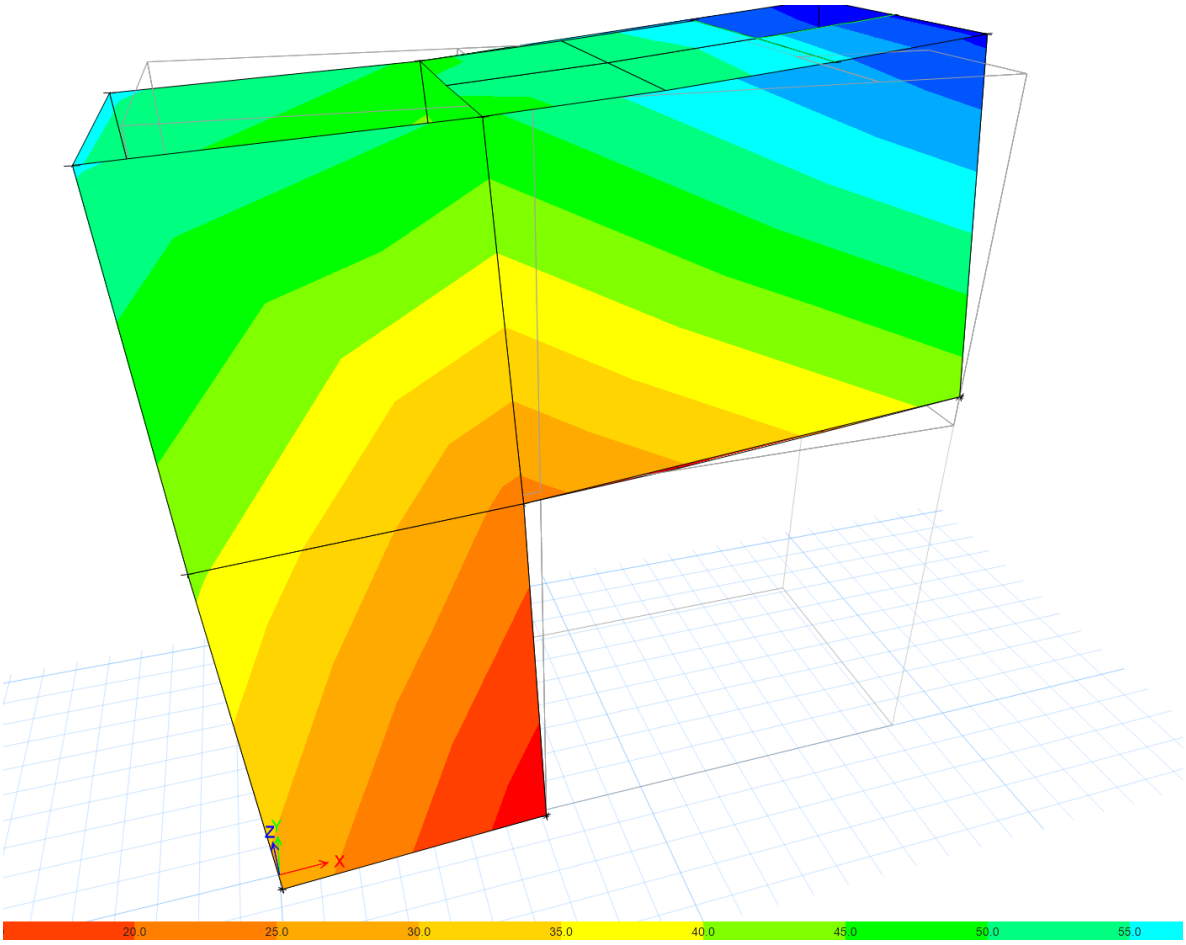
PROYECTO: ESTACIÓN DE BOMBEO DE AGUA RESIDUAL – CORREGIMIENTO DE SAN ISIDRO - JAMUNDÍ, VALLE DEL CAUCA



MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL

OBRA 2624

CALI- VALLE

MARZO DE 2026

INGENIEROS DISEÑADORES: Mario Fernando Santacruz Castellanos



Santiago de Cali, marzo 23 de 2026

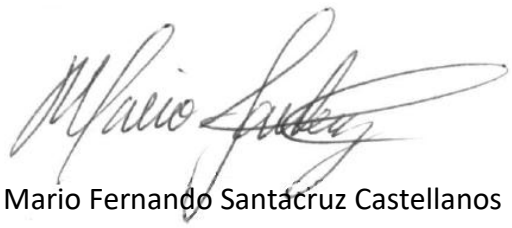
Señores

PLANEACIÓN

Referencia: Carta Responsabilidad Civil Diseños Estructurales estación de bombeo de agua residual

Por medio de la presente me permito certificar que los cálculos y diseños estructurales de la estructura de la estación de bombeo, en concordancia con la NSR-10.

Cordialmente,



Mario Fernando Santacruz Castellanos

MAT. PROF. 76202248973 VALLE

Contenido

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 6
II. EVALUACIÓN DE CARGA 11
ANÁLISIS DE CARGAS DINÁMICAS SOBRE PAREDES DE TANQUE H =4.75 14
ANÁLISIS DE CARGAS DINÁMICAS SOBRE PAREDES DE TANQUE CON H=2.00 20
III. DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO 28
MODELO ESTRUCTURAL 29
DISEÑO DE ELEMENTOS DE POZO 31
DISEÑO DE PAREDES DE TANQUE (VERIFICACIÓN VS ACERO EMPLEADO CON ÍNDICES DE SOBRE ESFUERZO) 35
DISEÑO DE LOSAS MACIZAS DE FONDO Y TAPA 40

Ilustración 1, función de carga no uniforme de presiones en kgf variando en función de la altura desde el punto base 9
Ilustración 2, carga de mayoración empleada teniendo en cuenta durabilidad, NO APLICA PARA COMBINACIONES DE SISMO – la carga de terreno en este caso es CERO 9
Ilustración 3, carga de mayoración empleada teniendo en cuenta durabilidad, NO APLICA PARA COMBINACIONES DE SISMO – la carga de terreno en este caso es CERO 10
Ilustración 4, aplicación de carga sísmica de acuerdo con evaluación de carga sobre muro corto en tonf 26
Ilustración 5, carga sísmica sobre muros largos 27
Ilustración 6, esquema de modelo estructural paredes 29
Ilustración 7, asignación de elementos shell para análisis y diseño nombrados en sentido horario P1 empezando en el superior 30
Ilustración 8, cuantías de refuerzo losa de fondo cm²/m 31
Ilustración 9, cuantías de refuerzo losa de fondo 2, cm²/m 31
Ilustración 10, cuantías de refuerzo losa de cubierta cm²/m 32
Ilustración 11, Esfuerzos en ton-m/m M1 32
Ilustración 12, Esfuerzos en ton-m/m M2-2 33
Ilustración 13, deformaciones ante cargas de servicio en mm 33
Ilustración 14, presiones en losa de fondo kg/m² 34
Ilustración 15, presiones en losa de fondo 2, kg/m² 34
Ilustración 16, momentos en tonf-m resultantes sobre sección de análisis ya mayorados por factor ambiental 35

Ilustración 17, cuantía de acero cm² 36
Ilustración 18, índice de sobre esfuerzo para configuración de acero usada #4 cada 15 37
Ilustración 19, acero cm² por franja 40
Ilustración 20, acero 2 cm² por franja 40
Ilustración 21, losa de tapa de cubierta, cuantía de acero en cm²/m para diseño 41
Ilustración 22, contorno de momentos tonf/m² losa de tapa 41

I. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto contempla el diseño de una estructura tipo tanque que servirá como estación de bombeo para el corregimiento de San Isidro, Jamundí – Valle del Cauca.

Para tal fin se han presupuestado una serie de estructuras que en concordancia con los requerimientos de la NSR-10 para estructuras ambientales se han propuesto como estructuras basadas en muros con espesores adecuados a cada situación y con una resistencia mínima a la compresión de 28 MPa a los 28 días, los espesores de paredes se han planteado en 30cm, 25 en el fondo, y 12cm de tapa con una losa maciza.

NORMAS DE DISEÑO

Reglamento Colombiano de Construcción Sismo resistente NSR - 10: Ley 400 de1997: Decreto 926 de 2010

MATERIALES

- Concreto de 28MPa a los 28 días para todos los elementos de concreto reforzado.
- Acero de Refuerzo fy 420MPa

EFECTOS LOCALES – NSR-10 A.2.4

De acuerdo con el estudio de suelos corresponde a un suelo tipo 4B.

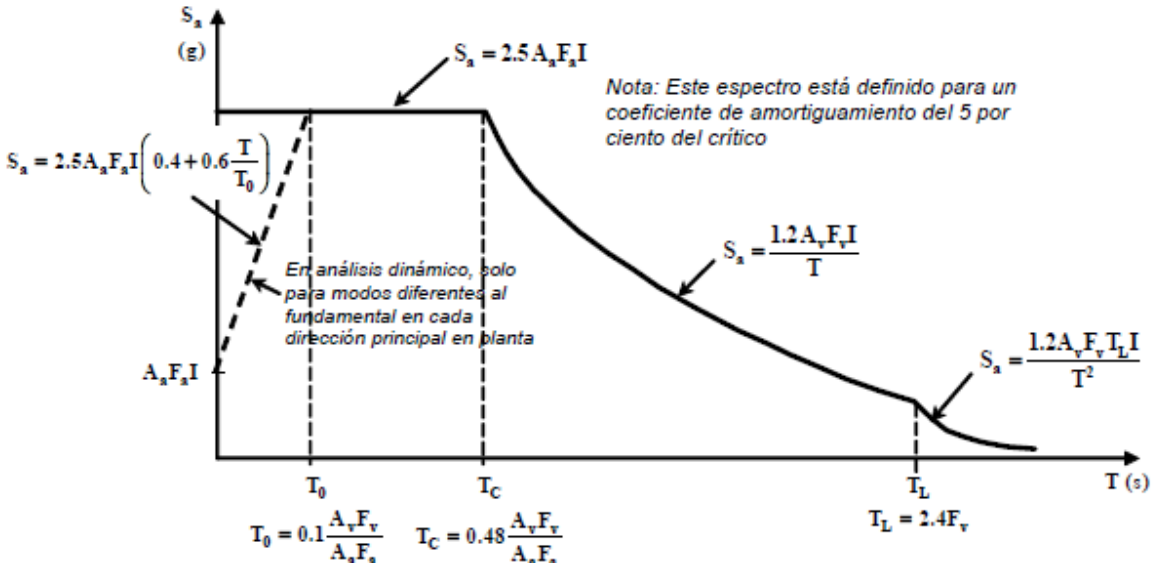
COEFICIENTE DE IMPORTANCIA – NSR-10 A.2.5

El proyecto se encuentra enmarcado dentro de las definiciones del grupo de uso IV (A.2.5.1), denominadas edificaciones de ocupación especial, y según la tabla A.2.5-1 el Coeficiente de Importancia I es igual a 1.50.

ESPECTRO DE DISEÑO – NSR-10 A.2.6

Para los parámetros dados anteriormente el espectro de diseño tendrá las

siguientes condiciones:

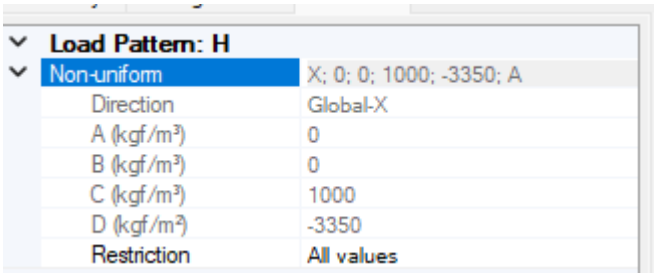


MÉTODO DE ANÁLISIS NSR - 10 A.3.4

Por la configuración y el tipo de estructura en consideración el método que se puede utilizar para este proyecto es el definido por el título A.3.4.2.2 como método del análisis dinámico elástico.
El programa utilizado calcula el peso propio de los elementos, las solicitaciones sobre ellos para las diferentes combinaciones de carga propuestas.
Se han cargado las paredes y losas de los distintos componentes con las cargas correspondientes a la presión generada por el terreno, y la presión interna del agua sobre las paredes, en situaciones aisladas para garantizar la estabilidad de las estructuras en cualquier condición normal:

- Tanque lleno SIN relleno externo
- Tanque vacío SIN relleno externo

Las cargas se asignaron como funciones f(z) en función de la altura en el tanque como cargas no uniformes. Donde D es el valor de presión en el fondo y C es la variable en función de Z para la distribución triangular de presiones.



Load Pattern: H	
Non-uniform	X; 0; 0; 1000; -3350; A
Direction	Global-X
A (kgf/m³)	0
B (kgf/m³)	0
C (kgf/m³)	1000
D (kgf/m²)	-3350
Restriction	All values

Ilustración 1, función de carga no uniforme de presiones en kgf variando en función de la altura desde el punto base

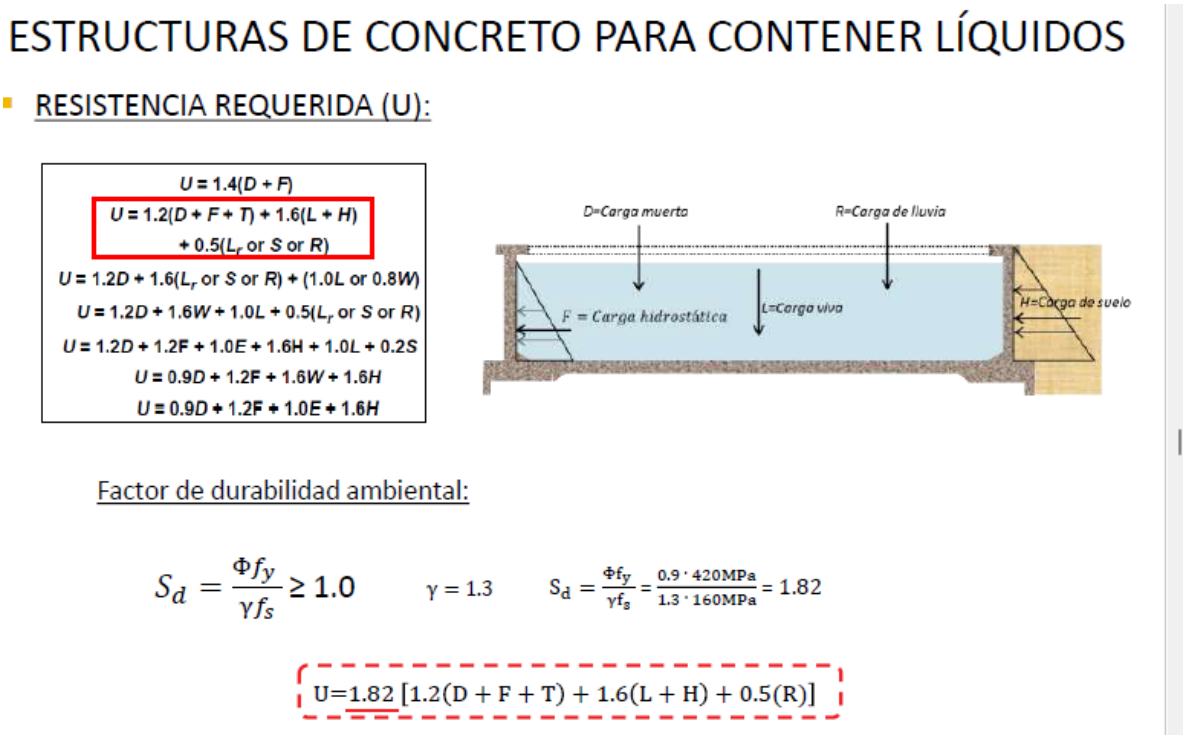


Ilustración 2, carga de mayoración empleada teniendo en cuenta durabilidad, NO APLICA PARA COMBINACIONES DE SISMO – la carga de terreno en este caso es CERO

COMBINACIONES DE DISEÑO

$U = 1.4(D + F)$
$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W)$
$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.2F + 1.0E + 1.6H + 1.0L + 0.2S$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.6W + 1.6H$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$

$U = 1.4(D + F)$
$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W)$
$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.2F + 1.0E + 1.6H + 1.0L + 0.2S$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.6W + 1.6H$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$



Factor de durabilidad ambiental:

$$S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0 \qquad \gamma = 1.4 \qquad S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} = \frac{0.9 \cdot 420MPa}{1.4 \cdot 160MPa} = 1.69$$

$$U = 1.69 \cdot 1.4(D+F)$$

Ilustración 3, carga de mayoración empleada teniendo en cuenta durabilidad, NO APLICA PARA COMBINACIONES DE SISMO – la carga de terreno en este caso es CERO

II. EVALUACIÓN DE CARGA

- Liquido a contener agua: 1000kg/m³ para carga hidrostática.
- Carga sobre tapas y losas de cubierta: 500 kg/m² de carga viva. 175 kg/m² de carga muerta que considera afinado, y nivelación del concreto de tapa.

PRESIÓN ESTÁTICA DE TIERRAS EH

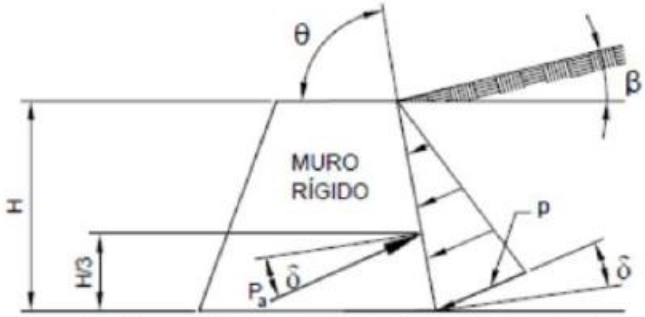


Figura 7. Nomenclatura para la presión activa de Coulomb.
Fuente: INVIAS [1]

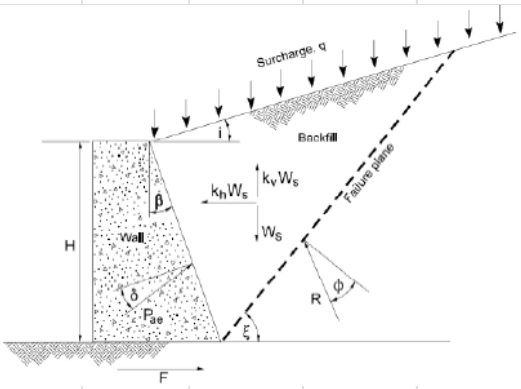
$$Pa = \frac{1}{2} * K_a \gamma H^2 \qquad (22)$$

$$k_a = \frac{sen^2(\beta+\varphi)}{sen^2 sen(\beta-\delta)\left[1+\sqrt{\frac{sen(\varphi+\delta)sen(\varphi-\alpha)}{sen(\beta-\delta)sen(\alpha+\beta)}}\right]^2} \qquad (23)$$

valor de ka de acuerdo con estudio de suelos

ka	0.625		H	Ka (ton/m)	hidrostaticas
H	4.75		0	0.00	0
r	1.78 ton/m³		0.475	0.53	0.475
Pa	12.58 ton/m		0.95	1.06	0.95
			1.425	1.59	1.425
			1.9	2.12	1.9
			2.375	2.65	2.375
			2.85	3.18	2.85
			3.325	3.71	3.325
			3.8	4.24	3.8
			4.275	4.77	4.275
			4.75	5.30	4.75

Análisis de fuerzas sísmicas por análisis pesudo estático (Mononobe - Okabe)



$$Pae = \frac{1}{2} K_{ae} \gamma H^2 (1 - K_v)$$

$$K_{ae} = \frac{sen^2(\emptyset+\beta-\theta)}{cos\theta sen^2\beta sen(\beta-\theta-\delta)\left[1+\sqrt{\frac{sen(\emptyset+\delta)sen(\emptyset-\theta-\alpha)}{sen(\beta-\delta-\theta)sen(\alpha+\beta)}}\right]} \quad (26)$$

$$\theta = tan^{-1}\left(\frac{K_h}{1-Kv}\right) \quad (27)$$

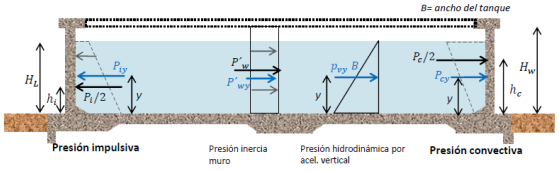
Kae	**0.47**
PAE	**5.18 ton/m**
PAE TOTAL	**47 ton**

Para la aceleración vertical del sismo kv se tomará un valor igual a cero para el cálculo de las presiones del suelo, esto según el numeral 11.6.5.2.1 de

ANÁLISIS DE CARGAS DINÁMICAS SOBRE PAREDES DE TANQUE H =4.75

cargas de diseño por efectos dinámicos

CARGAS DINÁMICAS DE DISEÑO



$$P_i = I\ C_i \frac{W_i}{R_i} \quad (Ton) \qquad P_c = I\ C_c \frac{W_c}{R_c} \quad (Ton)$$

$$P_{iy} = \frac{\frac{P_i}{2}}{H_L^2}\left[4H_L - 6h_i - (6H_L - 12h_i)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right] \quad (Ton/m) \qquad P_{cy} = \frac{\frac{P_c}{2}}{H_L^2}\left[4H_L - 6h_c - (6H_L - 12h_c)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]$$

$$p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B} \quad (Ton/m^2) \qquad p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B} \quad (Ton/m^2)$$

Fuerza Impulsiva, P_i

$$P_i = I\ C_i \frac{W_i}{R_i} \quad (Ton)$$

Fuerza Convectiva, P_c

$$P_c = I\ C_c \frac{W_c}{R_c} \quad (Ton)$$

C_i, C_c: *Coeficientes sísmicos de respuesta.*

W_i, W_c: *Pesos de las masas de agua impulsiva y convectiva.*

R_i, R_c: *Factor de modificación de respuesta, de las componentes impulsiva y convectiva.*

determinación masa impulsiva y convectiva

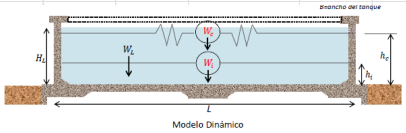
I	1.5	L	1.80 m
Wi	29.23 ton	Wl	12.15 ton
Ri	3	Hl	3.75 m
Rc	1	Hc	3.00 m
Wc	1.54 ton	B	1.80 m

Tabla 4.1.1 (a) Factor de Importancia I

	Uso del tanque	Factor I
III	Tanques con contenido peligroso	1.5
II	Tanques que deben seguir en uso por razones de emergencia después de un sismo o tanques que son parte de sistemas vitales	1.25
I	Tanques no incluidos en las categorías II o III	1

Tabla 4.1.1 (b) Factor de modificación de Respuesta

Tipo de Estructura	Ri Superficial	Ri Enterrado	Rc
Tanques con base flexible, anclados	3.25	3.25	1
Tanques base fija o articulada	2	3	1
Tanques con base restringida o no restringida, sin anclar.	1.5	2	1
Tanques sobre pedestales	2	----------	1



Peso del líquido:

$$W_L = \gamma_L \cdot H_L \cdot L \cdot B$$

Peso de la componente impulsiva:

$$W_i = \frac{\tanh\left(0.866 \cdot \frac{L}{H_L}\right)}{0.866 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)} \cdot W_L$$

Peso de la componente convectiva:

$$W_c = \left[0.264 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right) \cdot \tanh\left(3.16 \cdot \frac{H_L}{L}\right)\right] \cdot W_L$$

γ_L = *Densidad del líquido, ton/m³*

B = *Ancho del depósito, m*

L = *Longitud del depósito, m*

h_c = *Altura de la componente convectiva, m*

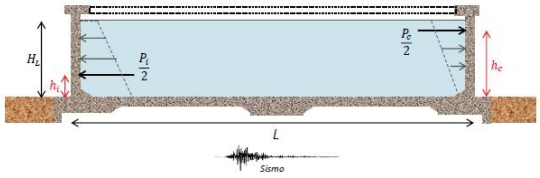
h_i = *Altura de la componente impulsiva, m*

H_L = *Altura del líquido, m*

$$\tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \qquad e = 2.71828$$

determinación de alturas de componentes impulsiva y convectiva

L/Hl	0.48	
hi	1.41 m	
hc	3.18 m	0.57 m



Altura de la componente impulsiva:

$St\ \frac{L}{H_L}<1.33:\quad h_i = H_L \cdot \left[0.5 - 0.09375 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)\right]$

$St\ \frac{L}{H_L}\geq 1.33:\quad h_i = 0.375 \cdot H_L$

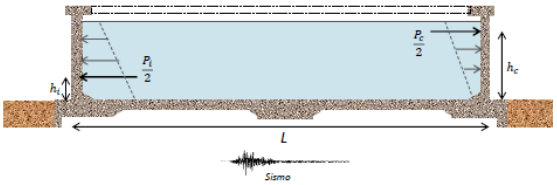
Altura de la componente convectiva:

$$h_c = H_L \cdot \left[1 - \frac{cosh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 1}{3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right) senh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right]}\right]$$

determinación de fuerzas resultantes impulsiva y convectiva

		I	1.5
SDs	1.22	Aa	0.25
SD1	0.86	Fa	1.3
Ts	0.70	Av	0.25
		Fv	1.9

- CARGAS DINÁMICAS DE DISEÑO



Fuerza impulsiva:

$P_i = I\ C_i\ \frac{W_i}{R_i}\ (Ton)$

Si $T_i \leq T_s \rightarrow C_i = S_{DS}$

Si $T_i > T_s \rightarrow C_i = \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{DS}$

Fuerza Convectiva:

$P_c = I\ C_c\ \frac{W_c}{R_c}\ (Ton)$

Si $T_c \leq 1.6/T_s \rightarrow C_c = \frac{1.5 \cdot S_{D1}}{T_c} \leq 1.5 \cdot S_{DS}$

Si $T_c > 1.6/T_s \rightarrow C_c = \frac{2.4 \cdot S_{DS}}{T_c^2}$

AIS 180-13:

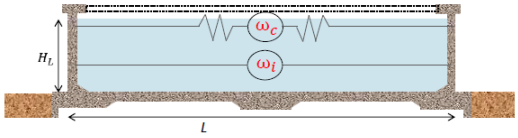
$S_{DS} = 2.5 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I$

$S_{D1} = 1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot I$

C_i, C_c: Coeficientes sísmicos de respuesta

$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$

f'c	28.00 MPa	tw	0.30 m
E'c	24870.06 MPa	mw	12.03 ton*seg²/m²
h	1.49 m	mi	0.83 ton*seg²/m²
k	50.35 N/mm		
m	12.86 ton*seg²/m²		
wi	2.0	wc	4.1
ti	3.18	tc	1.51



Frecuencia natural circular de masa impulsiva:

$\omega_i = \sqrt{\frac{k}{m}} \qquad m = m_w + m_i \qquad T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$

Rigidez a la flexión (N/mm):

$k = \frac{E_c' \cdot b}{4}\left(\frac{t_w}{h}\right)^3$

Frecuencia natural circular de la masa convectiva:

$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \qquad \lambda = \sqrt{3.16 \cdot g \cdot tanh\left(3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right)} \qquad T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)\sqrt{L}$

TS	**0.70**	1.6/Ts	2.28	
Ci	1.22			
Cc	0.85			

Por lo tanto los valores de la fuerza impulsiva, y convectiva serán los siguientes

		por m
Pi	17.81 ton	9.90 ton/m
Pc	1.96 ton	1.09 ton/m
piy		
pcy		

$$P_{iy} = \frac{\frac{P_i}{2}}{H_L^2}\left[4H_L - 6h_i - (6H_L - 12h_i)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right] \quad (Ton/m)$$

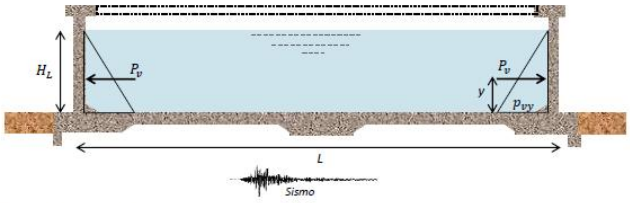
$$P_{cy} = \frac{\frac{P_c}{2}}{H_L^2}\left[4H_L - 6h_c - (6H_L - 12h_c)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]$$

$$p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B} \quad (Ton/m^2)$$

$$p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B} \quad (Ton/m^2)$$

	y	Piy	Pcy
piy	0.00 m	2.31 ton/m²	0.25 ton/m²
	0.38 m	2.11 ton/m²	0.23 ton/m²
	0.75 m	1.91 ton/m²	0.21 ton/m²
	1.13 m	1.72 ton/m²	0.19 ton/m²
	1.50 m	1.52 ton/m²	0.17 ton/m²
	1.88 m	1.32 ton/m²	0.14 ton/m²
	2.25 m	1.12 ton/m²	0.12 ton/m²
	2.63 m	0.92 ton/m²	0.10 ton/m²
	3.00 m	0.73 ton/m²	0.08 ton/m²
	3.38 m	0.53 ton/m²	0.06 ton/m²
	3.75 m	0.33 ton/m²	0.04 ton/m²

Presión hidro dinámica por aceleración vertical



Presión hidrodinámica por aceleración vertical:

Presión hidrostática:

$$P_h = \frac{1}{2}\gamma_L H_L^2 B \quad (ton)$$

$$q_{hy} = \gamma_L (H_L - y) \quad (ton/m^2) \longrightarrow p_{vy} = \ddot{u}_v\, q_{hy} \quad (ton/m^2)$$

$\ddot{u}_v$: Aceleración vertical

Ph	12.66 ton	
Ct	0.49	
Üv	0.16	
0.2SDs	0.24	se usa este

y	qhy	pvy
0	3.75 ton	0.91 ton
0.375	3.38 ton	0.82 ton
0.75	3.00 ton	0.73 ton
1.125	2.63 ton	0.64 ton
1.5	2.25 ton	0.55 ton
1.875	1.88 ton	0.46 ton
2.25	1.50 ton	0.37 ton
2.625	1.13 ton	0.27 ton
3	0.75 ton	0.18 ton
3.375	0.38 ton	0.09 ton
3.75	0.00 ton	0.00 ton

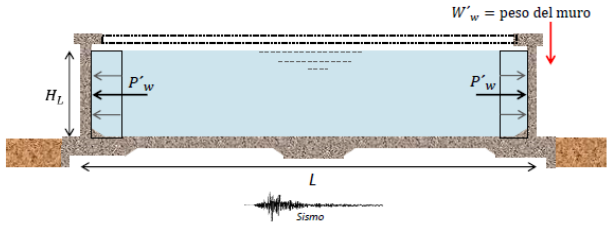
Presión Hidrodinámica debido a la aceleración vertical, p_{vy}

$$p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy} \qquad Ton/m^2$$

$$\ddot{u}_v = C_t \cdot I \cdot \left(\frac{b}{R_i}\right) \geq 0.2 S_{DS} \qquad b = \frac{2}{3}$$

$C_t = 0.4 \cdot S_{DS}$ Para tanques rectangulares

$\ddot{u}_v$= Aceleración espectral (vertical)



Fuerza de inercia lateral del muro, P'_w

$$P'_w = I\ C_i\ \varepsilon\ \frac{W'_w}{R_i} \qquad (Ton)$$

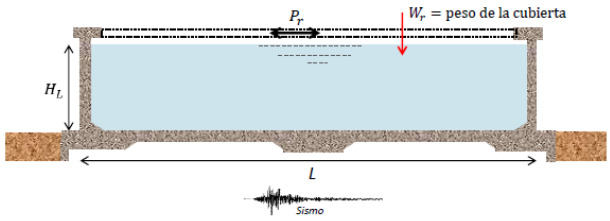
C_i: Coeficiente sísmico de respuesta.
W'_w: Peso de los muros
R_i: Factor de modificación de respuesta de las componente impulsiva
I: Factor de importancia

Coeficiente de la masa efectiva:

$$\varepsilon = \left[0.0151\left(\frac{L}{H_L}\right)^2 - 0.1908\left(\frac{L}{H_L}\right) + 1.021\right] \leq 1.0$$

e	0.93
P'w	1.02 ton
	0.27 ton/m

Fuerza de inercia lateral de cubierta Pr



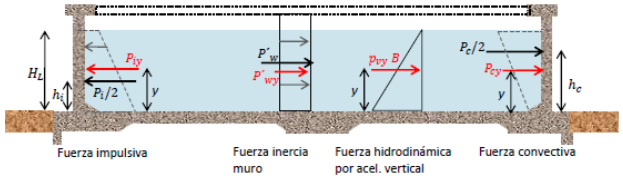
Fuerza de inercia lateral de la cubierta, P_r

$$P_r = I\ C_i\ \frac{W_r}{R_i} \qquad (Ton)$$

C_i: Coeficiente sísmico de respuesta
W_r: Peso de la cubierta
R_i: Factor de modificación de respuesta, de la componente impulsiva
I: Factor de importancia

wr	1.00 ton/m²
Wr	1.80 ton
Pr	1.10 ton

Fuerza hidrodinámica determinada en y desde la base



Fuerza hidrodinámica a determinada altura (y) de la base:

$$P_y = \sqrt{\left[\left(P_{iy} + P'_{wy}\right)^2 + P^2_{cy} + \left(p_{vy}\ B\right)^2\right]} \quad (Ton/m)$$

Py=	H	Py
	0	2.74 ton
	0.375	2.52 ton
	0.75	2.31 ton
	1.125	2.09 ton
	1.5	1.87 ton
	1.875	1.66 ton
	2.25	1.44 ton
	2.625	1.23 ton
	3	1.02 ton
	3.375	0.81 ton
	3.75	0.60 ton

COMBINACIONES DE DISEÑO

$U = 1.4(D + F)$
$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W)$
$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.2F + 1.0E + 1.6H + 1.0L + 0.2S$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.6W + 1.6H$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$

$U = 1.4(D + F)$
$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W)$
$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.2F + 1.0E + 1.6H + 1.0L + 0.2S$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.6W + 1.6H$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$



Factor de durabilidad ambiental:

$$S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0 \qquad \gamma = 1.4 \qquad S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} = \frac{0.9 \cdot 420MPa}{1.4 \cdot 160MPa} = 1.69$$

$$U = 1.69 \cdot 1.4(D+F)$$

ESTRUCTURAS DE CONCRETO PARA CONTENER LÍQUIDOS

- RESISTENCIA REQUERIDA (U):

$U = 1.4(D + F)$

$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

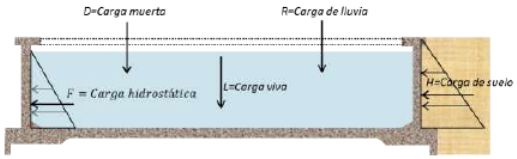
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W)$

$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

$U = 1.2D + 1.2F + 1.0E + 1.6H + 1.0L + 0.2S$

$U = 0.9D + 1.2F + 1.6W + 1.6H$

$U = 0.9D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$



Factor de durabilidad ambiental:

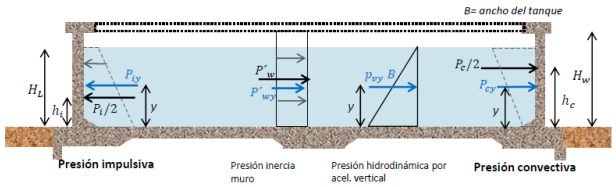
$$S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0 \qquad \gamma = 1.3 \qquad S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} = \frac{0.9 \cdot 420MPa}{1.3 \cdot 160MPa} = 1.82$$

$$U = 1.82\,[1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(R)]$$

ANÁLISIS DE CARGAS DINÁMICAS SOBRE PAREDES DE TANQUE CON H=2.00

cargas de diseño por efectos dinámicos

CARGAS DINÁMICAS DE DISEÑO



$$P_i = I\ C_i \frac{W_i}{R_i} \quad (Ton)$$

$$P_c = I\ C_c \frac{W_c}{R_c} \quad (Ton)$$

$$P_{iy} = \frac{\frac{P_i}{2}}{H^2_L}\left[4H_L - 6h_i - (6H_L - 12h_i)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right] \quad (Ton/m)$$

$$P_{cy} = \frac{\frac{P_c}{2}}{H^2_L}\left[4H_L - 6h_c - (6H_L - 12h_c)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]$$

$$p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B} \quad (Ton/m^2)$$

$$p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B} \quad (Ton/m^2)$$

Fuerza Impulsiva, P_i

$$P_i = I\ C_i \frac{W_i}{R_i} \quad (Ton)$$

C_i, C_c: *Coeficientes sísmicos de respuesta.*

W_i, W_c: *Pesos de las masas de agua impulsiva y convectiva.*

R_i, R_c: *Factor de modificación de respuesta, de las componentes impulsiva y convectiva.*

Fuerza Convectiva, P_c

$$P_c = I\ C_c \frac{W_c}{R_c} \quad (Ton)$$

determinación masa impulsiva y convectiva

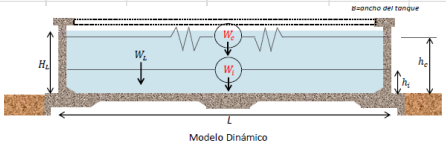
I	1.5	L	2.50 m
Wi	8.31 ton	Wl	9.00 ton
Ri	2	Hl	2.00 m
Rc	1	Hc	1.75 m
Wc	2.97 ton	B	1.80 m

Tabla 4.1.1 (a) Factor de Importancia I

	Uso del tanque	Factor I
III	Tanques con contenido peligroso	1.5
II	Tanques que deben seguir en uso por razones de emergencia después de un sismo o tanques que son parte de sistemas vitales	1.25
I	Tanques no incluidos en las categorías II o III	1

Tabla 4.1.1 (b) Factor de modificación de Respuesta

Tipo de Estructura	Ri		Rc
	Superficial	Enterrado	
Tanques con base flexible, anclados	3.25	3.25	1
Tanques base fija o articulada	2	3	1
Tanques con base restringida o no restringida, sin anclar	1.5	2	1
Tanques sobre pedestales	2	--------	1



Modelo Dinámico

Peso del líquido:

$$W_L = \gamma_L \cdot H_L \cdot L \cdot B$$

Peso de la componente impulsiva:

$$W_i = \frac{tanh\left(0.866 \cdot \frac{L}{H_L}\right)}{0.866 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)} \cdot W_L$$

Peso de la componente convectiva:

$$W_c = \left[0.264 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right) \cdot tanh\left(3.16 \cdot \frac{H_L}{L}\right)\right] \cdot W_L$$

γ_L = Densidad del líquido, ton/m³

B = Ancho del depósito, m

L = Longitud del depósito, m

h_c = Altura de la componente convectiva, m

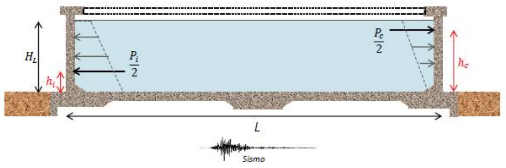
h_i = Altura de la componente impulsiva, m

H_L = Altura del líquido, m

$$tanh(x) = \frac{e^x - e^{-x}}{e^x + e^{-x}} \qquad e = 2.71828$$

determinación de alturas de componentes impulsiva y convectiva

L/Hl	1.25	
hi	0.75 m	
hc	1.21 m	0.79 m



Altura de la componente impulsiva:

$$Si\ \frac{L}{H_L}<1.33: \quad h_i = H_L \cdot \left[0.5 - 0.09375 \cdot \left(\frac{L}{H_L}\right)\right]$$

$$Si\ \frac{L}{H_L}\geq 1.33: \quad h_i = 0.375 \cdot H_L$$

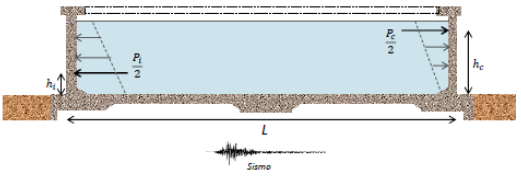
Altura de la componente convectiva:

$$h_c = H_L \cdot \left[1 - \frac{cosh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 1}{3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right) senh\left[3.16 \cdot \left(\frac{H_L}{L}\right)\right]}\right]$$

determinación de fuerzas resultantes impulsiva y convectiva

		I	1.5
SDs	1.22	Aa	0.25
SD1	0.86	Fa	1.3
Ts	0.70	Av	0.25
		Fv	1.9

- CARGAS DINÁMICAS DE DISEÑO



Fuerza impulsiva:

$$P_i = I\ C_i\ \frac{W_i}{R_i}\ (Ton)$$

Si $T_i \leq T_s \rightarrow C_i = S_{DS}$

Si $T_i > T_s \rightarrow C_i = \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{DS}$

Fuerza Convectiva:

$$P_c = I\ C_c\ \frac{W_c}{R_c}\ (Ton)$$

Si $T_c \leq 1.6/T_s \rightarrow C_c = \frac{1.5 \cdot S_{D1}}{T_c} \leq 1.5 \cdot S_{DS}$

Si $T_c > 1.6/T_s \rightarrow C_c = \frac{2.4 \cdot S_{DS}}{T_c^2}$

AIS 180-13:

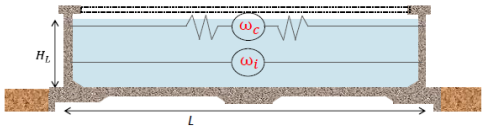
$$S_{DS} = 2.5 \cdot A_a \cdot F_a \cdot I$$

$$S_{D1} = 1.2 \cdot A_v \cdot F_v \cdot I$$

C_i, C_c: Coeficientes sísmicos de respuesta

$$T_s = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$$

f'c	28.00 MPa	tw	0.30 m
E'c	24870.06 MPa	mw	12.03 ton*seg²/m²
h	0.87 m	mi	0.24 ton*seg²/m²
k	252.66 N/mm		
m	12.26 ton*seg²/m²		
wi	4.5	wc	3.5
ti	1.38	tc	1.78



Frecuencia natural circular de masa impulsiva:

$$\omega_i = \sqrt{\frac{k}{m}} \qquad m = m_w + m_i \qquad T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$$

Rigidez a la flexión (N/mm):

$$k = \frac{E_c \cdot b}{4}\left(\frac{t_w}{h}\right)^3$$

Frecuencia natural circular de la masa convectiva:

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \qquad \lambda = \sqrt{3.16 \cdot g \cdot tanh\left(3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right)} \qquad T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)\sqrt{L}$$

TS	**0.70**	1.6/Ts	2.28	
Ci	1.22			
Cc	0.72			

Por lo tanto los valores de la fuerza impulsiva, y convectiva serán los siguientes

		por m
Pi	7.60 ton	4.22 ton/m
Pc	3.20 ton	1.78 ton/m
piy		
pcy		

$$P_{iy} = \frac{\frac{P_i}{2}}{H_L^2}\left[4H_L - 6h_i - (6H_L - 12h_i)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right] \quad (Ton/m)$$

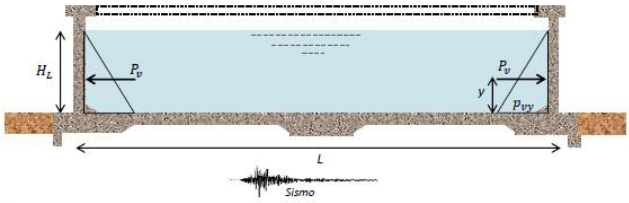
$$P_{cy} = \frac{\frac{P_c}{2}}{H_L^2}\left[4H_L - 6h_c - (6H_L - 12h_c)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]$$

$$p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B} \quad (Ton/m^2)$$

$$p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B} \quad (Ton/m^2)$$

	y	Piy	Pcy
piy	0.00 m	1.85 ton/m²	0.78 ton/m²
	0.20 m	1.69 ton/m²	0.71 ton/m²
	0.40 m	1.53 ton/m²	0.64 ton/m²
	0.60 m	1.37 ton/m²	0.58 ton/m²
	0.80 m	1.21 ton/m²	0.51 ton/m²
	1.00 m	1.06 ton/m²	0.44 ton/m²
	1.20 m	0.90 ton/m²	0.38 ton/m²
	1.40 m	0.74 ton/m²	0.31 ton/m²
	1.60 m	0.58 ton/m²	0.24 ton/m²
	1.80 m	0.42 ton/m²	0.18 ton/m²
	2.00 m	0.26 ton/m²	0.11 ton/m²

Presión hidro dinámica por aceleración vertical



Presión hidrodinámica por aceleración vertical:

Presión hidrostática:

$$P_h = \frac{1}{2}\gamma_L H_L^2 B \quad (ton)$$

$$q_{hy} = \gamma_L (H_L - y) \quad (ton/m^2) \longrightarrow p_{vy} = \ddot{u}_v\, q_{hy} \quad (ton/m^2)$$

$\ddot{u}_v$: Aceleración vertical

Ph	3.60 ton	
Ct	0.49	
Üv	0.24	
0.2SDs	0.24	se usa este

y	qhy	pvy
0	2.00 ton/m²	0.49 ton/m²
0.2	1.80 ton/m²	0.44 ton/m²
0.4	1.60 ton/m²	0.39 ton/m²
0.6	1.40 ton/m²	0.34 ton/m²
0.8	1.20 ton/m²	0.29 ton/m²
1	1.00 ton/m²	0.24 ton/m²
1.2	0.80 ton/m²	0.20 ton/m²
1.4	0.60 ton/m²	0.15 ton/m²
1.6	0.40 ton/m²	0.10 ton/m²
1.8	0.20 ton/m²	0.05 ton/m²
2	0.00 ton/m²	0.00 ton/m²

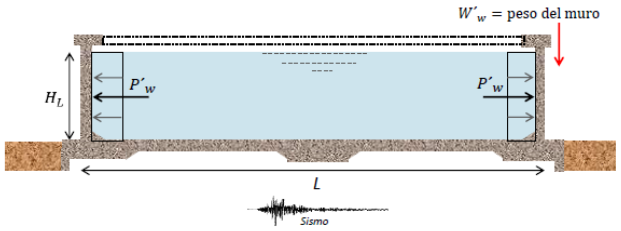
Presión Hidrodinámica debido a la aceleración vertical, p_{vy}

$$p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy} \qquad Ton/m^2$$

$$\ddot{u}_v = C_i \cdot I \cdot \left(\frac{b}{R_i}\right) \geq 0.2 S_{DS} \qquad b = \frac{2}{3}$$

$$C_i = 0.4 \cdot S_{DS}$$ Para tanques rectangulares

$\ddot{u}_v$= Aceleración espectral (vertical)



Fuerza de inercia lateral del muro, P'_w

$$P'_w = I\ C_i\ \varepsilon\ \frac{W'_w}{R_i} \qquad (Ton)$$

C_i: Coeficiente sísmico de respuesta.

W'_w: Peso de los muros

R_i: Factor de modificación de respuesta de las componente impulsiva

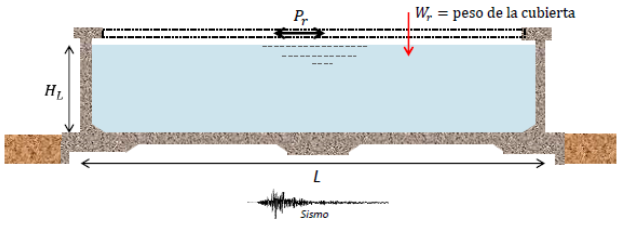
I : Factor de importancia

Coeficiente de la masa efectiva:

$$\varepsilon = \left[0.0151\left(\frac{L}{R_L}\right)^2 - 0.1908\left(\frac{L}{R_L}\right) + 1.021\right] \leq 1.0$$

e	0.81
P'w	1.33 ton
	0.66 ton/m

Fuerza de inercia lateral de cubierta Pr



Fuerza de inercia lateral de la cubierta, P_r

$$P_r = I\ C_i\ \frac{W_r}{R_i} \qquad (Ton)$$

C_i: Coeficiente sísmico de respuesta

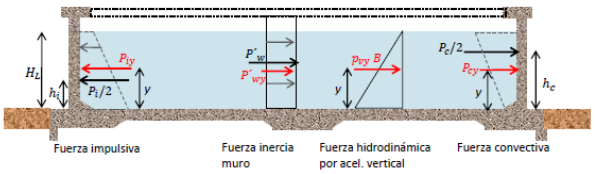
W_r: Peso de la cubierta

R_i: Factor de modificación de respuesta, de la componente impulsiva

I : Factor de importancia

wr	1.00 ton/m²
Wr	2.50 ton
Pr	2.29 ton

Fuerza hidrodinámica determinada en y desde la base



Fuerza hidrodinámica a determinada altura (y) de la base:

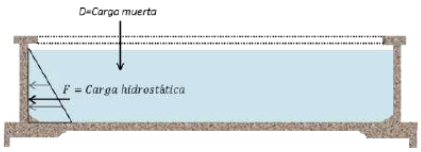
$$P_y = \sqrt{\left[\left(P_{iy} + P'_{wy}\right)^2 + P^2_{cy} + \left(p_{vy}\, B\right)^2\right]} \qquad \text{(Ton/m)}$$

Py=	H	Py
	0	2.56 ton
	0.2	2.39 ton
	0.4	2.23 ton
	0.6	2.06 ton
	0.8	1.90 ton
	1	1.74 ton
	1.2	1.57 ton
	1.4	1.41 ton
	1.6	1.25 ton
	1.8	1.09 ton
	2	0.93 ton

COMBINACIONES DE DISEÑO

$U = 1.4(D + F)$
$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W)$
$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.2F + 1.0E + 1.6H + 1.0L + 0.2S$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.6W + 1.6H$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$

$U = 1.4(D + F)$
$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W)$
$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$
$U = 1.2D + 1.2F + 1.0E + 1.6H + 1.0L + 0.2S$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.6W + 1.6H$
$U = 0.9D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$



Factor de durabilidad ambiental:

$$S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0 \qquad \gamma = 1.4 \qquad S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} = \frac{0.9 \cdot 420\text{MPa}}{1.4 \cdot 160\text{MPa}} = 1.69$$

$U = 1.69 \cdot 1.4(D+F)$

ESTRUCTURAS DE CONCRETO PARA CONTENER LÍQUIDOS

- RESISTENCIA REQUERIDA (U):

$U = 1.4(D + F)$

$U = 1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

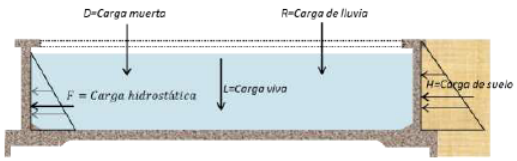
$U = 1.2D + 1.6(L_r \text{ or } S \text{ or } R) + (1.0L \text{ or } 0.8W)$

$U = 1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_r \text{ or } S \text{ or } R)$

$U = 1.2D + 1.2F + 1.0E + 1.6H + 1.0L + 0.2S$

$U = 0.9D + 1.2F + 1.6W + 1.6H$

$U = 0.9D + 1.2F + 1.0E + 1.6H$



Factor de durabilidad ambiental:

$$S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0 \qquad \gamma = 1.3 \qquad S_d = \frac{\Phi f_y}{\gamma f_s} = \frac{0.9 \cdot 420MPa}{1.3 \cdot 160MPa} = 1.82$$

$$U = 1.82\,[1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(R)]$$

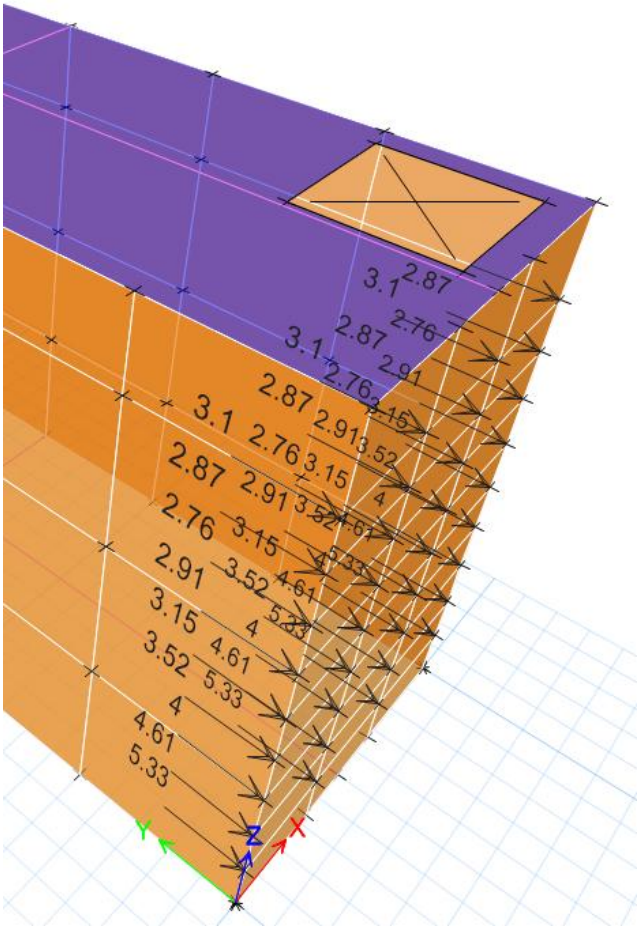


Ilustración 4, aplicación de carga sísmica de acuerdo con evaluación de carga sobre muro corto en tonf

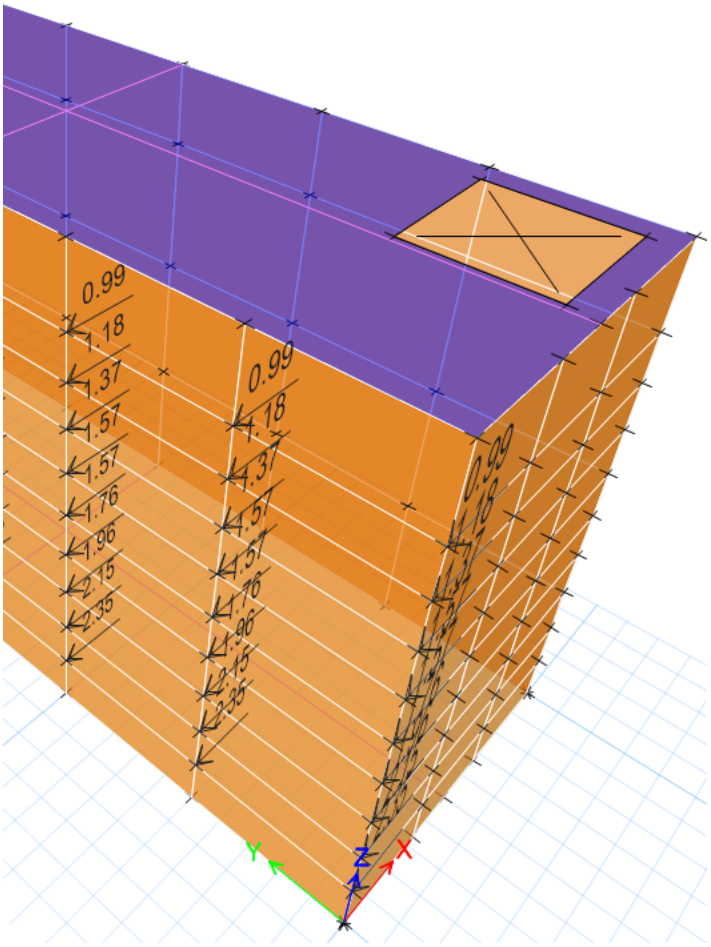


Ilustración 5, carga sísmica sobre muros largos

III. DISEÑO DE ELEMENTOS DE CONCRETO

MODELO ESTRUCTURAL

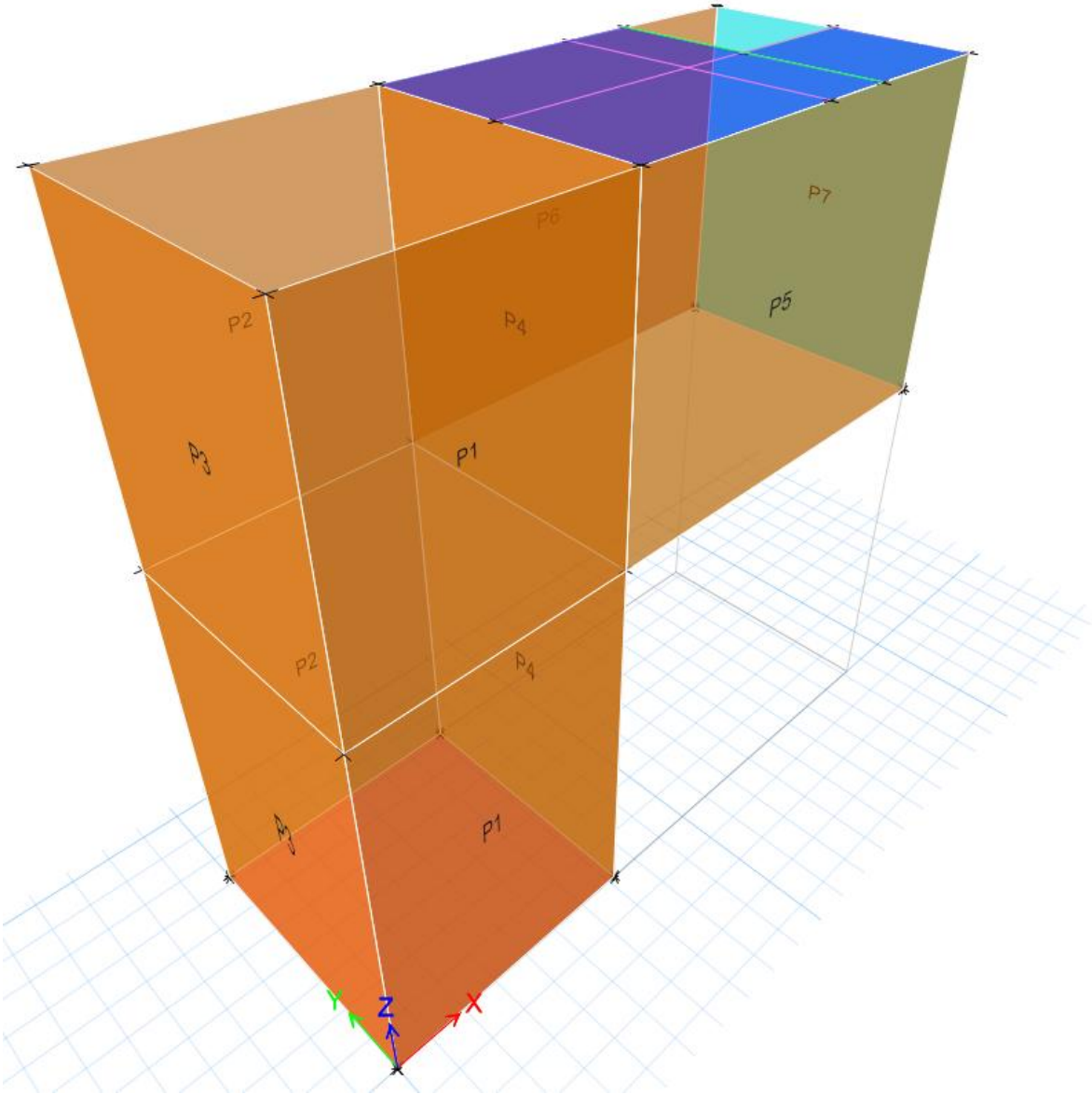


Ilustración 6, esquema de modelo estructural paredes

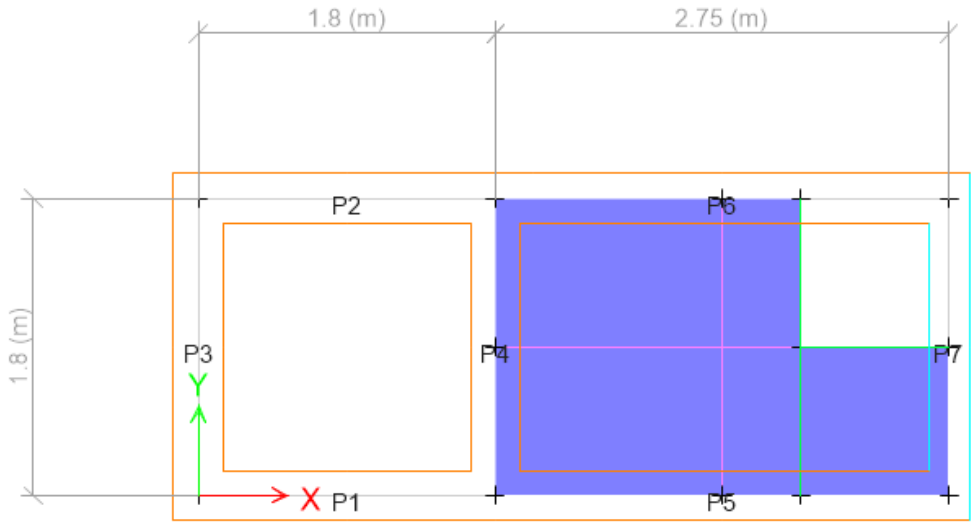


Ilustración 7, asignación de elementos shell para análisis y diseño nombrados en sentido horario P1 empezando en el superior

DISEÑO DE ELEMENTOS DE POZO

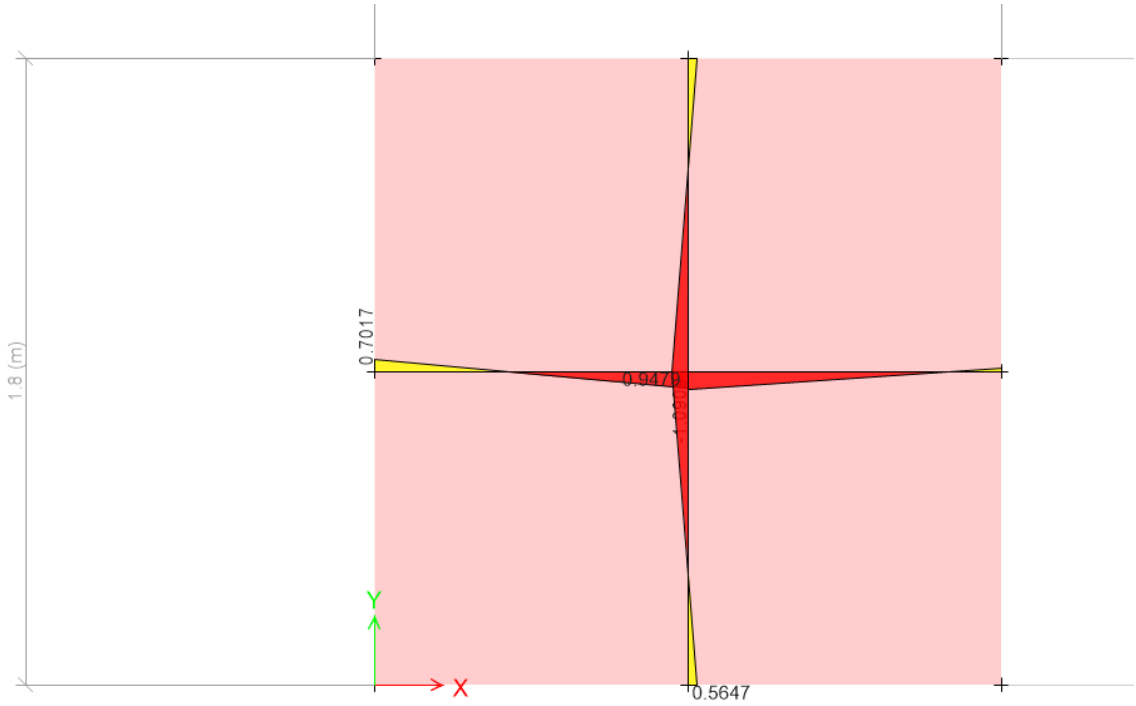


Ilustración 8, cuantías de refuerzo losa de fondo cm²/m

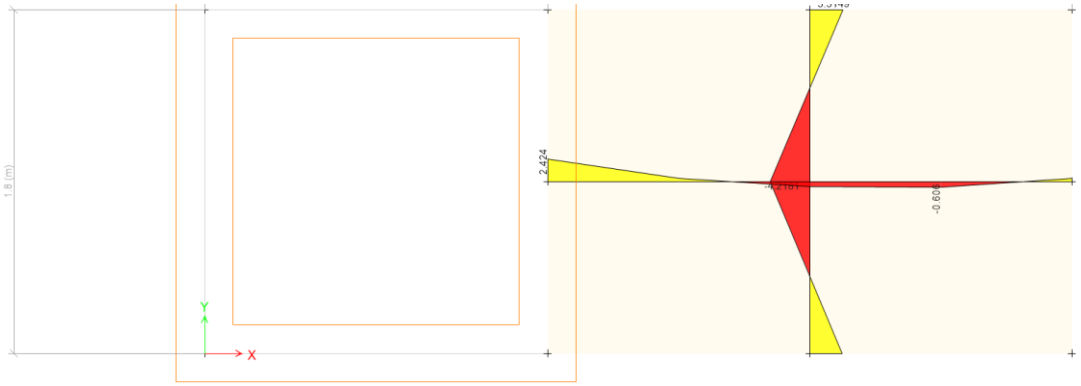


Ilustración 9, cuantías de refuerzo losa de fondo 2, cm²/m

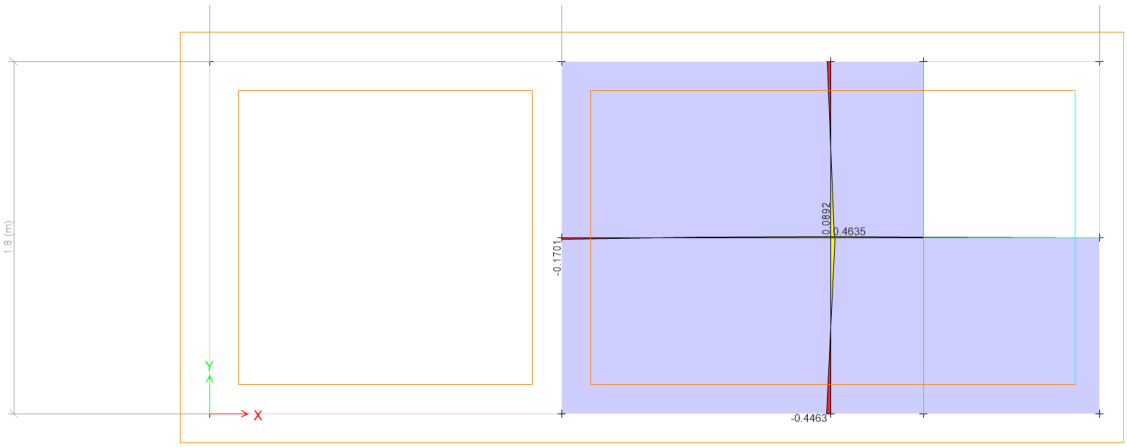


Ilustración 10, cuantías de refuerzo losa de cubierta cm²/m

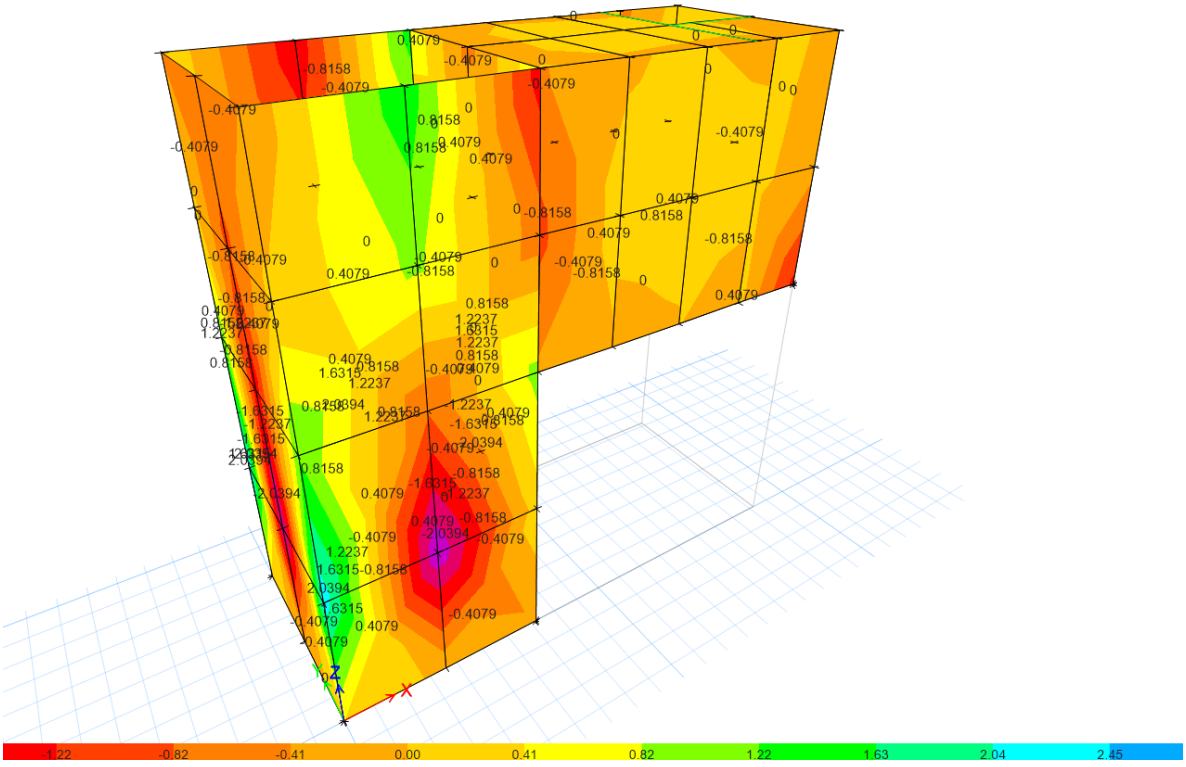


Ilustración 11, Esfuerzos en ton-m/m M1

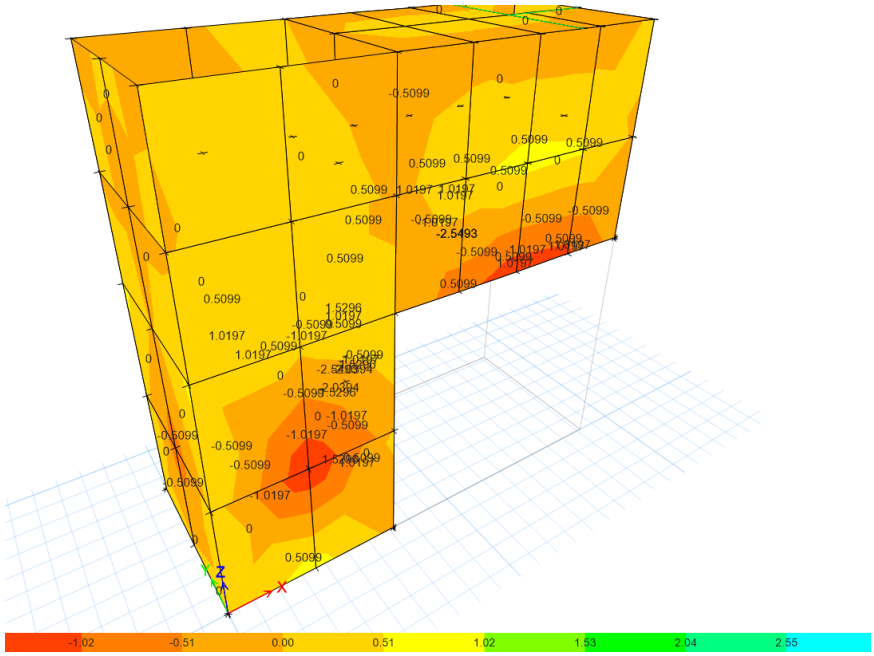


Ilustración 12, Esfuerzos en ton-m/m M2-2

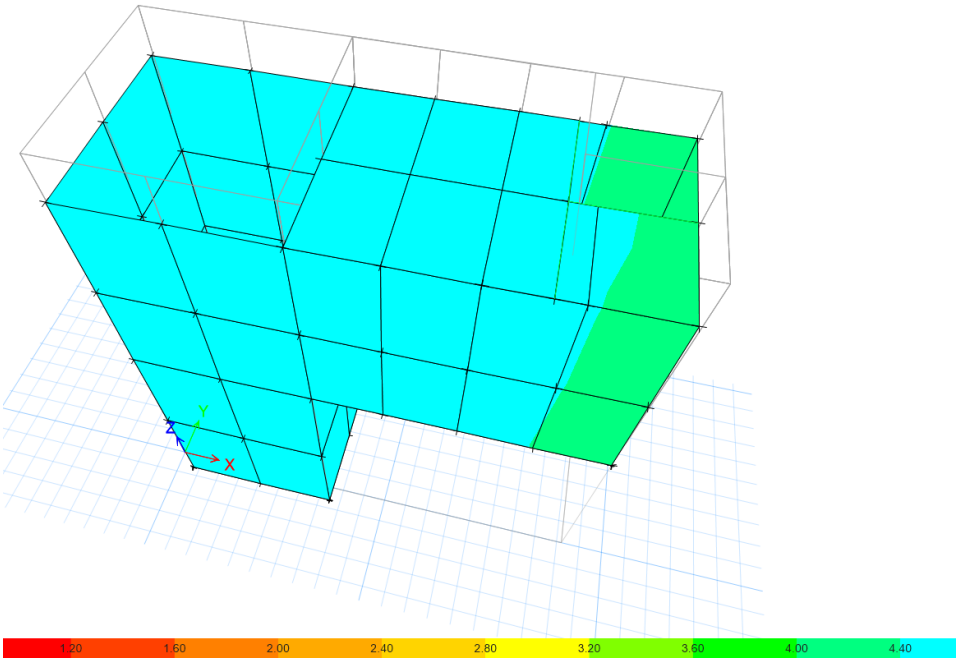


Ilustración 13, deformaciones ante cargas de servicio en mm

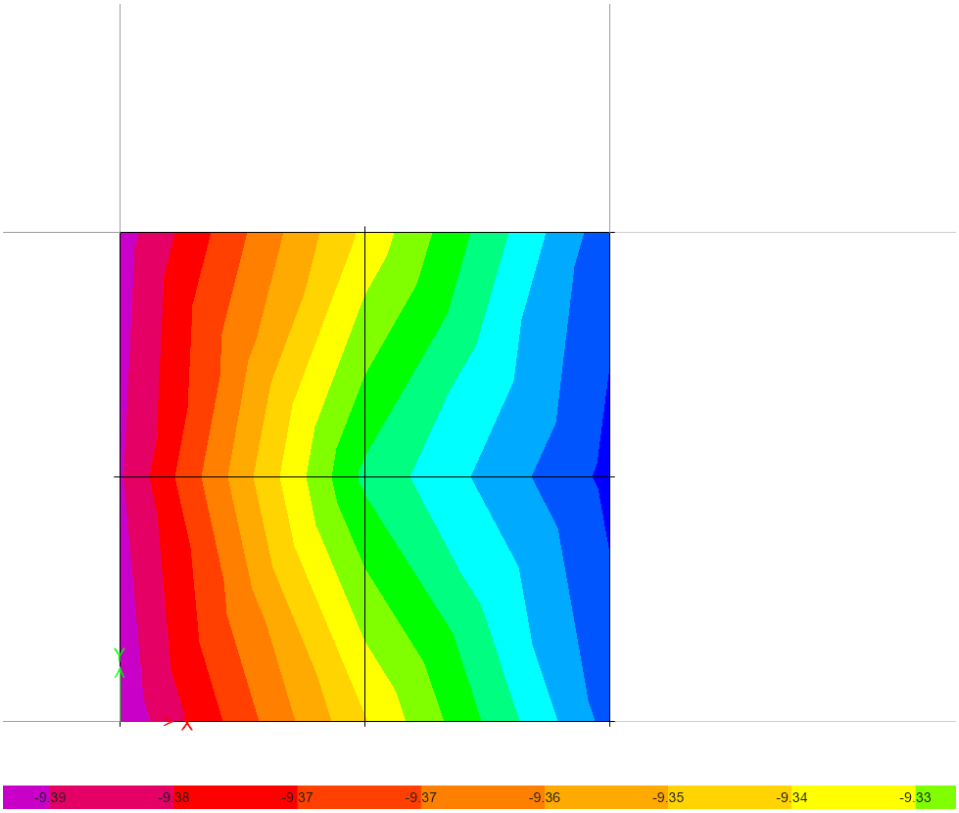


Ilustración 14, presiones en losa de fondo kg/m²

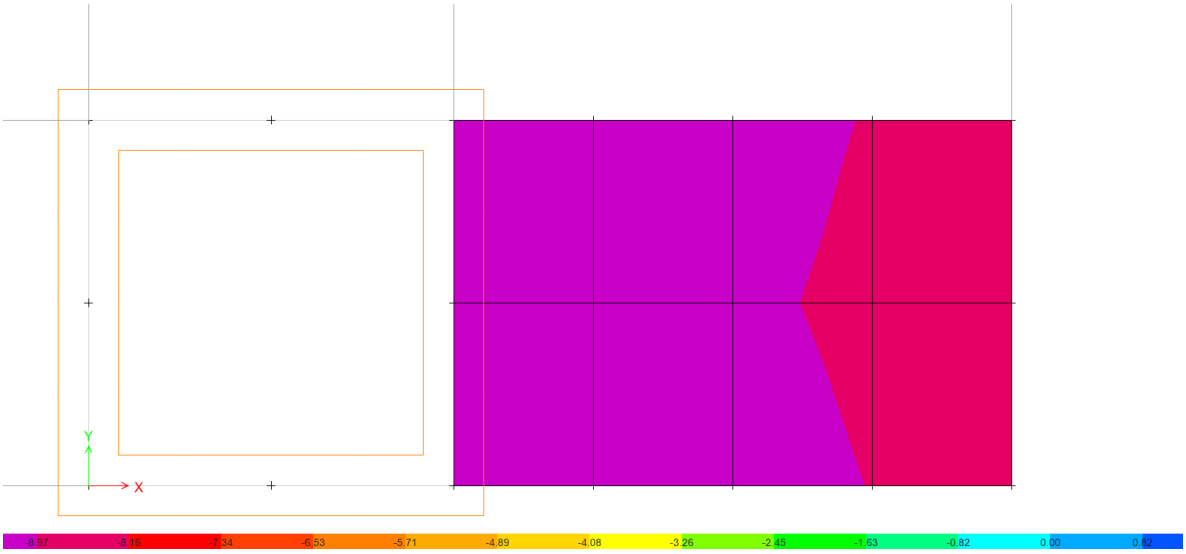


Ilustración 15, presiones en losa de fondo 2, kg/m²

DISEÑO DE PAREDES DE TANQUE (VERIFICACIÓN VS ACERO EMPLEADO CON ÍNDICES DE SOBRE ESFUERZO)

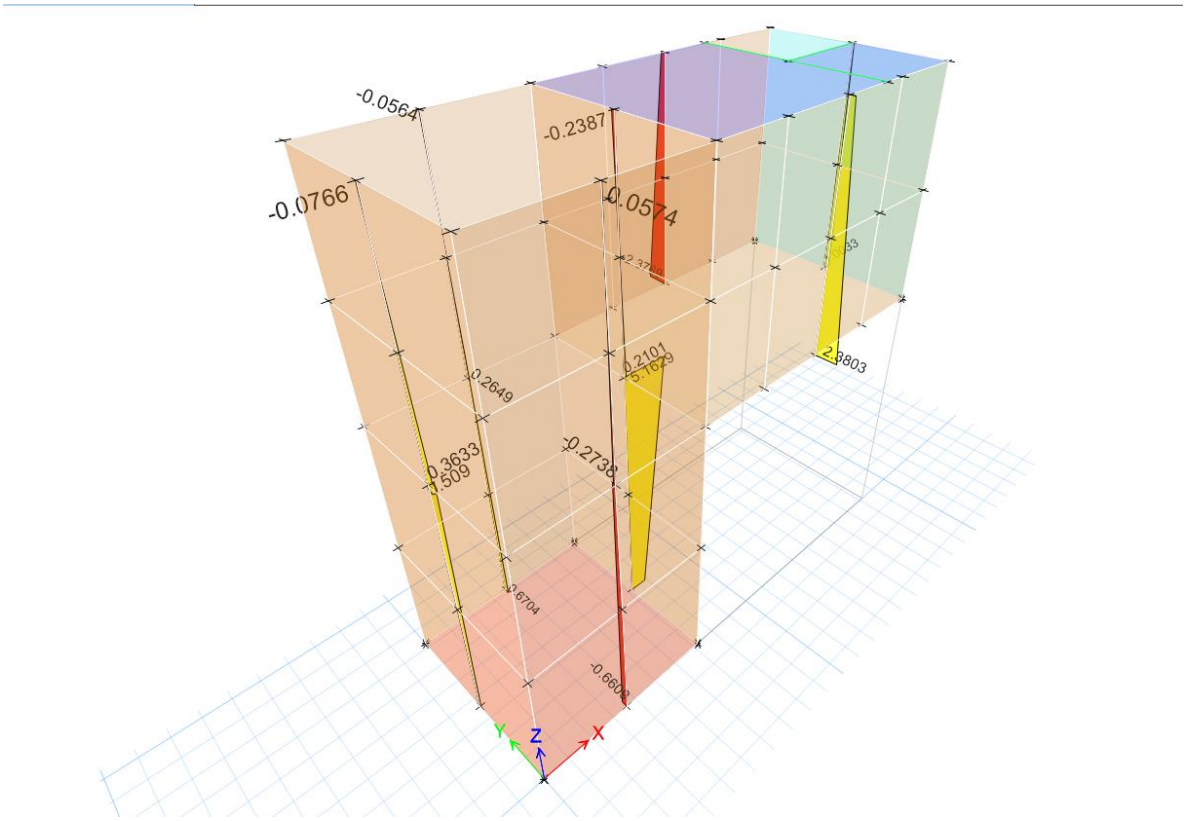


Ilustración 16, momentos en tonf-m resultantes sobre sección de análisis ya mayorados por factor ambiental

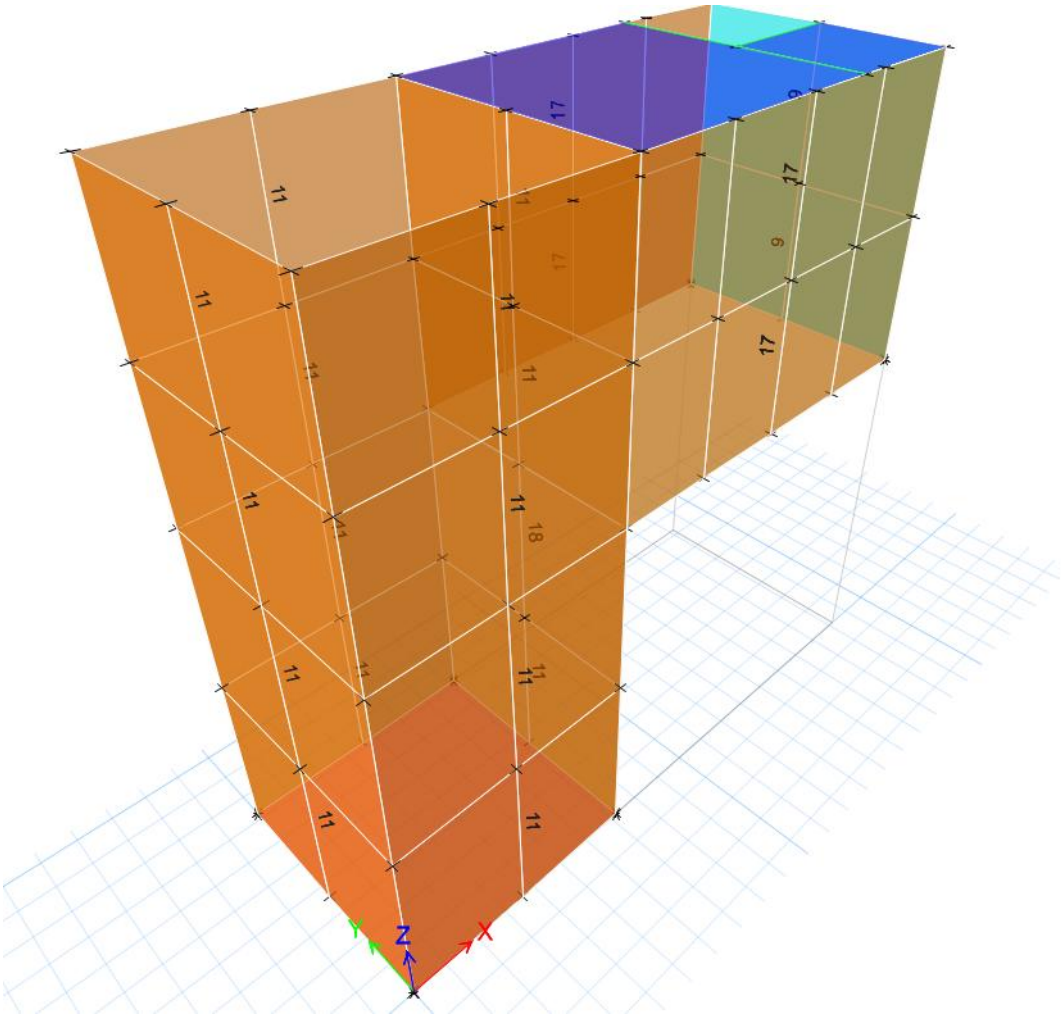


Ilustración 17, cuantía de acero cm²

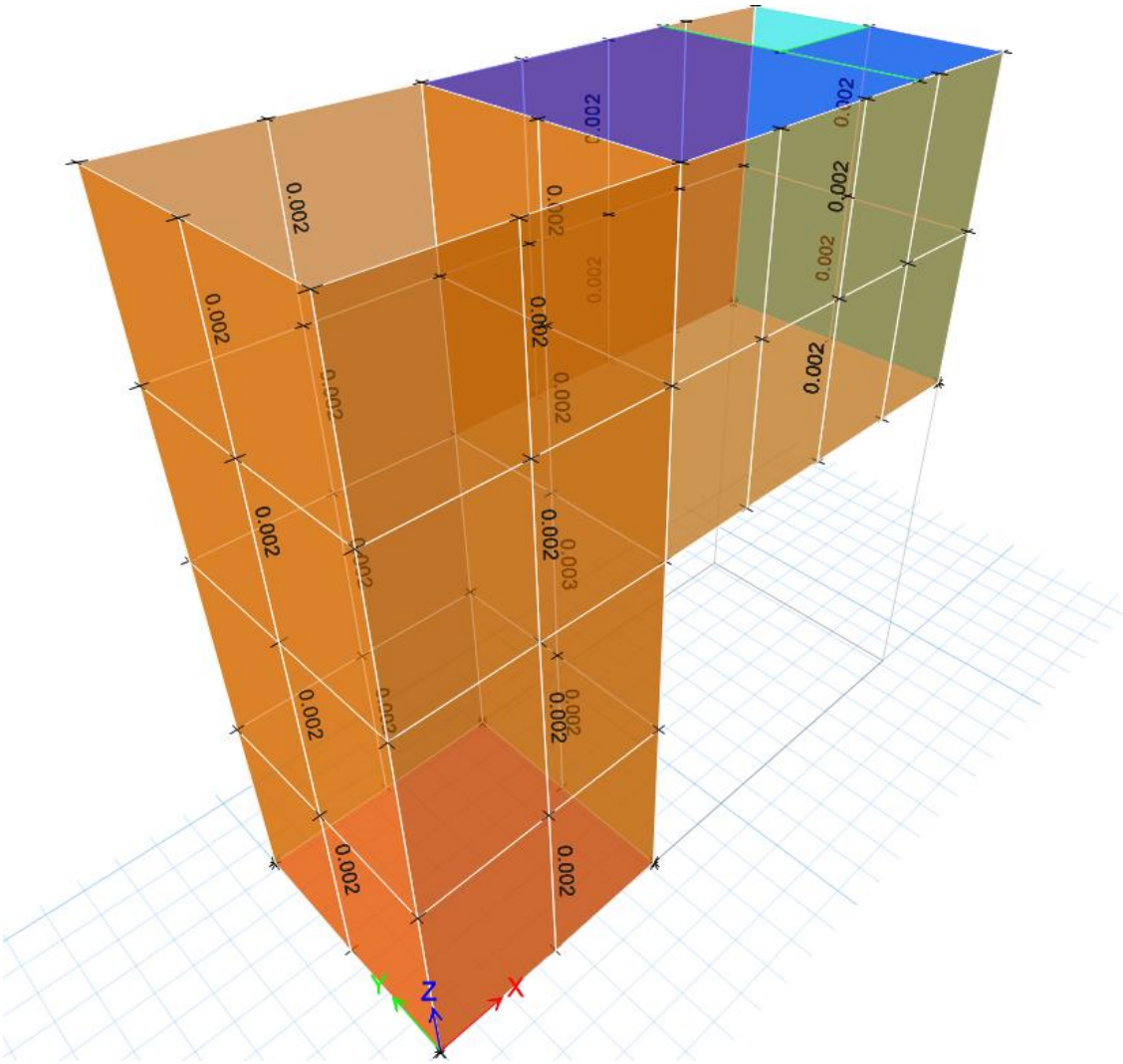


Ilustración 18, índice de sobre esfuerzo para configuración de acero usada #4 cada 15

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 1 of 5

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 1 of 5

Story	Pier Label	Station	Design Type	Edge Rebar	End Rebar	Rebar Spacing	D/C Ratio	Pier Leg
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	mm	Unitless	Unitless
Story1	PW1	Top	Uniform	#4	#4	150	0.014	Top Leg 1
Story1	PW1	Bottom	Uniform	#4	#4	150	0.063	Bottom Leg 1
Story1	PW2	Top	Uniform	#4	#4	150	0.044	Top Leg 1
Story1	PW2	Bottom	Uniform	#4	#4	150	0.117	Bottom Leg 1
Story1	PW3	Top	Uniform	#4	#4	150	0.015	Top Leg 1
Story1	PW3	Bottom	Uniform	#4	#4	150	0.062	Bottom Leg 1
Story1	PW4	Top	Uniform	#4	#4	150	0.044	Top Leg 1
Story1	PW4	Bottom	Uniform	#4	#4	150	0.116	Bottom Leg 1

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 2 of 5

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 2 of 5

Story	Pier Label	Station	Leg X1	Leg Y1	Leg X2	Leg Y2	Length	Thickness
Unitless	Unitless	Unitless	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Story1	PW1	Top	0	7500	2500	7500	2500	300
Story1	PW1	Bottom	0	7500	2500	7500	2500	300
Story1	PW2	Top	2500	0	2500	7500	7500	300
Story1	PW2	Bottom	2500	0	2500	7500	7500	300
Story1	PW3	Top	0	0	2500	0	2500	300
Story1	PW3	Bottom	0	0	2500	0	2500	300
Story1	PW4	Top	0	0	0	7500	7500	300
Story1	PW4	Bottom	0	0	0	7500	7500	300

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 3 of 5

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 3 of 5

Story	Pier Label	Station	Shear Rebar	Compressive Stress Left	Compressive Stress Right	Compressive Stress Limit Left	Compressive Stress Limit Right	C Depth Left
Unitless	Unitless	Unitless	cm²/m	kgf/cm²	kgf/cm²	kgf/cm²	kgf/cm²	mm
Story1	PW1	Top	7.5	0.22	0.23	56.25	56.25	
Story1	PW1	Bottom	7.5	1.4	1.39	56.25	56.25	
Story1	PW2	Top	7.5	0.32	0.43	56.25	56.25	
Story1	PW2	Bottom	7.5	2.21	2.3	56.25	56.25	
Story1	PW3	Top	7.5	0.21	0.12	56.25	56.25	
Story1	PW3	Bottom	7.5	1.34	1.34	56.25	56.25	
Story1	PW4	Top	7.5	0.38	0.41	56.25	56.25	
Story1	PW4	Bottom	7.5	2.23	2.31	56.25	56.25	

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 4 of 5

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 4 of 5

Story	Pier Label	Station	C Limit Left	C Depth Right	C Limit Right	Boundary Zone Left	Boundary Zone Right	Warnings
Unitless	Unitless	Unitless	mm	mm	mm	mm	mm	Unitless
Story1	PW1	Top						No Message
Story1	PW1	Bottom						No Message
Story1	PW2	Top						No Message
Story1	PW2	Bottom						No Message
Story1	PW3	Top						No Message
Story1	PW3	Bottom						No Message
Story1	PW4	Top						No Message
Story1	PW4	Bottom						No Message

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 5 of 5

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 5 of 5

Story	Pier Label	Station	Errors
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Story1	PW1	Top	No Message

Table: Shear Wall Pier Design Summary - ACI 318-11, Part 5 of 5

Story	Pier Label	Station	Errors
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Story1	PW1	Bottom	No Message
Story1	PW2	Top	No Message
Story1	PW2	Bottom	No Message
Story1	PW3	Top	No Message
Story1	PW3	Bottom	No Message
Story1	PW4	Top	No Message
Story1	PW4	Bottom	No Message

DISEÑO DE LOSAS MACIZAS DE FONDO Y TAPA

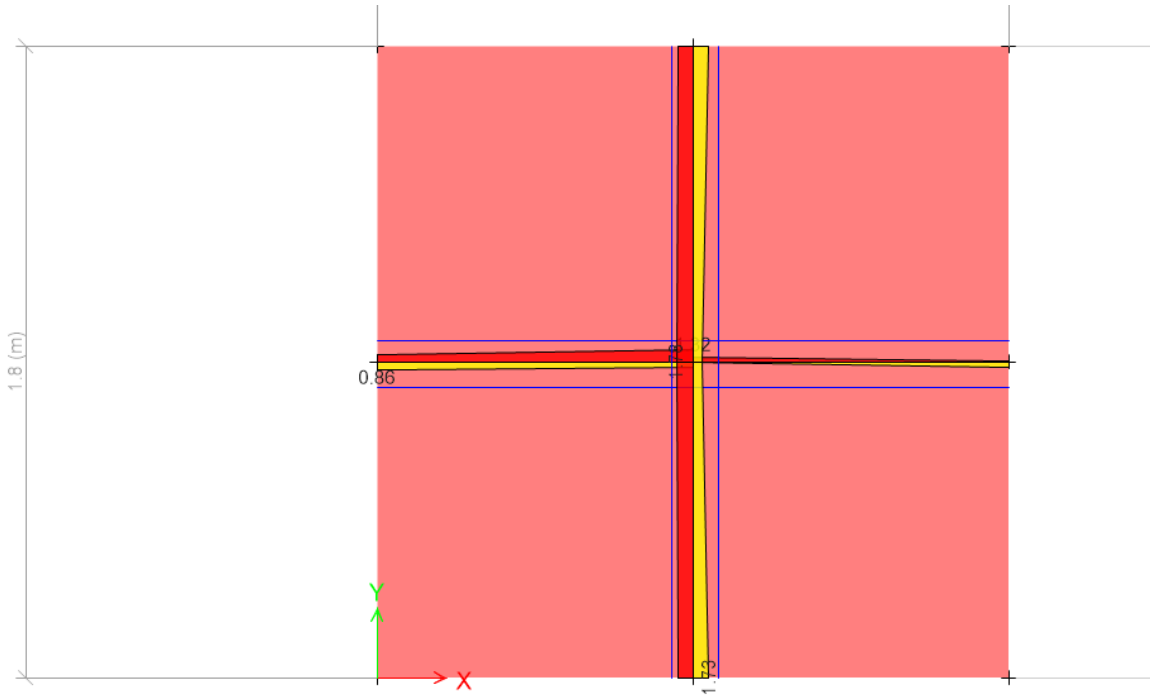


Ilustración 19, acero cm² por franja

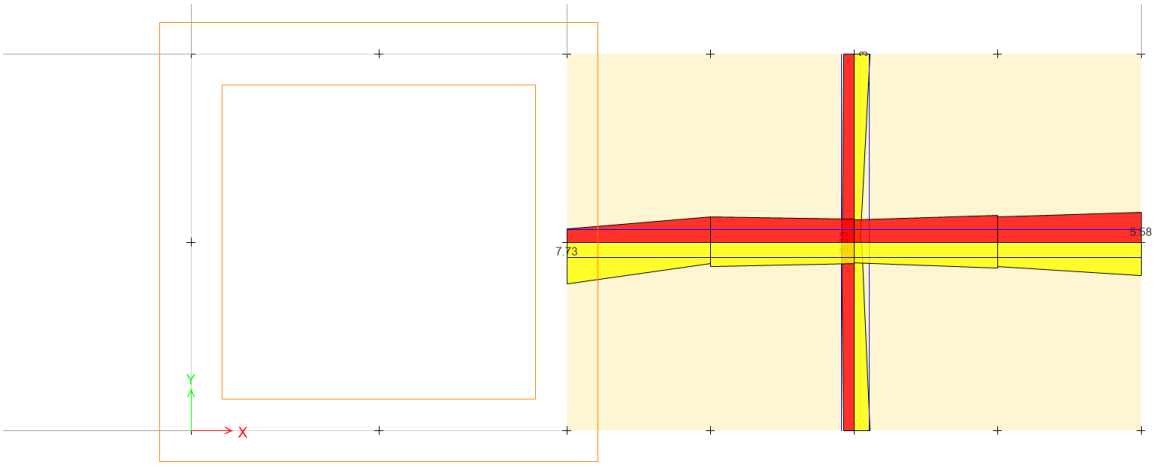


Ilustración 20, acero 2 cm² por franja

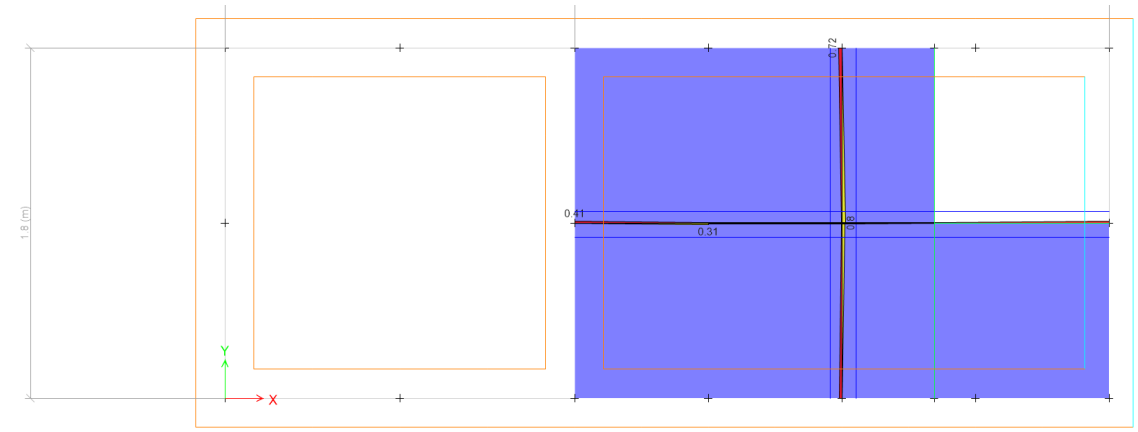


Ilustración 21, losa de tapa de cubierta, cuantía de acero en cm²/m para diseño

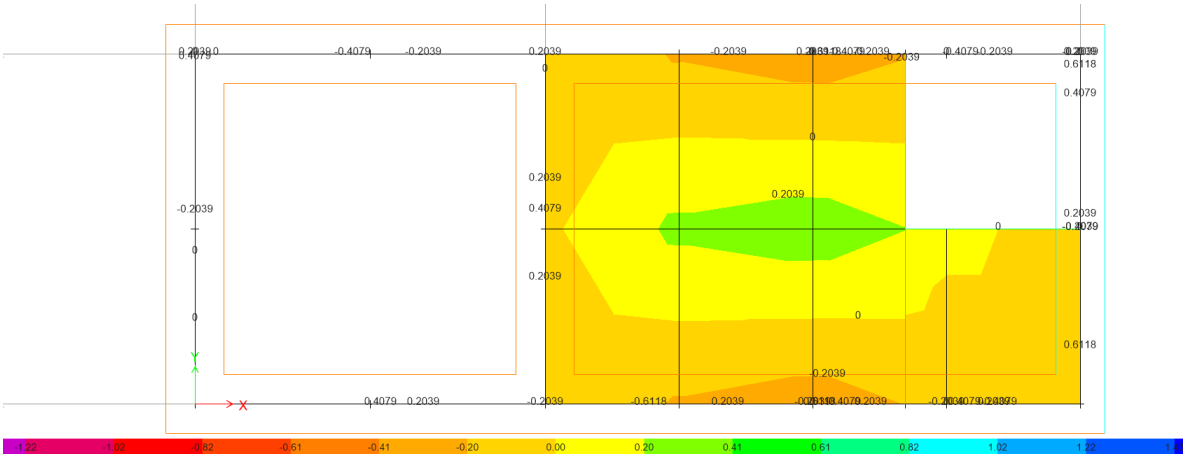


Ilustración 22, contorno de momentos tonf/m² losa de tapa

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 1 of 4

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 1 of 4

Story	StripObject	SpanID	Location	FTopCombo	FTopMoment	FTopArea	FTopAMin	FBotCombo
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	tonf-m	cm²	cm²	Unitless
Story1	CSA1	Span 1	Start	b242	-0.7897	2	5	b245a
Story1	CSA1	Span 1	Middle	b245a	-0.0989	1	0	b245a
Story1	CSA1	Span 1	End	b245a	-0.0804	1	0	b245a
Story1	CSA1	Cantilever End	Start	b245a	-0.084	1	0	b245a
Story1	CSA1	Cantilever End	Middle	b245a	-0.1281	1	0	b245a
Story1	CSA1	Cantilever End	End	b245a	-0.2747	2	5	b245a
Story1	CSB1	Cantilever Start	Start	b242	-4.7266	15	16	b245a
Story1	CSB1	Cantilever Start	Middle		0	0	0	

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 1 of 4

Story	StripObject	SpanID	Location	FTopCombo	FTopMoment	FTopArea	FTopAMin	FBotCombo
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	tonf-m	cm²	cm²	Unitless
Story1	CSB1	Cantilever Start	End	b245a	-0.1053	3	0	b242
Story1	CSB1	Cantilever End	Start	b245a	-0.1053	3	0	b242
Story1	CSB1	Cantilever End	Middle		0	0	0	
Story1	CSB1	Cantilever End	End	b242	-4.6775	15	16	b245a
Base	1	Cantilever Start	Start	b245b	-0.3812	1	0	b242
Base	1	Cantilever Start	Middle	b242	-3.3773	4	11	b245b
Base	1	Cantilever Start	End	b242	-1.1327	1	11	b245b
Base	1	Cantilever End	Start	b242	-1.1327	1	11	b245b
Base	1	Cantilever End	Middle	b245b	-2.6395	4	11	b245b
Base	1	Cantilever End	End	b245b	-0.3725	1	0	b242
Base	2	Cantilever Start	Start	b245a	-0.5438	3	0	b242-1
Base	2	Cantilever Start	Middle		0	0	0	
Base	2	Cantilever Start	End	b242	-18.1345	22	34	b245a
Base	2	Cantilever End	Start	b242	-18.1345	22	34	b245a
Base	2	Cantilever End	Middle		0	0	0	
Base	2	Cantilever End	End	b245a	-0.5418	3	0	b242-1

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 2 of 4

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 2 of 4

Story	StripObject	SpanID	FTopCombo	FBotCombo	FBotMoment	FBotArea	FBotAMin	VCombo
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	tonf-m	cm²	cm²	Unitless
Story1	CSA1	Span 1	b242	b245a	0.0368	1	0	
Story1	CSA1	Span 1	b245a	b245a	0.2845	2	5	b242A
Story1	CSA1	Span 1	b245a	b245a	0.1027	1	5	b242A
Story1	CSA1	Cantilever End	b245a	b245a	0.1202	1	5	b242A
Story1	CSA1	Cantilever End	b245a	b245a	0.2738	2	5	b242A
Story1	CSA1	Cantilever End	b245a	b245a	0.0691	1	0	b242A
Story1	CSB1	Cantilever Start	b242	b245a	0.0654	2	0	
Story1	CSB1	Cantilever Start			0	0	0	

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 2 of 4

Story	StripObject	SpanID	FTopCombo	FBotCombo	FBotMoment	FBotArea	FBotAMin	VCombo
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	tonf-m	cm²	cm²	Unitless
Story1	CSB1	Cantilever Start	b245a	b242	2.9104	9	16	b242A
Story1	CSB1	Cantilever End	b245a	b242	2.9104	9	16	b242A
Story1	CSB1	Cantilever End			0	0	0	
Story1	CSB1	Cantilever End	b242	b245a	0.101	2	0	b242A
Base	1	Cantilever Start	b245b	b242	4.1973	5	11	
Base	1	Cantilever Start	b242	b245b	0.707	2	0	b242A
Base	1	Cantilever Start	b242	b245b	0.3167	1	0	b242A
Base	1	Cantilever End	b242	b245b	0.3167	1	0	b242A
Base	1	Cantilever End	b245b	b245b	0.6911	2	0	b242A
Base	1	Cantilever End	b245b	b242	4.0738	5	11	b242A
Base	2	Cantilever Start	b245a	b242-1	17.1733	21	34	
Base	2	Cantilever Start			0	0	0	
Base	2	Cantilever Start	b242	b245a	0.5692	1	0	b242A
Base	2	Cantilever End	b242	b245a	0.5692	1	0	b242A
Base	2	Cantilever End			0	0	0	
Base	2	Cantilever End	b245a	b242-1	17.1681	21	34	b242A

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 3 of 4

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 3 of 4

Story	StripObject	SpanID	FTopCombo	FBotCombo	VCombo	VForce	VArea	Status
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	tonf	cm²/m	Unitless
Story1	CSA1	Span 1	b242	b245a		0	0	OK
Story1	CSA1	Span 1	b245a	b245a	b242A	0.574	0	OK
Story1	CSA1	Span 1	b245a	b245a	b242A	0.0083	0	OK
Story1	CSA1	Cantilever End	b245a	b245a	b242A	0.0083	0	OK
Story1	CSA1	Cantilever End	b245a	b245a	b242A	0.0452	0	OK
Story1	CSA1	Cantilever End	b245a	b245a	b242A	0.3047	0	OK
Story1	CSB1	Cantilever Start	b242	b245a		0	0	OK
Story1	CSB1	Cantilever Start				0	0	OK
Story1	CSB1	Cantilever Start	b245a	b242	b242A	0.1615	0	OK

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 3 of 4

Story	StripObject	SpanID	FTopCombo	FBotCombo	VCombo	VForce	VArea	Status
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	tonf	cm²/m	Unitless
Story1	CSB1	Cantilever End	b245a	b242	b242A	0.1615	0	OK
Story1	CSB1	Cantilever End				0	0	OK
Story1	CSB1	Cantilever End	b242	b245a	b242A	7.0536	0	OK
Base	1	Cantilever Start	b245b	b242		0	0	OK
Base	1	Cantilever Start	b242	b245b	b242A	2.7294	0	OK
Base	1	Cantilever Start	b242	b245b	b242A	0.0485	0	OK
Base	1	Cantilever End	b242	b245b	b242A	0.0485	0	OK
Base	1	Cantilever End	b245b	b245b	b242A	0.0268	0	OK
Base	1	Cantilever End	b245b	b242	b242A	2.6156	0	OK
Base	2	Cantilever Start	b245a	b242-1		0	0	OK
Base	2	Cantilever Start				0	0	OK
Base	2	Cantilever Start	b242	b245a	b242A	0.0902	0	OK
Base	2	Cantilever End	b242	b245a	b242A	0.0902	0	OK
Base	2	Cantilever End				0	0	OK
Base	2	Cantilever End	b245a	b242-1	b242A	22.3371	0	OK

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 4 of 4

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 4 of 4

Story	StripObject	SpanID	FTopCombo	FBotCombo	VCombo	Layer
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Story1	CSA1	Span 1	b242	b245a		A
Story1	CSA1	Span 1	b245a	b245a	b242A	A
Story1	CSA1	Span 1	b245a	b245a	b242A	A
Story1	CSA1	Cantilever End	b245a	b245a	b242A	A
Story1	CSA1	Cantilever End	b245a	b245a	b242A	A
Story1	CSA1	Cantilever End	b245a	b245a	b242A	A
Story1	CSB1	Cantilever Start	b242	b245a		B
Story1	CSB1	Cantilever Start				B
Story1	CSB1	Cantilever Start	b245a	b242	b242A	B
Story1	CSB1	Cantilever End	b245a	b242	b242A	B

Table: Concrete Slab Design Summary - Flexure and Shear Data, Part 4 of 4

Story	StripObject	SpanID	FTopCombo	FBotCombo	VCombo	Layer
Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
Story1	CSB1	Cantilever End				B
Story1	CSB1	Cantilever End	b242	b245a	b242A	B
Base	1	Cantilever Start	b245b	b242		A
Base	1	Cantilever Start	b242	b245b	b242A	A
Base	1	Cantilever Start	b242	b245b	b242A	A
Base	1	Cantilever End	b242	b245b	b242A	A
Base	1	Cantilever End	b245b	b245b	b242A	A
Base	1	Cantilever End	b245b	b242	b242A	A
Base	2	Cantilever Start	b245a	b242-1		B
Base	2	Cantilever Start				B
Base	2	Cantilever Start	b242	b245a	b242A	B
Base	2	Cantilever End	b242	b245a	b242A	B
Base	2	Cantilever End				B
Base	2	Cantilever End	b245a	b242-1	b242A	B