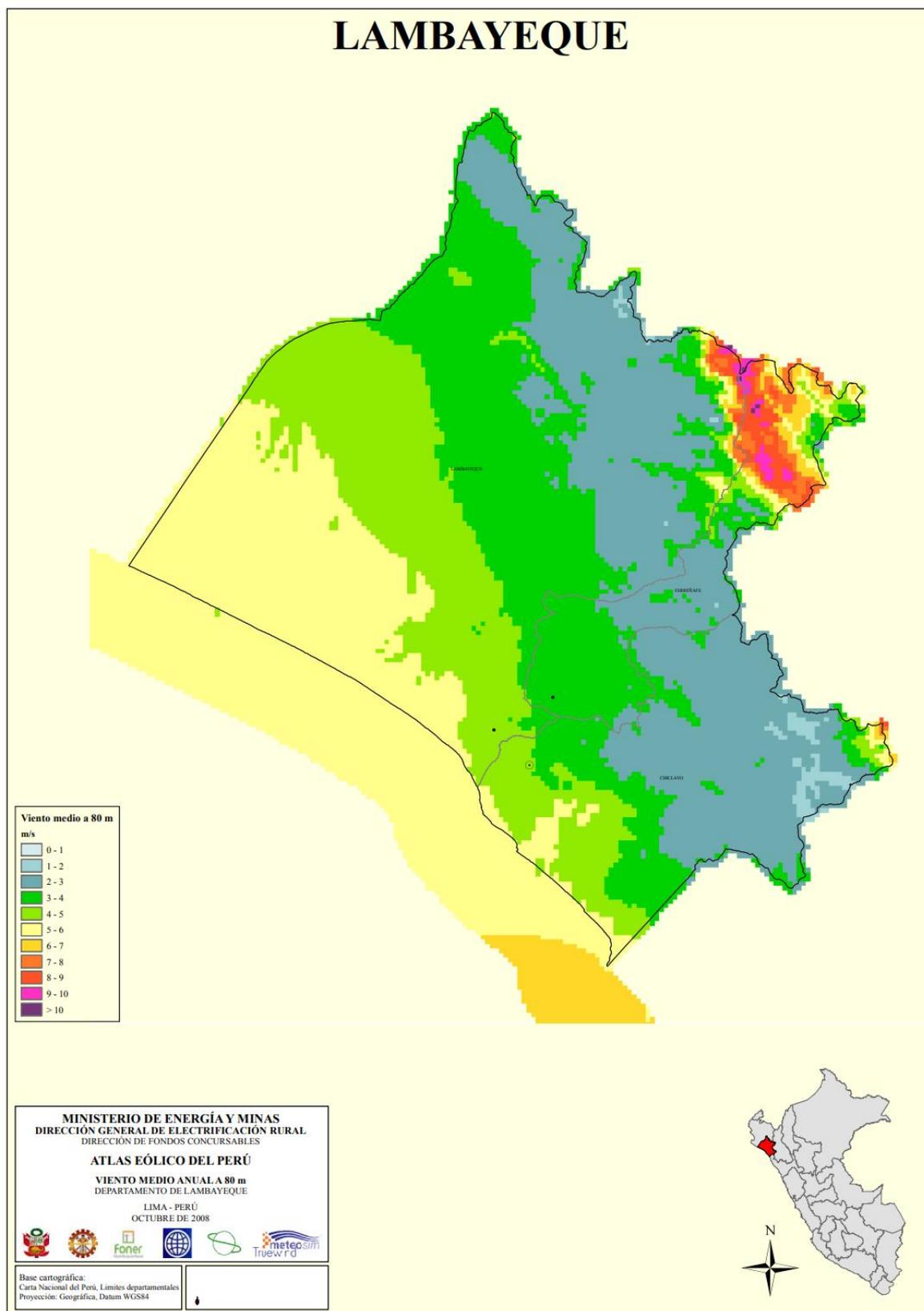
## VIII. ANEXOS

Anexo I: Mapa eólico del Perú



Fuente: Norma E.020. Normas Legales. 2006. Lima. Perú.

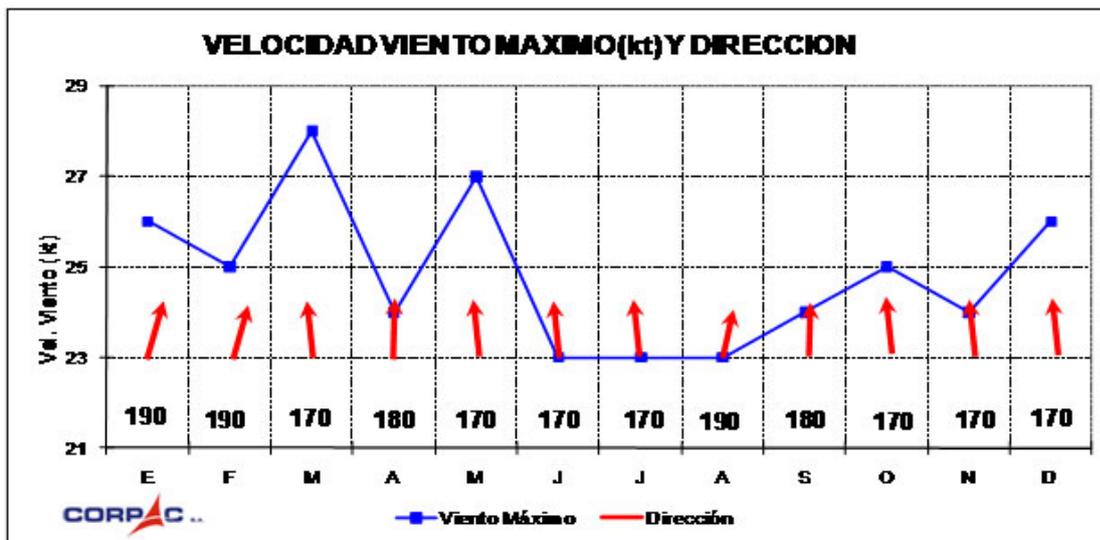
Anexo 2: Viento medio anual a 80 m



Fuente: Norma E.020. Normas Legales. 2006. Lima. Perú.

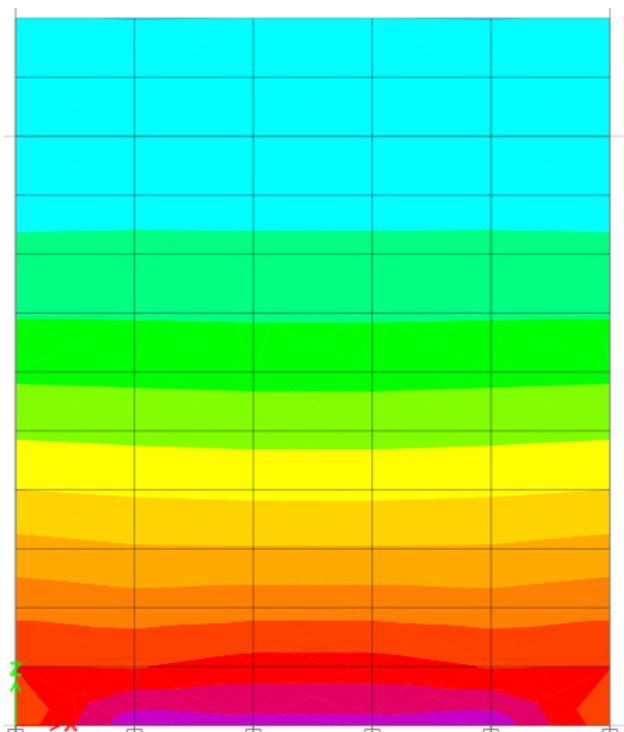
Anexo 3: Tabla y resumen climatológico de aeródromos.

**AEROPUERTO INTERNACIONAL DE CHICLAYO “Capitán FAP Abelardo Quiñones Gonzáles”. Período: 2006 - 2011**



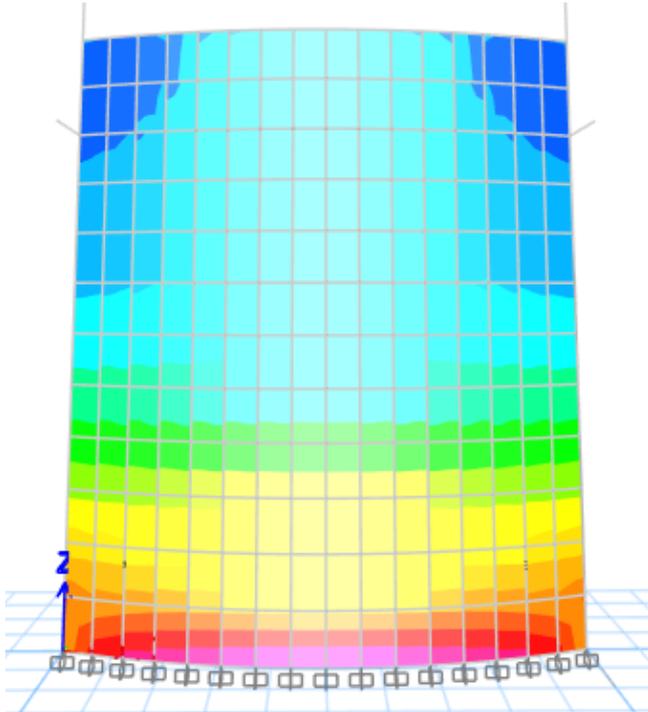
Fuente: Equipo de Pronósticos y Climatología - GOA.

Anexo 4: Distribución de esfuerzos de un muro recto de L=5m y H=6m



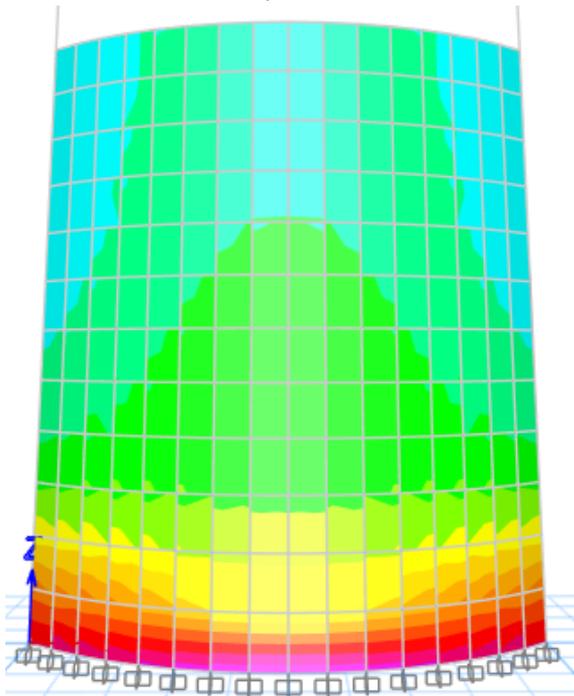
Fuente: Propia

Anexo 5: Distribución de esfuerzos de un muro curvo ( $f=0.1c$ ) de  $L=5m$  y  $H=6m$



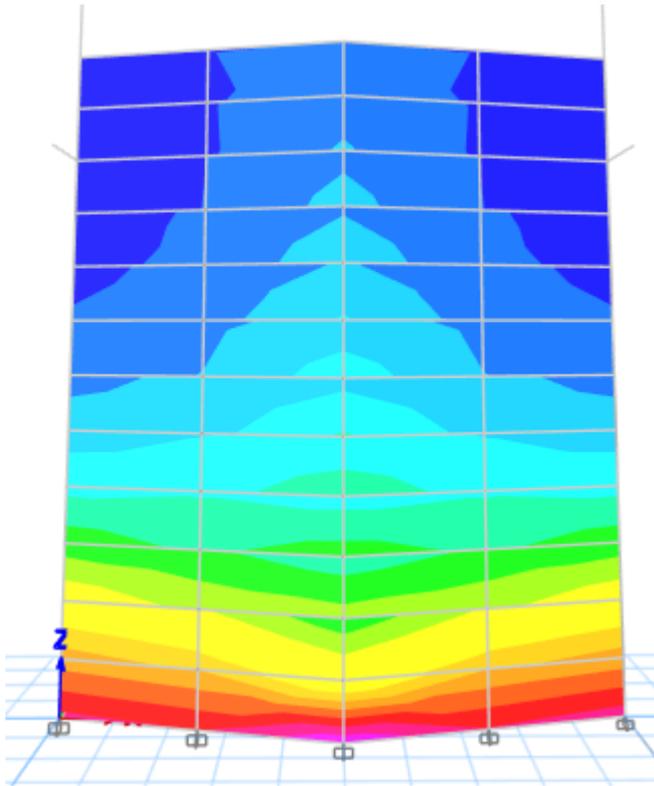
Fuente: Propia

Anexo 6: Distribución de esfuerzos de un muro curvo ( $f=0.2c$ ) de  $L=5m$  y  $H=6m$



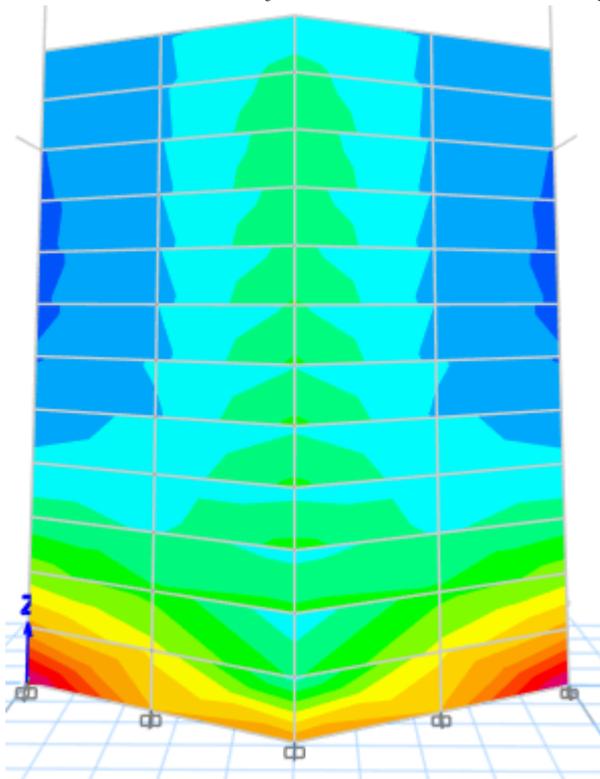
Fuente: Propia

Anexo 7: Distribución de esfuerzos de un muro en ángulo de  $15^\circ$  de  $L=5m$  y  $H=6m$



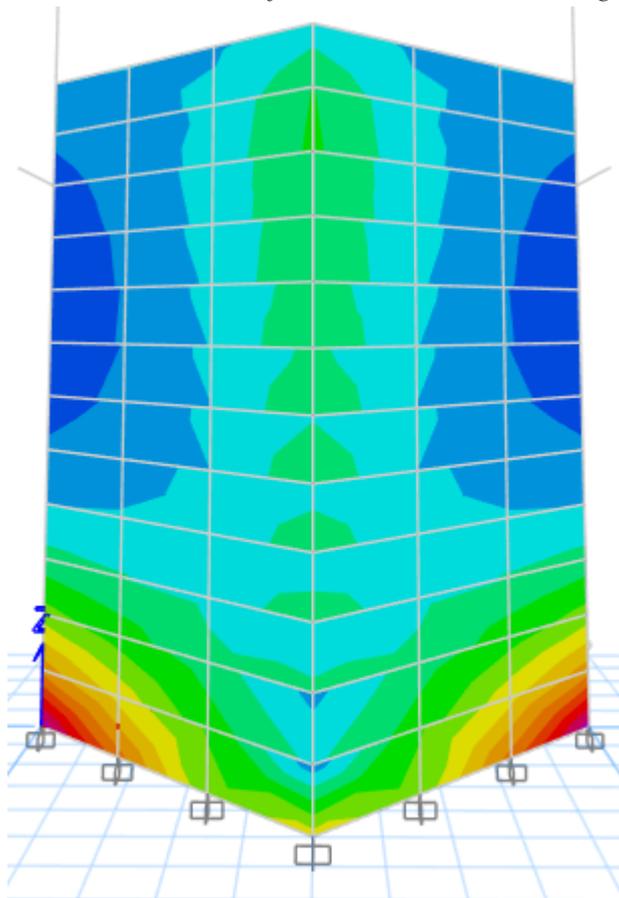
Fuente: Propia

Anexo 8: Distribución de esfuerzos de un muro en ángulo de  $30^\circ$  de  $L=5m$  y  $H=6m$



Fuente: Propia

Anexo 9: Distribución de esfuerzos de un muro en ángulo de 45° de L=5m y H=6m



Fuente: Propia

Anexo 10: EMS ubicado en Leoncio Prado N° 543

Tipo de suelo: SC-SM, CL, SM

Calicata	q (kg/cm <sup>2</sup> )	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$	N.F.
C-1	0.80	0.03	27.56	1.10
C-2	0.80	0.03	27.56	1.00
C-3	0.80	0.03	27.56	1.00

Fuente: Propia

Anexo 11: EMS ubicado en la Urb. San Miguel

Tipo de suelo: CL, GC

Calicata	q (kg/cm <sup>2</sup> )	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$	N.F.
C-1	1.04	0.34	12.50	No se Ubico
C-2	1.00	0.34	12.50	No se Ubico
C-3	0.98	0.34	12.50	No se Ubico

Fuente: Propia

*Anexo 12: EMS ubicado en Carlos Stein*

Tipo de suelo: CL

Calicata	q (kg/cm <sup>2</sup> )	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$	N.F.
C-1	0.80	0.298	15.60	2.10
C-2	0.82	0.295	15.30	2.20
C-3	0.81	0.296	13.80	2.10

*Fuente: Propia**Anexo 13: EMS ubicado en la Av. Balta*

Tipo de suelo: CL

Calicata	q (kg/cm <sup>2</sup> )	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$	N.F.
C-1	0.67	0.070	Nulo	1.20
C-2	0.67	0.070	Nulo	1.20
C-3	0.67	0.070	Nulo	1.20

*Fuente: Propia**Anexo 14: EMS ubicado en la Calle Alfredo Lapoint N° 656*

Tipo de suelo: CL

Calicata	q (kg/cm <sup>2</sup> )	c (kg/cm <sup>2</sup> )	$\phi$	N.F.
C-1	0.85	0.400	8.40	1.20
C-2	0.85	0.400	8.40	1.20
C-3	0.85	0.400	8.40	1.20