

## MEMORIA DE CÁLCULO PARA DISEÑO DE MURO DE CONTENCIÓN

### Criterios de diseño:

1. El muro considerado será de concreto ciclópeo (30 % de concreto y 70 % de piedra), con las siguientes propiedades mecánicas:

- Resistencia a la compresión:  $f_c := 180 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$
- Peso unitario:  $\gamma_{cc} := 2200 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$

2. El relleno en el trasdós del muro será con material clasificado (material selecto) compactado al 95 % de Proctor Modificado. Al no contar con estudio de suelos del material a utilizar se proponen las siguientes características, que deberán verificarse y cumplirse en sitio:

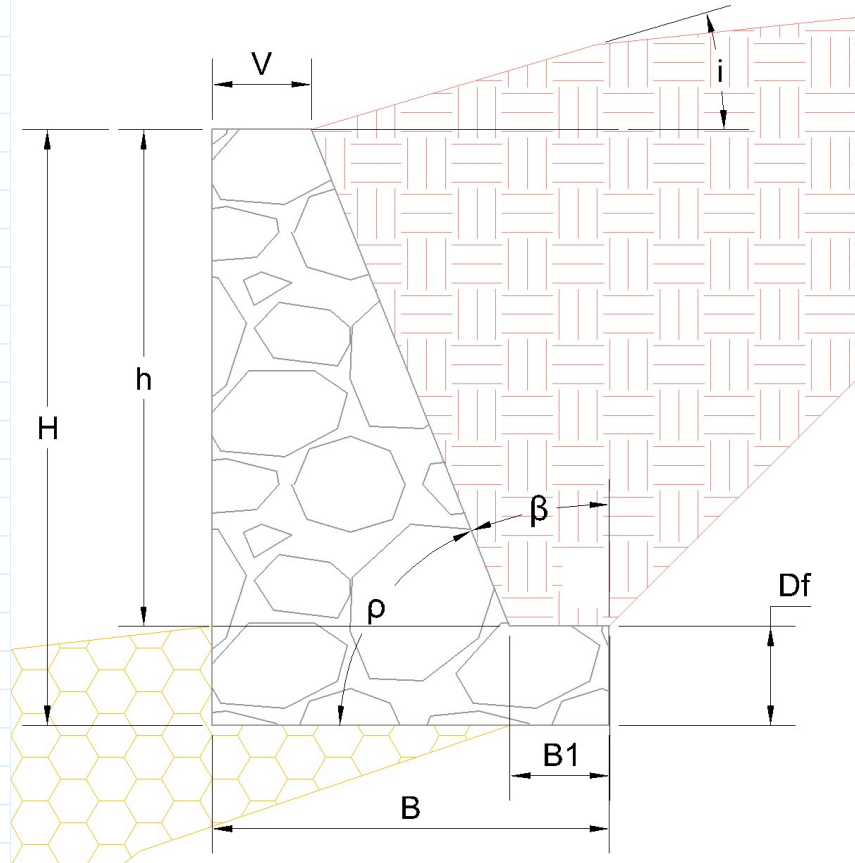
- Peso unitario:  $\gamma_{SR} := 19.5 \frac{\text{kN}}{\text{m}^3} = 1988.447 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
- Ángulo de fricción:  $\phi := 35 \text{ deg}$
- Cohesión:  $c := 0 \text{ kPa}$
- Sobrecarga:  $q := 860 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$  Carga viva y muerta: 500 + 360 kgf/m<sup>2</sup>
- Peso unitario de fluido equivalente:  $\gamma_f := 480 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$  De acuerdo con 1.1.9.2 del CHOC-08
- Componente friccionante entre suelo-muro:  $\delta := \frac{2}{3} \cdot \phi = 23.333 \text{ deg}$

3. Parámetros geotécnicos del suelo de cimentación:

- Peso unitario:  $\gamma_{cim} := 127 \frac{\text{lbf}}{\text{ft}^3} = 2034.345 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^3}$
- Ángulo de fricción:  $\phi_{cim} := 35 \text{ deg}$
- Cohesión:  $c_{cim} := 850 \frac{\text{lbf}}{\text{ft}^2} = 4150.063 \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2}$

**Datos para dimensionamiento geotécnico preliminar**

A continuación se detallan las dimensiones preliminares del muro a diseñar:



Altura libre del muro:	$h := 3 \text{ m}$
Prof. de Desplante:	$D_f := 1 \text{ m}$
Altura total del muro:	$H := h + D_f = 4 \text{ m}$
Ancho de la corona:	$V := 0.5 \text{ m}$
Ancho de la base de cimentación:	$B := 2.8 \text{ m}$
Longitud del talón:	$B_1 := 0.8 \text{ m}$
Área de la sección transversal del muro:	$A_m := \frac{1}{2} \cdot ((B - B_1) + V) (h) + D_f \cdot B = 6.55 \text{ m}^2$
Ángulo de inclinación del trasdós del muro:	$\beta := 26.57 \text{ deg}$
Ángulo de inclinación del relleno en trasdós del muro:	$i := 0 \text{ deg}$
Ángulo de inclinación de la cara posterior del muro	$\rho := 63.43 \text{ deg}$

### Cálculo de presiones sobre muro:

Se analizará el caso de aplicación de cargas estáticas para el análisis de estabilidad del muro. El criterio a utilizar para el cálculo de empujes será el correspondiente a la teoría de Coulomb.

#### Presión activa estática:

Coefficiente de presión activa de Coulomb:

$$K_A := \frac{\cos(\phi - \beta)^2}{\cos(\beta)^2 \cdot \cos(\delta + \beta) \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{\sin(\delta + \phi) \cdot \sin(\phi - i)}{\cos(\delta + \beta) \cdot \cos(\beta - i)}}\right)^2} = 0.515$$

Presión activa de Coulomb (caso estático):  $P_A := \frac{1}{2} \cdot \gamma_{SR} \cdot H^2 \cdot K_A = 8190.601 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Caso estático de Coulomb:  $Z_A := \frac{1}{3} \cdot H = 133.333 \text{ cm}$

#### Empujes adicionales (estáticos):

Presión debido a sobrecarga vehicular:  $P_{sc} := K_A \cdot q \cdot H = 1771.211 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Ubicación de la resultante de sobrecarga vehicular:  $Z_{sc} := \frac{H}{2} = 2 \text{ m}$

Presión de fluido equivalente:  $P_f := \frac{1}{2} \cdot \gamma_f \cdot H^2 = 3840 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Ubicación de la resultante del fluido equivalente:  $Z_f := \frac{1}{3} \cdot H = 1.333 \text{ m}$

#### Empuje pasivo

Coefficiente de presión pasiva:  $K_P := \tan\left(45 \text{ deg} + \frac{\phi_{cim}}{2}\right) = 1.921$

Presión pasiva:  $P_P := \frac{1}{2} \cdot K_P \cdot \gamma_{cim} \cdot D_f^2 + 2 \cdot c_{cim} \cdot \sqrt{K_P} \cdot D_f$

$$P_P = 13457.905 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$$

## REVISIONES

### Revisión por volcamiento

Componente horizontal de presión activa:  $P_h := P_A \cdot \cos(\beta + \delta) = 5275.395 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Componente vertical de presión pasiva:  $P_v := P_A \cdot \sin(\beta + \delta) = 6265.473 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Momento volcante:  $M_{vol} := P_h \cdot Z_A + P_{sc} \cdot Z_{sc} + P_f \cdot Z_f = 15696.282 \text{ kgf} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$

Momento resistente por peso del muro:

Ubicación de la resultante del Peso del muro:

$$B_m := \frac{V \cdot (H - D_f) \cdot \frac{V}{2} + \frac{1}{2} \cdot (B - V) \cdot (H - D_f) \cdot \left( V + \frac{1}{3} \cdot (B - V) \right) + B \cdot D_f \cdot \frac{B}{2}}{A_m} = 1.323 \text{ m}$$

$$M_{R_1} := A_m \cdot \gamma_{cc} \cdot B_m = 19063 \text{ kgf} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

Momento resistente por componente vertical de presión activa:

$$M_{R_2} := P_v \cdot (B - B_1) = 12530.946 \text{ kgf} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

Momento resistente por peso del suelo sobre talón:

$$M_{R_3} := \left( B_1 \cdot h + \frac{1}{2} \cdot (B - V - B_1) \cdot h \right) \cdot \gamma_{SR} \cdot \frac{\left( B_1 \cdot h \cdot \left( B - \frac{B_1}{2} \right) + \left( \frac{1}{2} \cdot (B - V - B_1) \cdot h \cdot (B - B_1) \cdot \frac{1}{3} \right) \right)}{B_1 \cdot h + \frac{1}{2} \cdot (B - V - B_1) \cdot h} = 14436.122 \text{ kgf} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

Momento resistente:

$$M_{Res} := \sum M_R = 46030.068 \text{ kgf} \cdot \frac{\text{m}}{\text{m}}$$

Factor de seguridad al volcamiento:

$$FS_{vol} := \frac{M_{Res}}{M_{vol}} = 2.933$$

**Verificación de factor de seguridad al volcamiento:**

$$Ver_{vol} := \begin{cases} \text{if } FS_{vol} \geq 1.5 \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"No Cumple"} \end{cases} = \text{"Cumple"}$$

**Revisión por deslizamiento**

Fuerza deslizante:  $P_h = 5275.395 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

**Fuerzas que se oponen al deslizamiento:**

Sumatoria de las fuerzas verticales (pesos) del muro:  $\Sigma V := P_v + A_m \cdot \gamma_{cc} = 20675.473 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Fuerza resistente al deslizamiento:  $F_R := \Sigma V \cdot \tan\left(\frac{2}{3} \cdot \phi_{cim}\right) + \frac{2}{3} \cdot c_{cim} \cdot B = 16665.314 \frac{\text{kgf}}{\text{m}}$

Factor de seguridad al deslizamiento:  $FS_{des} := \frac{F_R}{P_h} = 3.159$

**Verificación de factor de seguridad al deslizamiento:**

$$Ver_{des} := \begin{cases} \text{if } FS_{des} \geq 1.5 \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"No Cumple"} \end{cases} = \text{"Cumple"}$$

**Revisión por capacidad de carga**

Presión máxima (talón) y mínima (pie) en el muro

Excentricidad de la resultante del muro:  $e := \frac{B}{2} - \frac{M_{Res} - M_{vol}}{\Sigma V} = -0.067 \text{ m}$

Reacción máxima del suelo:  $q_{max} := \frac{\Sigma V}{B} \left(1 + 6 \frac{e}{B}\right) = 0.632 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$

Reacción mínima del suelo:  $q_{min} := \frac{\Sigma V}{B} \left(1 - 6 \frac{e}{B}\right) = 0.845 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$



La capacidad de soporte de la roca de cimentación se asume ya que no se cuenta con dato en el estudio geotécnico entregado. Como referencia se tomará la capacidad de soporte del suelo sugerido en el estudio.

$$q_{adm} := 2 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2}$$

Factor de seguridad por capacidad de carga:

$$FS_{cap} := \frac{q_{adm}}{q_{max}} = 3.164$$

Verificación de factor de seguridad por capacidad de carga:

$$Ver_{cap} := \begin{cases} \text{if } FS_{cap} \geq 3 \\ \quad \parallel \\ \quad \text{"Cumple"} \\ \quad \parallel \\ \text{else} \\ \quad \parallel \\ \quad \text{"No Cumple"} \end{cases} = \text{"Cumple"}$$

Conclusión: Dimensión de muro.

