MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

CIMENTACIÓN A MÁQUINA DE VALVULA N°2
SANTA MARTA-MAGDALENA

Por:

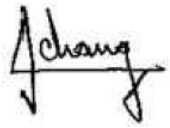
Gustavo A. Chang Nieto
Ing. Civil, MSc Estructuras
Matricula N° 1320272728BLV

Presentado a:

ALCALDIA DE SANTA MARTA

SANTA MARTA ENERO 2025

REVISIÓN Y APROBACIÓN

TÍTULO DOCUMENTO: MEMORIAS DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL PARA EL EDIFICIO DE OPERACIONES 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_EstrDados_V2					
APROBACIÓN	**NÚMERO DE REVISIÓN**		**1**	**2**	**3**
	Elaboración	**Nombre**		Gustavo Ariel Chang Nieto MP: 1320272728 BLV	
		Firma			
		Fecha		Enero 2025	
	Revisión	**Nombre**		Gustavo Ariel Chang Nieto MP: 1320272728 BLV	
		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 TABLAS 4
ÍNDICE DE FIGURAS 5
INTRODUCCIÓN 6
1.0 PREDISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES 8
1.1 Dado de cimentación 8
1.2 Columna y pedestal 9
2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS 10
2.1 carga muerta y peso propio (CM). 10
2.3. Evaluación del módulo de reacción del suelo. 12
3.0 COMBINACIONES DE CARGA (NSR-10, CAPITULO B.2) 17
3.1 Combinaciones para diseño estructural. 18
3.2 Combinaciones para chequeo a servicio. 18
4.0 MATERIALES (NSR-10, CAPÍTULOS C.3). 19
4.1 Concreto (Art. C.5.2). 19
4.2 Acero de refuerzo Varillas (Art. C.3.5). 19
5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS. 20
5.1 Modelo tridimensional Dado Cimentación (vista 1). 20
5.2 Modelo tridimensional Dado cimentación (vista 2). 20
6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS. 21
6.1 Diseño de Zapata de Cimentación (nivel 0.3 m). 21
7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO. 26
7.1 Chequeo de esfuerzo sobre el suelo. 26
7.2 Deformaciones. 36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.1 valores de carga muerta sobreimpuesta (peso de maquinaria. 11
Tabla 2.4.1 Asignación de Kbalasto. 14
Tabla 3.1.1 Combos de Diseño. 18
Tabla 3.2.1 Combos de Servicio. 18
Tabla 6.1.1 Fuerzas que llegan a la base del pedestal. 21
Tabla 6.1.2 Diseño de zapata aislada. 21
Tabla 7.1.1 Chequeo de esfuerzo admisible. 27

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura a. Modelo general-Dado de Cimentación Válvula N°2. 6
Figura 1.1.1 Dado de cimentación. 8
Figura 1.1.3 Pedestal. 9
Figura 1.1.4 Asignación de geometría de pedestal. 9
Figura 2.1.1 Asignación de carga PP. 10
Figura 2.1.2 Asignación de carga muerta sobre impuesta. 11
Figura 2.5.1 Resultante del presión del suelo. 12
Figura 2.5.2 Interacción suelo – estructura. 13
Figura 2.5.3 Asignación de sprint centrales. 15
Figura 2.5.4 Asignación de sprint Lateral. 15
Figura 2.7.5. Asignación de sprint Esquinas. 16
Figura 5.1.1 VISTA 1. 20
Figura 5.1.2 VISTA 2. 20
Figura 7.2.1 Deformaciones ENVSERV Z 36

INTRODUCCIÓN

Este documento contiene las memorias de cálculo de un dado de cimentación para instalación de una válvula para el canal de entrada, las dimensiones libres son 1.0 m de ancho, 1.0 m de largo y 0.40 m de espesor, este se encuentra localizado en la planta de tratamiento de agua el curval en la ciudad Santa Marta, departamento del Magdalena.

El dado de cimentación va a estar sometido a el peso propio del elemento estructural, bruto de la maquinaria de bombeo. Basándonos en la geometría descrita se construye un modelo en elementos finitos tipo Shell (elementos planos) apoyado sobre el terreno garantizando la interacción suelo-estructura.

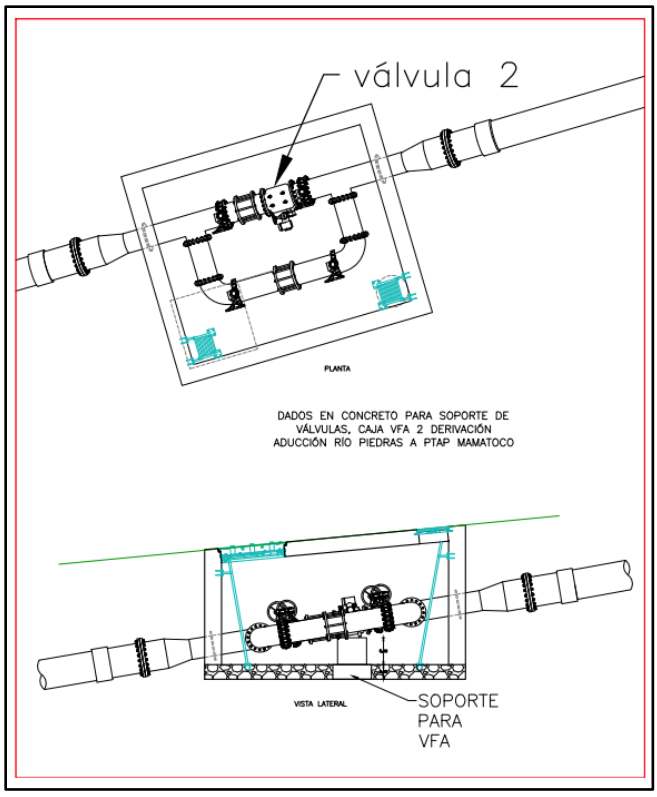
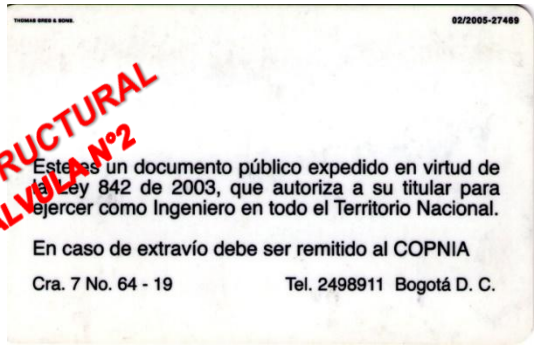


Figura a. Modelo general-Dado de Cimentación Válvula N°2.

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 y del ACI-2008 American Concrete Institute 2008.
Los materiales empleados corresponden a concreto de 28 MPa, acero 420 MPa.

GUSTAVO ARIEL CHANG NIETO,
Ingeniero Civil





VALIDO DISEÑO ESTRUCTURAL
CIMENTACIÓN A VALVULA N°2

1.0 PREDISEÑO DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES

El pre-dimensionamiento de cada elemento que forma parte del sistema estructural cumple con la Norma Colombiana de diseño y construcción sismo resistente NSR-10.

1.1 Dado de cimentación

El dado de cimentación de 0.40m.

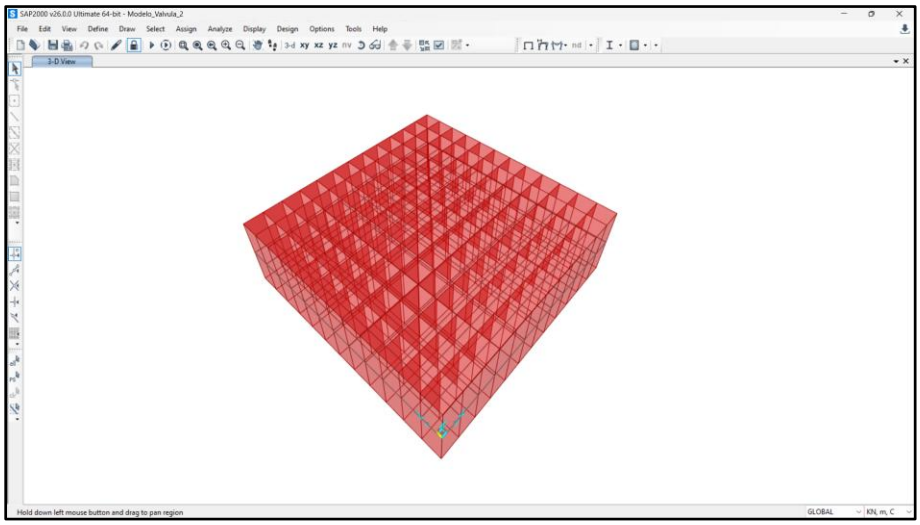


Figura 1.1.1 Dado de cimentación.

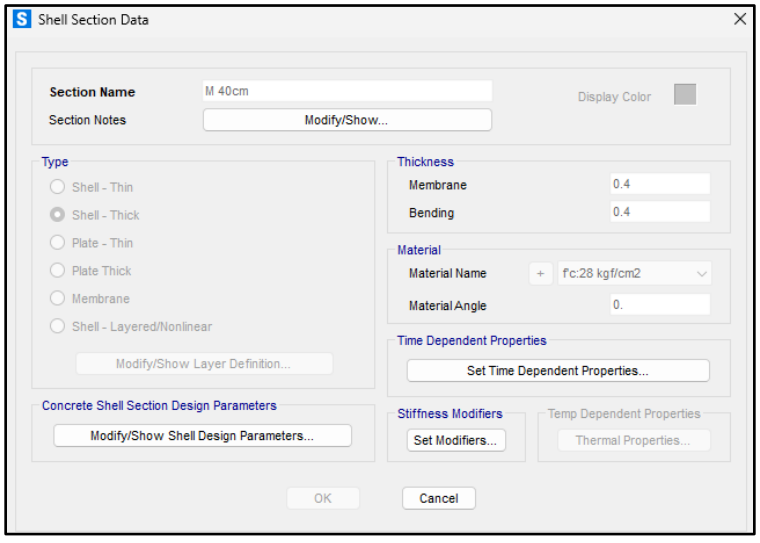


Figura 1.1.2 Asignación de geometría de dado de cimentación.

1.2 Columna y pedestal

El pedestal de cimentación de 0.37x0.37cm y la columna de 30x30cm

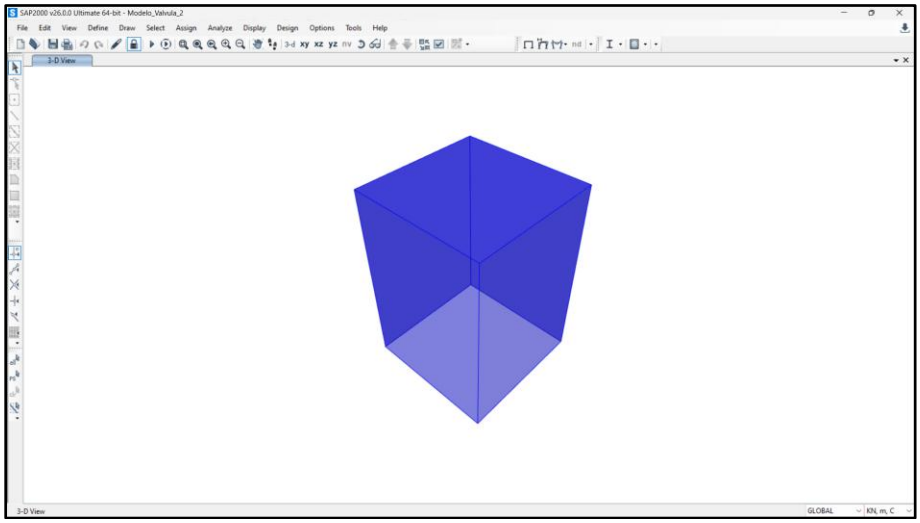


Figura 1.1.3 Pedestal.

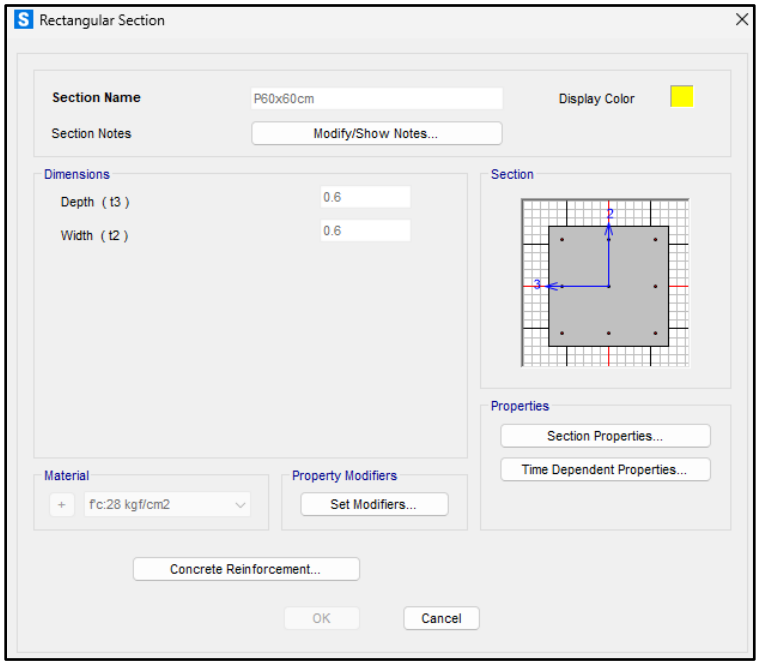


Figura 1.1.4 Asignación de geometría de pedestal.

2.0 EVALUACIÓN DE CARGAS

Las cargas muertas incluyen el peso propio de los equipos fijos, las tuberías y el agua. La carga de fluido considerada corresponde al peso específico del agua (1.00 Ton/m^3).

2.1 carga muerta y peso propio (CM).

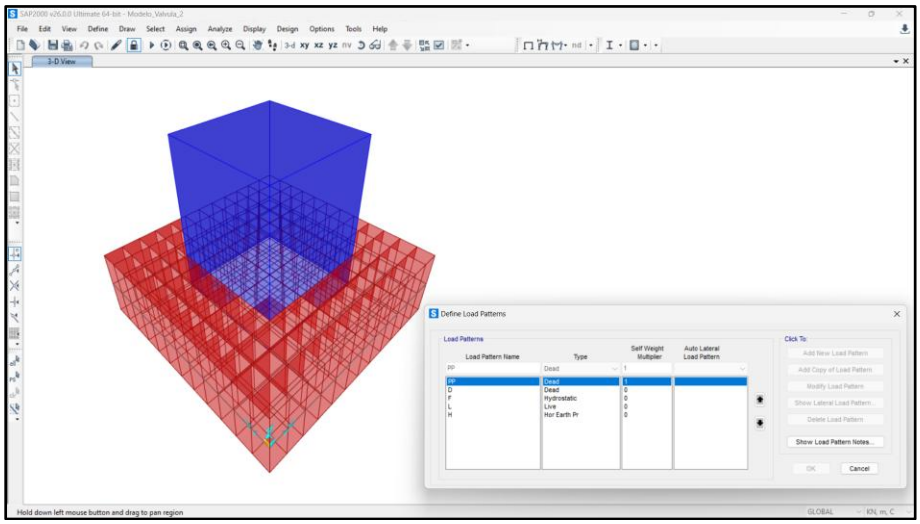


Figura 2.1.1 Asignación de carga PP.

Tabla 2.1.1 valores de carga muerta sobreimpuesta (peso de maquinaria.

Bombeo	Peso bruto (Kg)	Peso bruto (kN)
Bombeo 1	21	*0.21*
Bombeo 2	94	*0.94*
Bombeo 3	32	*0.32*
Bombeo 4	115	*1.15*
Bombeo 5	254	*2.54*
Bombeo 6	5,7	*0.1*
Bombeo 7	290	*2.9*
Válvulas 16"	80	*0.8*
Unión desmontaje 16"	68.9	*0.689*
Válvulas 24"	156	*1.56*
Unión desmontaje 24"	120	*1.2*

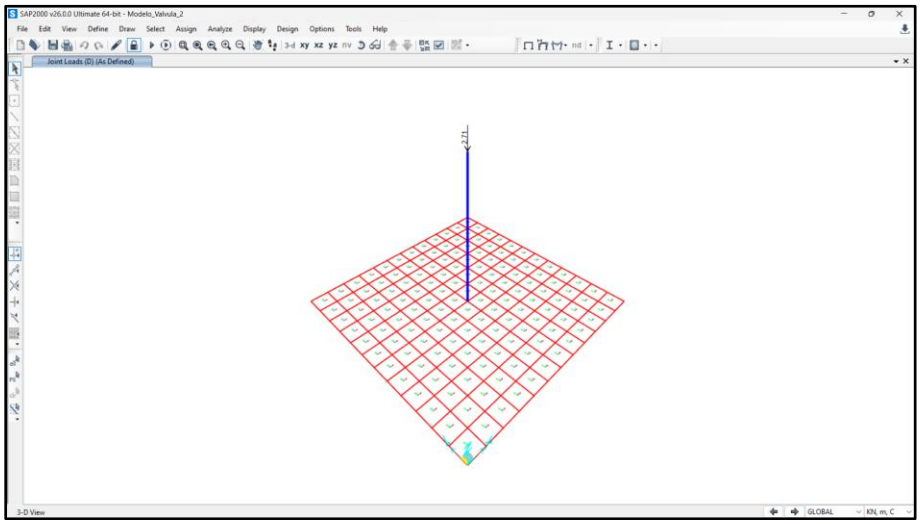


Figura 2.1.2 Asignación de carga muerta sobre impuesta.

2.3. 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,

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

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

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

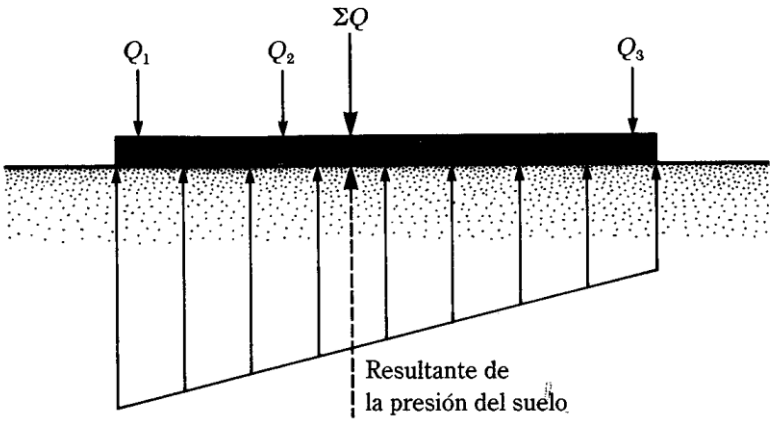


Figura 2.5.1 Resultante del presión del suelo.

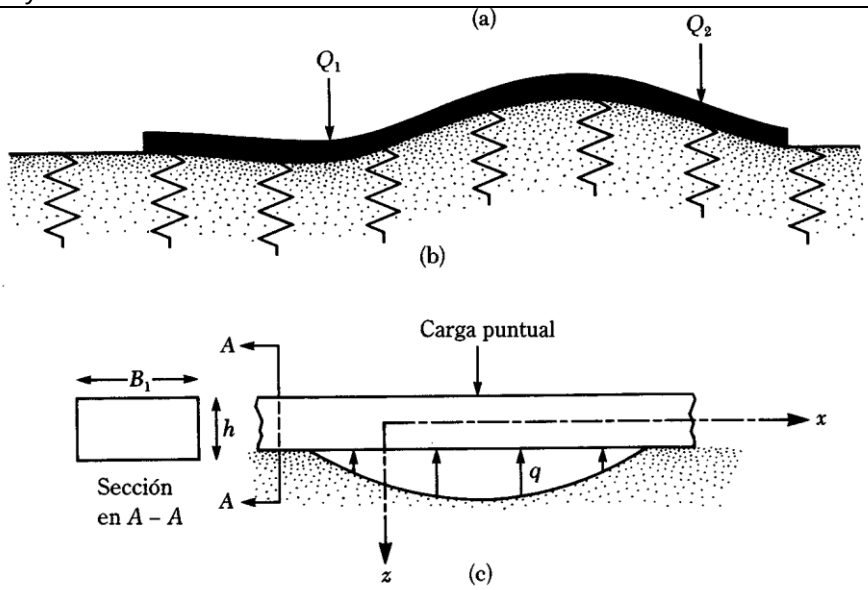


Figura 2.5.2 Interacción suelo – estructura.

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

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

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

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

Dado que la entidad contratante no suministró un estudio de suelos, en aras de ser proactivos se asumieron valores conservadores en la capacidad portante y módulo de reacción del suelo.

Esfuerzo admisible del suelo de 10.0 tonf/m².
Módulo de reacción del suelo de 1300 tonf/m³.

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

Tabla 2.4.1 Asignación de Kbalasto.

Kb=	1300	tonf/m3
ϕ =	30	°

NUDO	B (m)	L (m)	AREA (m2)	Krv (tonf/m)	Krh (tonf/m)
Central	0.10	0.10	0.01	13.0	6.5
Intermedio	0.05	0.10	0.01	6.5	3.3
Esquina	0.05	0.05	0.00	3.3	1.6

Asignación de resortes para evaluar la interacción suelo-estructura.

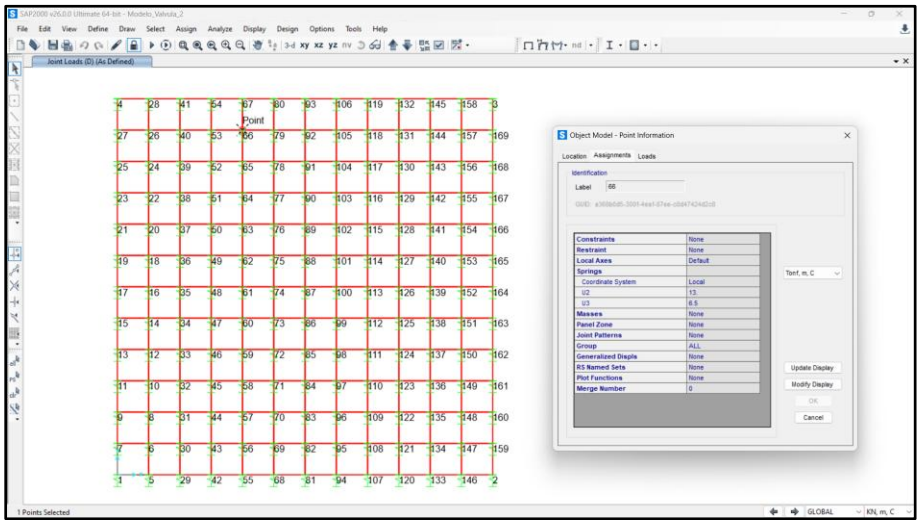


Figura 2.5.3 Asignación de sprint centrales.

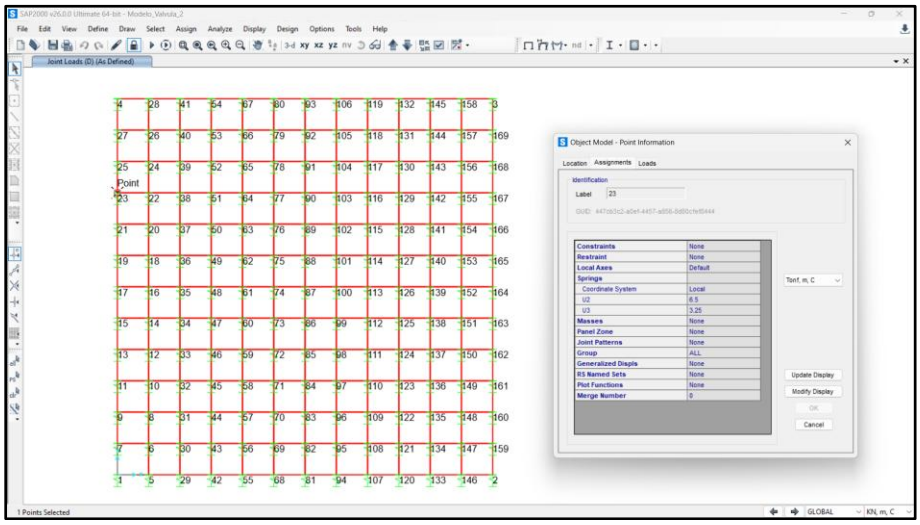


Figura 2.5.4 Asignación de sprint Lateral.

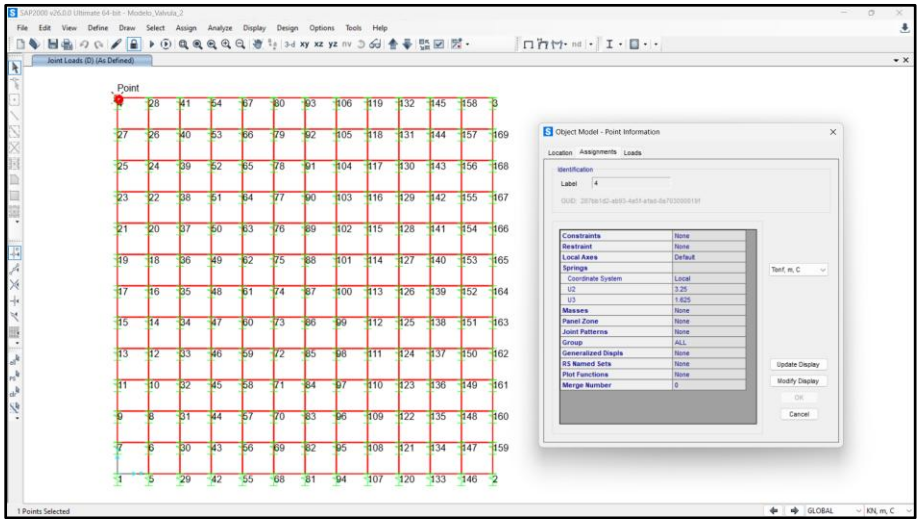


Figura 2.7.5. Asignación de sprint Esquinas.

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:

$$1.4(D+F) \quad \text{(B.2.4-1)}$$

$$1.2(D+F+T)+1.6(L+H)+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad \text{(B.2.4-2)}$$

$$1.2D+1.6(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e)+(L \text{ ó } 0.8W) \quad \text{(B.2.4-3)}$$

$$1.2D+1.6W+1.0L+0.5(L_r \text{ ó } G \text{ ó } L_e) \quad \text{(B.2.4-4)}$$

$$1.2D+1.0E+1.0L \quad \text{(B.2.4-5)}$$

$$0.9D+1.6W+1.6H \quad \text{(B.2.4-6)}$$

$$0.9D+1.0E+1.6H \quad \text{(B.2.4-7)}$$

3.1 Combinaciones para diseño estructural.

Tabla 3.1.1 Combos de Diseño.

COMBOS PARA DISEÑO								
COMBO	DEAD	FLUIDS					SOILS	LIVE
	D	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	H	L1
1	1.4	1.4						
2	1.2	1.2						1.6
3	1.2	1.2						1.0
4	0.9							

3.2 Combinaciones para chequeo a servicio.

Tabla 3.2.1 Combos de Servicio.

COMBOS PARA CONDICIONES DE SERVICIO								
COMBO	DEAD	FLUIDS					SOILS	LIVE
	D	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5	H	L1
1	1.0	1.0						
2	1.0	1.0						1.0
3	1.0	1.0						0.75
4	1.0	1.0						1.5

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

4.1 Concreto (Art. C.5.2).

F´c = 4000 Psi = 280 Kgf/cm^2.

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

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

5.0 MODELOS EN ELEMENTOS FINITOS.

5.1 Modelo tridimensional Dado Cimentación (vista 1).

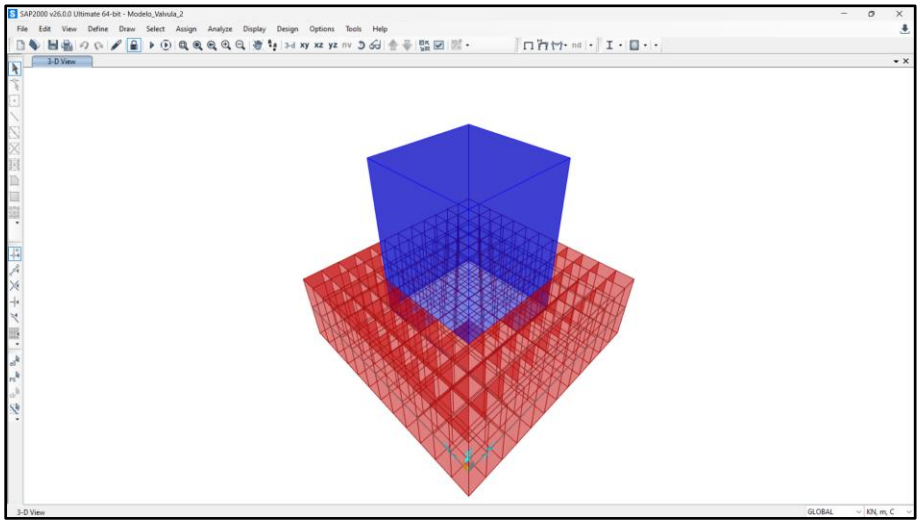


Figura 5.1.1 VISTA 1.

5.2 Modelo tridimensional Dado cimentación (vista 2).

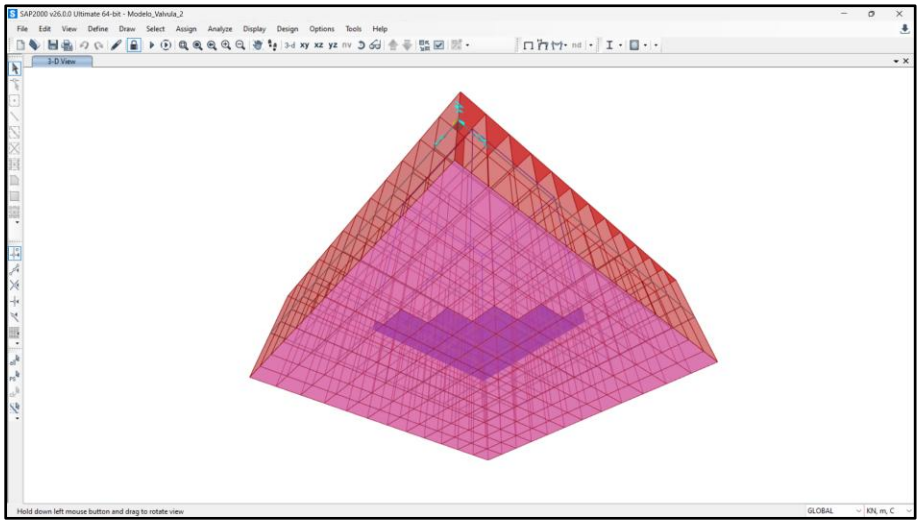


Figura 5.1.2 VISTA 2.

6.0 DISEÑO ESTRUCTURAL ELEMENTOS.

6.1 Diseño de Zapata de Cimentación (nivel 0.3 m).

Tabla 6.1.1 Fuerzas que llegan a la base del pedestal.

TABLE: Joint Reactions									
Joint	OutputCase	CaseType	StepType	Fx	Fy	Fz	Mx	My	Mz
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
87	ENVSERV	Combination	Max	0	0	9.993	0	0	0
87	ENVSERV	Combination	Min	0	0	9.993	0	0	0

Tabla 6.1.2 Diseño de zapata aislada.

ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA ZAPATA INTERIOR - NSR-10

Datos Geotécnicos:

Peso Específico del Suelo:	γ_s =	18	[kN/m^3]
Presión Admisible del Suelo:	σ_s =	100	[kN/m^2]

Materiales:

Peso Específico del Concreto:	γ_c =	24	[kN/m^3]
Resistencia a la Compresión del Concreto:	f'$_c$ =	28	[MPa]
Resistencia de Fluencia del Acero:	f_y =	420	[MPa] 21.09

Datos Geométricos:

Anchura de la Columna:	b_c =	600	[mm] Dirección vertical, en planta
Altura de la Columna:	h_c =	600	[mm] Dirección horizontal, en planta

Cargas de Servicio en la Columna: Formulación aproximada

Carga Axial en Servicio:	P_S =	30	[kN] (Considerando el peso propio de la zapata y pedestal)
Momento Flector en X, en Servicio:	M_{SX} =	0	[kN.m]
Momento Flector en Y, en Servicio:	M_{SY} =	0	[kN.m]

Dimensionamiento de la Zapata: La zapata se dimensiona de tal manera que no se sobrepase la tensión admisible del suelo, pero igualmente que tampoco se presenten tensiones negativas en la zapata.

Anchura de la Zapata Seleccionada (Corta):	B =	1000	[mm]
Altura de la Zapata Seleccionada (Larga):	L =	1000	[mm]

Tensiones en Servicio:

	σ_1 [kN/m^2]	σ_2 [kN/m^2]	σ_3 [kN/m^2]	σ_4 [kN/m^2]	σ_a [kN/m^2]
σ_s =	30.0	30.0	30.0	30.0	100.0

Tensiones Últimas:

	σ_1 [kN/m^2]	σ_2 [kN/m^2]	σ_3 [kN/m^2]	σ_4 [kN/m^2]	σ_a [kN/m^2]
σ_u =	45.0	45.0	45.0	45.0	150.0

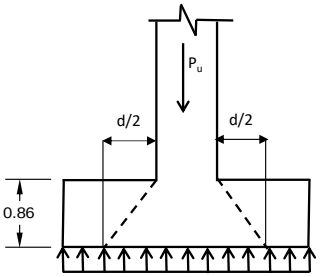
Excentricidad Límite en X:	e_{Sx} =	167	[mm]
Excentricidad Límite en Y:	e_{Sy} =	167	[mm]

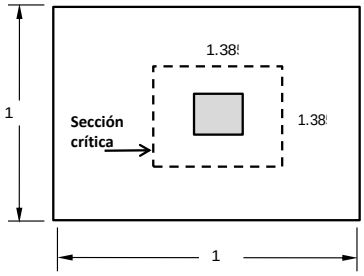
Espesor de la Zapata:

Factor de Reducción a Cortante:	ϕ_v =	0.75	**Zapata apoyada sobre:** suelo
Factor de Reducción a Flexión:	ϕ_f =	0.90	**Posición de la Zapata:** Interior
Recubrimiento de la Zapata:	d' =	75	[mm]
Espesor de la Zapata Seleccionado:	e =	860	[mm]
Profundidad Efectiva:	d =	785	[mm]

Cortante en Dos Direcciones - Trabajo como Losa: En el diseño de una zapata se debe verificar que el espesor de la misma sea lo suficientemente grande como para evitar la falla por punzonamiento. El punzonamiento (cortante) se debe revisar a partir de una distancia d/2 de la cara de la columna.

El espesor de la zapata es adecuado

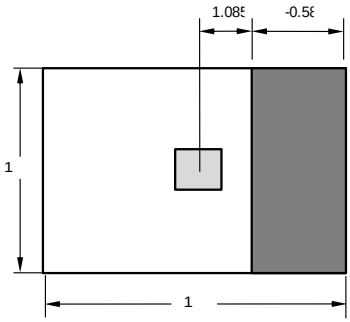




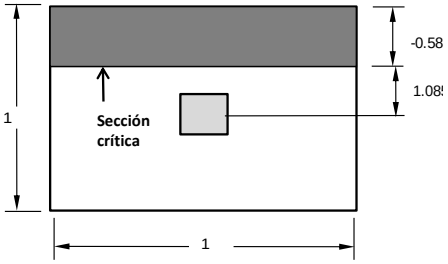
Cortante en Una Dirección - Comportamiento como Viga: El cortante en una dirección se debe revisar a una distancia d de la cara de la columna. Se debe verificar que el valor calculado de d sea suficiente para que todo el cortante lo asuma el concreto.

Análisis en la Dirección Paralela a L:	Análisis en la Dirección Paralela a B:

El espesor de la zapata es adecuado



El espesor de la zapata es adecuado

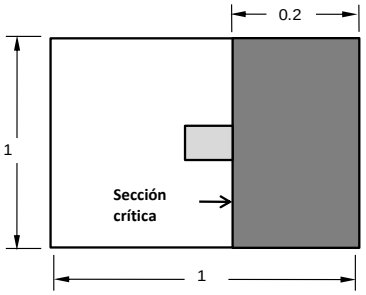


Diseño a Flexión:
Para zapatas que soportan una columna de concreto, la sección crítica se toma en la cara de la columna.

Análisis en la Dirección Paralela a L - Resultados

Fuerza Cortante Última:	V_u =	9.0 [kN]
Momento Flector Último:	M_u =	0.9 [kN.m]
Cuantía Geométrica:	ρ =	0.00180
Anchura de Diseño:	b =	1000 [mm]
Altura de Diseño:	d =	785 [mm]
Área de Acero Requerido:	A_{sR} =	1413 [mm²]
# Barras Seleccionadas:	n =	8
Barra Seleccionada:	b_L =	#5
Área de Acero Seleccionado:	A_s =	1592 1.13

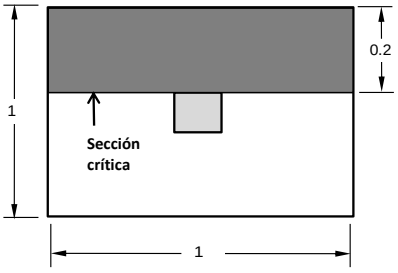
8 barras #5 a 0.12 m



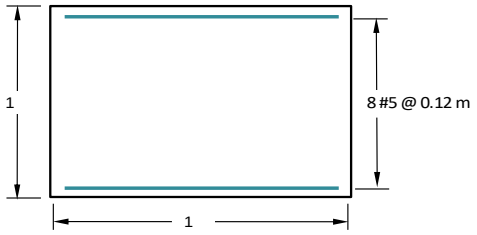
Análisis en la dirección paralela a B - Resultados

Fuerza Cortante Última:	V_u =	9.0 [kN]
Momento Flector Último:	M_u =	0.9 [kN.m]
Cuantía Geométrica:	ρ =	0.00180
Anchura de Diseño:	b =	1000 [mm]
Altura de Diseño:	d =	785 [mm]
Área de Acero Requerido:	A_{sR} =	1413 [mm²]
# Barras Seleccionadas:	n =	8
Barra Seleccionada:	b_L =	#5
Área de Acero Seleccionado:	A_s =	1592 1.13

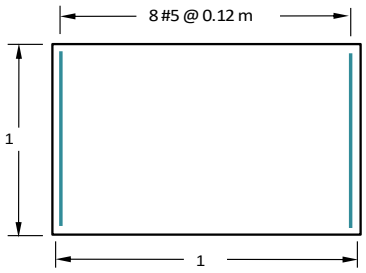
8 barras #5 a 0.12 m



Análisis en la Dirección Paralela a L - Refuerzo



Análisis en la Dirección Paralela a B - Refuerzo

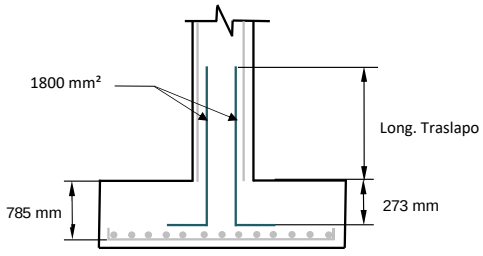


La resistencia es adecuada. NO se necesita de un pedestal

Longitud de Desarrollo del Refuerzo de la Columna

Barras de Refuerzo de la Columna:	b_L =	#5
Long. Desarrollo Barras #5 a Compresión:	L_{dc} =	273 [mm]

El espesor de la zapata es adecuado



6.2. Diseño de pedestal y columna -SAP2000

6.2. Diseño de pedestal

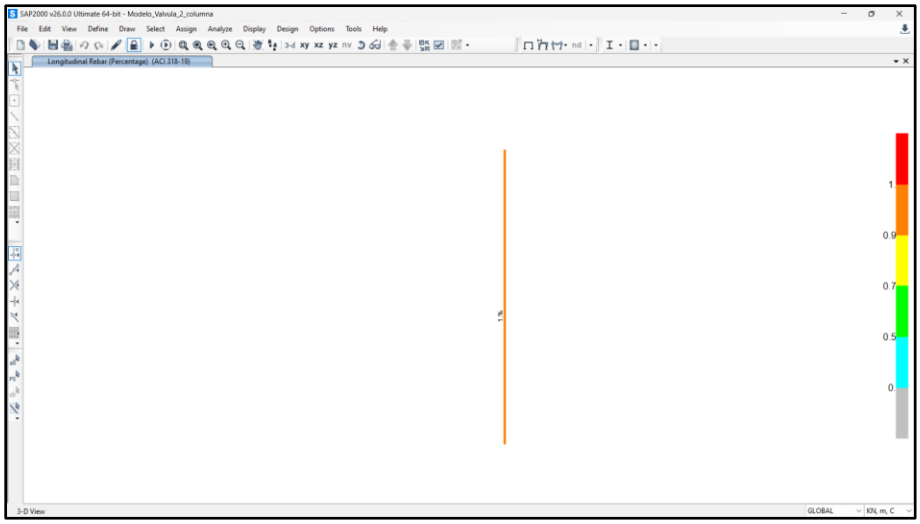


Figura 6.2.1 Diseño de pedestal.

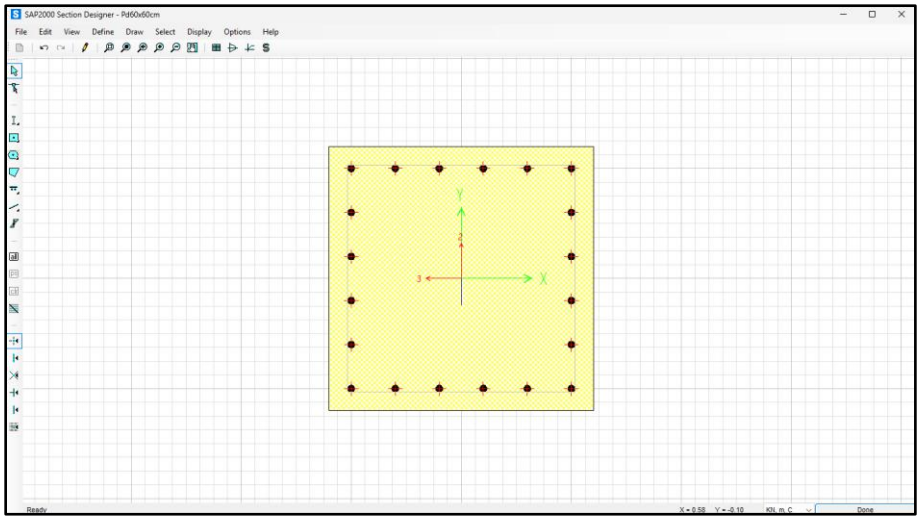


Figura 6.2.2. Diseño de pedestal.

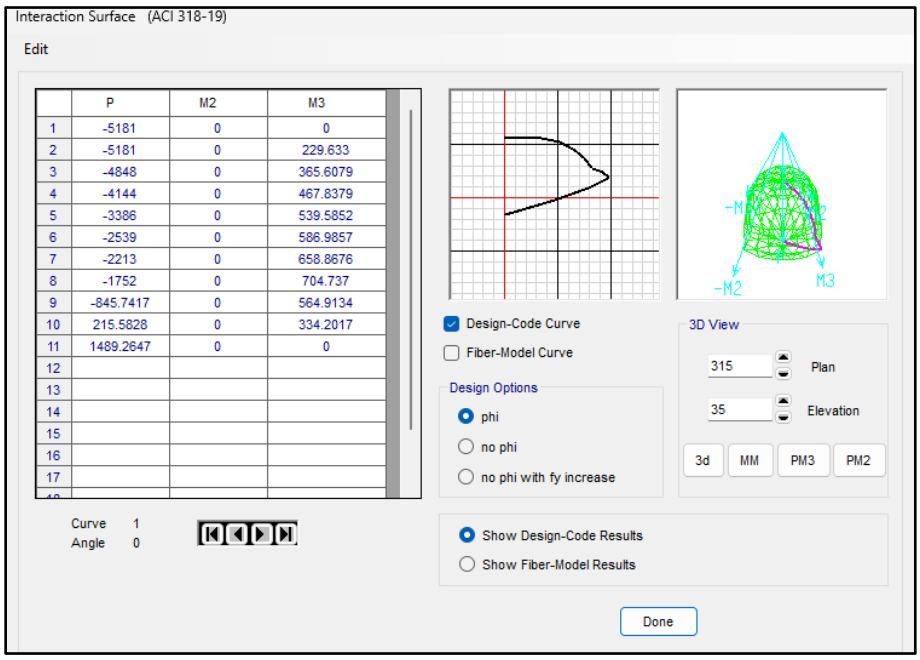


Figura 6.2.3. Diagrama de iteración M3.

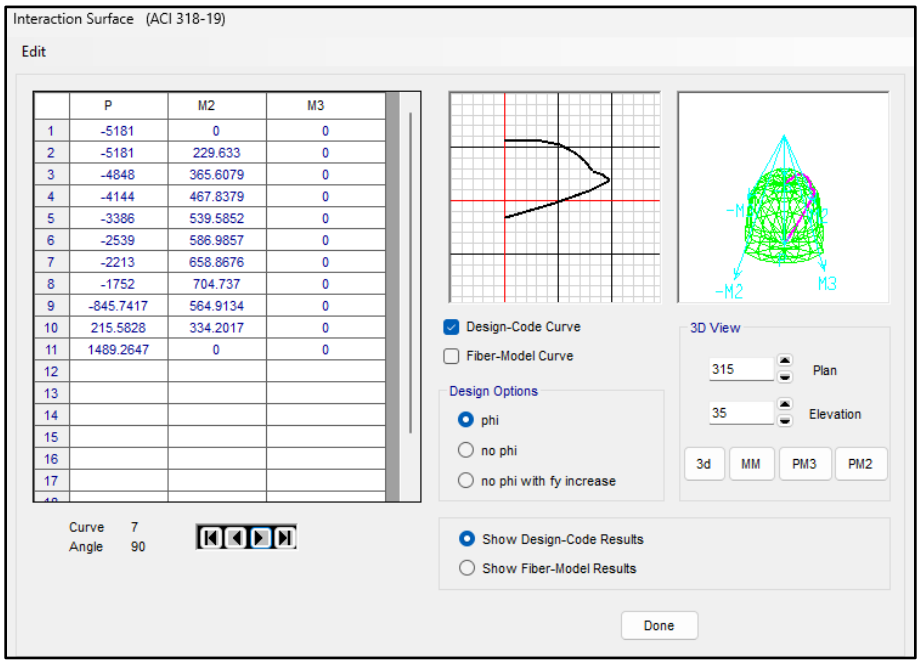


Figura 6.2.4. Diagrama de iteración M2

7.0 CHEQUEO CONDICIONES DE SERVICIO.

7.1 Chequeo de esfuerzo sobre el suelo.

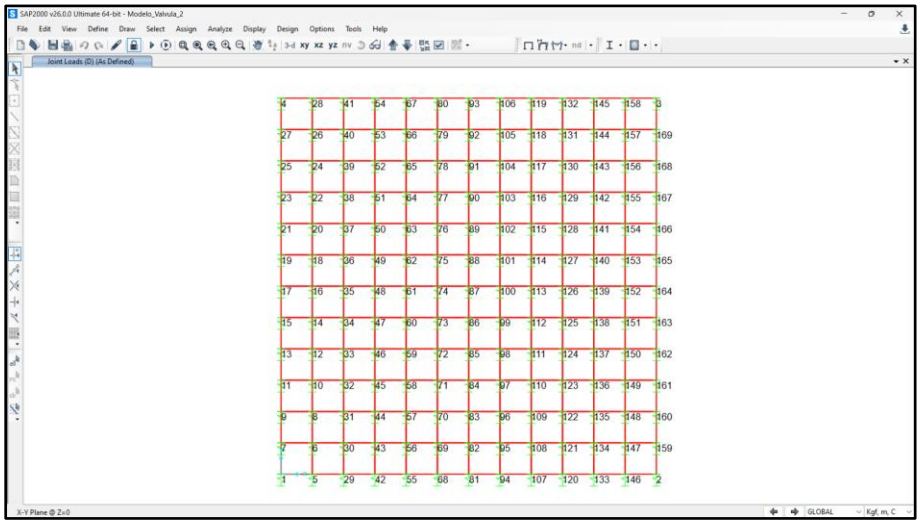


Figura 7.1.1 Apoyos de la estructura.

Tabla 7.1.1 Chequeo de esfuerzo admisible.

TABLE: Joint Reactions							
Joint	**OutputCase**	**CaseType**	**StepType**	**FZ**	**AREA**	**ESF**	**ESF-Adm**
Text	Text	Text	Text	KN	m2	KN/m2	KN/m2
1	ENVSERV	Combination	Max	0.041	0.01	4.1	OK
1	ENVSERV	Combination	Min	0.041	0.01	4.1	OK
2	ENVSERV	Combination	Max	0.041	0.01	4.1	OK
2	ENVSERV	Combination	Min	0.041	0.01	4.1	OK
3	ENVSERV	Combination	Max	0.041	0.01	4.1	OK
3	ENVSERV	Combination	Min	0.041	0.01	4.1	OK
4	ENVSERV	Combination	Max	0.041	0.01	4.1	OK
4	ENVSERV	Combination	Min	0.041	0.01	4.1	OK
5	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
5	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
6	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
6	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
7	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
7	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
8	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
8	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
9	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
9	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
10	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
10	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
11	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
11	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
12	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
12	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
13	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
13	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
14	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
14	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
15	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
15	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
16	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
16	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
17	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
17	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
18	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
18	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK

19	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
19	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
20	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
20	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
21	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
21	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
22	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
22	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
23	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
23	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
24	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
24	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
25	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
25	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
26	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
26	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
27	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
27	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
28	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
28	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
29	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
29	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
30	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
30	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
31	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
31	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
32	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
32	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
33	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
33	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
34	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
34	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
35	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
35	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
36	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
36	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
37	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
37	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
38	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
38	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
39	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK

39	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
40	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
40	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
41	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
41	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
42	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
42	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
43	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
43	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
44	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
44	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
45	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
45	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
46	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
46	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
47	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
47	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
48	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
48	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
49	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
49	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
50	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
50	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
51	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
51	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
52	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
52	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
53	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
53	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
54	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
54	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
55	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
55	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
56	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
56	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
57	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
57	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
58	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
58	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
59	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
59	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK

60	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
60	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
61	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
61	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
62	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
62	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
63	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
63	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
64	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
64	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
65	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
65	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
66	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
66	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
67	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
67	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
68	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
68	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
69	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
69	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
70	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
70	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
71	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
71	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
72	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
72	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
73	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
73	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
74	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
74	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
75	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
75	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
76	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
76	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
77	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
77	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
78	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
78	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
79	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
79	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
80	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK

80	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
81	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
81	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
82	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
82	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
83	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
83	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
84	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
84	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
85	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
85	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
86	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
86	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
87	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
87	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
88	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
88	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
89	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
89	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
90	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
90	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
91	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
91	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
92	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
92	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
93	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
93	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
94	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
94	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
95	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
95	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
96	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
96	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
97	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
97	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
98	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
98	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
99	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
99	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
100	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
100	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK

101	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
101	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
102	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
102	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
103	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
103	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
104	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
104	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
105	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
105	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
106	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
106	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
107	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
107	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
108	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
108	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
109	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
109	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
110	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
110	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
111	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
111	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
112	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
112	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
113	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
113	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
114	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
114	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
115	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
115	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
116	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
116	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
117	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
117	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
118	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
118	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
119	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
119	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
120	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
120	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
121	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK

121	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
122	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
122	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
123	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
123	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
124	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
124	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
125	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
125	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
126	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
126	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
127	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
127	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
128	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
128	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
129	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
129	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
130	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
130	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
131	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
131	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
132	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
132	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
133	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
133	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
134	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
134	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
135	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
135	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
136	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
136	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
137	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
137	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
138	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
138	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
139	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
139	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
140	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
140	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
141	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
141	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK

142	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
142	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
143	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
143	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
144	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
144	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
145	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
145	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
146	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
146	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
147	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
147	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
148	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
148	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
149	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
149	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
150	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
150	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
151	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
151	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
152	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
152	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
153	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
153	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
154	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
154	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
155	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
155	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
156	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
156	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
157	ENVSERV	Combination	Max	0.164	0.01	16.4	OK
157	ENVSERV	Combination	Min	0.164	0.01	16.4	OK
158	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
158	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
159	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
159	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
160	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
160	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
161	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
161	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
162	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK

162	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
163	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
163	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
164	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
164	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
165	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
165	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
166	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
166	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
167	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
167	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
168	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
168	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK
169	ENVSERV	Combination	Max	0.082	0.01	8.2	OK
169	ENVSERV	Combination	Min	0.082	0.01	8.2	OK

7.2 Deformaciones.

Figura 7.1.1 Apoyos de la estructura.

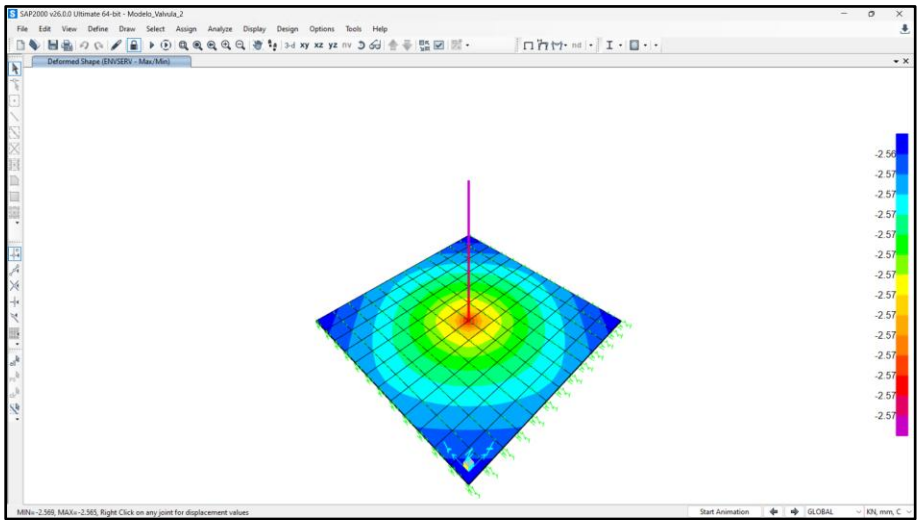


Figura 7.2.1 Deformaciones ENVSERV Z