

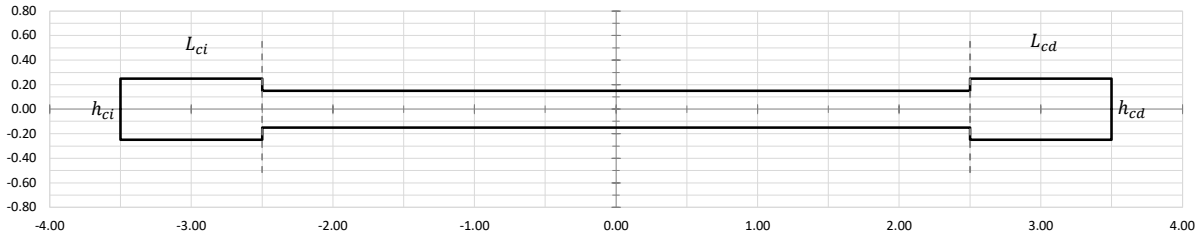


**ANÁLISIS Y DISEÑO DE MUROS ESTRUCTURALES DE CONCRETO ARMADO**

**01 DATOS DE DISEÑO**

Codigo = <b>PL 02 - Piso 3</b>	$f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$	$h_m = 26.00 \text{ m}$	altura total del muro
Block = <b>52</b>	$f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$	$h = 2.8 \text{ m}$	altura de entrepiso
$L_{ci} = 1.00 \text{ m}$	$L_m = 7.00 \text{ m}$	$L_{cd} = 1.00 \text{ m}$	
$h_{ci} = 0.50 \text{ m}$	$t_m = 0.30 \text{ m}$	$h_{cd} = 0.50 \text{ m}$	

Seccion en Planta del Muro Estructural



**01 CARGAS Y COMBINACIONES DE DISEÑO**

DIRECCION X-X	DIRECCION Y-Y
$P_{CM} = 418.44 \text{ tn}$	$P_{CM} = 418.44 \text{ tn}$
$P_{CV} = 157.21 \text{ tn}$	$P_{CV} = 157.21 \text{ tn}$
$P_{CS} = 29.83 \text{ tn}$	$P_{CS} = 73.02 \text{ tn}$
$M_{CM} = 25.73 \text{ tn-m}$	$M_{CM} = 2.18 \text{ tn-m}$
$M_{CV} = 3.21 \text{ tn-m}$	$M_{CV} = 0.61 \text{ tn-m}$
$M_{CS} = 674.31 \text{ tn-m}$	$M_{CS} = 1.34 \text{ tn-m}$
$V_{CM} = 1.56 \text{ tn}$	$V_{CM} = 0.21 \text{ tn}$
$V_{CV} = 0.46 \text{ tn}$	$V_{CV} = 0.45 \text{ tn}$
$V_{CS} = 90.81 \text{ tn}$	$V_{CS} = 0.34 \text{ tn}$

Combinaciones de Diseño	DIRECCION X-X			DIRECCION Y-Y		
	$P_{UX}$ (tn)	$M_{UX}$ (tn-m)	$V_{UX}$ (tn)	$P_{UY}$ (tn)	$M_{UY}$ (tn-m)	$V_{UY}$ (tn)
1.4CM + 1.7CV	853.1	41.5	3.0	853.1	4.1	1.1
1.25(CM + CV) + CS	749.4	710.5	93.3	792.6	4.8	1.2
1.25(CM + CV) - CS	689.7	-638.1	-88.3	646.6	2.1	0.5
0.9CM + CS	406.4	697.5	92.2	449.6	3.3	0.5
0.9CM - CS	346.8	-651.2	-89.4	303.6	0.6	-0.2
Envolvente	<b>853</b>	<b>710</b>	<b>93</b>	<b>853</b>	<b>5</b>	<b>1</b>

Análisis del muro: Considerando los criterios del ACI 318

$l_w = 0.8L_m = 5.6 \text{ m}$  Longitud efectiva del muro

$\frac{h_w}{l_w} = 3.71$   $\frac{l_w}{b_w} = 28.00$  **Muro**

Verificación de esbeltez  $\frac{h}{e} = 9.33 < 16$  **No excede la Esbeltez limite**

Comportamiento del muro  $\frac{h_w}{l_w} = 2.97 > 2$  **Muro a Flexión**

Tabla R18.10.1 — Requisitos que dominan en el diseño de segmentos verticales de muro<sup>(1)</sup>

Altura libre del segmento vertical de muro / longitud del segmento vertical de muro ( $h_w/l_w$ )	Longitud del segmento vertical de muro / espesor del muro ( $l_w/b_w$ )		
	$l_w/b_w \leq 2.5$	$2.5 < l_w/b_w \leq 6$	$l_w/b_w > 6$
$h_w/l_w < 2$	Muro	Muro	Muro
$h_w/l_w \geq 2$	El machón de muro debe cumplir los requisitos de diseño de columnas, véase 18.10.8.1	El machón de muro debe cumplir los requisitos de columna o requisitos alternos, véase 18.10.8.1	Muro

<sup>(1)</sup>  $h_w$  es la altura libre,  $l_w$  es la longitud horizontal, y  $b_w$  es el espesor del alma del segmento de muro.

**02 VERIFICACION DE NECESIDAD DE ELEMENTOS DE CONFINAMIENTO**

El muro estructural necesitara elementos de confinamiento si el esfuerzo máximo de compresion en la fibra extrema es mayor de:  $0.2f'_c = 56.00 \text{ kg/cm}^2$

Area bruta del muro estructural:

$A_g = 25000.00 \text{ cm}^2$

Carga axial ultimo en el muro estructural :

$P_u = 1.4CM + 1.7CV = 853080.8 \text{ kg}$

Esfuerzo de compresion en la fibra extrema:

$\sigma_c = \frac{P_u}{A_g} + \frac{M_u(L_m/2)}{I_{y-y}} = 62.6 \text{ kg/cm}^2 > 0.2f'_c = 56.00 \text{ kg/cm}^2$  **Necesita de Elementos de Confinamiento**

Momento de inercia respecto al eje y-y :

$I_{y-y} = 122083333.33 \text{ cm}^4$

Momento ultimo en el muro estructural :

$M_u = 1.40M_b = 99467900.0 \text{ kg-cm}$

**Predimensionamiento de elementos de borde**

$$c \geq \frac{l_m}{600 \left( \frac{\delta_u}{h_m} \right)} \quad \delta_u = 184.16 \text{ mm}$$

$$c = 175 \text{ cm} > \frac{l_m}{600 \left( \frac{\delta_u}{h_m} \right)} = 164.71 \text{ cm}$$

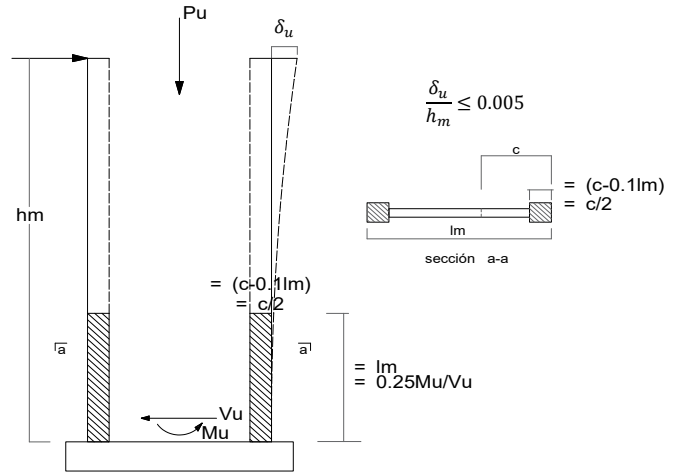
**Necesita de Elementos de Confinamiento**

$$\begin{aligned} c - 0.1L_m &= 1.05 \text{ m} \\ c/2 &= 0.88 \text{ m} \end{aligned} \quad \left| \quad L_c = 1.05 \text{ m} \right.$$

$$\begin{aligned} 2t &= 0.60 \text{ m} \\ 0.1L_m &= 0.70 \text{ m} \end{aligned} \quad \left| \quad L_c = 0.70 \text{ m} \right.$$

$$c < \frac{3}{8} l_w \quad \text{ok}$$

**La longitud de elemento de borde asumido es correcta**



**Altura mínima del elemento confinado de borde**

Donde se requieran elementos confinados de borde, el refuerzo del mismo debe extenderse verticalmente desde la sección crítica a una distancia no menor que el mayor valor entre:

$$h_{1min} \quad L_m = 7.00 \text{ m} \quad h_{2min} \quad \frac{M_u}{4V_u} = 1.90 \text{ m}$$

**la zona crítica estará definida hasta el 2do nivel**

**03 DETERMINACION DE LOS REFUERZOS DE ACERO EN EL MURO ESTRUCTURAL**

**a. Verificación del Requerimiento de Refuerzo de Acero en Dos Capas**

Si:  $t_m = 0.30 \text{ m} > 0.20 \text{ m}$  Refuerzo en dos capas

Si:  $V_u = 93.34 \text{ tn} < 0.53 \sqrt{f'_c} A_{cv} = 186.24 \text{ tn}$  Refuerzo en una capa

**b. Determinación de los requerimientos de refuerzo por corte en el muro estructural**

La resistencia al corte  $V_n$ , en cualquier sección horizontal para cortante en el plano del muro no debe tomarse mayor que:

$$V_n = 2.6 \sqrt{f'_c} A_{cv} = 590.35 \text{ tn}$$

$V_u = 93.34 \text{ tn}$  Cortante última

$$V_u \geq V_{ua} \left( \frac{M_n}{M_{ua}} \right) \quad \left. \begin{aligned} V_{ua} &= 93.34 \text{ ton} \\ M_{ua} &= 710 \text{ ton-m} \\ M_n &= 878.86 \text{ ton-m} \end{aligned} \right\} V_u = V_{ua} \left( \frac{M_n}{M_{ua}} \right) = 115.45 \text{ ton} \quad \text{Cortante de Diseño}$$

$$\frac{M_n}{M_{ua}} = 1.237 < \frac{R}{2} = 3 \quad \text{OK}$$

Calculamos el factor  $\alpha_c$ :

$$\frac{h_m}{L_m} = 3.71 \rightarrow \alpha_c = 0.53$$

Resistencia al cortante nominal del área  $A_{cv}$  del muro:

$$V_n = (\alpha_c \sqrt{f'_c} + \rho_v f_y) A_{cv} = 156.05 \text{ tn}$$

Cortante desarrollado de la resistencia a flexión nominal

$$V_{fn} = \left( \frac{M_u}{\phi} \right) \frac{2}{h_m} = 60.73 \text{ tn}$$

El valor de para el cortante es de  $\phi = 0.85$ , sin embargo deberá tomarse  $\phi = 0.60$ , si la resistencia al cortante nominal  $V_n$  es menor que el cortante correspondiente al desarrollo de la resistencia a flexión nominal  $V_{fn}$ . En forma conservadora se tomara

$$\phi = 0.85$$

Resistencia al cortante del acero de refuerzo:  $V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c = -39.19 \text{ tn}$

La cuantía horizontal será:  $\rho_h = \frac{V_s}{A_{cv} f_y} = -0.00056$

La cuantía de refuerzo horizontal para cortante no debe ser menor que 0.0025 y su espaciamiento no debe exceder tres veces el espesor del muro ni 0.40m

La separación del refuerzo horizontal estara dado por:  $S = A_v f_y d / V_s$

$\phi$	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
$A_v \text{ (cm}^2\text{)}$	1.42	2.54	3.96	5.70	7.76	10.14
$s \text{ (cm)}$	-85.23	-152.45	-237.68	-342.12	-465.76	-608.61

**c. Determinación de los requerimientos de refuerzo mínimo longitudinal en el muro estructural**

Cuantía de acero vertical en el muro:  $\rho_v \text{ min} = \frac{A_{sv}}{A_{cv}} \geq 0.0025$

$$\rho_v = 0.0025 + 0.5 \left( 2.5 - \frac{H_m}{L_m} \right) (\rho_h - 0.0025) = 0.00436$$

Area resistente al corte por unidad de metro:

$$A_{cv}/1m = 3000.00 \text{ cm}^2/m$$

$$A_{cv} = 0.8 l_w t = 1.68 \text{ m}^2$$

Resistencia al corte del concreto

$$V_c = 0.53 \sqrt{f'_c} b \cdot d = 148.99 \text{ tn}$$

Resistencia al cortante maxima del área  $A_{cv}$  del muro:

$$V_c = \alpha_c \sqrt{f'_c} A_{cv} = 186.24 \text{ tn}$$

Numero de capas del refuerzo vertical:  $N^\circ = 2$

**Distribucion de acero en:**  $A_v = 2.54 \text{ cm}^2$

$\phi$  1/2" @ -1.50 m

Espaciamiento maximo del refuerzo:

$$\begin{aligned} S &= 0.40 \text{ m} \\ 3t_m &= 0.90 \text{ m} \end{aligned} \quad \left| \quad S_{max} = 0.40 \text{ m} \right.$$

Area de acero vertical por unidad de metro:

$$\rho_v \cdot A_{cv} = 13.07 \text{ cm}^2/m$$

La distribución de acero vertical en el muro sera de :

Ø	3/8"	1/2"	5/8"	3/4"	7/8"	1"
$A_v$ (cm <sup>2</sup> )	1.42	2.54	3.96	5.70	7.76	10.14
s (cm)	10.87	19.44	30.31	43.63	59.39	77.61

Numero de capas del refuerzo vertical :  $N^{\circ} = 2$

**Distribucion de acero en:**  $A_v = 1.42 \text{ cm}^2$

**Ø 3/8" @ 0.100 m**

#### 04 DETERMINACION DE LOS REFUERZOS DE ACERO EN LAS COLUMNAS DE CONFINAMIENTO

##### a. Verificacion de los elementos de confinamiento actuando como columnas cortas

En esta condicion las columnas toman las cargas verticales debidas a las cargas de gravedad y de sismo.

Fuerza axial maxima sobre el elemento de confinamiento  $P_{u \max}$ :

$$P_u = 1.4(P_{CM} + P_{CV}) = 805.92 \text{ tn}$$

$$P_{u \max} = \frac{P_u}{2} + \frac{M_u}{L_m} = 568.74 \text{ tn}$$

Determinacion del acero longitudinal en la columna Izquierda

$$A_{col \text{ izq}} = 5000.0 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 568.74 \text{ tn}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.01 \cdot A_{col} = 50.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ max}} = 0.06 \cdot A_{col} = 300.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ izq}} = \mathbf{18 \phi 1"} \quad \mathbf{18 \phi 5/8"} \quad \mathbf{0 \phi 5/8"}$$

$$A_{s \text{ izq}} = 126.90 \text{ cm}^2$$

**Cumple los limites de cuantia**

Determinamos la resistencia axial maxima de la columna Izquierda

$$P_{n \max} = 0.80(0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st}f_y)$$

$$P_{n \max} = 1354.22 \text{ tn}$$

Determinamos la resistencia ultima axial maxima de la columna Izquierda

$$\phi P_{n \max} = 0.70 P_{n \max} = 947.96 \text{ tn}$$

$$P_u = 568.74 \text{ tn}$$

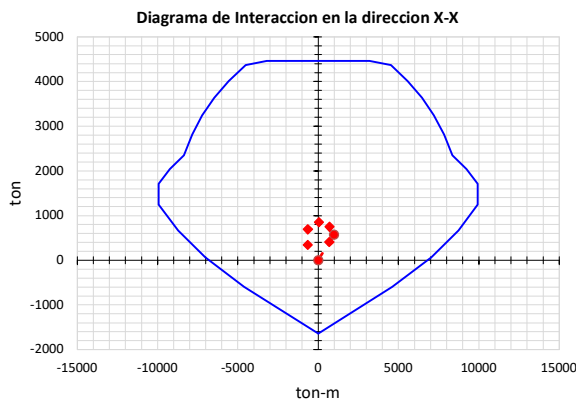
**La columna es conforme**

##### b. Verificacion por flexocompresión de los elementos de confinamiento

Determinamos la carga axial ultima actuante en el muro

$$P_u = 568.74 \text{ tn}$$

Diagrama de interaccion del muro en la direccion X-X



##### b. Determinamos los requerimientos de refuerzo transversal por confinamiento en la direccion de la longitud menor de la columna

Determinacion de la separacion en la columna Izquierda

$$S = L_{menor}/4 = 0.13 \text{ m}$$

Determinacion de altura del nucleo de concreto en columna Izquierda

$$\text{recubrimiento} = \mathbf{4.0 \text{ cm}}$$

$$h_c = 0.907 \text{ m}$$

$$b_c = 0.427 \text{ m}$$

Calculamos el area de acero horizontal en la columna izquierda - 01

$$A_{sh} = 0.3 s h_c (A_g/A_{ch} - 1) f'_c/f_y$$

$$s = \mathbf{0.20 \text{ m}}$$

$$M_u = 1.4M_b = 994.68 \text{ tn-m}$$

$$L'_m = L_m - L_{col}(\text{max}) = 6.00 \text{ m}$$

Determinacion del acero longitudinal en la columna Derecha

$$A_{col \text{ der}} = 5000.0 \text{ cm}^2$$

$$P_u = 568.74 \text{ tn}$$

$$A_{s \text{ min}} = 0.01 \cdot A_{col} = 50.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ max}} = 0.06 \cdot A_{col} = 300.00 \text{ cm}^2$$

$$A_{s \text{ der}} = \mathbf{18 \phi 1"} \quad \mathbf{16 \phi 5/8"} \quad \mathbf{0 \phi 5/8"}$$

$$A_{s \text{ der}} = 122.94 \text{ cm}^2$$

**Cumple los limites de cuantia**

Determinamos la resistencia axial maxima de la columna Derecha

$$P_{n \max} = 0.80(0.85f'_c(A_g - A_{st}) + A_{st}f_y)$$

$$P_{n \max} = 1341.67 \text{ tn}$$

Determinamos la resistencia ultima axial maxima de la columna Derecha

$$\phi P_{n \max} = 0.70 P_{n \max} = 939.17 \text{ tn}$$

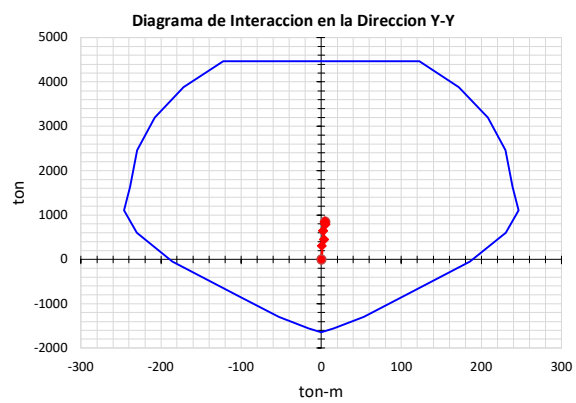
$$P_u = 568.74 \text{ tn}$$

**La columna es conforme**

Determinamos el momento ultimo actuante en el muro

$$M_u = 994.68 \text{ tn-m}$$

Diagrama de interaccion del muro en la direccion Y-Y



##### b. Determinamos los requerimientos de refuerzo transversal por confinamiento en la direccion de la longitud menor de la columna

Determinacion de la separacion en la columna Derecha

$$S = L_{menor}/4 = 0.13 \text{ m}$$

Determinacion de la altura del nucleo de concreto en la columna Derecha

$$\text{recubrimiento} = \mathbf{4.0 \text{ cm}}$$

$$h_c = 0.907 \text{ m}$$

$$b_c = 0.427 \text{ m}$$

Calculamos el area de acero horizontal en la columna izquierda - 01

$$A_{sh} = 0.3 s h_c (A_g/A_{ch} - 1) f'_c/f_y$$

$$s = \mathbf{0.20 \text{ m}}$$

$$A_{sh} = 10.51 \text{ cm}^2$$

Calculamos el area de acero horizontal en la columna izquierda - 02

$$A_{sh'} = 0.09 s h_c f_c' / f_y$$

$$A_{sh'} = 10.89 \text{ cm}^2$$

Elegimos la siguiente distribucion de aceros, en la columna izquierda

$$10 \phi 3/8'' \quad 6 \phi 3/8''$$

$$A_{sh} = 11.36 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \text{ min}} = 10.89 \text{ cm}^2$$

**Cumple**

**c. Determinamos los requerimientos de refuerzo transversal por confinamiento en la direccion de la longitud mayor de la columna**

Determinacion de la separacion en la columna Izquierda

$$S = L_{menor} / 4 = 0.25 \text{ m}$$

Determinacion de altura del nucleo de concreto en columna Izquierda

$$\text{recubrimiento} = 4.0 \text{ cm}$$

$$h_c = 0.407 \text{ m} \quad b_c = 0.927 \text{ m}$$

Calculamos el area de acero horizontal en la columna izquierda - 01

$$A_{sh} = 0.3 s h_c (A_g / A_{ch} - 1) f_c' / f_y$$

$$s = 0.20 \text{ m}$$

$$A_{sh} = 5.28 \text{ cm}^2$$

Calculamos el area de acero horizontal en la columna izquierda - 02

$$A_{sh'} = 0.09 s h_c f_c' / f_y$$

$$A_{sh'} = 4.89 \text{ cm}^2$$

Elegimos la siguiente distribucion de aceros, en la columna izquierda

$$4 \phi 3/8'' \quad 4 \phi 3/8''$$

$$A_{sh} = 5.68 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \text{ min}} = 5.28 \text{ cm}^2$$

**Cumple**

$$A_{sh} = 10.51 \text{ cm}^2$$

Calculamos el area de acero horizontal en la columna izquierda - 02

$$A_{sh'} = 0.09 s h_c f_c' / f_y$$

$$A_{sh'} = 10.89 \text{ cm}^2$$

Elegimos la siguiente distribucion de aceros, en la columna derecha

$$10 \phi 3/8'' \quad 6 \phi 3/8''$$

$$A_{sh} = 11.36 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \text{ min}} = 10.89 \text{ cm}^2$$

**Cumple**

Determinacion de la separacion en la columna Derecha

$$S = L_{menor} / 4 = 0.25 \text{ m}$$

Determinacion de la altura del nucleo de concreto en la columna Derecha

$$\text{recubrimiento} = 4.0 \text{ cm}$$

$$h_c = 0.407 \text{ m} \quad b_c = 0.927 \text{ m}$$

Calculamos el area de acero horizontal en la columna izquierda - 01

$$A_{sh} = 0.3 s h_c (A_g / A_{ch} - 1) f_c' / f_y$$

$$s = 0.20 \text{ m}$$

$$A_{sh} = 5.28 \text{ cm}^2$$

Calculamos el area de acero horizontal en la columna izquierda - 02

$$A_{sh'} = 0.09 s h_c f_c' / f_y$$

$$A_{sh'} = 4.89 \text{ cm}^2$$

Elegimos la siguiente distribucion de aceros, en la columna derecha

$$4 \phi 3/8'' \quad 4 \phi 3/8''$$

$$A_{sh} = 5.68 \text{ cm}^2$$

$$A_{sh \text{ min}} = 5.28 \text{ cm}^2$$

**Cumple**

**05 DIAGRAMA FINAL DEL MURO ESTRUCTURAL**

