MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

ESTRUCTURA DIQUE PAC PTAP EL CURVAL
SANTA MARTA-MAGDALENA

Por:

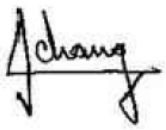
Gustavo A. Chang Nieto
Ing. Civil, MSc Estructuras
Matricula N° 1320272728BLV

Presentado a:

ALCALDIA DE SANTA MARTA

SANTA MARTA ENERO 2025

REVISIÓN Y APROBACIÓN

TÍTULO DOCUMENTO: MEMORIAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL PARA DIQUE PAC 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_EstrDiqPAC					
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 fondo. 9
1.2 Muros laterales. 10
1.3 Pilotes. 11
2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS 12
2.1 carga peso propio (PP). 12
2.2 Evaluación de la presión hidrostática en tanques para almacenamiento de cloro (F1). 13
2.3 Evaluación de la presión hidrostática en el dique de concreto reforzado (F2). 14
2.4 Evaluación de presión hidrodinámica en tanques de cloro ACI 350-06. 15
2.5 Chequeo de flotación (subpresión). 27
2.6 Presión activa de suelos en condiciones sísmicas. 27
2.7 Evaluación del módulo de reacción del suelo. 28
3.0 COMBINACIONES DE CARGA (NSR-10, CAPITULO B.2) 32
3.1 Combinaciones para diseño estructural. 33
3.2 Combinaciones para chequeo a servicio. 33
4.0 MATERIALES (NSR-10, CAPÍTULOS C.3). 34
4.1 Concreto (Art. C.5.2). 34
4.2 Acero de refuerzo Varillas (Art. C.3.5). 34
4.3 Perfiles de acero. 34
4.4 Soldadura. 34
4.5 Pernos. 34
5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS. 35
5.1 Modelo tridimensional Tanque (vista 1). 35
5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2). 35
6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS. 36
6.1 Diseño losa de fundación. 36
6.1.1 Diseño a flexión losa de fundación. 36
6.1.2 Chequeo de fisuración losa de fondo (NSR-10 C.23-C.9.2). 38
6.1.3 Chequeo a cortante losa de fondo. 39
6.2 Diseño de muros. 42
6.2.1 Diseño a flexión muros. 42
6.2.2 Chequeo de fisuración muros (NSR-10 C.23-C.9.2). 44
6.2.3 Chequeo a cortante muros. 45
6.3 Diseño pilotes. 47
6.3.1 Diseño a flexo-compresión y cortante. 47
7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO. 54
7.1 Chequeo de fuerza axial en pilotes. 54

7.2 Deformaciones. 60
7.2.1 Deformación en direccción X. 60
7.2.2 Deformación en direccción Y. 60
7.2.3 Deformación en direccción Z. 61

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 2.2.1 Evaluación presión hidrostática canal de alimentación (F1). 13
Tabla 2.3.1 Evaluación presión hidrostática en el dique de concreto reforzado (F2). 14
Tabla 2.4.1 Evaluación presión hidrodinámica en tanques de cloro. 15
Tabla 2.7.1 Evaluación de los resortes asignados. 30
Tabla 2.7.2 Resortes asignados a los pilotes. 30
Tabla 3.1.1 Combinaciones de diseño. 33
Tabla 3.2.1 Combinaciones de servicio. 33
Tabla 6.1.1 Diseño a flexión losa de fondo. 37
Tabla 6.1.2 Chequeo fisuración losa de fondo. 38
Tabla 6.1.3 Fuerza axial última en pilotes chequeo a cortante losa de fondo. 39
Tabla 6.1.4 Chequeo a cortante losa de fondo. 40
Tabla 6.1.5 Chequeo a cortante losa de fondo. ..... **¡Error! Marcador no definido.**
Tabla 6.2.1 Diseño a flexión muros. 43
Tabla 6.2.2 Chequeo fisuración muros. 44
Tabla 6.2.3 Chequeo a cortante muros. 46
Tabla 6.3.1 Diseño de pilotes. 48
Tabla 7.1.1 Chequeo fuerza axial admisible de pilotes. 54

ÍNDICE DE TABLA

Figura a. Planta dique para tanques de cloración. 7
Figura 1.1.1 Losa de fondo t=0.40 m. 9
Figura 1.1.2 Sección losa de fondo. 9
Figura 1.2.1 Muros laterales. 10
Figura 1.2.2 Sección muro lateral. 10
Figura 1.3.1 Pilotes de 0.50 m. 11
Figura 1.3.2 Sección pilote 0.50 m. 11
Figura 2.1.1 Carga muerta y peso propio. 12
Figura 2.2.1 Asignación presión hidrostática en tanques de cloro (F1) 13
Figura 2.3.1 Asignación presión hidrostática en tanques de cloro (F1) 14
Figura 2.4.1 Asignación presión hidrodinámica X 15°. 25
Figura 2.4.2 Asignación presión hidrodinámica X 45°. 25
Figura 2.4.3 Asignación presión hidrodinámica X 75°. 26
Figura 2.4.4 Asignación presión hidrodinámica Y 15°. 26
Figura 2.4.5 Asignación presión hidrodinámica Y 45°. 27
Figura 2.4.6 Asignación presión hidrodinámica Y 75°. 27
Figura 2.7.1 Resultante de la presión del suelo. 28
Figura 2.7.2 Interacción suelo estructura. 29
Figura 2.7.3 Modelo con resortes. 31
Figura 5.1.1 VISTA 1. 35
Figura 5.1.2 VISTA 2. 35
Figura 6.1.1 M11 losa de fondo. 36
Figura 6.1.2 M22 losa de fondo. 36
Figura 6.2.1 M11 muros. 42
Figura 6.2.2 M22 muros. 42
Figura 6.2.3 V13 muros. 45
Figura 6.2.4 V23 muros. 45
Figura 6.3.1 Sección transversal pilotes. 47
Figura 6.3.2 Acero de refuerzo en pilotes. 47
Figura 6.3.3 Chequeo de pilotes. 48
Figura 7.2.1 Deformaciones máximas en X (mm). 60
Figura 7.2.2 Deformaciones máximas en Y (mm). 60
Figura 7.2.3 Deformaciones máximas en Z (mm). 61

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene la memoria de cálculo estructural de un tanque (8.00 mx8.00mx1.60m) en concreto reforzado que soportará un tanque en fibra de vidrio el cual contendrá PAC (Policloruro de aluminio) empleado en el proceso de tratamiento del agua. La estructura es un tanque superficial con muros de 0.35 m de espesor y losa de fondo de 0.40 m, apoyada sobre pilotes de 0.50 m de diámetro y 8.00 de longitud.

El tanque superficial va a estar sometido a empujes hidrostáticos, hidrodinámicos, cargas vivas y muertas, no hay empujes activos o pasivo 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.

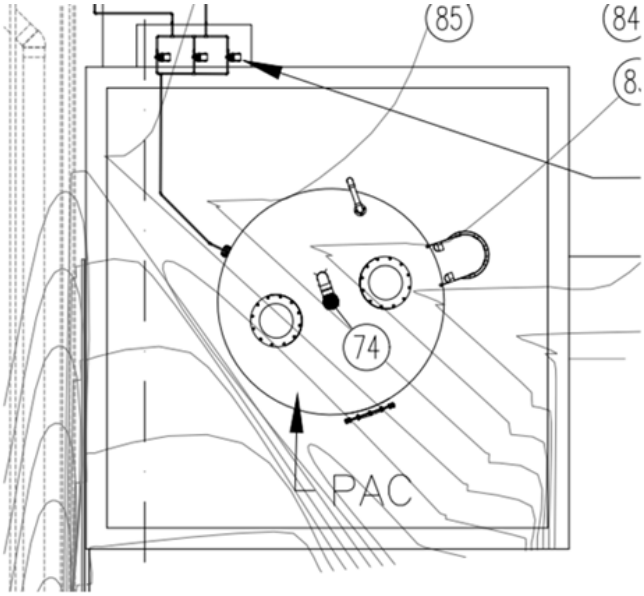


Figura a. Planta dique para tanque de PAC.

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.

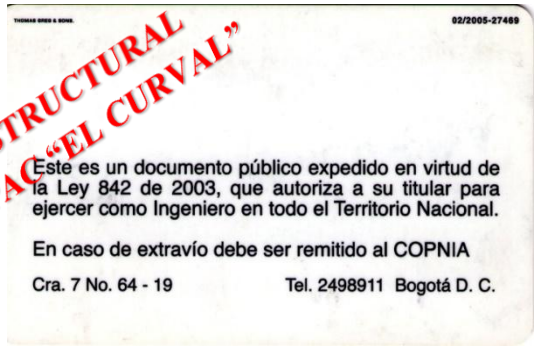
Los materiales empleados corresponden a concretos de 28 MPa para la losa de fondo y muros, , 21 MPa para los pilotes, barras de acero 420 MPa, perfiles de acero ASTM A572 GR 50.

El programa de análisis empleado es el SAP 2000 v25®, es un software de análisis y diseño estructural muy versátil que se emplea para modelar edificios, puentes,

estadios, presas, tanques, edificaciones industriales y marítimas. 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





VALIDO DISEÑO ESTRUCTURAL DIQUE TANQUE DE PAC "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 fondo.

La losa de fondo de 0.40 m.

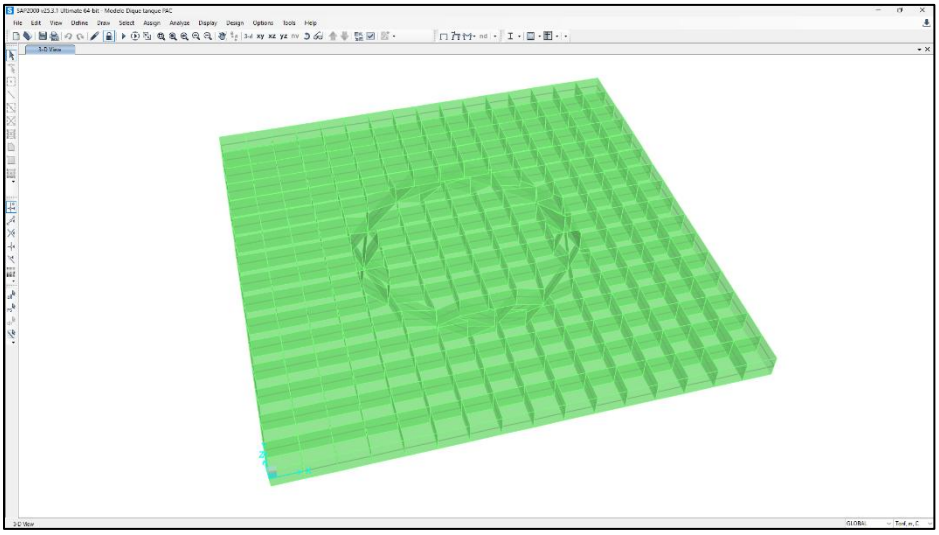


Figura 1.1.1 Losa de fondo t=0.40 m.

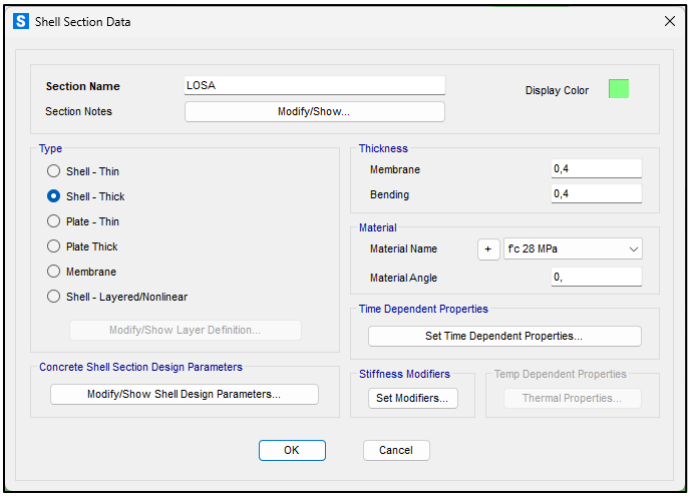


Figura 1.1.2 Sección losa de fondo.

1.2 Muros laterales.

Los muros de concreto reforzado tienen espesores de 0.35 m.

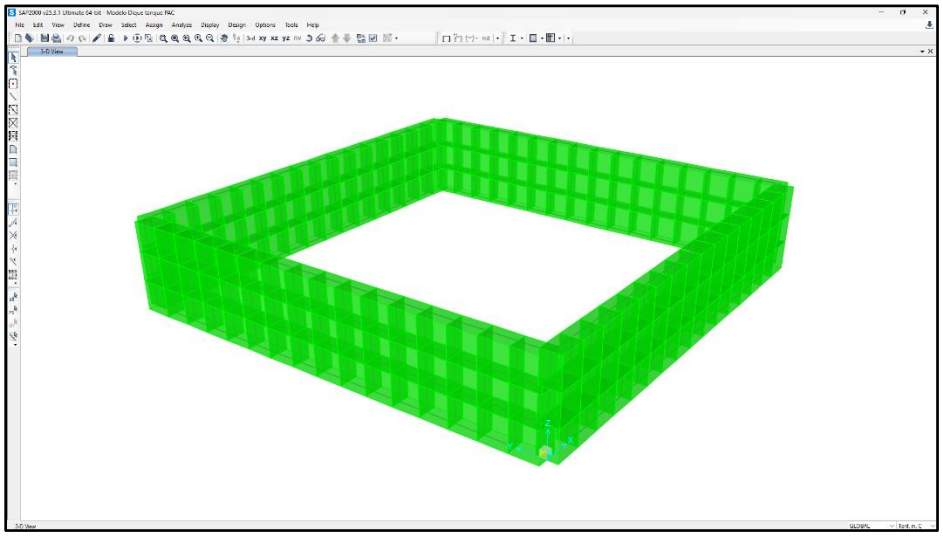


Figura 1.2.1 Muros laterales.

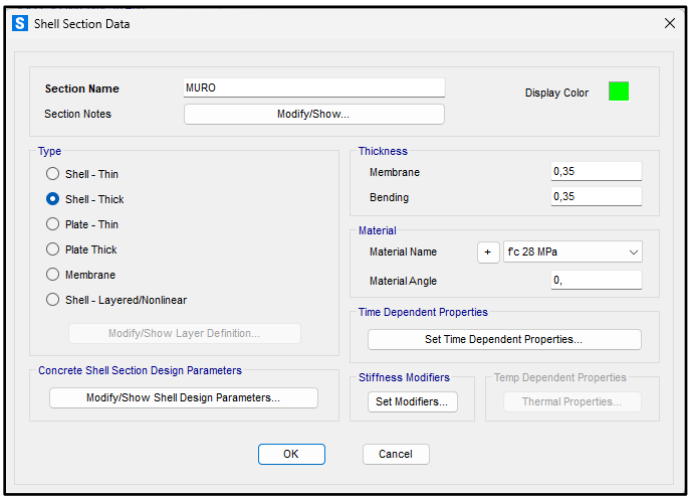


Figura 1.2.2 Sección muro lateral.

1.3 Pilotes.

Los pilotes de 0.50 m de diámetro y 8.00 m de longitud.

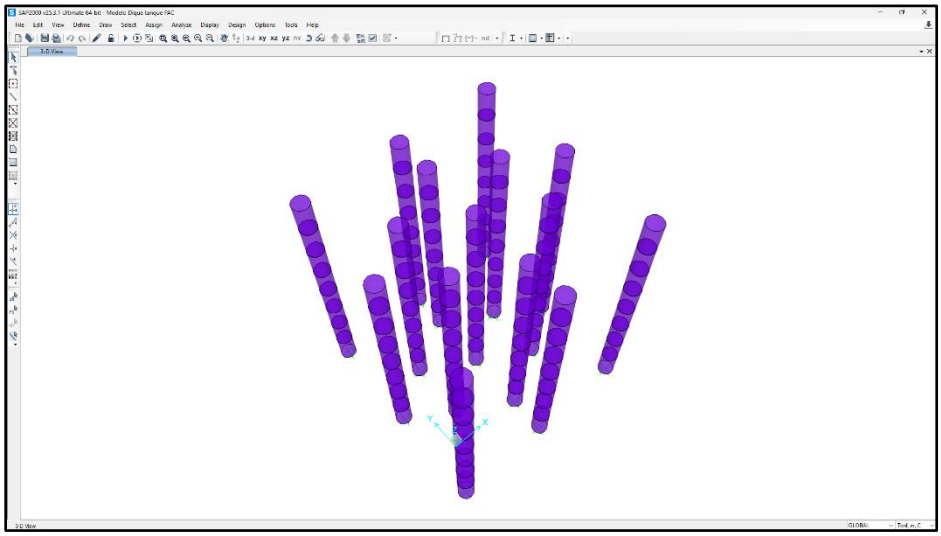


Figura 1.3.1 Pilotes de 0.50 m.

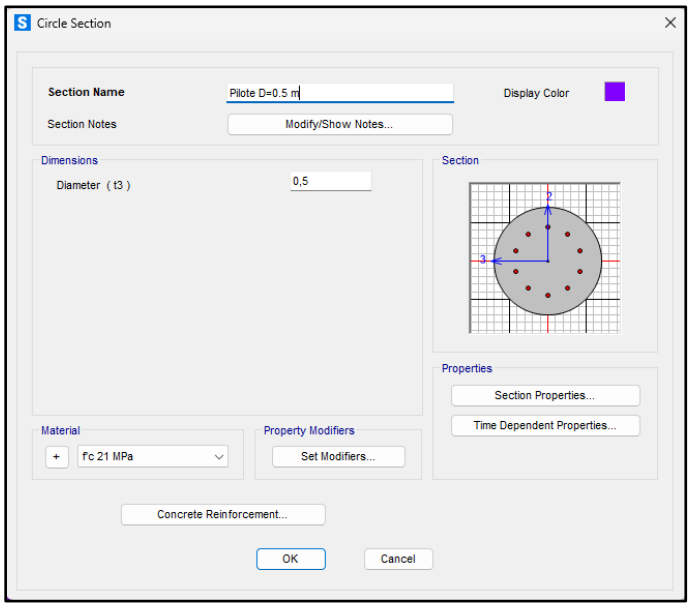


Figura 1.3.2 Sección pilote 0.50 m.

2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS

2.1 carga peso propio (PP).

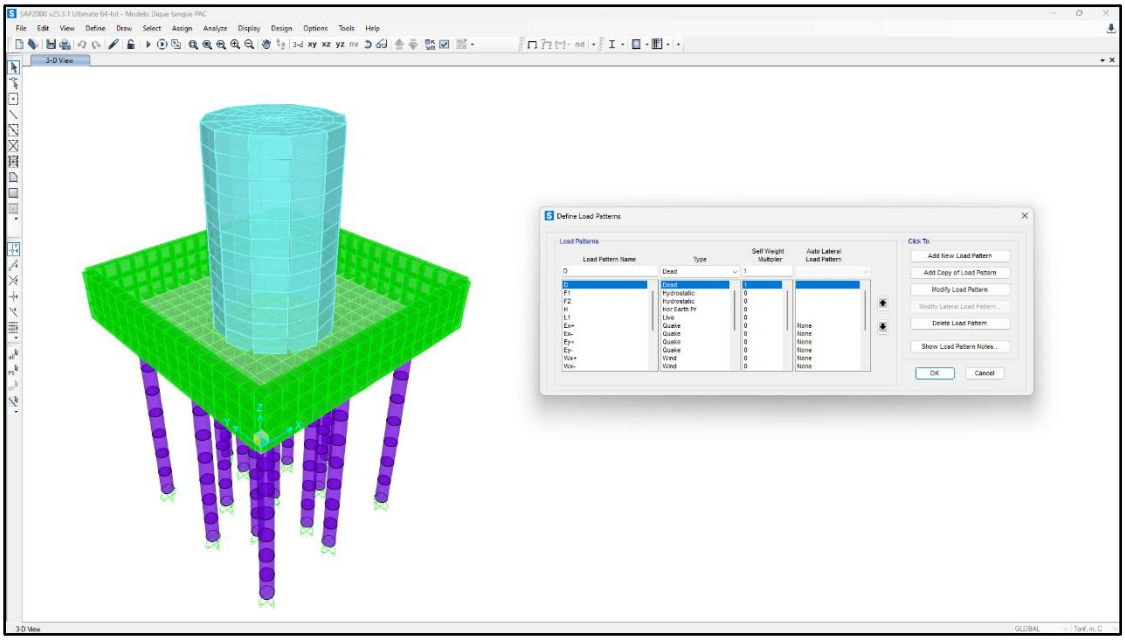


Figura 2.1.1 Carga muerta y peso propio.

2.2 Evaluación de la presión hidrostática en tanque para almacenamiento de PAC (F1).

Los tanques en fibra tienen diámetro de 3.75 m y altura de 6.00 m, se evaluan los valores a asignar en el joint patterns.

Tabla 2.2.1 Evaluación presión hidrostática en tanque (F1).

PRESIÓN HIDROSTÁTICA TANQUE DE PAC F1 (h=6 m)

γ = 1230 kgf/m3 (Peso especifico del material de relleno)

h (m)	Presión (kgf/m2)
0,00	0
0,50	615
1,00	1230
1,50	1845
2,00	2460
2,50	3075
3,00	3690
3,50	4305
4,00	4920
4,50	5535
5,00	6150
5,50	6765
6,00	7380

MATRIZ

C	D		TERMINOS INDEPENDIENTES
			ind
6,00	1,0	=	0,0
0,00	1,0	=	7380,0

MATRIZ INVERSA

0,2	-0,2
0,0	1,0

CONSTANTES

C=	-1230,0
D=	7380,0

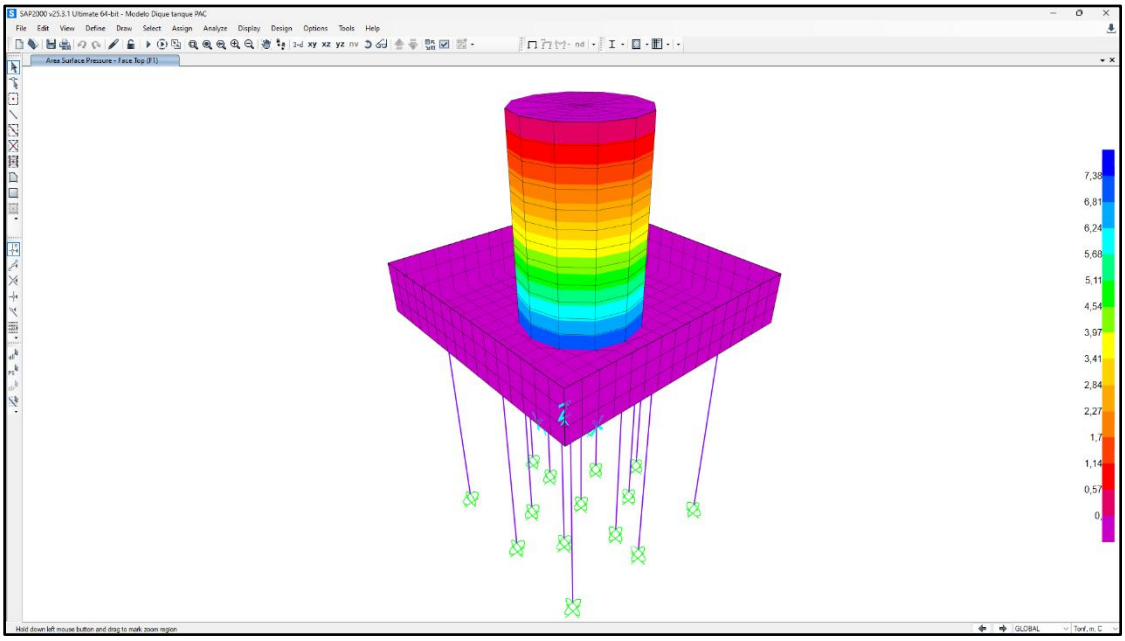


Figura 2.2.1 Asignación presión hidrostática en tanque de PAC (F1).

2.3 Evaluación de la presión hidrostática en el dique de concreto reforzado (F2).

El dique en concreto reforzado de dimensiones internas de 8.00 m de largo, 8.00 m de ancho y 1.60 m de alto, se evaluan los valores a asignar en el joint patterns.

Tabla 2.3.1 Evaluación presión hidrostática en el dique de concreto reforzado (F2).

PRESIÓN HIDROSTÁTICA DIQUE PAC F2 (h=1.60 m)

γ = 1230 kgf/m3 (Peso específico del material de relleno)

h (m)	Presión (kgf/m2)
0,00	0
0,53	656
1,07	1312
1,60	1968

MATRIZ

C	D
1,60	1,0
0,00	1,0

TERMINOS INDEPENDIENTES

ind
0,0
1968,0

MATRIZ INVERSA

0,6	-0,6
0,0	1,0

CONSTANTES

C= -1230,0
D= 1968,0

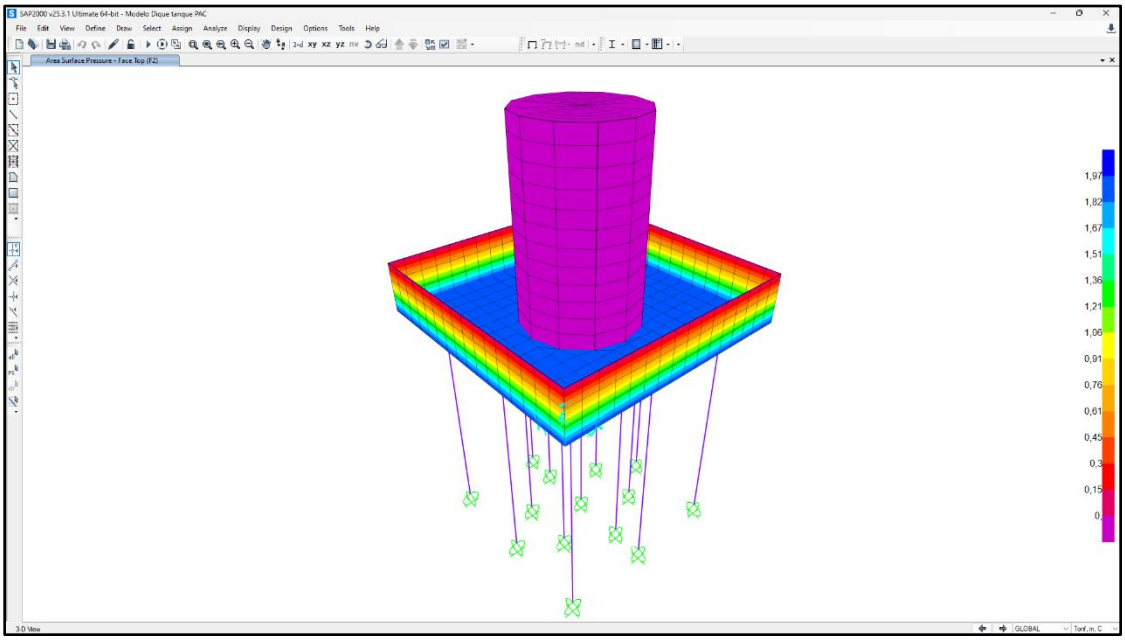
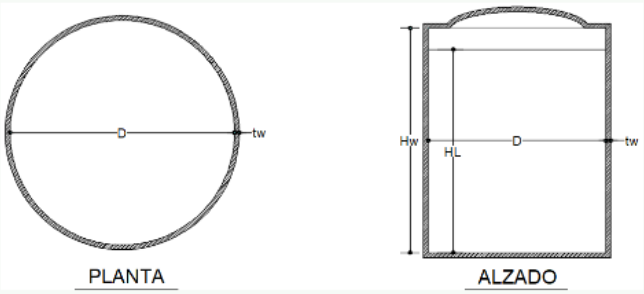


Figura 2.3.1 Asignación presión hidrostática en muros del dique (F2).

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

Tabla 2.4.1 Evaluación presión hidrodinámica en tanque de PAC.

DISEÑO SÍSMICO ACI 350.3-06 (Tanque Circular)



1. Geometría del Tanque:

$D := 3.75\ m$	*Diámetro del tanque.*	$t_w := 25\ mm$	*Espesor muro tanque.*
$H_w := 6\ m$	*Altura del tanque.*	$t_r := 25\ mm$	*Espesor cubierta tanque.*
$H_L := 6\ m$	*Nivel del fluido.*	$F := \frac{D}{H_L} = 0.63$	

2. Propiedades Mecánicas y Físicas:

$\gamma_w := 20\ \frac{kN}{m^3}$	*Peso específico del tanque.*	$\gamma_L := 12.3\ \frac{kN}{m^3}$	*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 categorias II o III	1

$I := 1.25$

4. Factor de Modificación de Respuesta:

FACTOR DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA, R			
Tipo de estructura	R_i		R_c
	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

$R_i := 1.50$

$R_c := 1.00$

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

$A_w := \frac{\pi}{4}(D)^2 = 11.04\ m^2$ *Área del tanque.*

$V_w := \frac{\pi}{4}(D)^2 \cdot (H_w) = 66.27\ m^3$ *Volumen del tanque.*

$V_L := \frac{\pi}{4}(D)^2 \cdot H_L = 66.27\ m^3$ *Volumen del fluido.*

$W_w := \gamma_w \cdot (\pi \cdot D) \cdot t_w \cdot H_w = 35.34\ kN$ *Peso total muro tanque.*

$W_r := \gamma_w \cdot \frac{\pi}{4}(D)^2 \cdot t_r = 5.52\ kN$ *Peso total cubierta tanque.*

6. Peso Equivalente por Aceleración del Fluido:

$W_L := A_w \cdot H_L \cdot \gamma_L = 815.1\ kN$ *Peso del fluido.*

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

$W_i = 743.84\ kN$ *Peso impulsivo del fluido.*

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

$W_c = 117.17\ kN$ *Peso convectivo del fluido.*

7. Alturas al Centro de Gravedad:

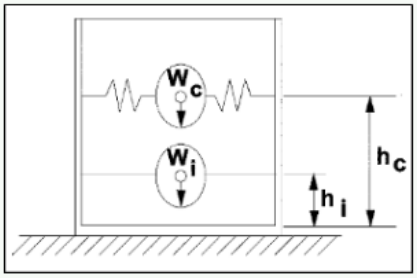
$\frac{D}{H_L} < 1.333$ Entonces, $\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375\left(\frac{D}{H_L}\right)$

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

Por lo tanto, $h_i = 2.65\ m$

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

Por lo tanto, $h_c = 4.99\ m$



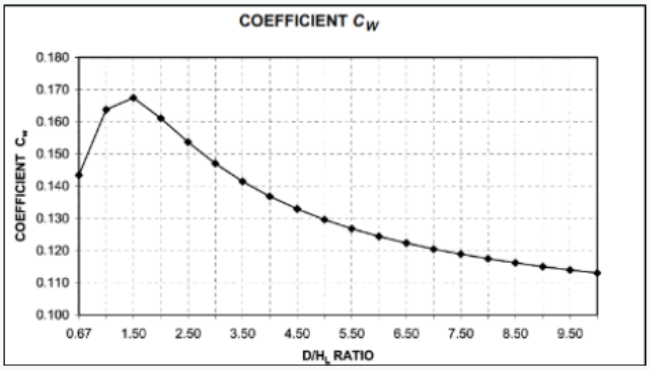
8. Coeficiente Efectivo de Masa:

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

Entonces,

$\varepsilon = 0.91$ **¿CUMPLE?** = "SI"

9. Propiedades Dinámicas:



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

Por lo tanto, $C_w = 0.667$

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

Por lo tanto, $C_l = 0.02436$

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

Por lo tanto, $\omega_i = 20.89 \ \frac{rad}{s}$

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

Por lo tanto, $T_i = 0.3 \ s$

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

Por lo tanto, $\lambda = 6.01 \ \frac{\sqrt{m}}{s}$

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

Por lo tanto, $\omega_c = 3.1 \ \frac{rad}{s}$

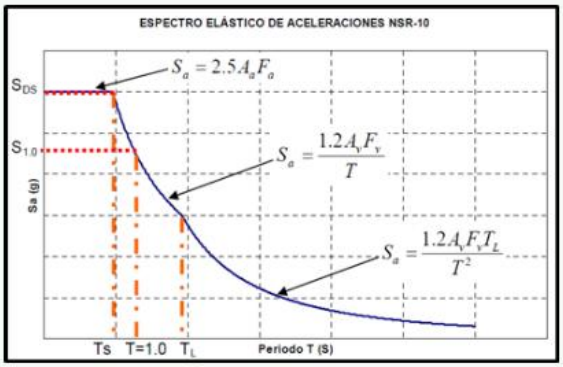
$$T_c := \frac{2\,\pi}{\omega_c}$$

Por lo tanto, $T_c = 2.03\ s$

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

Por lo tanto, $T_v = 0.05\ s$

10. Coeficientes de Respuesta Sísmica:



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

Entonces,

$T_s = 0.49\ s$

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, $C_i = 0.51$

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, $C_c = 0.18$

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:

$P_i := C_i \cdot I \cdot \left(\frac{W_i}{R_i}\right) = 313.81\ kN$ *Fuerza impulsiva.*

$P_c := C_c \cdot I \cdot \left(\frac{W_c}{R_c}\right) = 27.07\ kN$ *Fuerza convectiva.*

$P_w := C_i \cdot I \cdot \left(\frac{\varepsilon \cdot W_w}{R_i}\right) = 13.53\ kN$ *Fuerza inercial lateral por la aceleración del muro.*

$Pr := C_i \cdot I \cdot \left(\frac{W_r}{R_i}\right) = 2.33\ kN$ *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.

$$\theta := \begin{bmatrix} 0 \\ 15 \\ 45 \\ 75 \\ 90 \end{bmatrix}^\circ$$

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

$$P_{iyHL} := \frac{2 \cdot P_i \left(4\ H_L - 6\ h_i - (6\ H_L - 12\ h_i) \cdot \left(\frac{H_L}{H_L}\right)\right)}{2\ \pi \cdot r \cdot {H_L}^2} \cdot \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 587.09 \\ 567.09 \\ 415.14 \\ 151.95 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

$$P_{iy0} := \frac{2 \cdot P_i \left(4\ H_L - 6\ h_i - (6\ H_L - 12\ h_i) \cdot \left(\frac{0 \cdot m}{H_L}\right)\right)}{2 \cdot \pi \cdot r \cdot {H_L}^2} \cdot \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 1223.7 \\ 1182.01 \\ 865.29 \\ 316.72 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

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.

$$\theta := \begin{bmatrix} 0 \\ 15 \\ 45 \\ 75 \\ 90 \end{bmatrix} ^\circ$$

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

$$P_{cyHL} := \frac{16 \cdot P_c \left(4\ H_L - 6\ h_c - (6\ H_L - 12\ h_c) \cdot \left(\frac{H_L}{H_L}\right)\right)}{2 \cdot 9 \cdot \pi \cdot r \cdot H_L^{\,2}} \cdot \cos(\theta) = \begin{bmatrix} 207.37 \\ 200.3 \\ 146.63 \\ 53.67 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

$$P_{cy0} := \frac{16 \cdot P_c \left(4\ H_L - 6\ h_c - (6\ H_L - 12\ h_c) \cdot \left(\frac{0 \cdot m}{H_L}\right)\right)}{2 \cdot 9 \cdot \pi \cdot r \cdot H_L^{\,2}} \cos(\theta) = \begin{bmatrix} -68.5 \\ -66.17 \\ -48.44 \\ -17.73 \\ 0 \end{bmatrix} \frac{kgf}{m^2}$$

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:

$$P_{wy} := \frac{P_w}{2 \cdot H_w \cdot \pi \cdot r} = 19.52 \frac{kgf}{m^2}$$

15. Presión Hidrodinámica por Efecto de la Aceleración Vertical:

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

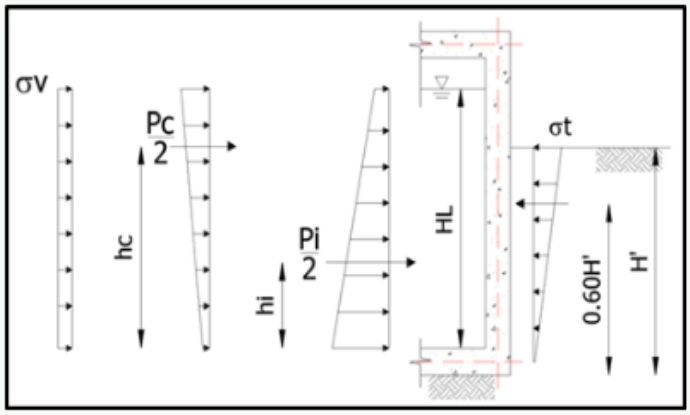
Por lo tanto, $\ddot{u}_v = 0.28$

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

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

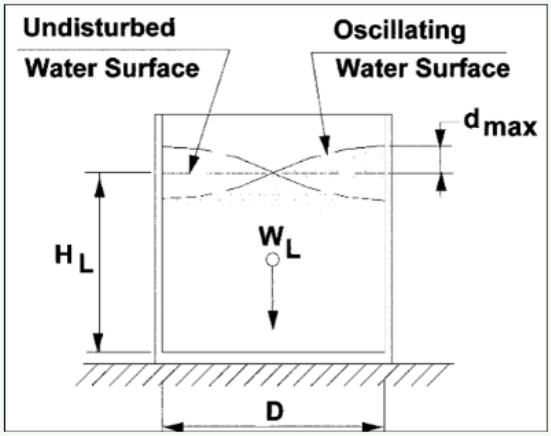
$$P_{vy0} := \ddot{u}_v \cdot (\gamma_L \cdot (H_L - 0\ m)) = 2116.55 \frac{kgf}{m^2}$$

16. Distribución de las Presiones Hidrodinámicas sobre muro:



18. Altura Libre para Oleaje:

$$d_{máx} := \frac{D}{2} \cdot C_e \cdot I = 43.32 \text{ cm}$$



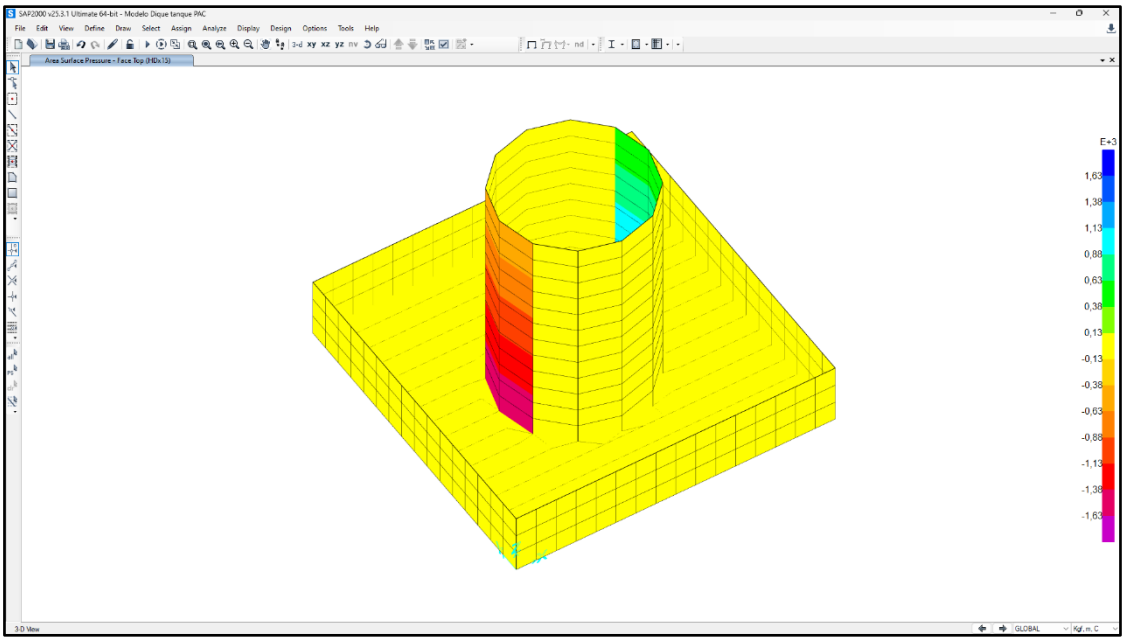


Figura 2.4.1 Asignación presión hidrodinámica X 15°.

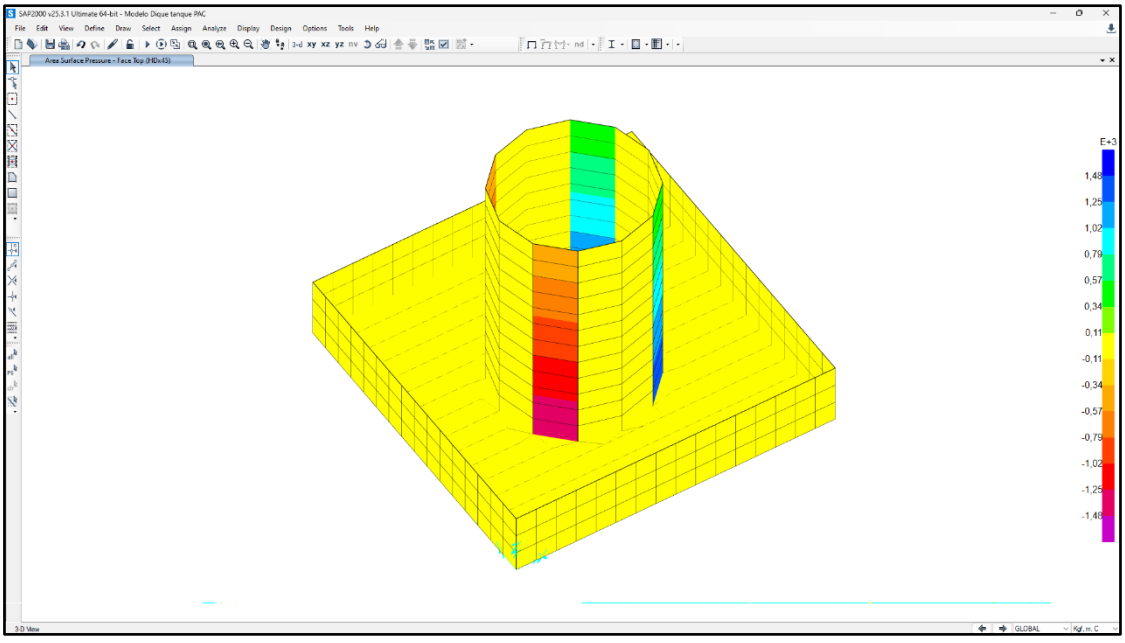


Figura 2.4.2 Asignación presión hidrodinámica X 45°.

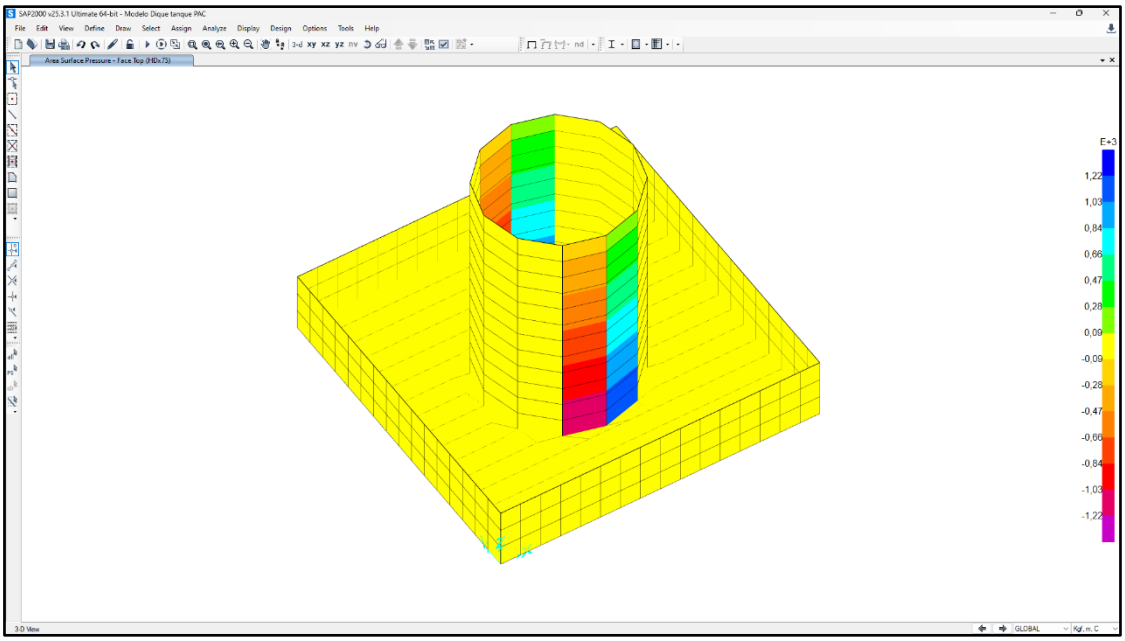


Figura 2.4.3 Asignación presión hidrodinámica X 75°.

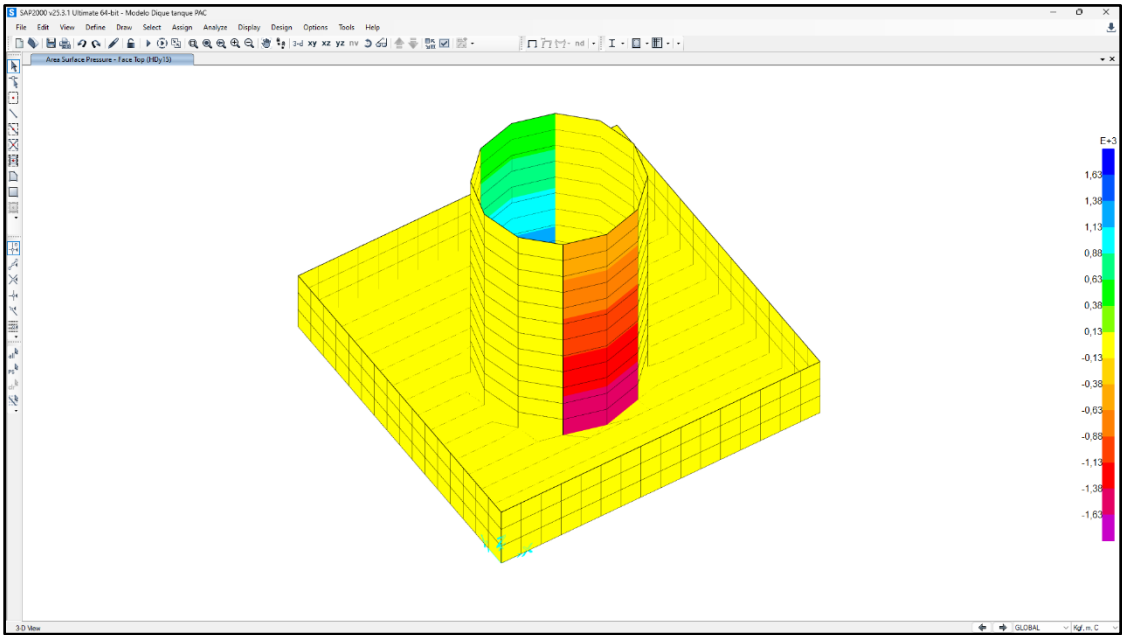


Figura 2.4.4 Asignación presión hidrodinámica Y 15°.

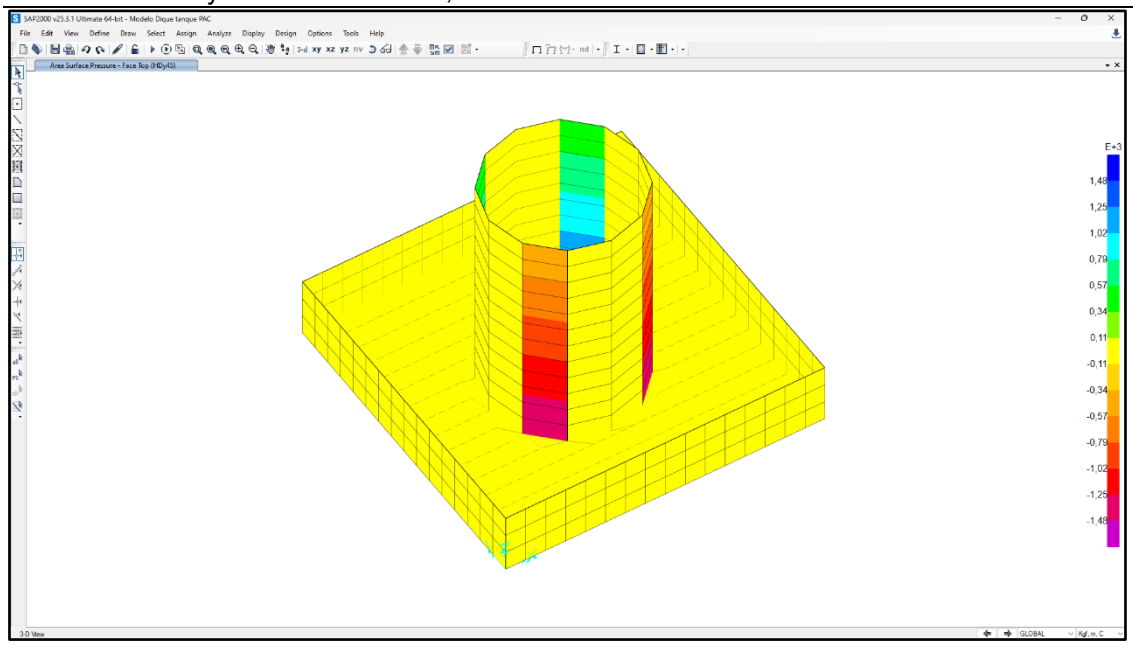


Figura 2.4.5 Asignación presión hidrodinámica Y 45°.

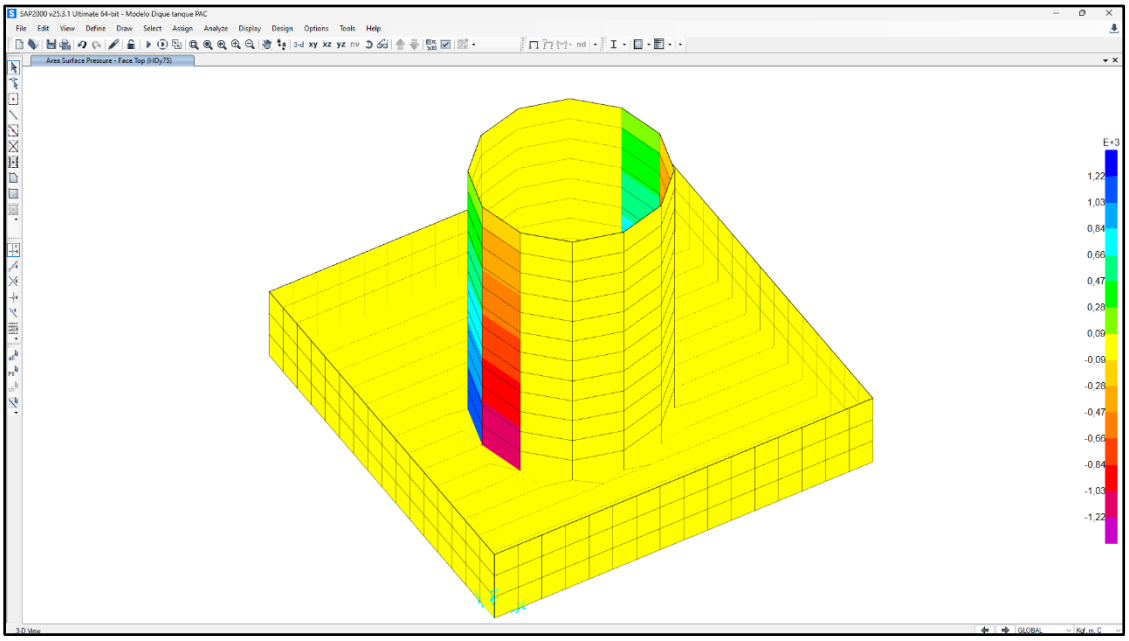


Figura 2.4.6 Asignación presión hidrodinámica Y 75°.

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

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

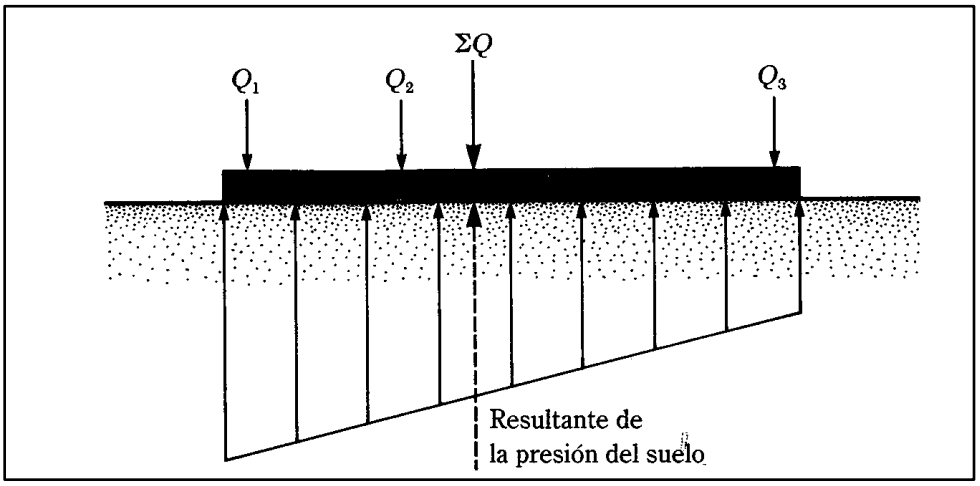


Figura 2.7.1 Resultante de la presión del suelo.

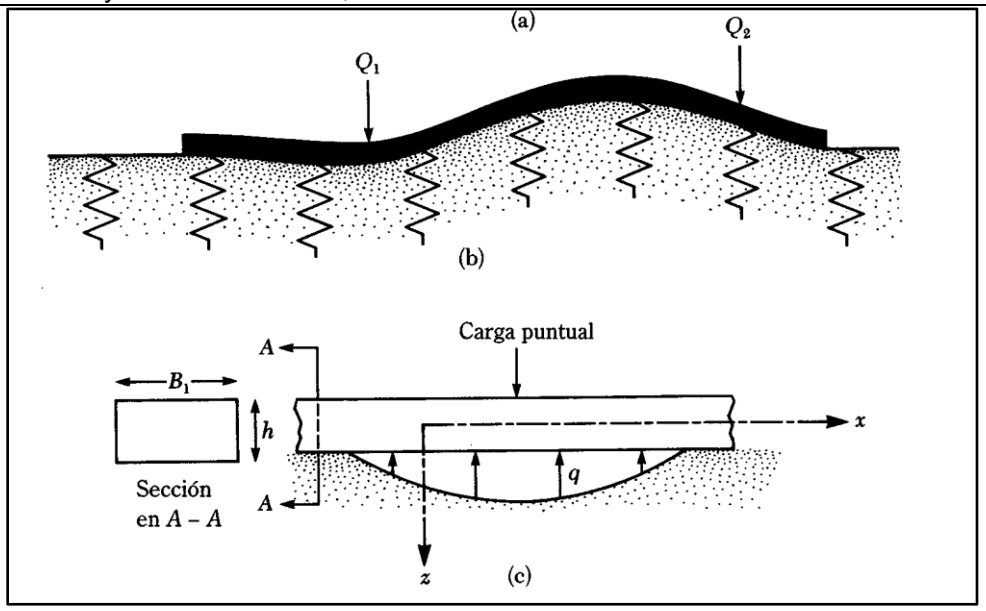


Figura 2.7.2 Interacción suelo estructura.

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/m³ o lb/pulg³)

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	0,50	0,00	2500	0
1,00	0,50	0,16	5000	810
2,00	0,50	0,24	5000	1185
3,00	0,50	1,35	5000	6760
4,00	0,50	1,50	5000	7515
5,00	0,50	1,88	5000	9390
6,00	0,50	2,92	5000	14575
7,00	0,50	3,55	5000	17760
8,00	0,50	3,68	2500	9200

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
998	Local	810	810	0	0	0	0
999	Local	1185	1185	0	0	0	0
1000	Local	6760	6760	0	0	0	0
1001	Local	7515	7515	0	0	0	0
1002	Local	9390	9390	0	0	0	0
1003	Local	14575	14575	0	0	0	0
33	Local	17760	17760	0	0	0	0
34	Local	9200	9200	0	0	0	0

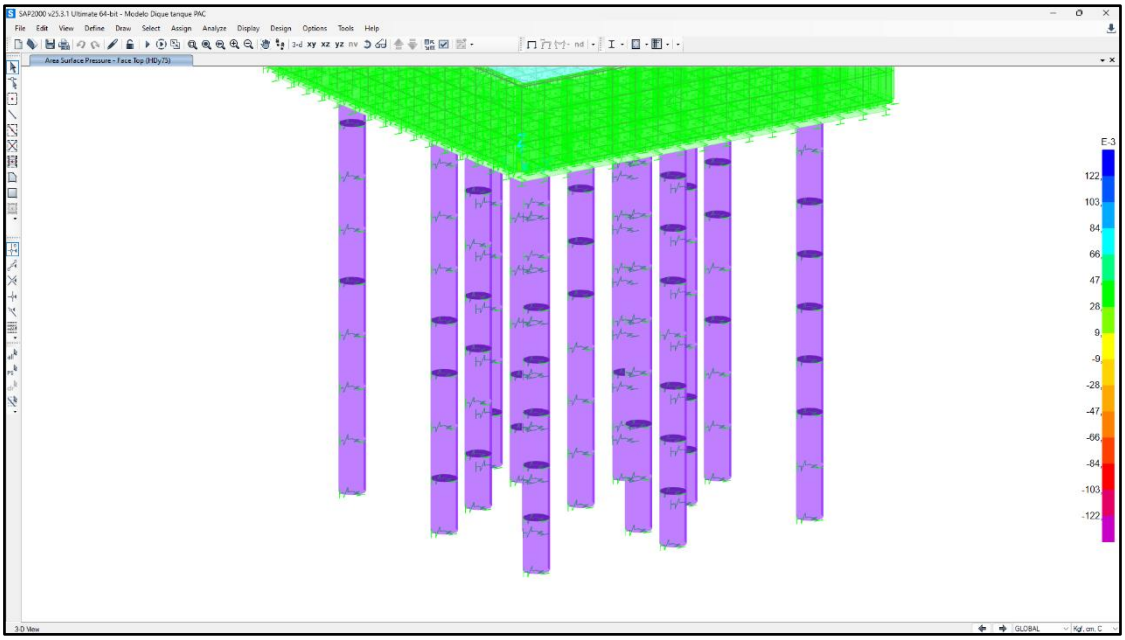


Figura 2.7.3 Modelo con resortes.

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.

COMBOS PARA DISEÑO																	
COMBO	DEAD	FLUIDS		SOILS	LIVE	EARTHQUAKE				HYDRODYNAMICS				WIND			
	D	F_1	F_2	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	1,4		1,4														
4	1,2	1,2		1,6	1,6												
5	1,2		1,2	1,6	1,6												
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	1,2	1,0		1,6	1,0			1,0				1,0					
9	1,2	1,0		1,6	1,0				1,0				1,0				

Nota: la fuerza sísmica está dividida por el factor de reducción R=1

3.2 Combinaciones para chequeo a servicio.

Tabla 3.2.1 Combinaciones de servicio.

COMBOS PARA CONDICIONES DE SERVICIO																	
COMBO	DEAD	FLUIDS		SOILS	LIVE	EARTHQUAKE				HYDRODYNAMICS				WIND			
	D	F_1	F_2	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														
4	1,0	1,0		1,0	1,0												
5	1,0		1,0	1,0	1,0												
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	1,0		1,0				0,7				0,7					
9	1,0	1,0		1,0					0,7				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).

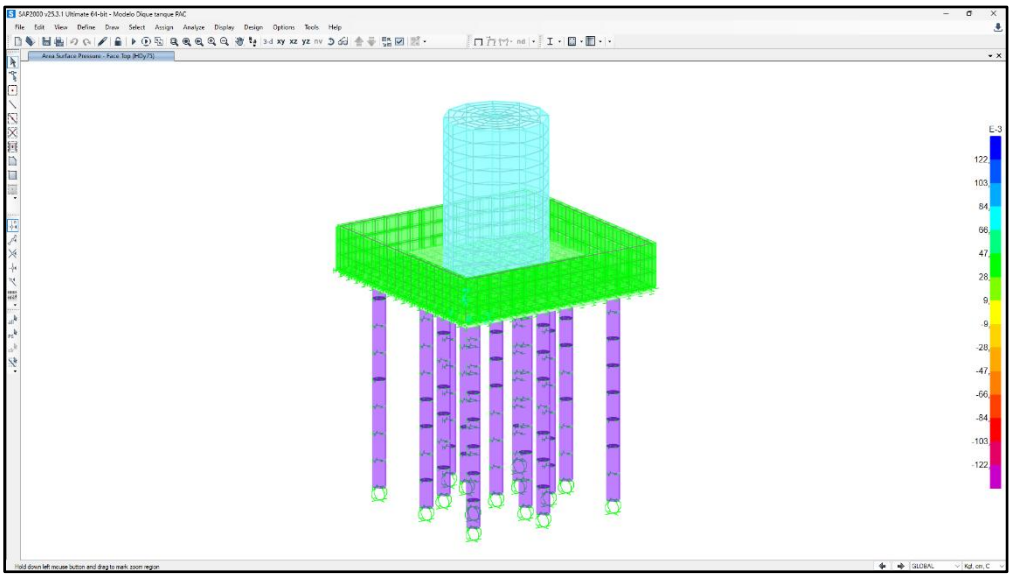


Figura 5.1.1 VISTA 1.

5.2 Modelo tridimensional Tanque (vista 2).

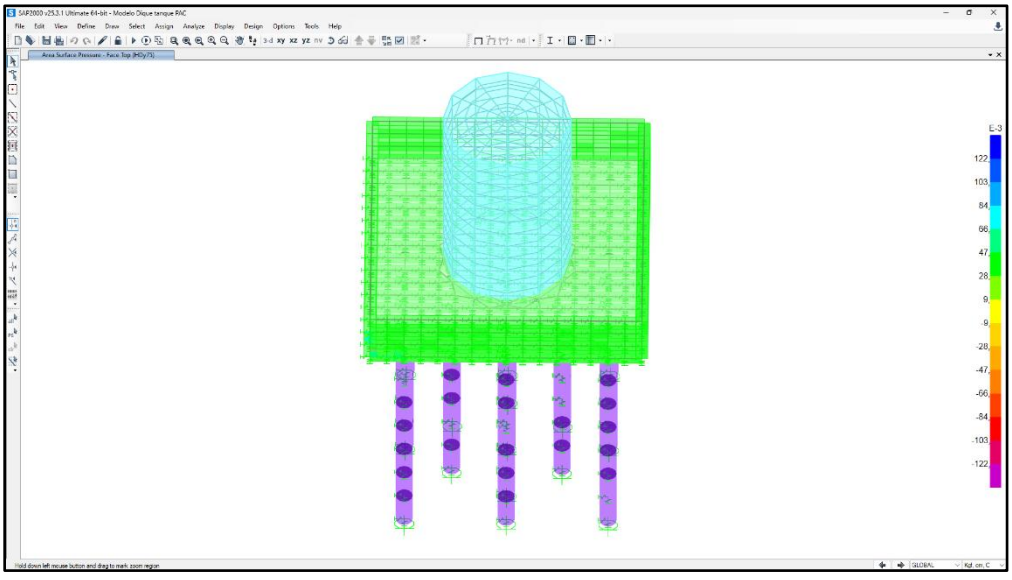


Figura 5.1.2 VISTA 2.

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.

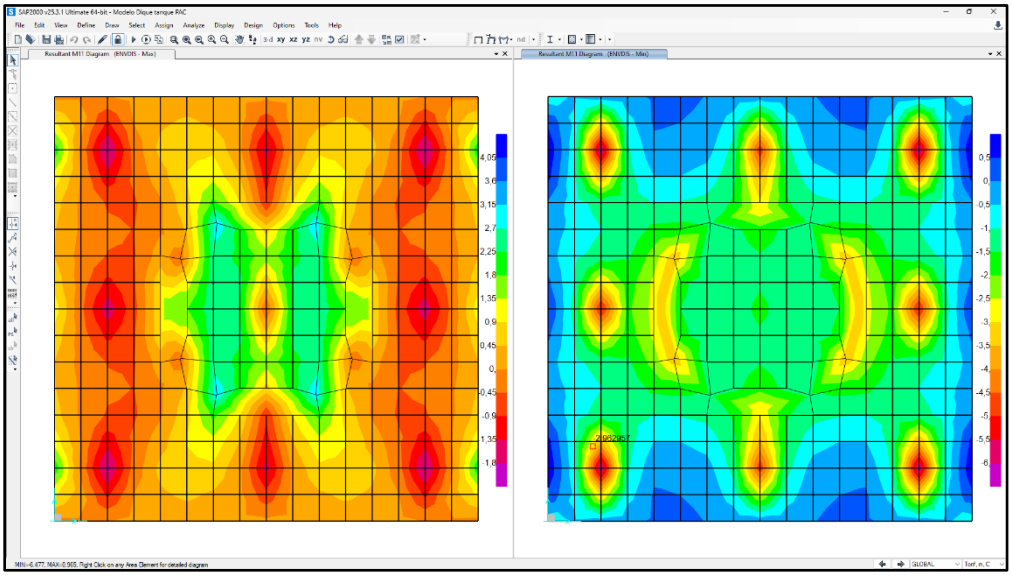


Figura 6.1.1 M11 losa de fondo.

- Momento M22 combo envolvente mínimo y máximo.

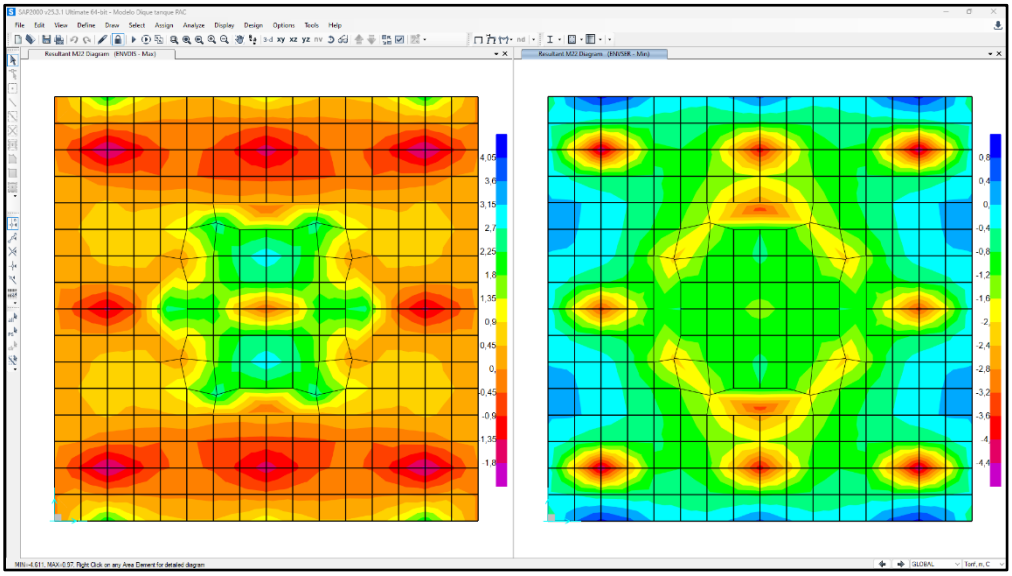


Figura 6.1.2 M22 losa de fondo.

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

Tabla 6.1.1 Diseño a flexión losa de fondo.

DISEÑO A FLEXIÓN

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en losa para tanque de PAC

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	LOSA TK	
b:	100	cm
d:	32,5	cm
h:	40,0	cm
d':	7,5	cm

3)Cuantias

β :	0,85
ρ_{min}:	0,0030
$\rho_{balanceada}$:	0,0286
$\rho_{máx}$:	0,0180

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

ELEMENTOS SIMPLEMENTE REFORZADOS

	SENTIDO X				SENTIDO Y							
Mu⁻ (ton-cm)		620,00				616,00						
Mu⁺ (ton-cm)	300,00		300,00		300,00		300,00					
K⁻ (ton/cm²)		0,00587				0,00583						
K⁺ (ton/cm²)	0,0028		0,00284		0,00284		0,00284					
$\phi_{inicial}$		0,90				0,90						
	0,90		0,90		0,90		0,90					
$\rho_{calculado}^{-}$		0,0016				0,0016						
$\rho_{calculado}^{+}$	0,0008		0,0008		0,0008		0,0008					
$\rho_{diseño}^{-}$		0,0030				0,0030						
$\rho_{diseño}^{+}$	0,0030		0,0030		0,0030		0,0030					
As⁻ (cm²)		9,75				9,75						
As⁺ (cm²)	9,75		9,75		9,75		9,75					
a (cm)		1,72				1,72						
	1,72		1,72		1,72		1,72					
c (cm)		2,0242				2,0242						
	2,0242		2,0242		2,0242		2,0242					
c/d (cm/cm)		0,0623				0,0623						
	0,0623		0,0623		0,0623		0,0623					
ϕ_{real}		0,90				0,90						
	0,90		0,90		0,90		0,90					
$\rho_{calculado}^{-}$		0,0016				0,0016						
$\rho_{calculado}^{+}$	0,0008		0,0008		0,0008		0,0008					
$\rho_{definitivo}^{-}$		0,0030				0,0030						
$\rho_{definitivo}^{+}$	0,0030		0,0030		0,0030		0,0030					
		1#5 @0.14 m				1#5 @0.14 m						
As(-) cm2		9,75				9,75						
As(+) cm2	9,75		9,75		9,75		9,75					
		1#5 @0.14 m				1#5 @0.14 m						

Página 1

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

Tabla 6.1.2 Chequeo fisuración losa de fondo.

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

SECCIÓN: Fisuración para losa de tanque de PAC.

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:	32,5	cm
h:	40,0	cm
d':	7,50	cm

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	620	ton-cm (momento último)
Ms:	443	ton-cm (momento de servicio)
As	11,88	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	14,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	2404,094	cm3
Qinferior:	2404,094	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	6,93	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	30,19	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	1235	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	2065	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)
2,47	2,10	0,03653	4200	49,896	0,900	1412,39

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)
620	443	1,40	1700	2500	OK	1,59	985,02	**1412,39**	OK	30,00

6.1.3 Chequeo a cortante losa de fondo.

Debido a que la losa de fondo se encuentra apoyada sobre pilotes de 0.50 m de diámetro y longitudes de 8.00 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 fondo.

TABLE: Element Forces - Frames					
Frame	**Station**	**OutputCase**	**CaseType**	**StepType**	**P**
Text	m	Text	Text	Text	Tonf
11	0	ENVDIS	Combination	Max	-1,3
11	0	ENVDIS	Combination	Min	-23,5
17	0	ENVDIS	Combination	Max	-2,4
17	0	ENVDIS	Combination	Min	-19,9
23	0	ENVDIS	Combination	Max	-2,3
23	0	ENVDIS	Combination	Min	-20,1
29	0	ENVDIS	Combination	Max	-2,4
29	0	ENVDIS	Combination	Min	-19,9
35	0	ENVDIS	Combination	Max	-2,4
35	0	ENVDIS	Combination	Min	-19,9
41	0	ENVDIS	Combination	Max	-2,3
41	0	ENVDIS	Combination	Min	-20,1
47	0	ENVDIS	Combination	Max	-2,4
47	0	ENVDIS	Combination	Min	-19,9
113	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,5
113	0	ENVDIS	Combination	Min	-29,4
119	0	ENVDIS	Combination	Max	-6,0
119	0	ENVDIS	Combination	Min	-20,7
125	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,5
125	0	ENVDIS	Combination	Min	-29,4
131	0	ENVDIS	Combination	Max	-6,1
131	0	ENVDIS	Combination	Min	-20,8
137	0	ENVDIS	Combination	Max	-6,1
137	0	ENVDIS	Combination	Min	-20,8
143	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,5
143	0	ENVDIS	Combination	Min	-29,4
149	0	ENVDIS	Combination	Max	-6,0
149	0	ENVDIS	Combination	Min	-20,7
155	0	ENVDIS	Combination	Max	-9,5
155	0	ENVDIS	Combination	Min	-29,4

Tabla 6.1.4 Chequeo a cortante losa de fondo.

DISEÑO A CORTANTE EN LOSA DE CIMENTACIÓN

DESCRIPCIÓN:	Chequeo punzonamiento pilote.

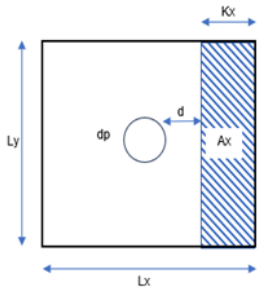
1-PROPIEDADES MECANICAS DE LOS MATERIALES.

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						

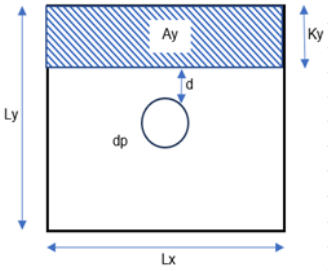
2-DISEÑO A CORTANTE EN UNA DIRECCIÓN

Vúltimo =	29,30	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 =	0,50	m
			m
AREA AFERENTE	Lx =	1,40	m
	Ly =	1,40	m
PERALTE EFECTIVO	dx =	0,325	m
	dy =	0,325	m
FACTOR DE REDUCCIÓN	ϕ =	0,75	

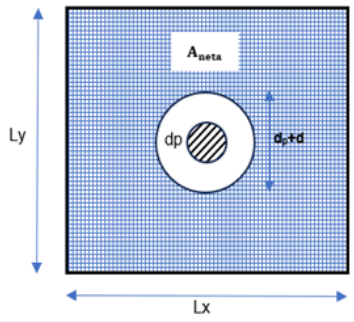
CHEQUEO A CORTANTE UNA DIRECCIÓN			
SENTIDO X	ϕVCx =	30,26	tonf
	Vux =	29,30	tonf
	CHEQUEO	OK	
SENTIDO Y	ϕVCy =	30,26	tonf
	Vuy =	29,30	tonf
	CHEQUEO	OK	

ESTRIBOS SENTIDO X		
$d_{estribo}$:	N/A	
# ramas :	0	
$A_{estribo}$:	0,00	cm2
Av :	0,00	cm2
Vs :	0,00	tonf
$S_{máx}$:	N/A	cm
$S_{instalado}$:	0,0	cm

ESTRIBOS SENTIDO Y		
$d_{estribo}$:	N/A	
# ramas :	0	
$A_{estribo}$:	0,00	cm2
Av :	0,00	cm2
Vs :	0,00	tonf
$S_{máx}$:	N/A	cm
$S_{instalado}$:	0,0	cm

3-DISEÑO A CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

Último =	29,30	tonf



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

DIMENSIÓN DE LA COLUMNA	dp =	0,50	m	CALCULO DE SOLICITACIONES			COLUMNA	αs
			m	Vu =	29,30	tonf	Interna	40
AREA AFERENTE	Lx =	1,40	m				Borde	30
	Ly =	1,40	m				Esquina	20
PERALTE EFECTIVO	dx =	0,325	m					
	dy =	0,325	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 =	2,59	m
	$\lambda\sqrt{f'_c}(b_0 d)$ =	140,95	tonf
C.11-31	Vc =	224,11	tonf
C.11-32	Vc =	267,00	tonf
C.11-33	Vc =	140,95	tonf
mínimo	Vc =	140,95	tonf
	ϕVc =	105,71	tonf

CHEQUEO A CORTANTE EN DOS DIRECCIONES

ϕVc =	105,71	tonf	≥	Vu =	29,30	tonf	OK

6.2 Diseño de muros.

6.2.1 Diseño a flexión muros.

- Momento 11 combo envolvente máximo y mínimo.

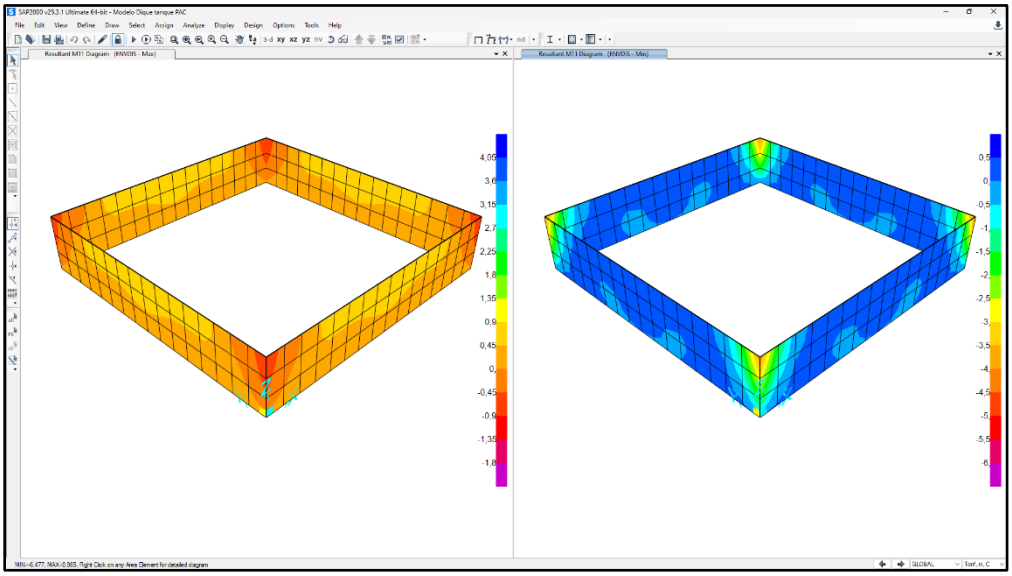


Figura 6.2.1 M11 muros.

- Momento 22 combo envolvente máximo y mínimo.

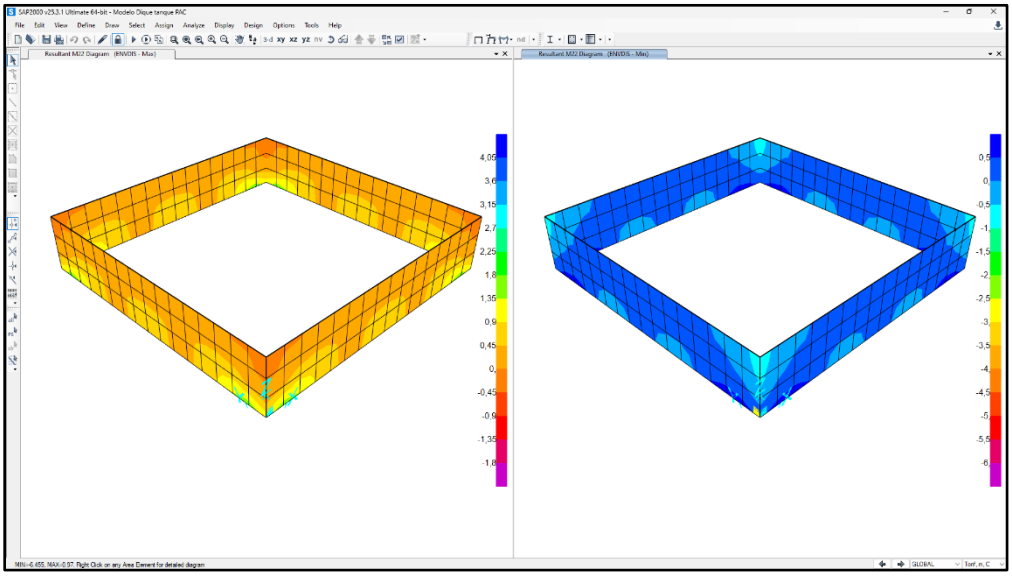


Figura 6.2.2 M22 muros.

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

Tabla 6.2.1 Diseño a flexión muros.

DISEÑO A FLEXIÓN

SECCIÓN: Momento positivo y negativo en losa para tanque de PAC

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:	27,5	cm	$\rho_{balanceada}$:	0,0286
εy :	0,0021		h:	35,0	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)		386,00				84,00						
Mu^+ (ton-cm)	38,70				157,00							
K^- (ton/cm^2)		0,00510				0,00111						
K^+ (ton/cm^2)	0,0005				0,00208							
$\phi_{inicial}$		0,90				0,90						
	0,90				0,90							
$\rho_{calculado}^-$		0,0014				0,0003						
$\rho_{calculado}^+$	0,0001				0,0006							
$\rho_{diseño}^-$		0,0030				0,0030						
$\rho_{diseño}^+$	0,0030				0,0030							
As$^-$ (cm^2)		8,25				8,25						
As$^+$ (cm^2)	8,25				8,25							
a (cm)		1,46				1,46						
	1,46				1,46							
c (cm)		1,7128				1,7128						
	1,7128				1,7128							
c/d (cm/cm)		0,0623				0,0623						
	0,0623				0,0623							
ϕ_{real}		0,90				0,90						
	0,90				0,90							
$\rho_{calculado}^-$		0,0014				0,0003						
$\rho_{calculado}^+$	0,0001				0,0006							
$\rho_{definitivo}^-$		0,0030				0,0030						
$\rho_{definitivo}^+$	0,0030				0,0030							
		1#4 @0.14 m				1#4 @0.14 m						
As(-) cm2		8,25				8,25						
As(+) cm2	8,25				8,25							
		1#4 @0.14 m				1#4 @0.14 m						

Página 1

6.2.2 Chequeo de fisuración muros (NSR-10 C.23-C.9.2).

Tabla 6.2.2 Chequeo fisuración muros.

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

SECCIÓN: Fisuración para losa de tanque de PAC.

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:	27,5	cm
h:	35,0	cm
d':	7,50	cm

3) Momentos y áreas de acero.

Mu:	386	ton-cm (momento último)
Ms:	276	ton-cm (momento de servicio)
As	8,25	cm2 (área de acero suministrado a flexión)
S:	14,00	cm (separación entre barras)

4) Evaluación del eje neutro.

Qsuperior:	1444,781	cm3
Qinferior:	1444,781	cm3
Qs-Qi:	0,00	cm3
Y:	5,38	cm

5) Evaluación del esfuerzo de flexión en el acero.

jd:	25,71	cm (distancia entre las cargas de compresión y tensión)
fs:	1301	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	2065	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)
1,71	1,46	0,04517	4200	34,650	0,900	834,89

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)
386	276	1,40	1700	2500	OK	1,59	613,69	**834,89**	OK	30,00

6.2.3 Chequeo a cortante muros.

- Cortante V13 combo envolvente mínimo y máximo.

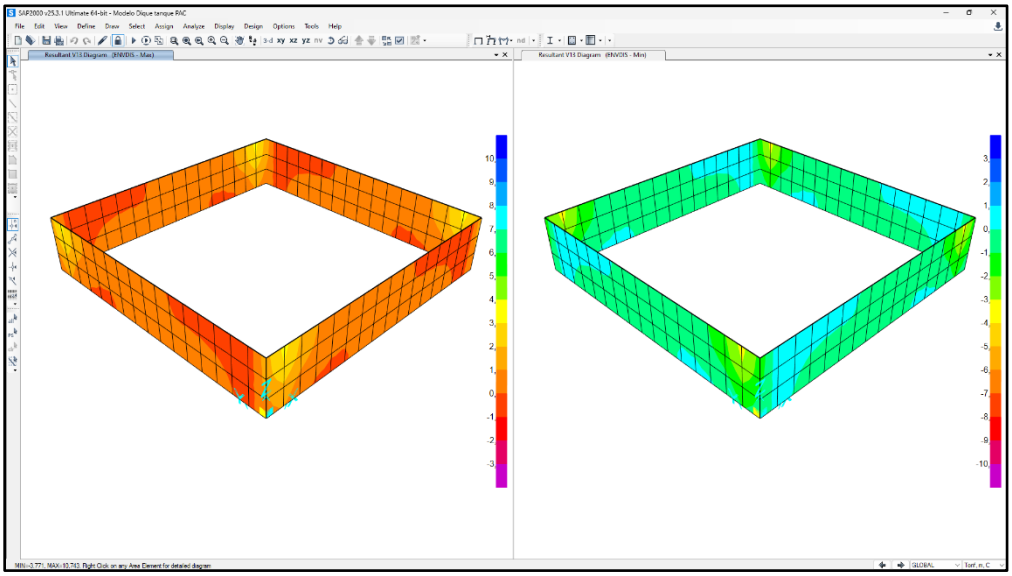


Figura 6.2.3 V13 muros.

- Cortante V23 combo envolvente mínimo y máximo.

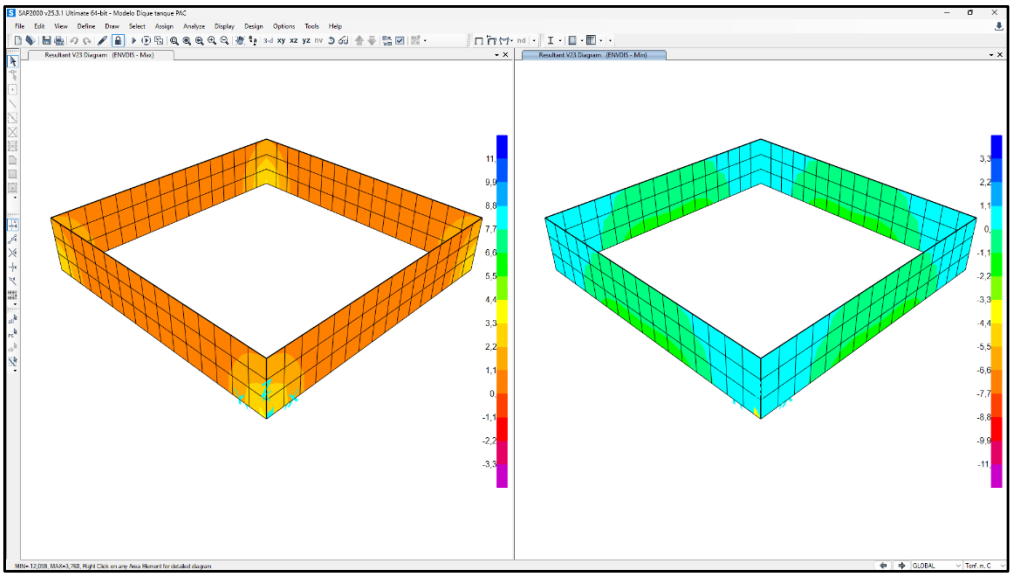


Figura 6.2.4 V23 muros.

Tabla 6.2.3 Chequeo a cortante muros.

PROYECTO:	Canal de tuberias		**FECHA:** feb-25
PRESENTADO A:	ALCALDIA MUNICIPAL DE SANTA MARTA		
DISEÑÓ:	Gustavo Chang. IC-MSc EStructuras.	**REVISÓ:**	
DESCRIPCIÓN	Chequeo a cortante en muro de tanque de PAC		

DISEÑO A CORTANTE

Propiedades geométricas			Propiedades de los materiales			Estribos a usar	
b:	100	cm	fc:	280	kgf/cm^2	Usar N°	N/A
d:	27,5	cm	fy:	4200	kgf/cm^2	# ramas:	0
h:	35,0	cm	ϕ:	0,75		Av (cm^2):	0,00

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:	3,41	tonf
Vc:	24,39	tonf
ϕVc:	18,29	tonf
Vs:	0,00	tonf

OK CHEQUEO

6.3 Diseño pilotes.

6.3.1 Diseño a flexo-compresión y cortante.

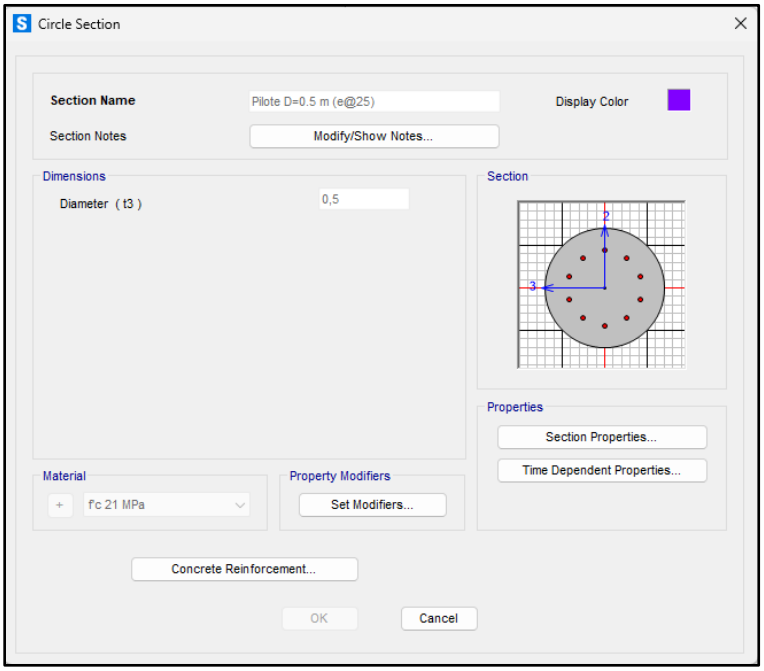


Figura 6.3.1 Sección transversal pilotes.

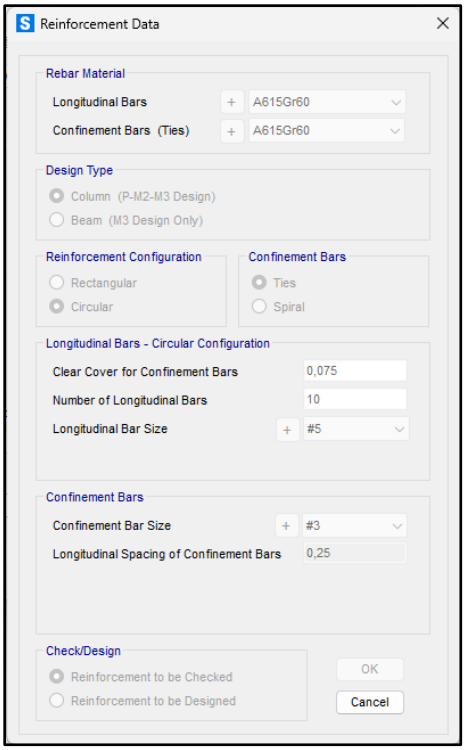


Figura 6.3.2 Acero de refuerzo en pilotes.

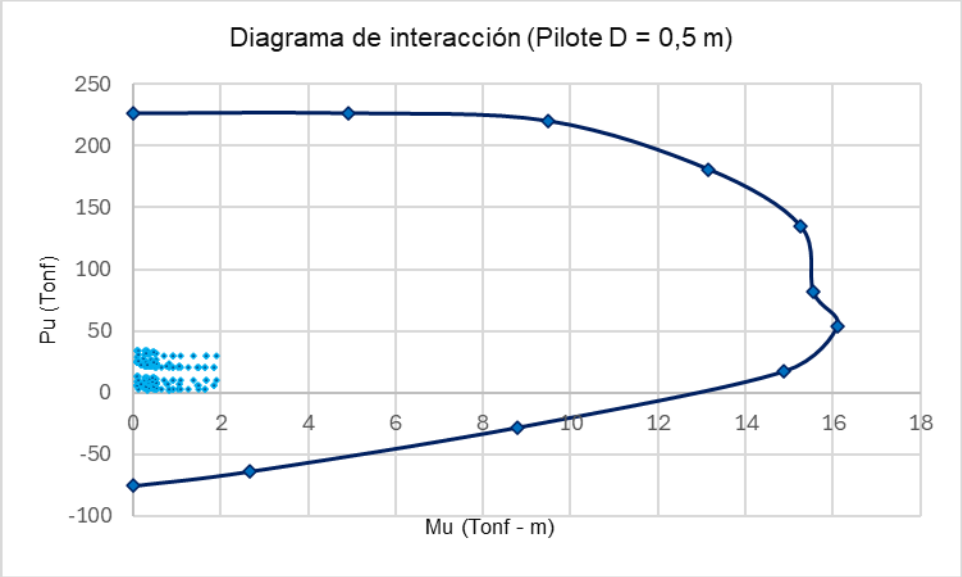


Figura 6.3.3 Chequeo de pilotes.

Tabla 6.3.1 Diseño de pilotes.

TABLE: Concrete Design 1 - Column Summary Data - ACI 318-19											
Frame	**Design Sect**	**DesignType**	**Design Opt**	**Status**	**Location**	**PMMCombo**	**PMMRatio**	**VMajCombo**	**VMajRebar**	**VMinCombo**	**VMinRebar**
Text	Text	Text	Text	Text	cm	Text	Unitless	Text	cm2/cm	Text	cm2/cm
11	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,106	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
12	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,108	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
13	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,111	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
14	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,114	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
15	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,117	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
16	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,120	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
17	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,119	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
18	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,097	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
19	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,094	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
20	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,097	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
21	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,100	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042

22	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
23	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,120	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
24	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,100	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
25	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,095	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
26	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,098	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
27	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,100	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
28	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,103	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
29	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,119	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
30	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,097	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
31	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,094	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
32	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,097	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
33	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,100	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
34	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
35	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,119	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
36	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,097	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
37	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,094	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
38	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,097	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
39	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,100	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
40	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
41	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,120	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
42	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,100	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
43	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,095	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042

44	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,098	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
45	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,100	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
46	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,103	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
47	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,119	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
48	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,097	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
49	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,094	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
50	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,097	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
51	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,100	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
52	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
113	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,154	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
114	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,136	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
115	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
116	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
117	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
118	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
119	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
120	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,104	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
121	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,099	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
122	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
123	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
124	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,108	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
125	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,154	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042

126	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,136	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
127	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
128	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
129	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
130	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
131	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
132	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
133	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,099	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
134	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
135	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
136	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,108	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
137	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
138	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
139	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,099	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
140	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
141	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
142	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,108	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
143	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,154	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
144	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,136	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
145	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
146	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
147	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042

148	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
149	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,130	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
150	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,104	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
151	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,099	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
152	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,102	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
153	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
154	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,108	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
155	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,154	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
156	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,136	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
157	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,138	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
158	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,141	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
159	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,144	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
160	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,147	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
1	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,123	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
2	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,126	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
3	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
4	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,107	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
5	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
6	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,108	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
7	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
8	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,107	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
9	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042

10	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,107	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
53	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
54	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,108	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
55	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,105	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
56	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,107	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
57	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
58	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
59	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,110	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
60	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,113	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
61	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
62	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
63	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,111	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
64	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,114	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
65	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,111	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
66	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,114	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
67	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
68	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
69	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,110	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
70	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,113	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
71	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,150	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042
72	P 50	Column	Check	No Messages	0	ENVDIS	0,152	ENVDIS	0,00042	ENVDIS	0,00042

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	
1	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	4,83	70,00	OK
1	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	20,17	70,00	OK
2	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,04	5,31	70,00	OK
2	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,04	20,65	70,00	OK
3	ENVSER	Combination	Max	0,11	0,08	6,35	70,00	OK
3	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,09	20,36	70,00	OK
4	ENVSER	Combination	Max	0,06	0,04	6,83	70,00	OK
4	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,05	20,84	70,00	OK
5	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	6,25	70,00	OK
5	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,11	20,42	70,00	OK
6	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,04	6,73	70,00	OK
6	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,06	20,90	70,00	OK
7	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	6,35	70,00	OK
7	ENVSER	Combination	Min	-0,11	-0,09	20,36	70,00	OK
8	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,04	6,83	70,00	OK
8	ENVSER	Combination	Min	-0,06	-0,05	20,84	70,00	OK
9	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,09	6,35	70,00	OK
9	ENVSER	Combination	Min	-0,11	-0,08	20,36	70,00	OK
10	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,05	6,83	70,00	OK
10	ENVSER	Combination	Min	-0,06	-0,04	20,84	70,00	OK
11	ENVSER	Combination	Max	0,25	0,25	1,95	70,00	OK
11	ENVSER	Combination	Min	-0,25	-0,25	17,29	70,00	OK
12	ENVSER	Combination	Max	0,21	0,21	2,43	70,00	OK
12	ENVSER	Combination	Min	-0,21	-0,21	17,77	70,00	OK
13	ENVSER	Combination	Max	0,17	0,17	2,91	70,00	OK
13	ENVSER	Combination	Min	-0,17	-0,17	18,25	70,00	OK
14	ENVSER	Combination	Max	0,03	0,03	3,39	70,00	OK
14	ENVSER	Combination	Min	-0,03	-0,03	18,73	70,00	OK
15	ENVSER	Combination	Max	0,05	0,05	3,87	70,00	OK
15	ENVSER	Combination	Min	-0,05	-0,05	19,21	70,00	OK
16	ENVSER	Combination	Max	0,09	0,09	4,35	70,00	OK
16	ENVSER	Combination	Min	-0,09	-0,09	19,69	70,00	OK

17	ENVSER	Combination	Max	0,27	0,34	3,47	70,00	OK
17	ENVSER	Combination	Min	-0,44	-0,25	17,48	70,00	OK
18	ENVSER	Combination	Max	0,23	0,30	3,95	70,00	OK
18	ENVSER	Combination	Min	-0,40	-0,21	17,96	70,00	OK
19	ENVSER	Combination	Max	0,19	0,25	4,43	70,00	OK
19	ENVSER	Combination	Min	-0,34	-0,17	18,44	70,00	OK
20	ENVSER	Combination	Max	0,06	0,08	4,91	70,00	OK
20	ENVSER	Combination	Min	-0,13	-0,04	18,92	70,00	OK
21	ENVSER	Combination	Max	0,03	0,05	5,39	70,00	OK
21	ENVSER	Combination	Min	-0,05	-0,03	19,40	70,00	OK
22	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,09	5,87	70,00	OK
22	ENVSER	Combination	Min	-0,09	-0,08	19,88	70,00	OK
23	ENVSER	Combination	Max	0,26	0,49	3,37	70,00	OK
23	ENVSER	Combination	Min	-0,26	-0,26	17,54	70,00	OK
24	ENVSER	Combination	Max	0,22	0,44	3,85	70,00	OK
24	ENVSER	Combination	Min	-0,22	-0,22	18,02	70,00	OK
25	ENVSER	Combination	Max	0,18	0,38	4,33	70,00	OK
25	ENVSER	Combination	Min	-0,18	-0,18	18,50	70,00	OK
26	ENVSER	Combination	Max	0,03	0,15	4,81	70,00	OK
26	ENVSER	Combination	Min	-0,03	-0,07	18,98	70,00	OK
27	ENVSER	Combination	Max	0,05	0,05	5,29	70,00	OK
27	ENVSER	Combination	Min	-0,05	-0,03	19,46	70,00	OK
28	ENVSER	Combination	Max	0,09	0,08	5,77	70,00	OK
28	ENVSER	Combination	Min	-0,09	-0,08	19,94	70,00	OK
29	ENVSER	Combination	Max	0,44	0,34	3,47	70,00	OK
29	ENVSER	Combination	Min	-0,27	-0,25	17,48	70,00	OK
30	ENVSER	Combination	Max	0,40	0,30	3,95	70,00	OK
30	ENVSER	Combination	Min	-0,23	-0,21	17,96	70,00	OK
31	ENVSER	Combination	Max	0,34	0,25	4,43	70,00	OK
31	ENVSER	Combination	Min	-0,19	-0,17	18,44	70,00	OK
32	ENVSER	Combination	Max	0,13	0,08	4,91	70,00	OK
32	ENVSER	Combination	Min	-0,06	-0,04	18,92	70,00	OK
33	ENVSER	Combination	Max	0,05	0,05	5,39	70,00	OK
33	ENVSER	Combination	Min	-0,03	-0,03	19,40	70,00	OK
34	ENVSER	Combination	Max	0,09	0,09	5,87	70,00	OK
34	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	19,88	70,00	OK
35	ENVSER	Combination	Max	0,44	0,25	3,47	70,00	OK
35	ENVSER	Combination	Min	-0,27	-0,34	17,48	70,00	OK
36	ENVSER	Combination	Max	0,40	0,21	3,95	70,00	OK
36	ENVSER	Combination	Min	-0,23	-0,30	17,96	70,00	OK
37	ENVSER	Combination	Max	0,34	0,17	4,43	70,00	OK
37	ENVSER	Combination	Min	-0,19	-0,25	18,44	70,00	OK
38	ENVSER	Combination	Max	0,13	0,04	4,91	70,00	OK

38	ENVSER	Combination	Min	-0,06	-0,08	18,92	70,00	OK
39	ENVSER	Combination	Max	0,05	0,03	5,39	70,00	OK
39	ENVSER	Combination	Min	-0,03	-0,05	19,40	70,00	OK
40	ENVSER	Combination	Max	0,09	0,08	5,87	70,00	OK
40	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,09	19,88	70,00	OK
41	ENVSER	Combination	Max	0,26	0,26	3,37	70,00	OK
41	ENVSER	Combination	Min	-0,26	-0,49	17,54	70,00	OK
42	ENVSER	Combination	Max	0,22	0,22	3,85	70,00	OK
42	ENVSER	Combination	Min	-0,22	-0,44	18,02	70,00	OK
43	ENVSER	Combination	Max	0,18	0,18	4,33	70,00	OK
43	ENVSER	Combination	Min	-0,18	-0,38	18,50	70,00	OK
44	ENVSER	Combination	Max	0,03	0,07	4,81	70,00	OK
44	ENVSER	Combination	Min	-0,03	-0,15	18,98	70,00	OK
45	ENVSER	Combination	Max	0,05	0,03	5,29	70,00	OK
45	ENVSER	Combination	Min	-0,05	-0,05	19,46	70,00	OK
46	ENVSER	Combination	Max	0,09	0,08	5,77	70,00	OK
46	ENVSER	Combination	Min	-0,09	-0,08	19,94	70,00	OK
47	ENVSER	Combination	Max	0,27	0,25	3,47	70,00	OK
47	ENVSER	Combination	Min	-0,44	-0,34	17,48	70,00	OK
48	ENVSER	Combination	Max	0,23	0,21	3,95	70,00	OK
48	ENVSER	Combination	Min	-0,40	-0,30	17,96	70,00	OK
49	ENVSER	Combination	Max	0,19	0,17	4,43	70,00	OK
49	ENVSER	Combination	Min	-0,34	-0,25	18,44	70,00	OK
50	ENVSER	Combination	Max	0,06	0,04	4,91	70,00	OK
50	ENVSER	Combination	Min	-0,13	-0,08	18,92	70,00	OK
51	ENVSER	Combination	Max	0,03	0,03	5,39	70,00	OK
51	ENVSER	Combination	Min	-0,05	-0,05	19,40	70,00	OK
52	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	5,87	70,00	OK
52	ENVSER	Combination	Min	-0,09	-0,09	19,88	70,00	OK
53	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,11	6,25	70,00	OK
53	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	20,42	70,00	OK
54	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,06	6,73	70,00	OK
54	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,04	20,90	70,00	OK
55	ENVSER	Combination	Max	0,11	0,09	6,35	70,00	OK
55	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	20,36	70,00	OK
56	ENVSER	Combination	Max	0,06	0,05	6,83	70,00	OK
56	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,04	20,84	70,00	OK
57	ENVSER	Combination	Max	0,10	0,10	12,41	70,00	OK
57	ENVSER	Combination	Min	-0,09	-0,09	24,40	70,00	OK
58	ENVSER	Combination	Max	0,05	0,05	12,89	70,00	OK
58	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,04	24,88	70,00	OK
59	ENVSER	Combination	Max	0,09	0,11	9,37	70,00	OK
59	ENVSER	Combination	Min	-0,09	-0,10	18,14	70,00	OK

60	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,06	9,85	70,00	OK
60	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,05	18,62	70,00	OK
61	ENVSER	Combination	Max	0,09	0,10	12,41	70,00	OK
61	ENVSER	Combination	Min	-0,10	-0,09	24,40	70,00	OK
62	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,05	12,89	70,00	OK
62	ENVSER	Combination	Min	-0,05	-0,04	24,88	70,00	OK
63	ENVSER	Combination	Max	0,11	0,09	9,42	70,00	OK
63	ENVSER	Combination	Min	-0,10	-0,09	18,19	70,00	OK
64	ENVSER	Combination	Max	0,06	0,04	9,90	70,00	OK
64	ENVSER	Combination	Min	-0,05	-0,04	18,67	70,00	OK
65	ENVSER	Combination	Max	0,10	0,09	9,42	70,00	OK
65	ENVSER	Combination	Min	-0,11	-0,09	18,19	70,00	OK
66	ENVSER	Combination	Max	0,05	0,04	9,90	70,00	OK
66	ENVSER	Combination	Min	-0,06	-0,04	18,67	70,00	OK
67	ENVSER	Combination	Max	0,10	0,09	12,41	70,00	OK
67	ENVSER	Combination	Min	-0,09	-0,10	24,40	70,00	OK
68	ENVSER	Combination	Max	0,05	0,04	12,89	70,00	OK
68	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,05	24,88	70,00	OK
69	ENVSER	Combination	Max	0,09	0,10	9,37	70,00	OK
69	ENVSER	Combination	Min	-0,09	-0,11	18,14	70,00	OK
70	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,05	9,85	70,00	OK
70	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,06	18,62	70,00	OK
71	ENVSER	Combination	Max	0,09	0,09	12,41	70,00	OK
71	ENVSER	Combination	Min	-0,10	-0,10	24,40	70,00	OK
72	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,04	12,89	70,00	OK
72	ENVSER	Combination	Min	-0,05	-0,05	24,88	70,00	OK
113	ENVSER	Combination	Max	0,33	0,33	9,53	70,00	OK
113	ENVSER	Combination	Min	-0,41	-0,41	21,51	70,00	OK
114	ENVSER	Combination	Max	0,29	0,29	10,01	70,00	OK
114	ENVSER	Combination	Min	-0,36	-0,37	21,99	70,00	OK
115	ENVSER	Combination	Max	0,24	0,24	10,49	70,00	OK
115	ENVSER	Combination	Min	-0,31	-0,31	22,48	70,00	OK
116	ENVSER	Combination	Max	0,07	0,07	10,97	70,00	OK
116	ENVSER	Combination	Min	-0,11	-0,11	22,96	70,00	OK
117	ENVSER	Combination	Max	0,02	0,02	11,45	70,00	OK
117	ENVSER	Combination	Min	-0,03	-0,03	23,44	70,00	OK
118	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	11,93	70,00	OK
118	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	23,92	70,00	OK
119	ENVSER	Combination	Max	0,32	0,37	6,49	70,00	OK
119	ENVSER	Combination	Min	-0,32	-0,46	15,25	70,00	OK
120	ENVSER	Combination	Max	0,27	0,33	6,97	70,00	OK
120	ENVSER	Combination	Min	-0,27	-0,41	15,73	70,00	OK
121	ENVSER	Combination	Max	0,23	0,28	7,45	70,00	OK

121	ENVSER	Combination	Min	-0,23	-0,35	16,21	70,00	OK
122	ENVSER	Combination	Max	0,06	0,09	7,93	70,00	OK
122	ENVSER	Combination	Min	-0,06	-0,13	16,69	70,00	OK
123	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,01	8,41	70,00	OK
123	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,06	17,17	70,00	OK
124	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	8,89	70,00	OK
124	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	17,65	70,00	OK
125	ENVSER	Combination	Max	0,41	0,33	9,53	70,00	OK
125	ENVSER	Combination	Min	-0,33	-0,41	21,51	70,00	OK
126	ENVSER	Combination	Max	0,36	0,29	10,01	70,00	OK
126	ENVSER	Combination	Min	-0,29	-0,37	21,99	70,00	OK
127	ENVSER	Combination	Max	0,31	0,24	10,49	70,00	OK
127	ENVSER	Combination	Min	-0,24	-0,31	22,48	70,00	OK
128	ENVSER	Combination	Max	0,11	0,07	10,97	70,00	OK
128	ENVSER	Combination	Min	-0,07	-0,11	22,96	70,00	OK
129	ENVSER	Combination	Max	0,03	0,02	11,45	70,00	OK
129	ENVSER	Combination	Min	-0,02	-0,03	23,44	70,00	OK
130	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	11,93	70,00	OK
130	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	23,92	70,00	OK
131	ENVSER	Combination	Max	0,38	0,32	6,53	70,00	OK
131	ENVSER	Combination	Min	-0,45	-0,32	15,31	70,00	OK
132	ENVSER	Combination	Max	0,34	0,28	7,01	70,00	OK
132	ENVSER	Combination	Min	-0,41	-0,28	15,79	70,00	OK
133	ENVSER	Combination	Max	0,29	0,23	7,49	70,00	OK
133	ENVSER	Combination	Min	-0,35	-0,23	16,27	70,00	OK
134	ENVSER	Combination	Max	0,10	0,07	7,97	70,00	OK
134	ENVSER	Combination	Min	-0,13	-0,07	16,75	70,00	OK
135	ENVSER	Combination	Max	0,01	0,04	8,46	70,00	OK
135	ENVSER	Combination	Min	-0,06	-0,04	17,23	70,00	OK
136	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	8,94	70,00	OK
136	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	17,71	70,00	OK
137	ENVSER	Combination	Max	0,45	0,32	6,53	70,00	OK
137	ENVSER	Combination	Min	-0,38	-0,32	15,31	70,00	OK
138	ENVSER	Combination	Max	0,41	0,28	7,01	70,00	OK
138	ENVSER	Combination	Min	-0,34	-0,28	15,79	70,00	OK
139	ENVSER	Combination	Max	0,35	0,23	7,49	70,00	OK
139	ENVSER	Combination	Min	-0,29	-0,23	16,27	70,00	OK
140	ENVSER	Combination	Max	0,13	0,07	7,97	70,00	OK
140	ENVSER	Combination	Min	-0,10	-0,07	16,75	70,00	OK
141	ENVSER	Combination	Max	0,06	0,04	8,46	70,00	OK
141	ENVSER	Combination	Min	-0,01	-0,04	17,23	70,00	OK
142	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	8,94	70,00	OK
142	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	17,71	70,00	OK

143	ENVSER	Combination	Max	0,33	0,41	9,53	70,00	OK
143	ENVSER	Combination	Min	-0,41	-0,33	21,51	70,00	OK
144	ENVSER	Combination	Max	0,29	0,37	10,01	70,00	OK
144	ENVSER	Combination	Min	-0,36	-0,29	21,99	70,00	OK
145	ENVSER	Combination	Max	0,24	0,31	10,49	70,00	OK
145	ENVSER	Combination	Min	-0,31	-0,24	22,48	70,00	OK
146	ENVSER	Combination	Max	0,07	0,11	10,97	70,00	OK
146	ENVSER	Combination	Min	-0,11	-0,07	22,96	70,00	OK
147	ENVSER	Combination	Max	0,02	0,03	11,45	70,00	OK
147	ENVSER	Combination	Min	-0,03	-0,02	23,44	70,00	OK
148	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	11,93	70,00	OK
148	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	23,92	70,00	OK
149	ENVSER	Combination	Max	0,32	0,46	6,49	70,00	OK
149	ENVSER	Combination	Min	-0,32	-0,37	15,25	70,00	OK
150	ENVSER	Combination	Max	0,27	0,41	6,97	70,00	OK
150	ENVSER	Combination	Min	-0,27	-0,33	15,73	70,00	OK
151	ENVSER	Combination	Max	0,23	0,35	7,45	70,00	OK
151	ENVSER	Combination	Min	-0,23	-0,28	16,21	70,00	OK
152	ENVSER	Combination	Max	0,06	0,13	7,93	70,00	OK
152	ENVSER	Combination	Min	-0,06	-0,09	16,69	70,00	OK
153	ENVSER	Combination	Max	0,04	0,06	8,41	70,00	OK
153	ENVSER	Combination	Min	-0,04	-0,01	17,17	70,00	OK
154	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	8,89	70,00	OK
154	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	17,65	70,00	OK
155	ENVSER	Combination	Max	0,41	0,41	9,53	70,00	OK
155	ENVSER	Combination	Min	-0,33	-0,33	21,51	70,00	OK
156	ENVSER	Combination	Max	0,36	0,37	10,01	70,00	OK
156	ENVSER	Combination	Min	-0,29	-0,29	21,99	70,00	OK
157	ENVSER	Combination	Max	0,31	0,31	10,49	70,00	OK
157	ENVSER	Combination	Min	-0,24	-0,24	22,48	70,00	OK
158	ENVSER	Combination	Max	0,11	0,11	10,97	70,00	OK
158	ENVSER	Combination	Min	-0,07	-0,07	22,96	70,00	OK
159	ENVSER	Combination	Max	0,03	0,03	11,45	70,00	OK
159	ENVSER	Combination	Min	-0,02	-0,02	23,44	70,00	OK
160	ENVSER	Combination	Max	0,08	0,08	11,93	70,00	OK
160	ENVSER	Combination	Min	-0,08	-0,08	23,92	70,00	OK

7.2 Deformaciones.

7.2.1 Deformación en direccción X.

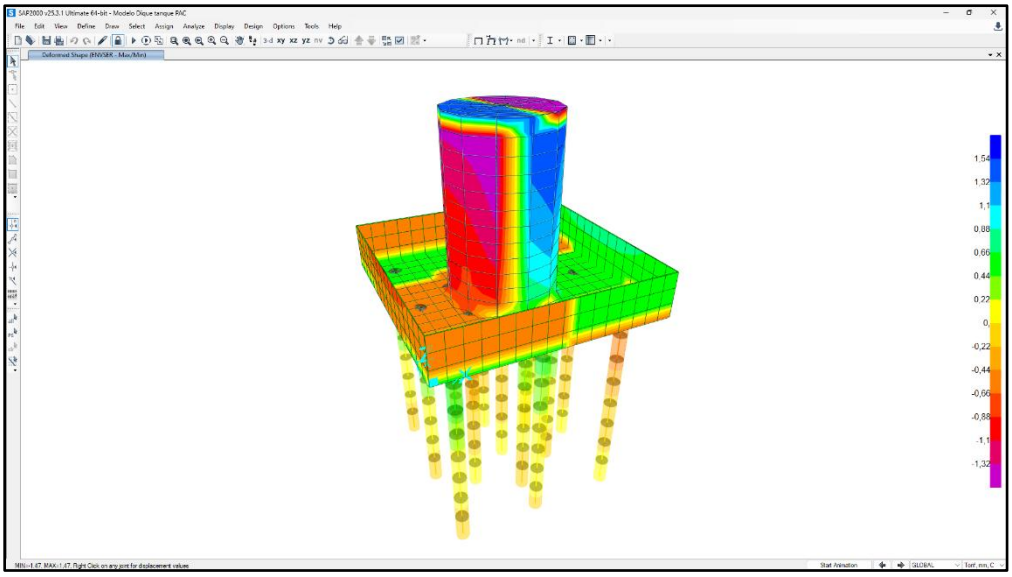


Figura 7.2.1 Deformaciones máximas en X (mm).

7.2.2 Deformación en direccción Y.

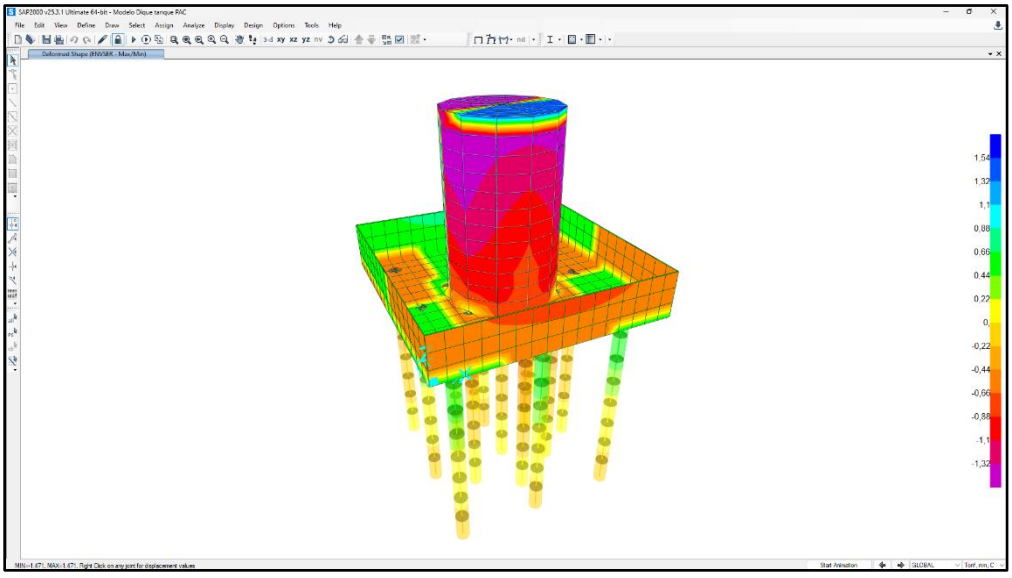


Figura 7.2.2 Deformaciones máximas en Y (mm).

7.2.3 Deformación en direccción Z.

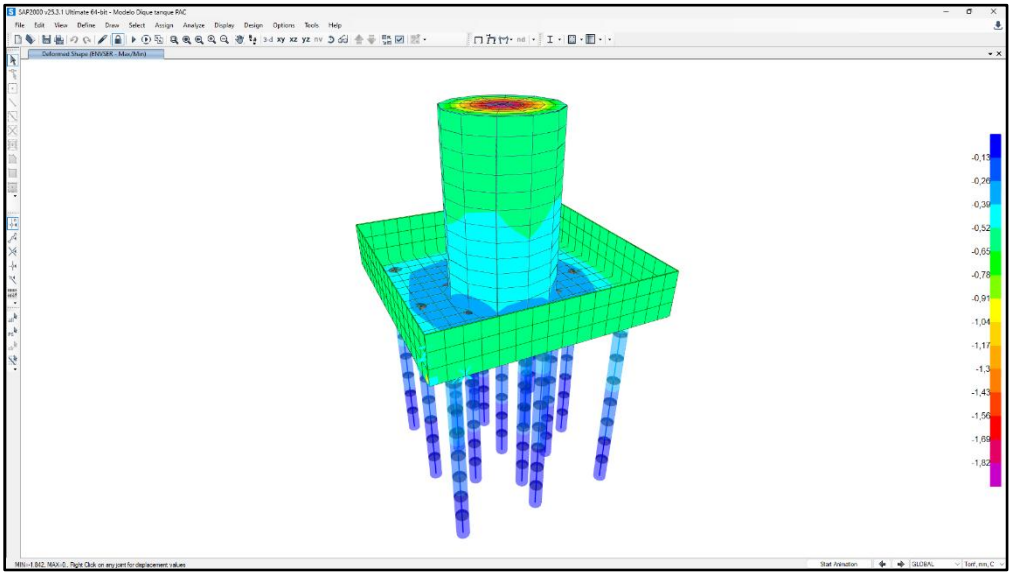


Figura 7.2.3 Deformaciones máximas en Z (mm).