



CIMENTACIONES 74.11
GEOTECNIA APLICADA 94.09

EMPUJES DE SUELO



EMPUJES DE SUELO

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN
2. MÉTODO DE RANKINE
3. PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA
4. SOBRECARGAS
5. DIAGRAMAS DE EMPUJES DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN
6. EJEMPLOS NUMÉRICOS
7. BIBLIOGRAFÍA



EMPUJES DE SUELO

ÍNDICE GENERAL

- 1. INTRODUCCIÓN**
- MÉTODO DE RANKINE
- PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA
- SOBRECARGAS
- DIAGRAMAS DE EMPUJES DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN
- EJEMPLOS NUMÉRICOS
- BIBLIOGRAFÍA



INTRODUCCIÓN

Empujes sobre estructuras de contención

El empuje del suelo sobre estructuras de contención es la carga que el terreno ejerce sobre la estructura.

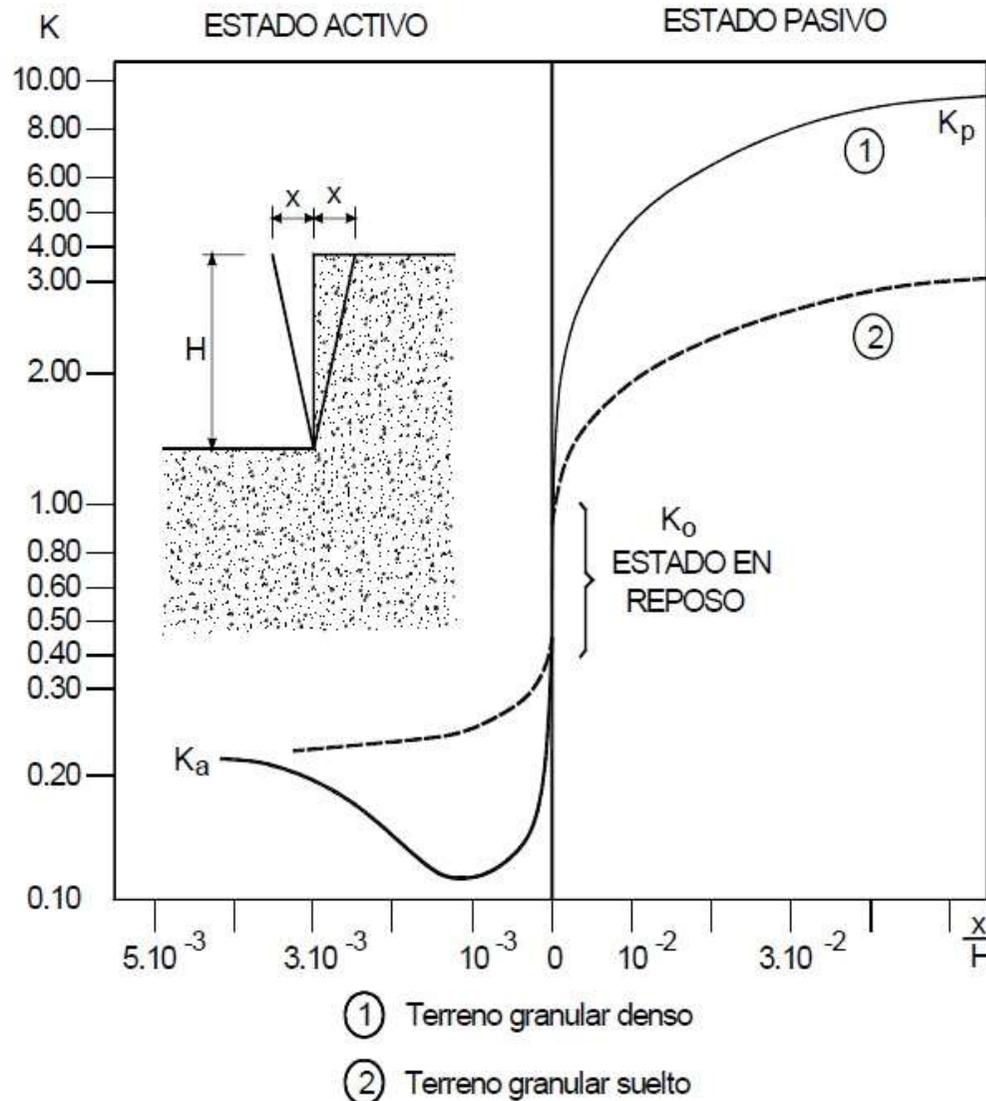
Depende de:

- Geometría de la estructura
- Tipo de terreno
- Procedimiento constructivo
- Deformaciones posteriores a la construcción
- Acciones externas sobre la superficie del terreno
- Flujo de agua y condiciones de drenaje
- Acción sísmica



INTRODUCCIÓN

Empujes sobre estructuras de contención

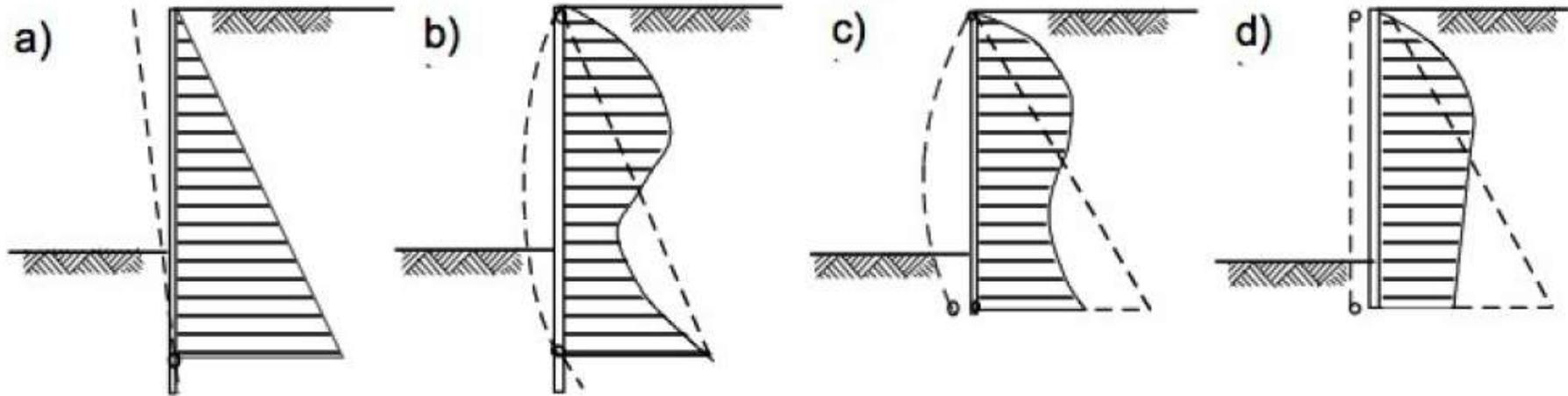


Los empujes dependen del grado de deformación.

A medida que el suelo se relaja, disminuye la presión del terreno hasta el límite del estado activo.

INTRODUCCIÓN

La distribución de presiones depende del procedimiento constructivo y del grado de deformación.

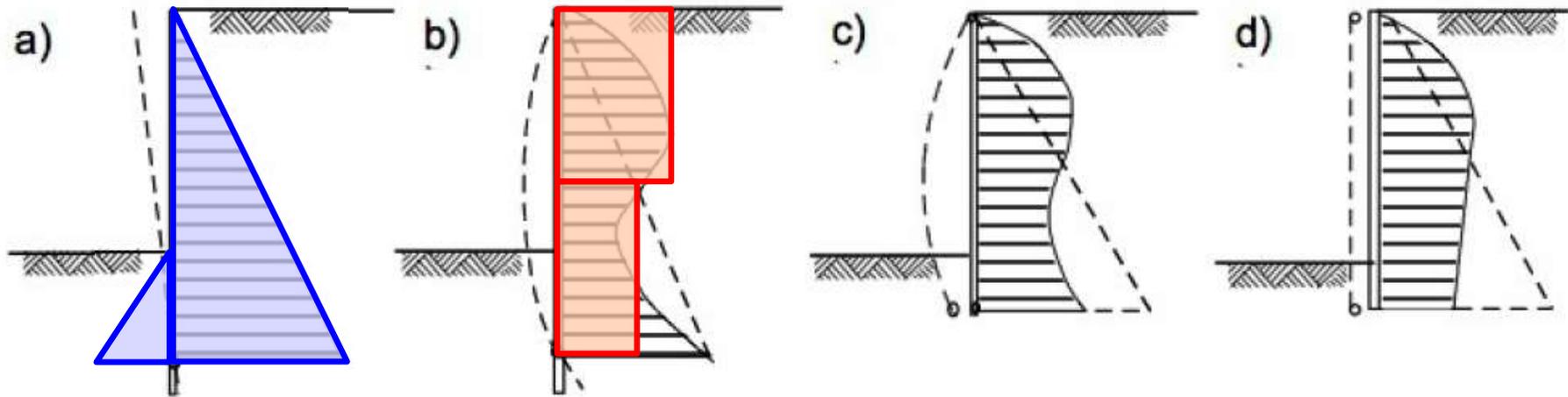


- a) **Rota:** Teorías de empuje
- b) **Tiene cabeza y pie fijos:** Empuje en zonas de menor deformación
- c) **Rota por su cabeza:** Empuje mas arriba
- d) **Se traslada:** Empuje prácticamente rectangular

Aunque **la resultante del diagrama es siempre la misma**, hay menor carga en el tramo y mayor carga en los apoyos

INTRODUCCIÓN

La distribución de presiones depende del procedimiento constructivo y del grado de deformación.



Muro Cantiléver: “Empotrado” (Cabeza libre de rotar)

Muro con Anclajes: Mayor empuje en zonas de menor deformación (Anclajes)



EMPUJES DE SUELO

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN
- 2. MÉTODO DE RANKINE**
3. PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA
4. SOBRECARGAS
5. DIAGRAMAS DE EMPUJES DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN
6. EJEMPLOS NUMÉRICOS
7. BIBLIOGRAFÍA



MÉTODO DE RANKINE (Teorema Estático)

Hipótesis

- Campo tensional en equilibrio con acciones exteriores
- Respetar ecuación constitutiva
- **Reacciones menores o iguales a la de falla**
- **Hipótesis:**
 - Superficie horizontal del terreno
 - Estructura vertical
 - Contacto suelo – estructura sin fricción

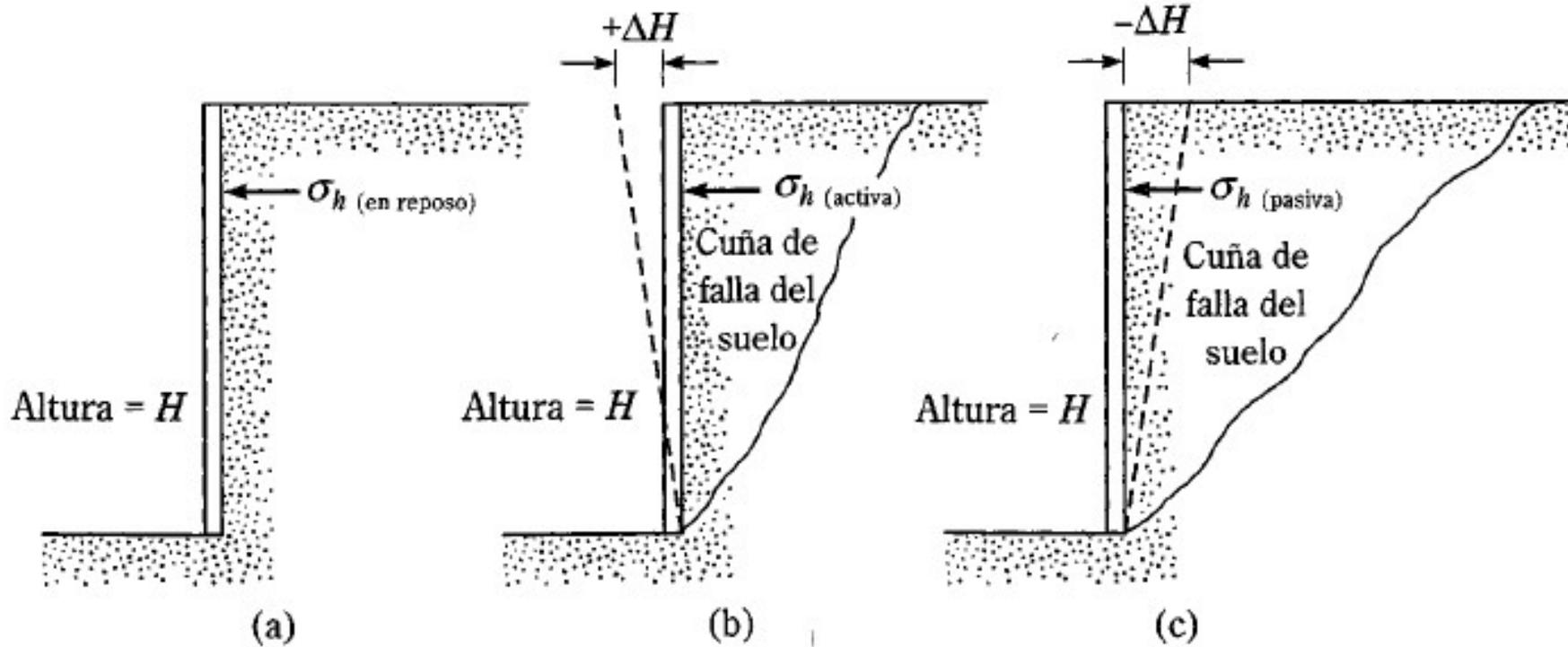
¿Y si no se cumplen las hipótesis?





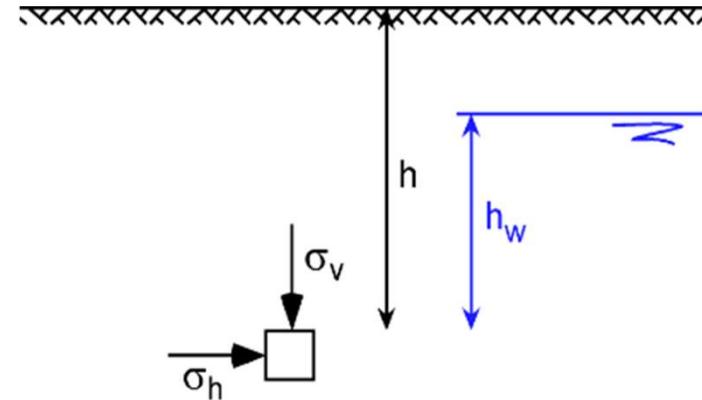
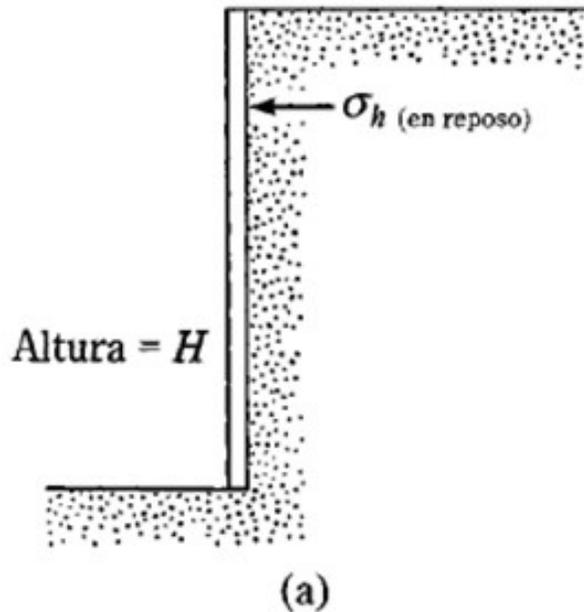
MÉTODO DE RANKINE (Teorema Estático)

Empujes sobre estructuras de contención



MÉTODO DE RANKINE (Teorema Estático)

Empuje en reposo



Hipótesis

- Deposición en capas
- Superficie horizontal
- Deformación lateral nula

$$\sigma_h = K_0 \cdot \sigma'_v$$

Muro restringido contra movimiento: Presión de tierra en **reposo**.

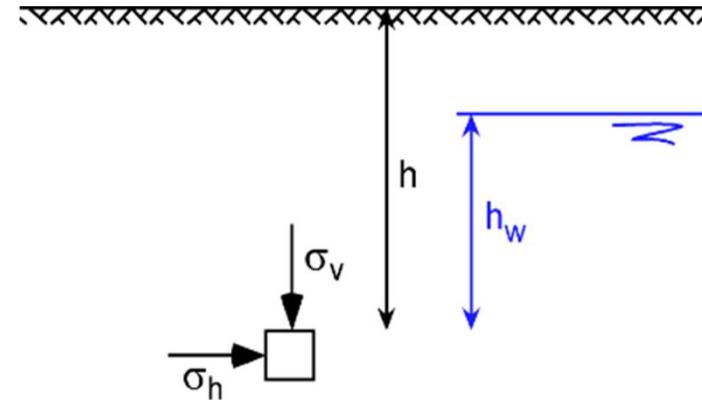
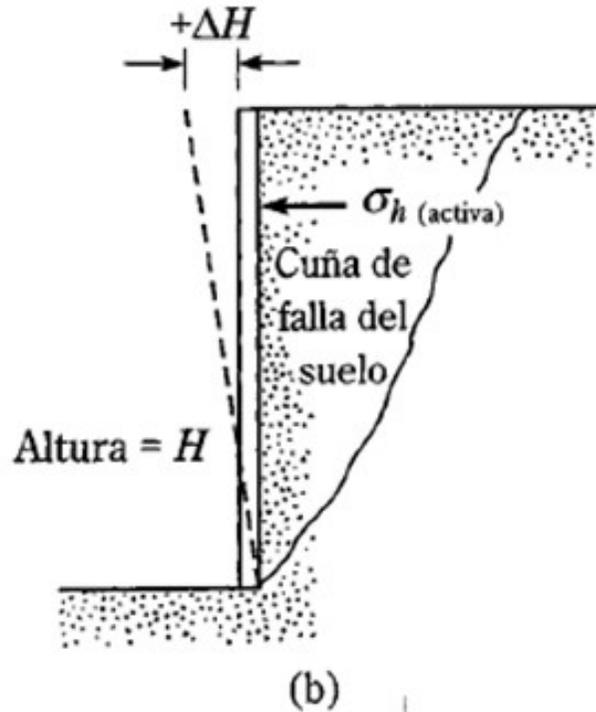
Expresiones semiempíricas para K_0

- Suelo normalmente consolidado: $K_0^{NC} \cong 1 - \sin[\phi']$
- Arcilla sobreconsolidada por carga: $K_0^{oc} \cong K_0^{NC} OCR^{\sin[\phi']}$



MÉTODO DE RANKINE (Teorema Estático)

Empuje activo



$$\sigma'_h = K_A \cdot \sigma'_v - 2c \sqrt{K_A}$$

Muro se inclina respecto al suelo retenido: Presión de tierra **activa**

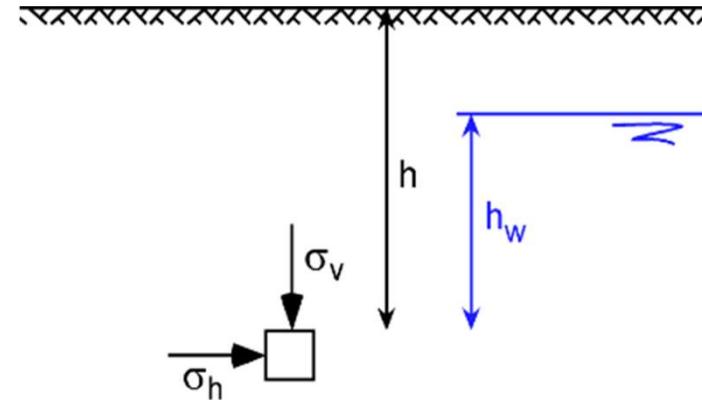
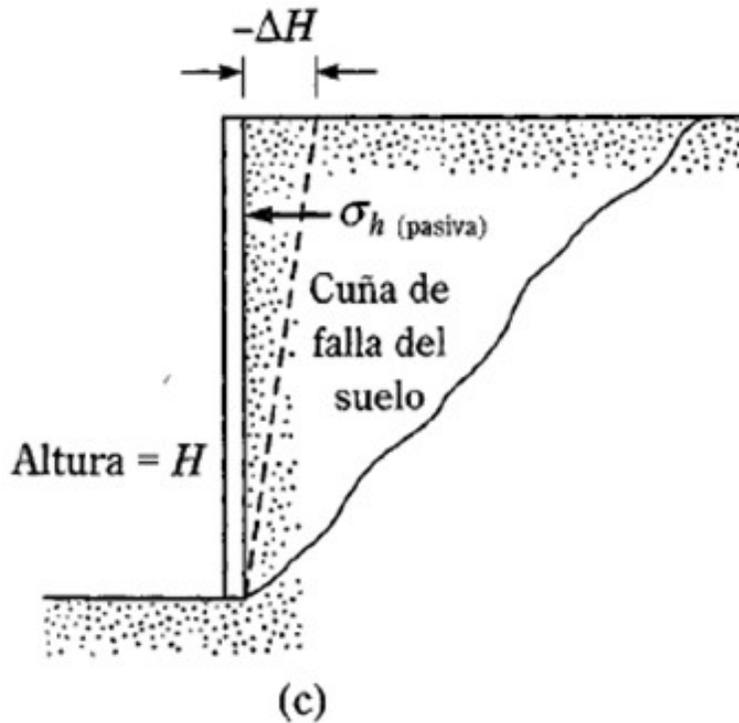
Coeficiente de empuje activo:

$$K_A = \frac{1}{N_\phi} = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$



MÉTODO DE RANKINE (Teorema Estático)

Empuje pasivo



$$\sigma'_h = K_P \cdot \sigma'_v + 2c \sqrt{K_P}$$

Muro es empujado hacia el suelo retenido: Presión de tierra **pasiva**

Coeficiente de empuje pasivo:

$$K_P = N_\phi = \operatorname{tg}^2 \left(45^\circ + \frac{\phi}{2} \right)$$



EMPUJES DE SUELO

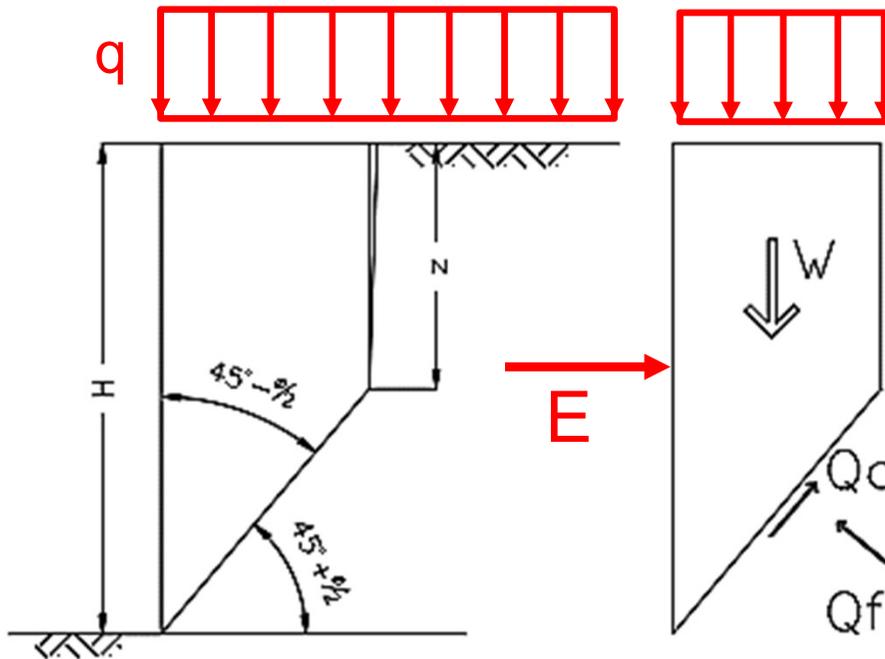
ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN
2. MÉTODO DE RANKINE
3. **PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA**
4. SOBRECARGAS
5. DIAGRAMAS DE EMPUJES DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN
6. EJEMPLOS NUMÉRICOS
7. BIBLIOGRAFÍA



PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA

Cálculo de la Altura Crítica



Peso del prisma:

$$W = \left[q + \frac{1}{2} \gamma (H - z) \right] (H - z) \operatorname{tg} \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

Componente cohesión en plano de falla:

$$Q_c = \frac{c (H - z)}{\cos \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)}$$

Componente de esfuerzos friccionales:

$$Q_f = \frac{W - c (H - z)}{\cos \left(45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)}$$

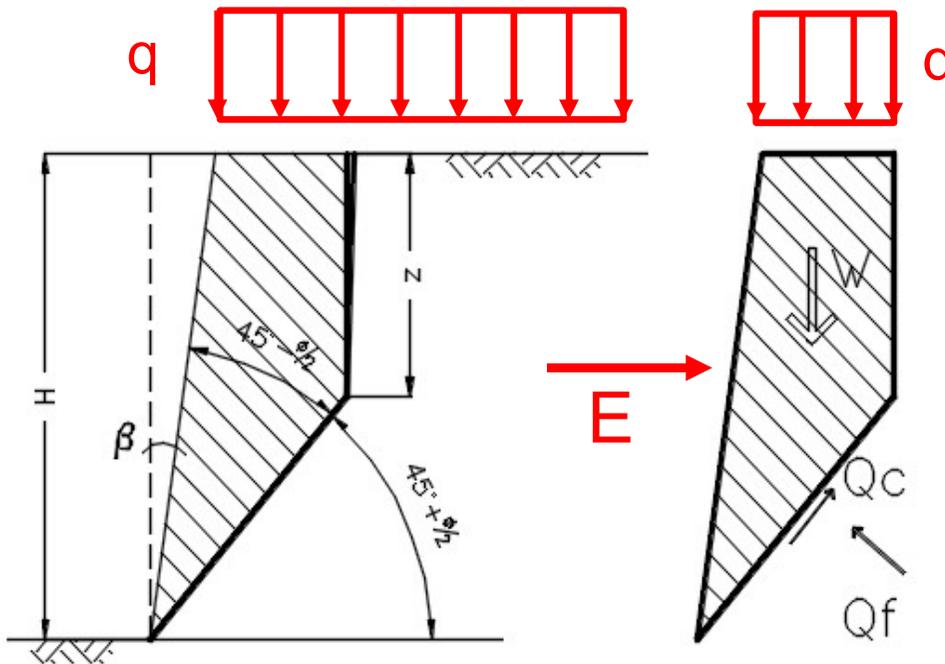
Proyectando en X y tomando E=0

$$H = \frac{4 c \sqrt{N_\phi}}{\gamma} - \frac{2 q}{\gamma} - z \quad \longrightarrow \quad H = \frac{2,67 \cdot c \cdot \sqrt{N_\phi} - 1,33 \cdot q}{\gamma}$$



PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA

Cálculo de la Altura Crítica



¿Y si el paramento no es vertical?

Proyectando en X y tomando E=0

$$H = \frac{8}{3} \cdot \frac{c - \frac{1}{2} \cdot q \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{N_\phi}} - 2 \cdot \operatorname{tg}(\beta) \right]}{\gamma \cdot \left[\frac{1}{\sqrt{N_\phi}} - \frac{4}{3} \cdot \operatorname{tg}(\beta) \right]}$$



PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA

Cálculo de la Altura Crítica

En resumen:

Excavación vertical con superficie del terreno horizontal y sin sobrecarga:

$$H = \frac{2,67 c \sqrt{N_\phi}}{\gamma}$$

Excavación vertical con superficie del terreno horizontal y con sobrecarga:

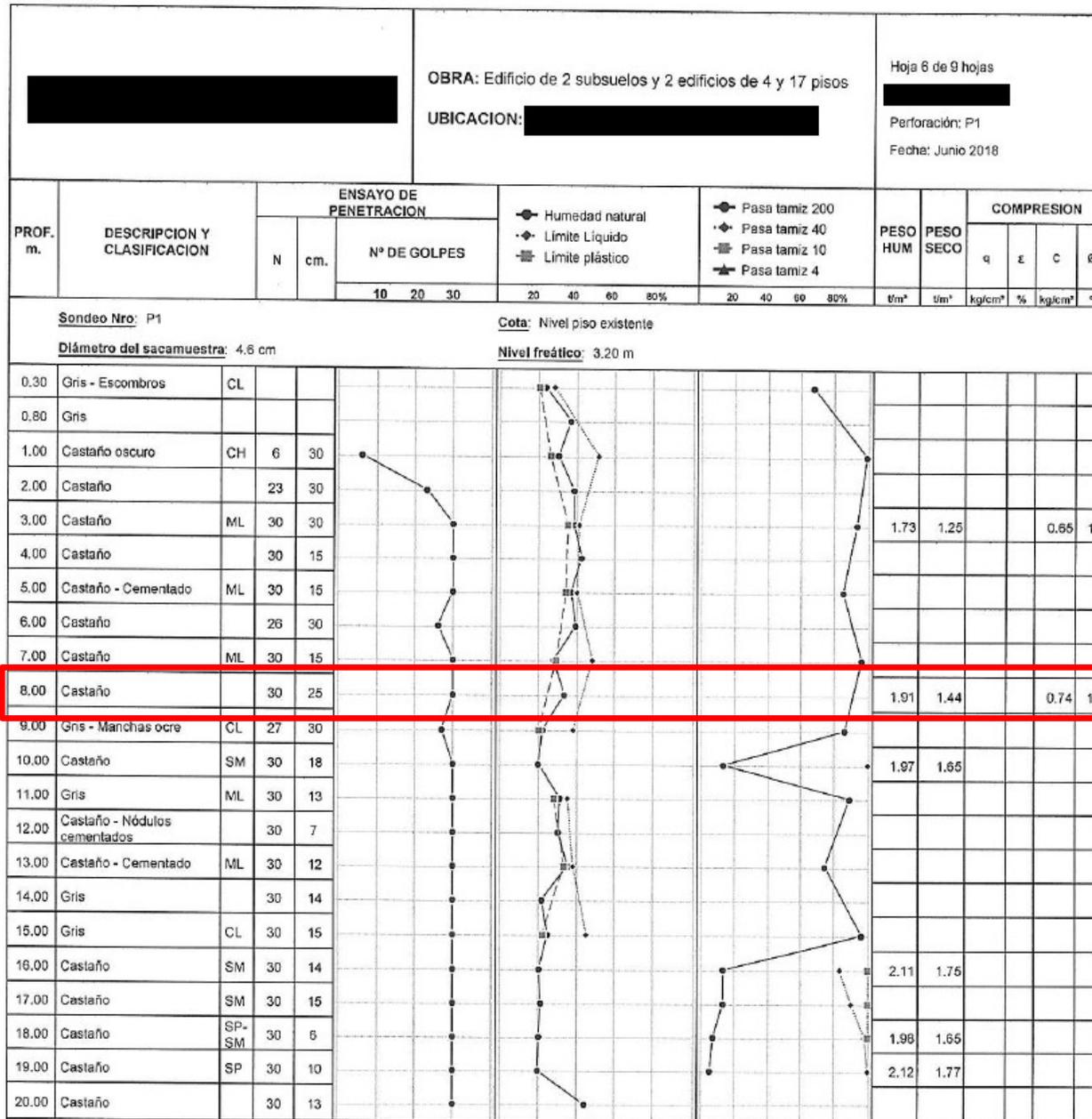
$$H = \frac{2,67 c \sqrt{N_\phi} - 1,33 q}{\gamma}$$

Excavación vertical con superficie del terreno horizontal, con sobrecarga y talud inclinado en la excavación:

$$H = \frac{8}{3} \cdot \frac{c - \frac{1}{2} q \left[\frac{1}{\sqrt{N_\phi}} - 2 \operatorname{tg}(\beta) \right]}{\gamma \left[\frac{1}{\sqrt{N_\phi}} - \frac{4}{3} \operatorname{tg}(\beta) \right]}$$



PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA



$$z = -8,00 \text{ m}$$

$$c = 0,74 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\gamma' = 1,91 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$$

$$\phi = 16^\circ$$



PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA

Cálculo de la Altura Crítica

Ejemplo numérico 1: $c = 7,40 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ $\gamma = 1,91 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$ $q = 2,0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ $\phi = 16^\circ$ $\beta = 15^\circ$

Excavación vertical con superficie del terreno horizontal y sin sobrecarga:

$$H = \frac{2,67 c \sqrt{N_\phi}}{\gamma} \longrightarrow H = 13,7 \text{ m}$$

Excavación vertical con superficie del terreno horizontal y con sobrecarga:

$$H = \frac{2,67 c \sqrt{N_\phi} - 1,33 q}{\gamma} \longrightarrow H = 12,3 \text{ m}$$

Excavación vertical con superficie del terreno horizontal, con sobrecarga y talud inclinado en la excavación:

$$H = \frac{8}{3} \cdot \frac{c - \frac{1}{2} q \left[\frac{1}{\sqrt{N_\phi}} - 2 \operatorname{tg}(\beta) \right]}{\gamma \left[\frac{1}{\sqrt{N_\phi}} - \frac{4}{3} \operatorname{tg}(\beta) \right]} \longrightarrow H = 25,3 \text{ m}$$

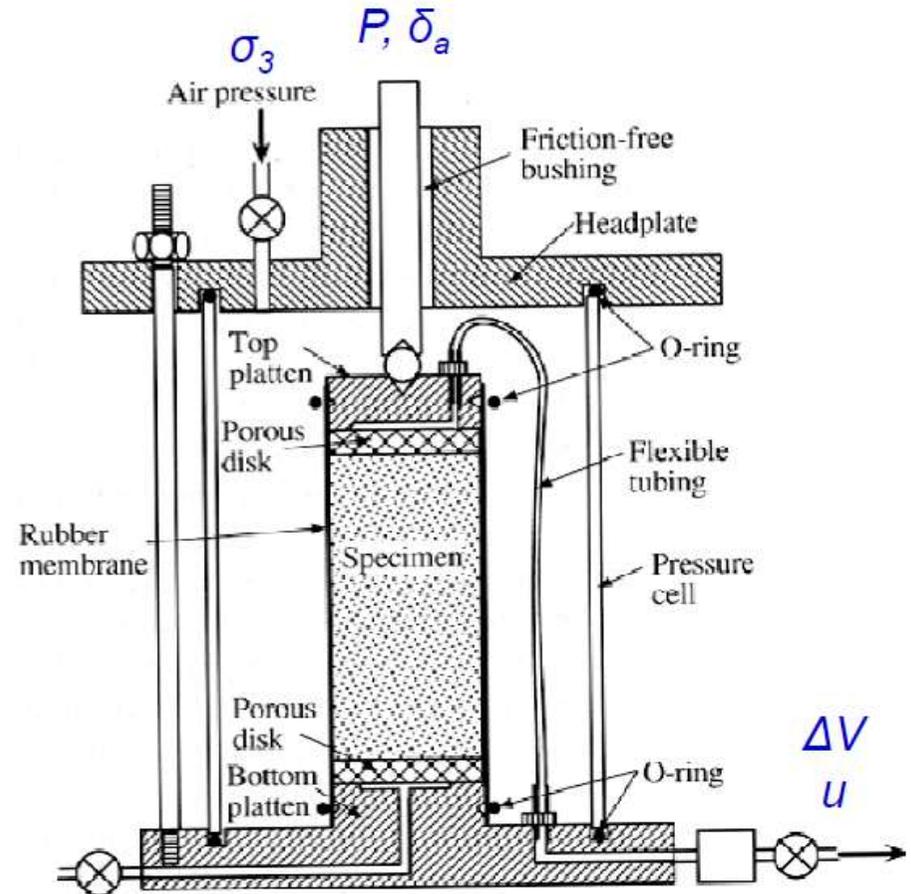


PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA

Condiciones drenadas y no drenadas

Como el suelo está formado por partículas sólidas, agua y aire, esta resistencia depende de la velocidad de carga. El **ensayo triaxial** se emplea para predecir la resistencia del suelo.

- **Muy rápido:** el agua y aire no tienen tiempo para drenar, el suelo se deforma a volumen constante. **Ensayo Q**
- **Muy lento:** el agua y aire tienen tiempo para salir, el suelo se deforma con volumen variable, el agua y aire mantienen la presión constante. **Ensayo S**



PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA

Condiciones drenadas y no drenadas

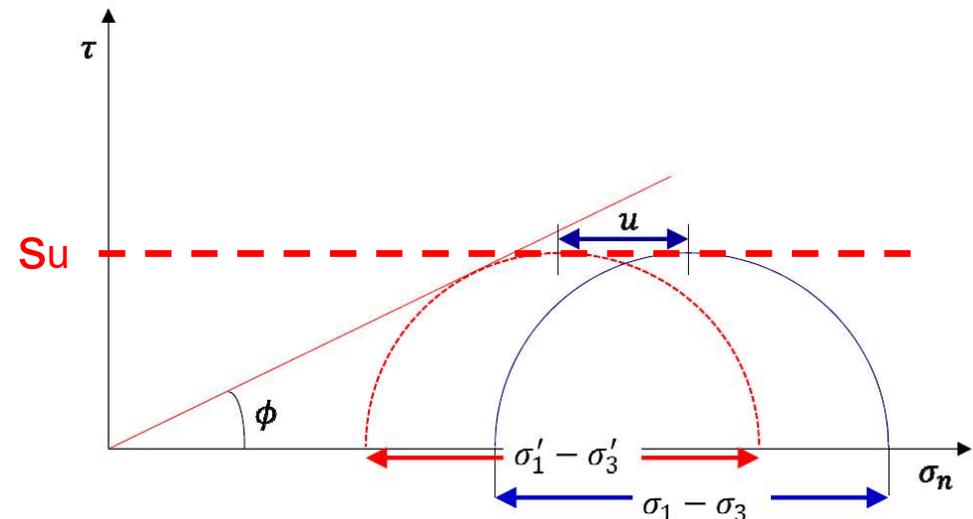
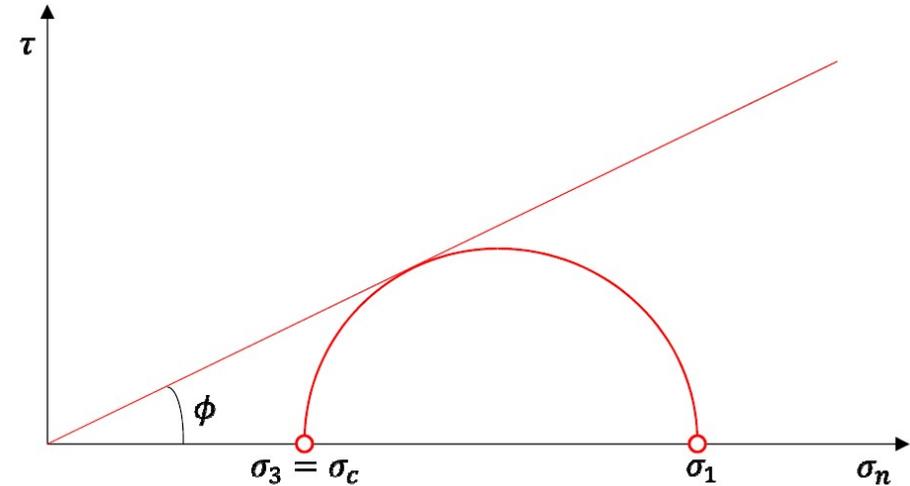
Ensayo S:

- Se obtiene un estado de falla en tensiones efectivas.

$$\sigma'_1 = \sigma'_3 \cdot N_\phi + 2 \cdot c \cdot \sqrt{N_\phi}$$

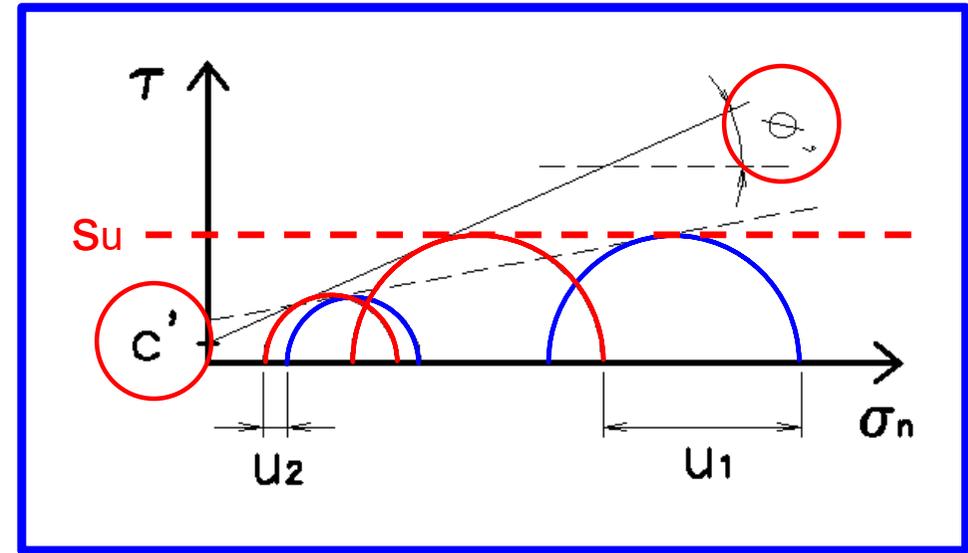
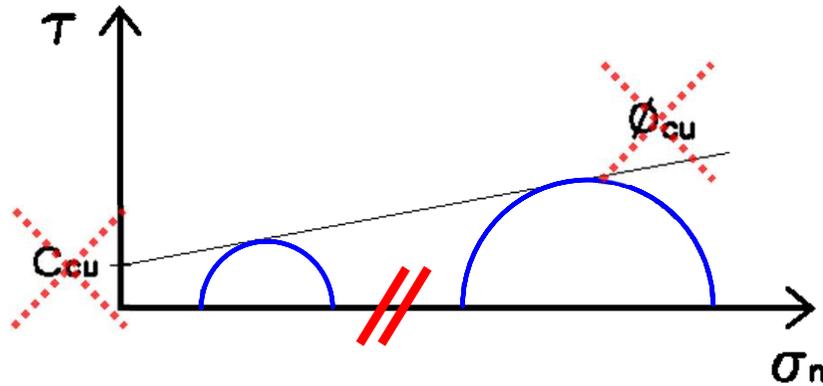
Ensayo Q:

- Se mide S_u
- Se obtiene el diámetro del círculo ($2 S_u$), pero no su posición.
- Si se mide la presión neutra u , se conoce la posición del círculo de falla y se puede calcular ϕ



PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA

Condiciones drenadas y no drenadas



Muchas veces se encuentran definiciones en libros, apuntes y en informes geotécnicos de los parámetros “ c_{cu} ” y “ ϕ_{cu} ”. Estos valores no existen porque la abscisa tiene un corte. Esto sucede cuando se realizan interpretaciones incorrectas de los ensayos intermedios “R”.

EN TODOS LOS CASOS SE DEBEN ANALIZAR LAS CONDICIONES DRENADAS Y NO DRENADAS DEL TERRENO PARA REALIZAR LOS CÁLCULOS CON LA SITUACIÓN MÁS DESFAVORABLE.



PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA

Cálculo de la Altura Crítica

Ejemplo numérico 2: $c = 1,5 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ $\gamma = 1,91 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3}$ $q = 2,0 \frac{\text{ton}}{\text{m}^2}$ $\phi = 30^\circ$ $\beta = 15^\circ$

Excavación vertical con superficie del terreno horizontal y sin sobrecarga:

$$H = \frac{2,67 c \sqrt{N_\phi}}{\gamma} \longrightarrow H = 3,6 \text{ m}$$

Excavación vertical con superficie del terreno horizontal y con sobrecarga:

$$H = \frac{2,67 c \sqrt{N_\phi} - 1,33 q}{\gamma} \longrightarrow H = 2,2 \text{ m}$$

Excavación vertical con superficie del terreno horizontal, con sobrecarga y talud inclinado en la excavación:

$$H = \frac{8}{3} \cdot \frac{c - \frac{1}{2} q \left[\frac{1}{\sqrt{N_\phi}} - 2 \operatorname{tg}(\beta) \right]}{\gamma \left[\frac{1}{\sqrt{N_\phi}} - \frac{4}{3} \operatorname{tg}(\beta) \right]} \longrightarrow H = 9,3 \text{ m}$$



EMPUJES DE SUELO

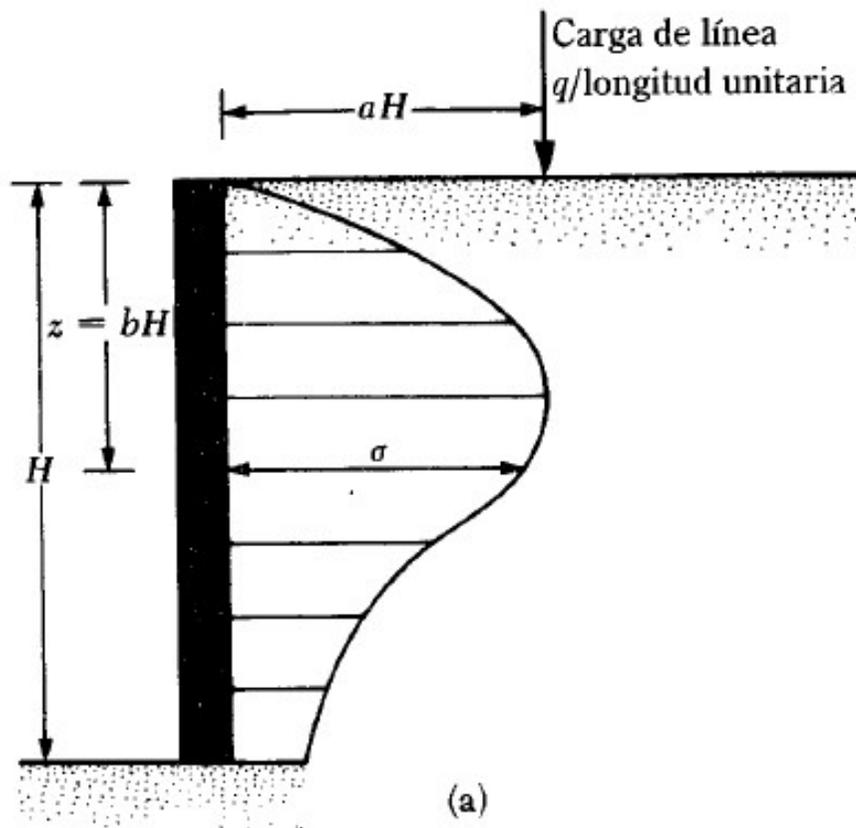
ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN
2. MÉTODO DE RANKINE
3. PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA
4. **SOBRECARGAS**
5. DIAGRAMAS DE EMPUJES DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN
6. EJEMPLOS NUMÉRICOS
7. BIBLIOGRAFÍA



SOBRECARGAS

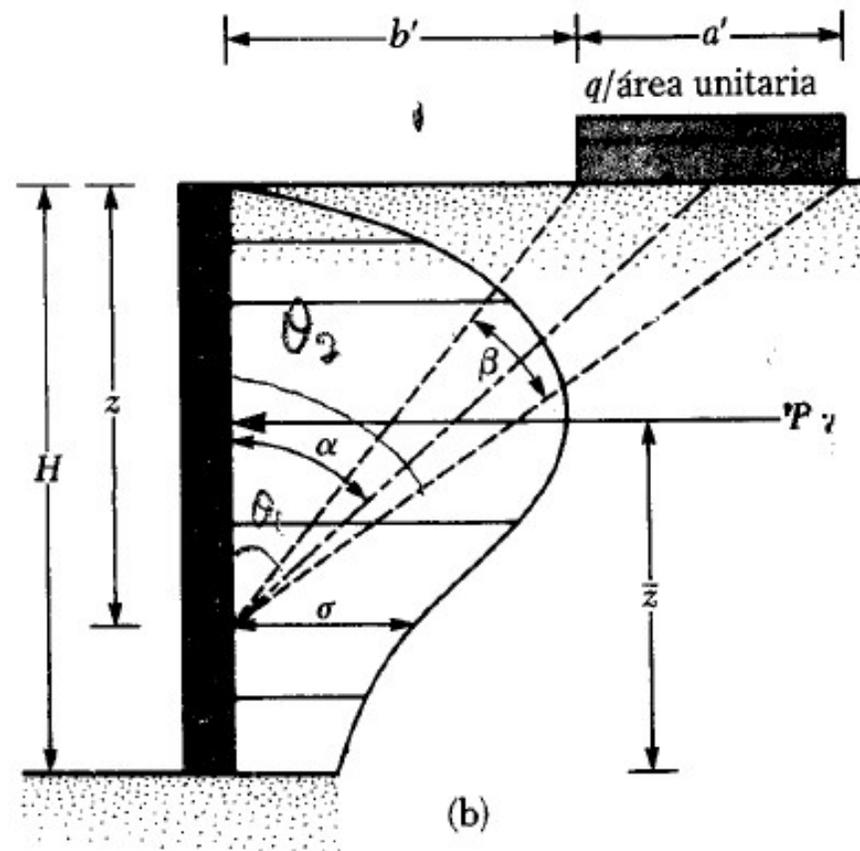
Sobrecargas lineales



$$\sigma = \frac{4q}{\pi H} \frac{a^2 b}{(a^2 + b^2)^2} \quad \text{para } a > 0,4$$

$$\sigma = \frac{q}{H} \frac{0,203 b}{(0,16 + b^2)^2} \quad \text{para } a \leq 0,4$$

Sobrecargas superficiales finitas



$$\sigma = \frac{Fq}{\pi} (\beta - \text{sen}(\beta) \cos(2\alpha))$$

NOTA: El factor "F" debe estar en un rango desde 1 si se considera al muro como flexible hasta 2 si se considera como rígido.



EMPUJES DE SUELO

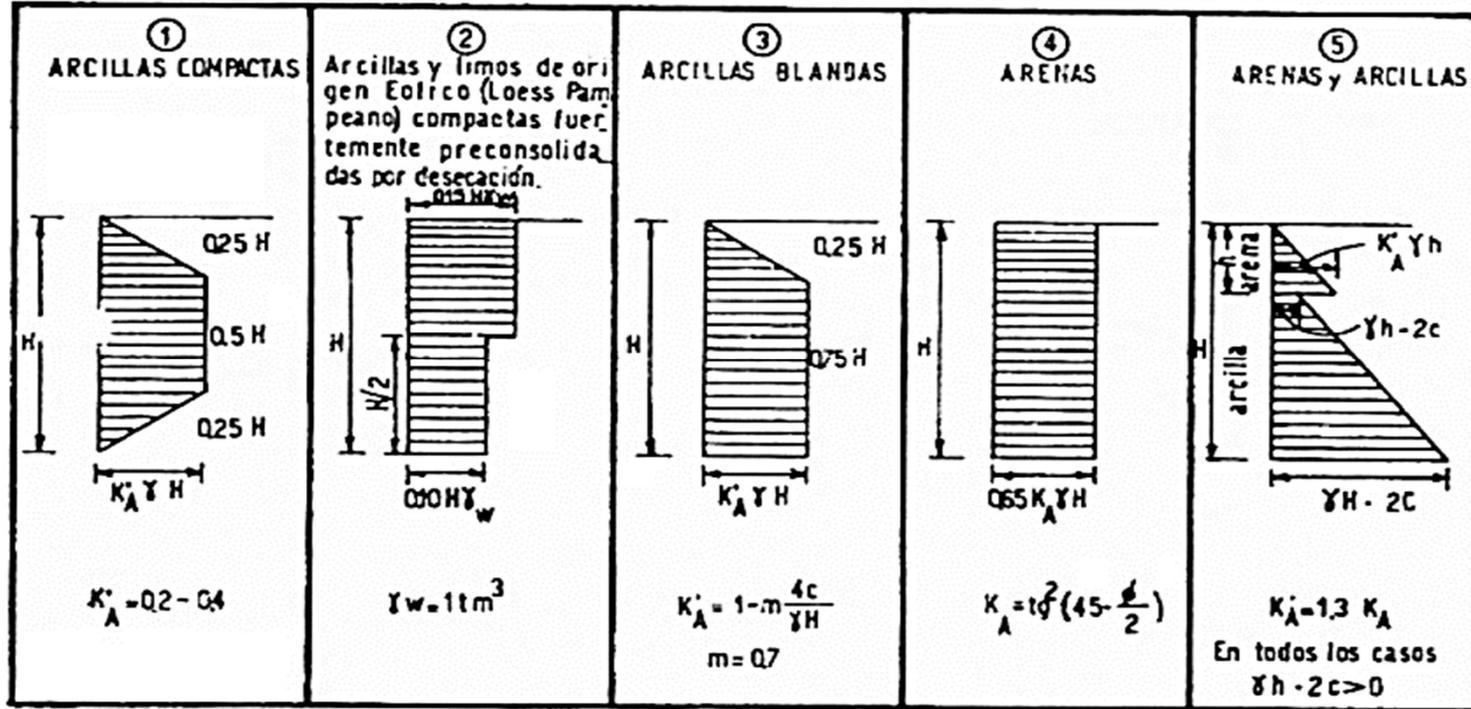
ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN
2. MÉTODO DE RANKINE
3. PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA
4. SOBRECARGAS
- 5. DIAGRAMAS DE EMPUJES DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN**
6. EJEMPLOS NUMÉRICOS
7. BIBLIOGRAFÍA



DIAGRAMAS MÍNIMOS DEL C.E.

DIAGRAMAS DE EMPUJE



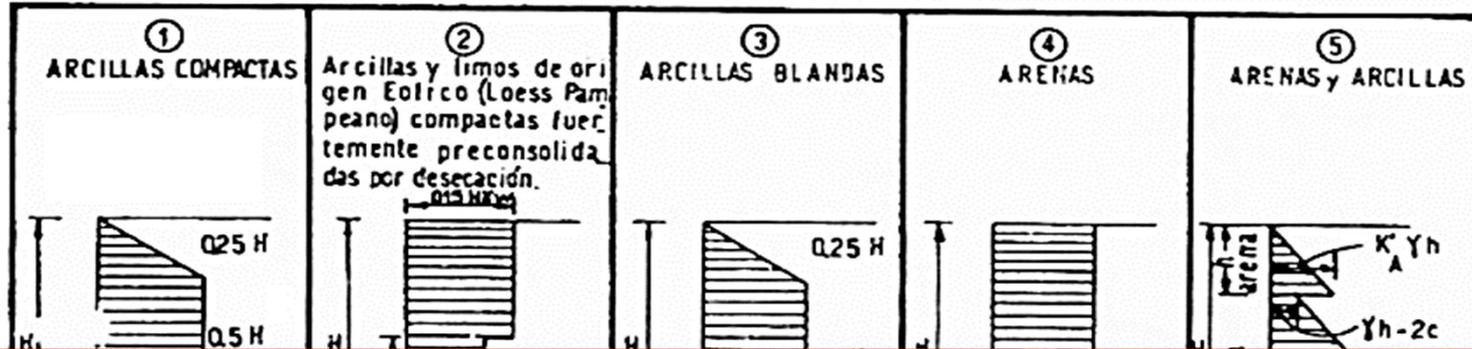
F. 8.1.6 a)

“Para calcular los empujes ejercidos sobre paredes rígidas de sostén impedidas de rotar por su apoyo inferior o desplazarse, se aplicarán los diagramas (1), (2), (3), y (4) de la figura anterior. Cuando por el tipo de vinculación, la estructura de contención permita una rotación por la base o un desplazamiento como en los muros de sostenimiento con coronamiento libre, el empuje se determinará utilizando el diagrama (5). Para los suelos por debajo de la napa freática, deberá considerarse el empuje que ejerza el agua”.



DIAGRAMAS MÍNIMOS DEL C.E.

DIAGRAMAS DE EMPUJE



¡¡IMPORTANTE!!

LOS DIAGRAMAS DE EMPUJES DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN SON **MÍNIMOS**

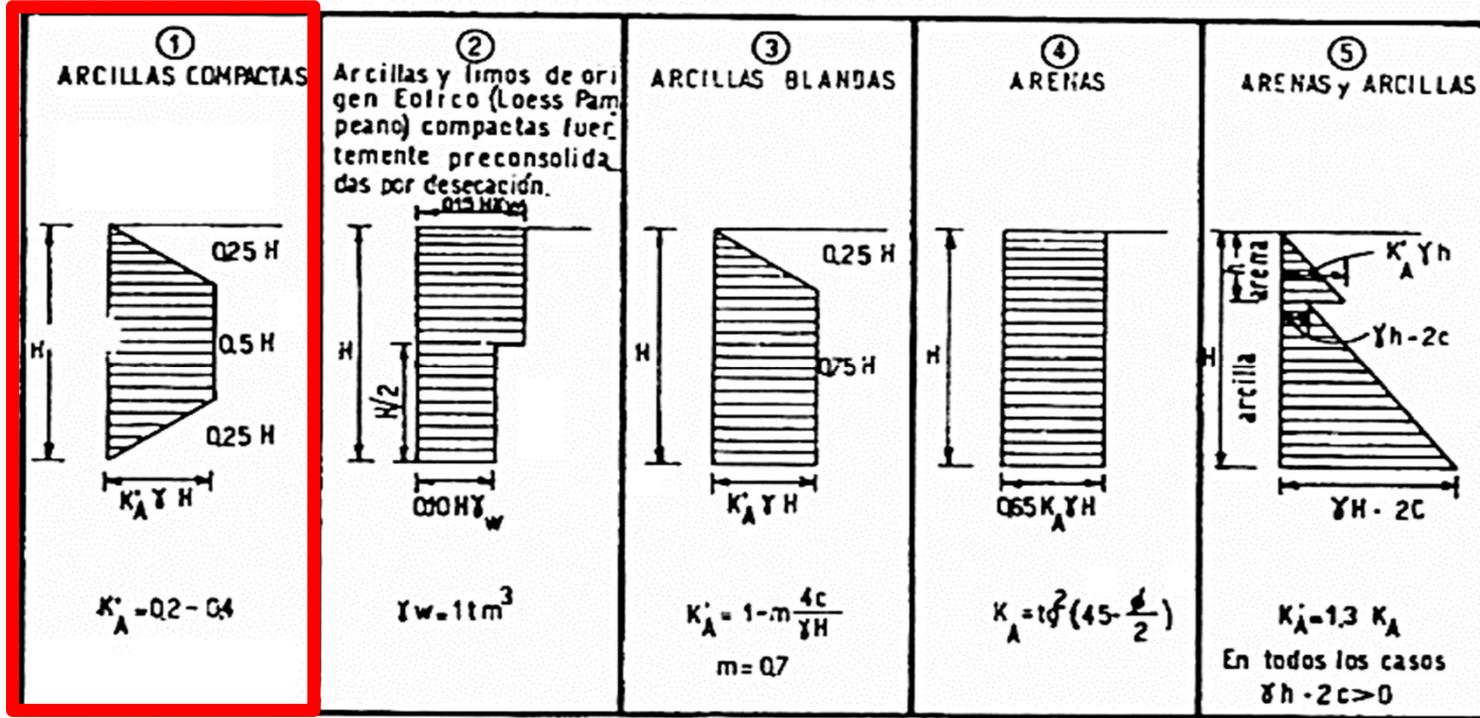
F. 8.1.6 a)

“Para calcular los empujes ejercidos sobre paredes rígidas de sostén impedidas de rotar por su apoyo inferior o desplazarse, se aplicarán los diagramas (1), (2), (3), y (4) de la figura anterior. Cuando por el tipo de vinculación, la estructura de contención permita una rotación por la base o un desplazamiento como en los muros de sostenimiento con coronamiento libre, el empuje se determinará utilizando el diagrama (5). Para los suelos por debajo de la napa freática, deberá considerarse el empuje que ejerza el agua”.



DIAGRAMAS MÍNIMOS DEL C.E.

DIAGRAMAS DE EMPUJE



F. 8.1.6 a)

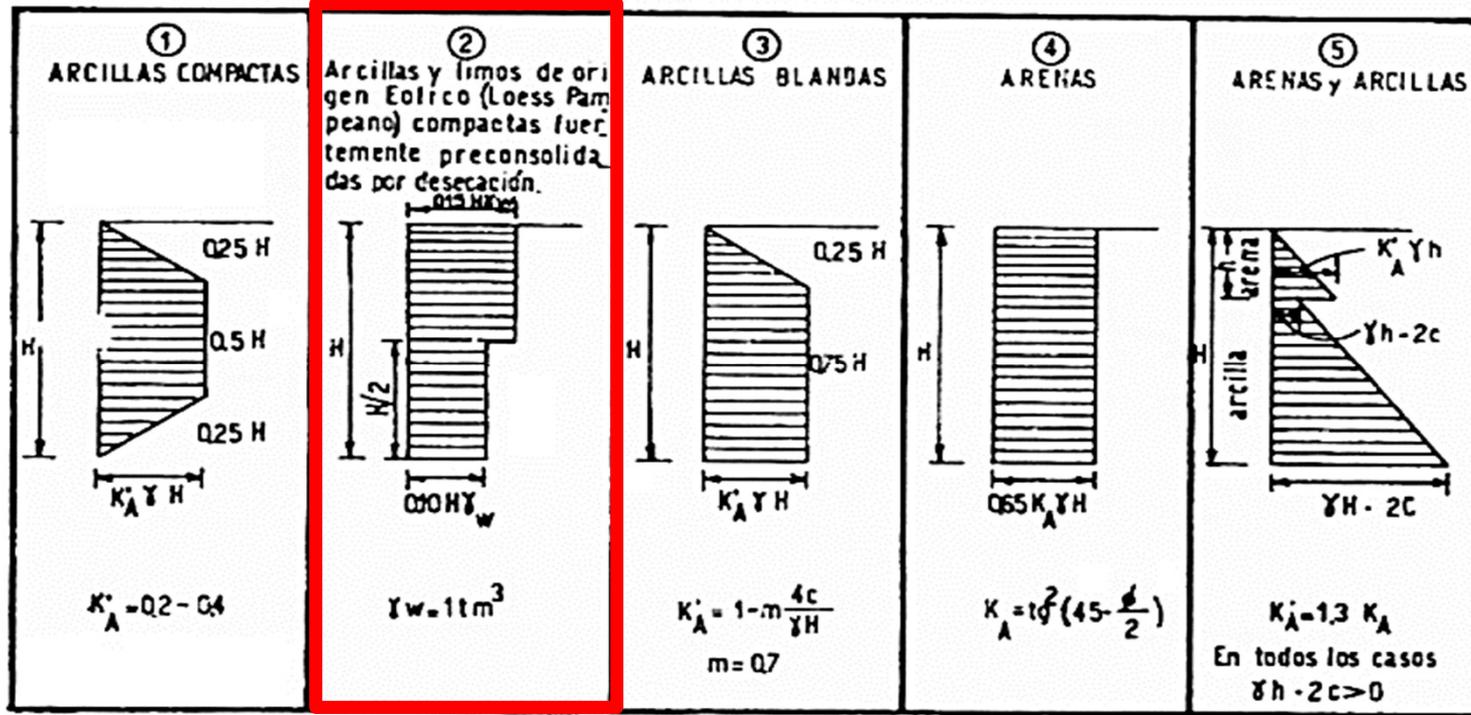
Diagrama 1: Arcillas compactas a muy compactas

Se utiliza cuando los suelos que se intervienen con la excavación son finos (limos y/o arcillas) con un alto grado de compactación. Una arcilla es compacta cuando los valores del SPT (N60) están entre 8 y 30 golpes aproximadamente. Los valores de K_A van desde 0,2 a 0,4 en función de la calidad del entibamiento, tanto en sus materiales como en su ejecución.



DIAGRAMAS MÍNIMOS DEL C.E.

DIAGRAMAS DE EMPUJE



F. 8.1.6 a)

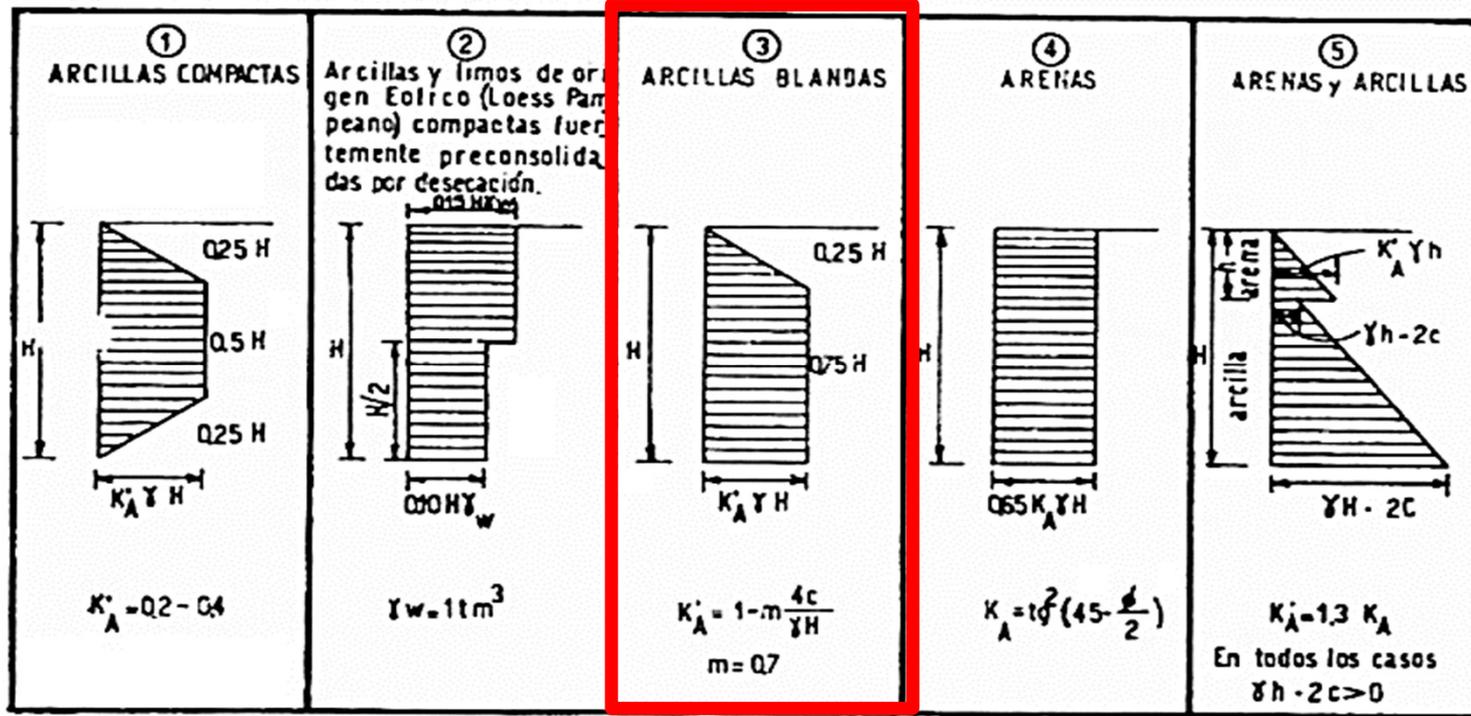
Diagrama 2: Arcillas duras fuertemente preconsolidadas por desecación

Se utiliza cuando se tienen suelos fuertemente preconsolidados. Las arcillas duras son aquellas con valores de SPT (N60) superiores a 30 golpes. Se construye a partir de considerar una fisura que alcanza la mitad de la altura de la excavación y que se encuentra llena de agua, de manera que se produce un empuje hidrostático. La resultante de ese diagrama se descompone en los dos diagramas rectangulares.



DIAGRAMAS MÍNIMOS DEL C.E.

DIAGRAMAS DE EMPUJE



F. 8.1.6 a)

Diagrama 3: Arcillas blandas a medianamente compactas

Se utiliza cuando los suelos intervenidos por la excavación son finos blandos o “medianamente compactos”. Suelen tener muy bajos valores de SPT. Por lo general se encuentran saturados y se puede inferir que el ángulo de fricción interna es nulo. Se obtiene una expresión con una reducción del valor de la cohesión, teniendo en cuenta la posibilidad de que por debajo de los niveles de la excavación puede continuar el nivel de suelos arcillosos blandos y podría producirse una falla por levantamiento del fondo.



EMPUJES DE SUELO

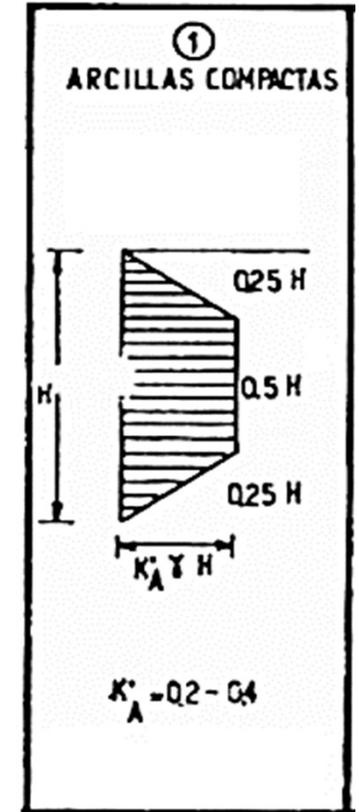
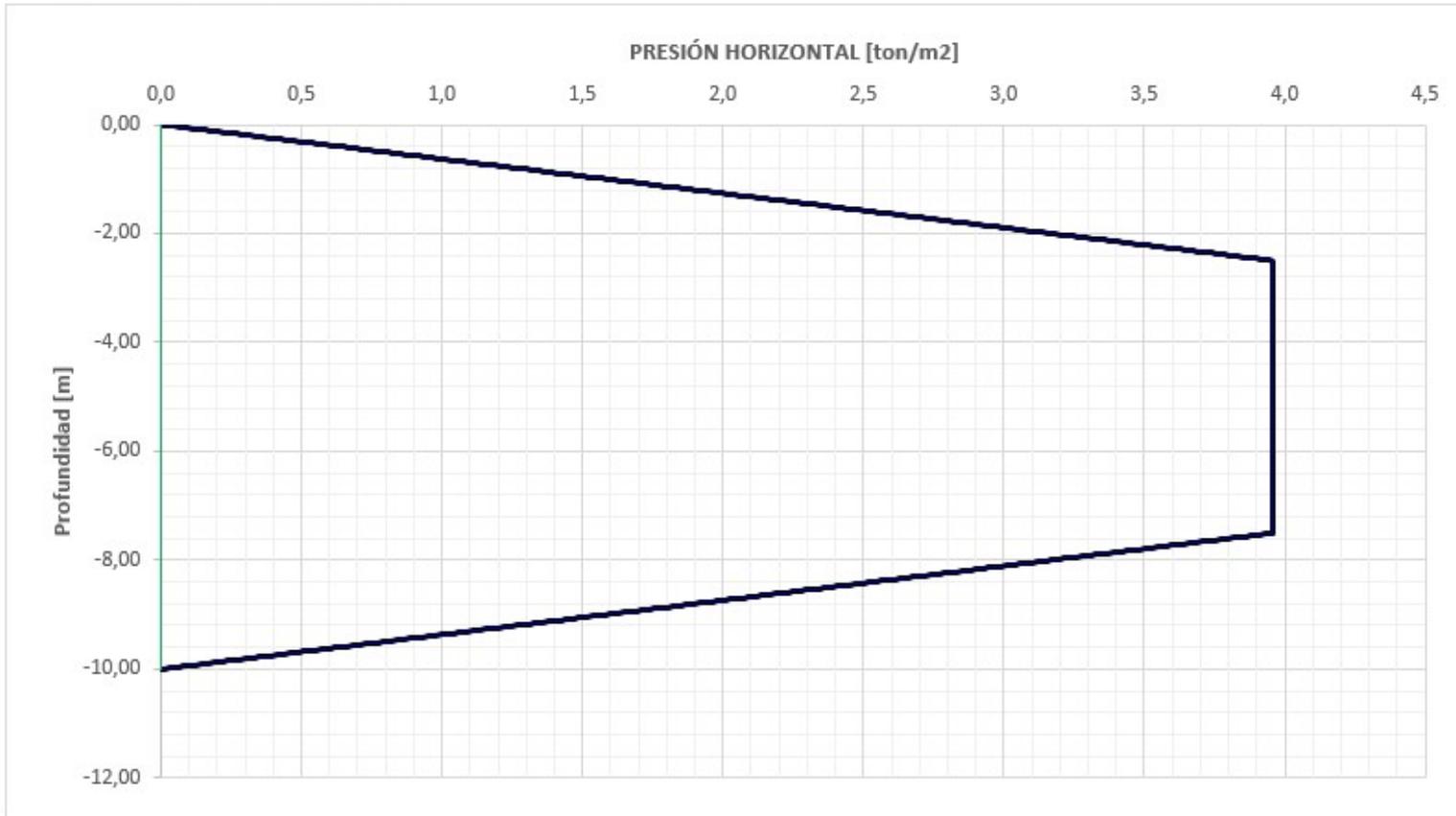
ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN
2. MÉTODO DE RANKINE
3. PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA
4. SOBRECARGAS
5. DIAGRAMAS DE EMPUJES DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN
- 6. EJEMPLOS NUMÉRICOS**
7. BIBLIOGRAFÍA



EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



$$H = 10,00 \text{ m}$$

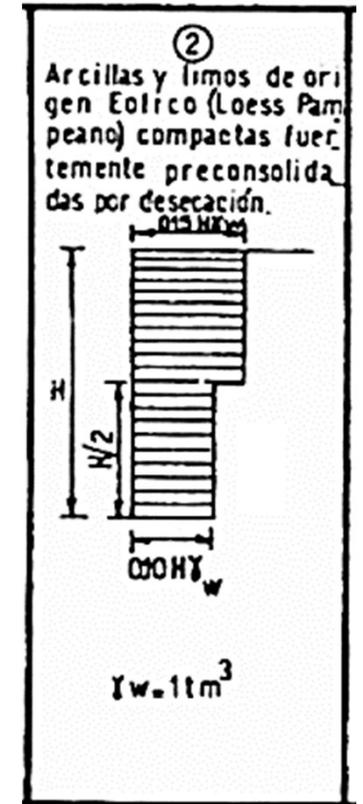
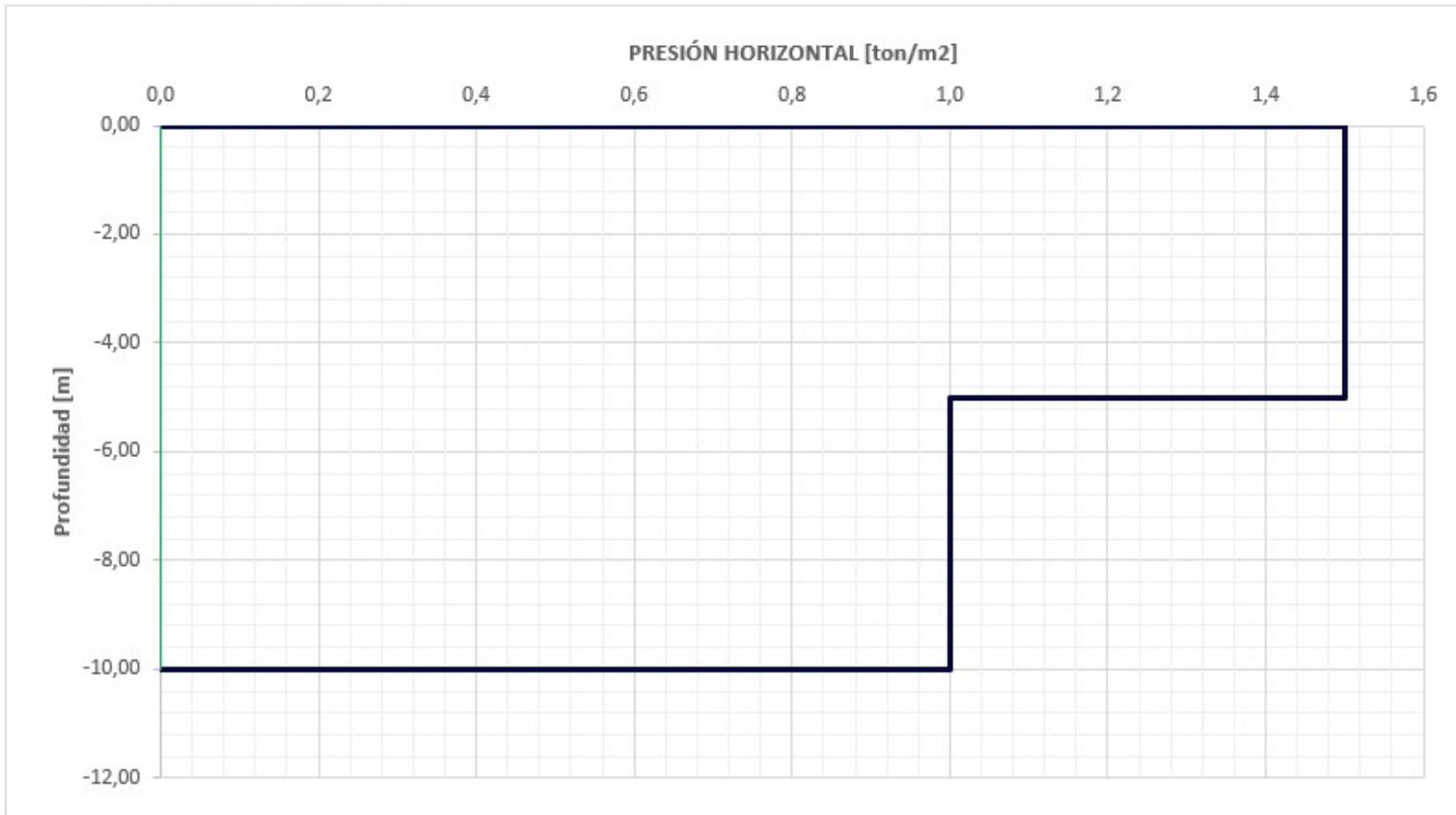
$$K_A = 0,22$$

$$\gamma = 1,8 \text{ ton/m}^3$$



EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES

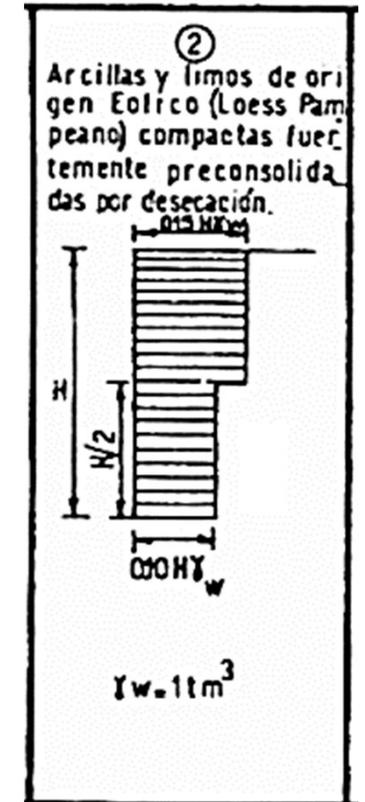
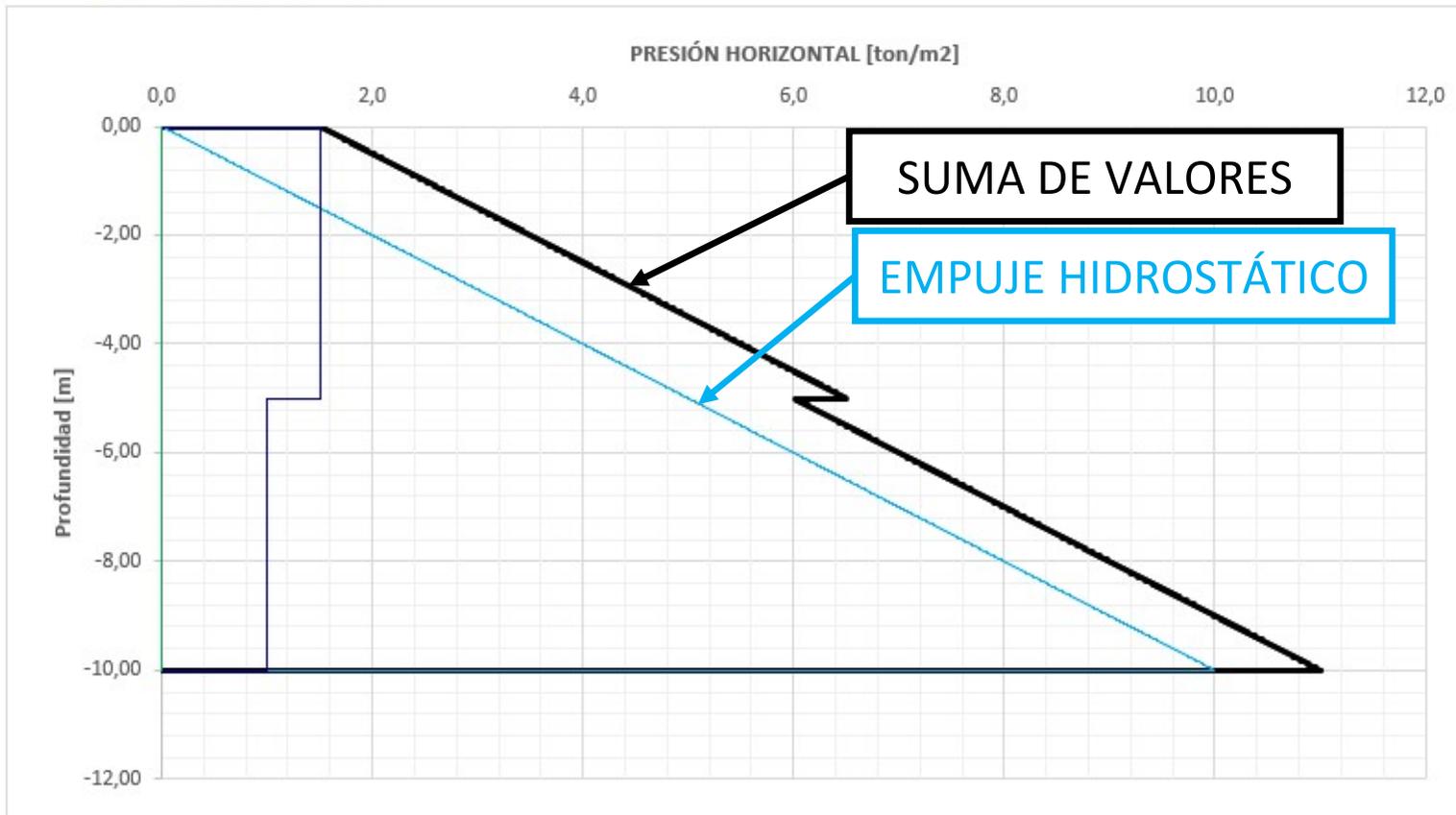


H = 10,00 m



EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



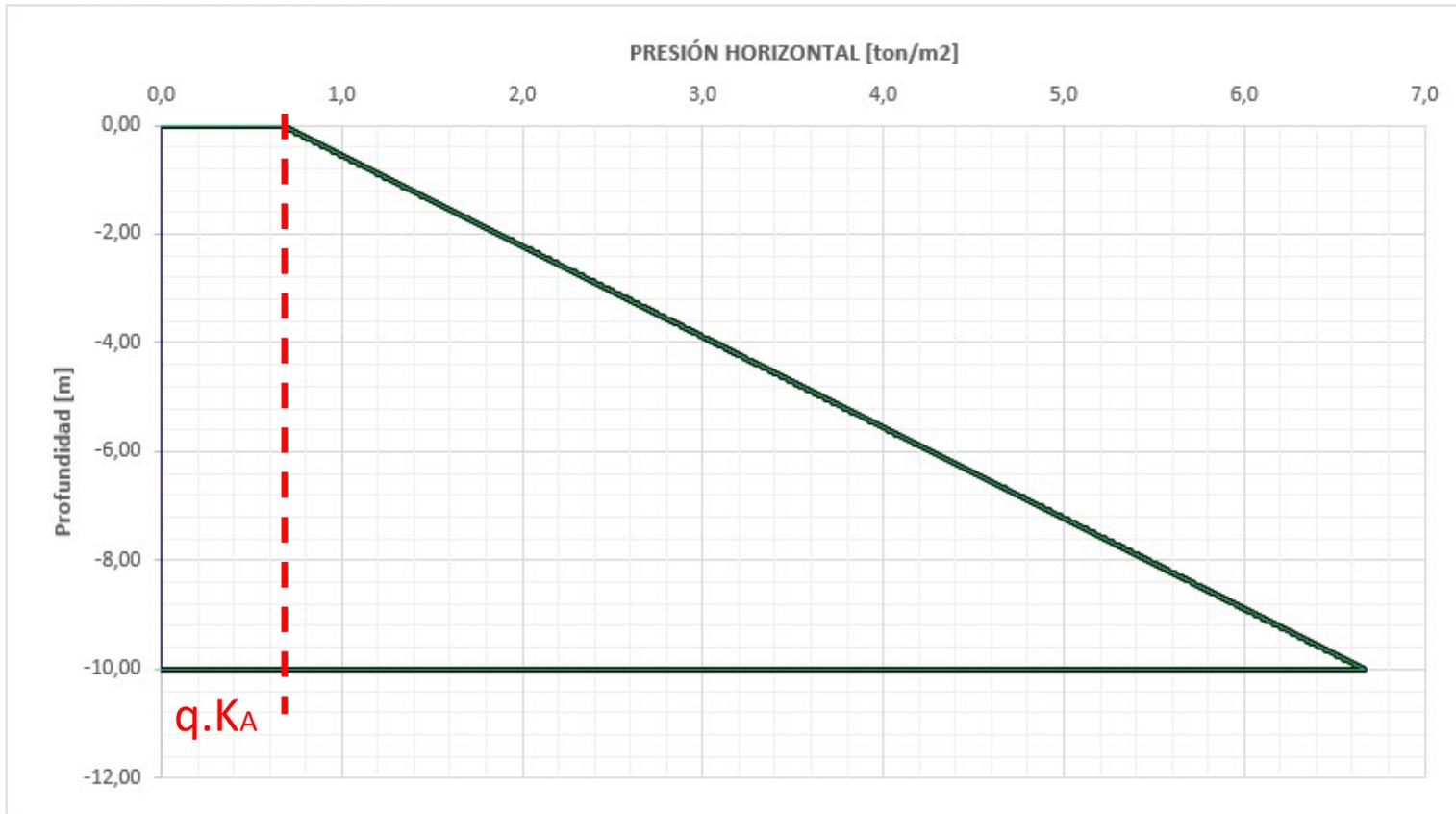
$H = 10,00 \text{ m}$

$H_w = 0,00 \text{ m}$



EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



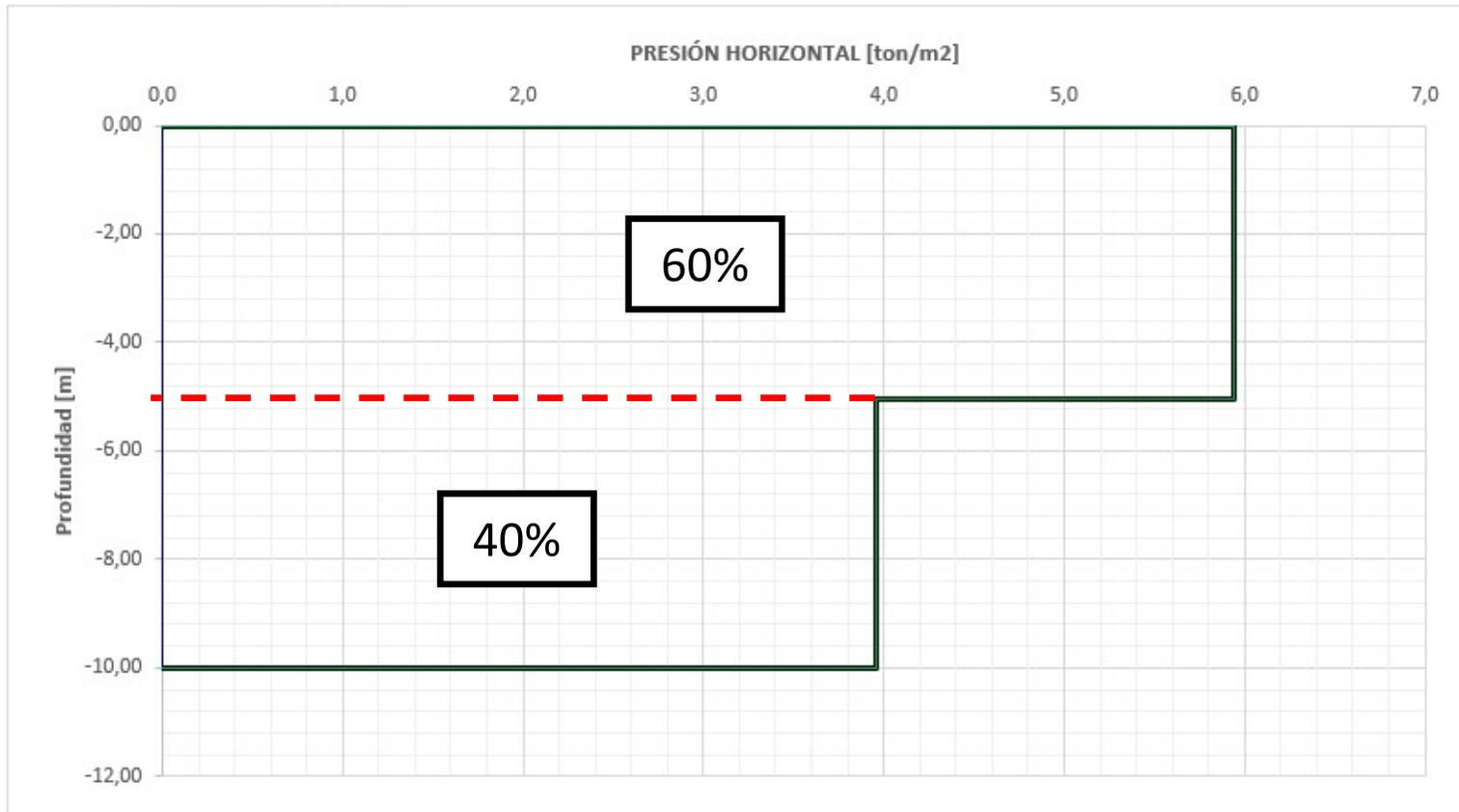
$H = 10,00 \text{ m}$
 $H_w = -15,00 \text{ m}$
 $\gamma = 1,80 \text{ ton/m}^3$
 $\phi = 30^\circ$
 $K_A = 0,33$
 $q = 2,00 \text{ ton/m}^2$
 $c = 0,00 \text{ ton/m}^2$

Importante: “q” es una carga superficial de ancho “infinito”.



EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



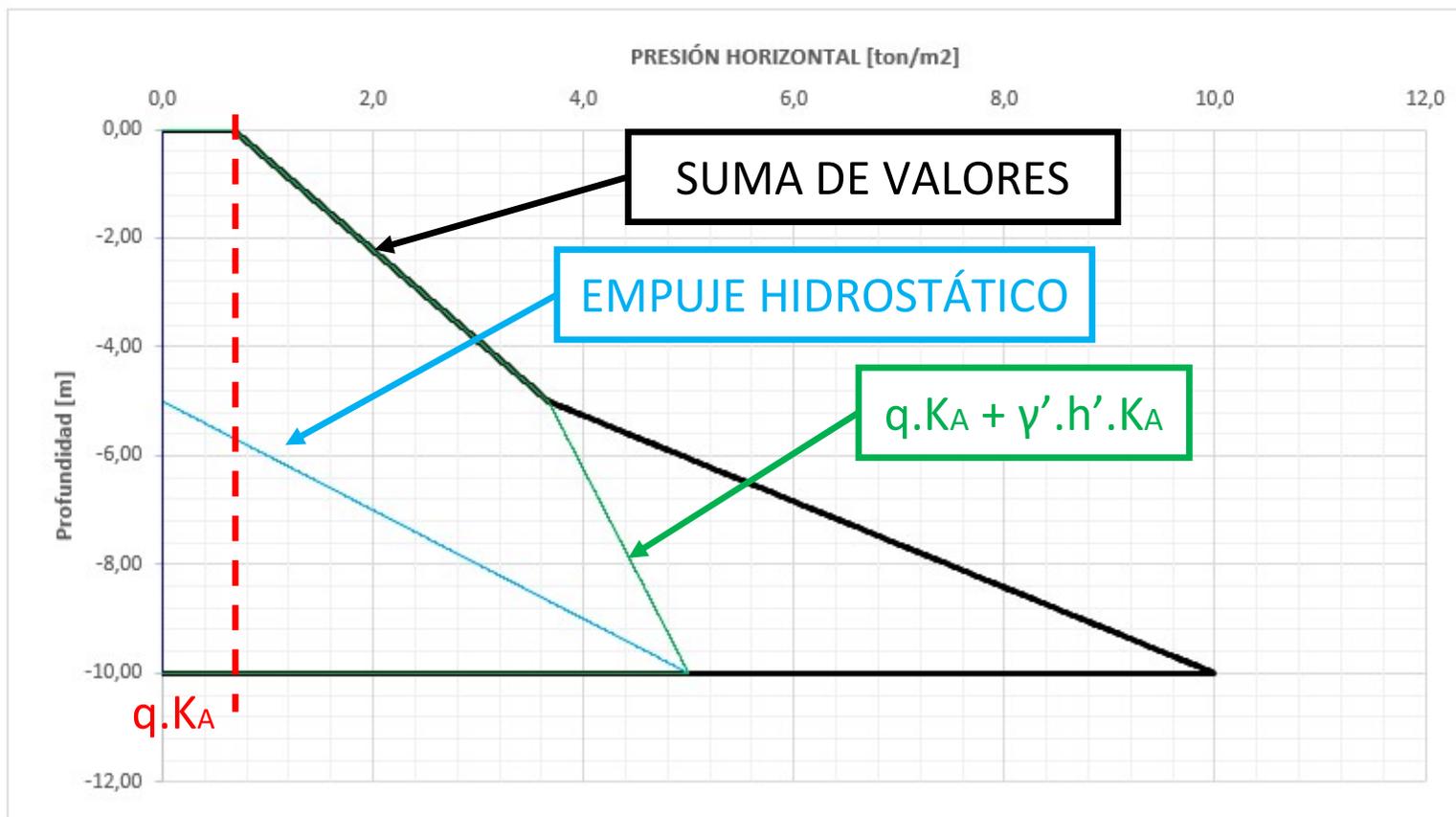
$H = 10,00 \text{ m}$
 $H_w = -15,00 \text{ m}$
 $\gamma = 1,80 \text{ ton/m}^3$
 $\phi = 30^\circ$
 $K_o = 0,45$
 $q = 2,00 \text{ ton/m}^2$
 $c = 0,00 \text{ ton/m}^2$

Diagrama distribuido tomando la misma resultante de Rankine.



EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



$H = 10,00$ m

$H_w = -5,00$ m

$\gamma = 1,80$ ton/m³

$\phi = 30^\circ$

$K_A = 0,33$

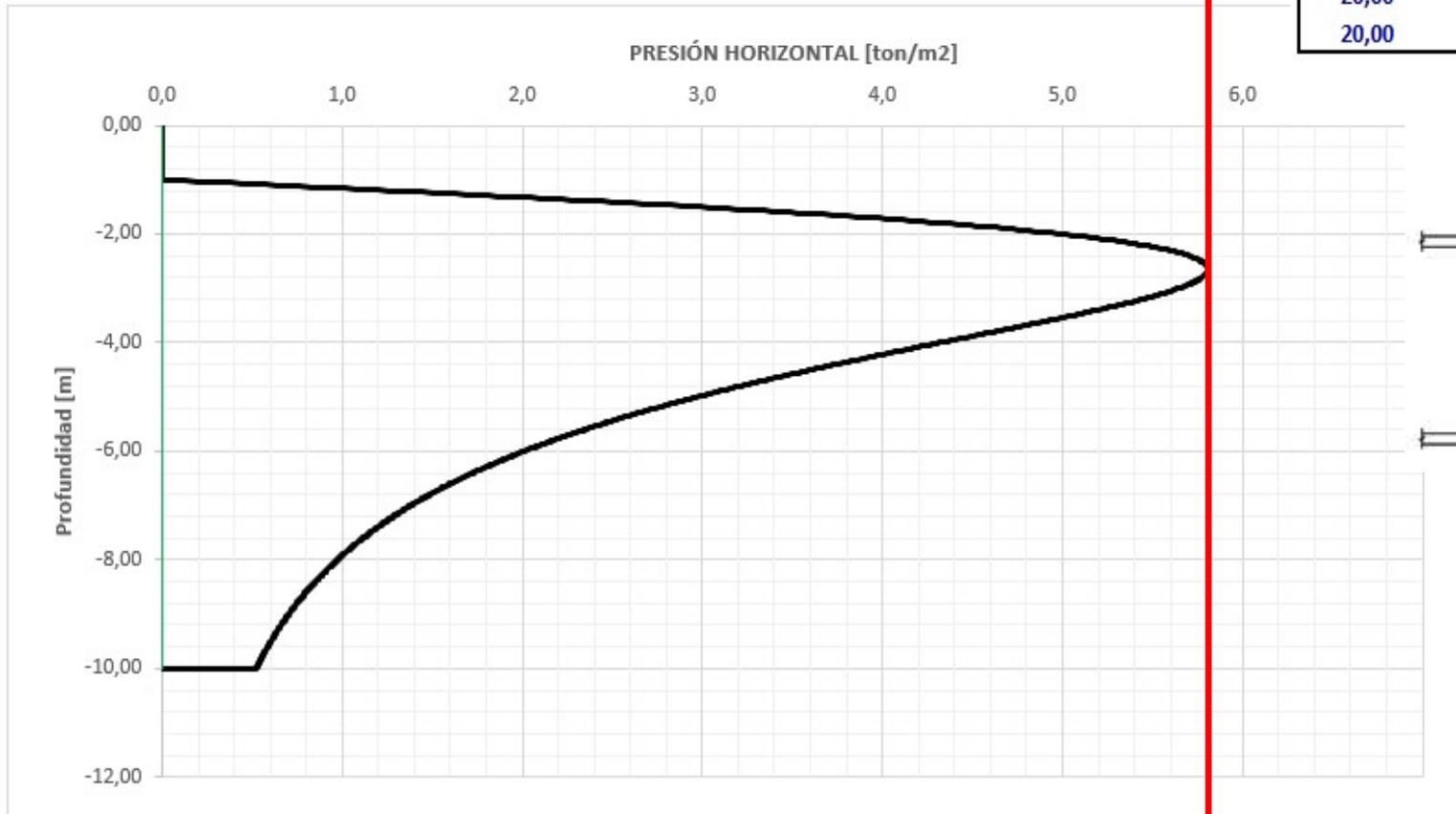
$q = 2,00$ ton/m²

$c = 0,00$ ton/m²

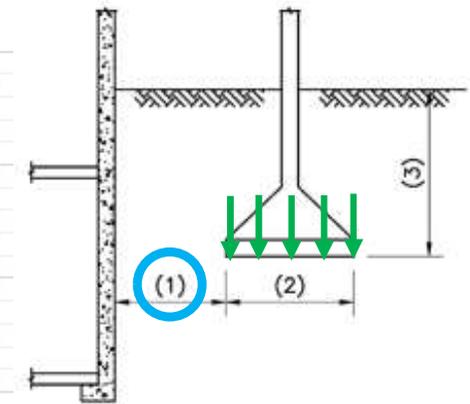


EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



Carga [ton/m ²]	Distancia a tabique (1) [m]	Ancho de la carga (2) [m]	Profundidad de la carga (3) [m]
0,00	0,00	2,00	-1,00
20,00	2,00	2,00	-1,00
20,00	5,00	2,00	-1,00
20,00	10,00	2,00	-1,00

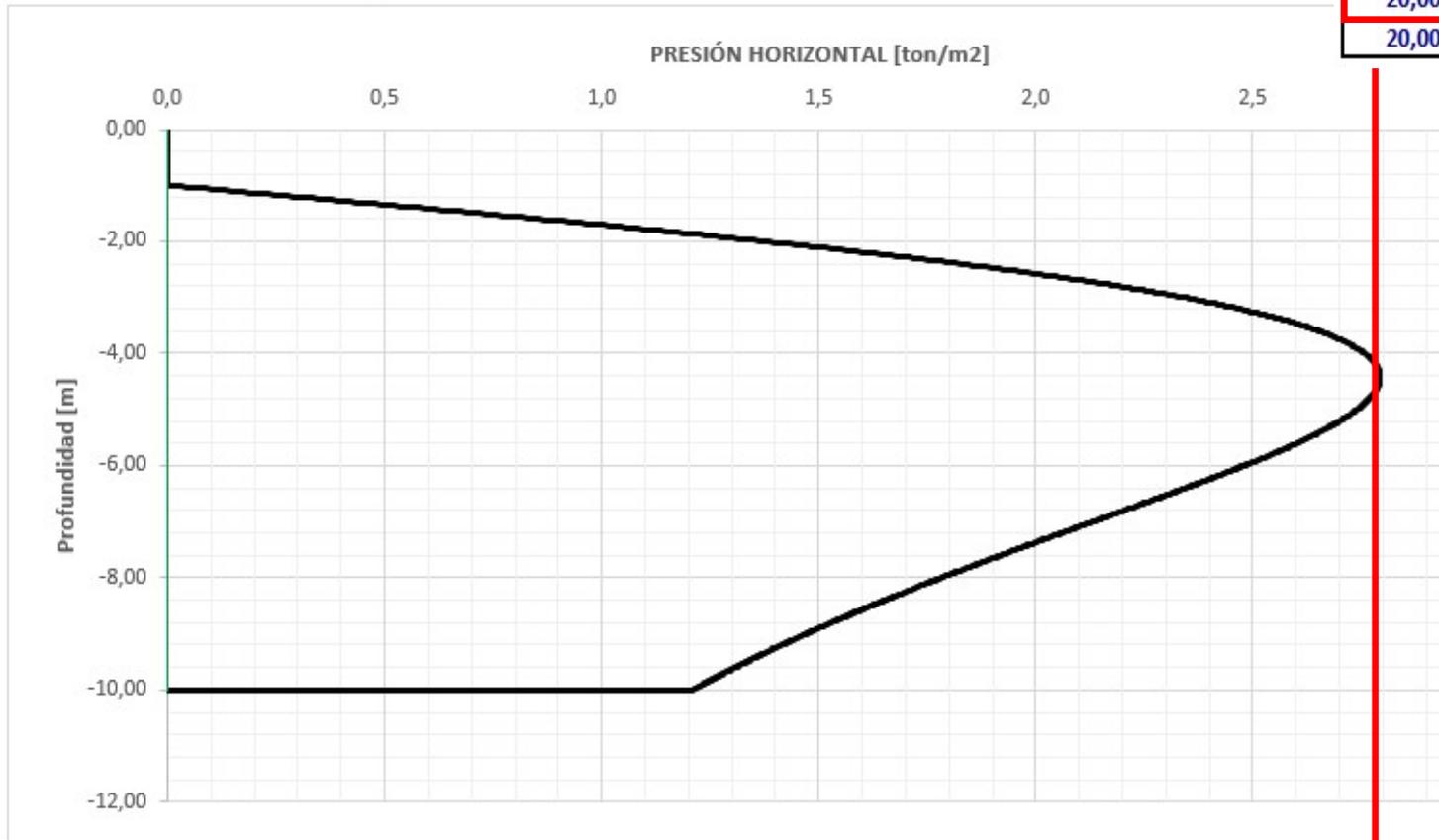


Valor Máximo = 5,80 ton/m²

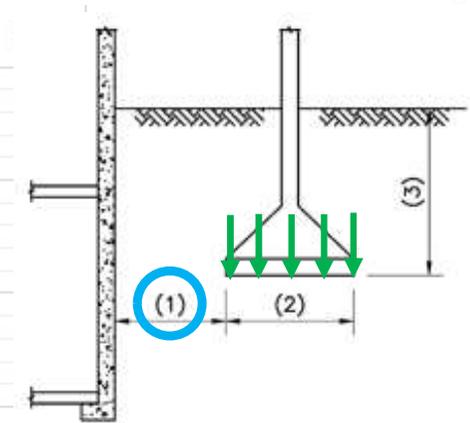


EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



Carga [ton/m ²]	Distancia a tabique (1) [m]	Ancho de la carga (2) [m]	Profundidad de la carga (3) [m]
0,00	0,00	2,00	-1,00
20,00	2,00	2,00	-1,00
20,00	5,00	2,00	-1,00
20,00	10,00	2,00	-1,00

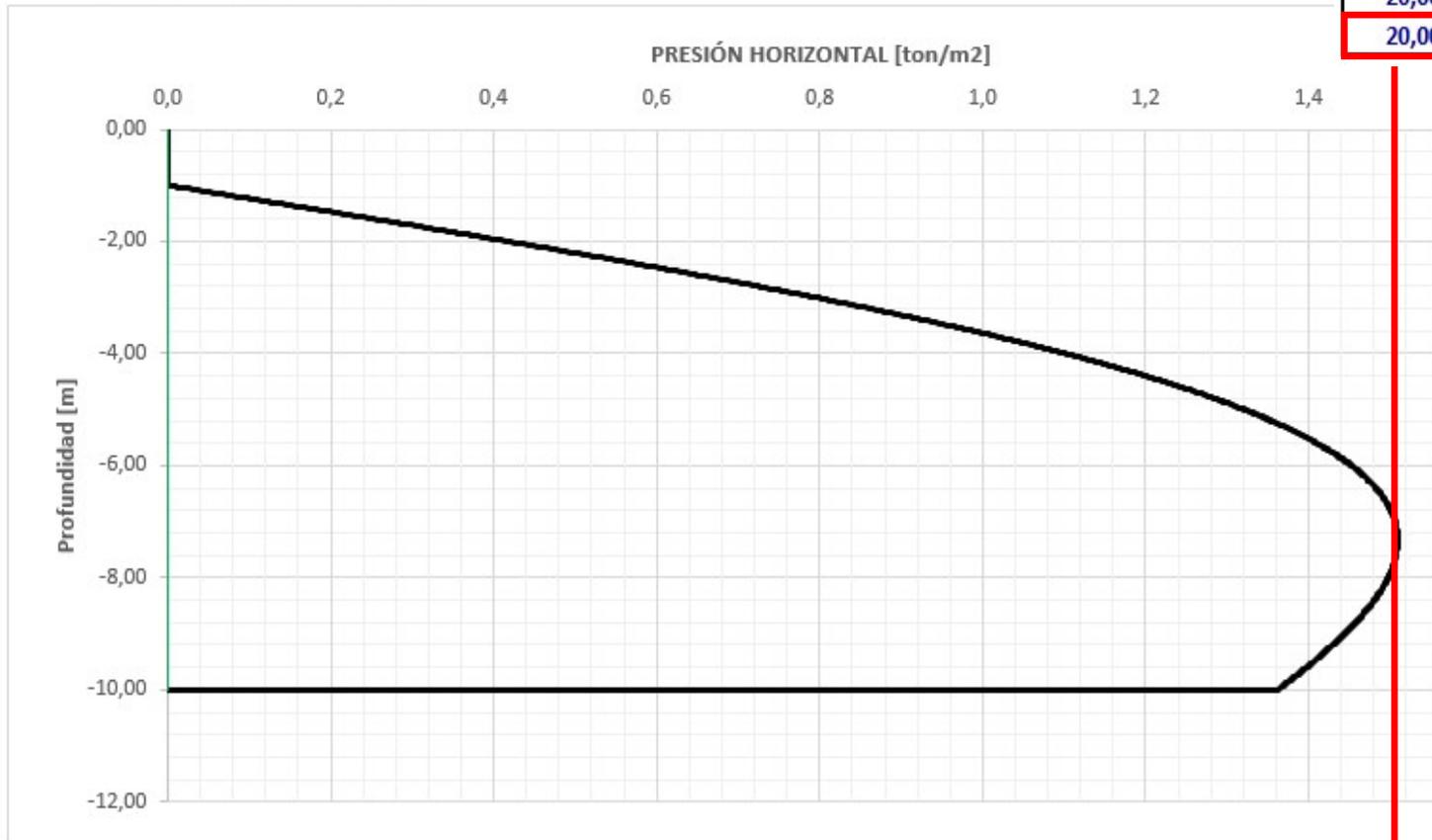


Valor Máximo = 2,80 ton/m²

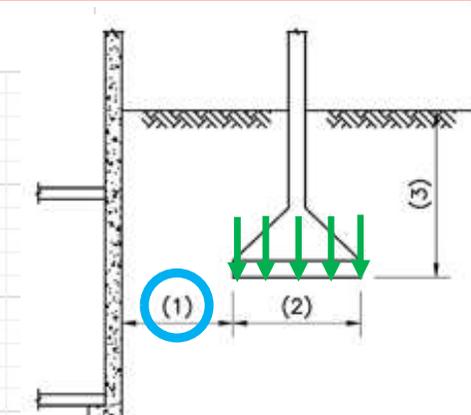


EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



Carga	Distancia a tabique (1)	Ancho de la carga (2)	Profundidad de la carga (3)
[ton/m ²]	[m]	[m]	[m]
0,00	0,00	2,00	-1,00
20,00	2,00	2,00	-1,00
20,00	5,00	2,00	-1,00
20,00	10,00	2,00	-1,00

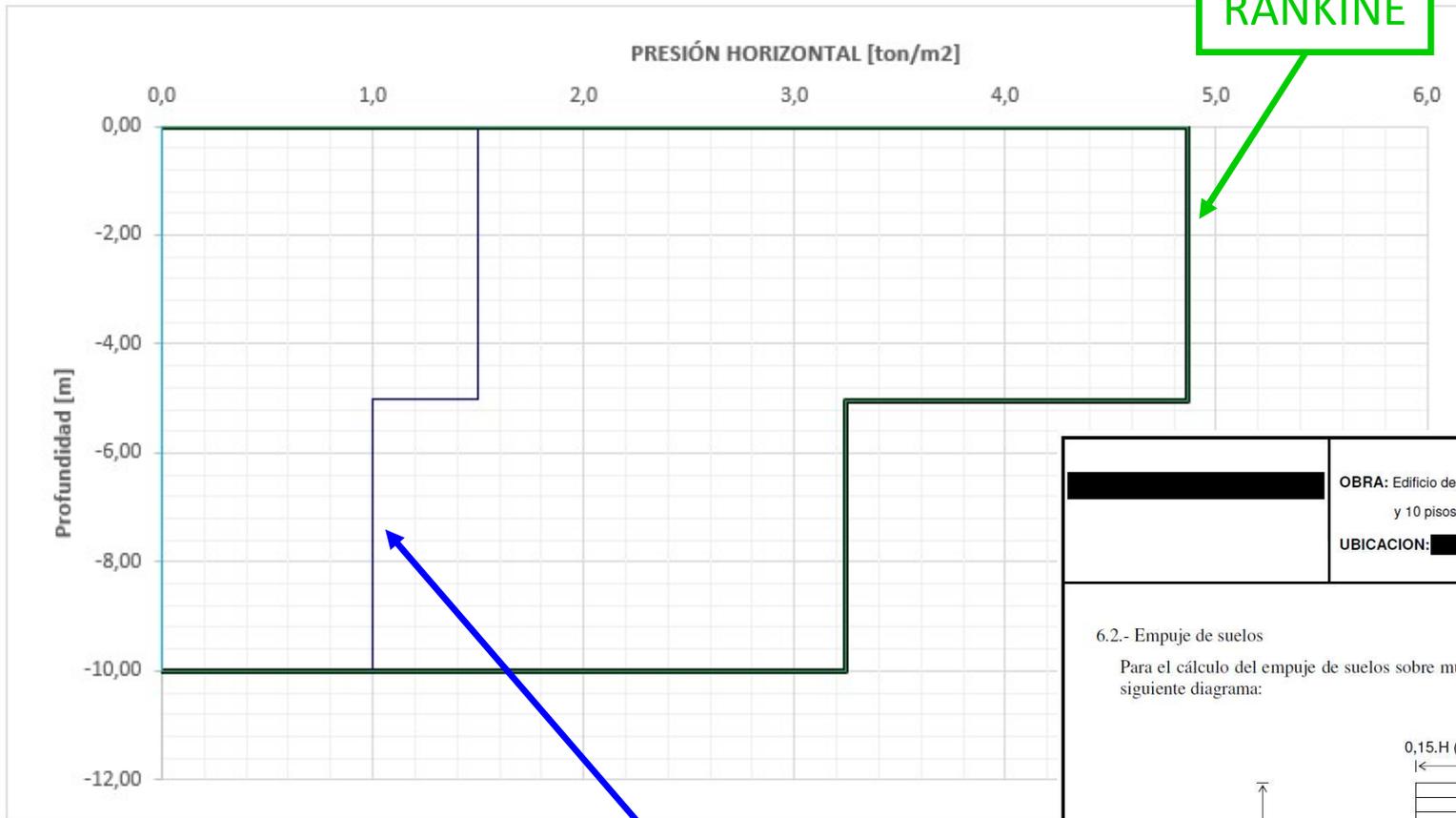


Valor Máximo = 1,58 ton/m²



EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



RANKINE

ESTUDIO DE SUELOS

$$H = 10,00 \text{ m}$$

~~$$H_w = 4,00 \text{ m}$$~~

$$\gamma = 1,80 \text{ ton/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

$$K_o = 0,45$$

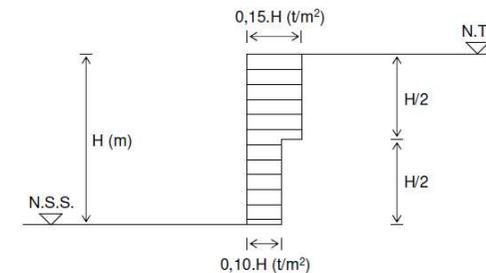
$$q = 0,00 \text{ ton/m}^2$$

$$c = 0,00 \text{ ton/m}^2$$

	OBRA: Edificio de 3 ó 4 subsuelos, planta baja y 10 pisos	Hoja 5 de 11 hojas
UBICACION:		Informe N°

6.2.- Empuje de suelos

Para el cálculo del empuje de suelos sobre muros laterales en subsuelos, se podrá utilizar el siguiente diagrama:

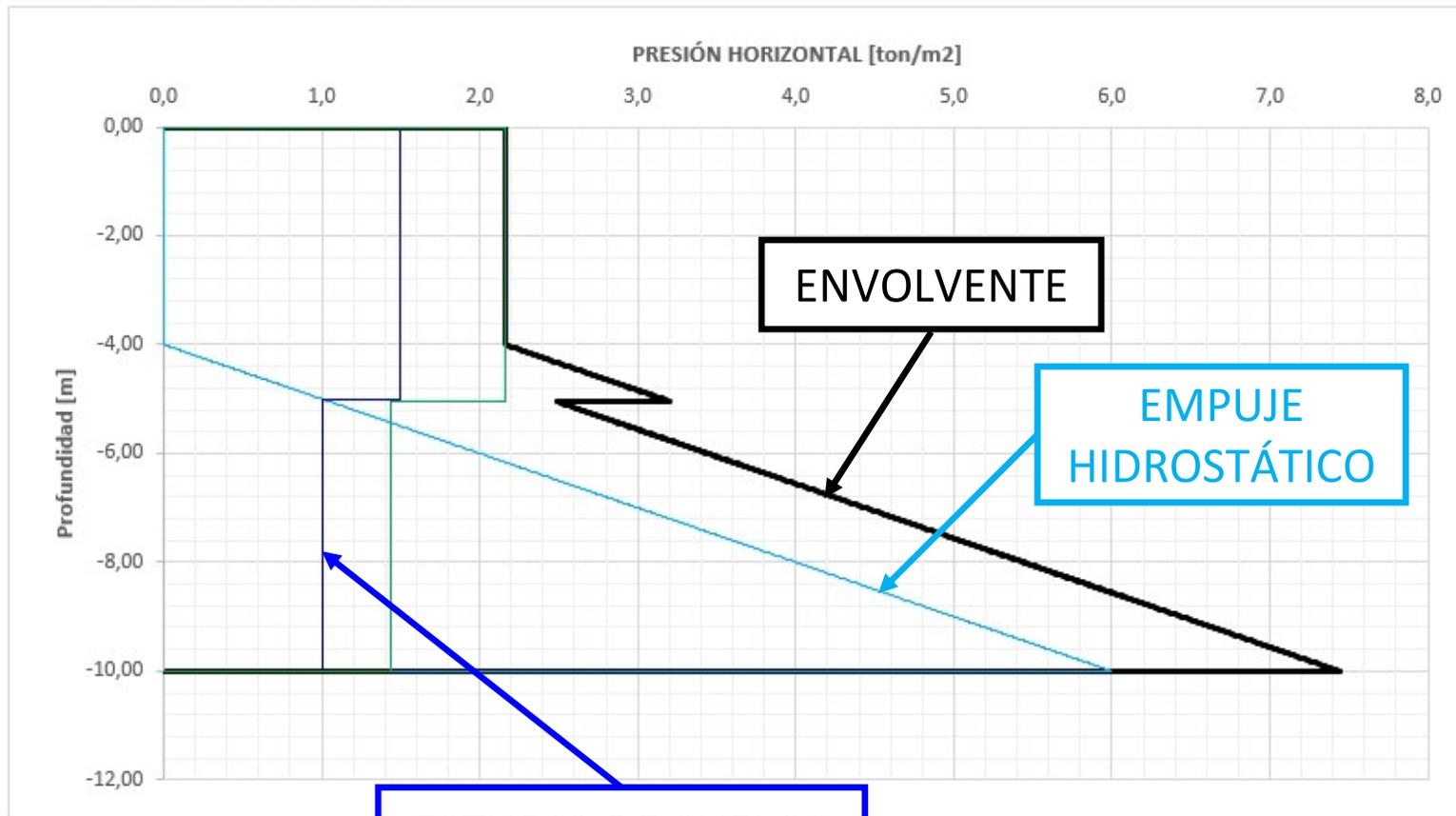


Al cual se adicionará el correspondiente empuje hidrostático.-



EJEMPLOS NUMÉRICOS

DIAGRAMAS DE EMPUJES



$$H = 10,00 \text{ m}$$

$$H_w = -4,00 \text{ m}$$

$$\gamma = 1,80 \text{ ton/m}^3$$

$$\phi = 30^\circ$$

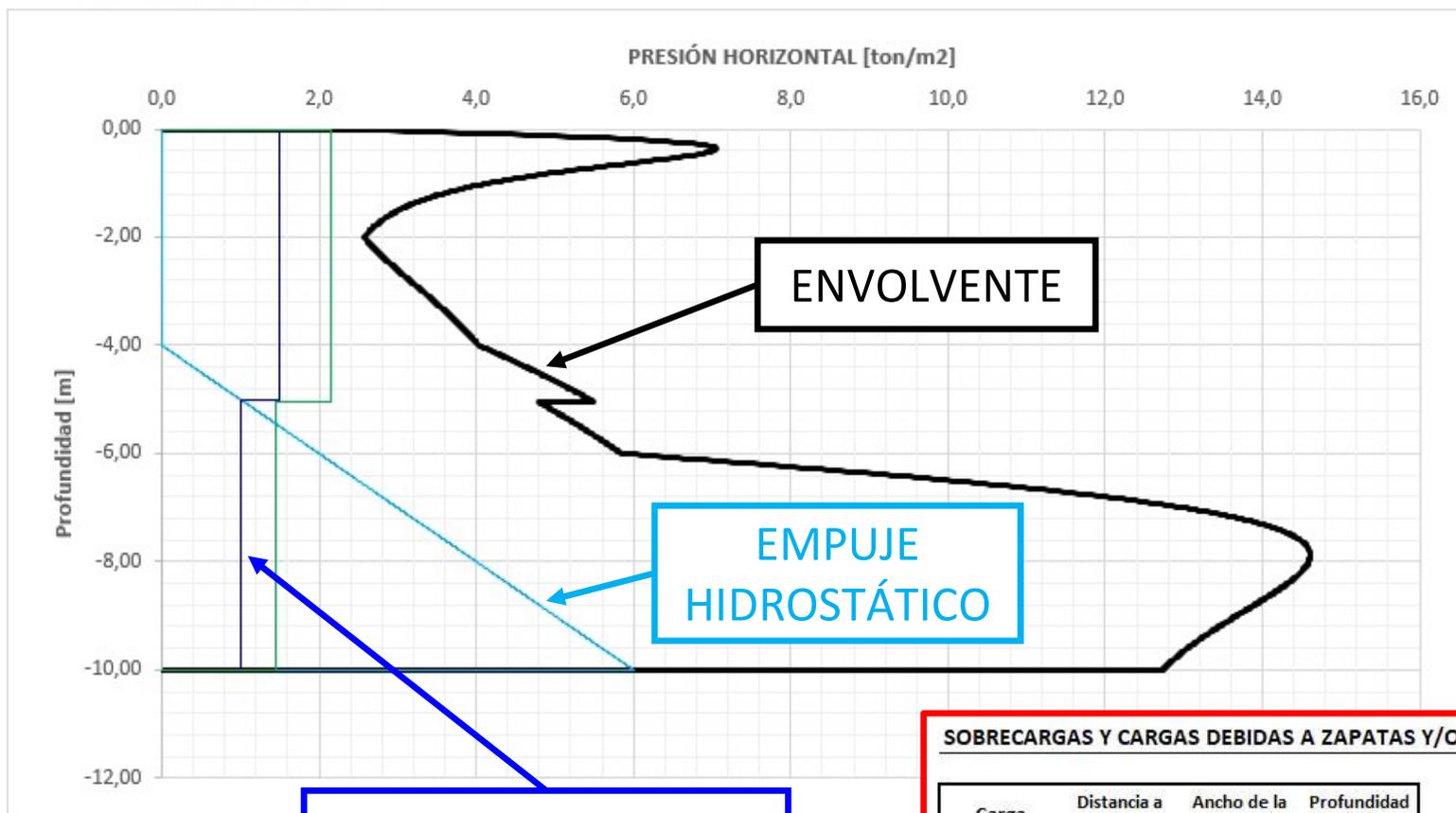
$$K_o = 0,45$$

$$q = 0,00 \text{ ton/m}^2$$

$$c = 0,00 \text{ ton/m}^2$$

EJEMPLOS NUMÉRICOS

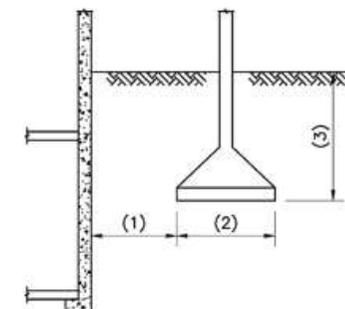
DIAGRAMAS DE EMPUJES



$H = 10,00 \text{ m}$
 $H_w = -4,00 \text{ m}$
 $\gamma = 1,80 \text{ ton/m}^3$
 $\phi = 30^\circ$
 $K_o = 0,45$
 $q = 0,00 \text{ ton/m}^2$
 $c = 0,00 \text{ ton/m}^2$

SOBRECARGAS Y CARGAS DEBIDAS A ZAPATAS Y/O BASES VECINAS

Carga [ton/m ²]	Distancia a tabique (1) [m]	Ancho de la carga (2) [m]	Profundidad de la carga (3) [m]
25,00	0,50	0,30	0,00
25,00	2,00	2,00	-6,00
20,00	6,00	2,00	-2,00
0,00	0,00	0,00	0,00





EMPUJES DE SUELO

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN
2. MÉTODO DE RANKINE
3. PARÁMETROS DEL SUELO Y ALTURA CRÍTICA
4. SOBRECARGAS
5. DIAGRAMAS DE EMPUJES DEL CÓDIGO DE EDIFICACIÓN
6. EJEMPLOS NUMÉRICOS
7. **BIBLIOGRAFÍA**



BIBLIOGRAFÍA

- Jimenez Salas et al. Geotecnia y Cimientos. Rueda
- Powrie. Soil Mechanics, Concepts and Applications. Spon Press
- Bowles. Foundation analysis and design. McGraw-Hill.
- Poulos & Davis. Elastic solutions for soil and rock mechanics. CGR Sidney
- Braja M. Das. Principios de Ingeniería de Cimentaciones
- USACE. Retaining and flood walls
- USACE. Slope Stability
- FIUBA. Mecánica de suelos
- CPIC. Anclajes de tracción



FIN

GRACIAS POR SU ATENCION !!!