



GRUPO *ESTRUCTURAL*

www.grupoestructural.com

DICTAMEN ESTRUCTURAL

COSNTRUCCION DE CANCHAS DE PADEL

SOBRE LOCALES COMERCIALES

CORNER 15 SANTA FE

Este documento fue realizado con solicitud y atención a
THRIVE TRIBE, sociedad anónima promotora de inversión de capital variable

APODERADO LEGAL
Rafael Villasante Quintana / VIQR870912TF5

DESCRIPCION	DOCUMENTO DE REFERENCIA
Opinión Técnica Estructural Fecha: enero 2024 Arq. Tarsicio Vega González DRO:2030	DICTAMEN CORNER 15 SANTA FE Con Comentario SGA 17-06- 2024.PDF
Memoria de cálculos Locales comerciales en condominio Fecha: 14 SEP 2009 Ing. Francisco Tapia Paulin DRO-1779	Memoria de Cálculos sellado.pdf
Cimentación, armado de nervaduras de azotea, armado de nervaduras por nivel, columnas.	ESTRUCTURALES- COMPLETOS.PDF

FECHA	ELABORÓ	REVISÓ	APROBÓ
01/07/2024	ASAEL CARRILLO BAUTISTA		
			

CONTROL DE CAMBIOS		
FECHA	ELABORÓ	COMENTARIOS
01/07/2024	ASAEL CARRILLO BAUTISTA	PRIMERA REVISION
11/09/2024	ASAEL CARRILLO BAUTISTA	ATENCION A COMENTARIOS

Contenido

1	DATOS GENERALES.....	6
1.1.	TECHUMBRE.....	6
1.2.	HERRERÍA.....	6
1.3.	CRISTALES.....	7
1.4.	INSTALACIONES.....	7
2	UBICACIÓN GEOGRÁFICA.....	7
3	SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIO FÍSICO.....	9
3.1.	SUELO.....	9
3.2.	CLIMA.....	10
3.3.	ZONA SÍSMICA.....	10
3.4.	VIENTO.....	10
4	DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE.....	11
5	DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE.....	12
6	EVALUACION VISUAL.....	12
7	PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN.....	13
7.1.	DIMENSIONES GENERALES.....	13
8	REVISIÓN ESTRUCTURAL.....	16
8.1.	CARGAS GRAVITACIONALES.....	16
9	ANÁLISIS DE VIENTO.....	20
10	MODELADO Y REVISIÓN ESTRUCTURAL.....	23
10.1.	SITUACIÓN ACTUAL.....	24
10.2.	ANÁLISIS DE ELEMENTOS.....	28
10.1.	SITUACIÓN A FUTURO.....	33
10.2.	ANÁLISIS DE ELEMENTOS SITUACIÓN FUTURA.....	38
10.3.	ANÁLISIS DE ELEMENTOS DE TECHUMBRE.....	42
11	CONCLUSION Y RECOMENDACIONES.....	53
11.1.	AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE USO DEL ÚLTIMO NIVEL DEL INMUEBLE	53
11.1.	TECHUMBRE.....	55

1 DATOS GENERALES

Esta memoria descriptiva tendrá las siguientes secciones para englobar lo que conlleva la construcción de las canchas de Pádel en el área destinada a estacionamiento de azotea.

Conformada por lo siguiente:

Dictaminación estructural del edificio en el cual se verificarán las condiciones estructurales generales del edificio garantizando que no haya indicios de fallas estructurales o deficiencias en su construcción.

Revisión de elementos estructurales sobre los cuales depende la integridad estructural del edificio, (Columnas y Losa), al ser un edificio ya construido no fue posible identificar y medir las trabes de liga entre columnas y espesores de muros de concreto, por lo que la revisión de trabes y muros se omitirá en este documento.

Proyecto: Construcción de canchas de Pádel modelo Challenger ubicadas sobre locales comerciales en condominio de uso comercial, con un área total del predio de 3,091.82 m², Se plantea construir 4 canchas de Padel con la siguiente estructura:

CONFORMACIÓN DE CANCHA

1.1. TECHUMBRE

- A base de marcos con columnas y arcos de celosía de acero complementándose con elementos de acero estructural ASTM23
- Lona microperforada o similar en la cubierta.
- Peso de estructura 2150 kg

1.2. HERRERÍA

- 8 Módulos de 3X2 m
- 4 Módulos de 3X2 m
- 14 Módulos de 2x1m
- 2 Módulos contracanchas de 10X3m
- 4 Postes Luminarias de 6m
- 12 Postes de 3m
- 2 Postes de red 1m

1.3. CRISTALES

- 18 Cristales de 3X2m 10 /12 mm de espesor.

1.4. INSTALACIONES

- Pasto sintético enrollado y red
- Pasto A 13.10m Diámetro 3.66 (Una pieza)
- Pasto B 13.10m Diámetro 3.66 (Dos piezas)
- Pasto C 10.20 Diámetro 3.66 (Dos piezas)
- Arena sálca 2,000 kg Por cancha

PESO APROXIMADO POR CANCHA 8,855 Kg

2 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

El proyecto se ubica en el domicilio Juan Salvador Agraz N° 15, Col. Santa Fe, Del. Cuajimalpa, C.P. 01376, Ciudad de México, en las siguientes coordenadas, X= 470554.87, Y= 2140737.01, elevación promedio 2650 msnm en la zona 14 Q.



Imagen 1 Ubicación Geográfica



Imagen 2 Ubicación de estructuras

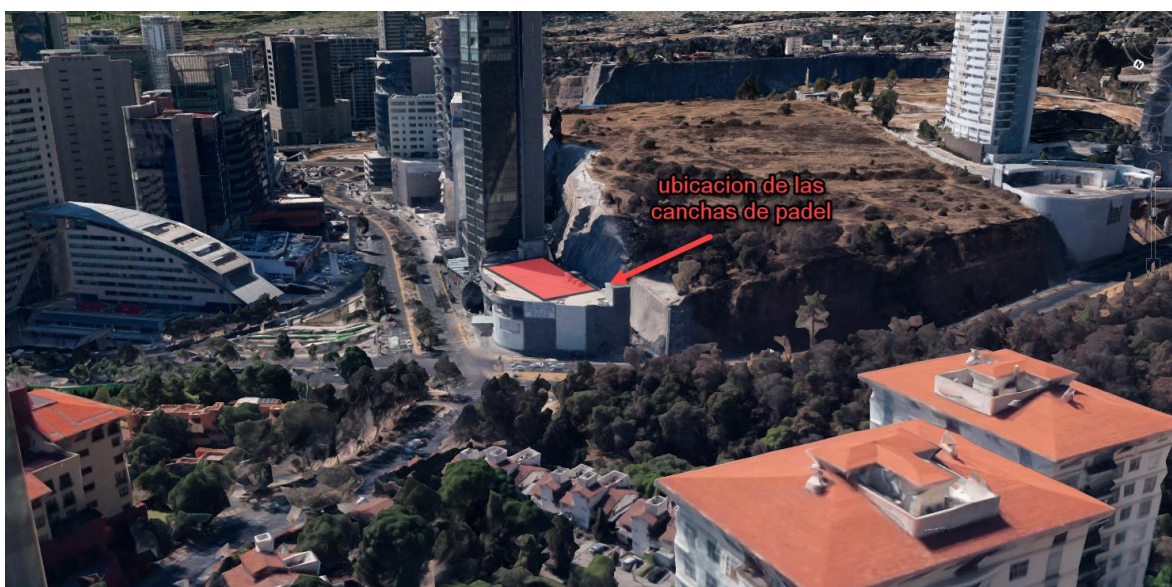


Imagen 3 Entorno físico

3 SITUACIÓN GEOGRÁFICA Y MEDIO FÍSICO

3.1. SUELO

Sierra volcánica con estrato volcanes o estrato volcanes aislados 93.99% y Lomerío de tobas 6.01%

Suelo dominante andosol

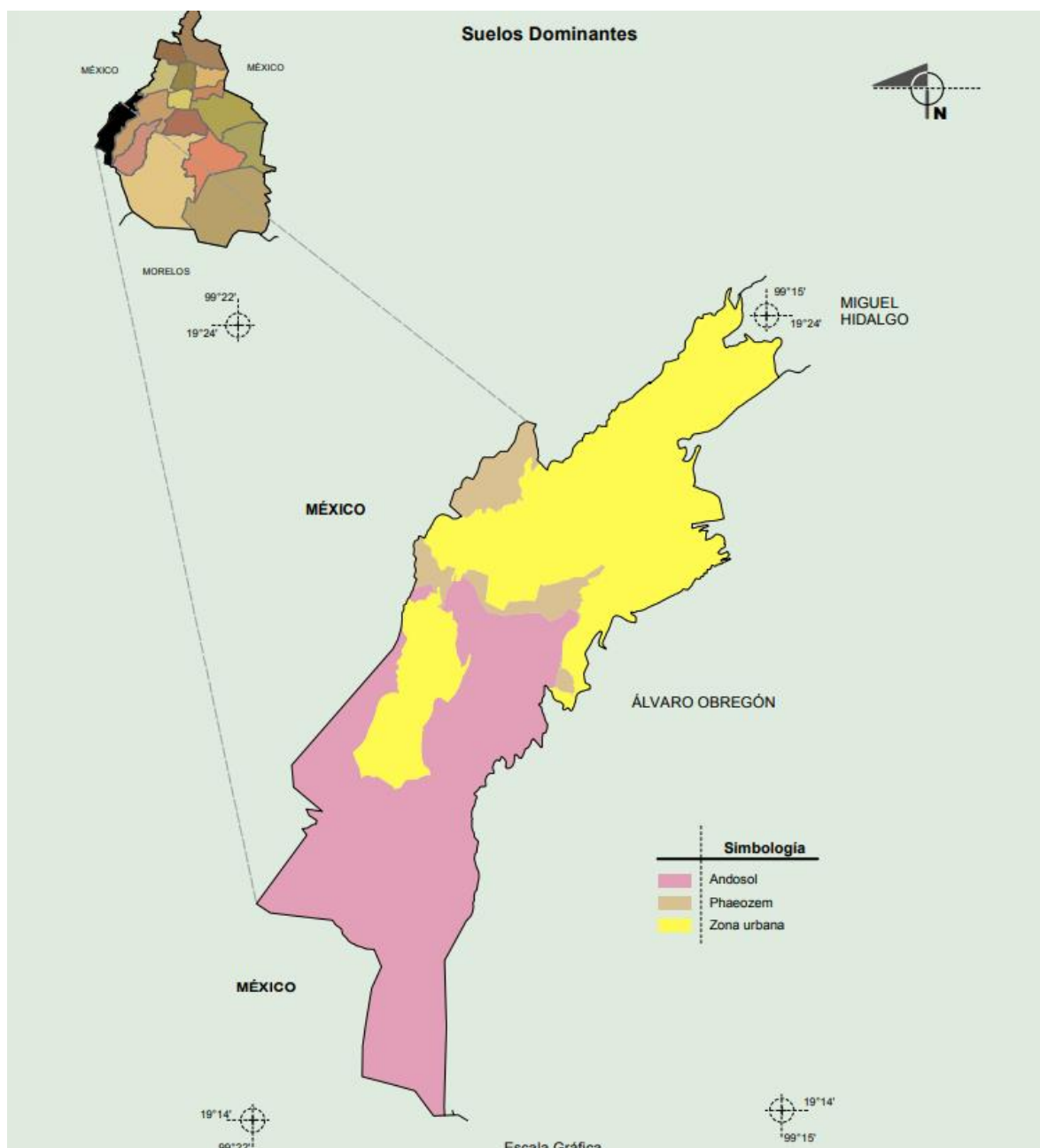


Imagen 4 Suelos dominantes

3.2. CLIMA

El clima más común en la Delegación Cuajimalpa es el semifrío subhúmedo. La temperatura media anual oscila entre los 6 - 14°C, y la precipitación pluvial se sitúa entre 900 – 1600 milímetros al año.

3.3. ZONA SÍSMICA

De acuerdo con la ubicación del sitio, este se encuentra en una zona sísmica C de acuerdo a la Regionalización sísmica de la república mexicana (CFE).



Imagen 5 Regionalización sísmica

Se encuentra dentro de la zona geotécnica I, lomas formadas por rocas o suelos firmes con depósitos arenosos, por lo que el coeficiente sísmico adoptar será $CS=0.16$ y el factor de comportamiento sísmico de cálculos es $Q=2$.

3.4. VIENTO

La velocidad regional es la velocidad máxima del viento que se presenta a una altura de 10 m. sobre el lugar de desplante de la estructura, para condiciones de terreno plano con obstáculos aislados.

Se tomará la velocidad de viento recomendada por el reglamento de la Ciudad de México.

Tabla 3.1 Velocidades regionales, V_R , según la importancia de la construcción y la zonificación eólica, m/s

Periodo de retorno, años	Importancia de la construcción		
	A 200	B 50	Temporal 10
Zona I: Delegaciones de Alvaro Obregón, Azcapotzalco, Benito Juárez, Coyoacán, Cuauhtémoc, G.A. Madero, Iztacalco, Iztapalapa, Miguel Hidalgo y Venustiano Carranza	39	36	31
Zona II: Delegaciones de Magdalena Contreras, Cuajimalpa, Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco	35	32	28

Imagen 6 Velocidades regionales de viento

4 DESCRIPCIÓN DEL INMUEBLE

El inmueble tiene un uso comercial, el cual está distribuido de la siguiente manera, la construcción cuenta con 2 niveles de sótanos con el uso de estacionamiento los cuales tiene alturas diferentes de entrepiso en cada nivel por las que se accede a través de rampas vehiculares, montacargas elevadores y escaleras, en la planta baja, primer nivel y segundo nivel se encuentran locales comerciales sin presencia de cargas adicionales a las que fue diseñado.



Imagen 7 Velocidades regionales de viento

5 DESCRIPCIÓN ESTRUCTURAL DEL INMUEBLE

El sistema estructural de acuerdo con los planos de referencia y a lo visualizado en las visitas técnicas se observó que la estructura está conformada a base de marcos rígidos de concreto con losas aligeradas y muros de concreto armado.

Cimentación: Cimentación compuesta por zapatas aisladas y corridas con trabes de liga, desplantadas sobre pilas de diámetros variables y profundidad de desplante de 7 metros.

Columnas: En su mayoría las columnas son columnas de concreto armado de 70 cm de sección cuadrada con el siguiente armado de acuerdo con planos:

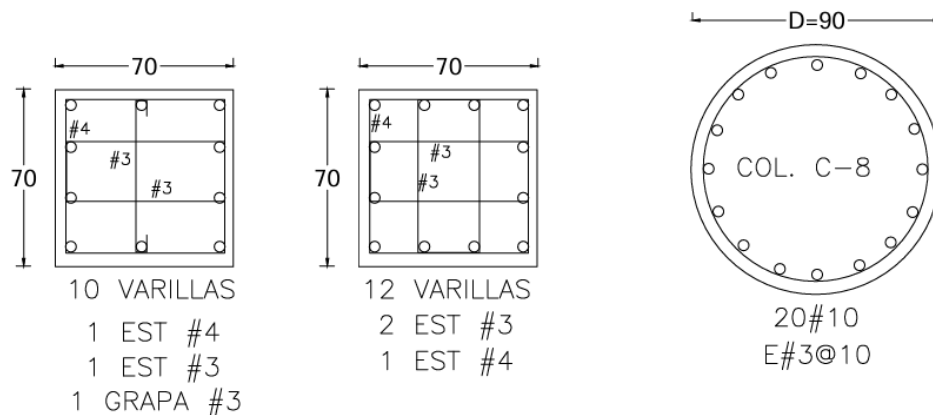


Imagen 8 Armado de columnas

Sistema de losas: el sistema de losas es a través de un sistema reticular de losas aligeradas como se muestra en el siguiente diagrama extracto de los planos estructurales de referencia.

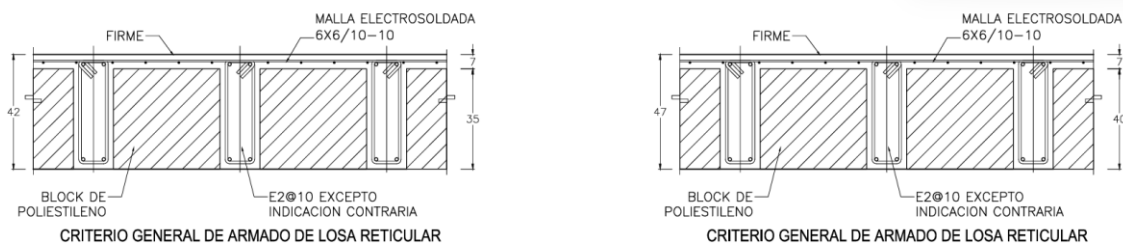


Imagen 9 Armado de losas

6 EVALUACION VISUAL

Se observa que el inmueble se Encuentra en buenas condiciones, no presenta grietas o deformaciones, ni cuenta con desplomes o hundimientos apreciables a la vista por lo que se concluye como una estructura en condiciones normales de funcionamiento, **sin presentar ningún riesgo estructural para su ocupación.**

7 PROPUESTA DE IMPLANTACIÓN

7.1. DIMENSIONES GENERALES.

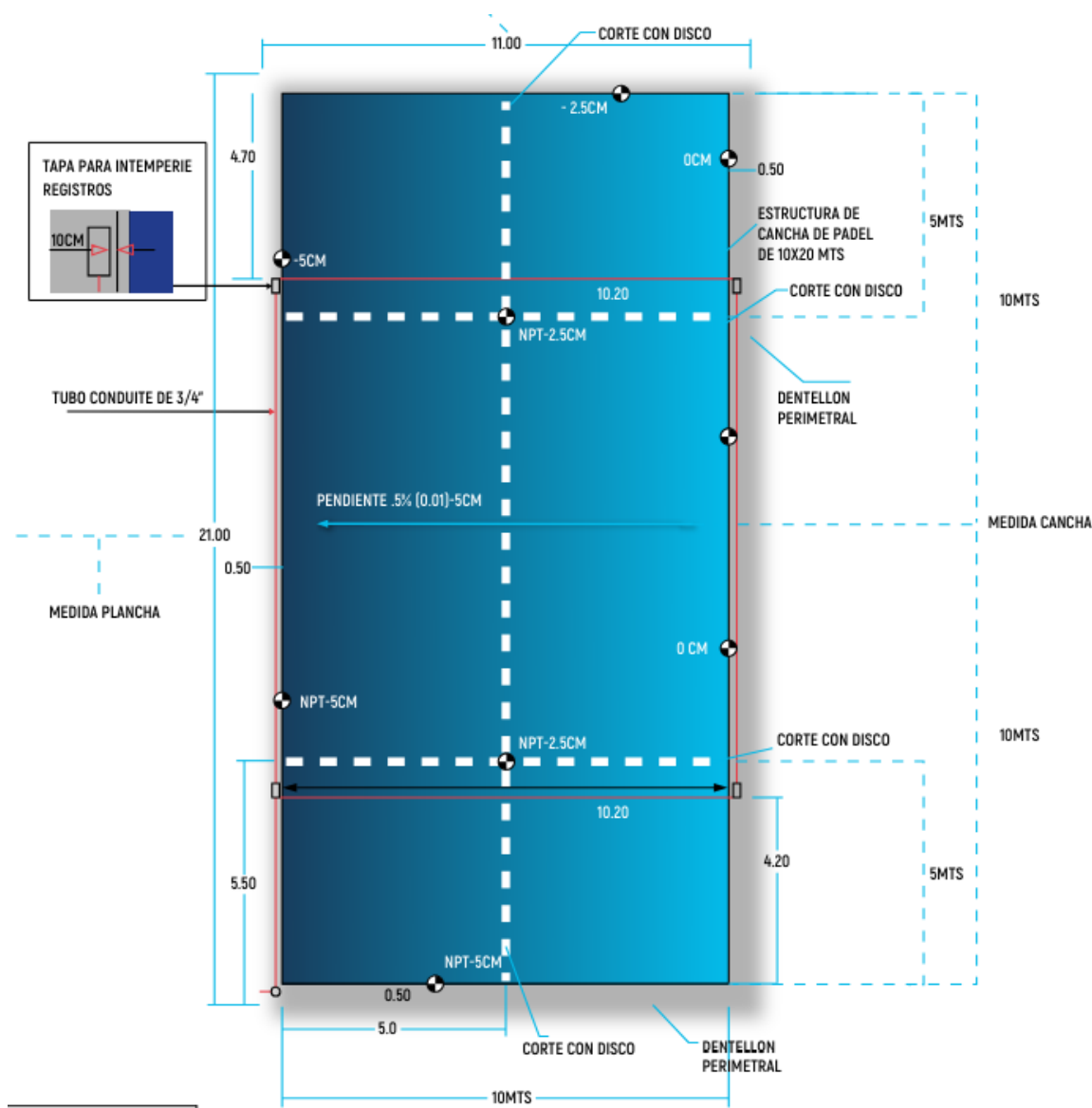


Imagen 10 Dimensiones generales de la cancha de pádel

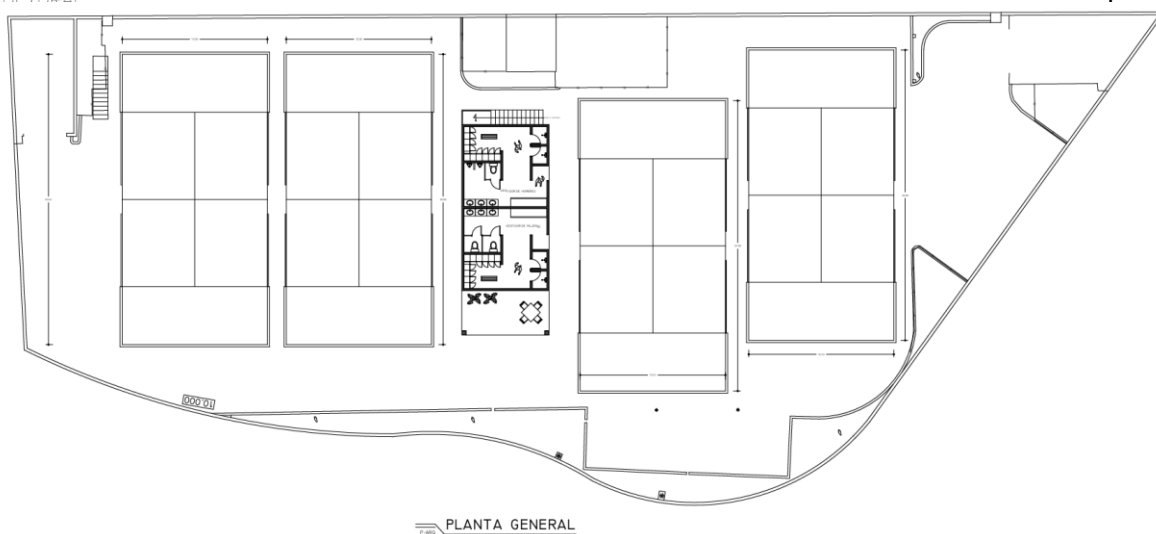


Imagen 11 Distribución de canchas

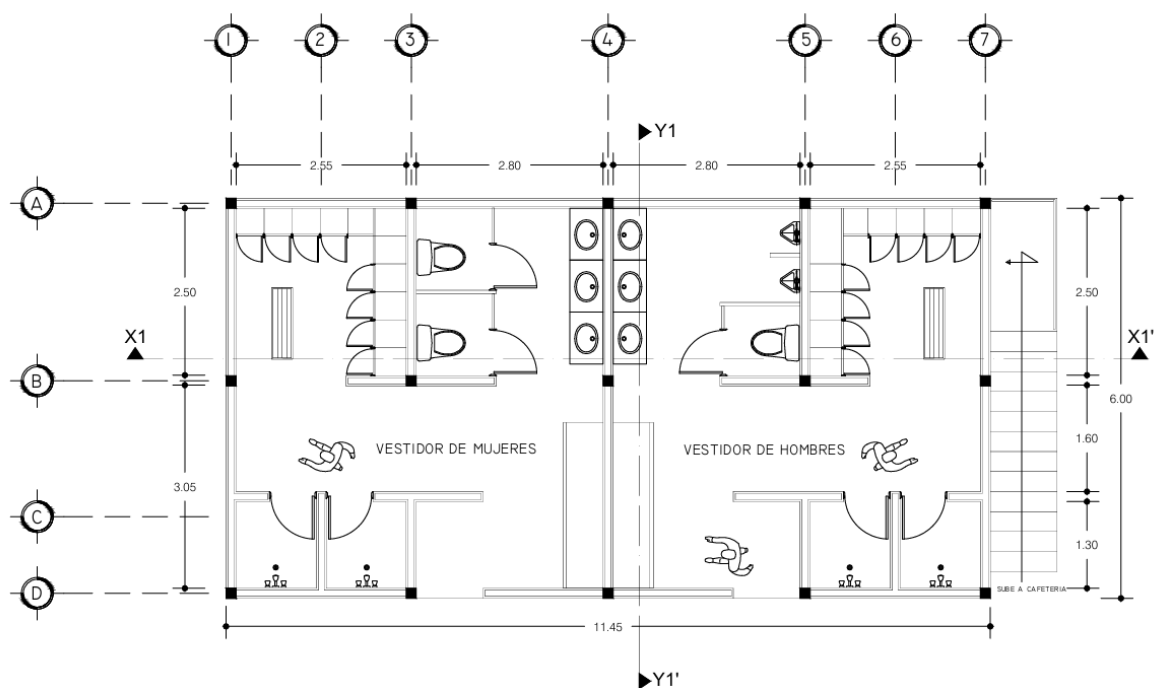


Imagen 12 Arreglo general de cafetería y vestidores planta vestidores

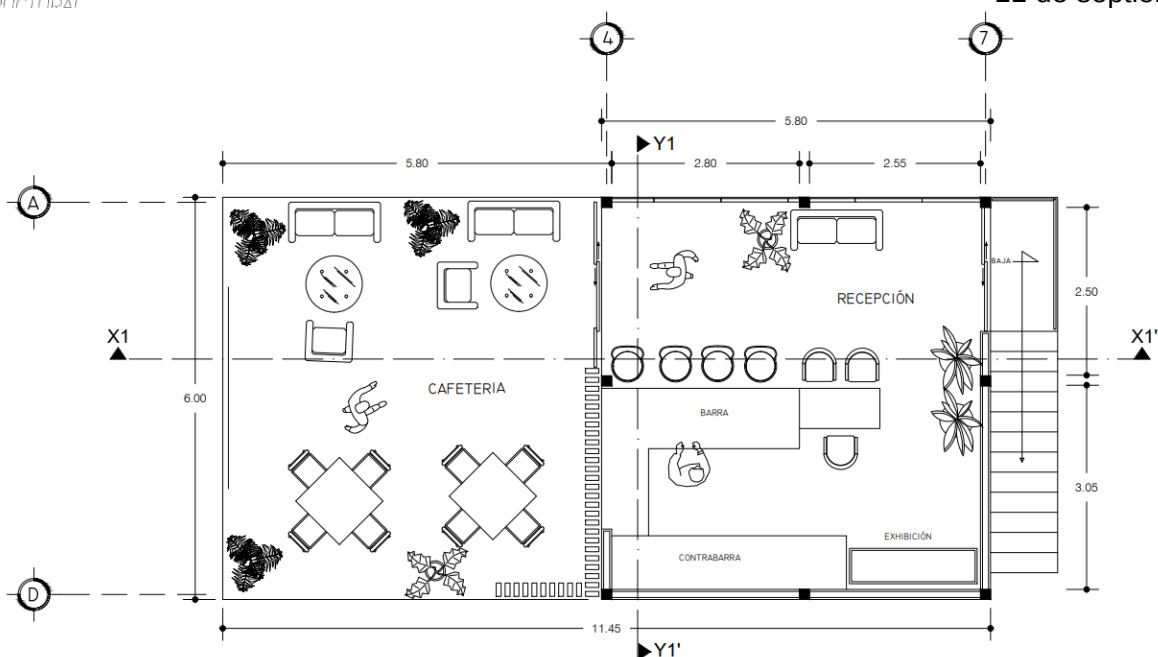


Imagen 13 Arreglo general de cafetería y vestidores planta cafetería

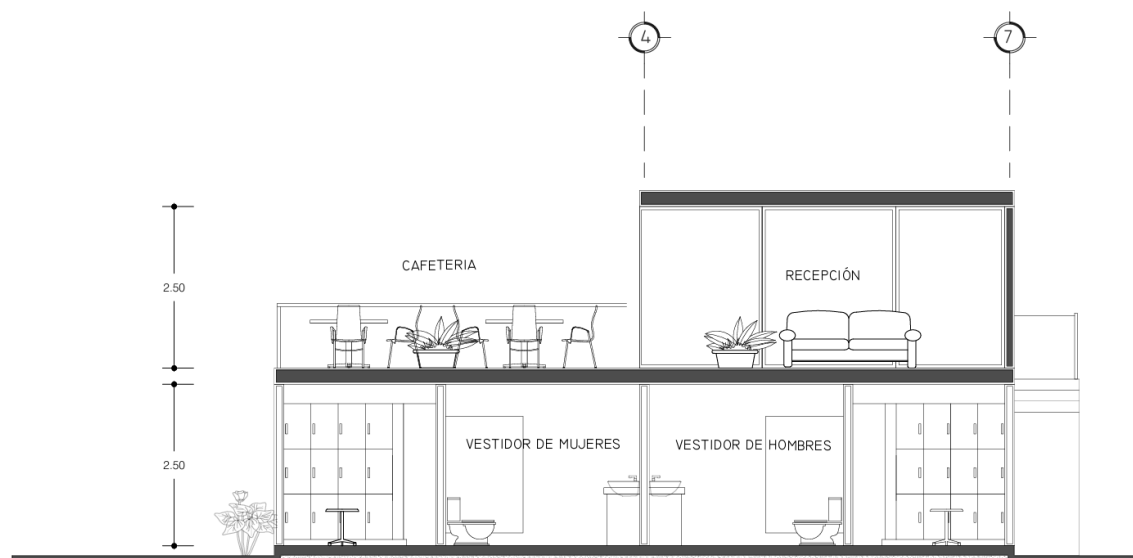


Imagen 14 Arreglo general de cafetería y vestidores corte longitudinal

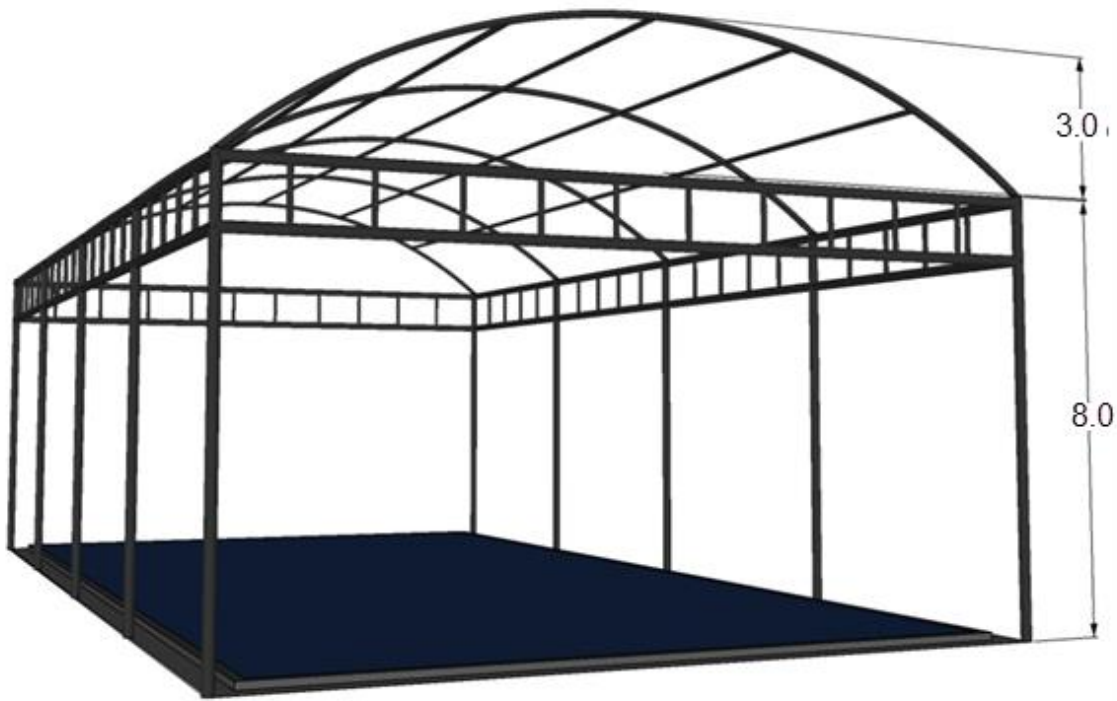


Imagen 15 Arreglo general de cubierta

8 REVISIÓN ESTRUCTURAL

Se plantea construir 4 canchas de Pádel en la azotea del inmueble a base de perfilaría/herrería y techumbre de celosía, tomando los parámetros generales del diseño inicial (Anexo 1) más la carga excedente producida por las canchas a construir.

8.1. CARGAS GRAVITACIONALES

Se tomarán las cargas para la revisión de la estructura de acuerdo con el documento de referencia "Memoria de cálculos":

Para representar el peso real de la estructura incluyendo el peso de galvanizado y tornillería se multiplicará la densidad del acero por el factor 1.10 (5% Galvanizado + 5% Tornillería) y se aplicará en el modelo de STAAD Pro.

Así como el peso propio de las columnas y trabes

Entrepisos

• Yeso	<u>40 kg/cm²</u>
• Losa H=12cm	<u>290 kg/cm²</u>
• Adicional	<u>20 kg/cm²</u>
• Acabado de piso	<u>100 kg/cm²</u>
• Muros	<u>100 kg/cm²</u>
• Total	<u>550 kg/cm²</u>

Estacionamientos

• Yeso	<u>40 kg/cm²</u>
• Losa H=25cm	<u>290 kg/cm²</u>
• Adicional	<u>20 kg/cm²</u>
• Acabado de piso	<u>100 kg/cm²</u>
• Total	<u>450 kg/cm²</u>

Cargas Vivas Entrepisos

• CV1	<u>400 kg/cm²</u>	Carga estática
• CV2	<u>250 kg/cm²</u>	Carga Sísmica
•		
• Cargas Vivas Zona de tiendas		
• CV1	<u>250 kg/cm²</u>	Carga estática
• CV2	<u>150 kg/cm²</u>	Carga Sísmica

```
*****
DEFINE MATERIAL START
ISOTROPIC STEEL
E 2.09042e+007
POISSON 0.3
DENSITY 0.008635
ALPHA 1.2e-005
DAMP 0.03
END DEFINE MATERIAL
*****
```

cargas adicionales por construccion de canchas

se plantea un espesor de losa maximo de 12 cm sobre la losa existente para darle nivel a las canchas teniendo como maximo desnivel 7 cm

Espesor de losa:	<u>0.12 m</u>
dimensiones de cancha	
A=	<u>20.00 m</u>
B=	<u>10.00 m</u>

Peso total= 57.60 [Ton] carga total

Peso total 4 canchas = 230.40 [Ton] carga total

carga a utilizar en el modelado = 288.00 [kg/m²]

Se considerará la misma carga distribuida para la zona de cafetería, considerando los siguiente.

Cargas Vivas Zona de cafeteria

CV1	<u>250 kg/cm²</u>	Carga estática
CV2	<u>150 kg/cm²</u>	Carga Sísmica

Espesor de losa:	<u>0.12 m</u>
dimensiones de cafeteria	
A=	<u>6.00 m</u>
B=	<u>11.45 m</u>

Peso total= 19.79 [Ton] carga total

carga a utilizar en el modelado = 288.00 [kg/m²]

Para la carga adicional por el arreglo arquitectónico tenemos lo siguiente:

Cargas Vivas Zona de cafetería

CV1	<u>250 kg/cm²</u>
CV2	<u>150 kg/cm²</u>

Carga estática
Carga Sísmica

Espesor de losa: 0.08 m Se recomienda el uso de sistemas de losa aligeradas con espesores de losas pequeños.
dimensiones de cafetería segundo nivel zona de cafetería

A=	<u>6.00 m</u>	<u>6.00 m</u>
B=	<u>11.45 m</u>	<u>5.80 m</u>

Peso total= 13.19 [Ton] carga total 6.68 [Ton]

carga a utilizar en el modelado = 192.00 [kg/m²] longitud total de elementos Total

Columnas	<u>30.00 [kg/ml]</u>	Columnas	<u>57.50 ml</u>	<u>1.73 [Ton]</u>
Vigas	<u>20.00 [kg/ml]</u>	Vigas	<u>69.20 ml</u>	<u>1.38 [Ton]</u>

Peso total 22.98 [Ton]

Area total de construcción 68.70 m²

Carga distribuida 334.51 [kg/m²]

impermeabilizante 5.00 [kg/m²]

Carga adicional, mobiliario etc 40.00 [kg/m²]

Carga a utilizar en el modelado = 379.51 [kg/m²]

De acuerdo con el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal 2017. Normas técnicas complementarias sobre criterios y acciones para el diseño estructural de las edificaciones.

Se tienen los siguientes casos y combinaciones de cargas.

Cargas

D= Carga muerta

L= Carga viva máxima

L serv= Carga viva de servicio

H= Carga por hielo

Sx= Sismo en x

Sz= Sismo en z

Combinaciones

- 1.- 1.3D
- 2.- 1.3D + 1.5 L + 1.5H
- 3.- 1.1D + 1.1L + 1.1H
- 4.- 1.1D + 1.1L + 1.1 Sz
- 5.- 1.1D + 1.1L + 1.1 Sx
- 6.- 1.1D + 1.1L + 1.1 Sz + 0.33 Sx
- 7.- 1.1D + 1.1L + 1.1 Sx + 0.3 Sz

8.- $0.9D + 0.9L + Sz + 0.3 Sx$

9.- $0.9D + 0.9L + Sx + 0.3 Sz$

10.- $D + L \text{ serv}$

A manera de revisión se tomarán los cortantes basales, peso sísmico, y Coeficiente Sísmico de diseño del documento de referencia "Memoria de cálculos" avalada para construcción.

VX=627 Ton.

VY=665 Ton.

WT=755 Ton.

C.S.=0.08259

Q=2

Las masas sísmicas por nivel se considerarán dividiendo los cortantes por nivel entre el número de columnas en la línea de acción del sismo teniendo las siguientes masas sísmicas a utilizar en el modelo simplificado de la estructura.

cortantes sismicos		columnas en cada eje	Fuerzas
Vx	<u>627.00 [Ton]</u>	9	<u>69.67 [Ton]</u>
Vy	<u>665.00 [Ton]</u>	4	<u>166.25 [Ton]</u>

9 ANALISIS DE VIENTO

Se emplea el análisis para evaluar la acción del viento sobre la estructura, El Análisis de viento se realiza en Base al Manual de Obras Civiles de CFE 2020 en su apartado de Diseño por viento

Para la estructura del edificio no se realizó el análisis por viento dado la conformación del edificio la condición crítica es la carga sísmica por lo que el viento fue omitido del análisis, sin embargo, para la estructura de techumbre de las canchas de pádel se realizó el análisis para viento siendo esta la condición más crítica, a continuación, se expone el análisis realizado para la techumbre de las canchas.

TOPOLOGIA DE LA ESTRUCTURA

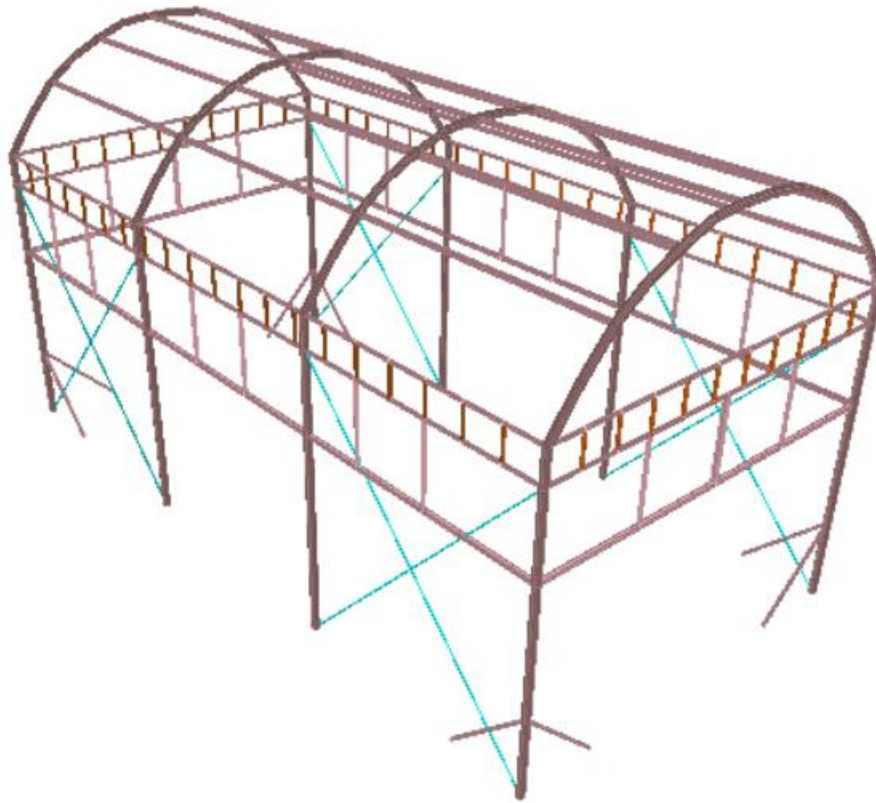


Imagen 16 tipología de la estructura

El cálculo de la frecuencia Natural de Vibración se hace utilizando el programa STAAD.Pro y se obtuvieron los siguientes resultados:

```
*****
*
* RAYLEIGH FREQUENCY FOR LOADING      1 =      0.72409 CPS *
* MAX DEFLECTION = 45.55526 CM  GLO X,  AT JOINT  2410 *
*
*****
*****
*
* RAYLEIGH FREQUENCY FOR LOADING      2 =      0.70933 CPS *
* MAX DEFLECTION = 54.72403 CM  GLO Z,  AT JOINT  2480 *
*
*****
*****
```

1.- DATOS GENERALES DE LA ESTRUCTURA.			
Grupo:	A	Importancia de la estructura.	Estructuras con un grado de seguridad elevado. (4.1.3)
Tipo:	2	Respuesta de la estructura.	Estructuras con alta relación de esbeltez. (4.1.4)
HSNM:	2.650 [km]	Altura sobre el nivel del mar.	
V _R =	126 [km/h]	Velocidad regional.	(4.2.2)
T _{PROM} =	23.0 [°C]	Temperatura Promedio.	
C _T =	4	Categoría de terreno.	Terreno con numerosas obstrucciones largas, altas y estrechamente espaciadas (Tabla 4.2.1)
F _T =	0.8	Factor de topografía.	Terreno prácticamente plano. (4.2.4)
h =	9.00 [m]	Altura Máxima de la estructura.	
b _X =	10.000 [m]	Ancho de la estructura.	bx en la dirección de análisis
b _Z =	20.000 [m]		bz transversal a la dirección de análisis
η _{1,X} =	0.7240 [Hz]	Frecuencia natural de vibración.	nx en la dirección de análisis
η _{1,Z} =	0.7093 [Hz]		nz transversal a la dirección de análisis

2.- DETERMINACIÓN DE LA PRESIÓN BASICA DE DISEÑO.				
$q_z =$	25 [kg/m ²]	Presión dinámica de base.	$q_z = 0.0048 \cdot G \cdot V_D^2$ (4.2.9)	
$V_D =$	85 [km/h]	Velocidad de Diseño.	$V_D = F_T \cdot F_{rz} \cdot V_R$ (4.2.1)	
$F_{rz} =$	0.841	Factor de exposición local.	$F_{rz} = c$ si $z \leq 10$ (4.2.3)	
		Establece la variación de la velocidad del viento con la altura, en función de la categoría del terreno.	$F_{rz} = c \cdot \left(\frac{z}{10}\right)^\alpha$ si $10 < z \leq \delta$ (4.2.4)	
			$F_{rz} = c \cdot \left(\frac{\delta}{10}\right)^\alpha$ si $z \geq \delta$ (4.2.5)	
$\alpha =$	0.17	Exponente de variación de la velocidad del viento con la altura.	Categoría de terreno.	c
$\delta =$	455	Altura gradiente.	1	1.137
$c =$	0.815	Coeficiente de escala de rugosidad	2	1.000
$G =$	0.734	Factor de corrección por temperatura y altura.	3	0.881
$\Omega =$	554.5 [mmHg]	Presión barométrica.	4	0.815
$\tau =$	23.0 [°C]	Temperatura ambiental.	$G = \frac{0.392 \cdot \Omega}{273 + \tau}$ (4.2.10)	
			(Interpolado de Tabla 4.2.5)	

3.- DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE AMPLIFICACIÓN DINAMICA PARA $Z_s = 11.5$ [m]				
$F_{ADE} =$	1.138	Factor de amplificación dinámica para estructuras prismáticas.	$F_{ADE} = \frac{1 + 2 \cdot k_p \cdot I_v(z_s) \cdot \sqrt{B^2 + R^2}}{1 + 7 \cdot I_v(z_s)} \geq 1.0$ (4.4.5)	
$B^2 =$	0.633	Factor de respuesta de fondo.	$B^2 = \frac{1}{1 + 0.9 \cdot \left[\frac{b+h}{L(z_s)}\right]^{0.63}}$ (4.4.7)	
$L(z_s) =$	44.27 [m]	Longitud de escala de turbulencia.	$L(z_s) = L(z_{\min})$ si $z_s < z_{\min}$ (4.4.8b)	
$z_s =$	11.50 [m]	Altura de referencia.	$L(z_s) = 300 \cdot \left(\frac{z_s}{200}\right)^{\bar{\alpha}}$ si $z_s > z_{\min}$ (4.4.8a)	
$z_{\min} =$	10.00 [m]	Altura mínima para aplicación de método dinámico.	C_T	$\bar{d}$
$\bar{\alpha} =$	0.67	Exponente para obtener la longitud de turbulencia.	1	0.15
$R^2 =$	0.713	Factor de respuesta en resonancia.	2	0.19
$\zeta_{est} =$	0.005	Relación de amortiguamiento de la estructura.	3	0.29
			4	0.43
			z_0	$z_{\min}$
			1	0.01
			2	0.05
			5	0.30
			10	0.67
			$R^2 = \frac{\pi}{4 \cdot \zeta_{est}} \cdot S_L(z_s, \eta_{1,x}) \cdot R_h(\eta_h) \cdot R_b(\eta_b)$ (4.4.9)	
			$\zeta = 0.005$ (Conexiones atornilladas)	
			$\zeta = 0.003$ (Conexiones soldadas) (4.4.13)	

$S_L(z_s, \eta_{1,x}) =$	0.0667	Densidad de potencia del viento.	$S_L(z_s, \eta_{1,x}) = \frac{6.8 \cdot \left(\frac{\eta_{1,x} \cdot L(z_s)}{V'_D(z_s)} \right)}{\left[1 + 10.2 \cdot \left(\frac{\eta_{1,x} \cdot L(z_s)}{V'_D(z_s)} \right)^{5/3} \right]} \quad (4.4.10)$		
$V'_D =$	11.26 [m/s]	Velocidad media a la altura z_s .	$V'_D = \frac{F_T \cdot F'_{rz} \cdot V_R}{3.6} \quad (4.4.1)$		
$F'_{rz} =$	0.402	Factor de exposición. (4.4.2a) (4.4.2b)	Categoría de terreno.	$\bar{b}$	α'
$\bar{b} =$	0.55	$F'_{rz} = 0.702 \cdot \bar{b} \quad z_s < 10$	1	1.17	0.12
$\alpha' =$	0.29	$F'_{rz} = 0.702 \cdot \bar{b} \cdot \left(\frac{z_s}{10} \right)^{\alpha'} \quad 10 < z_s \leq 200$	2	1.00	0.16
			3	0.77	0.21
			4	0.55	0.29
$R_h(\eta_h) =$	0.242	Funciones de admitancia aerodinámica.	$R_h(\eta_h) = \frac{1}{\eta_h} - \frac{1}{2 \cdot \eta_h^2} \cdot [1 - e^{-2\eta_h}] \quad (4.4.11)$		
$R_b(\eta_b) =$	0.281		$R_b(\eta_b) = \frac{1}{\eta_b} - \frac{1}{2 \cdot \eta_b^2} \cdot [1 - e^{-2\eta_b}] \quad (4.4.12)$		
$\eta_h =$	3.55	Frecuencias reducidas en función de b y h.	$\eta_h = \frac{4.6 \cdot h \cdot \eta_{1,x}}{V'_D} \quad \eta_b = \frac{4.6 \cdot b \cdot \eta_{1,x}}{V'_D}$		
$\eta_b =$	2.96				
$k_p =$	3.577	Factor pico. ($T = 600$ [s])	$k_p = \sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)} + \frac{0.6}{\sqrt{2 \cdot \ln(v \cdot T)}} \geq 3 \quad (4.4.14)$		
$v =$	0.541	Frecuencia de cruces o tasa media de oscilaciones.	$v = \eta_{1,x} \cdot \sqrt{\frac{R^2}{B^2 + R^2}} \geq 0.08 \quad (4.4.15)$		
$I_v(z_s) =$	0.413	Índice de turbulencia.	$I_v(z_s) = \bar{d} \cdot \left(\frac{z_s}{10} \right)^{-\alpha'} \quad I_v(z_s) = \frac{1}{\ln\left(\frac{z_{mín}}{z_0}\right)}$		
$\bar{d} =$	0.43	Coeficiente para obtener el índice de turbulencia.			
$z_0 =$	1.00 [m]	Longitud de rugosidad del terreno.			
			$z_{mín} \leq z_s \leq z_{máx} \quad (4.4.6a)$		$z_s < z_{mín} \quad (4.4.6b)$

10 MODELADO Y REVISIÓN ESTRUCTURAL.

Para el análisis estructural se utilizó el programa STAAD.Pro V8i, se modeló la estructura y se aplicaron las combinaciones de carga correspondientes, corroborando los parámetros descritos anteriormente.

El Análisis comprende los siguientes puntos:

- Modelo de la estructura.
- Designación de materiales
- Designación de propiedades de los elementos
- Definición de Soportes
- Definición de cargas y sus combinaciones.

De los resultados obtenidos del programa se tienen los siguientes puntos:

- Revisión de los elementos utilizando el reglamento de construcción de la CDM

- Revisión de los desplazamientos en los puntos más críticos de la estructura.
- Reacciones en los apoyos para diseño de cimentaciones.

10.1. SITUACIÓN ACTUAL

Se expondrá en primera estancia el análisis del edificio comercial con la situación actual y posteriormente con la carga adicional para tener una comparativa de ambas condiciones.

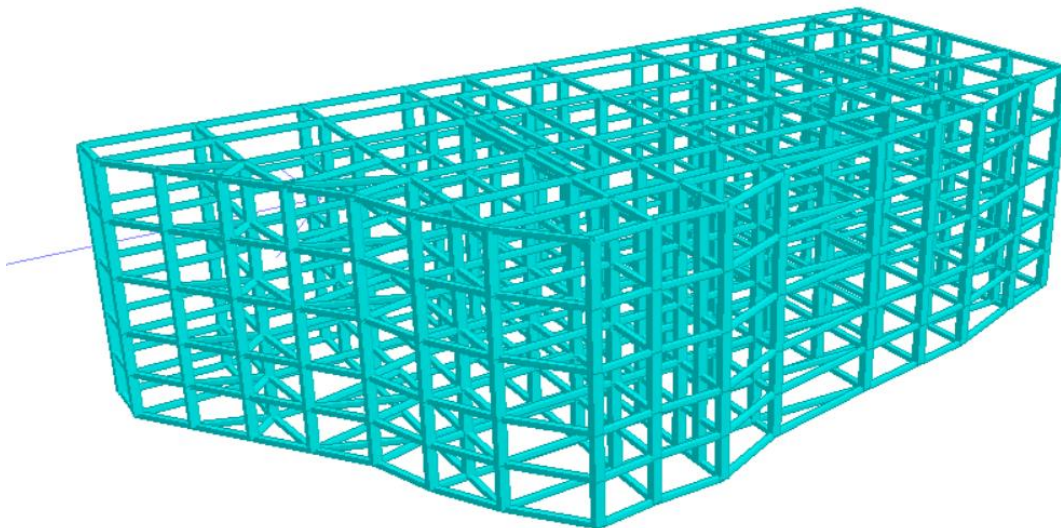


Imagen 17 modelado de edificio simplificado situación actual

Se presentarán, los resultados del análisis en condiciones actuales para posteriormente compararlos con las condiciones futuras del acondicionamiento de las canchas de pádel.

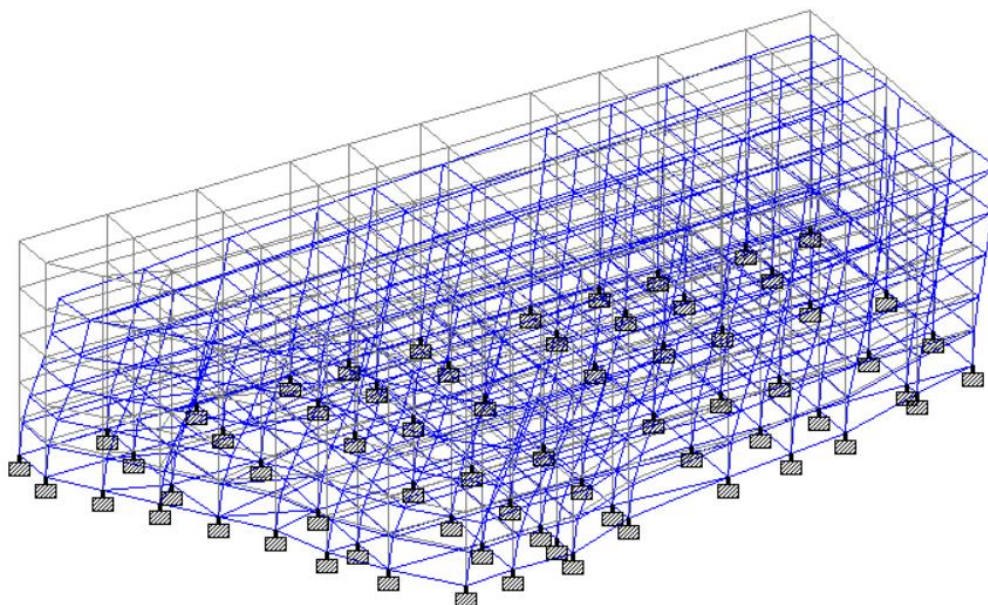


Imagen 18 Distorsión sísmica modo 1

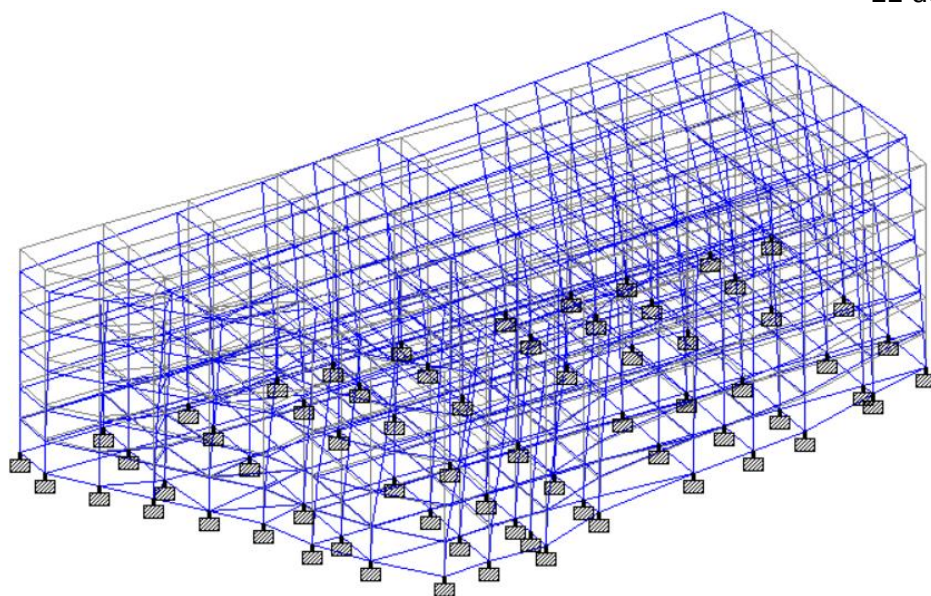
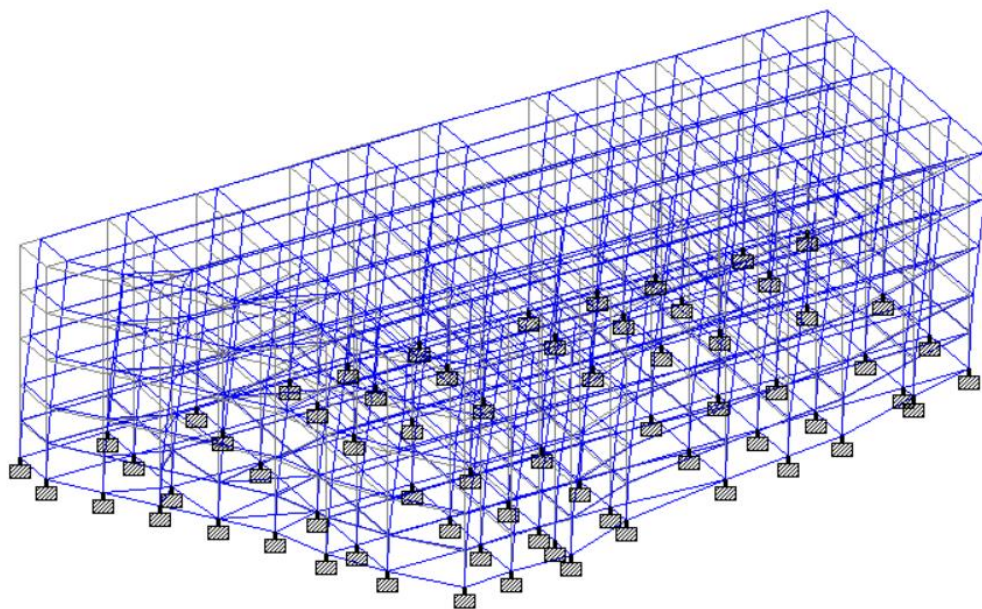
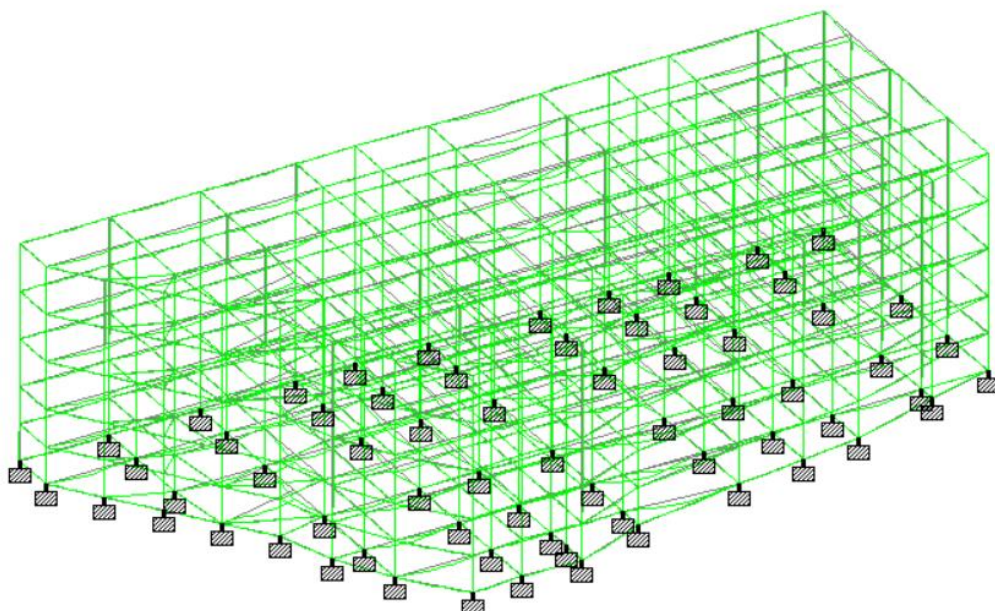


Imagen 19 Distorsión sísmica modo 2



Load 4: Mode Shape 3

Imagen 20 Distorsión sísmica modo 3



Load 11 : Displacement

Imagen 21 Representación gráfica de desplazamientos

C

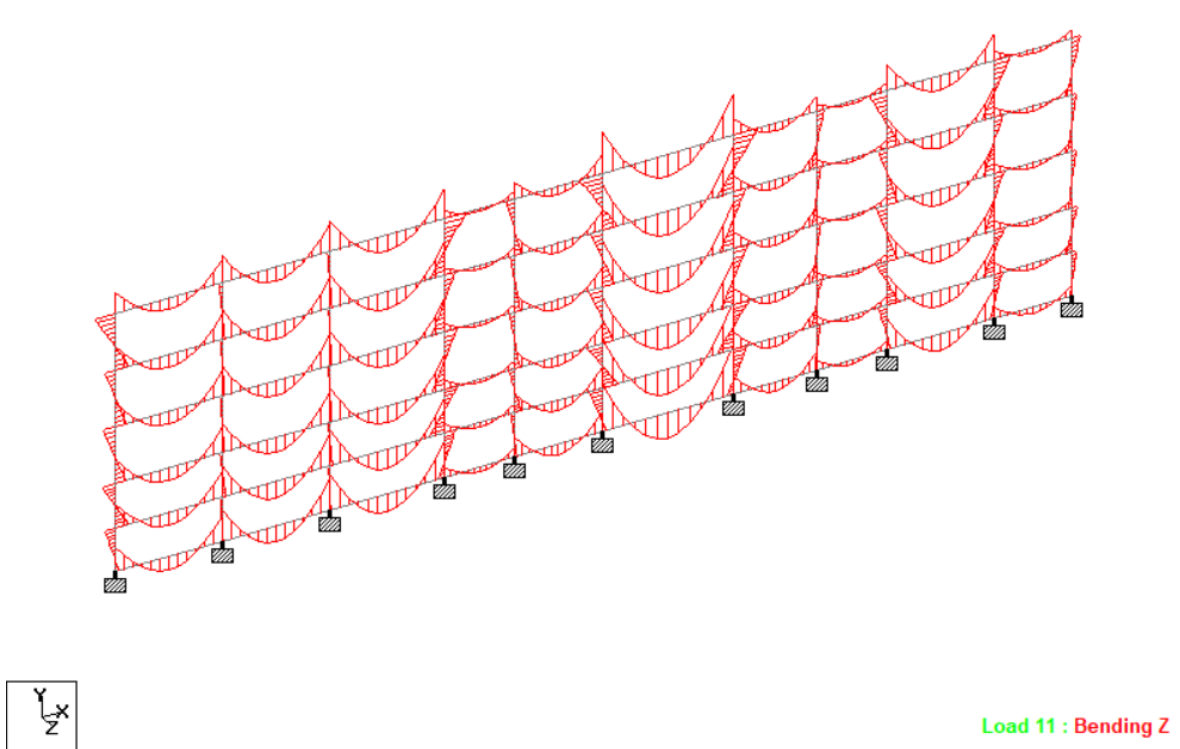
	Nodo	L/C	Horizontal X [cm]	Vertical Y [cm]	Horizontal Z [cm]	Resultante [cm]	Rotacional		
							rX [rad]	rY [rad]	rZ [rad]
Max X	350	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.308	-0.017	-0.172	0.392	0.000	0.000	0.000
Min X	1	1 D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Y	208	5 SZ	0.001	0.000	0.007	0.007	0.000	0.000	0.000
Min Y	275	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.120	-2.889	-0.027	2.892	0.000	0.000	0.000
Max Z	411	5 SZ	0.005	0.000	0.034	0.035	0.000	0.000	0.000
Min Z	411	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.308	-0.102	-0.190	0.376	0.000	0.000	0.000
Max rX	369	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.286	-0.452	-0.155	0.557	0.000	0.000	0.000
Min rX	377	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.266	-0.421	-0.155	0.521	0.000	0.000	0.000
Max rY	350	5 SZ	0.005	0.000	0.033	0.033	0.000	0.000	0.000
Min rY	350	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.308	-0.171	-0.172	0.392	0.000	0.000	0.000
Max rZ	381	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.266	-0.466	-0.089	0.544	0.000	0.000	0.000
Min rZ	372	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.286	-0.468	-0.110	0.559	0.000	0.000	0.000
Max Rst	413	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.299	-2.889	-0.033	2.904	0.000	0.000	0.000

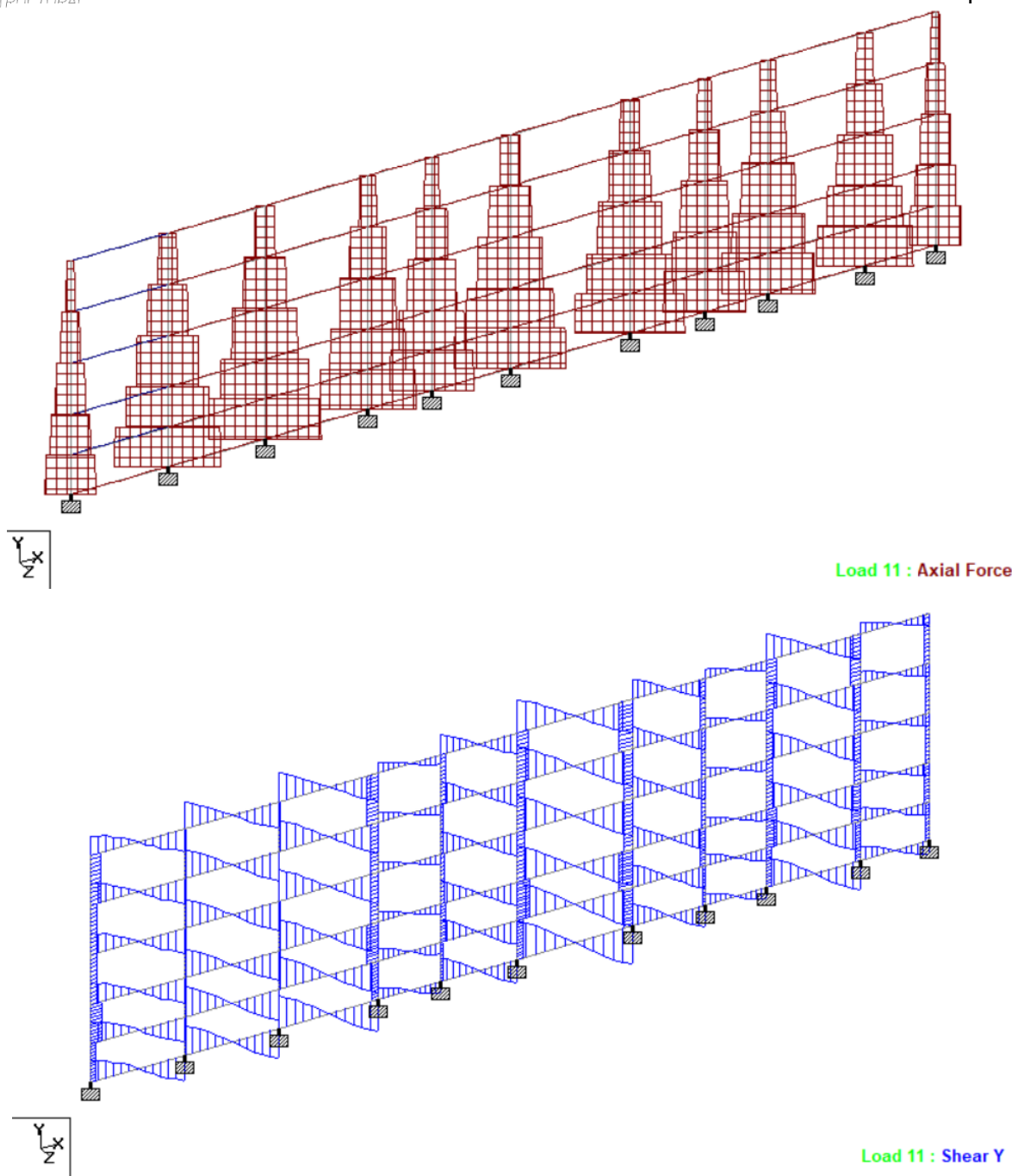
Imagen 22 Desplazamientos en Columnas

	Nodo	L/C	Horizontal X [cm]	Vertical Y [cm]	Horizontal Z [cm]	Resultante [cm]	Rotacional		
							rX [rad]	rY [rad]	rZ [rad]
Max X	350	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.308	-0.171	-0.172	0.039	0.000	0.000	0.000
Min X	1	1 D	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Y	208	5 SZ	0.001	0.002	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000
Min Y	419	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.015	-4.388	-0.008	0.439	0.000	0.000	0.000
Max Z	411	5 SZ	0.005	0.000	0.034	0.004	0.000	0.000	0.000
Min Z	411	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.308	-0.102	-0.190	0.038	0.000	0.000	0.000
Max rX	424	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.000	-3.791	0.000	0.379	0.001	0.000	0.000
Min rX	425	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.000	-1.212	0.000	0.121	-0.001	0.000	0.000
Max rY	350	5 SZ	0.005	0.000	0.033	0.003	0.000	0.000	0.000
Min rY	350	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.308	-0.171	-0.172	0.039	0.000	0.000	0.000
Max rZ	426	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.000	-4.126	0.000	0.413	0.000	0.000	0.000
Min rZ	424	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.000	-3.791	0.000	0.379	0.001	0.000	0.000
Max Rst	419	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.015	-4.388	-0.008	0.439	0.000	0.000	0.000

Imagen 23 Desplazamientos en trabes

A continuación, se presentan los diagramas de esfuerzos (momento, cortante y carga axial) en un marco de referencia.





10.2. ANÁLISIS DE ELEMENTOS

La norma ACI indica que el espesor mínimo de una losa en una sola dirección no presforzada está basado en la siguiente tabla.

Table 7.3.1.1—Minimum thickness of solid nonpre-stressed one-way slabs

Support condition	Minimum $h^{(1)}$
Simply supported	$\ell/20$
One end continuous	$\ell/24$
Both ends continuous	$\ell/28$
Cantilever	$\ell/10$

⁽¹⁾Expression applicable for normalweight concrete and $f_y = 420$ MPa. For other cases, minimum h shall be modified in accordance with 7.3.1.1.1 through 7.3.1.1.3, as appropriate.

Por tanto, para nuestro caso, se debe tomar zona central dado que la adecuación se realizará en la azotea en una zona central, con ambos lados continuos.

L=	8.50 m	claro sin apoyo
L=	9.00 m	claro sin apoyo
	0.85 m	voladizo
	0.30 m	ambos extremos continuos
	0.35 m	un extremo continuo

De acuerdo con los planos estructurales de referencia tenemos dos espesores 35 cm y 40cm por lo que tomaremos el mas desfavorable para realizar el analisis

$$V_c = 0.75 \cdot \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right) \cdot b \cdot d$$

f'_c =	300 [kg/cm ²]	29.42 MPa
F_y =	4200 [kg/cm ²]	411.88 MPa
b =	1.00 m	
d =	0.33 m	menos recubrimiento de 2.50 cm

V_c =	0.22 MN
V_c =	220.35 kN
V_c =	22.46 ton

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05 \cdot (f'c - 28)}{7}$$

$$\beta = 0.84$$

$$\gamma = 0.85$$

$$\varepsilon_u = 0.005$$

$$\rho_{max} = \frac{\gamma \cdot \beta \cdot f'c}{f_y} \cdot \frac{\varepsilon_u}{(\varepsilon_u + 0.005)}$$

$$\rho_{max} = 0.02550$$

$$A_{smax} = 0.00829 \text{ m}^2$$

$$A_{smax} = 83 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.00107 \text{ m}^2$$

$$A_{smin} = 10.7 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.00110 \text{ m}^2$$

$$A_{smin} = 11.0 \text{ cm}^2$$

Area de acero en planos de referencia

4 varillas del #8 Lecho superior

4 varillas del #8 Lecho inferior

$$\text{var} = 8$$

$$\text{Area de var} = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area total} = 41 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area total} = 0.00405 \text{ m}^2$$

Se realizara el analisis con esta area de acero

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05 \cdot (f'c - 28)}{7}$$

$$M_{max} = 0.90 \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{A_{smax} \cdot f_y}{2 \cdot \gamma \cdot f'c \cdot b} \right)$$

$$M_{max} = 0.44 \text{ MN}$$

$$M_{max} = 438.20 \text{ kN}$$

$$M_{max} = 44.67 \text{ ton}$$

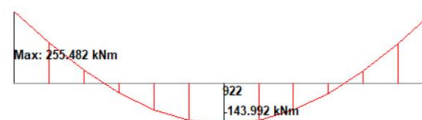
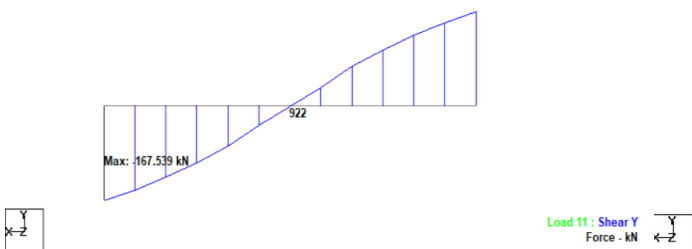


Imagen 24 diagramas de momento y cortante elemento 922

Cumple satisfactoriamente el análisis $M_{max}=255.482 \text{ kN}$ $V_{max}=167.539 \text{ kN}$

Para el caso de las columnas se revisaron con un programa de interacción para su revisión a flexo-compresión, obteniendo los siguientes resultados:

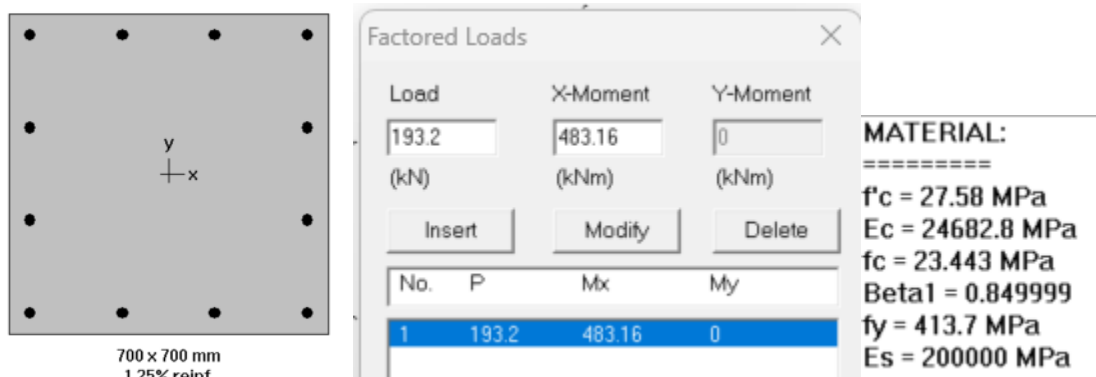


Imagen 25 Datos ingresados al programa

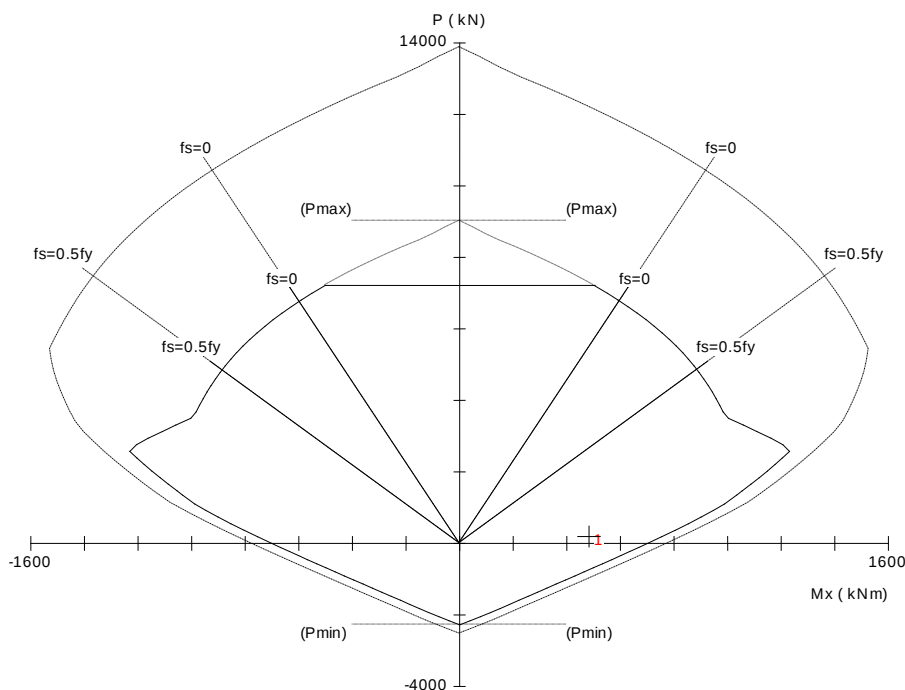


Imagen 26 Diagrama de iteración flexo-compresión

Se presentarán, los resultados del análisis en las condiciones futuras del acondicionamiento de las canchas de pádel.

Cumple satisfactoriamente el análisis

	beam	L/C	Horizontal Fx kN	Vertical Fy kN	Horizontal Fz kN	Momentos		
						Mx kNm	My ton	Mz ton
Max Fx	972	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	417.000	0.000	30.597	0.000	-3.346	0.000
Min Fx	960	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	414.000	0.000	60.052	0.000	-0.167	0.000
Max Fy	1045	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	32.000	0.000	416.747	0.000	0.000	0.000
Min Fy	123	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	98.000	0.000	-416.909	0.000	0.030	0.000
Max Fz	970	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	418.000	0.000	35.422	0.000	-5.412	0.000
Min Fz	972	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	417.000	0.000	30.597	0.000	-3.346	0.000
Max Mx	1108	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	27.000	0.000	90.502	0.000	18.307	0.000
Min Mx	1013	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	20.000	0.000	326.894	0.000	-10.785	0.000
Max My	972	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	417.000	0.000	30.597	0.000	-3.346	0.000
Min My	972	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	368.000	0.000	-5.818	0.000	-3.346	0.000
Max Mz	1045	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	32.000	0.000	416.747	0.000	0.000	0.000
Min Mz	975	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	419.000	0.000	-51.904	0.000	11.902	0.000

Imagen 27 Esfuerzos máximos trabes

	beam	L/C	Horizontal Fx kN	Vertical Fy kN	Horizontal Fz kN	Momentos		
						Mx kNm	My kNm	Mz kNm
Max Fx	31	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	32.000	4452.194	-99.901	-57.966	-0.260	56.990
Min Fx	850	10 1.3D	415.000	-19.626	2.920	-51.274	-0.499	-132.802
Max Fy	246	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	98.000	3443.621	193.196	-94.250	-0.789	170.494
Min Fy	245	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	97.000	3503.712	-184.443	-98.807	-0.789	179.751
Max Fz	804	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	300.000	806.055	17.481	156.603	-0.702	-287.994
Min Fz	812	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	308.000	756.845	-69.023	-156.228	-0.702	285.778
Max Mx	405	5 SZ	143.000	1.228	0.075	0.418	0.053	1.029
Min Mx	405	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	143.000	967.840	-2.633	9.136	-0.860	-20.480
Max My	804	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	369.000	738.516	17.481	156.603	-0.702	416.720
Min My	812	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	377.000	689.305	-69.023	-156.228	-0.702	-417.249
Max Mz	815	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	380.000	762.141	-182.097	-96.499	-0.702	-257.777
Min Mz	816	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	381.000	748.019	192.634	-92.780	-0.702	-247.882

Imagen 28 Esfuerzos máximos columnas

10.1. SITUACIÓN A FUTURO

Para esta iteración se tiene el siguiente modelo considerando las cargas del modelo anterior más las cargas adicionales del modelo con las adecuaciones pertinentes.

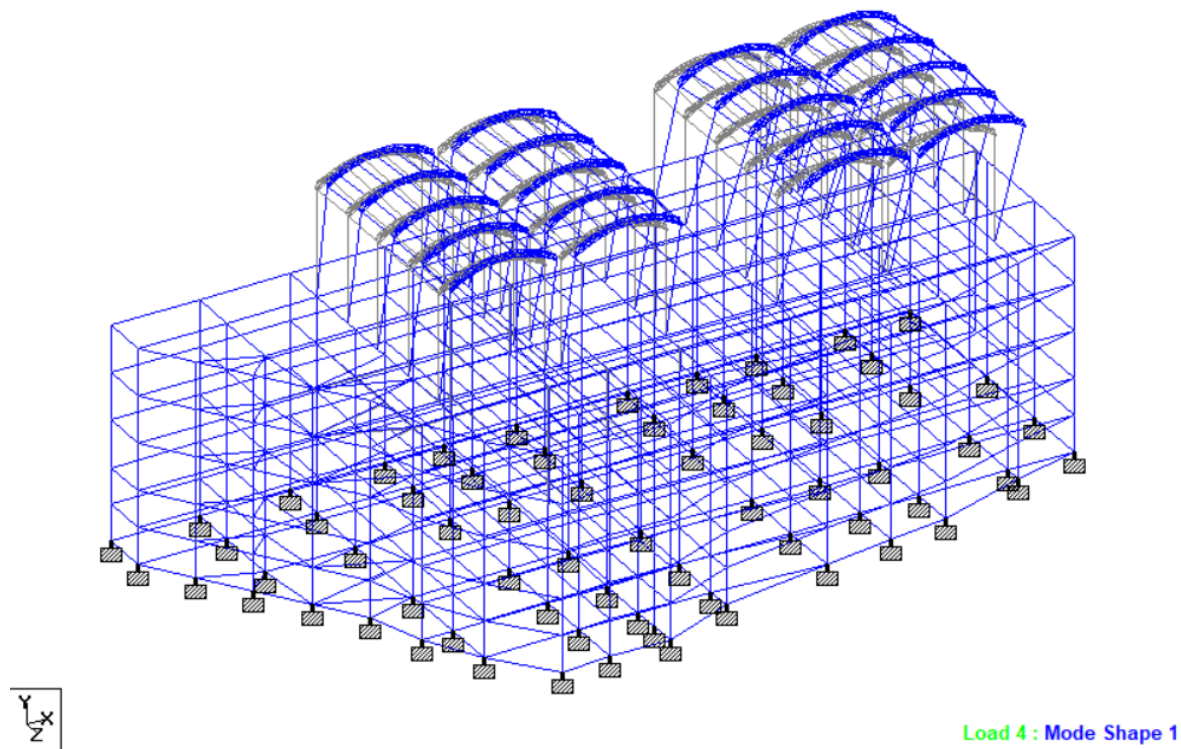


Imagen 29 Distorsión sísmica modo 1

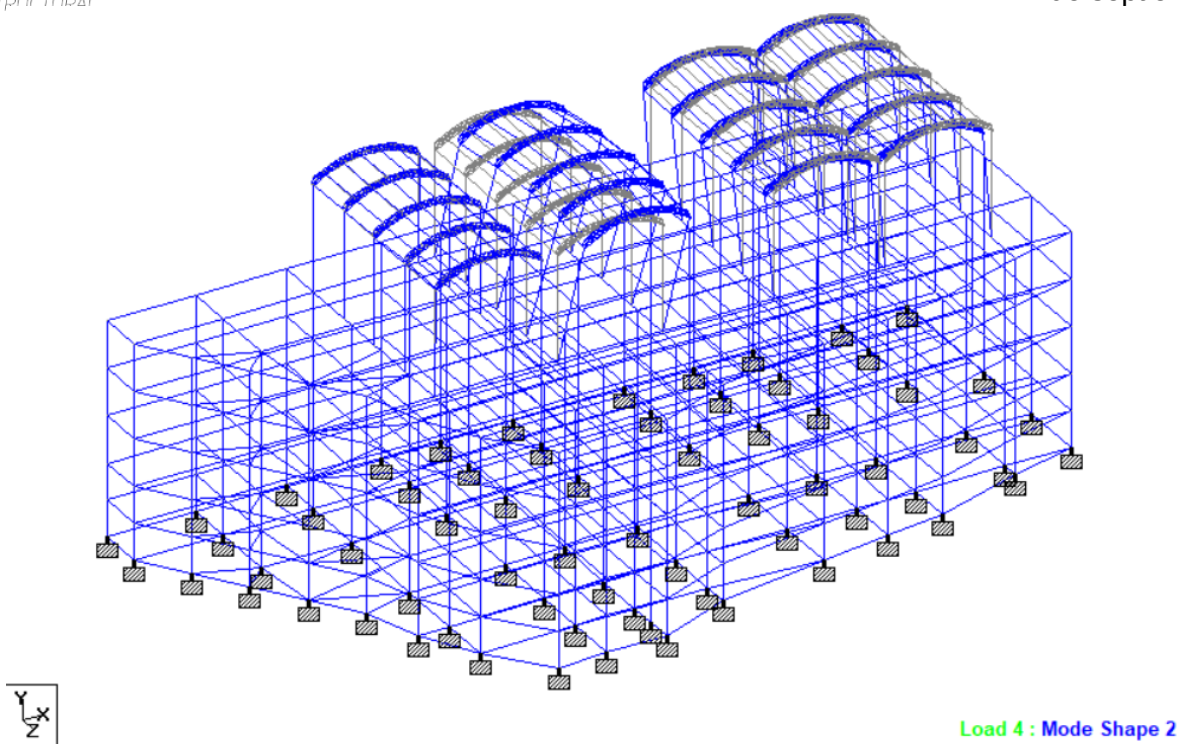


Imagen 30 Distorsión sísmica modo 2

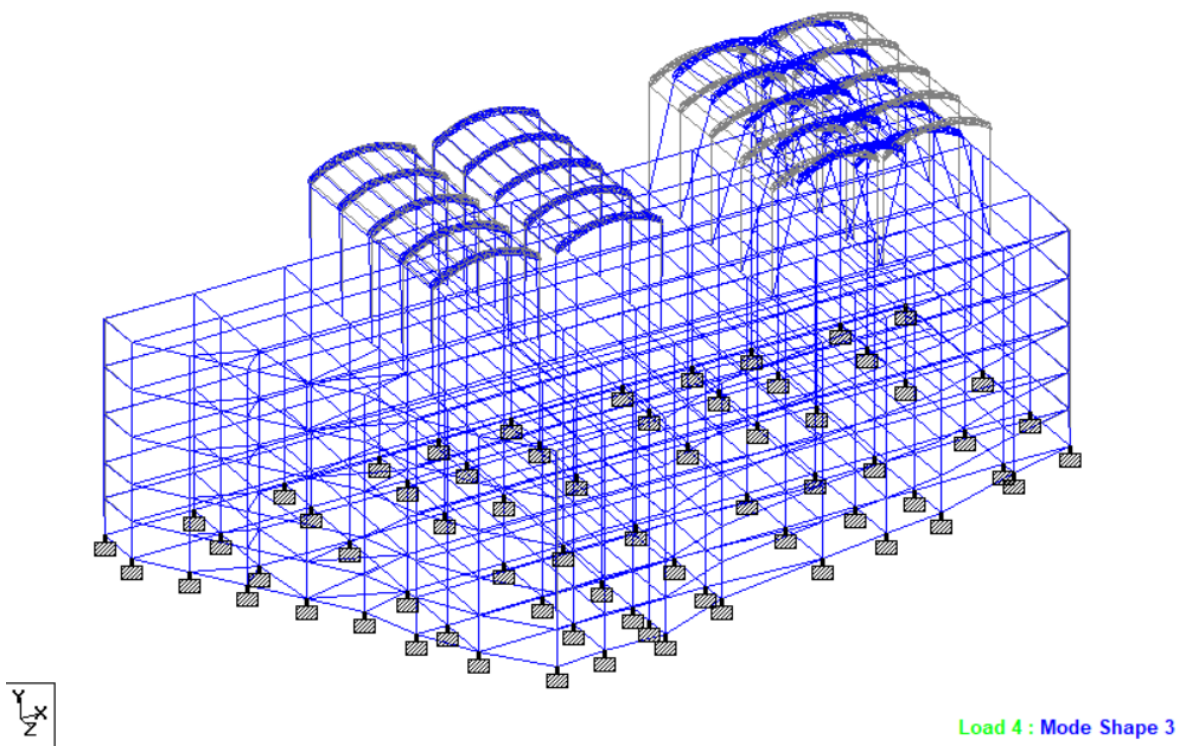
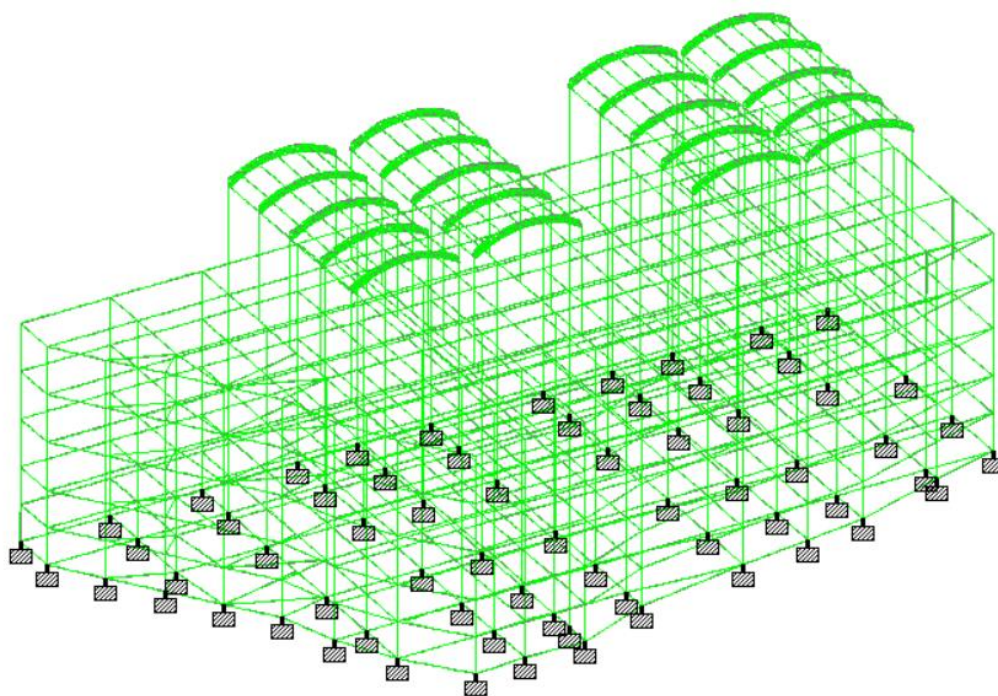


Imagen 31 Distorsión sísmica modo 3



Load 11 : Displacement

Imagen 32 Representación gráfica de desplazamientos

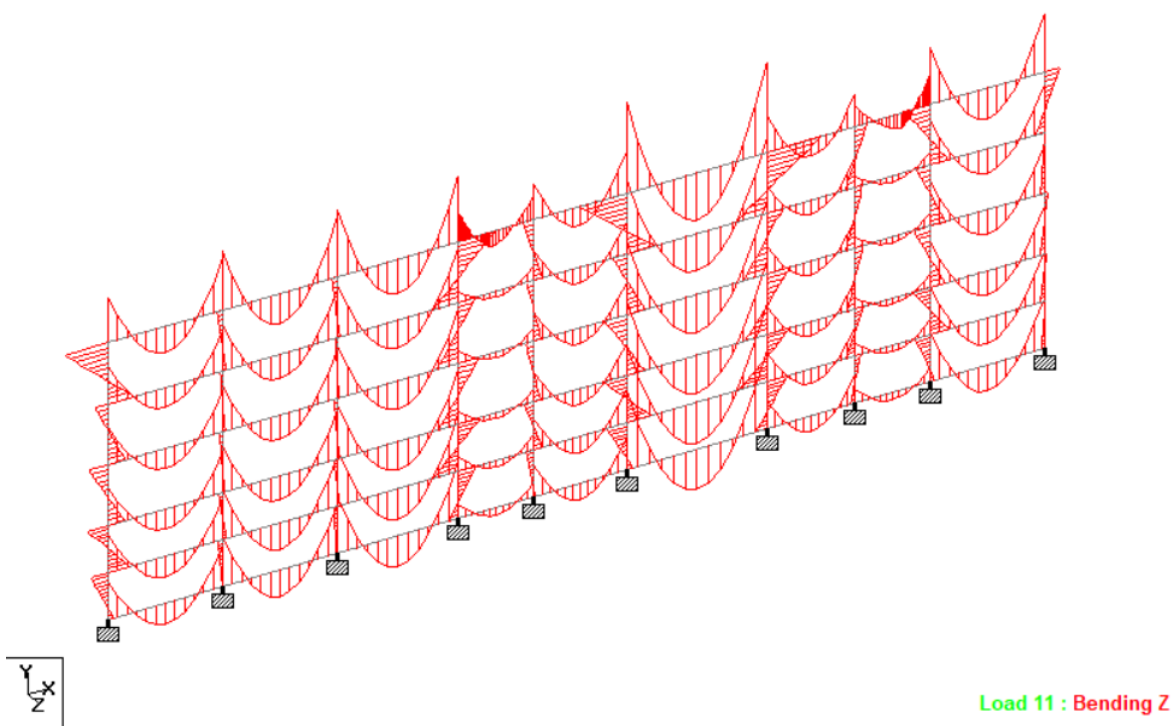
	Nodo	L/C	Horizontal X [cm]	Vertical Y [cm]	Horizontal Z [cm]	Resultante [cm]	Rotacional		
							rX [rad]	rY [rad]	rZ [rad]
Max X	348	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.323	-0.185	-0.187	0.417	0.000	0.000	0.000
Min X	400	8 VIENTOZ	-0.022	0.000	0.126	0.128	0.000	0.000	0.000
Max Y	468	7 VIENTOX	0.120	0.071	0.009	0.140	0.000	0.000	0.000
Min Y	437	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.290	-5.692	-0.168	5.702	0.000	0.000	0.000
Max Z	405	8 VIENTOZ	0.013	0.001	0.178	0.178	0.000	0.000	0.000
Min Z	409	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.323	-0.109	-0.205	0.398	0.000	0.000	0.000
Max rX	421	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.292	-5.180	-0.168	5.191	0.001	0.000	0.000
Min rX	438	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.281	-1.046	-0.168	1.096	-0.001	0.000	0.000
Max rY	348	4 SX	0.007	0.000	0.001	0.007	0.000	0.000	0.000
Min rY	348	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.323	-0.185	-0.187	0.417	0.000	0.000	0.000
Max rZ	450	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.280	-1.083	-0.076	1.121	0.000	0.000	0.000
Min rZ	425	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.280	-0.794	-0.147	0.855	0.000	0.000	0.000
Max Rst	437	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.290	-5.692	-0.168	5.702	0.000	0.000	0.000

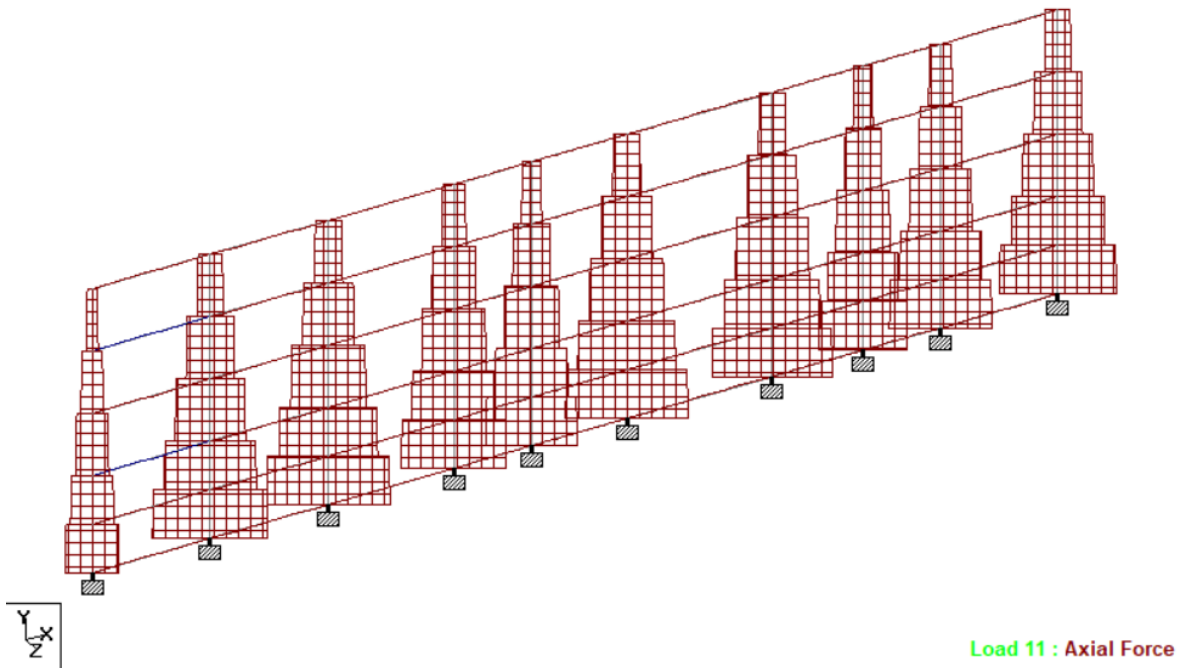
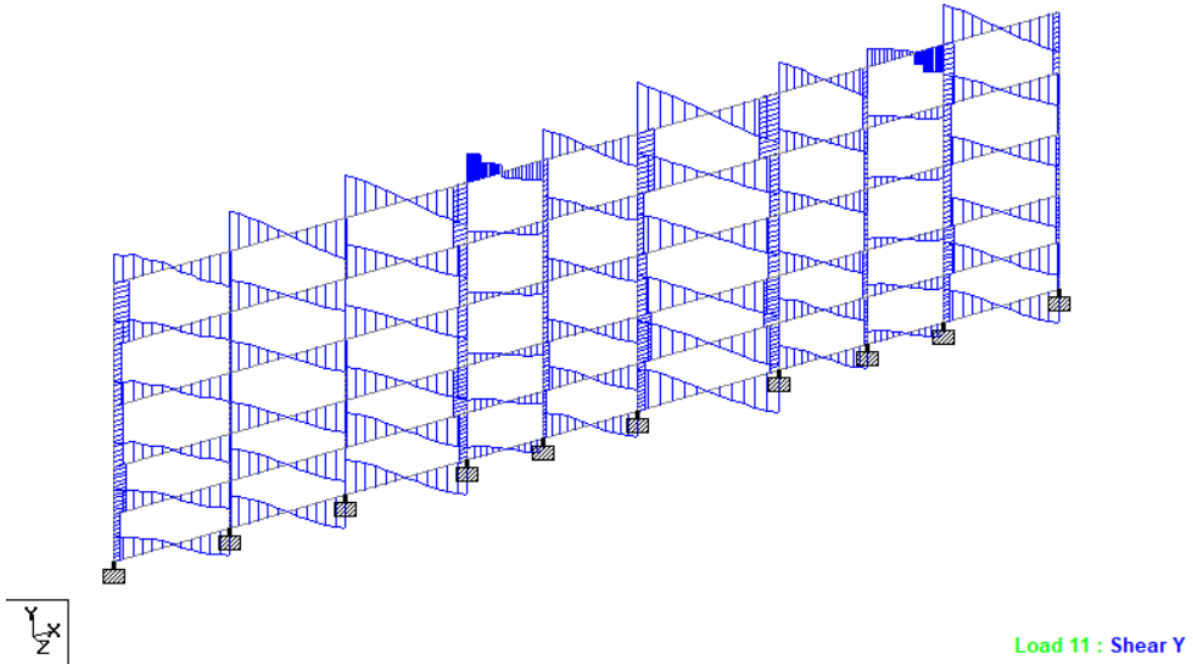
Imagen 33 Desplazamientos en trabes

	Nodo	L/C	Horizontal X [cm]	Vertical Y [cm]	Horizontal Z [cm]	Resultante [cm]	Rotacional		
							rX [rad]	rY [rad]	rZ [rad]
Max X	348	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.323	-0.019	-0.187	0.417	0.000	0.000	0.000
Min X	400	8 VIENTOZ	-0.022	0.000	0.126	0.128	0.000	0.000	0.000
Max Y	343	8 VIENTOZ	0.002	0.001	0.132	0.133	0.000	0.000	0.000
Min Y	411	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.314	-3.022	-0.041	3.039	0.000	0.000	0.000
Max Z	405	8 VIENTOZ	0.013	0.001	0.178	0.178	0.000	0.000	0.000
Min Z	409	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.323	-0.109	-0.205	0.398	0.000	0.000	0.000
Max rX	367	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.300	-0.503	-0.168	0.610	0.000	0.000	0.000
Min rX	375	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.280	-0.462	-0.168	0.565	0.000	0.000	0.000
Max rY	348	4 SX	0.007	0.000	0.001	0.007	0.000	0.000	0.000
Min rY	348	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.323	-0.185	-0.187	0.417	0.000	0.000	0.000
Max rZ	379	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.280	-0.519	-0.099	0.598	0.000	0.000	0.000
Min rZ	378	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.280	-0.529	-0.122	0.610	0.000	0.000	0.000
Max Rst	411	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.314	-3.022	-0.041	3.039	0.000	0.000	0.000

Imagen 34 Desplazamientos en columnas

A continuación, se presentan los diagramas de esfuerzos (momento, cortante y carga axial) en un marco de referencia.





10.2. ANÁLISIS DE ELEMENTOS SITUACIÓN FUTURA

La norma ACI indica que el espesor mínimo de una losa en una sola dirección no presforzada está basado en la siguiente tabla.

Table 7.3.1.1—Minimum thickness of solid nonpre-stressed one-way slabs

Support condition	Minimum $h^{(1)}$
Simply supported	$\ell/20$
One end continuous	$\ell/24$
Both ends continuous	$\ell/28$
Cantilever	$\ell/10$

⁽¹⁾Expression applicable for normalweight concrete and $f_y = 420$ MPa. For other cases, minimum h shall be modified in accordance with 7.3.1.1.1 through 7.3.1.1.3, as appropriate.

Por tanto, para nuestro caso, se debe tomar zona central dado que la adecuación se realizará en la azotea en una zona central, con ambos lados continuos.

L=	8.50 m	claro sin apoyo
L=	9.00 m	claro sin apoyo
	0.85 m	voladizo
	0.30 m	ambos extremos continuos
	0.35 m	un extremo continuo

De acuerdo con los planos estructurales de referencia tenemos dos espesores 35 cm y 40cm por lo que tomaremos el mas desfavorable para realizar el analisis

$$V_c = 0.75 \cdot \left(\frac{\sqrt{f'_c}}{6} \right) \cdot b \cdot d$$

$f'_c =$	300 [kg/cm ²]	29.42 MPa
$F_y =$	4200 [kg/cm ²]	411.88 MPa
$b =$	1.00 m	
$d =$	0.33 m	menos recubrimiento de 2.50 cm

$V_c =$	0.22 MN
$V_c =$	220.35 kN
$V_c =$	22.46 ton

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05 \cdot (f'c - 28)}{7}$$

$$\beta = 0.84$$

$$\gamma = 0.85$$

$$\varepsilon_u = 0.005$$

$$\rho_{max} = \frac{\gamma \cdot \beta \cdot f'c}{f_y} \cdot \frac{\varepsilon_u}{(\varepsilon_u + 0.005)}$$

$$\rho_{max} = 0.02550$$

$$A_{smax} = 0.00829 \text{ m}^2$$

$$A_{smax} = 83 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.00107 \text{ m}^2$$

$$A_{smin} = 10.7 \text{ cm}^2$$

$$A_{smin} = 0.00110 \text{ m}^2$$

$$A_{smin} = 11.0 \text{ cm}^2$$

Area de acero en planos de referencia

4 varillas del #8 Lecho superior

4 varillas del #8 Lecho inferior

$$\text{var} = 8$$

$$\text{Area de var} = 5.07 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area total} = 41 \text{ cm}^2$$

$$\text{Area total} = 0.00405 \text{ m}^2$$

Se realizara el analisis con esta area de acero

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{0.05 \cdot (f'c - 28)}{7}$$

$$M_{max} = 0.90 \cdot A_{smax} \cdot f_y \cdot \left(d - \frac{A_{smax} \cdot f_y}{2 \cdot \gamma \cdot f'c \cdot b} \right)$$

$$M_{max} = 0.44 \text{ MN}$$

$$M_{max} = 438.20 \text{ kN}$$

$$M_{max} = 44.67 \text{ ton}$$

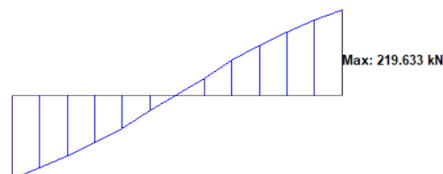
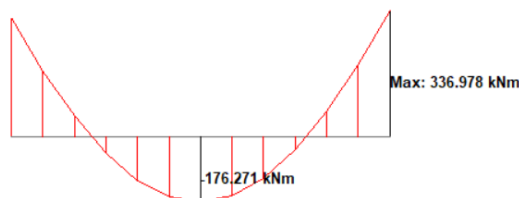


Imagen 35 diagramas de momento y cortante elemento 922

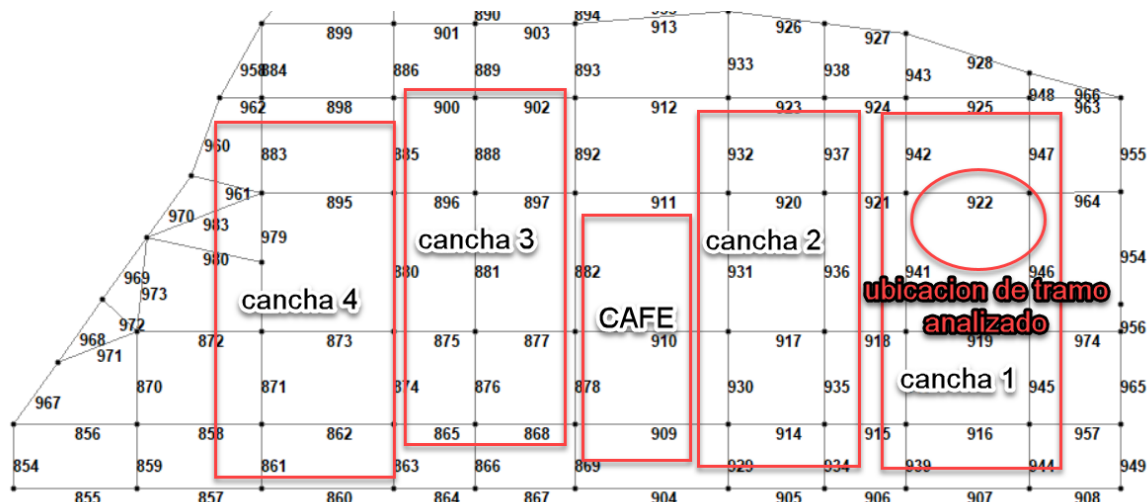
Cumple satisfactoriamente el análisis $M_{max}=336.978 \text{ kN}$ $V_{max}=219.633 \text{ kN}$

	beam	L/C	Horizontal Fx kN	Vertical Fy kN	Horizontal Fz kN	Momentos		
						Mx kNm	My ton	Mz ton
Max Fx	924	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	400.000	0.000	25.446	0.000	-0.733	0.000
Min Fx	937	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	390.000	0.000	53.338	0.000	-0.696	0.000
Max Fy	885	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	378.000	0.000	523.712	0.000	-0.160	0.000
Min Fy	885	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	379.000	0.000	-525.222	0.000	-0.160	0.000
Max Fz	922	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	390.000	0.000	-23.195	0.000	8.042	0.000
Min Fz	1089	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	436.000	0.000	-54.681	0.000	-0.175	0.000
Max Mx	1082	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	53.000	0.000	97.477	0.000	53.802	0.000
Min Mx	839	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	359.000	0.000	204.748	0.000	-44.755	0.000
Max My	922	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	398.000	0.000	-102.463	0.000	8.042	0.000
Min My	922	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	390.000	0.000	-23.195	0.000	8.042	0.000
Max Mz	885	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	379.000	0.000	-525.222	0.000	-0.160	0.000
Min Mz	953	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	437.000	0.000	-64.725	0.000	16.738	0.000

Imagen 38 Esfuerzos máximos trabes

	beam	L/C	Horizontal Fx kN	Vertical Fy kN	Horizontal Fz kN	Momentos		
						Mx kNm	My kNm	Mz kNm
Max Fx	31	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	61.000	4733.168	-99.531	-58.557	0.093	60.174
Min Fx	43	8 VIENTOZ	85.000	-27.616	-0.166	-2.784	0.061	11.191
Max Fy	790	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	309.000	1091.496	253.690	-120.352	0.644	197.212
Min Fy	789	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	308.000	1111.371	-238.184	-124.023	0.644	202.864
Max Fz	778	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	297.000	1072.663	35.439	204.013	0.644	-335.941
Min Fz	254	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	129.000	98.209	19.402	-252.334	0.098	528.176
Max Mx	759	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	278.000	382.577	1.227	21.000	0.644	-39.263
Min Mx	1	9 CMCUBIERTA	1.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Max My	778	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	367.000	1005.124	35.439	204.013	0.644	582.117
Min My	786	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	375.000	906.016	-80.890	-194.346	0.644	-554.281
Max Mz	789	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	378.000	1043.832	-238.184	-124.023	0.644	-355.238
Min Mz	790	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	379.000	1023.957	253.690	-120.352	0.644	-344.370

Imagen 39 Esfuerzos máximos columnas



10.3. ANALISIS DE ELEMENTOS DE TECHUMBRE

A continuación, se presentan los diagramas y tablas correspondientes al análisis de la estructura de techumbre.

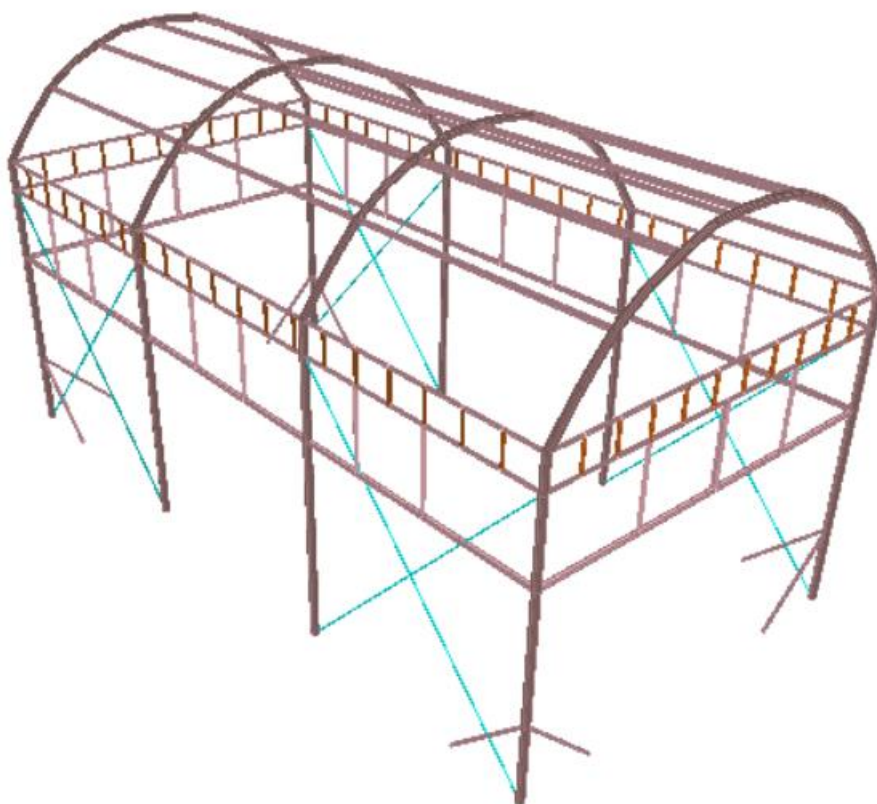


Imagen 41 Tipología de la estructura

Cargas muertas aplicadas:

Se aplicó el peso propio de la estructura en el modelo simplificado y adicionalmente se agregó el peso de la lámina de cubierta con el peso siguiente:

Características	Valores				Unidades	Normas
	Urdimbre		Trama			
Características generales						
Soporte	1100 dTex PES HT 990 den					
Revestimiento	PVC Lowick coating both side					
Acabado	Cleangard lacquer both sides					
Peso	640				g/m ²	ISO 3801
Anchos	250	250	300	300	cm	
Longitudes de corte	60	250	60	250	ml	

Imagen 42 Tabla de pesos y espesores de cubierta

Se consideró la carga de 0.60 kg/m² para el análisis

Teniendo áreas tributarias de 4.25 m² por cada elemento de la trabe, cada elemento se tomó de 85 cm para el análisis. Teniendo un peso total por franja de 5 metros por el ancho del elemento de 0.15 kg entre el ancho del elemento de 85 cm da un total de una fuerza distribuida en los elementos de 0.15 kg/m se consideraron 5 kg extra en el modelo por fijación.

Carga muerta 5.15 kg/cm²

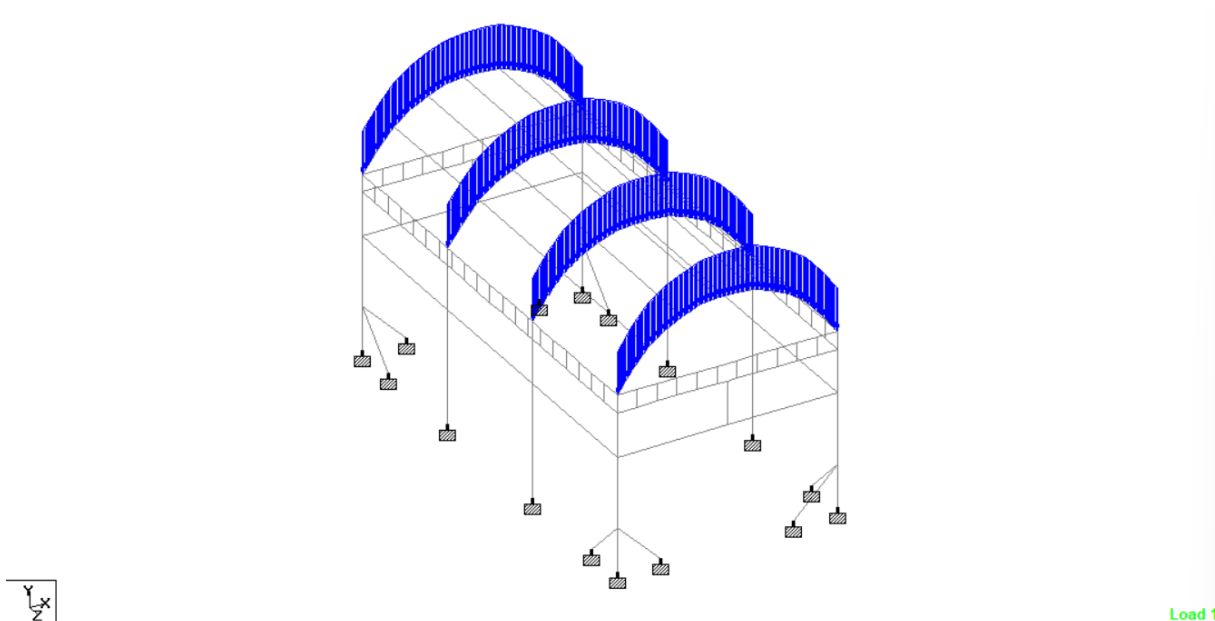


Imagen 43 Representación gráfica de cargas

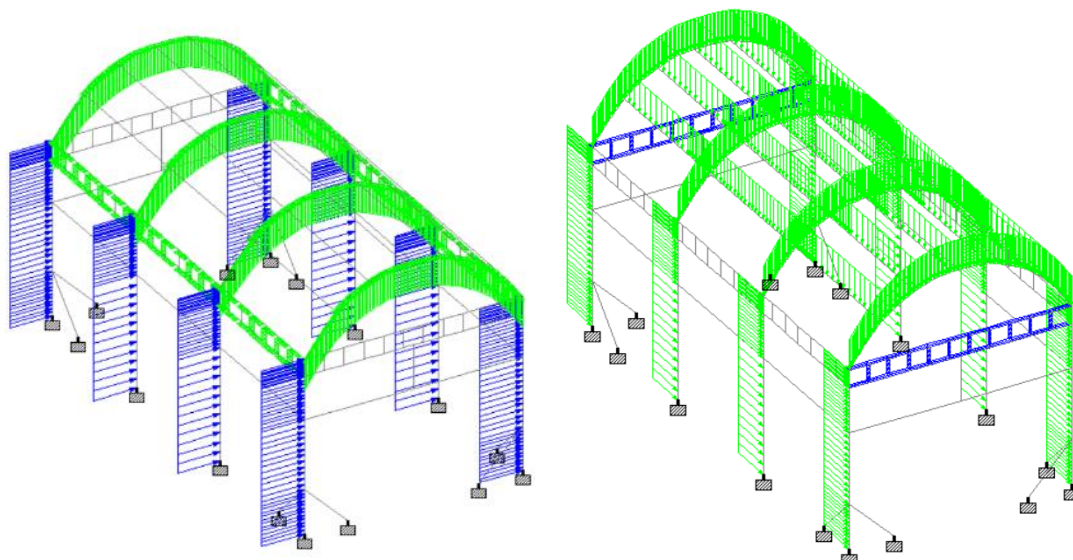


Imagen 44 Representación gráfica de cargas por viento

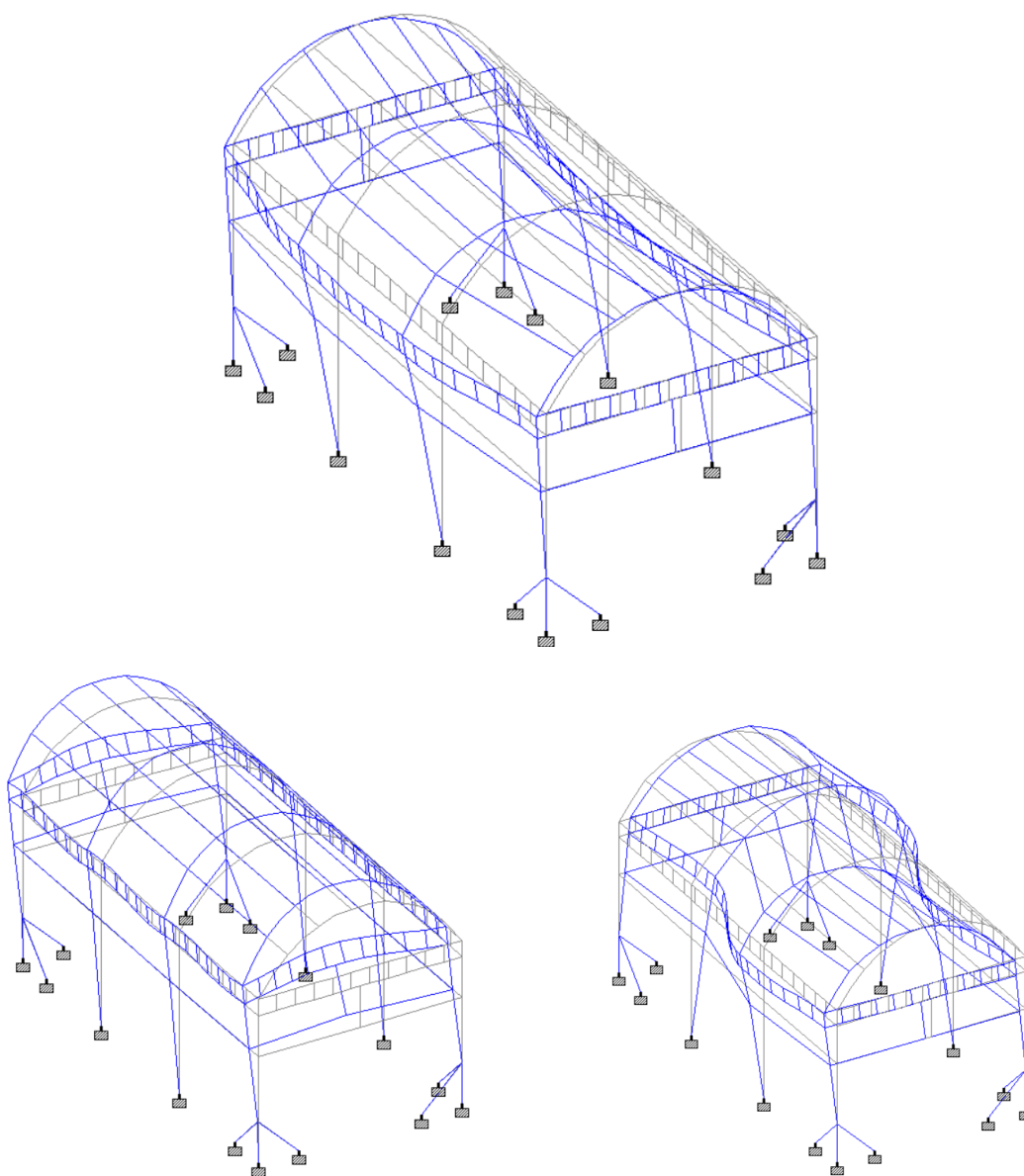


Imagen 45 Representación gráfica de desplazamientos por modos de vibración.

	Nodo	L/C	Horizontal X [cm]	Vertical Y [cm]	Horizontal Z [cm]	Resultante [cm]	Rotacional		
							rX [rad]	rY [rad]	rZ [rad]
Max X	497	7 VIENTOX	5.596	-0.002	0.000	5.596	0.000	0.000	-0.001
Min X	497	8 VIENTOZ	-3.365	-0.002	0.086	3.367	0.000	0.000	0.000
Max Y	2733	7 VIENTOX	4.871	1.132	0.000	5.001	0.000	0.000	0.000
Min Y	2664	8 VIENTOZ	-0.137	-4.709	0.148	4.713	0.000	0.000	0.000
Max Z	2636	8 VIENTOZ	-0.004	0.017	2.477	2.477	0.001	0.000	0.000
Min Z	2634	7 VIENTOX	1.639	-0.054	-0.135	1.646	0.000	0.000	0.000
Max rX	2621	8 VIENTOZ	-0.012	-0.193	0.153	0.247	0.001	0.000	0.000
Min rX	2331	8 VIENTOZ	-0.007	-0.198	0.151	0.249	-0.001	0.000	0.000
Max rY	2588	7 VIENTOX	2.793	0.003	0.004	2.793	0.000	0.001	0.000
Min rY	2534	7 VIENTOX	2.781	0.001	-0.004	2.781	0.000	-0.001	0.000
Max rZ	2730	8 VIENTOZ	0.767	-2.279	0.136	2.408	0.000	0.000	0.002
Min rZ	2673	8 VIENTOZ	-1.050	-2.240	0.139	2.477	0.000	0.000	-0.002
Max Rst	497	7 VIENTOX	5.596	-0.002	0.000	5.596	0.000	0.000	-0.001

Imagen 46 Desplazamientos máximos

	node	L/C	Horizontal Fx kN	Vertical Fy kN	Horizontal Fz kN	Momentos		
						Mx kNm	My kNm	Mz kNm
Max Fx	417	7 VIENTOX	2.146	9.417	0.064	0.010	-0.031	-0.052
Min Fx	2699	7 VIENTOX	-4.884	-9.801	-0.002	0.000	0.000	-0.001
Max Fy	2698	7 VIENTOX	-4.860	9.754	0.003	0.000	0.000	-0.001
Min Fy	358	7 VIENTOX	2.129	-11.628	-0.105	-0.012	-0.045	-0.049
Max Fz	417	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	-0.033	9.288	0.137	0.002	-0.019	0.009
Min Fz	421	8 VIENTOZ	1.197	6.577	-2.087	-0.136	0.037	-0.582
Max Mx	423	7 VIENTOX	2.118	-11.594	0.107	0.012	0.045	-0.049
Min Mx	503	8 VIENTOZ	-1.149	2.460	-2.071	-0.136	0.036	0.549
Max My	358	8 VIENTOZ	-0.008	-2.208	-1.015	-0.017	0.050	0.001
Min My	417	8 VIENTOZ	0.012	-1.901	-1.007	-0.017	-0.047	-0.001
Max Mz	421	7 VIENTOX	-2.367	-1.186	0.056	0.000	-0.038	0.910
Min Mz	421	8 VIENTOZ	1.197	6.577	-2.087	-0.136	0.037	-0.582

Imagen 47 Reacciones en la base de columnas

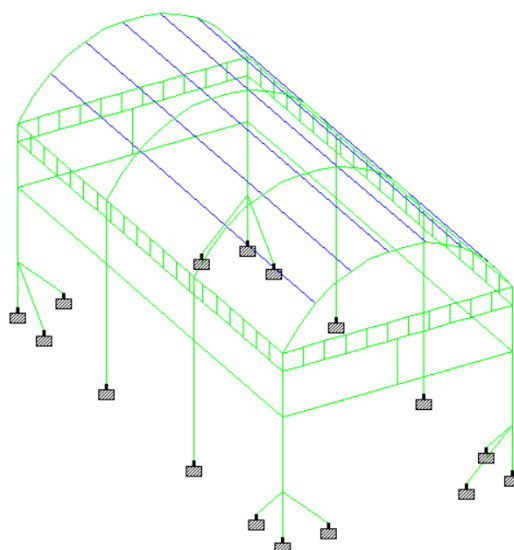


Imagen 48 revisión de elementos mediante el código CHECK CODE

Beam	Analysis Property	Design Property	Actual Ratio	Allowable Ratio	Normalized Ratio (Actual/Allowable)	Clause	L/C	Ax cm2	Iz cm4	Iy cm4	Ix cm4
7651	TUBE	TUBE	1.051	1.000	1.051	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7653	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7654	TUBE	TUBE	1.048	1.000	1.048	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7655	TUBE	TUBE	1.577	1.000	1.577	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7657	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7658	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7659	TUBE	TUBE	1.577	1.000	1.577	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7661	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7662	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7663	TUBE	TUBE	1.577	1.000	1.577	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7665	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7666	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7667	TUBE	TUBE	1.577	1.000	1.577	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7669	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7670	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7671	TUBE	TUBE	1.051	1.000	1.051	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7673	TUBE	TUBE	1.572	1.000	1.572	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150
7674	TUBE	TUBE	1.048	1.000	1.048	SLENDERNE	1	8.788	117.934	39.411	91.150

Imagen 49 utilización de perfiles marcados como fallidos

Como se observa en la tabla los elementos marcados en color azul no cumplen con la condición de esbeltez, al ser un tramo muy largo por lo que se recomienda la utilización de tensores (sag rod) para evitar el efecto de esbeltez y reducir a la mitad la longitud sin arriostrar.

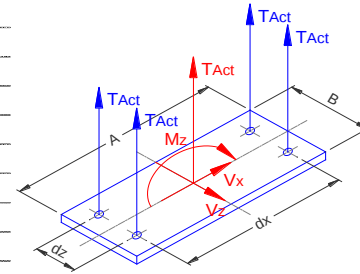
El método de empotramiento de la estructura se realizará mediante anclaje post-instalado con ayuda de epóxicos de fijación.

Para esta revisión nos apoyamos del software de diseño de anclaje PROFIS ANCHOR de Hilti.

Previamente revisado el espesor de placa y diámetro de anclaje

RESISTENCIA A Tensión DE ANCLAS. COLUMNA C1

Perfil de columna:	OC 6" CED 40
Separación entre Anclas:	dx = 0.25 [m]
	dz = 0.25 [m]
# de Anclas:	#AN = 6
Concreto:	f'c = 300 [kg/cm²]
Acero: ASTM A - 36	Fy = 2530 [kg/cm²]
Esfuerzo mínimo de tensión:	Fu = 4080 [kg/cm²]
Diámetro del Ancla:	ØAN = 1/2 in = 1.3 cm
Área del ancla:	Ab = 1.27 [cm²]
Diámetro efectivo:	ØEF. = ØAN - 1/8 = 3/8 in = 1.0 cm
Área efectiva del ancla:	Ae = 0.71 [cm²]
Barreno:	ØB = ØAN + 3 mm = 1.57 [cm]



	FX	FY	FZ	MX	MZ	TUMAX	VUMAX	MUMAX
	[kg]	[kg]	[kg]	[kg-m]	[kg-m]	[kg]	[kg]	[kg-m]
	-217.706	-140.719	-177.224	-391.055	-24.167	-140.719	280.7	391.8
FACTOR P/ DISEÑO 1.0 x	217.7	140.7	177.2	391.1	24.2	140.7	280.7	391.8

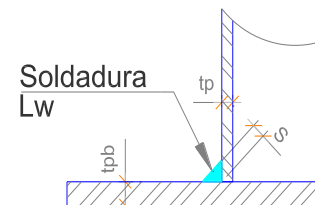
T _{MUMAX} =	783.6 [kg]	Tensión debida al momento ultimo.	$T_{MUMAX} = \frac{M_{UMAX}}{2 \cdot d_x}$
T _{ACT} =	818.8 [kg]	Tensión actuante por cada ancla.	$T_{ACT} = T_{MUMAX} + \frac{T_{UMAX}}{4}$
V _{ACT} =	70.2 [kg]	Cortante actuante por ancla.	$V_{ACT} = \frac{V_{UMAX}}{4}$
F _{nt} =	3060 [kg/cm²]	Tensión nominal de tracción.	$F_{nt} = 0.75 \cdot F_u$
Ø _t T _n =	2907.2 [kg]	Resistencia de diseño en tracción del ancla.	$\phi_t \cdot T_n = 0.75 \cdot F_{nt} \cdot A_b$
Ø _t T _n > T _{ACT}	El ancla se acepta por tensión.		

F _{nv} =	1632 [kg/cm²]	Tensión nominal de corte.	$F_{nv} = 0.40 \cdot F_u$
Ø _v V _n =	1550.5 [kg]	Resistencia de diseño cortante del ancla.	$\phi_v \cdot V_n = 0.75 \cdot F_{nv} \cdot A_b$
Ø _v V _n > V _{ACT}	El ancla se acepta por cortante.		
f _v =	55.4 [kg/cm²]	Tensión requerida de corte.	$f_v = \frac{V_{ACT}}{A_b}$
F'nt =	3839 [kg/cm²]	Tensión nominal modificada para efectos de tracción y corte.	$F'_{nt} = 1.3 \cdot F_{nt} - \frac{F_{nt}}{\phi \cdot F_{nv}} \cdot f_v \leq F_{nt}$
F'nt > F _{nt}	Los efectos combinados de tracción y cortante, no necesitan ser investigados.		
Ø _{Rt} =		Resistencia disponible de tracción del ancla, para una combinación de tracción y corte.	$\phi \cdot R_t = 0.75 \cdot F'_{nt} \cdot A_b$

Se toman los valores máximos de la tabla general de reacciones		RESUMEN: REACCIONES DE APOYOS						
		Horizontal		Vertical	Moment			
		Fx [Mton]		Fy [Mton]	Fz [Mton]	Mx [Mton-m]	My [Mton-m]	Mz [Mton-m]
VALORES MÁXIMOS		-0.218		-0.141	-0.177	-0.391	-0.024	-0.282
Espesores de placa		TENSION MAX. ULTIMA / Ancla				MATERIAL		
[in]	[mm]	Wu = 1 Wu max				Acero : A-36		
1/4	6	Tmax = 23 [kg]				Fy = 2530 [kg/cm²]		
3/8	10	Tu = 23 [kg]				Fu = 4,078 [kg/cm²]		
1/2	13	Vx max = -36 [kg]				PERFIL OC 6" CED 40		
5/8	16	Vu x = -36 [kg]				Li = 15.24 [cm]		
3/4	19	Vz max = -30 [kg]				t = 0.15 [cm]		
7/8	22	Vu z = -30 [kg]				Placa e = 0.64 [cm]		
1	25	No. Anclas 6						
1 1/4	32	DIMENSIONES DE PLACA BASE						
1 1/2	38	A = 35.00 [cm] 25						
1 3/4	44	B = 35.00 [cm]						
2	51	L = 25.00 [cm]						
2 1/4	57	b = 18.00 [cm]						
DIMENSIONAMIENTO		Mu = Tu x b / 2						
		Mu = 211 [kg-cm]						
		φb = 0.90						
		$t = \sqrt{(6 \cdot Mu) / (\phi_b \cdot Fy \cdot L)}$						
		t = 0.15 [cm]						
		SE PROPONE ESPESOR t = 6.35 [mm]						

REVISIÓN DE SOLDADURA.

Perfil de columna:	OC 6" CED 40
Largo del perfil:	d = 16.8 [cm]
Ancho del perfil:	b _r = 16.8 [cm]
Perímetro soldado:	L _w = P _{ixd} = 52.8 [cm]
Espesor de perfil:	t _p = 1.524 [cm]
Espesor de placa base	t _{pb} = 0.6 [cm]
Soldadura:	E = E70XX



f _{t1} =	140.72 [kg]	Esfuerzo debido a la tensión.	
f _{v1} =	280.72 [kg]	Esfuerzo debido a las fuerzas cortantes.	$f_{t1} = T_{UMAX}$
F _{Total} =	345.42 [kg]	Esfuerzos combinados de tensión y cortante.	$f_{v1} = \sqrt{V_{UX}^2 + V_{UZ}^2}$
S _w =	0 [mm]	Espesor calculado de la garganta de soldadura.	$F_{TOTAL} = \sqrt{(f_{t1})^2 + (f_{v1})^2}$
S _{min} =	6.00 [mm]	Espesor mínimo de soldadura de filete.	$S_w = \frac{F_{Total}}{0.60 \cdot F_{EXX} \cdot 0.707 \cdot L_w}$
S =	6 [mm]	Se tomara el espesor de la garganta de la soldadura de: 6 [mm]	

Una vez teniendo las dimensiones de la placa y el espesor del ancla se procede a ingresarlos en el software de análisis de anclaje.

Obteniendo los siguientes resultados

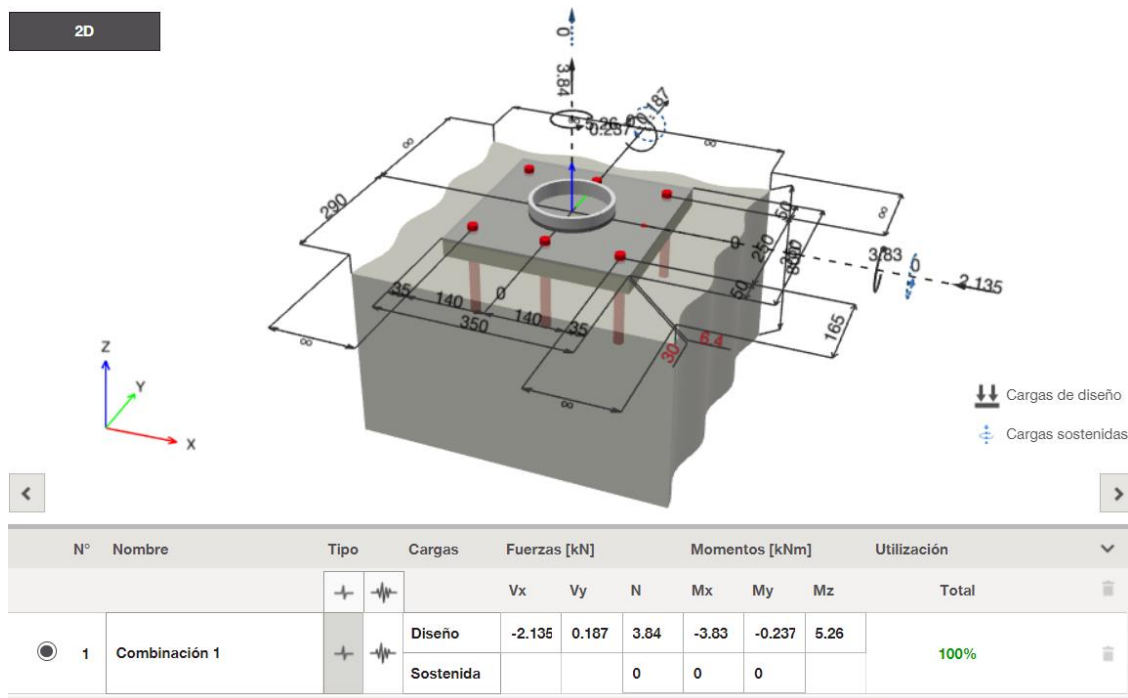


Imagen 50 datos de entrada

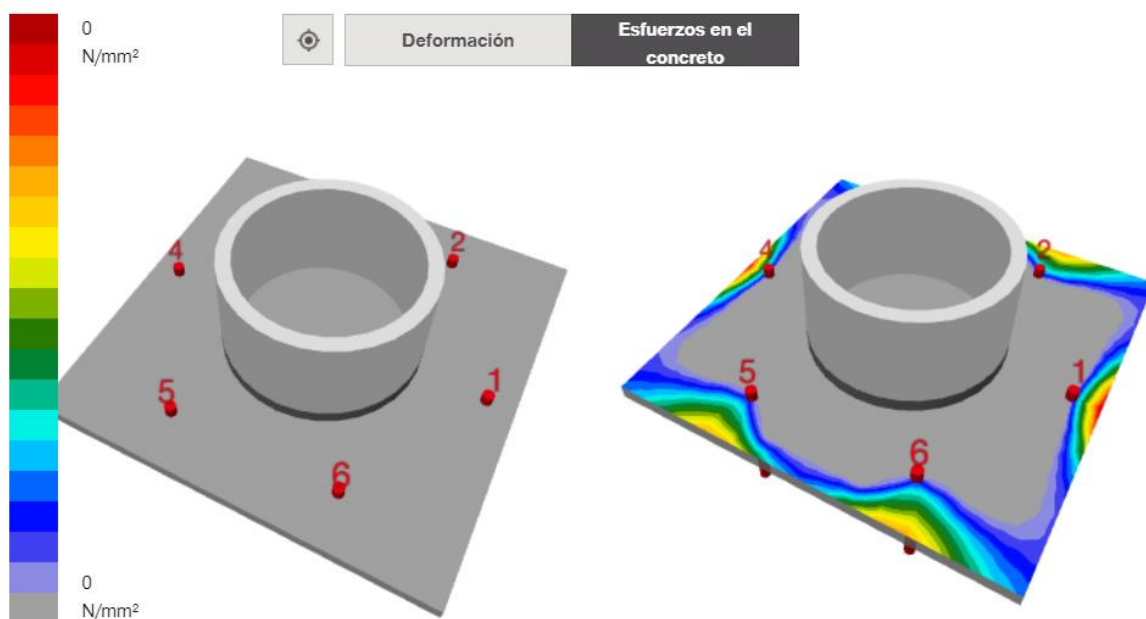


Imagen 51 deformaciones de anclaje

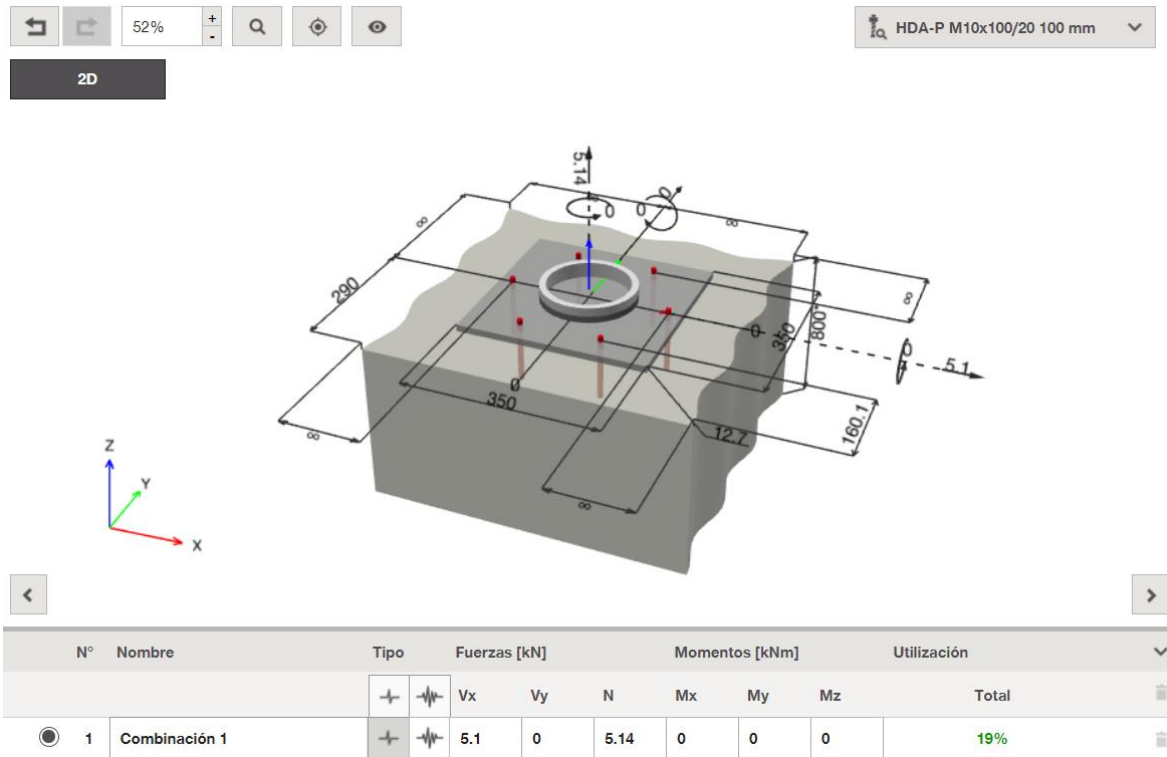


Imagen 52 resultados de análisis

1 Diseño de anclajes

1.1 Datos de entrada

Tipo de anclaje y diámetro:

HDA-P M10x100/20

Número de artículo:

331544 HDA-P M10x100/20

Specification text:

anclaje de excavado Hilti HDA con 100 mm de empotramiento, M10x100/20, Acero galvanizado, instalado según ESR-1546



Profundidad efectiva de anclaje:

$h_{ef,act} = 100.0$ mm, $h_{nom} = 100.0$ mm

Material:

8.8

Informe de Evaluación:

ESR-1546

Publicado | Válido:

01/03/2024 | 01/03/2026

Prueba:

Método de diseño ACI 318-14 / Mech

Instalación mediante fijación a distancia:

$e_b = 0.0$ mm (enrasado); $t = 12.7$ mm

Placa base^{CBFEM}:

$l_x \times l_y \times t = 350.0$ mm x 350.0 mm x 12.7 mm;

Perfil:

Perfil Tubular, 177,8 x 12,5; (L x W x T) = 177.8 mm x 177.8 mm x 12.5 mm

Material base:

fisurado concreto, 2500, $f'_c = 2,500$ psi; $h = 800.0$ mm

Instalación:

taladro a percusión, Condición de instalación: Seco

Refuerzo:

tracción: condición B, cortante: condición B; no se presenta refuerzo adicional para desprendimiento
refuerzo de borde: Ninguno o < varillas N° 4

Imagen 53 Anclaje recomendado

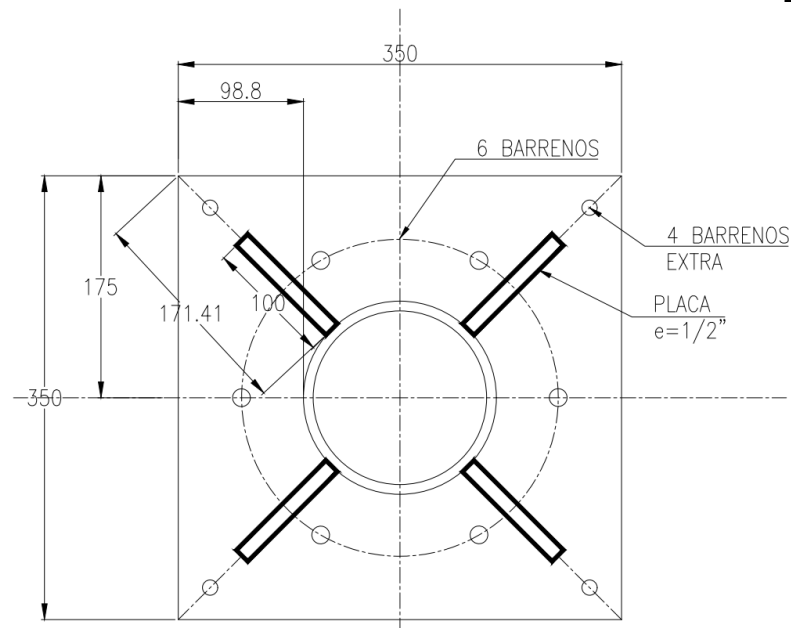


Imagen 54 arreglo de placa base

11 CONCLUSION Y RECOMENDACIONES

Se concluye que el inmueble ubicado en Juan Salvador Agraz N° 15, Col. Santa Fe, Del. Cuajimalpa, C.P. 01376, Ciudad de México, en las siguientes coordenadas, X= 470554.87, Y= 2140737.01, elevación promedio 2650 msnm en la zona 14 Q **NO PRESENTA** ningún indicio que sugieran un riesgo estructural como son (deformaciones, grietas, hundimientos o emersiones, desplomes o algún daño estructural visible) por lo que el inmueble es seguro y ocupable para el giro comercial que se diseñó.

11.1. AMPLIACIÓN Y CAMBIO DE USO DEL ÚLTIMO NIVEL DEL INMUEBLE

De acuerdo con la información expuesta en esta memoria el incremento de cargas fue el siguiente:

STEEL TAKE-OFF

PROFILE	LENGTH (METE)	WEIGHT (KN)
ST PIP E	113.33	33.470
ST OR51X2.8	120.00	4.711
ST LI51X6	41.60	1.934
ST TUB E	120.00	6.693

TOTAL =		46.807

Imagen 55 Peso propio de estructura de techumbre

Se tiene un total de 4.77 ton por cubierta teniendo 4 cubierta tenemos una carga total de 19 ton por el peso de las estructuras.

Adicionalmente se consideró un total de 4 losas de nivelación para el correcto funcionamiento de las canchas de pádel considerando un máximo de 12 cm de espesor de concreto armado con un peso volumétrico de 4200 kg/m³, el cual dan un total de 230.40 ton.

Adicionalmente se tiene un peso por el espacio de cafeterías y vestidores de 27.48 ton, dando un total de cargas adicionales de 276.88 ton.

Estas cargas muertas fueron agregadas al modelo de la estructura mediante cargas distribuidas cumpliendo satisfactoriamente en la revisión de elementos existentes como son columnas y losa, así como se observó en el análisis que los desplazamientos no tienen cambios significativos que puedan alterar la seguridad estructural del edificio.

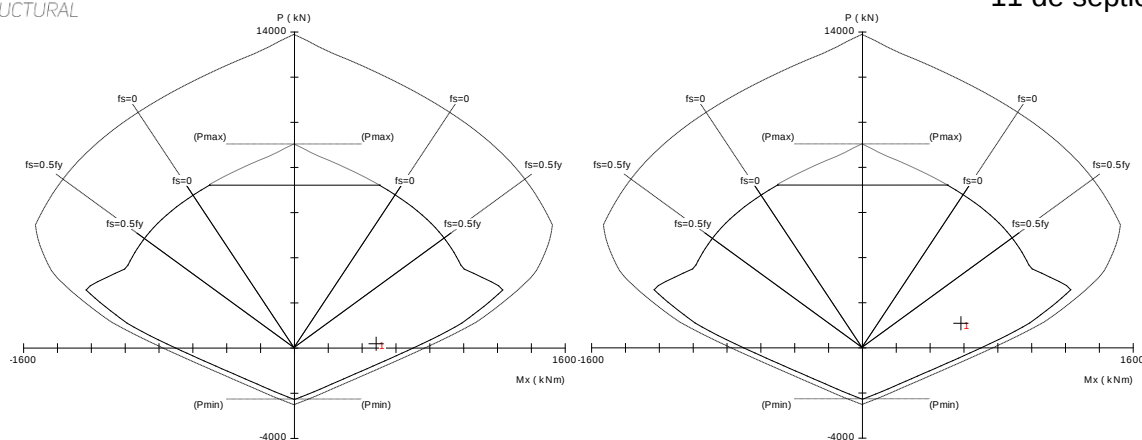


Imagen 56 Comparación de análisis a flexo compresión de columnas

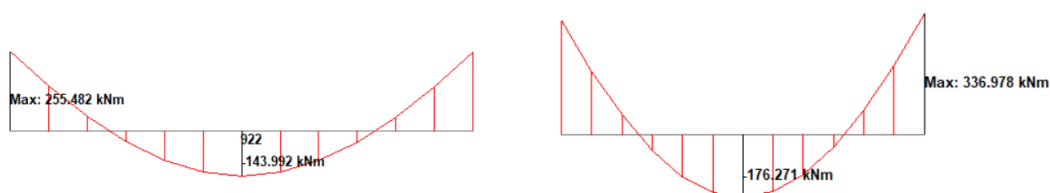


Imagen 57 Comparación de esfuerzos sobre el mismo elemento con el aumento de cargas por remodelación.

	Nodo	L/C	Horizontal X [cm]	Vertical Y [cm]	Horizontal Z [cm]	Resultante [cm]
Max X	350	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.308	-0.017	-0.172	0.392
Min X	1	1 D	0.000	0.000	0.000	0.000
Max Y	208	5 SZ	0.001	0.000	0.007	0.007
Min Y	275	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.120	-2.889	-0.027	2.892
Max Z	411	5 SZ	0.005	0.000	0.035	0.034
Min Z	411	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.308	-0.102	-0.190	0.376
Max rX	369	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.286	-0.452	-0.155	0.557
Min rX	377	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.266	-0.421	-0.155	0.521
Max rY	350	5 SZ	0.005	0.000	0.033	0.033
Min rY	350	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.308	-0.171	-0.172	0.392
Max rZ	381	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.266	-0.466	-0.089	0.544
Min rZ	372	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.286	-0.468	-0.110	0.559
Max Rst	413	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.299	-2.889	-0.033	2.904

	Nodo	L/C	Horizontal X [cm]	Vertical Y [cm]	Horizontal Z [cm]
Max X	348	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.323	-0.019	-0.187
Min X	400	8 VIENTOZ	-0.022	0.000	0.126
Max Y	343	8 VIENTOZ	0.002	0.001	0.132
Min Y	411	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.314	-3.022	-0.041
Max Z	405	8 VIENTOZ	0.013	0.001	0.178
Min Z	409	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.323	-0.109	-0.205
Max rX	367	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.300	-0.503	-0.168
Min rX	375	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.280	-0.462	-0.168
Max rY	348	4 SX	0.007	0.000	0.001
Min rY	348	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.323	-0.185	-0.187
Max rZ	379	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.280	-0.519	-0.099
Min rZ	378	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.280	-0.529	-0.122
Max Rst	411	11 1.3D + 1.5L + 1.5H	0.314	-3.022	-0.041

Imagen 58 Comparación de desplazamientos con el aumento de cargas por remodelación.

Se concluye que la estructura construida para un uso de estacionamiento no presentaría daños si se cambia el uso y se agregan las cargas muertas expuestas en esta memoria siendo estas de la índole de cargas máximas por lo que en caso de cambiar algo de la siguiente lista, este informe será invalidado y se tendrá que revisar nuevamente su contenido.

- No se deberán cambiar los materiales aquí mencionados
- No se deberá agregar más instalaciones a la planta azotea que las aquí mencionadas.
- Que la construcción del edificio se haya realizado con el apego a los documentos de referencia con los que se realizó esta memoria como son memoria de cálculo y planos estructurales.

- Que la construcción del edificio haya sido realizada bajo las condiciones y recomendaciones del reglamento vigente.

11.1. TECHUMBRE

Se realizó el análisis de la estructura de techumbre con un resultado positivo en los elementos propuestos teniendo los siguientes diagramas.

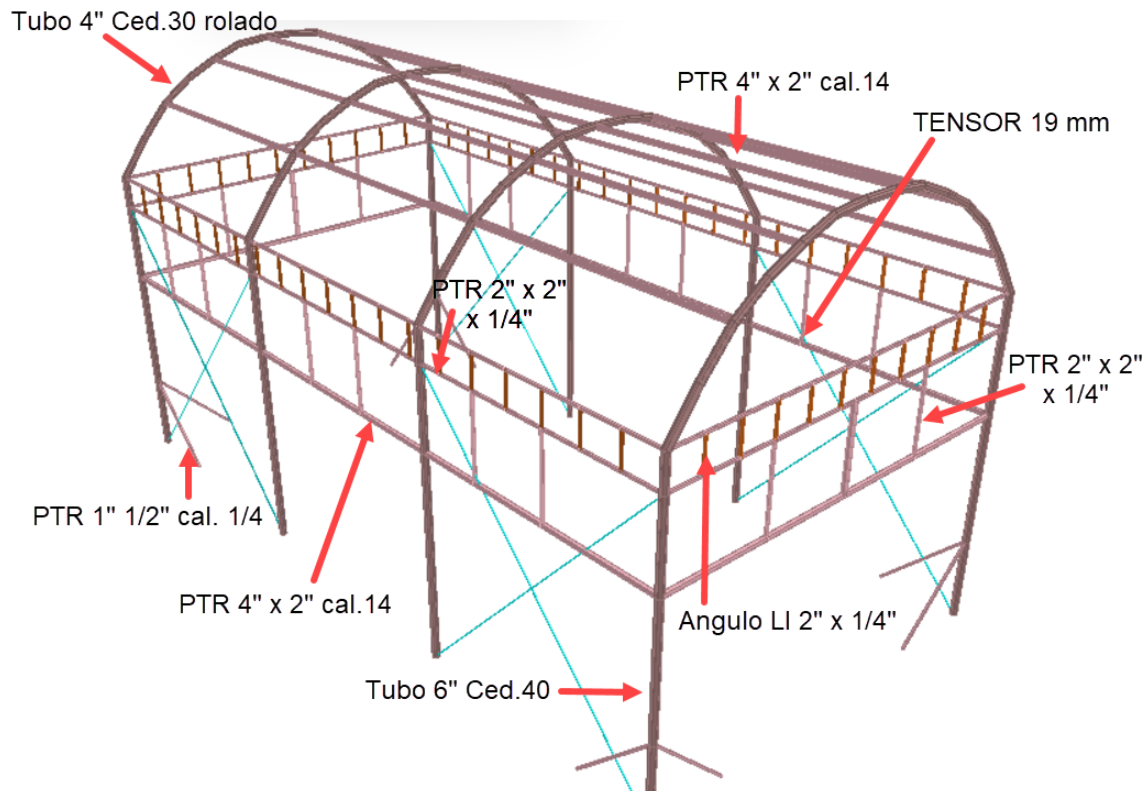


Imagen 59 Elementos de cubierta

Para el método de anclaje se realizará mediante anclas post instaladas con el siguiente arreglo de placa base y anclaje.

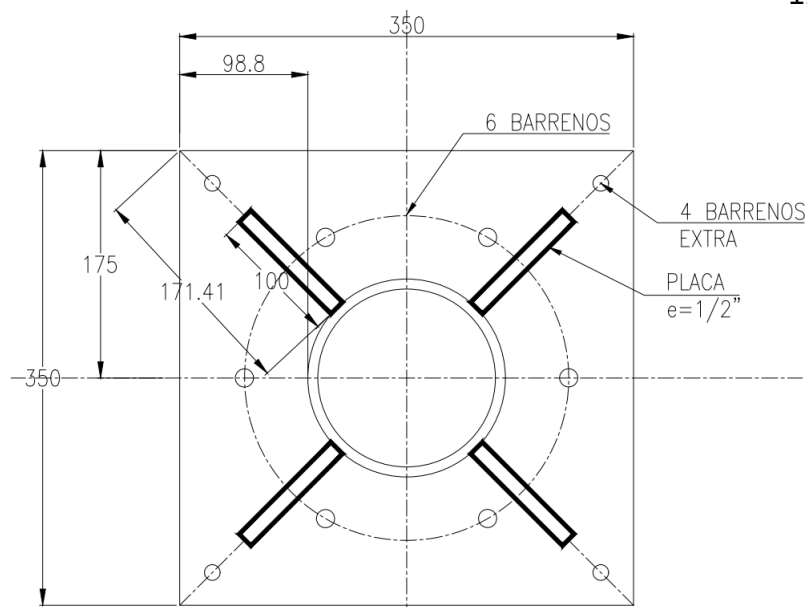


Imagen 60 Arreglo de placa base

Se deberá garantizar la longitud recomendada por el fabricante que en este caso será de 100 mm como mínimo.

El diámetro del ancla deberá ser de 3/4" con la longitud suficiente para en el exterior tener la longitud necesaria para la colocación de tuercas de nivelación (se recomienda 15 cm libres a partir del tope de concreto existente).

Se recomienda entre la placa y el concreto existente la colocación de Grout autonivelante.

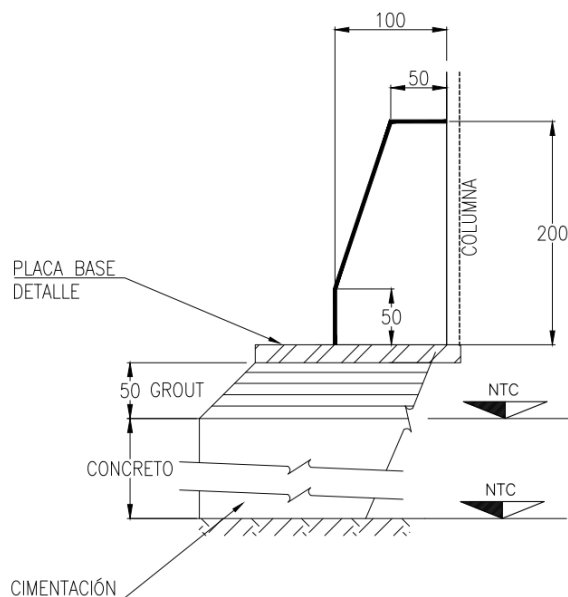


Imagen 61 Arreglo de placa base y cartabón

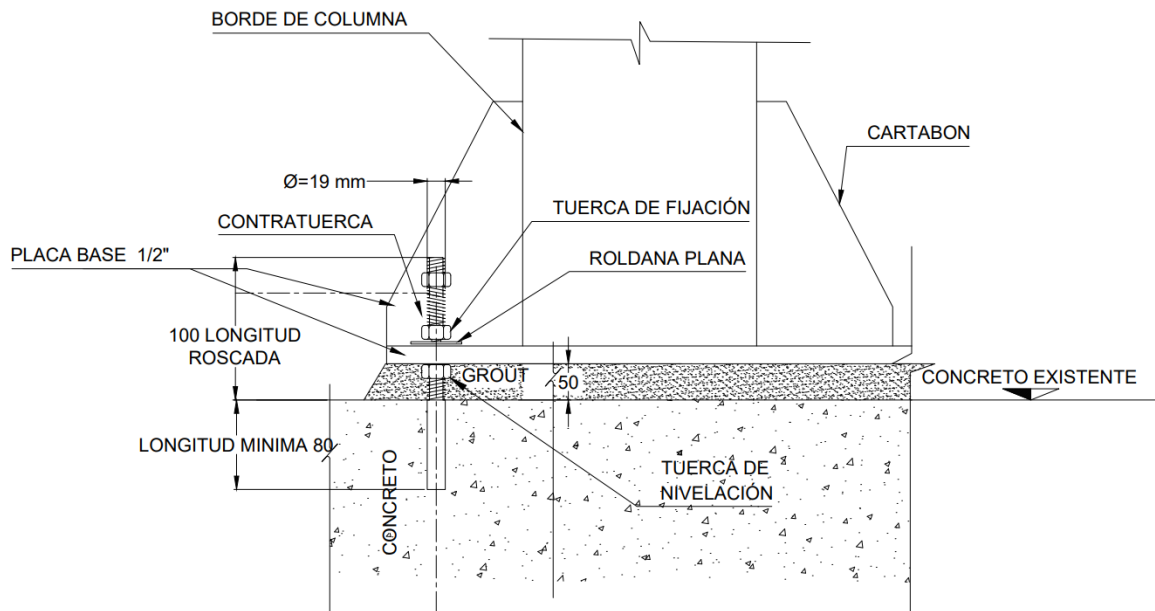


Imagen 62 Arreglo de placa base y anclaje

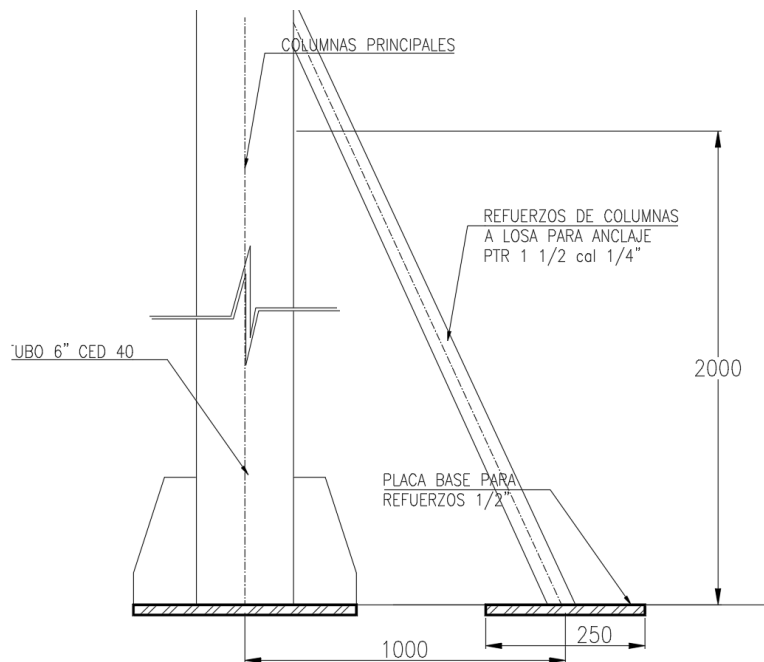


Imagen 63 Arreglo de refuerzos en columnas principales

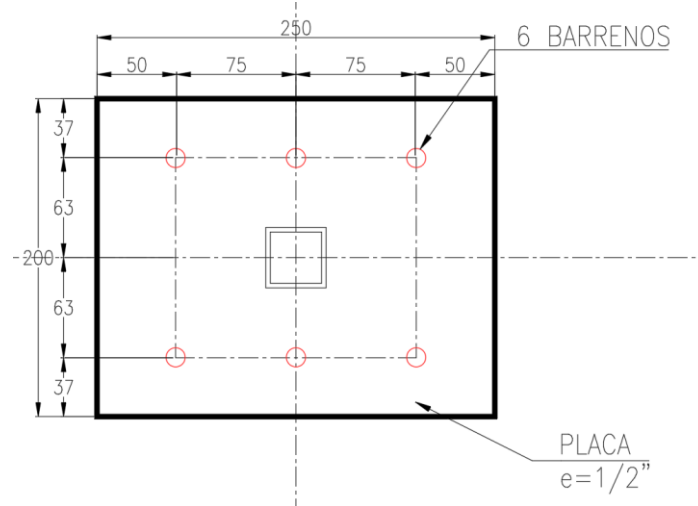


Imagen 64 Arreglo de placa base para refuerzos en columnas perimetrales

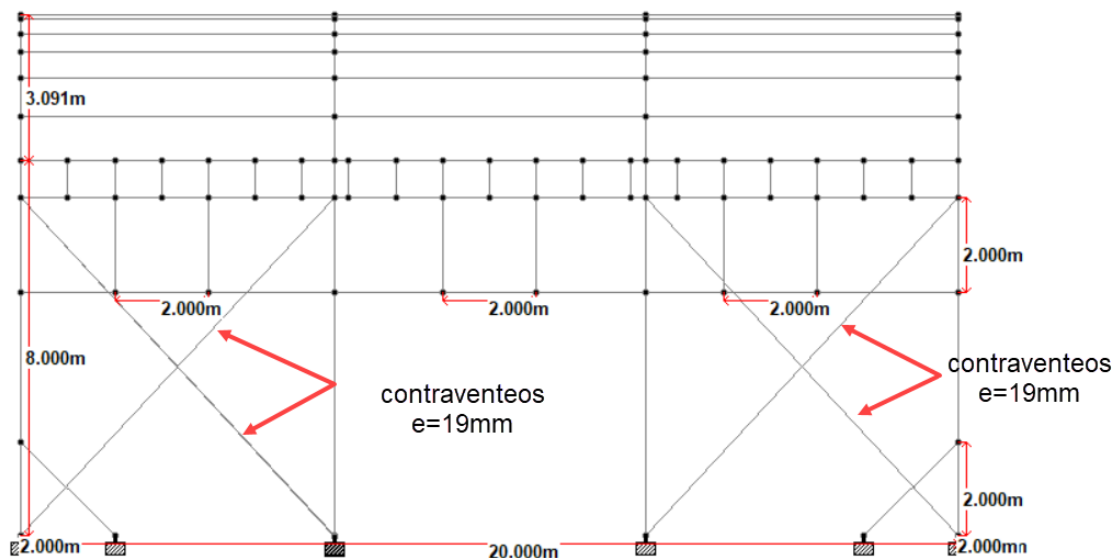
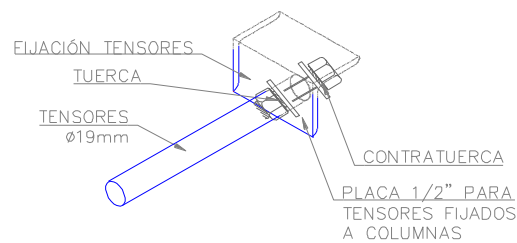


Imagen 65 Arreglo de contraventeos

En caso de interferir con los perfiles, los contraventeos se deberán colocar mediante la ayuda de una placa soldada al Angulo en espesor de media pulgada, con el fin de orientar el tensor fuera de la obstrucción que se presente.

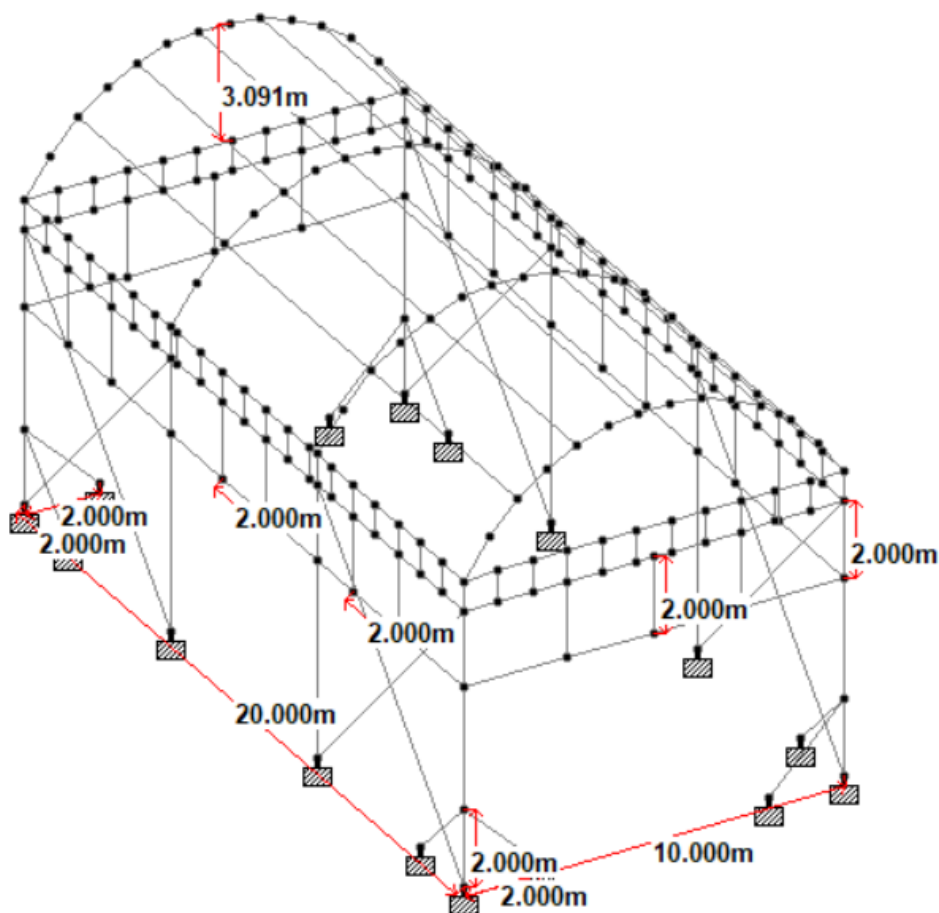


Imagen 66 Medidas generales de análisis

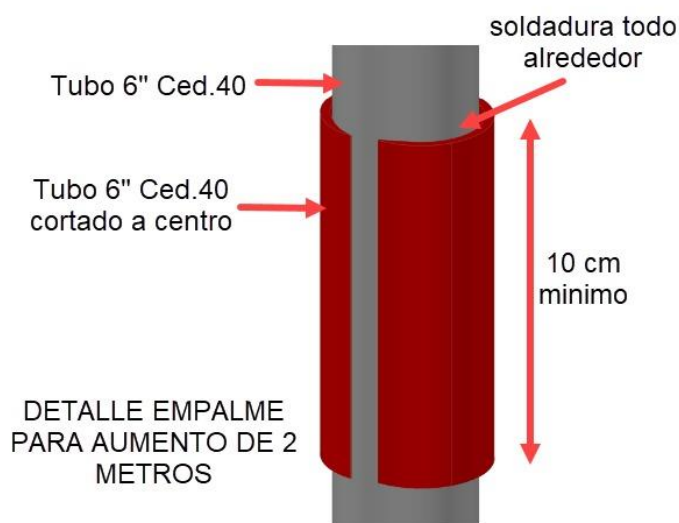


Imagen 67 Refuerzos en traslapes necesarios