MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

ESTRUCTURA LOSA PARA TANQUE DE DESINFECCIÓN - EL CURVAL SANTA MARTA-MAGDALENA

Por:

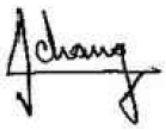
Gustavo A. Chang Nieto
Ing. Civil, MSc Estructuras
Matricula N° 1320272728BLV

Presentado a:

ALCALDIA DE SANTA MARTA

SANTA MARTA ENERO 2025

REVISIÓN Y APROBACIÓN

TÍTULO DOCUMENTO: MEMORIAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LOSA PARA TANQUE DE DESINFECCIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE DENOMINADA EL CURVAL EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA					
Código del documento: CURSAM_AC_D_IN_03_EstrLosaTanqCurval					
APROBACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**		**1**	**2**	**3**
	Elaboración	**Nombre**		Gustavo Ariel Chang Nieto MP: 1320272728 BLV	
		Firma			
		Fecha		Enero 2025	
	Alcaldía	**Nombre**		Luis Felipe Gutierrez M.P. BL230-30375	
		Firma			
		Fecha		Enero 2025	
	Interventoría	**Nombre**		Jorge Zúñiga Cespedes MP: 08202188686 ATL	
		Firma			
		Fecha		Enero 2025	

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO 3
ÍNDICE DE TABLA 5
ÍNDICE DE TABLA 6
INTRODUCCIÓN 7
1.0 PREDISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES 9
1.1 Losa de cimentación. 9
1.2 Pilotes. 10
2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS 11
2.1 carga peso propio (PP). 11
2.2 Evaluación de la presión de viento en tanque de desinfección (W). 12
2.3 Evaluación de la presión hidrostática en tanque de desinfección (F1). 15
2.4 Evaluación de presión hidrodinámica en tanque de desinfección ACI 350-06. 16
2.5 Chequeo de flotación (subpresión). 31
2.6 Presión activa de suelos en condiciones sísmicas. 31
2.7 Evaluación del módulo de reacción del suelo. 32
3.0 COMBINACIONES DE CARGA (NSR-10, CAPITULO B.2) 35
3.1 Combinaciones para diseño estructural. 36
3.2 Combinaciones para chequeo a servicio. 36
4.0 MATERIALES (NSR-10, CAPÍTULOS C.3). 37
4.1 Concreto (Art. C.5.2). 37
4.2 Acero de refuerzo Varillas (Art. C.3.5). 37
4.3 Perfiles de acero. 37
4.4 Soldadura. 37
4.5 Pernos. 37
5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS. 38
5.1 Modelo tridimensional Tanque (vista 1). 38
5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2). 38
6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS. 39
6.1 Diseño losa de fundación. 39
6.1.1 Diseño a flexión losa de fundación. 39
6.1.2 Chequeo de fisuración losa de cimentación (NSR-10 C.23-C.9.2). 41
6.1.3 Chequeo a cortante losa de cimentación. 43
6.2 Diseño pilotes. 48
6.2.1 Diseño a flexo-compresión y cortante. 48
6.3 Diseño de viga anular. 66
6.3.1 Diseño a flexión de viga anular 66
6.3.2 Chequeo a cortante de la viga anular. 67
7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO. 68
7.1 Chequeo de fuerza axial en pilotes. 68
7.2 Deformaciones. 71
7.2.1 Deformación en direccción X. 71
7.2.2 Deformación en direccción Y. 71

7.2.3 Deformación en direccción Z. 72

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.3.1 Evaluación presión hidrostática para tanque de desinfección (F1). 15
Tabla 2.4.1 Evaluación presión hidrodinámica en tanque de desinfección. 16
Tabla 2.7.1 Evaluación de los resortes asignados. 34
Tabla 2.7.2 Resortes asignados a los pilotes. 34
Tabla 3.1.1 Combinaciones de diseño. 36
Tabla 3.2.1 Combinaciones de servicio. 36
Tabla 6.1.1-1 Diseño a flexión losa de cimentación. 40
Tabla 6.1.2-1 Chequeo fisuración acero superior en losa de cimentación. 41
Tabla 6.1.2-2 Chequeo fisuración acero inferior en losa de cimentación. 42
Tabla 6.1.3 Fuerza axial última en pilotes chequeo a cortante losa de cimentación. 43
Tabla 6.1.4 Chequeo a cortante losa de cimentación. 46
Tabla 6.2.1 Diseño de pilotes. 50
Tabla 6.3.1 Diseño a flexión de viga anular. 66
Tabla 6.3.2 Chequeo a cortante de viga anular. 67
Tabla 7.1.1 Chequeo fuerza axial admisible de pilotes. 68

ÍNDICE DE TABLA

Figura a. Losa de cimentación para tanque de desinfección. 7
Figura 1.1.1 Losa de cimentación e=0.60 m. 9
Figura 1.1.2 Sección losa de cimentación. 9
Figura 1.2.1 Pilotes de 1.5 m. 10
Figura 1.2.2 Sección pilote 1.5 m. 10
Figura 2.1.1 Carga muerta y peso propio. 11
Figura 2.2.1 Asignación presión de viento X+. 13
Figura 2.2.2 Asignación presión de viento X-. 13
Figura 2.2.3 Asignación presión de viento Y+. 14
Figura 2.2.4 Asignación presión de viento Y-. 14
Figura 2.3.1 Asignación presión hidrostática en tanque de desinfección (F1). 15
Figura 2.4.1 Asignación presión hidrodinámica X a 7.5 grados. 26
Figura 2.4.2 Asignación presión hidrodinámica X a 22.5 grados. 26
Figura 2.4.3 Asignación presión hidrodinámica X a 37.5 grados. 27
Figura 2.4.4 Asignación presión hidrodinámica X a 52.2 grados. 27
Figura 2.4.5 Asignación presión hidrodinámica X a 67.5 grados. 28
Figura 2.4.6 Asignación presión hidrodinámica X a 82.5 grados. 28
Figura 2.4.7 Asignación presión hidrodinámica Y a 7.5 grados. 29
Figura 2.4.8 Asignación presión hidrodinámica Y a 22.5 grados. 29
Figura 2.4.9 Asignación presión hidrodinámica Y a 37.5 grados. 30
Figura 2.4.10 Asignación presión hidrodinámica Y a 52.2 grados. 30
Figura 2.4.11 Asignación presión hidrodinámica Y a 67.5 grados. 31
Figura 2.4.12 Asignación presión hidrodinámica Y a 82.5 grados. 31
Figura 2.7.1 Resultante de la presión del suelo. 32
Figura 2.7.2 Interacción suelo estructura. 33
Figura 2.7.3 Modelo con resortes. 34
Figura 5.1.1 VISTA 1. 38
Figura 5.1.2 VISTA 2. 38
Figura 6.1.1 M11 losa de cimentación. 39
Figura 6.1.2 M22 losa de cimentación. 39
Figura 6.2.1 Sección transversal pilotes. 48
Figura 6.2.2 Acero de refuerzo en pilotes. 49
Figura 6.2.3 Diagrama de interacción para chequeo de pilotes. 50
Figura 7.2.1 Deformaciones máximas en X (mm). 71
Figura 7.2.2 Deformaciones máximas en Y (mm). 71
Figura 7.2.3 Deformaciones máximas en Z (mm). 72

INTRODUCCIÓN

Este documento presenta las memorias de cálculo estructural de una losa de cimentación en concreto reforzado, diseñada para soportar un tanque de fibra de vidrio destinado al almacenamiento de agua y desinfección. La losa, de tipo macizo, tiene un espesor de 0,60 m y un diámetro de 33,20 m. Su apoyo se encuentra sobre un sistema de pilotos con un diámetro de 1,5 m y una longitud de 8,00 m, garantizando la estabilidad y capacidad de carga requerida.

El tanque superficial va a estar sometido a empujes hidrostáticos, hidrodinámicos, cargas vivas y muertas, no hay empujes activos o pasivos de suelo. Basándonos en la geometría descrita se construye un modelo en elementos finitos tipo Shell (muros) y frame para pilotes garantizando la interacción suelo-estructura.

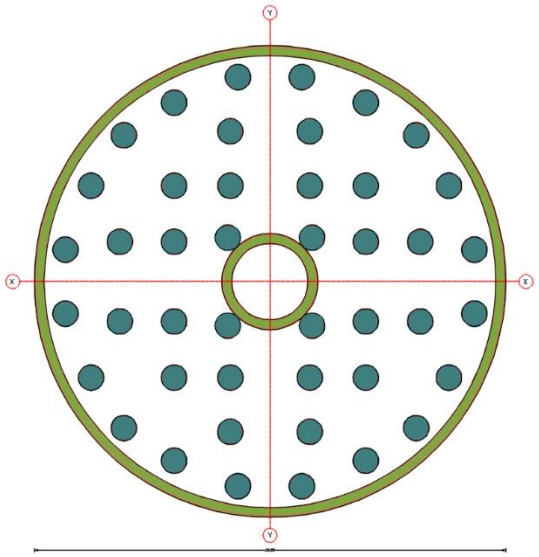


Figura a. Losa de cimentación para tanque de desinfección.

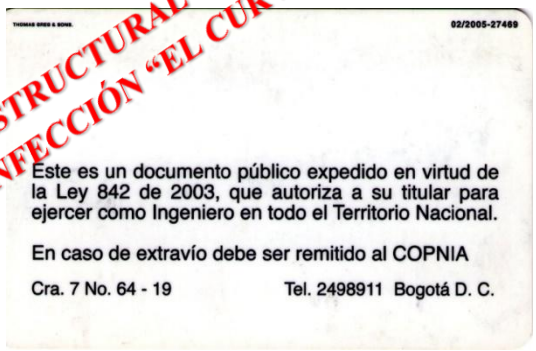
El método de diseño empleado para todos los elementos de concreto reforzado fue el método de la rotura, cumpliendo con todos los requerimientos de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente NSR-10, AIS-180-13, ACI 350-06 y del ACI-2008 American Concrete Institute 2008.

Los materiales empleados corresponden a concretos de 28 MPa para la losa de fondo, 21 MPa para los pilotes, barras de acero 420 MPa, perfiles de acero ASTM A572 GR 50.

El programa de análisis empleado es el SAP 2000 v25®, es un software de analisis y diseño estructural muy versatil que se emplea para modelar edificos, puentes, estadios, presas, tanques, edificaciones industriales y maritimas. Emplea los elementos finitos, considerando hasta seis (6) grados de libertad por nudo cuando se modela de forma tridimensional elementos estructurales (vigas, columnas, losas, muros y sólidos), para representar la estructura por medio de matrices de rigidez y poder resolver ecuaciones estáticas y diferenciales que nos permiten determinar los desplazamientos y posteriormente por medio de relaciones cinemáticas y constitutivas las tensiones.

GUSTAVO ARIEL CHANG NIETO,
Ingeniero Civil





VÁLIDO DISEÑO ESTRUCTURAL
LOSA DE TANQUE DE DESINFECCIÓN "EL CURVAL"

1.0 PREDISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El pre-dimensionamiento de cada elemento que forma parte del sistema estructural cumple con el capítulo C.23 TANQUES Y ESTRUCTURAS DE INGENIERÍA AMBIENTAL DE CONCRETO, de las Normas Colombianas de diseño y construcción sismo resistente NSR-10.

1.1 Losa de cimentación.

La losa de fondo de 0.60 m.

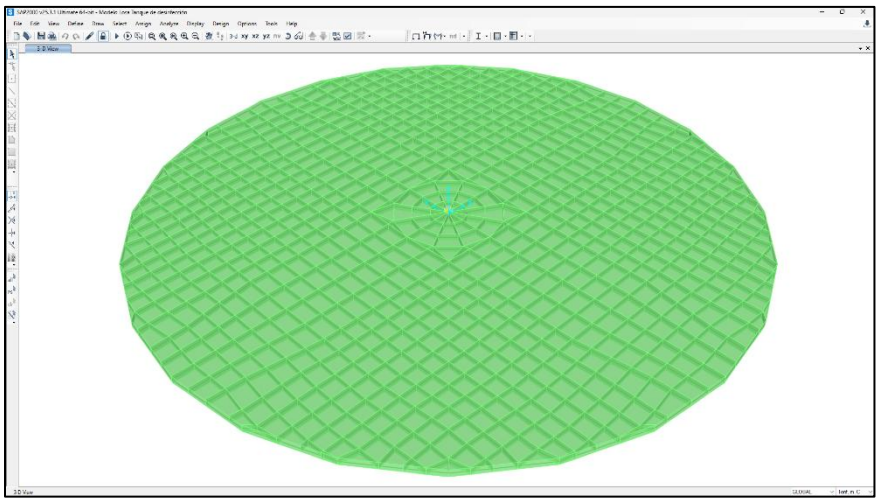


Figura 1.1.1 Losa de cimentación e=0.60 m.

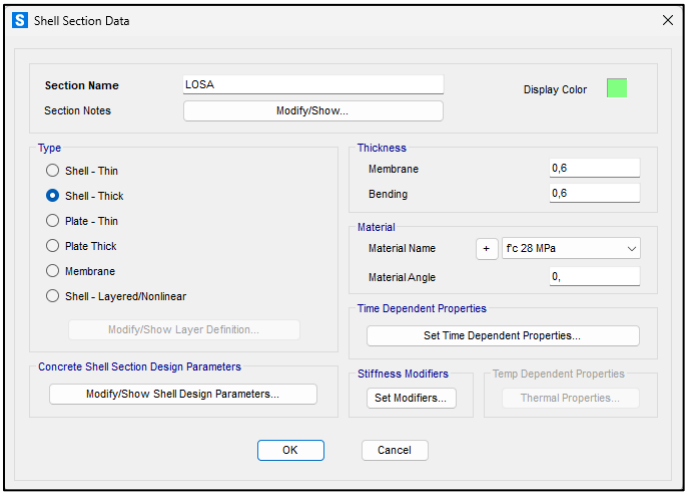


Figura 1.1.2 Sección losa de cimentación.

1.2 Pilotes.

Pilotes de 1.5 m de diámetro y 8.00 m de longitud.

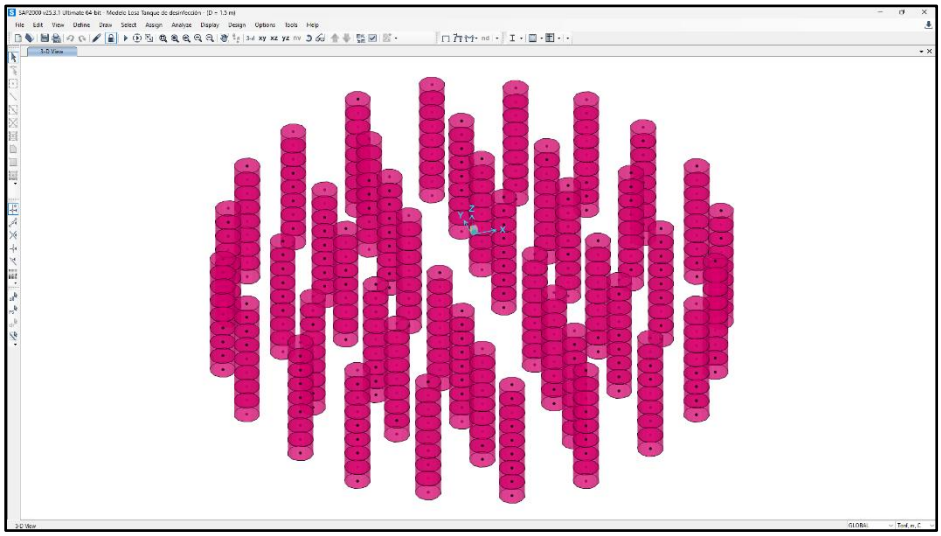


Figura 1.2.1 Pilotes de 1.5 m.

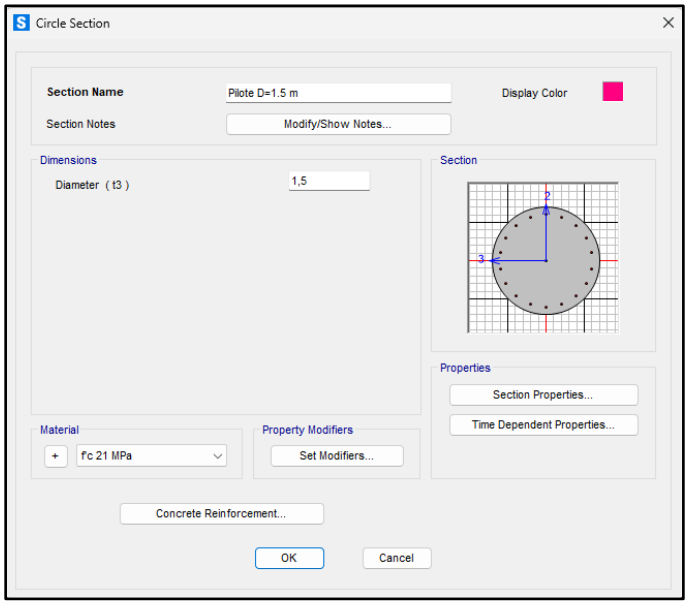


Figura 1.2.2 Sección pilote 1.5 m.

2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS

2.1 carga peso propio (PP).

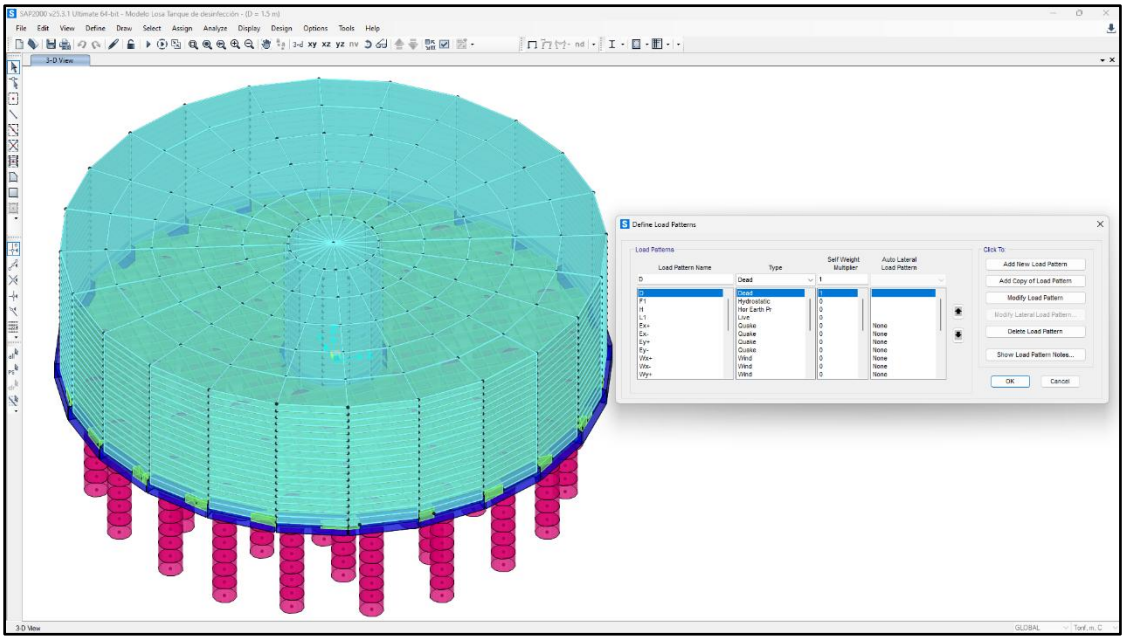


Figura 2.1.1 Carga muerta y peso propio.

2.2 Evaluación de la presión de viento en tanque de desinfección (W).

Región de viento:	5		NSR10: Figura B.6.4-1
Velocidad básica de viento servicio, V:	36	m/s	NSR10: Figura B.6.4-1
Factor de importancia para viento, I:	1.15		NSR10: Tabla B.6.5-1
Rugosidad de terreno:	C		NSR10: B.6.5.6.2
Exponente ley potencial de velocidad, α	9.5		NSR10: Tabla B.6.5-2
Altura nominal límite capa atmosférica, Zg	274.3	m	NSR10: Tabla B.6.5-2
Altura mínima, Zmin	4.5	m	NSR10: Tabla B.6.5-2
Altura de evaluación de presión, Z	13.864	m	Máx{Hs+Zr; Zmin}
Coeficiente de presión de velocidad, Kz:	1.07		NSR10: Tabla B.6.5-3
Factor de direccionalidad, Kd:	0.95		NSR10: Tabla B.6.5-4
Característica topográfica:	Escarpe		NSR10: Figura B.6.5-1
Longitud media horizontal de la colina, Lh:	2000	m	NSR10: Figura B.6.5-1
Altura de la colina, H:	500	m	NSR10: Figura B.6.5-1
Relación para K1, H/Lh	0.21		NSR10: Figura B.6.5-1
Factor de aumento máximo de velocidad, K1:	0.17		NSR10: Figura B.6.5-1
Distancia desde la cresta al sitio, x:	500	m	NSR10: Figura B.6.5-1
Relación para K2, x/Lh	0.25		NSR10: Figura B.6.5-1
Factor de aumento de velocidad, K2:	0.94		NSR10: Figura B.6.5-1
Altura sobre el nivel del terreno local, z:	100	m	NSR10: Figura B.6.5-1
Relación para K3, z/Lh	0.05		NSR10: Figura B.6.5-1
Factor de reducción de aumento de vel., K3:	0.89		NSR10: Figura B.6.5-1
Factor topográfico, Kzt:	1.30		NSR10: Figura B.6.5-1
Presión por velocidad en servicio, qz:	1.214	kPa	NSR10: B.6.5-13
Factor de ráfaga, G:	1.00		AWWA D103-19: 15.1.4
Clasificación de cerramiento:	Cerrado		NSR10: B.6.5.9
Área expuesta proyectada a barlovento, Af:	449.21	m²	D.Hs+SegmentoCircular
Ángulo de ápice de cubierta:	16.41	°	atan (2. Hr/D)
Coeficiente de fuerza, Cf:	0.60		AWWA D103-19: Tabla 9
Cortante basal a viento en servicio, Vws:	245.43	kN	NSR10: B.6.5-26
Momento debido a viento en servicio, Mws:	3402.66	kN.m	Vw.Z

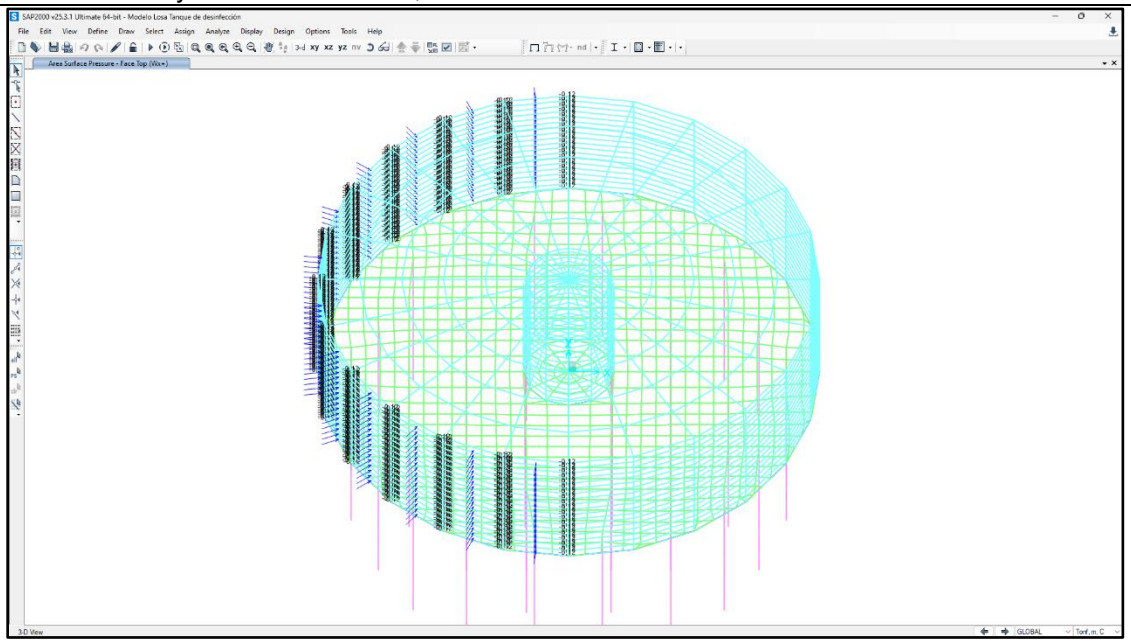


Figura 2.2.1 Asignación presión de viento X+.

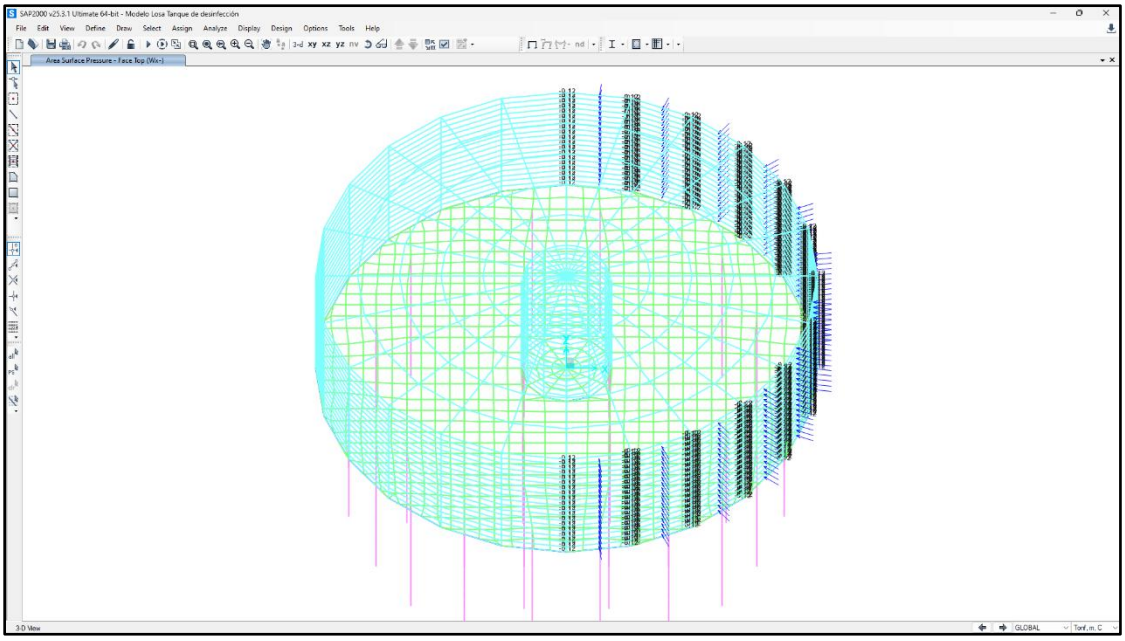


Figura 2.2.2 Asignación presión de viento X-.

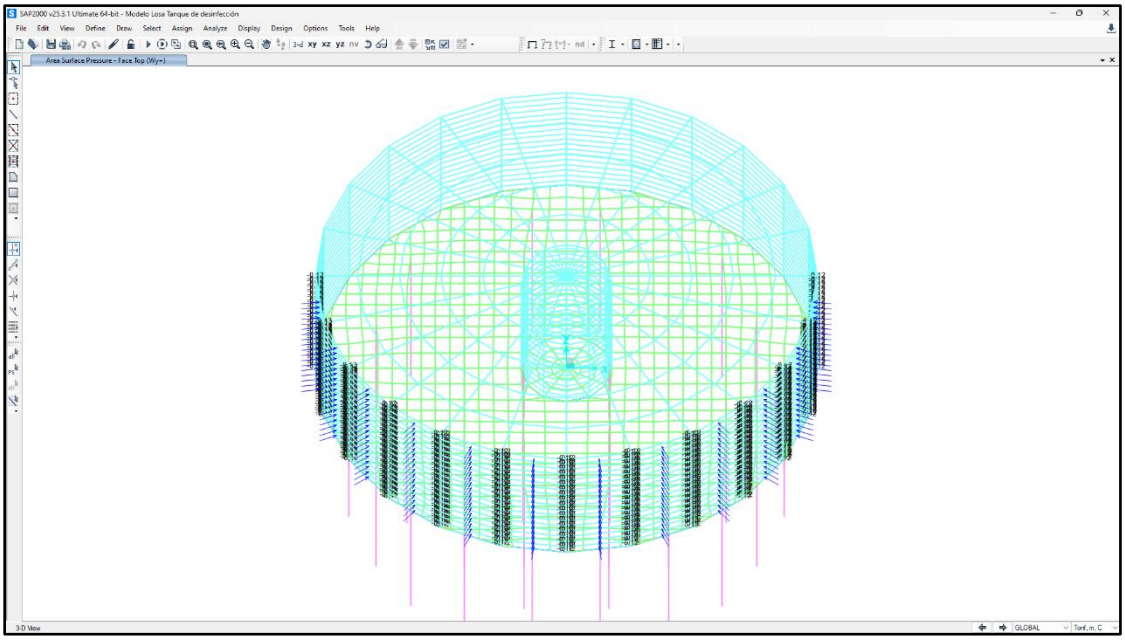


Figura 2.2.3 Asignación presión de viento Y+.

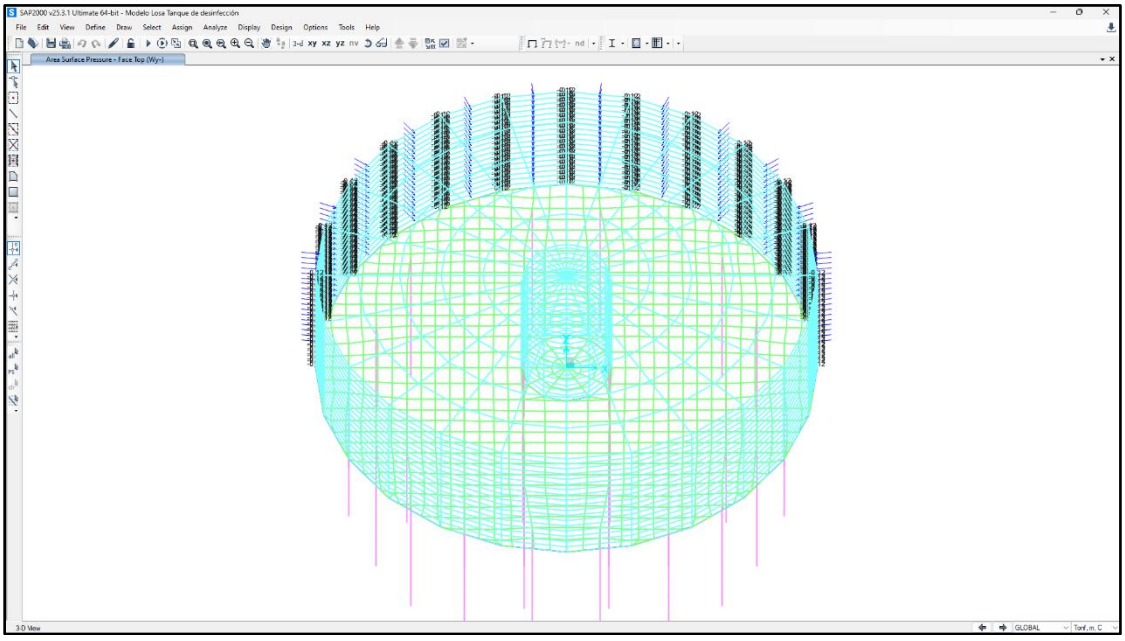


Figura 2.2.4 Asignación presión de viento Y-.

2.3 Evaluación de la presión hidrostática en tanque de desinfección (F1).

Los tanques en fibra tienen diámetro de 32,401 m y altura de 9,094 m, se evaluan los valores a asignar en el joint patterns.

Tabla 2.3.1 Evaluación presión hidrostática para tanque de desinfección (F1).

PRESIÓN HIDROSTÁTICA TANQUE DE DESINFECCIÓN F1 (h=8,50 m)

γ = 1000 kgf/m3 (Peso específico del material de relleno)

h (m)	Presión (kgf/m2)
0,00	0
0,50	500
1,00	1000
1,50	1500
2,00	2000
2,50	2500
3,00	3000
3,50	3500
4,00	4000
4,50	4500
5,00	5000
5,50	5500
6,00	6000
6,50	6500
7,00	7000
7,50	7500
8,00	8000
8,50	8500

MATRIZ

C	D		TERMINOS INDEPENDIENTES
			ind
8,50	1,0	=	0,0
0,00	1,0	=	8500,0

MATRIZ INVERSA

0,1	-0,1
0,0	1,0

CONSTANTES

C= -1000,0
D= 8500,0

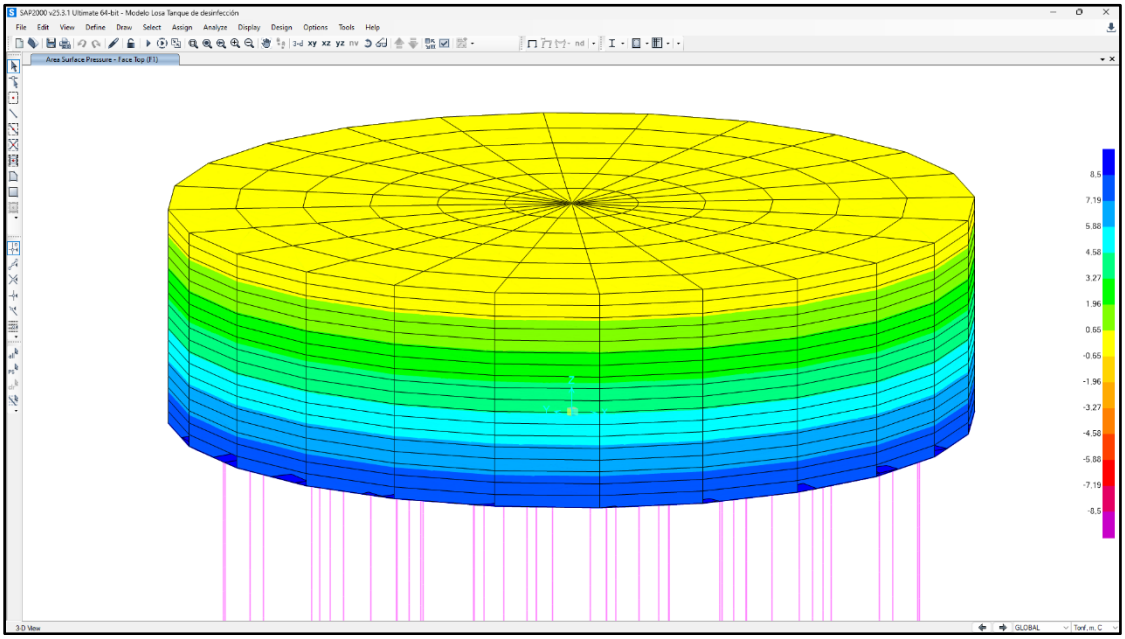
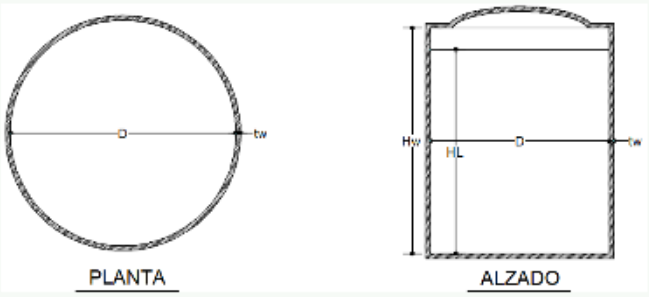


Figura 2.3.1 Asignación presión hidrostática en tanque de desinfección (F1).

2.4 Evaluación de presión hidrodinámica en tanque de desinfección ACI 350-06.

Tabla 2.4.1 Evaluación presión hidrodinámica en tanque de desinfección.

DISEÑO SÍSMICO ACI 350.3-06 (Tanque Circular)



1. Geometría del Tanque:

$D := 32.401\ m$	*Diámetro del tanque.*	$t_w := 25\ mm$	*Espesor muro tanque.*
$H_w := 9.094\ m$	*Altura del tanque.*	$t_r := 25\ mm$	*Espesor cubierta tanque.*
$H_L := 8.332\ m$	*Nivel del fluido.*	$F := \frac{D}{H_L} = 3.89$	

2. Propiedades Mecánicas y Físicas:

$\gamma_w := 20\ \frac{kN}{m^3}$	*Peso específico del tanque.*	$\gamma_L := 10\ \frac{kN}{m^3}$	*Peso específico del fluido.*
$E_w := 54000\ MPa$	*Módulo de elasticidad del tanque.*		

3. Movimiento Sísmico:

$A_a = 0.15$ $A_v = 0.1$ $F_a = 1.35$ $F_v = 2.08$

	Uso del tanque	Factor I
III	Tanques con contenido peligroso	1,5
II	Tanques que deben seguir en uso por razones de	1,25
I	Tanques no incluidos en las categorías II o III	1

$I = 1.25$

4. Factor de Modificación de Respuesta:

FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA, R			
Tipo de estructura	R		R_i
	Superficial	Enterrado	
Tanques base flexible anclados	3,25	3,25	1,00
Tanques base articulada o empotrada	2,00	3,00	1,00
Tanques no anclados confinados o sin confinar	1,50	2,00	1,00
Tanques elevados con pedestales	2,00	-	1,00

$R_i = 1.50$

$R_o = 1.00$

5. Cálculos Varios a partir de las Propiedades Geométricas, Mecánicas y Físicas:

$A_w = \frac{\pi}{4}(D)^2 = 824.53\ m^2$ *Área del tanque.*

$V_w = \frac{\pi}{4}(D)^2 \cdot (H_w) = 7498.28\ m^3$ *Volumen del tanque.*

$V_L = \frac{\pi}{4}(D)^2 \cdot H_L = 6889.99\ m^3$ *Volumen del fluido.*

$W_w = \gamma_w \cdot (\pi \cdot D) \cdot t_w \cdot H_w = 462.84\ kN$ *Peso total muro tanque.*

$W_r = \gamma_w \cdot \frac{\pi}{4}(D)^2 \cdot t_r = 412.27\ kN$ *Peso total cubierta tanque.*

6. Peso Equivalente por Aceleración del Fluido:

$W_L = A_w \cdot H_L \cdot \gamma_L = 68699.88$ kN — *Peso del fluido.*

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh(0.866\ F)}{0.866\ F}$$ Entonces,

$W_i = 20351.52$ kN — *Peso impulsivo del fluido.*

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.230\ F \cdot \tanh\left(3.68\ \frac{H_L}{D}\right)$$ Entonces,

$W_c = 45354.03$ kN — *Peso convectivo del fluido.*

7. Alturas al Centro de Gravedad:

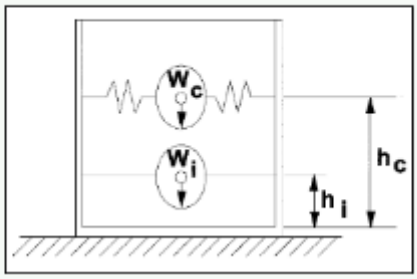
$\frac{D}{H_L} < 1.333$ Entonces, $\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375\left(\frac{D}{H_L}\right)$

$\frac{D}{H_L} \geq 1.333$ Entonces, $\frac{h_i}{H_L} = 0.375$

Por lo tanto, $h_i = 3.12$ m

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left(3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right) - 1}{3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\sinh\left(3.68\left(\frac{H_L}{D}\right)\right)}$$

Por lo tanto, $h_c = 4.45$ m



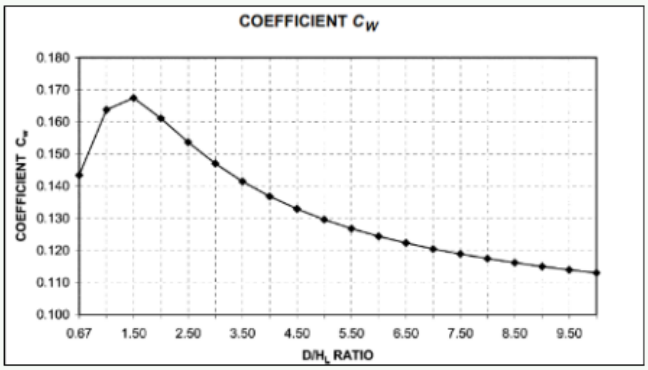
8. Coeficiente Efectivo de Masa:

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

Entonces,

$\varepsilon = 0.51$ ¿CUMPLE? = "SI"

9. Propiedades Dinámicas:



Para $\frac{D}{H_L} > 0.667$

Por lo tanto, $C_w = 0.138$

$$C_l := C_w \cdot \left(\sqrt{\frac{t_w}{10\left(\frac{D}{2}\right)}} \right)$$

Por lo tanto, $C_l = 0.00171$

$$\omega_i := C_l \cdot \frac{1}{H_L} \cdot \sqrt{E_w \cdot \frac{g}{\gamma_w}}$$

Por lo tanto, $\omega_i = 1.06 \ \frac{rad}{s}$

$$T_i := \frac{2\,\pi}{\omega_i}$$

Por lo tanto, $T_i = 5.95 \ s$

$$\lambda := \sqrt{3.68 \ g \cdot \tanh\left(3.68 \left(\frac{H_L}{D}\right)\right)}$$

Por lo tanto, $\lambda = 5.16 \ \frac{\sqrt{m}}{s}$

$$\omega_c := \frac{\lambda}{\sqrt{D}}$$

Por lo tanto, $\omega_c = 0.91 \ \frac{rad}{s}$

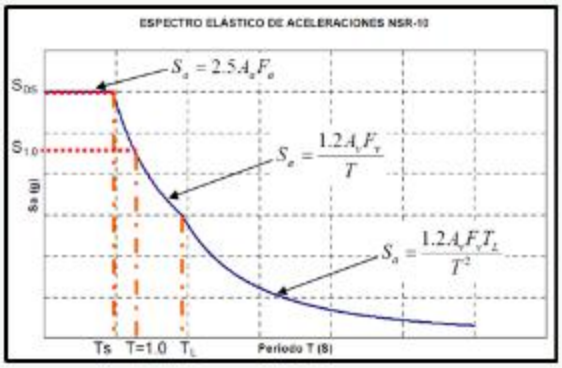
$$T_o := \frac{2\,\pi}{\omega_o}$$

Por lo tanto, $T_o = 6.93\ s$

$$T_v := 2\,\pi \cdot \sqrt{\frac{\gamma_L \cdot D \cdot H_L^{\,2}}{2\,g \cdot t_w \cdot E_w}}$$

Por lo tanto, $T_v = 0.18\ s$

10. Coeficientes de Respuesta Sísmica:



$$T_c = \frac{S_{D1}}{S_{DS}} \qquad S_{D1} = 0.25 \quad ; \quad S_{DS} = 0.51$$

Entonces,

$T_c = 0.49\ s$

Coeficiente C_i:

$T_i \leq T_s$ Entonces, $C_i = S_{DS}$

$T_i > T_s$ Entonces, $C_i = \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{DS}$

Por lo tanto, $C_i = 0.04$

Coeficiente C_c:

$T_c \leq \frac{1.6}{T_s}$ Entonces, $C_c = \frac{1.5\ S_{D1}}{T_c} \leq 1.5\ S_{DS}$

$T_c > \frac{1.6}{T_s}$ Entonces, $C_c = \frac{2.4\ S_{DS}}{T_c^2}$

Por lo tanto, $C_c = 0.03$

Coeficiente C_t:

$T_v \leq T_s$ Entonces, $C_t = S_{DS}$

$T_v > T_s$ Entonces, $C_t = \frac{S_{D1}}{T_v}$

Por lo tanto, $C_t = 0.51$

11. Fuerza Total Impulsiva, Convectiva e Inercial Lateral de la Aceleración del Muro y Cubierta:

$P_i := C_i \cdot I \cdot \left(\frac{W_i}{R_i}\right) = 711.9\ kN$ *Fuerza impulsiva.*

$P_o := C_o \cdot I \cdot \left(\frac{W_o}{R_o}\right) = 1434.42\ kN$ *Fuerza convectiva.*

$P_w := C_i \cdot I \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot W_w}{R_i}\right) = 8.21\ kN$ *Fuerza inercial lateral por la aceleración del muro.*

$Pr := C_i \cdot I \cdot \left(\frac{W_r}{R_i}\right) = 14.42\ kN$ *Fuerza inercial lateral por la aceleración de la cubierta.*

12. Presión Hidrodinámica Impulsiva:

Nota. El ángulo theta maximizará la carga cuando este sea igual a 0 y esta irá disminuyendo a medida que el valor de theta se aproxime a 90 hasta hacer la carga 0.

$$\theta := \begin{bmatrix} 0 \\ 7.5 \\ 22.5 \\ 37.5 \\ 52.5 \\ 67.5 \\ 82.5 \\ 90 \end{bmatrix} \cdot \circ$$

La distribución horizontal de las presiones dinámicas a través del diámetro del estanque (D), se pueden asumir como:

$$P_{iyHL} := \frac{2 \cdot P_i \left(4 H_L - 6 h_i - (6 H_L - 12 h_i) \cdot \left(\frac{H_L}{H_L}\right)\right)}{2 \pi \cdot r \cdot H_L^2} \cdot \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 42.8 \\ 42.43 \\ 39.54 \\ 33.95 \\ 26.05 \\ 16.38 \\ 5.59 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

$$P_{iy0} := \frac{2 \cdot P_i \left(4 H_L - 6 h_i - (6 H_L - 12 h_i) \cdot \left(\frac{0 \cdot m}{H_L}\right)\right)}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot H_L^2} \cdot \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 299.58 \\ 297.01 \\ 276.77 \\ 237.67 \\ 182.37 \\ 114.64 \\ 39.1 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

13. Presión Hidrodinámica Convectiva:

Nota. El ángulo theta maximizará la carga cuando este sea igual a 0 y esta irá disminuyendo a medida que el valor de theta se aproxime a 90 hasta hacer la carga 0.

$$\theta := \begin{bmatrix} 0 \\ 7.5 \\ 22.5 \\ 37.5 \\ 52.5 \\ 67.5 \\ 82.5 \\ 90 \end{bmatrix} \cdot °$$

La distribución horizontal de las presiones dinámicas a través del diámetro del estanque (D), se pueden asumir como:

$$P_{oyHL} := \frac{16 \cdot P_o \left(4\,H_L - 6\,h_o - \left(6\,H_L - 12\,h_o\right) \cdot \left(\frac{H_L}{H_L}\right)\right)}{2 \cdot 9 \cdot \pi \cdot r \cdot H_L^{\,2}} \cdot \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 369.61 \\ 366.45 \\ 341.47 \\ 293.23 \\ 225 \\ 141.44 \\ 48.24 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

$$P_{oy0} := \frac{16 \cdot P_o \left(4\,H_L - 6\,h_o - \left(6\,H_L - 12\,h_o\right) \cdot \left(\frac{0 \cdot m}{H_L}\right)\right)}{2 \cdot 9 \cdot \pi \cdot r \cdot H_L^{\,2}} \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 243.6 \\ 241.51 \\ 225.05 \\ 193.26 \\ 148.29 \\ 93.22 \\ 31.8 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

14. Presión Inercial Lateral de la Aceleración del Muro:

La distribución horizontal de las presiones dinámicas a través del diámetro del estanque (D), se pueden asumir como:

$$P_{wy} := \frac{P_w}{2 \cdot H_w \cdot \pi \cdot r} = 1.79 \frac{kgf}{m^2}$$

15. Presión Hidrodinámica por Efecto de la Aceleración Vertical:

$$\ddot{u}_v = C_t \cdot I \cdot \left(\frac{b}{R_i}\right) \geq 0.20\ S_{DS}$$

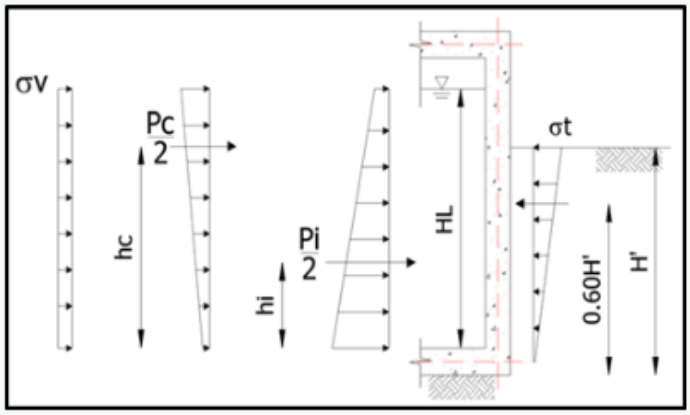
Por lo tanto, $\ddot{u}_v = 0.28$

$$P_{vy} = \ddot{u}_v \cdot \gamma_L$$

$$P_{vyHL} := \ddot{u}_v \cdot \left(\gamma_L \cdot \left(H_L - H_L\right)\right) = 0 \frac{kgf}{m^2}$$

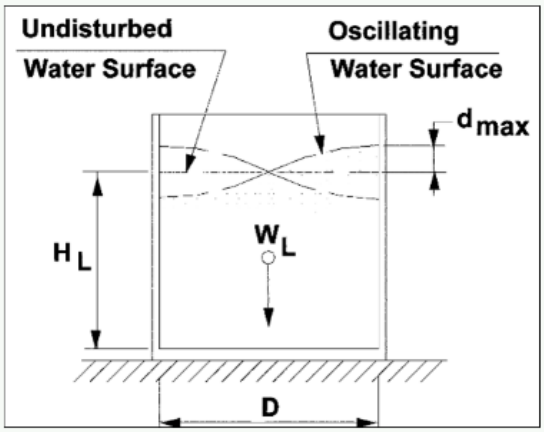
$$P_{vy0} := \ddot{u}_v \cdot \left(\gamma_L \cdot \left(H_L - 0\ m\right)\right) = 2389.58 \frac{kgf}{m^2}$$

16. Distribución de las Presiones Hidrodinámicas sobre muro:



18. Altura Libre para Oleaje:

$$d_{máx} := \frac{D}{2} \cdot C_c \cdot I = 51.24 \text{ cm}$$



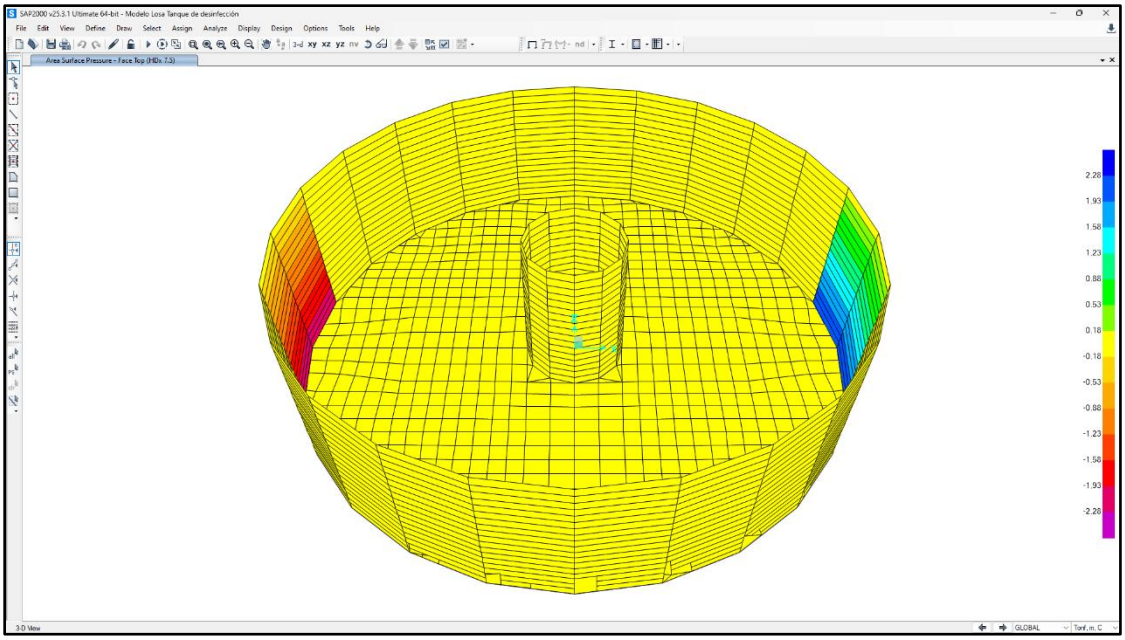


Figura 2.4.1 Asignación presión hidrodinámica X a 7.5 grados.

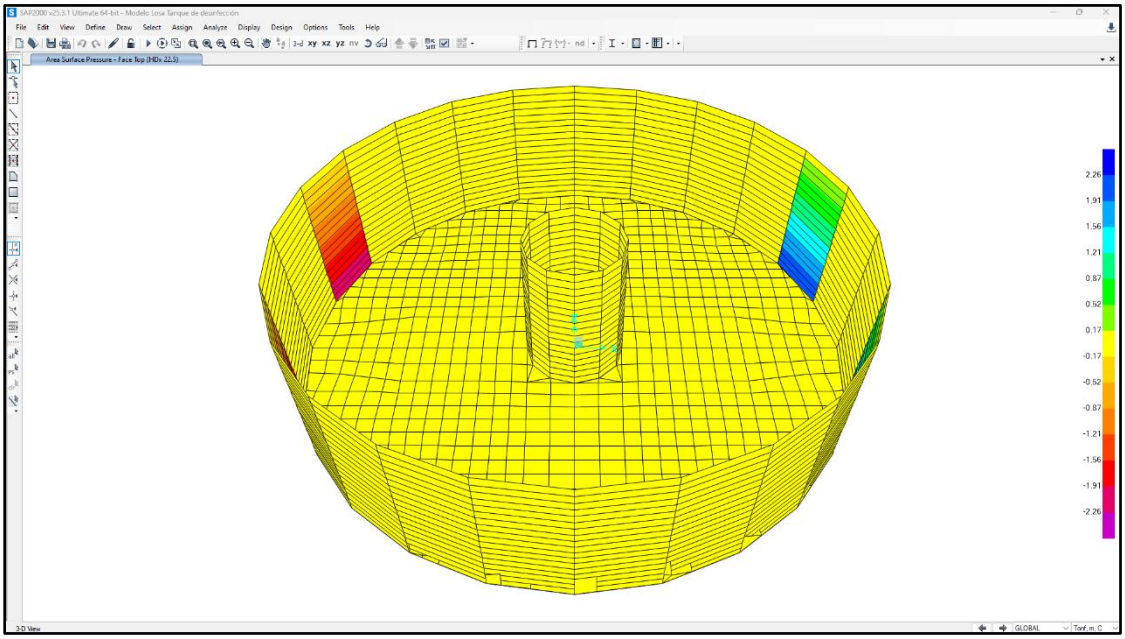


Figura 2.4.2 Asignación presión hidrodinámica X a 22.5 grados.

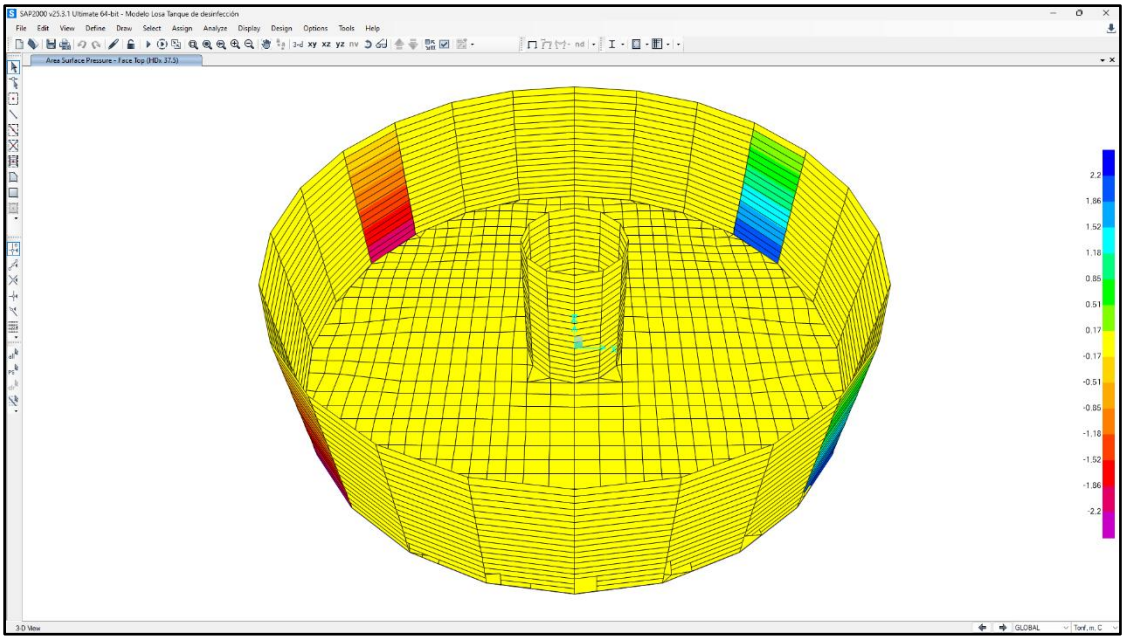


Figura 2.4.3 Asignación presión hidrodinámica X a 37.5 grados.

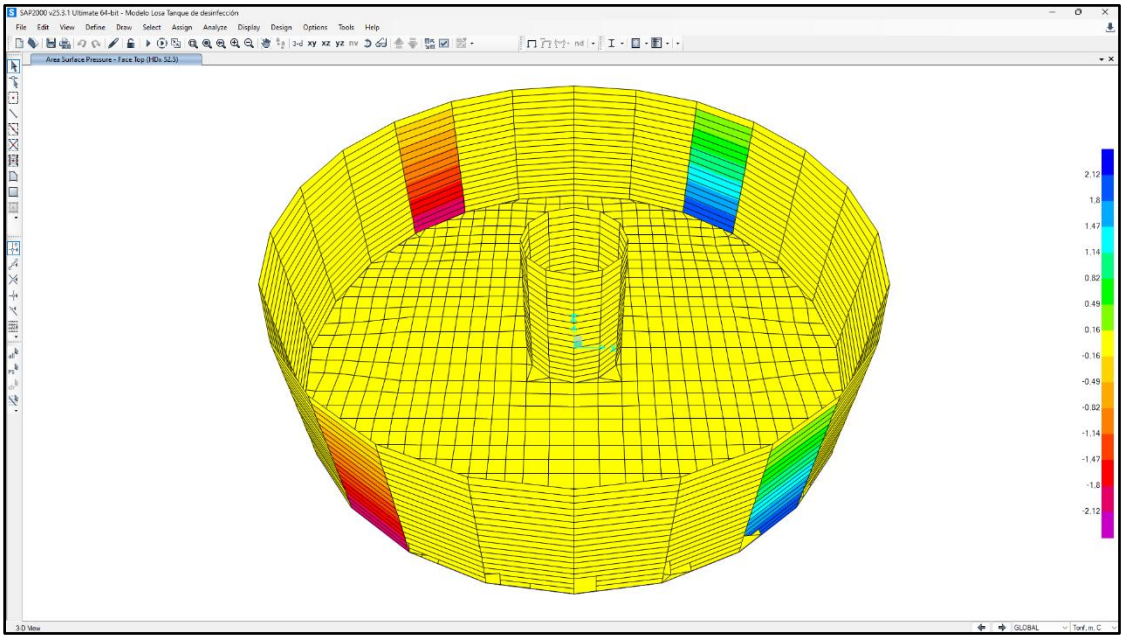


Figura 2.4.4 Asignación presión hidrodinámica X a 52.2 grados.

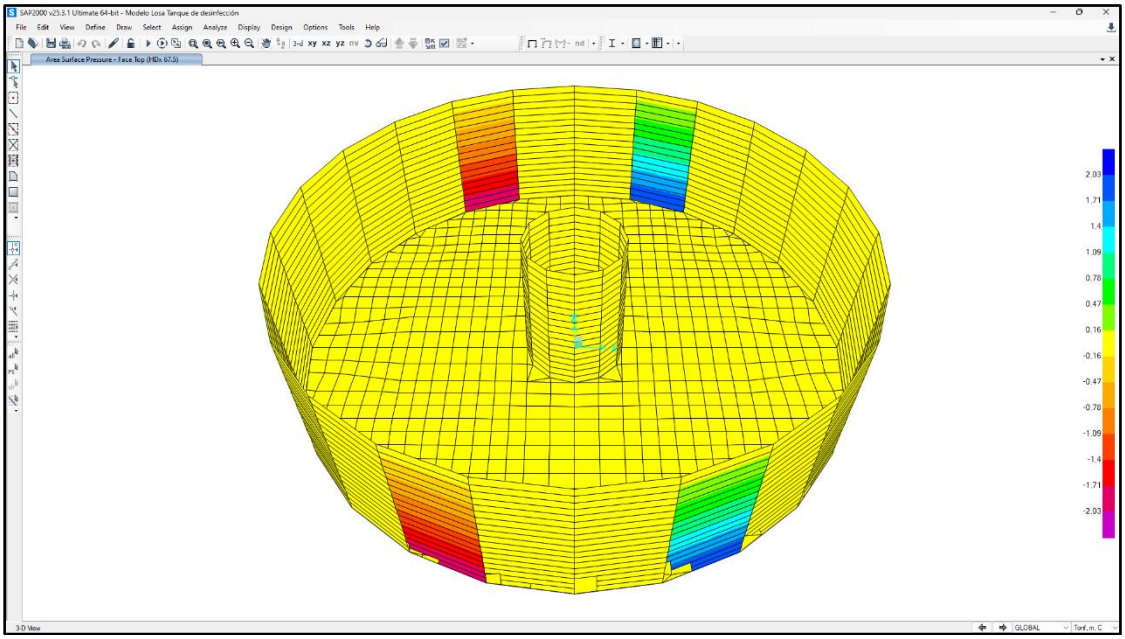


Figura 2.4.5 Asignación presión hidrodinámica X a 67.5 grados.

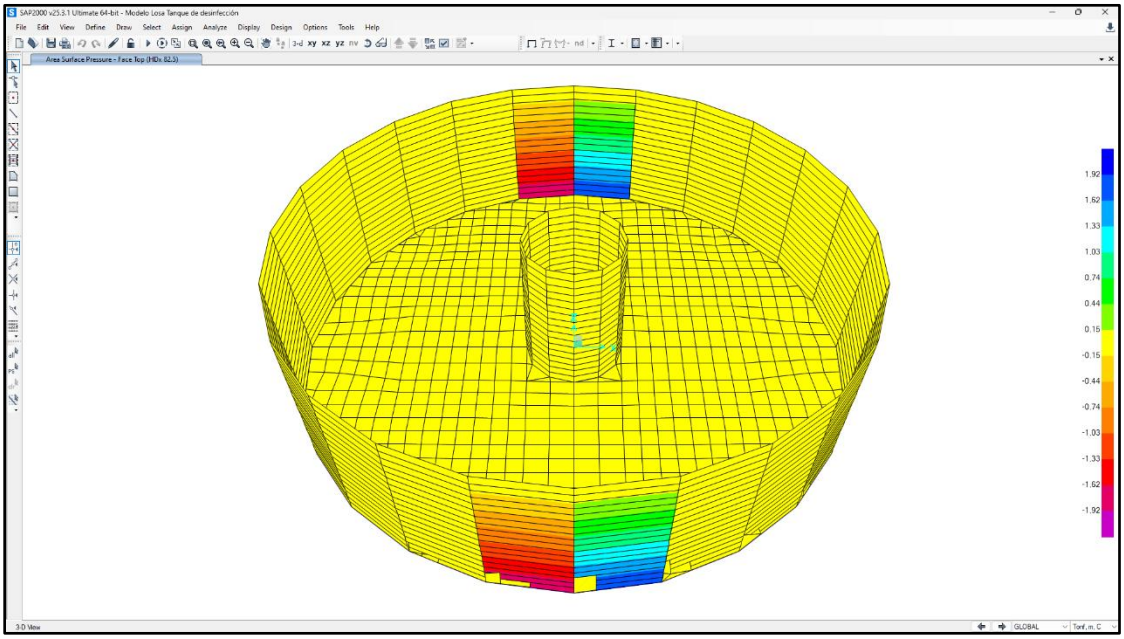


Figura 2.4.6 Asignación presión hidrodinámica X a 82.5 grados.

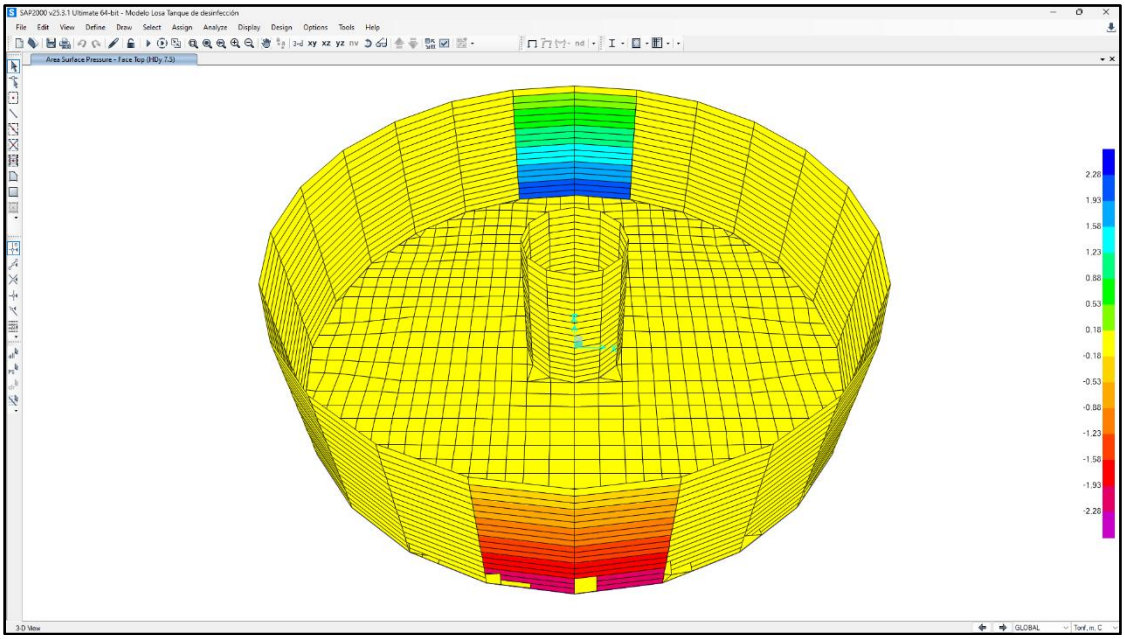


Figura 2.4.7 Asignación presión hidrodinámica Y a 7.5 grados.

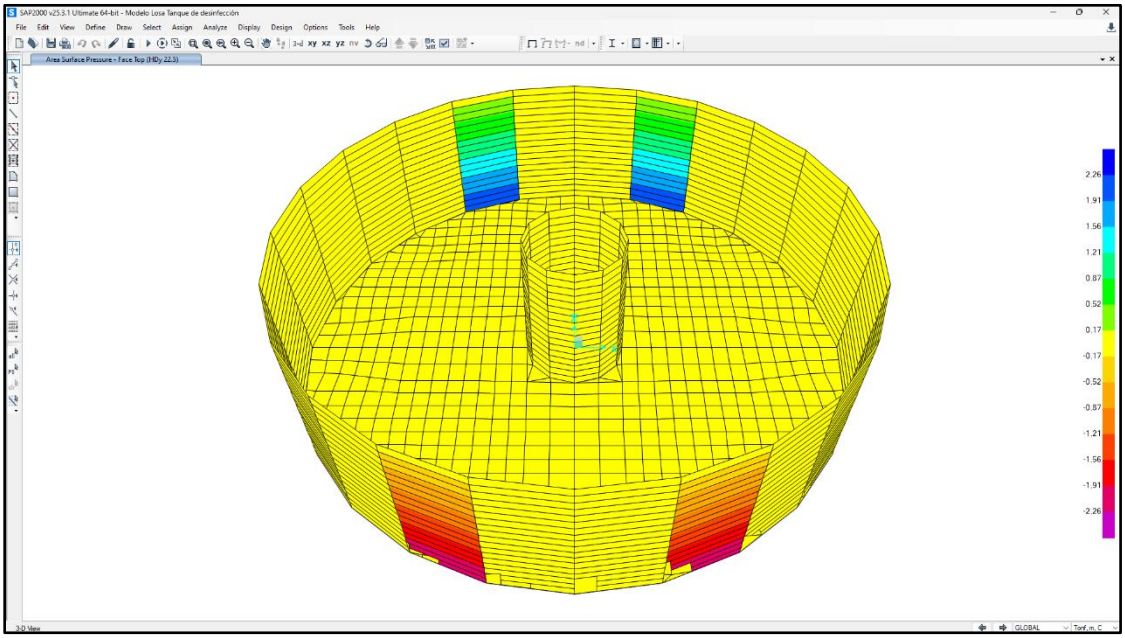


Figura 2.4.8 Asignación presión hidrodinámica Y a 22.5 grados.

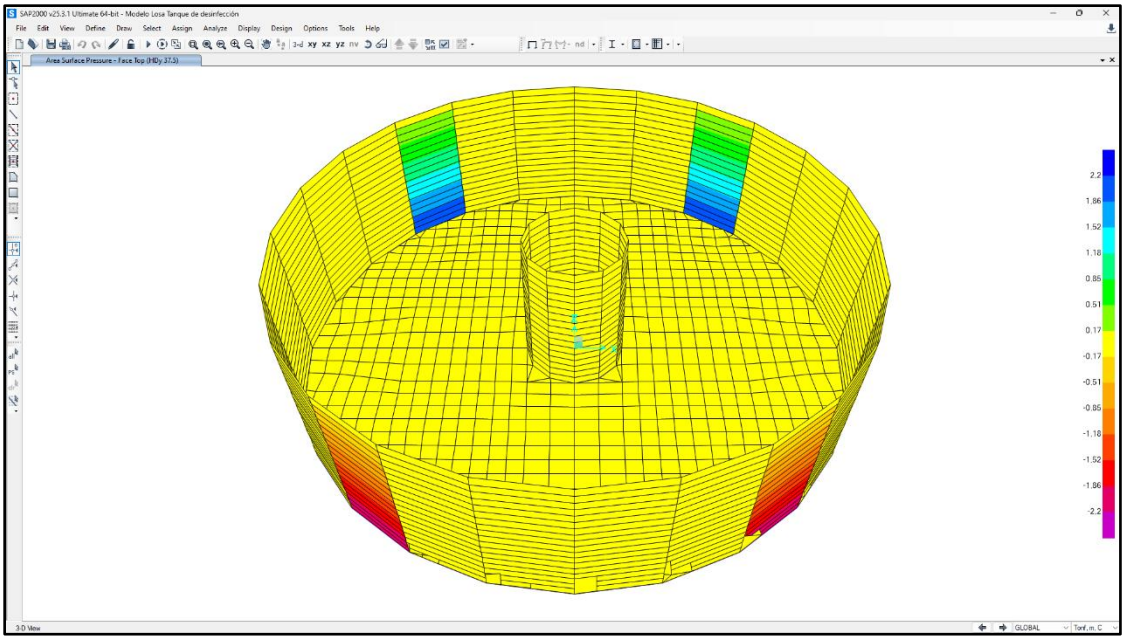


Figura 2.4.9 Asignación presión hidrodinámica Y a 37.5 grados.

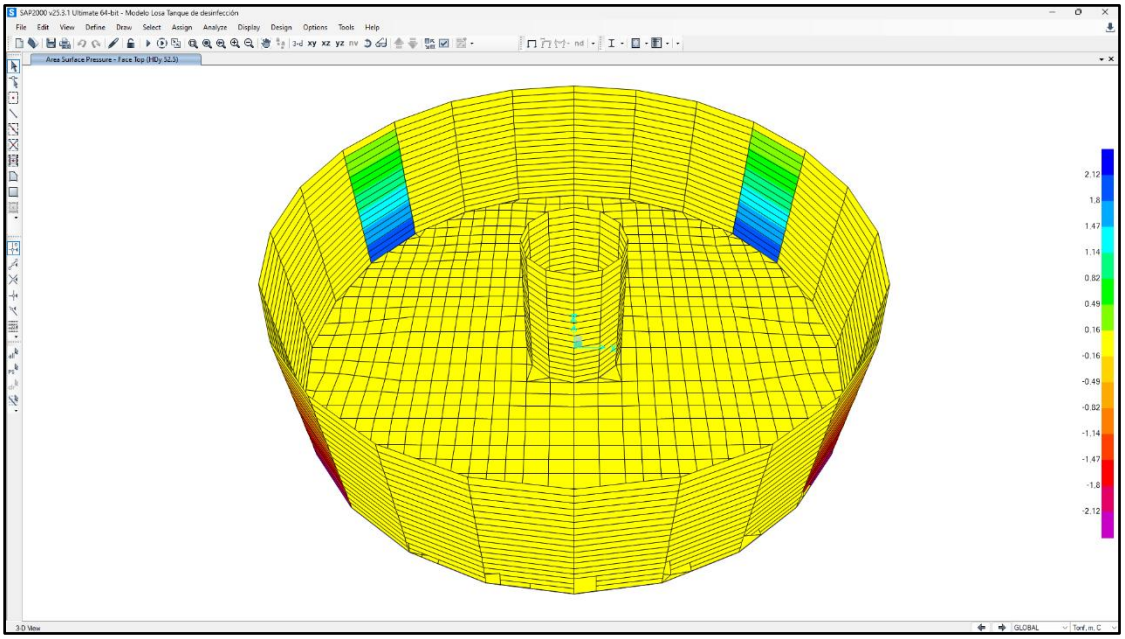


Figura 2.4.10 Asignación presión hidrodinámica Y a 52.2 grados.

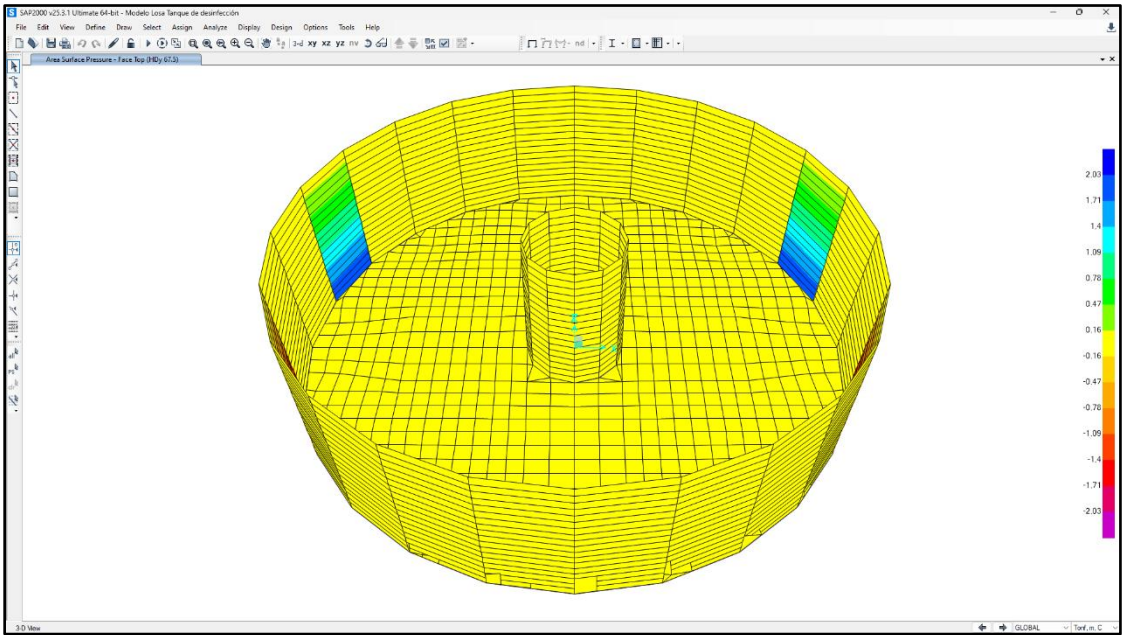


Figura 2.4.11 Asignación presión hidrodinámica Y a 67.5 grados.

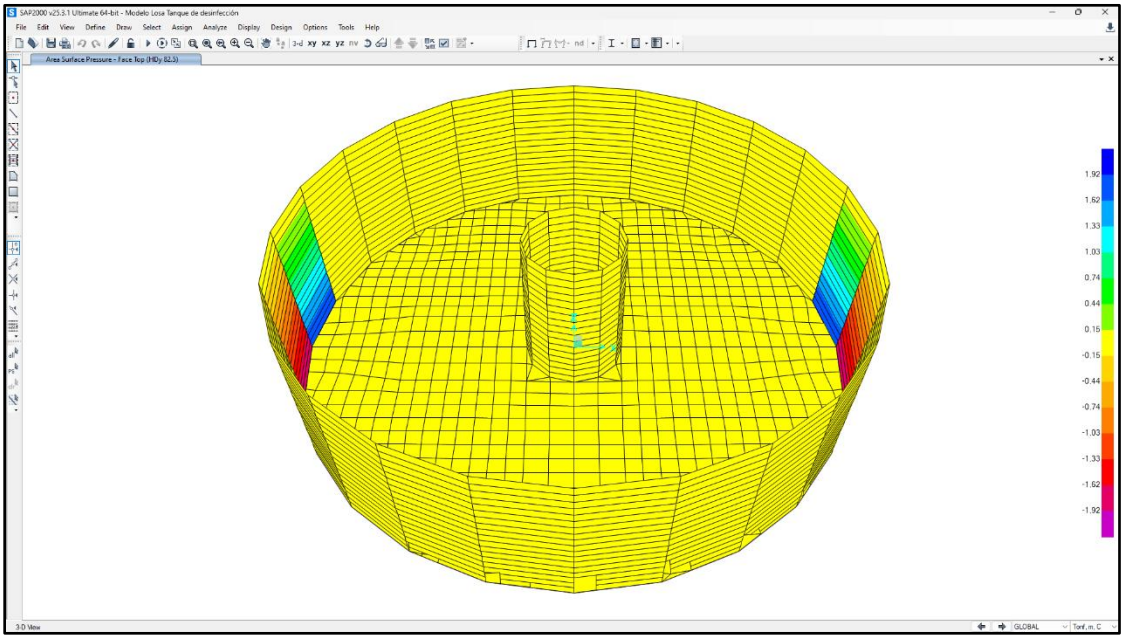


Figura 2.4.12 Asignación presión hidrodinámica Y a 82.5 grados.

2.5 Chequeo de flotación (subpresión).

Debido que la estructura es superficial no aplica este tipo de carga.

2.6 Presión activa de suelos en condiciones sísmicas.

Debido que la estructura es superficial no aplica este tipo de carga.

2.7 Evaluación del módulo de reacción del suelo.

Para la modelación de la losa de cimentación con el suelo de soporte se hace necesario acudir a un modelo flexible en la que se tenga en cuenta la interacción suelo estructura. En el método flexible aproximado de diseño, el suelo se supone equivalente a un número infinito de resortes elásticos, denominada a veces como la cimentación Winkler. La constante elástica de esos resortes supuestos se denomina el coeficiente *k* de reacción del subsuelo.

Para entender los conceptos fundamentales del diseño de cimentaciones flexibles considere una viga de ancho B1 y longitud infinita, como muestra la siguiente figura. La viga está sometida a una sola carga concentrada Q. de los fundamentos de la mecánica de materiales,

$$M = E_F I_F \frac{d^2z}{dx^2} \qquad (5.38)$$

donde M = momento en cualquier sección
E_F = módulo de elasticidad del material de la cimentación
I_F = momento de inercia de la sección transversal de la viga = $(\frac{1}{12}) B_1 h^3$
(véase la figura 5.9c)

Sin embargo,

$$\frac{dM}{dx} = \text{fuerza cortante} = V$$

y

$$\frac{dV}{dx} = q = \text{reacción del suelo}$$

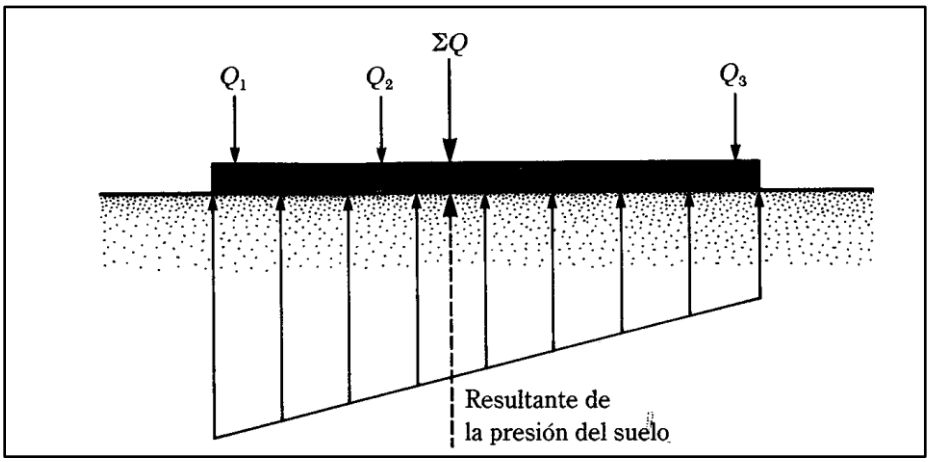


Figura 2.7.1 Resultante de la presión del suelo.

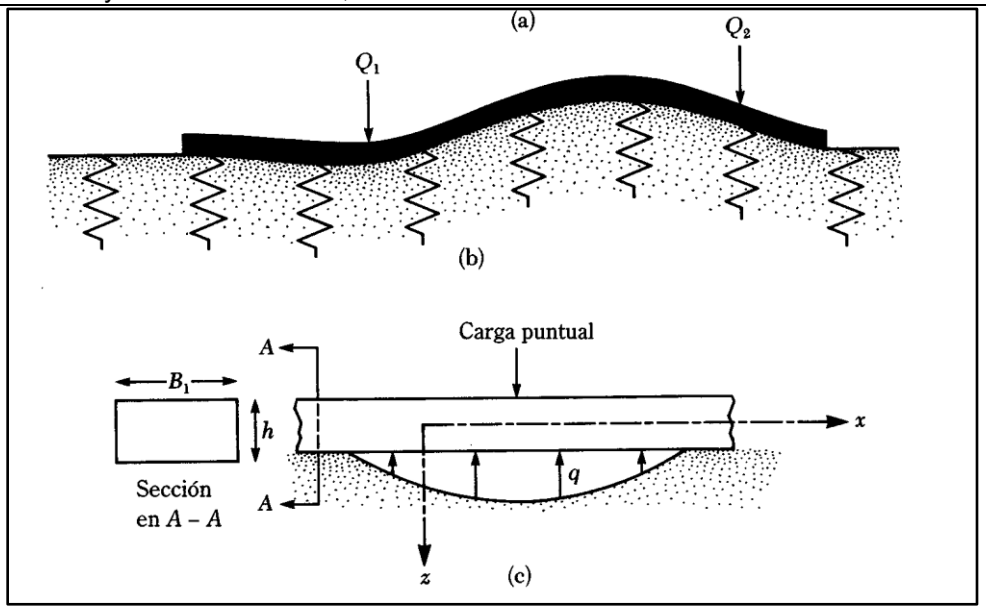


Figura 2.7.2 Interacción suelo estructura.

Por consiguiente,

$$\frac{d^2M}{dx^2} = q \tag{5.39}$$

Combinando las ecuaciones (5.38) y (5.39) se obtiene

$$E_F I_F \frac{d^4z}{dx^4} = q \tag{5.40}$$

Pero la reacción del suelo es

$$q = -zk'$$

donde z = deflexión
$k' = kB_1$
k = coeficiente de la reacción del subsuelo (kN/m^3 o lb/pulg^3)

Por tanto

$$E_F I_F = \frac{d^4z}{dx^4} = -zkB_1 \tag{5.41}$$

La solución de la ec. (5.41) es

$$z = e^{-\alpha x}(A' \cos \beta x + A'' \operatorname{sen} \beta x) \tag{5.42}$$

donde A' y A'' son constantes y

$$\beta = \sqrt[4]{\frac{B_1 k}{4E_F I_F}} \tag{5.43}$$

Los resortes empleados para considerar la interacción suelo-estructura serian:

Tabla 2.7.1 Evaluación de los resortes asignados.

Z (m)	D (m)	Kh (kgf/cm3)	A (cm2)	Kr (kgf/cm)
0,00	1,80	0,00	9000	0
1,00	1,80	0,13	18000	2350
2,00	1,80	0,45	18000	8165
3,00	1,80	1,38	18000	24771
4,00	1,80	1,89	18000	33945
5,00	1,80	2,40	18000	43119
6,00	1,80	2,91	18000	52294
7,00	1,80	3,41	18000	61468
8,00	1,80	9,81	9000	88303

Asignación de resortes para evaluar la interacción suelo-estructura.

Tabla 2.7.2 Resortes asignados a los pilotes.

TABLE: Joint Spring Assignments 1 - Uncoupled							
Joint	CoordSys	U1	U2	U3	R1	R2	R3
Text	Text	Kgf/cm	Kgf/cm	Kgf/cm	Kgf-cm/rad	Kgf-cm/rad	Kgf-cm/rad
104	Local	2350	2350	0	0	0	0
105	Local	8165	8165	0	0	0	0
106	Local	24771	24771	0	0	0	0
107	Local	33945	33945	0	0	0	0
108	Local	43119	43119	0	0	0	0
109	Local	52294	52294	0	0	0	0
650	Local	61468	61468	0	0	0	0
651	Local	88303	88303	0	0	0	0

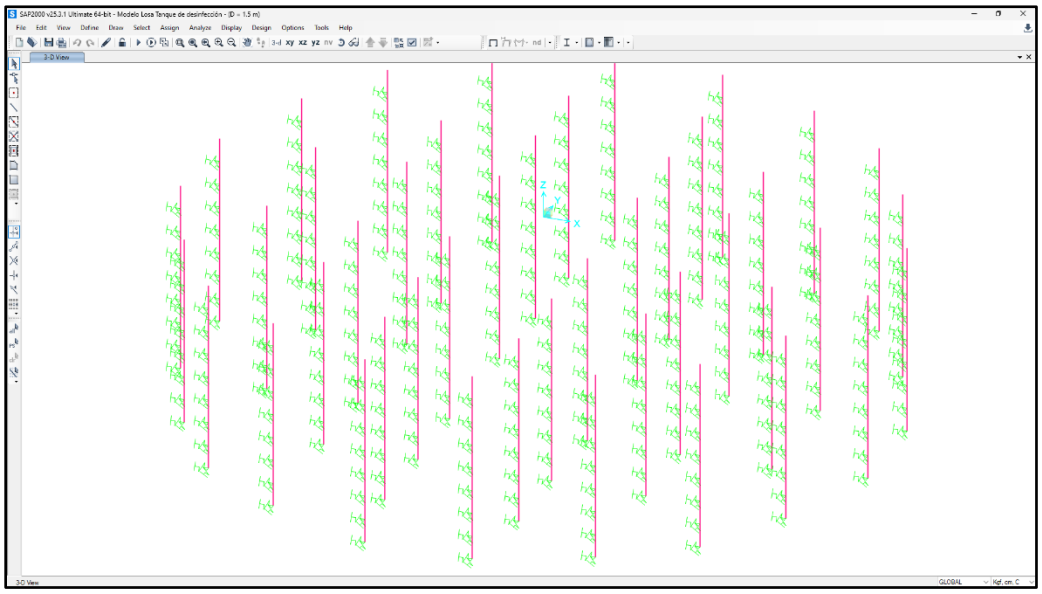


Figura 2.7.3 Modelo con resortes.

3.0 COMBINACIONES DE CARGA (NSR-10, CAPITULO B.2)

Las diversas cargas (viva, muerta, empuje lateral de tierra, fuerzas inerciales) deben combinarse con el objetivo de poder determinar las máximas solicitaciones sobre los elementos estructurales y estos puedan diseñarse de la manera más conveniente.

COMBINACIONES BASICAS: Las estructuras de concreto o mampostería estructural, sus componentes y su cimentación deben diseñarse de tal manera que sus resistencias de diseño excedan los efectos de las cargas mayoradas de acuerdo con las siguientes combinaciones:

D = carga Muerta consistente en:
(a) peso propio del elemento.
(b) peso de todos los materiales de construcción incorporados a la edificación y que son permanentemente soportados por el elemento, incluyendo muros y particiones divisorias de espacios.
(c) peso del equipo permanente.

E = fuerzas sísmicas reducidas de diseño $\left(\mathbf{E} = \mathbf{F_s}/\mathbf{R}\right)$ que se emplean para diseñar los miembros estructurales.

$\mathbf{E_d}$ = fuerza sísmica del umbral de daño.

F = cargas debidas al peso y presión de fluidos con densidades bien definidas y alturas máximas controlables.

$\mathbf{F_a}$ = carga debida a inundación.

$\mathbf{F_s}$ = fuerzas sísmicas calculadas de acuerdo con los requisitos del Título A del Reglamento.

G = carga debida al granizo, sin tener en cuenta la contribución del empozamiento.

L = cargas vivas debidas al uso y ocupación de la edificación, incluyendo cargas debidas a objetos móviles, particiones que se pueden cambiar de sitio. $\mathbf{L}$ incluye cualquier reducción que se permita. Si se toma en cuenta la resistencia a cargas de impacto este efecto debe tenerse en cuenta en la carga viva $\mathbf{L}$.

$\mathbf{L_e}$ = carga de empozamiento de agua.

$\mathbf{L_r}$ = carga viva sobre la cubierta.

$\mathbf{L_0}$ = carga viva sin reducir, en kN/m^2. Véase B.4.5.1.

H = cargas debidas al empuje lateral del suelo, de agua freática o de materiales almacenados con restricción horizontal.

$\mathbf{R_0}$ = coeficiente de capacidad de disipación de energía básico definido para cada sistema estructural y cada grado de capacidad de disipación de energía del material estructural. Véase el Capítulo A.3.

R = coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño, corresponde al coeficiente de disipación de energía básico multiplicado por los coeficientes de reducción de capacidad de disipación de energía por irregularidades en altura y en planta, y por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica $\left(\mathbf{R} = \phi_a\phi_p\phi_r\mathbf{R_0}\right)$. Véase el Capítulo A.3.

T = fuerzas y efectos causados por efectos acumulados de variación de temperatura, retracción de fraguado, flujo plástico, cambios de humedad, asentamiento diferencial o combinación de varios de estos efectos.

W = carga de Viento.

Combinaciones de carga para estructuras de concreto que deben ser usadas:

$1.4(D+F)$	(B.2.4-1)
$1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-2)
$1.2D+1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)+(L \text{ ó } 0.8W)$	(B.2.4-3)
$1.2D+1.6W+1.0L+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-4)
$1.2D+1.0E+1.0L$	(B.2.4-5)
$0.9D+1.6W+1.6H$	(B.2.4-6)
$0.9D+1.0E+1.6H$	(B.2.4-7)

3.1 Combinaciones para diseño estructural.

Tabla 3.1.1 Combinaciones de diseño.

COMBO	DEAD	FLUIDS	SOILS	LIVE	EARTHQUAKE				HYDRODYNAMICS				WIND			
	D	F_1	H	L1	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-	H_2O x+	H_2O x-	H_2O y+	H_2O y-	Wx+	Wx-	Wy+	Wy-
1	1,4															
2	1,4	1,4														
3	1,2	1,2	1,6	1,6												
4	1,2	1,0	1,6	1,0	1,0				1,0							
5	1,2	1,0	1,6	1,0		1,0				1,0						
6	1,2	1,0	1,6	1,0			1,0				1,0					
7	1,2	1,0	1,6	1,0				1,0				1,0				
8	0,9												1,0			
9	0,9													1,0		
10	0,9														1,0	
11	0,9															1,0

Nota: la fuerza sísmica está dividida por el factor de reducción R=2.50

3.2 Combinaciones para chequeo a servicio.

Tabla 3.2.1 Combinaciones de servicio.

COMBO	DEAD	FLUIDS	SOILS	LIVE	EARTHQUAKE				HYDRODYNAMICS				WIND			
	D	F_1	H	L1	Ex+	Ex-	Ey+	Ey-	H_2O x+	H_2O x-	H_2O y+	H_2O y-	Wx+	Wx-	Wy+	Wy-
1	1,0															
2	1,0	1,0														
3	1,0	1,0	1,0	1,0												
4	1,0	1,0	1,0		0,7				0,7							
5	1,0	1,0	1,0			0,7				0,7						
6	1,0	1,0	1,0				0,7				0,7					
7	1,0	1,0	1,0					0,7				0,7				
8	1,0												0,7			
9	1,0													0,7		
10	1,0														0,7	
11	1,0															0,7

4.0 MATERIALES (NSR-10, CAPÍTULOS C.3).

4.1 Concreto (Art. C.5.2).

F´c = 4000 Psi = 280 Kgf/cm^2 para losa y muros.
F´c = 3000 Psi = 210 Kgf/cm^2 para pilotes.

4.2 Acero de refuerzo Varillas (Art. C.3.5).

F_y = 60.000 Psi = 4200 Kgf/cm^2.

4.3 Perfiles de acero.

Platinas acero ASTM A572 Gr 50.
Perfiles IPE y HEA acero ASTM A572.
Perfil Angular acero ASTM A36 y ASTM A572 Gr 50.
Tubería Rectangular acero ASTM A500 Grado C.
Perlines ASTM-A1011 Gr 50.

4.4 Soldadura.

Para el ensamble de los elementos metálicos se deberá utilizar E70XX Y E60XX.

Todas las soldaduras, proceso y calificación de soldadores se ajustarán a los códigos A.W.S. D.1.1. de la AMERICAN WELDING SOCIETY, incluyendo certificación de los procedimientos de soldadura. Metal de aportación y fundentes para soldadura: los electrodos y fundentes para soldadura deben cumplir la norma correspondiente de la Sociedad Americana de Soldadura (American Welding Society, AWD).

4.5 Pernos.

Para las conexiones se emplearán pernos con calidad A325 ó en su defecto SAE grado 5.

5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS.

5.1 Modelo tridimensional Tanque (vista 1).

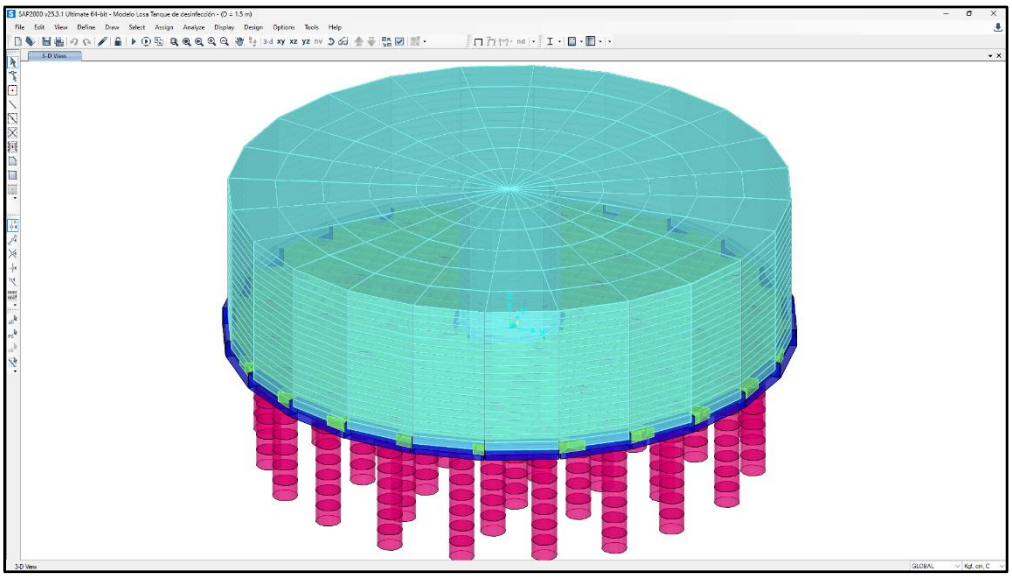


Figura 5.1.1 VISTA 1.

5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2).

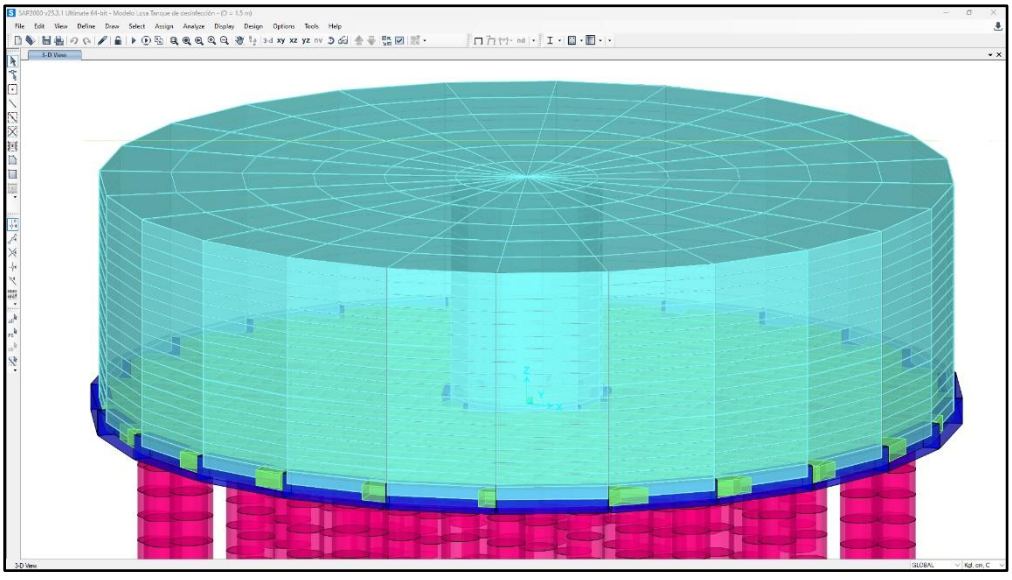


Figura 5.1.2 VISTA 2.

6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS.

6.1 Diseño losa de fundación.

6.1.1 Diseño a flexión losa de fundación.

- Momento M11 combo envolvente mínimo y máximo.

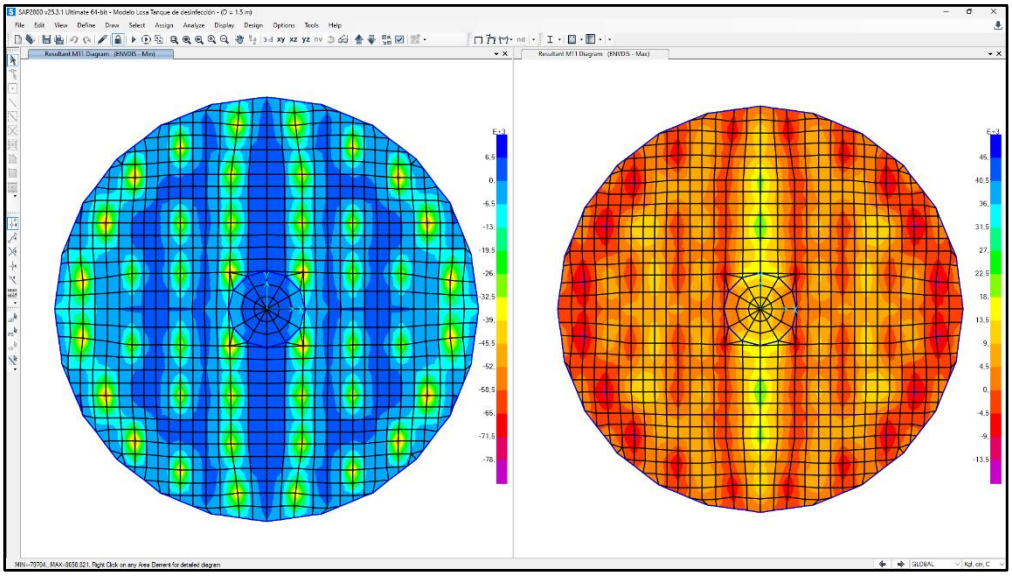


Figura 6.1.1 M11 losa de cimentación.

- Momento M22 combo envolvente mínimo y máximo.

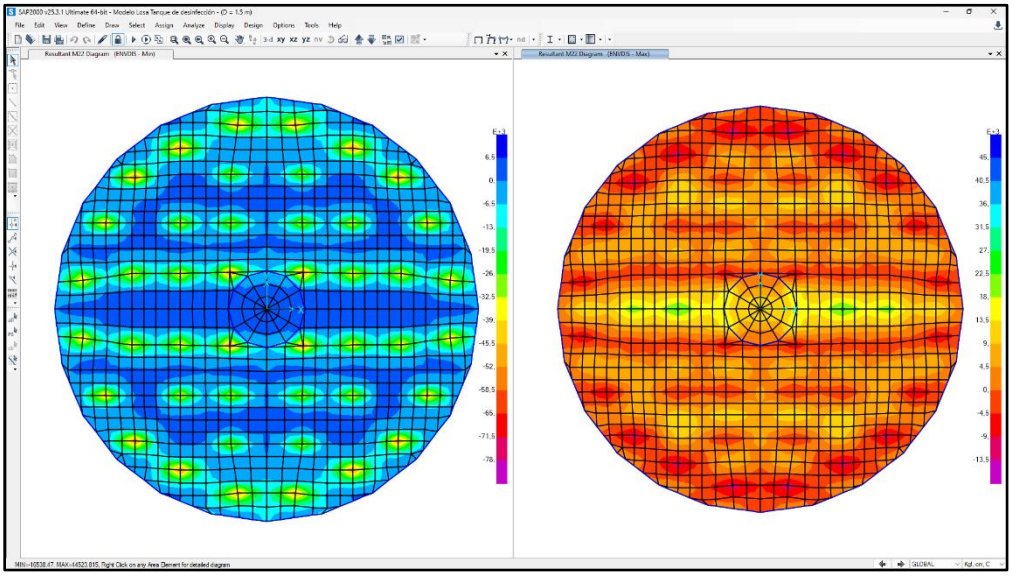


Figura 6.1.2 M22 losa de cimentación.

NOTA: Momentos en “tonf-m/m de ancho”.

Tabla 6.1.1-1 Diseño a flexión losa de cimentación.

DISEÑO A FLEXIÓN

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en losa para tanque de desinfección.

1)Propiedades de los materiales.			2)Propiedades geométricas.,			3)Cuantias	
f'c:	280	kgf/cm2	ELEMENTO	LOSA TK		β :	0,85
fy:	4200	kgf/cm2	b:	100	cm	ρ_{min}:	0,0030
Es:	2.000.000	kgf/cm2	d:	52,5	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286
εy :	0,0021		h:	60,0	cm	$\rho_{máx}$:	0,0180
m:	17,65		d':	7,5	cm		

ELEMENTO	ρ mínimo
VIGA	0,0033
LOSA ENT	0,0018
LOSA TK	0,0030

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

	SENTIDO X				SENTIDO Y							
Mu⁻ (ton-cm)		5236,00				5276,00						
Mu⁺ (ton-cm)	2364,00		2364,00		2364,00		2364,00					
K⁻ (ton/cm²)		0,01900				0,01914						
K⁺ (ton/cm²)	0,0086		0,00858		0,00858		0,00858					
$\phi_{inicial}$		0,90				0,90						
	0,90		0,90		0,90		0,90					
$\rho_{calculado}^{-}$		0,0053				0,0053						
$\rho_{calculado}^{+}$	0,0023		0,0023		0,0023		0,0023					
$\rho_{diseño}^{-}$		0,0053				0,0053						
$\rho_{diseño}^{+}$	0,0030		0,0030		0,0030		0,0030					
As⁻ (cm²)		27,67				27,89						
As⁺ (cm²)	15,75		15,75		15,75		15,75					
a (cm)		4,88				4,92						
	2,78		2,78		2,78		2,78					
c (cm)		5,7449				5,7911						
	3,2699		3,2699		3,2699		3,2699					
c/d (cm/cm)		0,1094				0,1103						
	0,0623		0,0623		0,0623		0,0623					
ϕ_{real}		0,90				0,90						
	0,90		0,90		0,90		0,90					
$\rho_{calculado}^{-}$		0,0053				0,0053						
$\rho_{calculado}^{+}$	0,0023		0,0023		0,0023		0,0023					
$\rho_{definitivo}^{-}$		0,0053				0,0053						
$\rho_{definitivo}^{+}$	0,0030		0,0030		0,0030		0,0030					
		1#7 @0.11 m				1#7 @0.11 m						
As(-) cm2		27,67				27,89						
As(+) cm2	15,75		15,75		15,75		15,75					
		1#5 @0.11 m				1#5 @0.11 m						

Página 1

6.1.2 Chequeo de fisuración losa de cimentación (NSR-10 C.23-C.9.2).

Tabla 6.1.2-1 Chequeo fisuración acero superior en losa de cimentación.

REVISIÓN DE LA FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DEL ACERO. NSR-10 C.23-C.9.2

SECCIÓN: Fisuración para losa de tnaque de desinfección

1) Propiedades de los materiales.

f'c:	280	kgf/cm2	fy:	4200	kgf/cm2
Ec	252.671	kgf/cm2	Es:	2.000.000	kgf/cm2
ε_{cu} :	0,0030		ε_y :	0,0021	
β1 :	0,85		n:	7,92	

2) Propiedades geométricas.

b:	100	cm
d:	52,5	cm
h:	60,0	cm
d':	7,50	cm

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	5236	ton-cm (momento último)
Ms:	4107	ton-cm (momento de servicio)
As	34,92	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	11,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	10504,897	cm3
Qinferior:	10504,897	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	14,49	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	47,67	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	2467	kgf/cm2

6) Selección tipo de exposición.

ϕ :	0,90
Tipo exposición	normal

Valores de β	
β	Espesor losa
1,20	h ≥ 400 mm
1,35	h < 400 mm
β =	1,20

Zona de exposición	fs,máx (kgf/cm2)	fs,min (kgf/cm2)
normal	2500	1700
severa	2327	1400

$$S_d = \frac{\phi f_s}{\gamma f_s} \geq 1.0 \qquad \text{(C.23-1)}$$

donde $\gamma = \dfrac{\text{carga mayorada}}{\text{carga no mayorada}}$

y donde f_s es el esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo que se da más adelante.

(a) En el caso de diseño a cortante este coeficiente S_d se aplica únicamente a la porción de la resistencia a cortante que es llevada por el refuerzo a cortante.

(b) El coeficiente de durabilidad no debe utilizarse en diseños que utilicen cargas de servicio o esfuerzos admisibles.

(c) No se requiere el uso del coeficiente de durabilidad ambiental S_d en combinaciones de carga que incluyan fuerzas sísmicas E.

C.23-10.6.4.1 — En zonas de exposición ambiental normal, como las define C.23-C.10.6.4.5:

$$f_{s,max} = \frac{57000}{\beta_1 \sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-2)}$$

pero no hay necesidad que sea menor de 140 MPa para elementos en una dirección, ni menor de 170 MPa para elementos en dos direcciones.

C.23-C.10.6.4.2 — En zonas de exposición ambiental severa, como las define C.23-C.10.6.4.5:

$$f_{s,max} = \frac{46500}{\beta_1 \sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-3)}$$

pero no hay necesidad que sea menor de 120 MPa para elementos en una dirección, ni menor de 140 MPa para elementos en dos direcciones.

C.23-C.10.6.4.3 — En las ecuaciones (C.23-2) y (C.23-3) se permite utilizar un valor de **15 625** para el término $4(50 + d_b/2)^2$ como una simplificación.

7) Chequeo de la fisuración.

c (cm)	a (cm)	ε_s (cm/cm)	fs (kgf/cm2)	T (tonf)	ϕ	ϕMn (ton-cm)
7,25	6,16	0,01872	4200	146,664	0,900	6523,17

Mu (ton-cm)	Ms (ton-cm)	γ	fs (kgf/cm2)	fs,máx (kgf/cm2	CHEQUEO	Sd	Mu (ton-cm)	ϕMn (ton-cm)	CHEQUEO	Smáx (cm)
5236	4107	1,27	2467	2500	OK	1,20	6292,12	**6523,17**	OK	30,00

Tabla 6.1.2-2 Chequeo fisuración acero inferior en losa de cimentación.

REVISIÓN DE LA FISURACIÓN POR DISTRIBUCIÓN DEL ACERO. NSR-10 C.23-C.9.2

SECCIÓN: Fisuración para losa de tnaque de desinfección.

1) Propiedades de los materiales.

f'c:	280	kgf/cm2	fy:	4200	kgf/cm2
Ec	252.671	kgf/cm2	Es:	2.000.000	kgf/cm2
ε_{cu} :	0,0030		ε_y :	0,0021	
β1 :	0,85		n:	7,92	

2) Propiedades geométricas.

b:	100	cm
d:	52,5	cm
h:	60,0	cm
d':	7,50	cm

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	2364	ton-cm (momento último)
Ms:	1755	ton-cm (momento de servicio)
As	17,82	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	11,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	5876,147	cm3
Qinferior:	5876,147	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	10,84	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	48,89	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	2015	kgf/cm2

6) Selección tipo de exposición.

ϕ :	0,90
Tipo exposición	normal

Valores de β	
β	Espesor losa
1,20	h ≥ 400 mm
1,35	h < 400 mm
β =	1,20

Zona de exposición	fs,máx (kgf/cm2)	fs,min (kgf/cm2)
normal	2500	1700
severa	2327	1400

$$S_d = \frac{\phi f_s}{\gamma f_s} \geq 1.0 \qquad \text{(C.23-1)}$$

donde $\gamma = \dfrac{\text{carga mayorada}}{\text{carga no mayorada}}$

y donde f_s es el esfuerzo permisible de tracción en el refuerzo que se da más adelante.

(a) En el caso de diseño a cortante este coeficiente S_d se aplica únicamente a la porción de la resistencia a cortante que es llevada por el refuerzo a cortante.

(b) El coeficiente de durabilidad no debe utilizarse en diseños que utilicen cargas de servicio o esfuerzos admisibles.

(c) No se requiere el uso del coeficiente de durabilidad ambiental S_d en combinaciones de carga que incluyan fuerzas sísmicas **E**.

C.23-10.6.4.1 — En zonas de exposición ambiental normal, como las define C.23-C.10.6.4.5:

$$f_{s,max} = \frac{57\,000}{\beta_1 \sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-2)}$$

pero no hay necesidad que sea menor de 140 MPa para elementos en una dirección, ni menor de 170 MPa para elementos en dos direcciones.

C.23-C.10.6.4.2 — En zonas de exposición ambiental severa, como las define C.23-C.10.6.4.5:

$$f_{s,max} = \frac{46\,500}{\beta_1 \sqrt{s^2 + 4(50 + d_b/2)^2}} \qquad \text{(C.23-3)}$$

pero no hay necesidad que sea menor de 120 MPa para elementos en una dirección, ni menor de 140 MPa para elementos en dos direcciones.

C.23-C.10.6.4.3 — En las ecuaciones (C.23-2) y (C.23-3) se permite utilizar un valor de **15 625** para el término $4(50 + d_b/2)^2$ como una simplificación.

7) Chequeo de la fisuración.

c (cm)	a (cm)	ε_s (cm/cm)	fs (kgf/cm2)	T (tonf)	ϕ	ϕMn (ton-cm)
3,70	3,14	0,03957	4200	74,844	0,900	3430,47

Mu (ton-cm)	Ms (ton-cm)	γ	fs (kgf/cm2)	fs,máx (kgf/cm2	CHEQUEO	Sd	Mu (ton-cm)	ϕMn (ton-cm)	CHEQUEO	Smáx (cm)
2364	1755	1,35	2015	2500	OK	1,39	3292,97	**3430,47**	OK	30,00

6.1.3 Chequeo a cortante losa de cimentación.

Debido a que la losa de cimentación se encuentra apoyada sobre pilotes de 1.8 m de diámetro y longitudes de 8 m, el chequeo por punzonamiento se realiza para el pilote que más fuerza axial tenga sobre la losa.

Tabla 6.1.3 Fuerza axial última en pilotes chequeo a cortante losa de cimentación.

TABLE: Element Forces - Frames					
Frame	**Station**	**OutputCase**	**CaseType**	**StepType**	**P**
Text	m	Text	Text	Text	Tonf
36	0	ENVDIS	Combination	Max	-48,54
36	0	ENVDIS	Combination	Min	-251,82
42	0	ENVDIS	Combination	Max	-53,19
42	0	ENVDIS	Combination	Min	-253,40
48	0	ENVDIS	Combination	Max	-51,81
48	0	ENVDIS	Combination	Min	-255,86
54	0	ENVDIS	Combination	Max	-48,54
54	0	ENVDIS	Combination	Min	-251,83
60	0	ENVDIS	Combination	Max	-53,19
60	0	ENVDIS	Combination	Min	-253,40
66	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,15
66	0	ENVDIS	Combination	Min	-229,25
72	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,55
72	0	ENVDIS	Combination	Min	-225,51
78	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,15
78	0	ENVDIS	Combination	Min	-229,25
84	0	ENVDIS	Combination	Max	-34,14
84	0	ENVDIS	Combination	Min	-235,88
90	0	ENVDIS	Combination	Max	-34,14
90	0	ENVDIS	Combination	Min	-235,88
96	0	ENVDIS	Combination	Max	-51,02
96	0	ENVDIS	Combination	Min	-289,84
102	0	ENVDIS	Combination	Max	-48,54
102	0	ENVDIS	Combination	Min	-251,82
108	0	ENVDIS	Combination	Max	-53,19
108	0	ENVDIS	Combination	Min	-253,40
114	0	ENVDIS	Combination	Max	-51,81
114	0	ENVDIS	Combination	Min	-255,86
120	0	ENVDIS	Combination	Max	-48,54
120	0	ENVDIS	Combination	Min	-251,83
126	0	ENVDIS	Combination	Max	-53,19

126	0	ENVDIS	Combination	Min	-253,40
132	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,15
132	0	ENVDIS	Combination	Min	-229,25
138	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,55
138	0	ENVDIS	Combination	Min	-225,51
144	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,15
144	0	ENVDIS	Combination	Min	-229,25
150	0	ENVDIS	Combination	Max	-34,14
150	0	ENVDIS	Combination	Min	-235,88
156	0	ENVDIS	Combination	Max	-34,14
156	0	ENVDIS	Combination	Min	-235,88
162	0	ENVDIS	Combination	Max	-51,02
162	0	ENVDIS	Combination	Min	-289,84
168	0	ENVDIS	Combination	Max	-48,54
168	0	ENVDIS	Combination	Min	-251,82
174	0	ENVDIS	Combination	Max	-53,19
174	0	ENVDIS	Combination	Min	-253,40
180	0	ENVDIS	Combination	Max	-51,81
180	0	ENVDIS	Combination	Min	-255,86
186	0	ENVDIS	Combination	Max	-48,54
186	0	ENVDIS	Combination	Min	-251,83
192	0	ENVDIS	Combination	Max	-53,19
192	0	ENVDIS	Combination	Min	-253,40
198	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,15
198	0	ENVDIS	Combination	Min	-229,25
204	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,55
204	0	ENVDIS	Combination	Min	-225,51
210	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,15
210	0	ENVDIS	Combination	Min	-229,25
216	0	ENVDIS	Combination	Max	-34,14
216	0	ENVDIS	Combination	Min	-235,88
222	0	ENVDIS	Combination	Max	-34,14
222	0	ENVDIS	Combination	Min	-235,88
228	0	ENVDIS	Combination	Max	-51,02
228	0	ENVDIS	Combination	Min	-289,84
234	0	ENVDIS	Combination	Max	-48,54
234	0	ENVDIS	Combination	Min	-251,82
240	0	ENVDIS	Combination	Max	-53,19
240	0	ENVDIS	Combination	Min	-253,40
246	0	ENVDIS	Combination	Max	-51,81
246	0	ENVDIS	Combination	Min	-255,86
252	0	ENVDIS	Combination	Max	-48,54
252	0	ENVDIS	Combination	Min	-251,83

258	0	ENVDIS	Combination	Max	-53,19
258	0	ENVDIS	Combination	Min	-253,40
264	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,15
264	0	ENVDIS	Combination	Min	-229,25
270	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,55
270	0	ENVDIS	Combination	Min	-225,51
276	0	ENVDIS	Combination	Max	-28,15
276	0	ENVDIS	Combination	Min	-229,25
282	0	ENVDIS	Combination	Max	-34,14
282	0	ENVDIS	Combination	Min	-235,88
288	0	ENVDIS	Combination	Max	-34,14
288	0	ENVDIS	Combination	Min	-235,88
294	0	ENVDIS	Combination	Max	-51,02
294	0	ENVDIS	Combination	Min	-289,84

Tabla 6.1.4 Chequeo a cortante losa de cimentación.

DISEÑO A CORTANTE EN LOSA DE CIMENTACIÓN

DESCRIPCIÓN:	Chequeo punzonamiento pilote.

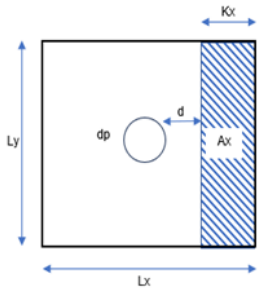
1-PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES.

Resistencia de los Materiales.			Propiedades Mecánicas.			Cuantias	
UNIDADES	MKS		Ec:	252.671	kgf/cm2	β :	0,85
f'c:	280	kgf/cm2	Es:	2.000.000	kgf/cm2	ρ_{min}:	0,0018
fy:	4.200	kgf/cm2	εcu :	0,0030		$\rho_{balanceada}$:	0,0283
CONCRETO	Normal		εy :	0,0021		$\rho_{máx}$:	0,0179
λ	1,00						

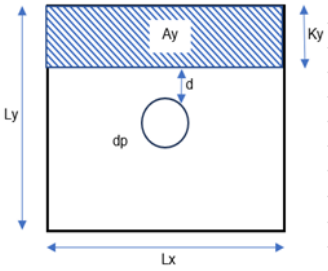
2-DISEÑO A CORTANTE EN UNA DIRECCIÓN

Vúltimo =	289,84	tonf

SENTIDO X



SENTIDO Y



RESISTENCIA A CORTANTE DEL CONCRETO

SECCIÓN	SI (MPa)	MKS (kgf/cm2)	USCS (psi)
C.11.4.6.1 (f)	$\phi 0.17\sqrt{f'_c}(b_w d)$	$\phi 0.53\sqrt{f'_c}(b_w d)$	$\phi 2\sqrt{f'_c}(b_w d)$

DIAMETRO DEL PILOTE	dp =	1,80	m	
			m	
AREA AFERENTE	Lx =	4,70	m	
	Ly =	4,70	m	
PERALTE EFECTIVO	dx =	0,525	m	
	dy =	0,525	m	
FACTOR DE REDUCCIÓN	ϕ =	0,75		

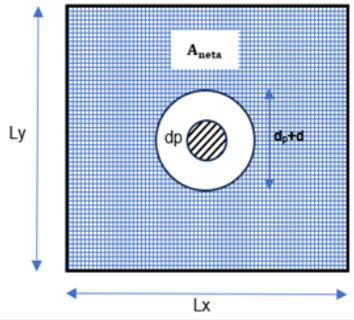
CHEQUEO A CORTANTE UNA DIRECCIÓN			
SENTIDO X	ϕVCx =	164,12	tonf
	Vux =	289,84	tonf
	CHEQUEO	Requiere estribos	
SENTIDO Y	ϕVCy =	164,12	tonf
	Vuy =	289,84	tonf
	CHEQUEO	Requiere estribos	

ESTRIBOS SENTIDO X		
$d_{estribo}$:	#4	
# ramas :	14	
$A_{estribo}$:	1,27	cm2
Av :	17,73	cm2
Vs :	167,62	tonf
$S_{máx}$:	23,33	cm
$S_{instalado}$:	22,0	cm

ESTRIBOS SENTIDO Y		
$d_{estribo}$:	#4	
# ramas :	14	
$A_{estribo}$:	1,27	cm2
Av :	17,73	cm2
Vs :	167,62	tonf
$S_{máx}$:	23,33	cm
$S_{instalado}$:	22,0	cm

3-DISEÑO A CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

Último =	289,84	tonf



$$b_o = \pi * (d_p + d)$$

DIMENSIÓN DE LA COLUMNA	dp =	1,80	m	CALCULO DE SOLICITACIONES			COLUMNA	αs
			m	Vu =	289,84	tonf	Interna	40
AREA AFERENTE	Lx =	4,70	m				Borde	30
	Ly =	4,70	m				Esquina	20
PERALTE EFECTIVO	dx =	0,525	m					
	dy =	0,525	m					
FACTOR DE REDUCCIÓN	ϕ =	0,75						
TIPO DE COLUMNA	Interna	αs =	40					

Página 2

RESISTENCIA A CORTANTE DEL CONCRETO

SECCIÓN	SI (MPa)	MKS (kgf/cm2)	USCS (psi)
C.11-31	$V_c = 0.17\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = 0.53\left(1+\frac{2}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = \left(2+\frac{4}{\beta}\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$
C.11-32	$V_c = 0.083\left(\frac{\alpha_s d}{b_0}+2\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = 0.27\left(\frac{\alpha_s d}{b_0}+2\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = \left(\frac{\alpha_s d}{b_0}+2\right)\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$
C.11-33	$V_c = 0.33\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = \lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$	$V_c = 4\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$

	β =	1,00	
	λ =	1,00	
	b0 =	7,30	m
	$\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$ =	641,67	tonf
C.11-31	Vc =	1020,25	tonf
C.11-32	Vc =	844,61	tonf
C.11-33	Vc =	641,67	tonf
mínimo	Vc =	641,67	tonf
	ϕVc =	481,25	tonf

CHEQUEO A CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

ϕVc =	481,25	tonf	≥	Vu =	289,84	tonf	OK

6.2 Diseño pilotes.

6.2.1 Diseño a flexo-compresión

Para el diseño de los pilotes se utilizó una cuantía mínima del 0.5% basado en la tabla C.15.11.1 de la NSR-10.

TABLA C.15.11-1 — CUANTÍAS MÍNIMAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES EN PILOTES Y CAJONES DE CIMENTACIÓN VACIADOS EN SITIO

Requisito	Estructuras con capacidad mínima (*DMI*) de disipación de energía	Estructuras con capacidad especial (*DES*) y moderada (*DMO*) de disipación de energía (véase la Nota)
Resistencia mínima del concreto , f'_c	17.5 MPa	17.5 MPa
Cuantía longitudinal mínima	0.0025	0.0050
Número mínimo de barras longitudinales	4	4
Longitud del refuerzo longitudinal, a menos que el estudio geotécnico indique que se debe utilizar una longitud mayor	tercio superior de la longitud del pilote, pero no menos de 4 m.	mitad superior de la longitud del pilote, pero no menos de 6 m.
Diámetro de la barra de los estribos	Nº 2 (1/4") ó 6M (6 mm) para pilotes hasta de 500 mm de diámetro y Nº 3 (3/8") ó 10M (10 mm) para pilotes de más de 500 mm de diámetro.	Nº 3 (3/8") ó 10M (10 mm) para pilotes hasta de 750 mm de diámetro y Nº 4 (1/2") ó 12M (12 mm) para pilotes de más de 750 mm de diámetro.
Separación máxima de los estribos	100 mm en los 600 mm superiores del pilote y 16 diámetros de barra longitudinal, a lo largo de la zona armada longitudinalmente.	75 mm en los 1.20 m superiores del pilote y 16 diámetros de barra longitudinal, a lo largo de la zona armada longitudinalmente.

Nota: Cuando el diseño indica que se presentará disipación de energía en el rango inelástico en la zona superior del pilote o cajón, deben cumplirse los requisitos dados en el Capítulo C.21 y deben tomarse las precauciones necesarias para garantizar que la articulación plástica se presenta en la zona confinada.

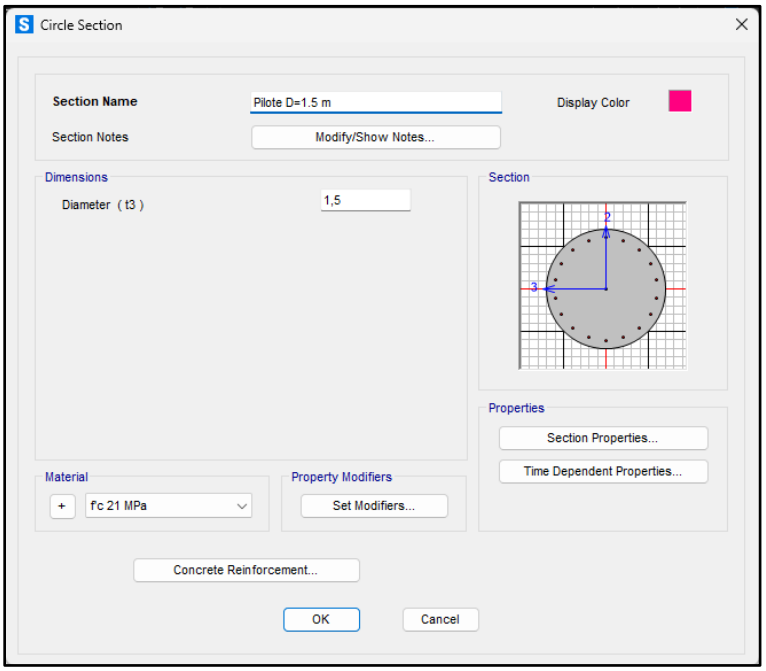


Figura 6.2.1 Sección transversal pilotes.

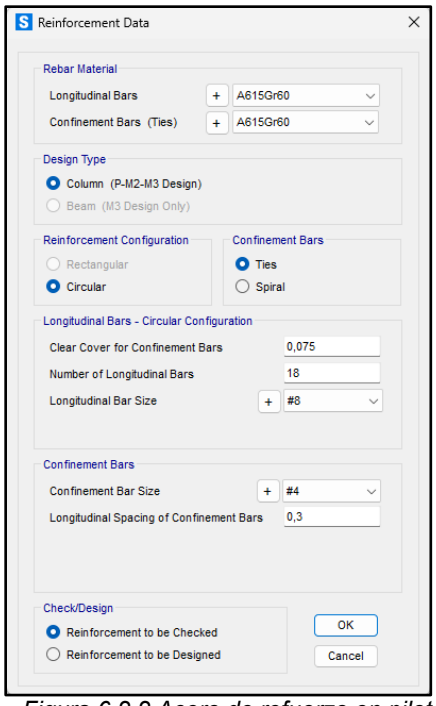


Figura 6.2.2 Acero de refuerzo en pilotes.

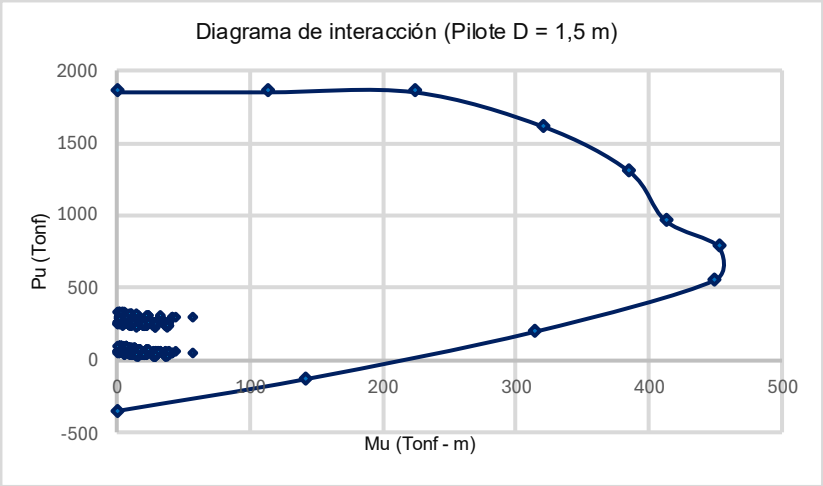


Figura 6.2.3 Diagrama de interacción para chequeo de pilotes.

Tabla 6.2.1 Diseño de pilotes.

TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - ACI 318-19											
Frame	**DesignSect**	**DesignType**	**DesignOpt**	**Status**	**Location**	**PMMCombo**	**PMMRatio**	**VMajCombo**	**VMajRebar**	**VMinCombo**	**VMinRebar**
Text	Text	Text	Text	Text	m	Text	Unitless	Text	m2/m	Text	m2/m
36	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
37	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,139	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
38	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
39	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
40	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,149	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
41	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
42	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
43	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
44	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
45	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
46	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
47	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,153	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
48	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
49	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
50	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,145	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
51	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,148	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
52	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,151	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
53	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,154	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
54	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
55	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,139	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
56	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
57	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

58	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,149	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
59	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
60	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,145	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
61	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
62	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
63	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
64	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
65	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,153	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
66	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,132	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
67	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,127	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
68	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
69	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,133	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
70	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
71	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
72	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
73	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,125	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
74	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,128	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
75	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
76	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,135	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
77	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
78	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,132	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
79	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,127	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
80	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
81	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,133	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
82	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
83	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
84	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
85	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
86	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,134	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
87	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
88	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
89	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
90	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
91	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
92	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,134	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
93	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
94	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
95	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

96	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,178	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
97	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,168	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
98	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,163	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
99	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,166	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
100	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,169	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
101	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,173	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
102	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
103	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,139	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
104	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
105	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
106	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,149	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
107	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
108	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,145	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
109	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
110	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
111	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
112	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
113	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,153	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
114	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
115	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
116	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,145	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
117	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,148	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
118	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,151	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
119	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,154	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
120	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
121	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,139	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
122	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
123	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
124	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,149	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
125	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
126	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
127	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
128	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
129	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
130	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
131	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,153	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
132	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,132	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
133	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,127	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

134	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
135	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,133	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
136	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
137	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
138	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
139	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,125	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
140	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,128	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
141	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
142	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,135	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
143	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
144	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,132	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
145	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,127	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
146	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
147	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,133	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
148	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
149	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
150	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
151	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
152	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,134	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
153	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
154	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
155	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
156	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
157	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
158	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,134	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
159	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
160	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
161	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
162	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,178	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
163	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,168	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
164	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,163	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
165	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,166	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
166	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,169	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
167	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,173	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
168	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
169	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,139	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
170	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
171	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

172	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,149	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
173	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
174	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
175	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
176	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
177	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
178	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
179	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,153	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
180	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
181	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
182	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,145	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
183	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,148	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
184	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,151	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
185	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,154	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
186	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
187	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,139	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
188	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
189	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
190	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,149	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
191	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
192	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,145	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
193	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
194	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
195	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
196	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
197	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,153	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
198	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,132	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
199	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,127	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
200	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
201	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,133	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
202	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
203	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
204	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
205	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,125	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
206	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,128	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
207	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
208	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,135	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
209	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

210	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,132	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
211	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,127	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
212	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
213	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,133	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
214	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
215	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
216	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
217	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
218	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,134	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
219	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
220	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
221	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
222	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
223	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
224	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,134	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
225	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
226	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
227	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
228	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,178	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
229	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,168	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
230	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,163	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
231	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,166	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
232	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,169	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
233	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,173	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
234	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
235	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,139	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
236	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
237	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
238	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,149	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
239	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
240	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,145	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
241	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
242	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
243	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
244	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
245	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,153	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
246	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
247	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

248	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,145	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
249	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,148	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
250	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,151	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
251	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,154	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
252	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
253	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,139	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
254	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,142	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
255	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
256	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,149	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
257	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
258	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
259	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
260	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
261	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
262	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
263	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,153	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
264	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,132	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
265	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,127	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
266	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
267	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,133	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
268	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
269	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
270	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
271	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,125	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
272	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,128	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
273	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
274	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,135	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
275	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
276	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,132	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
277	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,127	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
278	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
279	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,133	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
280	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
281	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
282	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
283	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
284	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,134	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
285	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

286	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
287	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
288	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
289	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,131	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
290	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,134	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
291	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,137	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
292	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,140	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
293	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
294	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,178	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
295	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,168	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
296	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,163	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
297	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,166	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
298	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,169	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
299	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,173	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
19	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,155	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
20	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
300	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,156	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
302	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
307	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,158	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
308	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,161	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
313	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,155	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
314	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
319	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,156	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
320	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
325	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
326	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
331	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
332	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
337	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
338	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
343	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
344	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
349	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
350	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
355	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,176	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
356	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,179	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
361	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,155	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
362	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

367	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,156	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
368	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
373	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,158	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
374	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,161	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
379	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,155	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
380	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
386	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,156	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
387	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
392	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
393	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
398	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
399	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
405	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
406	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
411	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
412	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
417	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
418	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
423	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,176	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
424	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,179	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
430	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,155	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
431	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
437	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,156	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
438	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
443	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,158	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
444	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,161	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
449	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,155	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
450	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
455	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,156	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
456	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
461	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
462	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
467	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
468	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
473	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
474	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
480	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
481	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

486	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
487	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
493	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,176	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
494	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,179	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
499	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,155	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
500	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
505	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,156	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
506	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
511	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,158	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
512	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,161	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
517	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,155	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
518	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
523	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,156	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
524	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,159	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
529	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
530	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
535	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
536	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
541	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,143	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
542	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,146	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
547	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
548	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
553	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
554	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
559	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,176	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013
560	Pilote D=1.5 m	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,179	ENVDIS	0,0013	ENVDIS	0,0013

6.2.2 Chequeo a cortante de los pilotes

DISEÑO A CORTANTE DE PILOTES CIRCULARES DE CONCRETO
PROCEDIMIENTO GENERAL NSR-10

Se presenta el diseño a cortante para pilotes

1.0 Datos Iniciales.

Concreto: $f'c := 21\ MPa$ $\quad E_c := 4800 \cdot \frac{\sqrt{f'c}}{\sqrt{MPa}}\ MPa = 21996\ MPa$

Acero: $fy := 420\ MPa$ $\quad E_s := 200000\ MPa$

Recubrimiento: $r := 0.075\ m$

Peso del concreto: $\gamma_{con} := 24\ \frac{kN}{m^3}$

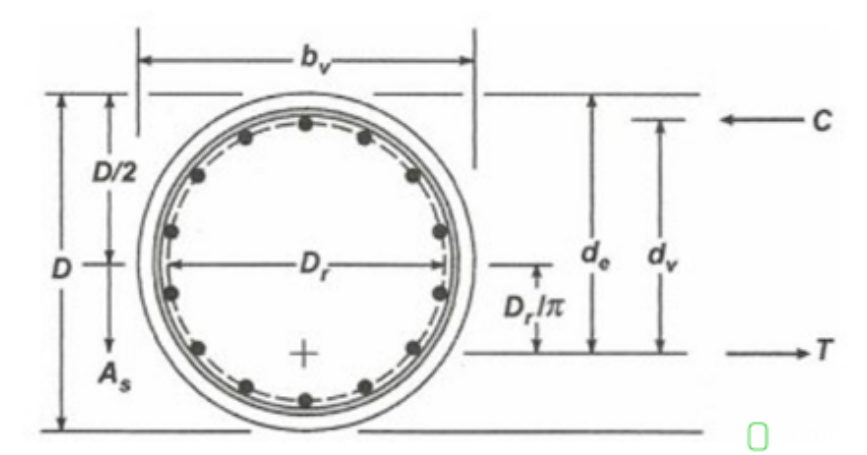
2.0 Solicitaciones de diseño.

El diseño a cortante de la armadura transversal de los pilotes depende, entre otros factores, de la magnitud de las fuerzas de tracción o de compresión que actúan sobre estos. Estas fuerzas son positivas si son de tracción y negativas si son de compresión.

Se presentan las solicitaciones mas críticas para la revisión por corte en los pilotes, las cuales corresponden a la condición de evento extremo.

$N_u := 295.89\ tonnef$ $\quad V_u := 8.78\ tonnef$ $\quad M_u := 39.65\ tonnef \cdot m$

3.0 Geometría y refuerzo del pilote.



$D := 1.5\ m$	Diámetro del pilote.
$L := 8\ m$	Longitud máxima del pilote.
$L_c := 1.2\ m$	Longitud confinada.
Estribo #: 4	Número de la barra de estribo.
$db_{est} = 1.27\ cm$	Diámetro del estribo.
$Ab_{est} = 1.29\ cm^2$	Área de barra del estribo Zona confinada.
$Ab_{estnc} := 1.29\ cm^2$	Área de barra del estribo Zona NO confinada.
$S_{xc} := 7.5\ cm$	Separación de estribos empleado en la zona confinada.
$S_{xnc} := 15\ cm$	Separación de estribos empleado en la zona NO confinada.
Barra L. #: 8	Número de la barra longitudinal.
$db_l = 2.54\ cm$	Diámetro del refuerzo longitudinal.
$Ab_l = 5.1\ cm^2$	Área de barra del refuerzo longitudinal.
$Cb_l := 18$	Cantidad de barras longitudinales.
$A_{sl} := Ab_l \cdot Cb_l = 91.8\ cm^2$	Acero longitudinal.
$A_{pilote} := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 17671.46\ cm^2$	Área del pilote.

$\rho_l := \frac{A_{sl}}{A_{pilote}} = 0.52\%$ Cuantía longitudinal.

$D_r := D - 2 \cdot \left(r + db_{est} + \frac{db_l}{2} \right) = 129.92\ cm$ Diámetro interno.

$d_e := \frac{D}{2} + \frac{D_r}{\pi} = 1.16\ m$ Altura efectiva de la armadura.

$d_V := 0.90 \cdot d_e = 1.05\ m$ Profundidad efectiva de cortante.

$b_w := D = 1.5\ m$ Ancho efectico del alma.

A continuación, se realizan comprobaciones a partir de la tabla C.15.11.1 de la NSR-10

TABLA C.15.11-1 — CUANTÍAS MÍNIMAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES EN PILOTES Y CAJONES DE CIMENTACIÓN VACIADOS EN SITIO

Requisito	Estructuras con capacidad mínima (*DMI*) de disipación de energía	Estructuras con capacidad especial (*DES*) y moderada (*DMO*) de disipación de energía (véase la Nota)
Resistencia mínima del concreto, f'_c	17.5 MPa	17.5 MPa
Cuantía longitudinal mínima	0.0025	0.0050
Número mínimo de barras longitudinales	4	4
Longitud del refuerzo longitudinal, a menos que el estudio geotécnico indique que se debe utilizar una longitud mayor	tercio superior de la longitud del pilote, pero no menos de 4 m.	mitad superior de la longitud del pilote, pero no menos de 6 m.
Diámetro de la barra de los estribos	N° 2 (1/4") ó 6M (6 mm) para pilotes hasta de 500 mm de diámetro y N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) para pilotes de más de 500 mm de diámetro.	N° 3 (3/8") ó 10M (10 mm) para pilotes hasta de 750 mm de diámetro y N° 4 (1/2") ó 12M (12 mm) para pilotes de más de 750 mm de diámetro.
Separación máxima de los estribos	100 mm en los 600 mm superiores del pilote y 16 diámetros de barra longitudinal, a lo largo de la zona armada longitudinalmente.	75 mm en los 1.20 m superiores del pilote y 16 diámetros de barra longitudinal, a lo largo de la zona armada longitudinalmente.

Nota: Cuando el diseño indica que se presentará disipación de energía en el rango inelástico en la zona superior del pilote o cajón, deben cumplirse los requisitos dados en el Capítulo C.21 y deben tomarse las precauciones necesarias para garantizar que la articulación plástica se presenta en la zona confinada.

3.1 Revisión de cuantía mínima longitudinal en el pilote.

if $\rho_l \geq 0.50\%$ = "OK. Cumple ρl > ρmin"
  "OK. Cumple ρl > ρmin"
else
  "REVISAR: ρl < ρmin"

3.2 Revisión de Separación máxima en zona confinada.

if $S_{xc} \leq 7.5\ cm$ = "OK. Cumple"
  "OK. Cumple"
else
  "REVISAR"

3.3 Revisión de Separación máxima en zona no confinada.

if $S_{xnc} \leq 16 \cdot db_l$ = "OK. Cumple"
  "OK. Cumple"
else
  "REVISAR"

3.4 Revisión longitudinal mínima de zona confinada.

if $L_c \geq 1.2\ m$ = "OK. Cumple"
  "OK. Cumple"
else
  "REVISAR"

4.0 Refuerzo mínimo a cortante.

$$A_{v1_min} := 0.062 \cdot \sqrt{f'c \cdot MPa} \cdot \frac{b_w \cdot S_{xnc}}{fy} = 1.522\ cm^2$$

$$A_{v2_min} := \frac{(0.35 \cdot b_w \cdot S_{xnc})}{fy} \cdot MPa = 1.875\ cm^2$$

$$A_{v_min} := \max(A_{v1_min}, A_{v2_min}) = 1.875\ cm^2$$

$$A_V := 2 \cdot Ab_{est} = 2.58\ cm^2$$

if $A_V \geq A_{v_min}$ = "OK. Cumple cuantía mínima"
  "OK. Cumple cuantía mínima"
else
  "REVISAR"

5.0 Resistencia al cortante por el concreto.

$A_g := \frac{\pi}{4} \cdot (D)^2 = 1.77\ m^2$

$M_m := M_u - N_u \cdot \left(\frac{4 \cdot D - d_V}{8} \right) = -143.536\ tonnef \cdot m$

$$a := \begin{cases} \text{if } \frac{V_u \cdot d_V}{M_u} > 1 \\ \quad 1 \\ \text{else} \\ \quad \frac{V_u \cdot d_V}{M_u} \end{cases} = 0.232$$

$\rho_w := \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d_V} = 0.00584$

$V_{c1} := \left(0.16 \cdot \sqrt{f'c \cdot MPa} + 17 \cdot \rho_w \cdot a \cdot MPa \right) \cdot b_w \cdot d_V = 121.133\ tonnef$

$V_{c2} := 0.29 \cdot \sqrt{f'c \cdot MPa} \cdot b_w \cdot d_V \cdot \sqrt{\left(1 \cdot MPa + \frac{0.29 \cdot N_u}{A_g} \right) \cdot \frac{mm^2}{N}} = 258.628\ tonnef$

$V_c := min\left(V_{c1}, V_{c2} \right) = 121.133\ tonnef$

6.0 Resistencia al cortante por el acero.

$V_{s1} := \frac{A_V \cdot fy \cdot d_V}{S_{xnc}} = 77.141\ tonnef$

$V_{s2} := 0.66 \cdot \sqrt{f'c \cdot MPa} \cdot b_w \cdot d_V = 484.452\ tonnef$

$V_s := min\left(V_{s1}, V_{s2} \right) = 77.141\ tonnef$

7.0 Resistencia nominal a cortante.

$V_n := V_c + V_s = 198.274\ tonnef$

8.0 Esfuerzo cortante de agotamiento por tracción en el alma.

$\phi := 0.75$

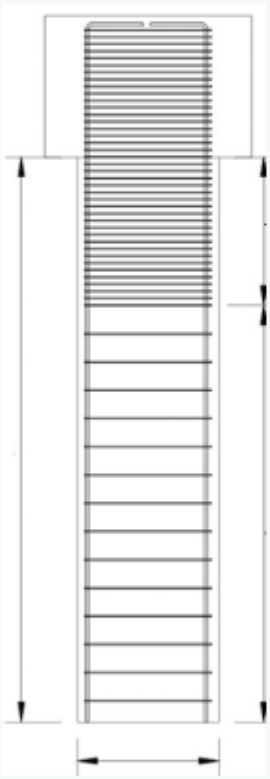
$\phi V_n := \phi \cdot V_n = 148.705\ tonnef$

9.0 Estado límite de agotamiento frente a cortante.

$$\eta := \frac{V_u}{\phi V_n} = 0.059$$

if $\eta \leq 1$ = "OK. Cumple"
  "OK. Cumple"
else
  "REVISAR"

10.0 Esquema de distribución de estribos en el pilote



$L_c = 1.2\ m$ $\quad \#=4 \quad @\ S_{xc} = 7.5\ cm$

$L = 8\ m$

$L_{nc} := L - L_c = 6.8\ m$ $\quad \#=4 \quad @\ S_{xnc} = 15\ cm$

$D = 1.5\ m$

6.3 Diseño de viga anular.

6.3.1 Diseño a flexión de viga anular

Tabla 6.3.1 Diseño a flexión de viga anular.

DISEÑO A FLEXIÓN

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en viga anular.

1)Propiedades de los materiales.

f'c:	280	kgf/cm2
fy:	4200	kgf/cm2
Es:	2.000.000	kgf/cm2
εy :	0,0021	
m:	17,65	

2)Propiedades geométricas.,

ELEMENTO	VIGA	
b:	70	cm
d:	92,5	cm
h:	100,0	cm
d':	7,5	cm

3)Cuantias

β :	0,85
ρ_{min}:	0,0033
$\rho_{balanceada}$:	0,0286
$\rho_{máx}$:	0,0180

ELEMENTO	ρ mínimo
VIGA	0,0033
LOSA ENT	0,0018
LOSA TK	0,0030

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

		M33										
Mu^- (ton-cm)		2281,00										
Mu^+ (ton-cm)	778,00											
K^- (ton/cm^2)		0,00381										
K^+ (ton/cm^2)	0,0013											
$\phi_{inicial}$		0,90										
	0,90											
$\rho_{calculado}^-$		0,0010										
$\rho_{calculado}^+$	0,0003											
$\rho_{diseño}^-$		0,0033										
$\rho_{diseño}^+$	0,0033											
As^- (cm^2)		21,37										
As^+ (cm^2)	21,37											
a (cm)		5,39										
	5,39											
c (cm)		6,3374										
	6,3374											
c/d (cm/cm)		0,0685										
	0,0685											
ϕ_{real}		0,90										
	0,90											
$\rho_{calculado}^-$		0,0010										
$\rho_{calculado}^+$	0,0003											
$\rho_{definitivo}^-$		0,0033										
$\rho_{definitivo}^+$	0,0033											
		1#7 @0.06 m										
As(-) cm2		21,37										
As(+) cm2	21,37											
	1#7 @0.06 m											

Página 1

6.3.2 Chequeo a cortante de la viga anular.

Tabla 6.3.2 Chequeo a cortante de viga anular.

PROYECTO:	El curval	**FECHA:**	feb-25
PRESENTADO A:	ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTA MARTA		
DISEÑÓ:	Gustavo Chang. IC-MSc EStructuras.	**REVISÓ:**	
DESCRIPCIÓN	Chequeo a cortante viga anular.		

DISEÑO A CORTANTE

Propiedades geométricas			Propiedades de los materiales			Estribos a usar	
b:	70	cm	fc:	280	kgf/cm^2	Usar N°	4
d:	92,5	cm	fy:	4200	kgf/cm^2	# ramas:	2
h:	100,0	cm	ϕ:	0,75		Av (cm^2):	2,54

Página 1

Fórmulas a utilizar

$$\phi V_C = 0.75 \times \left(0.53 \times \sqrt{f'_C} \times b \times d\right)$$

Tramo:		
Vu:	9,73	tonf
Vc:	57,42	tonf
ϕVc:	43,07	tonf
Vs:	0,00	tonf

OK CHEQUEO

7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO.

7.1 Chequeo de fuerza axial en pilotes.

Tabla 7.1.1 Chequeo fuerza axial admisible de pilotes.

TABLE: Chequeo de fuerza axial admisible en pilotes								
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	Fx	Fy	Fz	Fadm	CHEQUEO
Text	Text	Text	Text	Tonf	Tonf	Tonf	Tonf	
234	ENVSER	Combination	Min	4,8669	-0,6839	-34,67	332,18	OK
234	ENVSER	Combination	Min	-2,2144	-4,8688	-188,04	332,18	OK
234	ENVSER	Combination	Min	4,0411	-2,202	-37,99	332,18	OK
234	ENVSER	Combination	Min	-3,1898	-5,7141	-193,11	332,18	OK
234	ENVSER	Combination	Min	4,8565	0,269	-37,01	332,18	OK
234	ENVSER	Combination	Min	-0,2697	-4,8562	-190,52	332,18	OK
234	ENVSER	Combination	Min	4,8683	2,2144	-34,67	332,18	OK
234	ENVSER	Combination	Min	0,6835	-4,8669	-188,04	332,18	OK
234	ENVSER	Combination	Min	5,7141	3,19	-37,99	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Max	2,202	-4,041	-193,12	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Max	2,2081	4,6975	-20,11	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Max	-5,0067	-2,3722	-167,44	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Max	4,8569	2,1934	-20,39	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Max	-2,1936	-4,857	-162,18	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Max	2,372	5,0067	-20,11	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Max	-4,6977	-2,2081	-167,45	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Max	0,4394	3,127	-24,38	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Max	-6,27	-3,6676	-169,41	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Min	3,6675	6,2699	-24,38	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Min	-3,1271	-0,4395	-169,41	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Min	-0,5734	7,1815	-36,44	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Min	-7,1816	0,5732	-207,84	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Min	-0,6839	2,2144	-34,67	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Min	-4,8688	-4,8669	-188,04	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Min	-2,202	3,1898	-37,99	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Min	-5,7141	-4,0411	-193,11	332,18	OK
240	ENVSER	Combination	Min	0,269	0,2697	-37,01	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Max	-4,8562	-4,8565	-190,52	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Max	2,2144	-0,6835	-34,67	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Max	-4,8669	-4,8683	-188,04	332,18	OK

246	ENVSER	Combination	Max	3,19	-2,202	-37,99	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Max	-4,041	-5,7141	-193,12	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Max	4,6975	5,0067	-20,11	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Max	-2,3722	-2,2081	-167,44	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Max	2,1934	2,1936	-20,39	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Max	-4,857	-4,8569	-162,18	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Min	5,0067	4,6977	-20,11	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Min	-2,2081	-2,372	-167,45	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Min	3,127	6,27	-24,38	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Min	-3,6676	-0,4394	-169,41	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Min	6,2699	3,1271	-24,38	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Min	-0,4395	-3,6675	-169,41	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Min	7,1815	7,1816	-36,44	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Min	0,5732	0,5734	-207,84	332,18	OK
246	ENVSER	Combination	Min	2,2144	4,8688	-34,67	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Max	-4,8669	0,6839	-188,04	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Max	3,1898	5,7141	-37,99	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Max	-4,0411	2,202	-193,11	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Max	0,2697	4,8562	-37,01	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Max	-4,8565	-0,269	-190,52	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Max	-0,6835	4,8669	-34,67	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Max	-4,8683	-2,2144	-188,04	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Max	-2,202	4,041	-37,9914	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Max	-5,7141	-3,19	-193,115	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Min	5,0067	2,3722	-20,1053	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Min	-2,2081	-4,6975	-167,445	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Min	2,1936	4,857	-20,3903	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Min	-4,8569	-2,1934	-162,18	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Min	4,6977	2,2081	-20,1053	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Min	-2,372	-5,0067	-167,445	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Min	6,27	3,6676	-24,384	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Min	-0,4394	-3,127	-169,412	332,18	OK
252	ENVSER	Combination	Min	3,1271	0,4395	-24,384	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Max	-3,6675	-6,2699	-169,412	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Max	7,1816	-0,5732	-36,4431	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Max	0,5734	-7,1815	-207,839	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Max	4,8688	4,8669	-34,6745	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Max	0,6839	-2,2144	-188,039	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Max	5,7141	4,0411	-37,9914	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Max	2,202	-3,1898	-193,115	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Max	4,8562	4,8565	-37,0069	332,18	OK

258	ENVSER	Combination	Max	-0,269	-0,2697	-190,518	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Min	4,8669	4,8683	-34,6748	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Min	-2,2144	0,6835	-188,042	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Min	4,041	5,7141	-37,9914	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Min	-3,19	2,202	-193,115	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Min	2,3722	2,2081	-20,1053	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Min	-4,6975	-5,0067	-167,445	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Min	4,857	4,8569	-20,3903	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Min	-2,1934	-2,1936	-162,18	332,18	OK
258	ENVSER	Combination	Min	2,2081	2,372	-20,1053	332,18	OK
264	ENVSER	Combination	Max	-5,0067	-4,6977	-167,445	332,18	OK
264	ENVSER	Combination	Max	3,6676	0,4394	-24,384	332,18	OK
264	ENVSER	Combination	Max	-3,127	-6,27	-169,412	332,18	OK
264	ENVSER	Combination	Max	0,4395	3,6675	-24,384	332,18	OK
264	ENVSER	Combination	Max	-6,2699	-3,1271	-169,412	332,18	OK
264	ENVSER	Combination	Max	-0,5732	-0,5734	-36,4431	332,18	OK
264	ENVSER	Combination	Max	-7,1815	-7,1816	-207,839	332,18	OK

7.2 Deformaciones.

7.2.1 Deformación en direccción X.

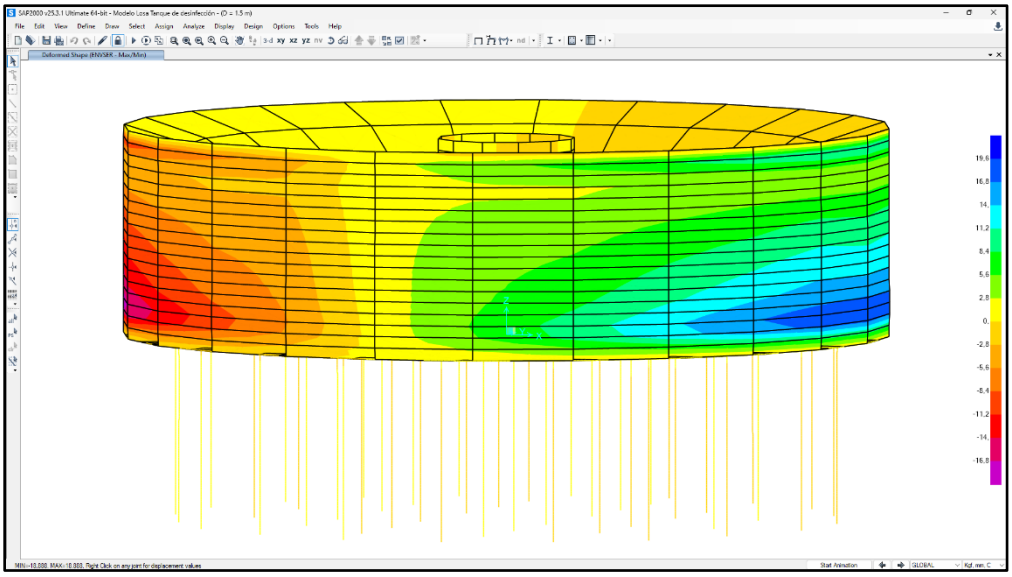


Figura 7.2.1 Deformaciones máximas en X (mm).

7.2.2 Deformación en direccción Y.

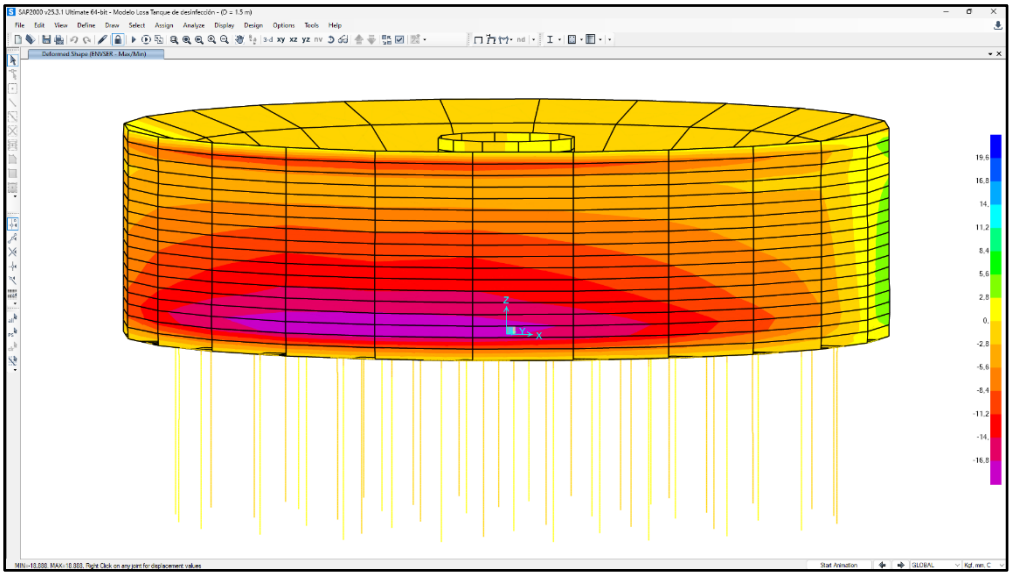


Figura 7.2.2 Deformaciones máximas en Y (mm).

7.2.3 Deformación en direccción Z.

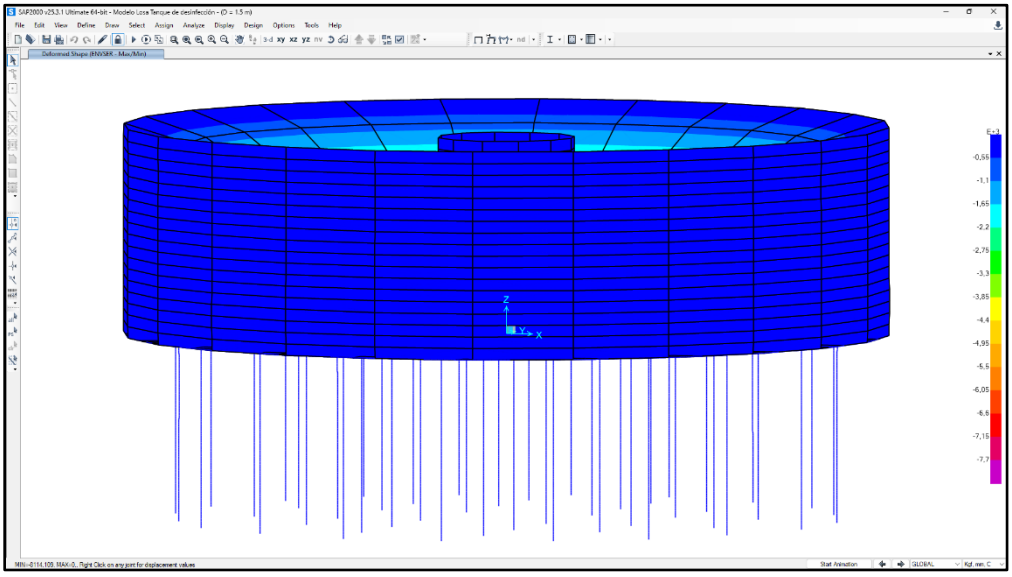


Figura 7.2.3 Deformaciones máximas en Z (mm).