

DISEÑO DE MUROS DE CORTE DE HORMIGÓN ARMADO - ACI 318-19.

1. Características de los materiales

Concreto

1.1 Resistencia a compresión $f'_c := 21 \text{ MPa}$

1.2 Factor de concreto liviano $\lambda := 1$

Acero de refuerzo

1.3 Fluencia acero longitudinal $f_y := 420 \text{ MPa}$

1.4 Fluencia acero transversal $f_{yt} := 420 \text{ MPa}$

1.5 Módulo de elasticidad $E_s := 200000 \text{ MPa}$

2. Dimensiones de la viga

2.1 Longitud total del muro $L_w := 3 \text{ m}$

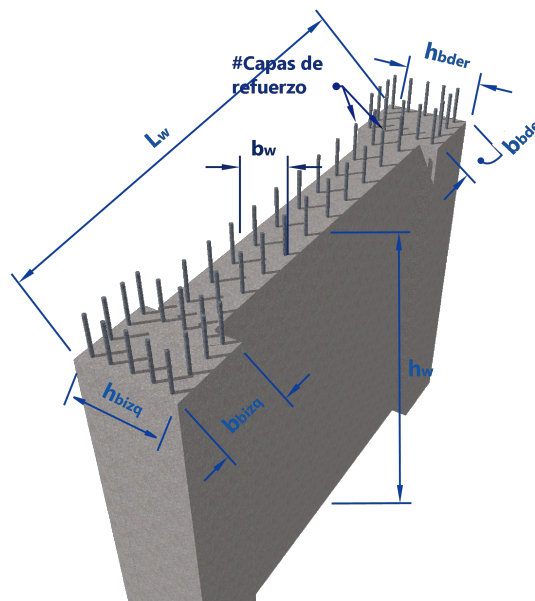
2.2 Altura total $h_w := 10 \text{ m}$

2.5 Espesor del alma del muro $b_w := 0.20 \text{ m}$

2.3 Altura sobre la sección crítica $h_{wcs} := 10 \text{ m}$

Altura sin soporte lateral $h_u := 3 \text{ m}$

2.4 Número de pisos sobre la sección crítica $n_s := 4$



Elementos de borde

2.7 Largo del elemento de borde izquierda $h_{bizq} := 40 \text{ cm}$

2.6 Ancho del elemento de borde izquierda $b_{bizq} := 30 \text{ cm}$

2.8 Largo del elemento de borde derecha $h_{bder} := 40 \text{ cm}$

2.9 Ancho del elemento de borde derecha $b_{bder} := 30 \text{ cm}$

Recubrimiento del acero

Recubrimiento en el muro $r_{muro} := 2 \text{ cm}$

Recubrimiento en los elementos de borde $r_{borde} := 4 \text{ cm}$

3. Disposición del acero de refuerzo

Refuerzo del muro

3.1 Número de capas de refuerzo $\#capas := 2$

5.3 Espaciamiento máximo del refuerzo longitudinal y transversal en muro según código (18.10.2.1) $s_{max} := 45 \text{ cm}$

3.2 Diámetro del refuerzo vertical $d_{bvermuro} := 12 \text{ mm}$

3.3 Espaciamiento del refuerzo vertical $s_{vertical} := 25 \text{ cm}$

3.4 Diámetro del refuerzo horizontal $d_{bhormuro} := 10 \text{ mm}$

3.5 Espaciamiento del refuerzo horizontal

$$s_{horizontal} := 20 \text{ cm}$$

3.6 Revisión por espaciamiento máximo permitido

Revisión = "Cumple"
Elemento de borde izquierda

3.6 Numero de barras en X

$$G_{izq} := 3$$

3.7 Numero de barras en Y

$$J_{izq} := 3$$

3.8 Diámetro del refuerzo longitudinal

$$d_{bizq} := 16 \text{ mm}$$

3.9 Diámetro del refuerzo transversal

$$d_{vizq} := 12 \text{ mm}$$

3.28 Número de ramas del estribo:

$$r_{vizq} := 2$$

3.5 Espaciamiento del refuerzo transversal

$$s_{bordeizq} := 9 \text{ cm}$$

Elemento de borde derecha

3.10 Numero de barras en x

$$G_{der} := 3$$

3.11 Numero de barras en Y

$$J_{der} := 3$$

3.12 Diámetro del refuerzo longitudinal

$$d_{bder} := 16 \text{ mm}$$

3.13 Diámetro del refuerzo transversal

$$d_{vder} := 12 \text{ mm}$$

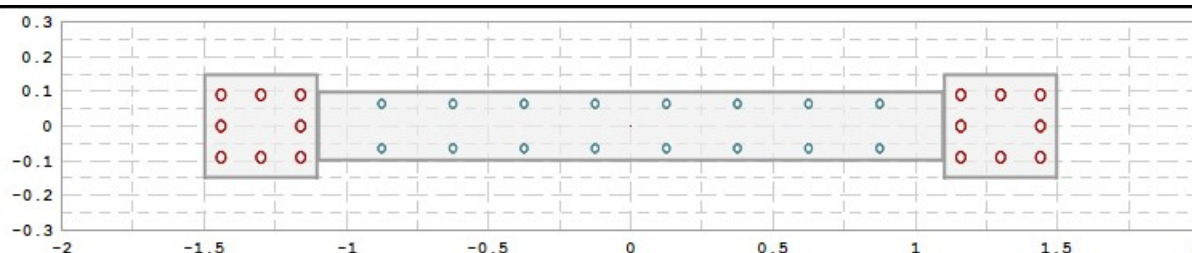
3.28 Número de ramas del estribo:

$$r_{vder} := 2$$

3.5 Espaciamiento del refuerzo transversal

$$s_{bordeder} := 9 \text{ cm}$$

Contraseña del área protegida

Figura 1. Geometría y disposición del refuerzo del muro**4. Diseño por fuerza axial y flexión (flexo compresión)**

4.1 Solicitaciones de fuerza axial

$$P_u := [1200 \ 759 \ 1180 \ 820] \text{ kN}$$

4.2 Solicitaciones de momento

$$M_u := [-2657 \ -1450 \ 2669 \ 2550] \text{ kN} \cdot \text{m}$$

4.3 Resistencia axial a compresión máxima 22.4.2.2

$$P_{n1} := \max(P_{nmax}) = 11327.541 \text{ kN}$$

4.3 Resistencia axial a compresión máxima reducida

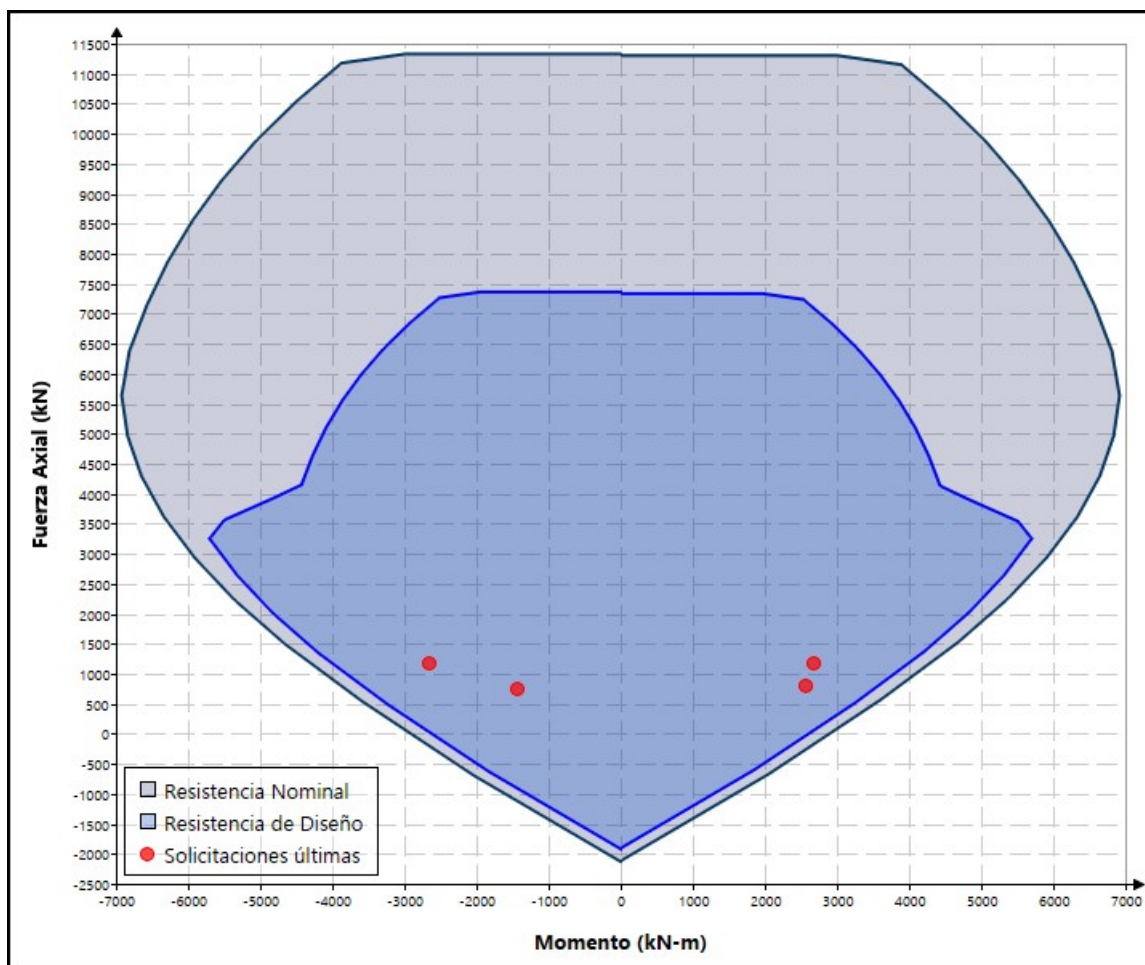
$$\phi P_{n1} := \max(\phi P_n) = 7362.902 \text{ kN}$$

4.3 Resistencia máxima a momento

$$M_{n1} := \max(M) = 6919.901 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

4.3 Resistencia máxima a momento reducido

$$\phi M_{n1} := \max(\phi M) = 5701.662 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Figura 1. Diagrama de Interacción Momento-Fuerza Axial**5. Diseño a cortante****5.1 Solicitaciones de fuerza cortante**

$$V_u := [180 \ 200 \ 160 \ 185] \text{ kN}$$

5.1 Factor de Reducción de resistencia por corte

$$\phi_c := 0.75$$

5.2 Cuantía mínima de refuerzo en muro según código (18.10.2.1)

$$\rho_{min} := 0.0025$$

5.4 Cuantía de refuerzo horizontal proporcionada

$$\rho_t := \frac{\#capas \cdot \pi \cdot d_{bhormuro}^2}{4 \cdot s_{horizontal} \cdot b_w} = 0.004$$

5.5 Cuantía de refuerzo vertical proporcionada

$$\rho_l := \frac{\#capas \cdot \pi \cdot d_{bvermuro}^2}{4 \cdot s_{vertical} \cdot b_w} = 0.005$$

Revisión = "Cumple"

5.6 Número de capas de refuerzo en el muro (18.10.2.2)

$$V = 200 \text{ kN}$$

>

$$0.17 \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}} \cdot A_{cv} = 342.777 \text{ kN}$$

$$\frac{h_w}{l_w} = 4.545$$

>

2

#capas_{min} = 2

Requerimientos para muros continuos con $h_w/l_w > 2.0$ diseñados para tener una sola sección crítica para fuerza axial y momento 18.10.2.4

5.7 a). La cuantía de refuerzo longitudinal dentro de $0.15L_w$ desde los extremos
 verticales del muro deben ser al menos $0.5 \sqrt{\frac{f'_c}{f_y}}$ (18.10.2.4)

5.7.1 Cuantía mínima longitudinal

$$l_{extremo} := 0.15 \cdot L_w = 0.45 \text{ m}$$

5.7.2 Cuantía mínima longitudinal

$$\rho_{longmin} := 0.5 \cdot \frac{\sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}}}{f_y} = 0.005$$

5.7.3 Cuantía extremo vertical izquierdo

$$\rho_{izq}(l_{extremo}) = 0.012$$

Revisión = "Cumple"

5.7.4 Cuantía extremo vertical derecho

$$\rho_{der}(l_{extremo}) = 0.012$$

Revisión = "Cumple"

5.8 b). El refuerzo longitudinal requerido por 18.10.2.4(a) debe extenderse verticalmente por encima y por debajo de la sección crítica al menos el valor mayor de L_v y $M_u/3V_u$

5.8.1 Extensión vertical del refuerzo longitudinal, sobre y por debajo de la sección crítica

$$L_{ext} := \left\| \begin{array}{l} M \leftarrow M_u^T \\ V \leftarrow V_u^T \\ \text{for } i \in 1 \dots \text{last}(M) \\ \quad \left\| \begin{array}{l} (M)_i \\ a_i \leftarrow \frac{(M)_i}{3 \cdot V_i} \end{array} \right\| \\ \quad \max(L_w, a) \end{array} \right\|$$

$$L_{ext} = 5.56 \text{ m}$$

5.9 c). No más del 50% del refuerzo requerido en 18.10.2.4 a puede terminarse en una sola sección

5.9.1 Área mínima de refuerzo extremo izquierdo

$$A_{sizmmin}(I_{extremo}) = 3.546 \text{ cm}^2$$

5.9.2 Área mínima de refuerzo extremo derecho

$$A_{sdermin}(I_{extremo}) = 3.546 \text{ cm}^2$$

5.10 Factor de sobre resistencia en la sección crítica 18.10.3.1.2

$$\Omega_v = 3.301$$

5.11 Factor de ductilidad

$$\omega_v = 1.3$$

Fuerza de cortante de diseño (18.10.3.1)

$$V_e := \left\| \begin{array}{l} V \leftarrow \max(V_u) \\ \min(\Omega_v \cdot \omega_v \cdot V, 3 \cdot V) \end{array} \right\| = 600 \text{ kN}$$

5.12 Reducción empírica basada en la relación de aspecto del muro (alto sobre largo)

$$\alpha_c = 0.17$$

5.13 Área efectiva de corte del muro estructural

$$A_{cv} := L_w \cdot b_w$$

Resistencia nominal 18.10.4

$$V_n := (0.083 \cdot \alpha_c \cdot \lambda \cdot \sqrt{f'_c \cdot \text{MPa}} + \rho_t \cdot f_{yt}) \cdot A_{cv} = 1028.398 \text{ kN}$$

Resistencia nominal reducida

$$\phi_c \cdot V_n = 771.298 \text{ kN}$$

>

$$V_e = 600 \text{ kN}$$

Revisión = "Cumple"

6. Elementos de borde especiales

6.1 Desplazamiento de diseño

$$\delta_u := 10 \text{ cm}$$

6.2 Necesidad de elementos de borde especiales según 18.10.6.2 (a)

$$1.5 \Delta = 0.015$$

>

$$\frac{L_w}{600 \cdot C_{borde}} = 0.011$$

EB_{especial} = "Requiere"

6.3 Si se requieren elementos de borde especiales se debe cumplir la condición i) junto con cualquiera de las condiciones ii) y iii). 18.10.6.2 (b)

i) Extensión vertical de los elementos de borde especiales sobre y por debajo de la sección crítica

$$L_{borde} := \begin{cases} M \leftarrow M_u^T \\ V \leftarrow V_u^T \\ \text{for } i \in 1 \dots \text{last}(M) \\ \quad \begin{cases} (M)_i \\ a_i \leftarrow \frac{(M)_i}{4 \cdot V_i} \end{cases} \\ \max(L_w, a) \end{cases} \quad L_{borde} = 4.17 \text{ m}$$

ii) Ancho mínimo de la zona a compresión del muro

$$b_w = 0.2 \text{ m} \geq \sqrt{0.025 \cdot L_w \cdot C_{borde}} = 0.185 \text{ m}$$

Ancho_{minc} = "Cumple"

iii) Capacidad de deformación del muro

$$\Delta_c = 0.029 \geq 1.5 \frac{\delta_u}{h_{wcs}} = 0.015$$

Capacidad_{def} = "Cumple"

6.4 Esfuerzo en la fibra extrema a compresión debido a las cargas de diseño

$$f_c = 8.564 \text{ MPa}$$

6.5 Límite de esfuerzo en la fibra extrema a compresión

$$f_{cmax} = 4.2 \text{ MPa}$$

6.6 Necesidad de elementos de borde especiales según 18.10.6.3

$$f_c = 8.564 \text{ MPa} \geq f_{cmax} = 4.2 \text{ MPa}$$

EB_{especial} = "Requiere"

6.7 Si se requiere elementos especiales de borde, se debe cumplir con las condiciones de a) hasta k) 18.10.6.4

a) Longitud mínima del elemento de borde

$$long_{borde} := \max\left(\frac{C_{borde}}{2}, C_{borde} - 0.1 L_w\right) + r_{borde} \quad long_{borde} = 0.269 \text{ m}$$

Revisión = "Cumple"

b) Ancho mínimo de la zona a compresión

$$b_borde_b(x) := \frac{x}{16}$$

$$b_borde_b(h_u) = 18.75 \text{ cm}$$

Revisión := if ($b_w \geq b_borde_b(h_u)$, "Cumple", "No cumple")

Revisión = "Cumple"

c) Ancho mínimo de la zona a compresión

$$b_borde_c(x) := \begin{cases} \frac{h_w}{L_w} \geq 2 \wedge \frac{C_borde}{L_w} \geq \frac{3}{8} \\ \parallel \max(b_borde_b(x), 30 \text{ cm}) \\ \text{else} \\ \parallel b_borde_b(x) \end{cases}$$

$$b_borde_c(h_u) = 18.75 \text{ cm}$$

Revisión = "Cumple"

d) Muros con ala (No aplica)

e) Espaciamiento máximo del refuerzo transversal

Elemento de borde izquierda

$$s_{bmaxizq} := \begin{cases} a \leftarrow \frac{\min(h_{bizq}, b_{bizq})}{3} \\ b \leftarrow 6 \cdot \min(d_{bizq}) \\ s \leftarrow 10 \text{ cm} \\ \min(a, b, s) \end{cases} = 9.6 \text{ cm}$$

$$s_{bmaxizq} = 9.6 \text{ cm}$$

Elemento de borde derecha

$$s_{bmaxder} := \begin{cases} a \leftarrow \frac{\min(h_{bder}, b_{bder})}{3} \\ b \leftarrow 6 \cdot \min(d_{bder}) \\ s \leftarrow 10 \text{ cm} \\ \min(a, b, s) \end{cases} = 9.6 \text{ cm}$$

$$s_{bmaxder} = 9.6 \text{ cm}$$

Revisión = "Cumple"

f) Máximo espaciado entre barras longitudinales
perimetrales con soporte lateral

$$h_x := \min\left(35 \text{ cm}, \frac{2}{3} \cdot b_{bizq}, \frac{2}{3} \cdot b_{bder}\right) = 20 \text{ cm}$$

g) Área mínima de refuerzo transversal en elementos de borde

Elemento de borde izquierda

Área mínima

$$Avs_{izq}(x) := \left\| \begin{array}{l} a \leftarrow 0.3 \cdot \left(\frac{b_{bizq} \cdot (h_{bizq} - r_{borde})}{(b_{bizq} - 2 \cdot r_{borde}) \cdot (h_{bizq} - 2 \cdot r_{borde})} - 1 \right) \cdot \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ b \leftarrow 0.09 \cdot \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ A \leftarrow \max(a, b) \cdot x \cdot b_{bizq} \end{array} \right\|$$

$$Avs_{izq}(s_{bordeizq}) = 2.163 \text{ cm}^2$$

Revisión = "Cumple"

Elemento de borde derecha

Área mínima

$$Avs_{der}(x) := \left\| \begin{array}{l} a \leftarrow 0.3 \cdot \left(\frac{b_{bder} \cdot (h_{bder} - r_{borde})}{(b_{bder} - 2 \cdot r_{borde}) \cdot (h_{bder} - 2 \cdot r_{borde})} - 1 \right) \cdot \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ b \leftarrow 0.09 \cdot \frac{f'_c}{f_{yt}} \\ A \leftarrow \max(a, b) \cdot x \cdot b_{bder} \end{array} \right\|$$

$$Avs_{der}(s_{bordeder}) = 2.163 \text{ cm}^2$$

Revisión = "Cumple"

7. Elementos de borde ordinarios

7.1 Necesidad de elementos de borde ordinarios según 18.10.6.5

$$EB_{ordinario} := \left\| \begin{array}{l} a \leftarrow \rho_{izq}(C_{borde}) \\ b \leftarrow \rho_{der}(C_{borde}) \\ \text{if } EB_{especial} = \text{"Requiere"} \\ \quad \left\| \text{"No aplica"} \right\| \\ \text{else} \\ \quad \left\| \begin{array}{l} \text{if } \min(a, b) \geq \frac{2.8 \text{ MPa}}{f_y} \\ \quad \left\| \text{"Requiere"} \right\| \\ \quad \text{else} \\ \quad \quad \left\| \text{"No requiere"} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$EB_{ordinario}$ = "No aplica"

7.2 Longitud mínima del elemento de borde

$long_{borde}$ = 0.269 **m**

7.3 Necesidad de refuerzo transversal

$$Refuerzo_{trans} := \begin{cases} \text{if } \max(\rho_{izq}(C_{borde}), \rho_{der}(C_{borde})) > \frac{2.8 \text{ MPa}}{f_y} \\ \quad \parallel \text{ "Requiere" } \\ \text{else} \\ \quad \parallel \text{ "No requiere" } \end{cases}$$

$Refuerzo_{trans}$ = "Requiere"

7.4 Refuerzo Transversal en elemento de borde 18.10.6.5 b

Cuantía de refuerzo longitudinal en el extremo izquierdo

$\rho_{izq}(C_{borde})$ = 0.012

Cuantía de refuerzo longitudinal en el extremo derecho

$\rho_{der}(C_{borde})$ = 0.012

7.5 Máximo espaciamiento vertical del refuerzo transversal en el elemento de borde ordinario

Elemento de borde izquierda

Dentro de la zona de fluencia

$s_{izq1} := \min(6 \cdot d_{bizq}, 15 \text{ cm})$ = 9.6 **cm**

Otras ubicaciones

$s_{izq2} := \min(8 \cdot d_{bizq}, 20 \text{ cm})$ = 12.8 **cm**

Elemento de borde derecha

Dentro de la zona de fluencia

$s_{der1} := \min(6 \cdot d_{bder}, 15 \text{ cm})$ = 9.6 **cm**

Otras ubicaciones

$s_{der2} := \min(8 \cdot d_{bder}, 20 \text{ cm})$

7.6 Máximo espaciamiento entre barras longitudinales perimetrales con soporte lateral 18.7.5.2 e

h_x := 35 **cm**

Contraseña del área protegida

Plantilla diseñada por Ingevo®
www.ingevo.net