

**PROYECTO:**

**CONSTRUCCION DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA INSPECCION LA UNILLA DEL MUNICIPIO DEL RETORNO – DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE.**

**DISEÑO:**

**DISEÑO ESTRUCTURAL TANQUE LECHO DE SECADO**

**DIRIGIDO A:**

**MUNICIPIO DE EL RETORNO**

**FECHA:**

**SEPTIEMBRE DE 2025**


**CIUDAD:**

**EL RETORNO - GUAVIARE**



**LUIS FERNANDO GARCIA ORTIZ**  
Ingeniero Civil – Consultor  
Especialista en Estructuras – UNal.  
MSc, en Estructuras – A.I.U  
M.P. 25202-198466 de Cundinamarca

Este documento cuenta con la versión original entregada, que solo se encuentra en la base de datos de la fuente autora. Cualquier modificación o anexo debe estar plasmada en dicha versión original con el visto bueno del autor. La información y resultados contenidos en este documento son exclusivas para este proyecto y no podrá ser extrapolada para otros proyectos.

	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

## MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **LUIS FERNANDO GARCIA ORTIZ**, Identificado con cedula de ciudadanía N° 86.086.308 expedida en Villavicencio, en calidad como **INGENIERO CIVIL, ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS**, con matrícula profesional N° 25202-198466 CND, Certifico que realice el diseño estructural de tanque de lechos de secado para el proyecto "**CONSTRUCCION DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DE LA INSPECCION LA UNILLA DEL MUNICIPIO DEL RETORNO – DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE**".

Este Diseño se realizó de acuerdo conforme a los requisitos de las normas colombianas de diseño y construcción sismo resistente NSR – 10. Ley 400 de 1997 (modificada por la ley 1229 de 2008 y el decreto 019 de 2012), Decreto 926 del 9 de Marzo de 2010, Decreto 2525 del 13 de Julio de 2010, Decreto 092 del 17 de Enero de 2011, Decreto 340 del 13 de Febrero de 2012.

En consecuencia, de lo expresado en el párrafo anterior, asumo la responsabilidad del presente diseño, siempre y cuando se tengan en cuenta cada una de las especificaciones y recomendaciones estipuladas en este documento y sus planos anexos, en cualquier tipo de caso, situación o eventualidad que quiera presentarse, en que las obras a que hace referencia el presente diseño no se ejecuten conforme a lo estipulado por el mismo, no asumiré responsabilidad civil ni penal alguna.

La presente se expide a solicitud del interesado en el mes de septiembre de 2025.


Cordialmente,

  
**LUIS FERNANDO GARCIA ORTIZ**  
 Ingeniero Civil Consultor  
 Especialista en Estructuras – UNal.  
 MSc, en Estructuras – A.I.U  
 M.P. 25202-198466 CND



## TABLA DE CONTENIDO

<b>1.</b>	<b><u>GENERALIDADES</u></b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>DEFINICIONES, SIMBOLOS Y ABREVIATURAS</b>	<b>6</b>
<b>3.</b>	<b><u>NORMAS APLICABLES</u></b>	<b>6</b>
<b>4.</b>	<b><u>CRITERIOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION</u></b>	<b>8</b>
<b>5.</b>	<b><u>ALCANCE</u></b>	<b>8</b>
<b>6.</b>	<b><u>DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA</u></b>	<b>9</b>
<b>7.</b>	<b><u>DESCRIPCION GEOTECNICA</u></b>	<b>9</b>
<b>8.</b>	<b><u>MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD</u></b>	<b>10</b>
8.1	MATERIALES	10
8.3	COEFICIENTES DE SEGURIDAD	10
8.4	MODULO DE ELASTICIDAD	11
<b>9.</b>	<b><u>EVALUACION Y ANALISIS</u></b>	<b>11</b>
9.1	PARAMETROS SISMICOS	11
9.2	PARAMETROS SISMICOS SEGUN NSR-10	11
9.3	ESPECTRO DE ACELERACIONES DE DISEÑO	13
<b>10.</b>	<b><u>AVALUO DE CARGAS</u></b>	<b>13</b>
10.1	CARGA VIVA	13
10.2	CARGA MUERTA	13
10.3	DETERMINACION DE LA MASA TOTAL	13
10.4	CARGA HIDROSTATICA	14
10.5	EMPUJE DE TIERRAS	15
10.6	CARGA DE SISMO	15
<b>11.</b>	<b><u>FUERZA DINAMICA (ACI 350.3-06)</u></b>	<b>17</b>
<b>12.</b>	<b><u>SOLICITACIONES EN LA ESTRUCTURA</u></b>	<b>20</b>
12.1	COMBINACIONES DE CARGAS	20
12.2	COEFICIENTE DE MODIFICACION DE RESPUESTA R	21

 <b>INDESAM</b> <small>CONSULTING GROUP S.A.S.</small>	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

<b><u>13.</u></b>	<b><u>MODELACION ESTRUCTURAL</u></b>	<b><u>22</u></b>
13.1	RESULTADOS DE MODELACION	22
13.2	ASIGNACION DE CARGAS EN MODELO	23
<b><u>14</u></b>	<b><u>DISEÑO DE MUROS Y PLACA</u></b>	<b><u>27</u></b>
<b><u>15.</u></b>	<b><u>CHEQUEO POR FISURACION</u></b>	<b><u>31</u></b>
<b><u>16</u></b>	<b><u>VERIFICACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE</u></b>	<b><u>32</u></b>
<b><u>17</u></b>	<b><u>REVISION DE FLOTACION DE LA CAMARA</u></b>	<b><u>33</u></b>
17.1	ESFUERZOS ACTUANTES SOBRE EL TERRENO	33
<b><u>18</u></b>	<b><u>DISEÑO ESTRUCTURAL CUBIERTA</u></b>	<b><u>34</u></b>
18.1	ASPECTOS GENERALES	34
18.2	NORMATIVAS	34
18.3	DATOS DE ENTRADA	34
18.4	CARGAS DE VIENTO	36
18.5	COMBINACIONES DE LAS DIFERENTES SOLICITACIONES	39
18.6	RESULTADOS DEL ANALISIS	40
<b><u>19</u></b>	<b><u>DISEÑO ESTRUCTURAL AISC 360-10</u></b>	<b><u>41</u></b>
<b><u>20</u></b>	<b><u>DISEÑO DE CORREAS CUBIERTA</u></b>	<b><u>49</u></b>
<b><u>21</u></b>	<b><u>DISEÑO DE CONEXIONES</u></b>	<b><u>51</u></b>
<b><u>22</u></b>	<b><u>RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS</u></b>	<b><u>56</u></b>



## 1. GENERALIDADES

**DESCRIPCION:** Se desea realizar el diseño estructural de un tanque de lechos de secado para PTAR, en la ciudad de el Retorno - Guaviare

**UBICACIÓN:** Este tanque de lechos de secado se va a ubicar en el departamento de el Guaviare, específicamente en el Municipio de el Retorno, como se muestra en el esquema:




## 2. DEFINICIONES, SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

$F'_c$	Resistencia especificada a la compresión del concreto, especificada en MPa o PSI.
$f_y$	Resistencia especificada a la fluencia del acero de refuerzo, especificada en MPa.
$\sigma_T$	Capacidad Portante del terreno, especificada según estudio de suelos del proyecto.
Aa	Coefficiente de aceleración pico efectiva.
Av	Coefficiente de velocidad pico efectiva.
Fa	Coefficiente de amplificación de aceleración en periodos cortos, debido a efectos del sitio.
Fv	Coefficiente de amplificación de aceleración en periodos intermedios, debido a efectos del sitio.
I	Coefficiente de importancia de la estructura.
Sa	Valor espectro de aceleraciones de diseño, fracción de la aceleración de la gravedad.
T	Periodo de vibración del sistema.
$T_c$	Periodo corto de vibración.
TL	Periodo largo de vibración.
FSc	Factor de seguridad, relación entre capacidad portante máxima permisible y actuante.
FSv	Factor de seguridad volcamiento, relación entre momentos generados por cargas verticales y momentos generados por cargas horizontales.
FSd	Factor de seguridad deslizamiento, relación entre cargas verticales y cargas horizontales.

## 3. NORMAS APLICABLES

NTC 30, 121, 321	Cemento Portland.
NTC 161	Barras y Rollos. Lisos y Corrugados de acero al carbono.
NTC 174	Agregados para Concreto.
NTC 245	Metalurgia. Barras de acero al carbono trabajadas en frio para hormigón reforzado.
NTC 248	Barras corrugadas de acero para concreto reforzado.
NTC 382	Plásticos. Tubos de poli (cloruro de vinilo) (PVC) clasificados según la presión (serie RDE).
NTC 396	Ensayo de consistencia o asentamiento del concreto.
NTC 454	Toma de muestra para ensayo.
NTC 673	Ensayo de compresión para cilindros de concreto.
NTC 550	Método para toma de muestras en concreto fresco.
NTC 1377	Fabricación y curado de cilindros de concreto.
NTC 1496	Elementos de fijación. Tornillos y pernos de cabeza cuadrada y hexagonal serie inglesa.

	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

NTC 1920	Acero Estructural al Carbón.
-------------	------------------------------


American Concrete Institute (ACI):

ACI 214	Evaluation of Strength Test Results of Concrete.
ACI 318	Building Code Requirements for Reinforced Concrete.

American Society for Testing and Materials (ASTM):

ASTM A36	Standard Specification for Carbon Structural Steel.
ASTM A106	Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service.
ASTM A325	Standard Specification for Structural Bolts, Steel, Heat Treated, 120/105 ksi Minimum Tensile Strength.
ASTM C42	Standard Test Method for Obtaining and Testing Drilled Cores and Sawed Beams of Concrete.
ASTM C94	Standard Specification for Ready-Mixed Concrete.
ASTM C150	Standard Specification for Portland Cement.
ASTM C192	Standard Practice for Making and Curing Concrete Test Specimens in the Laboratory.
ASTM A706	Standard Specification for Low-Alloy Steel Deformed and plain Bars for Concrete Reinforcement.
ASTM A184	Standard Specification for Welded Deformed Steel Bar Mats for Concrete Reinforcement.
ASTM A18	Standard Specification for Steel Welded Wire Reinforcement, Plain, for Concrete.



	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

#### 4. CRITERIOS DE DISEÑO Y CONSTRUCCION

Todos los materiales que se utilicen deben ser nuevos, de diseño normalizado, de primera calidad y libre de defectos y reparaciones.

A menos que se especifique lo contrario, todos los materiales utilizados para la construcción y los métodos de elaboración deben cumplir con los requisitos establecidos en la última revisión de las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo-Resistente NSR-10 y Normas ICONTEC.

El contratista deberá cumplir estrictamente las disposiciones del código sustantivo del trabajo y del manual de seguridad industrial de construcción, del Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

#### 5. ALCANCE

**CODIGOS Y NORMAS:** El diseño estructural del tanque de lechos de secado en mención se realiza siguiendo los requisitos exigidos en las siguientes normas colombianas:

- Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10
- Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico RAS2000

Debido a que la NSR-10 es muy limitada respecto a estructuras de compartimientos estancos enterrados se siguen algunas recomendaciones y metodologías establecidas en las siguientes normas estadounidenses:

- Code requirements for Environmental Engineering Concrete Structures (ACI 350-06) and commentary (350.3R-06)
- Seismic Design of Liquid-Containing Concrete Structures (ACI 350.3-06) and commentary (350.3R-06)

**NOTA: SI BIEN ES CIERTO QUE LAS NORMAS ANTERIORMENTE MENCIONADAS PUEDEN ABARCAR EN FORMA GLOBAL LOS REQUISITOS PARA EL DISEÑO DE LA PRESENTE ESTRUCTURA, NINGUNA POR SI SOLA, INDICA TODOS LOS REQUISITOS NECESARIOS PARA EL DISEÑO DE LA MISMA, POR LO TANTO EN NINGUN MOMENTO DEBE PERDERSE DE VISTA QUE LA NSR-10 ES UNA NORMA, SI BIEN INCLUYE LO CONCERNIENTE A TANQUES Y COMPARTIMIENTOS ESTANCOS NO INCLUYE LOS EFECTOS SISMICOS RELACIONADOS AL AGUA, Y QUE EL ACI ES UNA GUIA INTERNACIONAL QUE NO ES LEGALMENTE VIGENTE EN COLOMBIA.**

**POR LO TANTO, EL PROCEDIMIENTO DE DISEÑO QUE SE SIGUE A CONTINUACION ES UNA SELECCIÓN DE LOS PRINCIPALES CAPITULOS DE LAS NORMAS MENCIONADAS Y QUE A JUICIO DEL DISEÑADOR SE HAN ESCOGIDO AQUELLOS QUE SE CONSIDERA, APLICAN ESPECIFICAMENTE AL COMPORTAMIENTO DE LAS ESTRUCTURAS EN MENCION.**





## 6. DESCRIPCION DE LA ESTRUCTURA

**CONCEPCION ESTRUCTURAL:** La estructura está concebida con un sistema integral de muros de concreto reforzado con losa de cimentación. Para contener el volumen de agua, se emplea un sistema en muros estructurales de concreto reforzado, apoyado directamente sobre el suelo.

**ZONA DE AMENAZA SISMICA:** El sistema escogido consiste en muros de concreto Reforzado resistentes a momentos con capacidad Minima de disipación Baja (DMI) debido a que el departamento del Guaviare es zona de amenaza sísmica Baja. Se usará para los cálculos con la metodología de NSR-10, un valor de R de 2.5; y un valor de  $\Omega$  2.5

## 7. DESCRIPCION GEOTECNICA

ESTUDIO DE SUELOS	
INGENIERO DE SUELOS	HECTOR FERNANDO GARCIA SARAY
PERFIL DE SUELO	TIPO E
CAPACIDAD PORTANTE	22.60 Ton/m <sup>2</sup>
COEFICIENTE DE BALASTRO	23.535 kN/m <sup>3</sup>
COEFICIENTE PRESION DE TIERRAS Ka	0.361
COEFICIENTE PRESION DE TIERRAS Kp	2.77
ANGULO DE FRICCION Ø	28°
PESO UNITARIO DEL SUELO	1.70 g/cm <sup>3</sup>

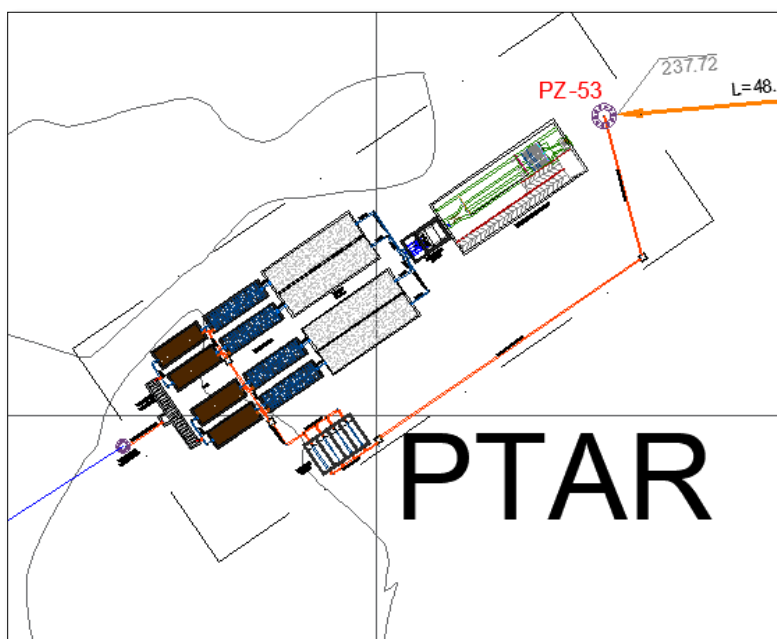



Imagen 1. Implantación Estructura de Tanque de lechos de secado

	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

## 8. MATERIALES Y COEFICIENTES DE SEGURIDAD

### 8.1 MATERIALES

- Concreto de Limpieza:  $f_c = 14 \text{ MPa}$
- Concreto para Losas y muros:  $f_c = 28 \text{ MPa}$
- Concreto para muros pantalla y Contención  $f_c = 28 \text{ MPa}$
- Módulo de Elasticidad  $3900\sqrt{f'_c}$

### 8.2 ACEROS DE REFUERZO

- Acero para barras de refuerzo  $\phi \geq 3/8"$   $f_y = 420 \text{ MPa}$
- Acero para barras de refuerzo  $\phi \leq 3/8"$   $f_y = 240 \text{ MPa}$
- Módulo de Elasticidad del Acero no preesforzado  $f_y = 200.000 \text{ MPa}$

### 8.3 COEFICIENTES DE SEGURIDAD


- Secciones controladas por tracción  $\phi = 0.90$
- Secciones controladas por compresión:
  - Elementos con refuerzo en espiral según C.10.9.3.  $\phi = 0.75$
  - Otros elementos reforzados  $\phi = 0.65$

Para las secciones en que la deformación unitaria neta a la tracción en el acero extremo a tracción en el estado de resistencia nominal,  $\epsilon_t$ , se encuentra entre los límites para secciones controladas por compresión y las secciones controladas por tracción, se permite que  $\phi$  aumente linealmente desde el valor correspondiente a las secciones controladas por compresión hasta 0.90, en la medida que  $\epsilon_t$  aumente desde el límite de deformación unitaria controlado por compresión hasta 0.005.

En forma alternativa, cuando se usa el Apéndice C-B, para elementos en los cuales  $f_y$  no exceda 420 MPa, con refuerzo simétrico, y cuando  $(d-d')/h$  no es menor de 0.7, se permite aumentar  $\phi$  linealmente hasta 0.90 en la medida que  $\phi P_n$  disminuye de  $0.10 f_c' A_g$  hasta cero. Para otros elementos reforzados  $\phi$  puede incrementarse linealmente a 0.90 en la medida que  $\phi P_n$  disminuye desde  $0.10 f_c' A_g$  o  $\phi P_b$ , el que sea menor, hasta cero.

- Cortante y torsión  $\phi = 0.75$
- Aplastamiento en el concreto (excepto para anclajes de postensado y modelos puntal – tensor)  $\phi = 0.65$



	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

## 8.4 MODULO DE ELASTICIDAD

El módulo de elasticidad,  $E_c$  para un concreto de densidad normal puede tomarse como:

$$E_c = 3900 \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 3900 \sqrt{28} = 20.636,86 \text{ MPa}$$

El módulo de elasticidad,  $E_s$  para el acero de refuerzo no preesforzado puede tomarse como 200.000 MPa.

## 9. EVALUACION Y ANALISIS

A continuación, se determinan parámetros sísmicos, cargas hidráulicas, fuerzas de sismo y demás aspectos necesarios para el análisis estructural.

Para el diseño se consideraron acción de las cargas muertas, vivas, sísmicas y presión hidráulica con sus respectivas combinaciones de carga según lo establecido en la Norma NSR-10.

Para el análisis se considera lo exigido en el título A, apéndice A-1 y literal C.23 de la NSR-10. Con dicha estructura se comprueba que las deflexiones horizontales y derivas que se presentan no sobrepasen los límites establecidos por la NSR-10.

Se verifica además de la capacidad de los elementos para resistir las cargas impuestas de acuerdo con los resultados del modelo matemático y las derivas que no sobrepasen lo exigido por el código NSR-10.

### 9.1 PARAMETROS SISMICOS

Los parámetros sísmicos que rigen la estructura se determinaron de acuerdo con la metodología establecida en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente **NSR-10** en su título A, requisitos generales de diseño sismo resistente.

### 9.2 PARAMETROS SISMICOS SEGUN NSR-10

Los parámetros sísmicos que hacen referencia al suelo y tipo de suelo se toman de acuerdo con los recomendados en el estudio de suelos, y los demás parámetros que rigen la edificación se determinaron de acuerdo con la metodología establecida en el Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente **NSR-10** en su título A, Requisitos generales de diseño sismo resistente. La gráfica, muestra el trazado del espectro de diseño según Título A.2.6 de NSR-10.



## I. Localizacion y zona de Amenaza Sismica

Region	1	Figura A.2.3-3 NSR-10
Departamento	Guaviare	Ver Mapa de Colombia
Municipio	El Retorno	Ver Mapa de Colombia
Amenaza Sismica	Baja	Tabla A.2.3-2 NSR-10
Coeficiente de aceleración pico efectiva $A_a$	0.05	Tabla A.2.3-2 NSR-10
Coeficiente de velocidad pico efectiva $A_v$	0.05	Tabla A.2.3-2 NSR-10

## II. Parametros del Perfil del Suelo

Tipo de Perfil	E	Tabla A.2.4-1 NSR-10
Coef. Ampl.zonas periodos cortos $F_a$	2.50	Tabla A.2.4-3 NSR-10
Coef. Ampl.zonas periodos interm $F_v$	3.50	Tabla A.2.4-4 NSR-10

## III. Características de la Estructura

Grupo de Uso	Grupo IV	Cap. A.2.5.2
Coeficiente de Importancia I	1.50	Cap. A.2.5.2
Sistema Estructural en X	Otros sistemas basados en muros de gran Rigidez	Tabla A.4.2-1 NSR-10
Sistema Estructural en Y	Otros sistemas basados en muros de gran Rigidez	Tabla A.4.2-1 NSR-10
Capacidad de Disipacion de Energia	DMI	

## IV. Periodo Aproximado y Espectro Elastico de Aceleraciones

Altura de Entrepiso $H_p$	1.50	m
Numero de Pisos $N_p$	1	
Altura total de la Estructura $H_t$	1.50	m

### Periodo Aproximado en Direccion X

Coeficiente de periodo $C_t$	0.049	Tabla A.4.2-1 NSR-10
Parametro para el calculo del periodo $\alpha$	0.75	Tabla A.4.2-1 NSR-10
Periodo fund. Aproximado $T=T_{ax}$ [s]	0.07	A.4.2.2 NSR-10

### Periodo Aproximado en Direccion Y

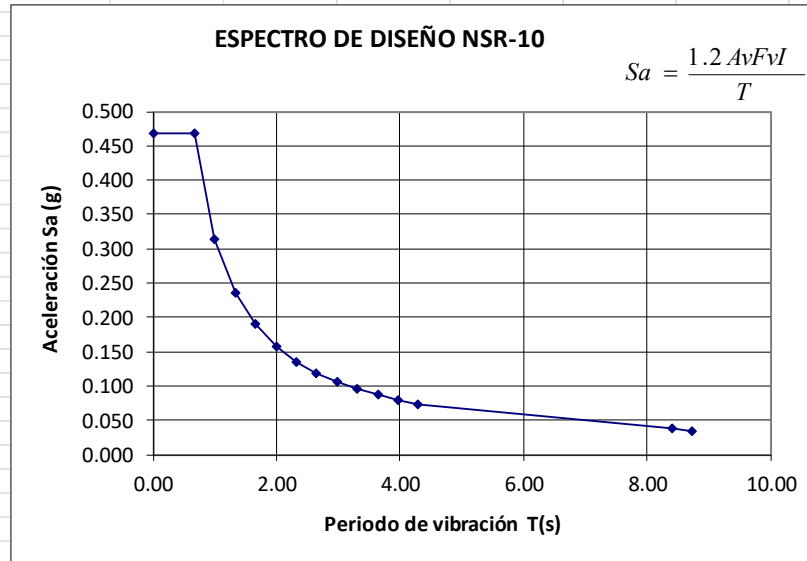
Coeficiente de periodo $C_t$	0.049	Tabla A.4.2-1 NSR-10
Parametro para el calculo del periodo $\alpha$	0.75	Tabla A.4.2-1 NSR-10
Periodo fund. Aproximado $T=T_{ay}$ [s]	0.07	A.4.2.2 NSR-10

### 9.3 ESPECTRO DE ACELERACIONES DE DISEÑO

#### ESPECTRO SÍSMICO DE DISEÑO

Aa= 0.05  
Av= 0.05  
Fv= 3.5  
Fa= 2.5  
I= 1.50  
TI= 8.4

T	Sa
0.00	0.469
0.67	0.469
1.00	0.314
1.33	0.236
1.66	0.190
1.99	0.158
2.32	0.136
2.65	0.119
2.98	0.106
3.31	0.095
3.64	0.086
3.97	0.079
4.30	0.073
8.40	0.038
8.73	0.035



## 10. AVALUO DE CARGAS

### 10.1 CARGA VIVA

De acuerdo a las especificaciones de diseño se utiliza  $C_v = 5.0 \text{ kN/m}^2$ , asumiendo un uso de carga generalizado para la placa.

### 10.2 CARGA MUERTA

El peso del concreto es igual a  $2.400 \text{ kg/m}^3$  y las fuerzas por dicho peso son calculadas automáticamente por el programa de acuerdo con las dimensiones de los elementos modelados.

### 10.3 DETERMINACION DE LA MASA TOTAL

Para la determinación de la masa, se sigue la geometría establecida, en la fase de predimensionamiento, tomando distancia entre ejes y empleando un peso unitario de  $1.0 \text{ Ton/m}^3$  para el agua y  $2.4 \text{ Ton/m}^3$  para el concreto reforzado.

PESO	KN	TON
Agua	353.40	35.34
Muros	356.40	35.64
Placa Fondo	166.30	16.63
<b>TOTAL</b>	<b>876.10</b>	<b>87.61</b>

## 10.4 CARGA HIDROSTATICA

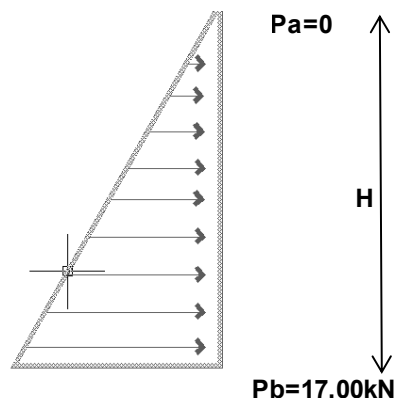
Para el caso de las cargas hidrostáticas actuantes en los tanques, se procede a calcular el volumen almacenado y la altura de la lámina de agua es cargada sobre la placa del tanque, en cuanto a los muros de calculan las variables C y D de la ecuación  $Ax+By+Cz+D$  correspondiente a los JOINT PATTERNS para la aplicación de la carga.

### PRESION HIDROSTATICA

#### Valores en la ecuación de joint patterns (SAP2000)

$\gamma$  agua+lodos= 10 kN  
h promedio del tanque= 1.7 m  
Presion lateral= 17 kN

Fuerza Superior  $P_a$ = 0.00 kN  
Fuerza Superior  $P_b$ = 17.00 kN  
Altura Promedio  $H$ = 1.70 m  
Constante  $D$ = 17.00 kN  
Constante  $C$ = -10.0 kN



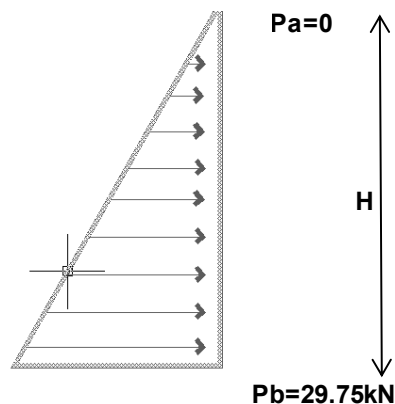
$$V = Ax + By + Cz + D$$

### PRESION DEL SUELO


#### Valores en la ecuación de joint patterns (SAP2000)

$\gamma$  suelo= 17 kN/m<sup>3</sup>  
h promedio del tanque= 1.75 m  
Presion lateral= 29.75 kN

Fuerza Superior  $P_a$ = 0.00 kN  
Fuerza Superior  $P_b$ = 29.75 kN  
Altura Promedio  $H$ = 1.75 m  
Constante  $D$ = 29.75 kN  
Constante  $C$ = -17.0 kN



$$V = Ax + By + Cz + D$$

	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

## 10.5 EMPUJE DE TIERRAS

El empuje del terreno en la parte lateral depende de las características del terreno. Según los ensayos realizados, los parámetros geotécnicos del mismo son los siguientes:

$$\begin{aligned}\gamma_{\text{sat}} &= 1.70 \text{ gr/cm}^3 = 17.00 \text{ kN/m}^3 \\ \phi &= 28^\circ\end{aligned}$$

Según los cálculos realizados en el estudio de suelos el coeficiente de empuje activo es de  $K_a = 0.361$

El empuje del terreno es una carga distribuida de forma triangular, cuya base está dada por la expresión:

$$P_{\text{terr}} = k_a * H * \gamma_{\text{sat}} = 0.361 * 1.75 * 17.00 = 10.74 \text{ kN/m}^2$$

Según los cálculos realizados en el estudio de suelos el coeficiente de empuje en reposo es de  $K_o = 0.729$

$$P_o = k_o * H * \gamma_{\text{sat}} = 0.729 * 1.75 * 17.00 = 22.69 \text{ kN/m}^2$$

Dónde:

$P_{\text{terr}}$ : Presión del terreno ( $\text{kN/m}^2$ )  
 $k_a$ : Coeficiente de empuje activo (-)  
 $H$ : Profundidad (m)  
 $\gamma_{\text{sec}}$ : Peso seco ( $\text{kN/m}^3$ )

## 10.6 CARGA DE SISMO

### Sismo por empuje de tierras

La carga de sismo en el tanque se expresa como una carga dinámica de empuje de tierra, la cual se puede expresar como un empuje de presión dinámica con las ecuaciones de Mononobe-Okabe:

$$\left\{ \begin{array}{c} K_{ae} \\ K_{pe} \end{array} \right\} = \frac{\sin^2(\alpha_i \pm \theta \mp \phi)}{\cos \theta \sin^2 \alpha_i \sin(\alpha_i \pm \theta \pm \delta) \left[ 1 \pm \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi \mp \beta_i - \theta)}{\sin(\alpha_i \pm \theta \pm \delta) \sin(\alpha_i - \beta_i)}} \right]^2}$$

Los valores de las variables son:

## CARGAS SÍSMICAS EN TANQUES MONONOBE-OKABE

### PARAMETROS DE ENTRADA

Ángulo entre la base y la cara del muro	$\alpha_i$ :	90 °
Ángulo de la resultante	$\theta$ :	0 °
Ángulo de fricción del terreno	$\phi$ :	28 °
Ángulo de las fuerzas con la normal de la cara del muro	$\delta$ :	0 °
Ángulo del terreno con la horizontal del muro.	$\beta_i$ :	0 °

### COEFICIENTES DE EMPUJE

Numerador A	A	0.78
Denominador B	B	1.00
Denominador C	C	2.16
Coeficiente de empuje activo por sismo	$K_{ae}$	0.36
Numerador A	A	0.78
Denominador B	B	1.00
Denominador C	C	0.28
Coeficiente de empuje pasivo por sismo	$K_{pe}$	2.77

### CÁLCULO DE CARGAS

Altura del muro	Hm	1.5 m
Peso específico saturado	$\gamma_{sat}$	17 kN/m <sup>3</sup>
Fuerza de empuje activo	$F_{ae}$	6.9 kN/m
Longitud del muro	Lm	9.2 m
Fuerza total	Ft	63.5 kN
Número de nodos	N	4
Fuerza por nodo	Fn	15.9


Con estos parámetros el coeficiente de presión activa es  $K_{ae} = 0.36$  La carga de sismo queda:

$$F_{ae} = K_{ae} * \frac{H^2}{2} * \gamma_{sat} = 0.36 * \frac{1.75^2}{2} * 17.00 = 9.37 \text{ kN/m}$$

Dónde:

F<sub>ae</sub>: Presión del terreno (kN/m<sup>2</sup>)  
K<sub>ae</sub>: Coeficiente de empuje activo (-)  
H: Profundidad (m)



	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

$\gamma_{sat}$ : Peso saturado (kN/m<sup>3</sup>)

El punto de aplicación se coloca al sesenta por ciento (60%) de la altura del muro.

### Sismo por peso de la estructura

Debido a que el periodo fundamental de la estructura es un poco incierto, se adopta el mayor valor de aceleración espectral según la norma:

$$F_{e_{Muro}} = S a_{máx} * W_{muro} * I$$

$$S a_{máx} = 2.5 A_a F_a I$$

Dónde:

$F_e$  Muro: Fuerza de sismo sobre el muro (T)

$S a_{máx}$ : Aceleración máxima de diseño

$A_a$ : Aceleración pico efectiva según NSR-10

$W$  muro: Peso del muro (T)

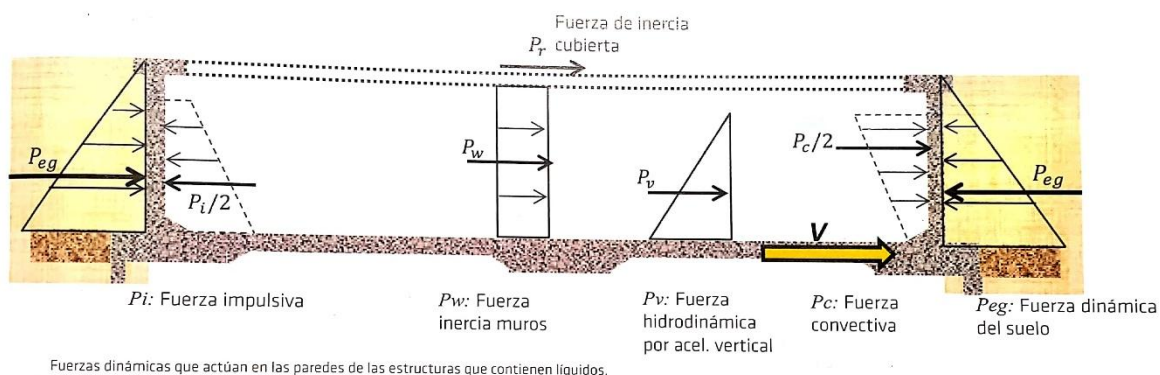
$I$ : Coeficiente de importancia

Para el caso del Retorno  $A_a=0.05$ , El coeficiente de importancia se toma como el más alto  $I=1.50$ .

## 11. FUERZA DINAMICA (ACI 350.3-06)

El documento ACI 350.3-06 "Seismic Design of liquid-Containing Concrete Structures and Commentary" tiene los procedimientos para el análisis y diseño sísmico de estructuras de concreto para contener líquidos. Se refiere al cálculo de las cargas para el diseño sísmico y su objetivo es complementar al ACI 350M-06.

Cuando el líquido está en reposo, la estructura está sometida a una presión hidrostática, la cual es máxima en el fondo y disminuye a medida que nos acercamos a la superficie. Pero las estructuras que van a contener líquidos, no deben diseñarse solamente para resistir esta presión.



$$V = \sqrt{[(P_w + P_r + P_i)2 + P_c^2 + P_{eg}^2 + P_v^2]}$$

Donde:

Pw: Fuerza inercia muros

Pr: Fuerza de inercia cubierta

Pi: Fuerza impulsiva

Pc: Fuerza convectiva

Peg: Fuerza dinámica del suelo

Pv: Fuerza hidrodinámica por aceleración vertical

DATOS		
Dimension Ancho del Tanque	A [m]	4.20
Dimension Longitud del Tanque	L [m]	6.60
Altura del liquido Almacenado	HI [m]	1.70
Altura del Tanque	Hw [m]	1.80
Espesor del Muro	tw [m]	0.25
Coefficiente de Importancia	I	1.25
Peso especifico del liquido almacenado	YI [kN/m <sup>3</sup> ]	10
Peso especifico del Concreto	Yc [kN/m <sup>3</sup> ]	24
Valor de la gravedad	g [m/s <sup>2</sup> ]	9.81
Modulo de Elasticidad del Concreto	Ec [kN/m <sup>2</sup> ]	25000
Resistencia a compresion del Concreto	f'c [Mpa]	28
Resistencia a fluencia del Acero	fy [Mpa]	420
Tipo de Suelo		E
Ss		0.05
S1		0.05

Determinación de las propiedades dinámicas y del período impulsivo Ti.

Propiedades Dinamicas	
Wi/WI	0.80
Wc/WI	0.26
WI [kN]	876.1
Wi [kN]	701.49
Wc [kN]	230.46
Ww [kN]	0.9
mi/g [kN(m/s <sup>2</sup> )]	8.51
mw/g [kN(m/s <sup>2</sup> )]	0.01
m/g [kN(m/s <sup>2</sup> )]	8.52

Deben calcularse además las alturas hi, hw. Para tanques cuya relación  $\frac{h_i}{H_1} \geq 1,33$  la norma especifica:

$$\frac{h_i}{H_1} = 0,375$$

Luego,  $h_i$  puede calcularse como:

$$h_i = 0,375 \cdot h_1$$

Conocidos  $h_1$  y  $h_w$ , puede determinarse la altura promedio  $h$ :

$$h = \frac{h_w \cdot m_w + h_i \cdot m_i}{m_i + m_w}$$

Calculo del Periodo impulsivo $T_i$	
Relacion L/HI	3.88
$h_i$ [m]	0.64
$h$ [m]	0.66
K	176839.25
$\omega_i$ [rad/s]	144.04
$T_i$ [s]	0.04

Determinación del período de vibración convectivo  $T_c$ .

Calculo del Periodo Convectivo	
$\lambda$	5.11
$\omega_c$ [rad/s]	1.99
$T_c$ [s]	3.16

Determinación de los coeficientes de respuesta sísmica  $C_i$ ,  $C_c$  y  $C_t$ .

Calculo Coeficientes de respuesta Sismica	
$C_i$	0.08
$1.6/T_s$	1.14
$T_c > (1.6/T_s)$	Verdadero
$C_c$	0.020
$C_t$	0.03

Determinación de la aceleración espectral

Calculo de la aceleracion espectral	
$C_t$	0.02
Recomendación bmin	0.67
Factor de modificacion de respuesta $R_i$	2.0
$\ddot{U}_v$	0.008
Relacion $0.2 \cdot S_{DS}$	0.017
$\ddot{U}_v$ Tomado para diseño	0.017

Cálculo de las fuerzas laterales dinámicas encima de la base del tanque.

Calculo de fuerzas laterales y momentos	
$P_w/2A$ [kN/m]	0.003
$M_w$ [kN.m/m]	0.003
$P_i/2L$ [kN/m]	2.77
$M_i$ [kN.m/m]	3.11
$P_c/2L$ [kN/m]	0.29
$M_c$ [kN.m/m]	-0.22

## 12. SOLICITACIONES EN LA ESTRUCTURA

### 12.1 COMBINACIONES DE CARGAS

Las combinaciones de carga utilizadas para el diseño de las estructuras son:

COMB 1	1.4 D
COMB 2	1.2 D + 1.6 L + 1.6 H
COMB 3	1.2 D + 1.0 $S_x$ + 0.3 $S_y$ + 1.0 L
COMB 4	1.2 D + 1.0 $S_y$ + 0.3 $S_x$ + 1.0 L
COMB 5	0.9 D + 1.6 H
COMB 6	0.9 D + 1.0 $S_x$ + 0.3 $S_y$ + 1.6 H
COMB 7	0.9 D + 1.0 $S_y$ + 0.3 $S_x$ + 1.6 H
COMB 8	ENVOLVENTE

Por el tipo de estructura no se consideró incluir la carga de viento.

Combinaciones de Chequeo diseño cortante y flexión para estructura ambiental, según C.23-C.9.2, El coeficiente de durabilidad ambiental el cual está definido por:

$$S_d = \frac{\phi f_y}{\gamma f_s} \geq 1.0$$

$\Phi = 0.9$

$F_y$ = Esfuerzo del Acero.

$Y$ = Carga mayorada / Carga no mayorada.



### 13. MODELACION ESTRUCTURAL

En el anexo se presentan los diagramas de momentos y cortantes críticos para cada una de las combinaciones de carga, para evaluar el refuerzo necesario en las respectivas secciones. Se incluyen los gráficos para los muros, la losa. Para los parámetros de diseño estructural se trabajó con una combinación tipo envolvente, la cual arroja los valores críticos de estas variables.

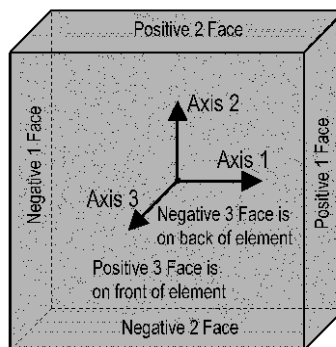
Los gráficos que se muestran son los más representativos en cuanto a solicitudes las que contienen las mayores, en los anexos se omitieron algunos resultados dada la gran cantidad de información producto de la subdivisión de shells que se realizó para obtener resultados óptimos.

#### 13.1 RESULTADOS DE MODELACION

Debido a que se utilizaron elementos finitos para la modelación, se calculó la envolvente de las combinaciones de carga mencionadas para el diseño estructural. La convención de las fuerzas es la siguiente:

- **M11:** Momento flector por unidad de longitud actuando en la cara uno (1) alrededor del eje local dos (2).
- **M22:** Momento flector por unidad de longitud actuando en la cara dos (2) alrededor del eje local uno (1).
- **V13:** Cortante por unidad de longitud actuando en la cara uno (1) en la dirección del eje local tres (3).
- **V23:** Cortante por unidad de longitud actuando en la cara dos (2) en la dirección del eje local tres (3).

La numeración de los ejes locales en un elemento tipo shell es la siguiente:

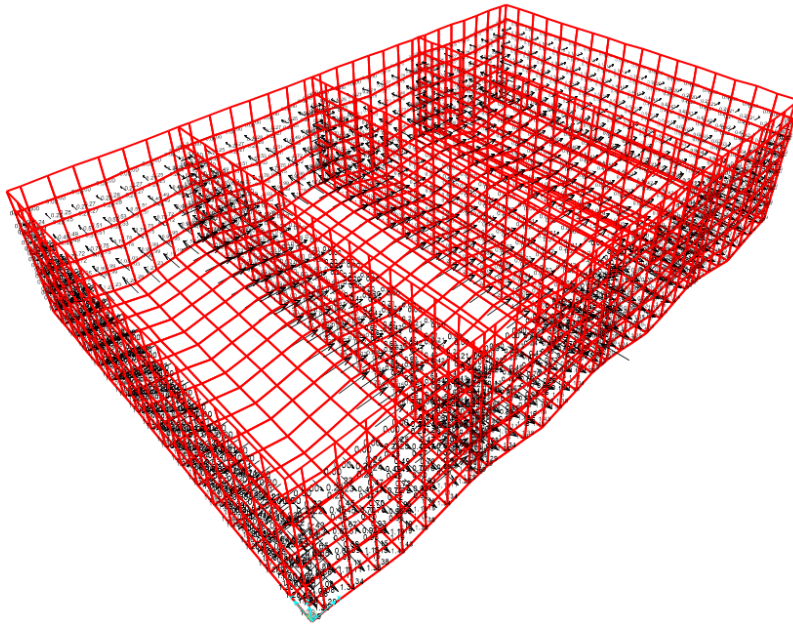


**Modelo tanque tridimensional**

## 13.2 ASIGNACION DE CARGAS EN MODELO

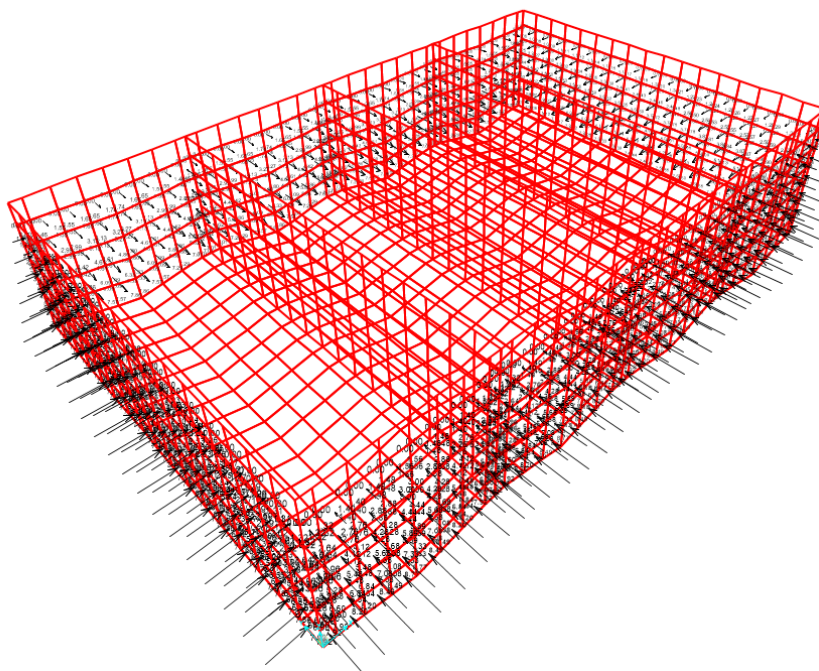
### Empuje Hidrostatico

Area Surface Pressure - Face Top (Empuje Hidrostatico)



### Empuje del Suelo

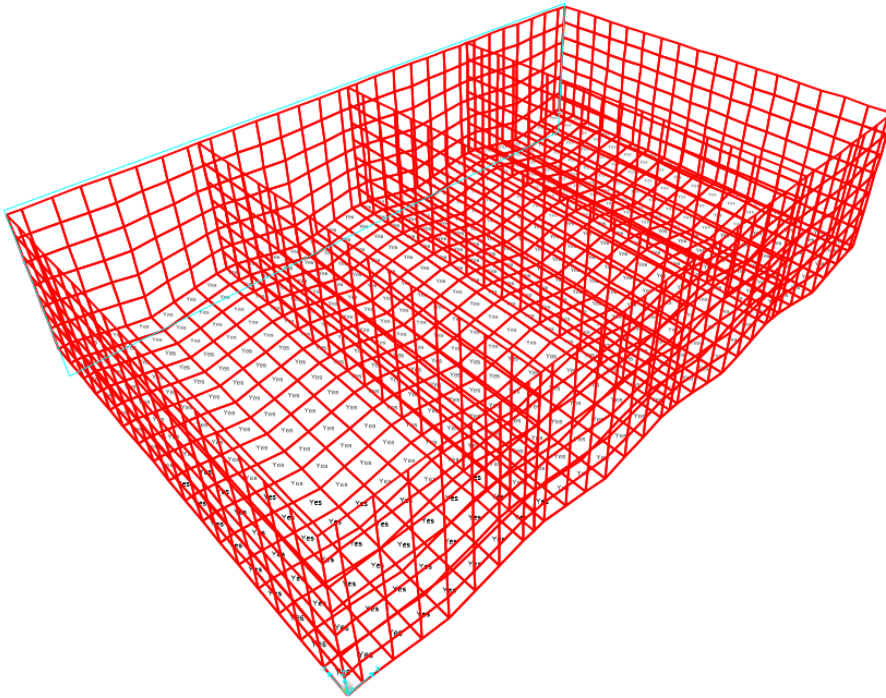
Area Surface Pressure - Face Bottom (Empuje Tierras Ka)





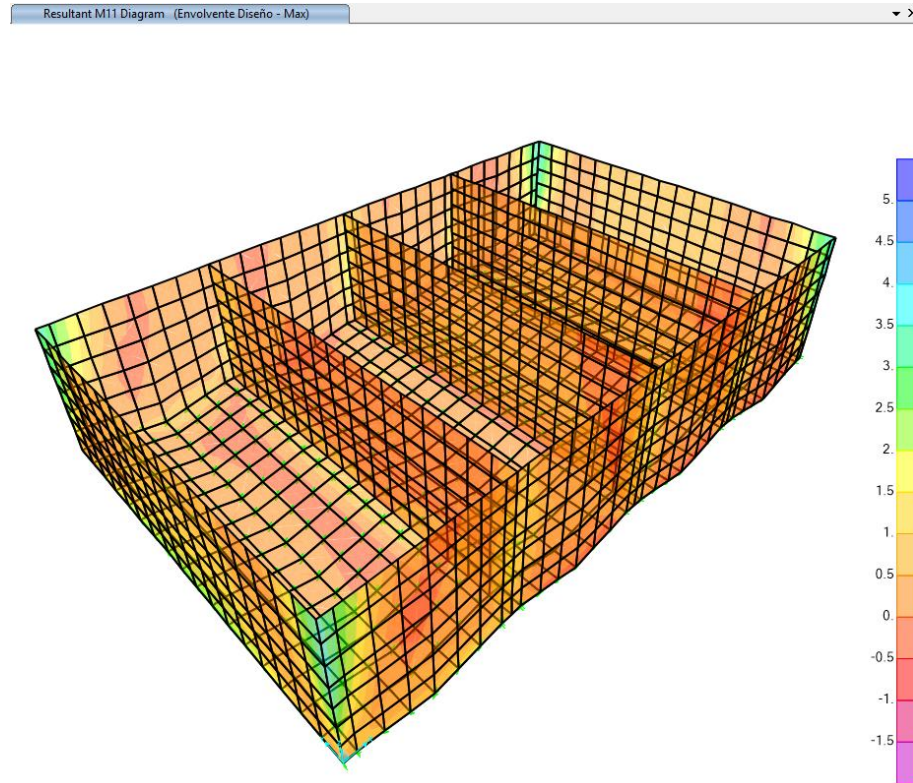
## Asignacion de resortes en el Suelo

Area Springs

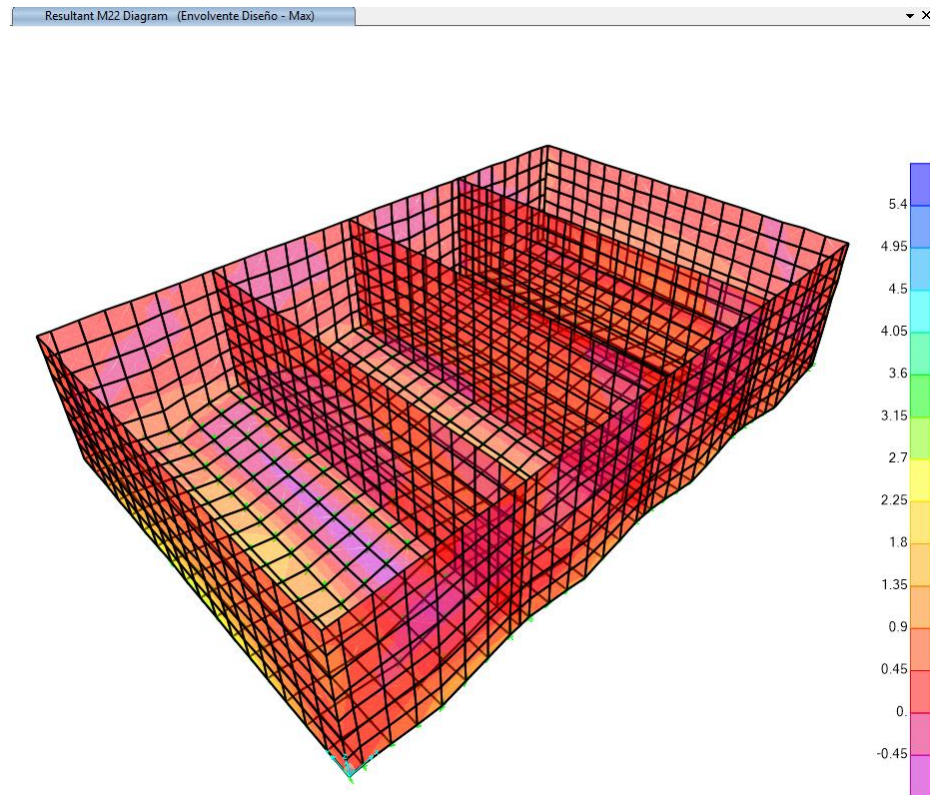




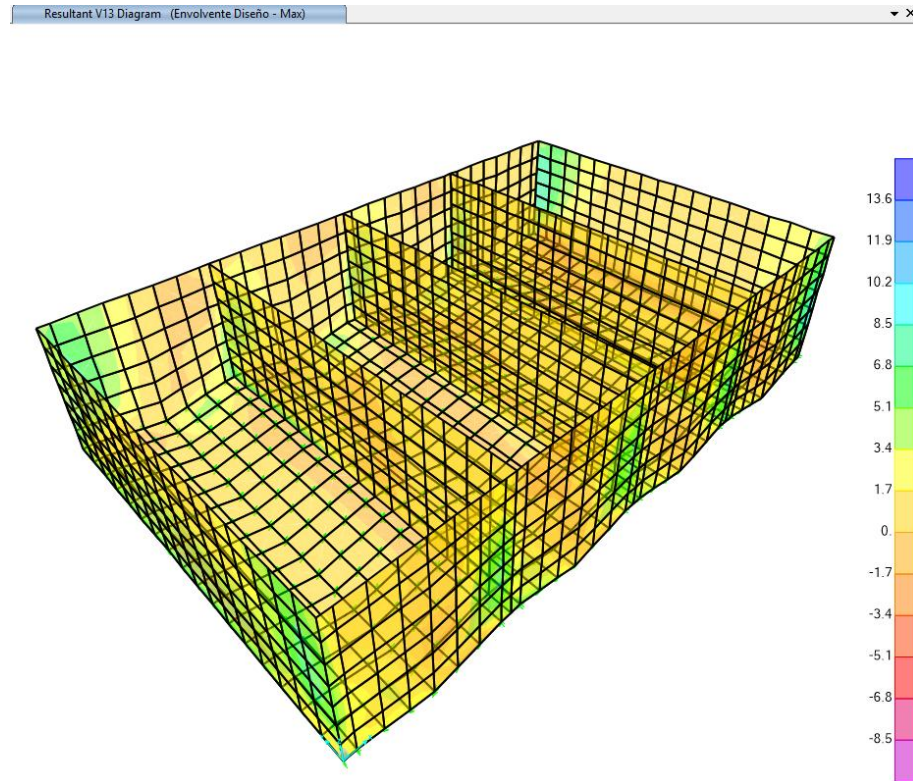
## DIAGRAMA M11 ELEMENTOS TIPO SHELL – ENVOLVENTE DE DISEÑO



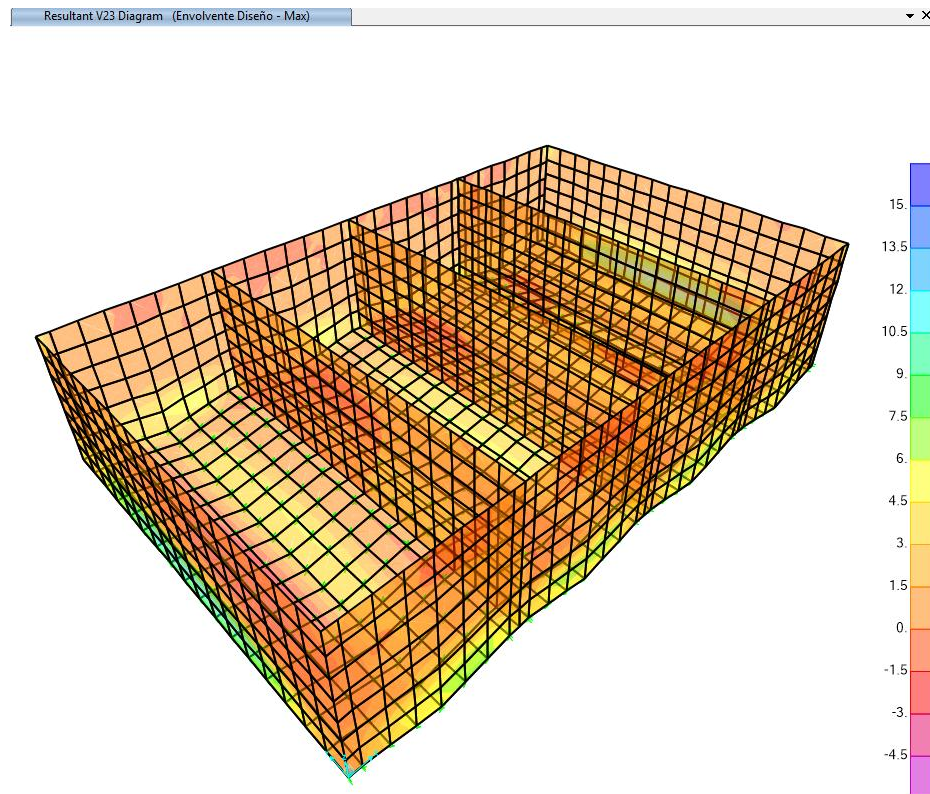
## DIAGRAMA M22 ELEMENTOS TIPO SHELL – ENVOLVENTE DE DISEÑO



## DIAGRAMA V13 ELEMENTOS TIPO SHELL – ENVOLVENTE DE DISEÑO

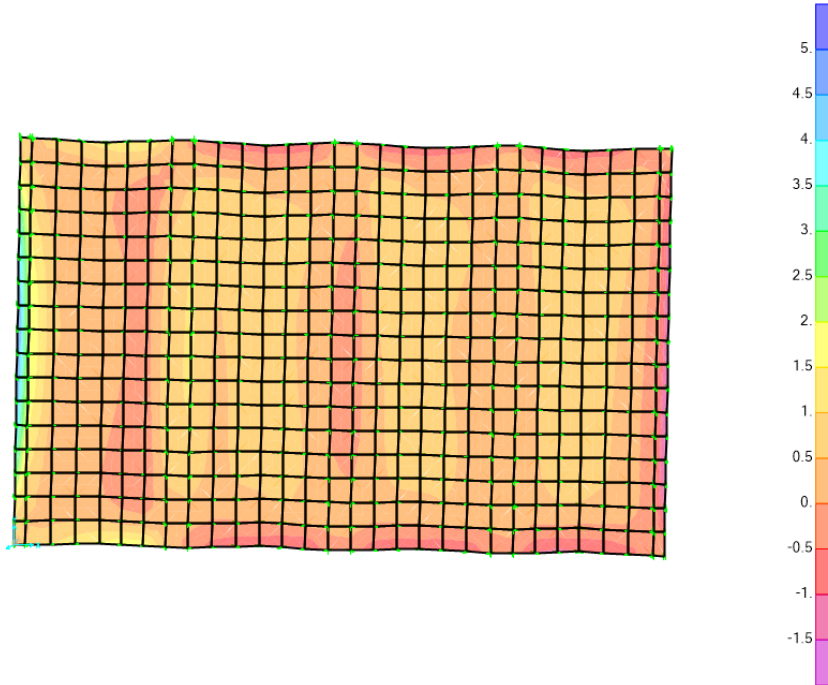


## DIAGRAMA V23 ELEMENTOS TIPO SHELL – ENVOLVENTE DE DISEÑO



## 14 DISEÑO DE MUROS Y PLACA

### REFUERZO DE PLACA DE CIMENTACION $e=25$ cm



### REFUERZO EN LA DIRECCION EJE1 CARA TOPE

#### REFUERZO DE PLACA

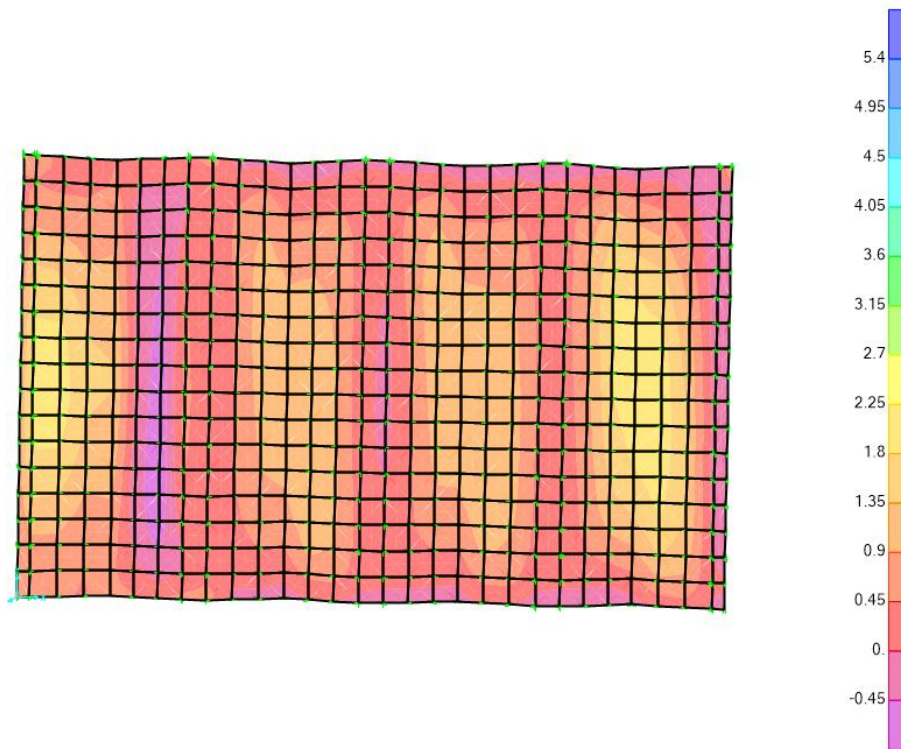
$M_n = 4.81$  kN.m  
 $b = 1$  m  
 $h = 0.25$  m  
 $recub = 0.05$  m  
 $d = 0.2$  m  
 $f_c = 28$  MPa  
 $f_y = 420$  MPa  
 $Const = 0.0000$   
 $\rho = 0.0003$   
 $\rho_{min} = 0.0018$   
 $\rho_{bal} = 0.0283$   
 $\rho_{max} = 0.0212$   
 $\rho_{dis} = 0.0018$   
 $As_{var} = 0.71$  cm<sup>2</sup>  
 $dia. Var = 3$   
 $Num. Varillas = 6$   
 $As_{req} = 3.60$  cm<sup>2</sup>  
 $Espaciamiento = 18$  cm  
 $\rho_{real} = 0.00213$

Cálculo de cuantía de diseño

varillas # 3 espaciadas cada 17.5 cm



## REFUERZO DE PLACA DE CIMENTACION e=25 cm



## REFUERZO EN LA DIRECCION EJE2 CARA TOPE

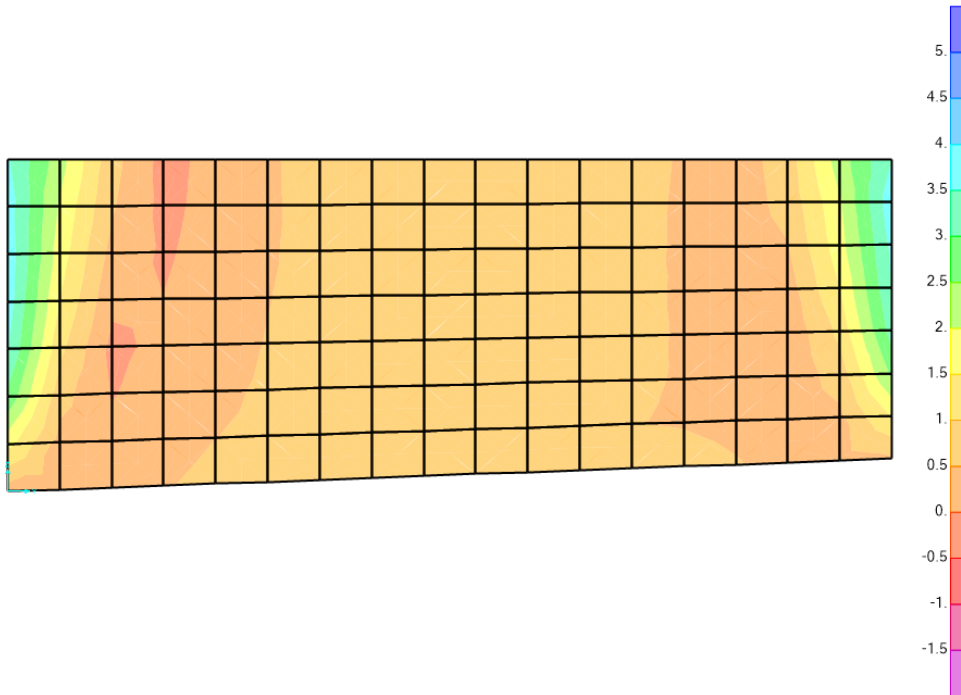
### REFUERZO DE PLACA

$M_n = 2.05 \text{ kN.m}$   
 $b = 1 \text{ m}$   
 $h = 0.25 \text{ m}$   
 $\text{recub} = 0.05 \text{ m}$   
 $d = 0.2 \text{ m}$   
 $f_c = 28 \text{ MPa}$   
 $f_y = 420 \text{ MPa}$   
 $\text{Const} = 0.0000$   
 $\rho = 0.0001$   
 $\rho_{\min} = 0.0018$   
 $\rho_{\text{bal}} = 0.0283$   
 $\rho_{\max} = 0.0212$   
 $\rho_{\text{dis}} = 0.0018$   
 $A_{\text{svr}} = 0.71 \text{ cm}^2$   
 $\text{dia. Var} = 3$   
 $\text{Num. Varillas} = 6$   
 $A_{\text{req}} = 3.60 \text{ cm}^2$   
 $\text{Espaciamiento} = 18 \text{ cm}$   
 $\rho_{\text{real}} = 0.00213$

Cálculo de cuantía de diseño

varillas # 3 espaciadas cada 17.5 cm

## REFUERZO DE MUROS $e=25$ cm



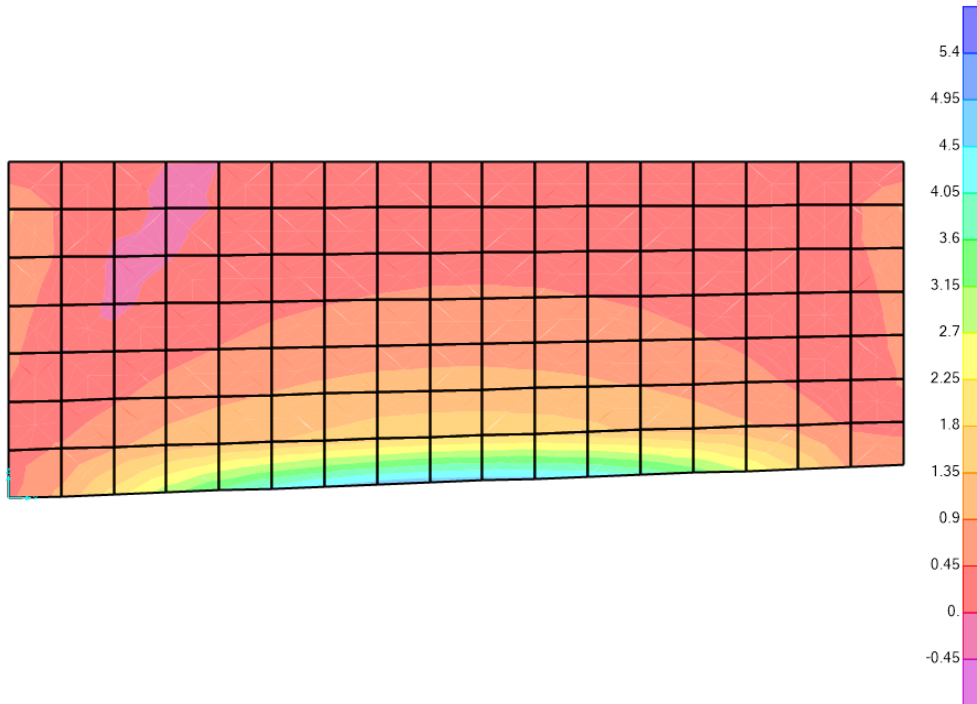
## REFUERZO EN LA DIRECCION EJE1 CARA TOPE

### REFUERZO DE MURO

$M_n = 3.60$  kN.m  
 $b = 1$  m  
 $h = 0.25$  m  
 $recub = 0.05$  m  
 $d = 0.2$  m  
 $f_c = 28$  MPa  
 $f_y = 420$  MPa  
 $Const = 0.0000$   
 $\rho = 0.0002$   
 $\rho_{min} = 0.0025$   
 $\rho_{bal} = 0.0283$   
 $\rho_{max} = 0.0212$   
 $\rho_{dis} = 0.0025$   
 $As_{var} = 1.29$  cm<sup>2</sup>  
 $dia. Var = 4$   
 $Num. Varillas = 4$   
 $As_{req} = 5.00$  cm<sup>2</sup>  
 $Espaciamiento = 30$  cm  
 $\rho_{real} = 0.00258$

Cálculo de cuantía de diseño

varillas # 4 espaciadas cada 30 cm

**REFUERZO DE MUROS  $e=25$  cm**

**REFUERZO EN LA DIRECCION EJE2 CARA TOPE**
**REFUERZO DE MURO**

$M_n = 4.81$  kN.m  
 $b = 1$  m  
 $h = 0.25$  m  
 $recub = 0.05$  m  
 $d = 0.2$  m  
 $f_c = 28$  MPa  
 $f_y = 420$  MPa  
 $Const = 0.0001$   
 $\rho = 0.0003$   
 $\rho_{min} = 0.0025$   
 $\rho_{bal} = 0.0283$   
 $\rho_{max} = 0.0212$   
 $\rho_{dis} = 0.0025$   
 $A_{svar} = 1.29$  cm<sup>2</sup>  
 dia. Var = 4  
 Num. Varillas = 4  
 $A_{sreq} = 5.00$  cm<sup>2</sup>  
 Espaciamiento = 30 cm  
 $\rho_{real} = 0.00258$

Cálculo de cuantía de diseño

varillas # 4 espaciadas cada 30 cm

## 15. CHEQUEO POR FISURACION

Cuando la resistencia nominal a la fluencia del acero de refuerzo  $f_y$ , excede 300 MPa, las secciones transversales de máximo momento positivo y negativo deben dimensionarse de tal manera que el parámetro  $Z$  no exceda los 25 MN/m para concreto expuesto a la intemperie.

$$d = e - dc$$

$$A_s = A_{svar} * cantidad$$

$$X = \sqrt{\frac{A * X_c}{50}}$$

$$f_s = \frac{0.45 * f'_c * 100 * X}{A_s}$$

$$A = S * (2 * dc)$$

$$Z = f_s * (dc * A)^{\frac{1}{3}}$$

CONTROL DE FISURAS EN CONCRETO (PARAMETRO Z)			
Resistencia del Concreto.	$f'_c =$	2800	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia del Concreto.	$f'_c =$	28	Mpa
Resistencia nominal a la fluencia del Acero.	$f_y =$	420	
Espesor del Muro.	$e =$	25	cm
Longitud del Muro.	$b =$	100	cm
Recubrimiento del Acero.	$dc =$	5	cm
Peralte, diferencia entre el espesor del muro y el recubrimiento.	$d =$	20	cm
Diametro del Acero.	$D =$	# 4	in
Area del Acero.	$A_{svar} =$	1.29	cm <sup>2</sup>
Separacion entre Varillas.	$S =$	15	cm
Cantidad de varillas por metro.	Cantidad =	7	und
Area de Acero por metro de Muro.	$A_s =$	8.60	cm <sup>2</sup>
X centroidal.	$X_c =$	20	cm
Distancia en la cual se evaluara la fisura	$A * X_c$	172	
	$X =$	1.85	cm
esfuerzo en el Acero de refuerzo calculado a nivel de cargas de servicio (Mpa)	$f_s =$	2717.39	kg/cm <sup>2</sup>
	$f_s =$	266.49	MPa
Control de fisuras	$A =$	150	cm <sup>2</sup>
	$Z =$	2468.91	Mpa/mm
	$Z =$	24.69	MN/m

$$Z < 25 \text{ MN/m}$$

$$24.69 < 25 \text{ MN/m}$$

**Si cumple Control de Fisuras**

## 16 VERIFICACION DE LA CAPACIDAD PORTANTE

PESO DE LA ESTRUCTURA:

522.70 kN

SOBRE CARGA (Tanque lleno de Agua):

353.40 kN

SOBRE CARGA (Suelo):

0.00 kN

**876.10 kN**

**CAPACIDAD DEL SUELO**

226.00 kN/m<sup>2</sup>

AREA REQUERIDA:

3.88 m<sup>2</sup>

AREA DE ESTRUCTURA:

27.72 m<sup>2</sup>

**"OK CUMPLE"**



## 17 REVISION DE FLOTACION DE LA CAMARA

### 17.1 ESFUERZOS ACTUANTES SOBRE EL TERRENO

Area del fondo de la Camara

$$A_1 = L \times L = 27.72 \text{ m}^2$$

Evaluacion del peso de la Camara

Peso del Tanque vacio

<b>Peso Total</b>	<b>876.10 kN</b>
-------------------	------------------

Revision por Flotacion

$$FSF = \frac{W_s + W_c + S}{U - W_g}$$


Con  $W_s =$   
 $S =$   
 $U =$   
 $W_g =$   
 $W_c =$

Peso de la estructura  
Sobrecargas  
Subpresión Fuerzas de levantamiento  
Peso del agua sobre la estructura  
peso del agua contenida en la estructura

**FSF Condicion Usual**

$$U = V \times Y_{\text{sat}} = 42.5$$

$$F.S.F = 20.61 \quad \text{Condicion OK}$$

	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

## 18 DISEÑO ESTRUCTURAL CUBIERTA

### 18.1 ASPECTOS GENERALES

El diseño estructural se llevó a cabo atendiendo las exigencias de la NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE (NSR 10), ley 400 de 1997 y ley 1229 de 2008.

Siguiendo los dictámenes de la NSR-10 A.2.3 , y de acuerdo al apéndice A-3 el municipio de el Retorno, sitio en el cual se construirá la edificación se encuentra en Zona de amenaza sísmica **Baja** con un Coeficiente de aceleración pico efectiva  **$A_a = 0.05$** , la capacidad de disipación de energía Baja requerida tal como lo define NSR-10 en A.3.1.3 y de acuerdo a la tabla A.3-3 para el sistema estructural escogido Pórtico Espacial resistente a momentos y según la Zona de amenaza sísmica la capacidad de disipación de energía debe ser Baja (**DMI**). Atendiendo A.2.5 la estructura se clasifica dentro del grupo de uso **IV** con un coeficiente de importancia correspondiente de **1.50**, Tabla A.2-4 NSR-10.

El análisis consistió en el cálculo de las solicitaciones máximas sobre la estructura, bajo la acción de la carga muerta y la carga viva definida por la NSR-10 en su capítulo B. para el uso de la edificación, la fuerza sísmica correspondiente, la fuerza de viento se desestimó por no gobernar el diseño.

### SISTEMA ESTRUCTURAL

#### Selección del sistema principal de resistencia ante fuerzas sísmicas

- Pórticos de Acero resistente a momentos (PRM) con capacidad mínima de disipación de energía (DMI), con valor de  $R_o = 1.5$  y  $\Omega_o = 1.5$ , cumpliendo para el detallado, con los requisitos de Capítulo F.2 de la NSR-10.

### 18.2 NORMATIVAS

- Norma colombiana sismo resistente NSR-10
- AISC 360-10

### 18.3 DATOS DE ENTRADA

#### MATERIALES

En los análisis que siguen se utilizaron los siguientes materiales:

- Para la cubierta se utilizarán los siguientes elementos:

Pernos ASTM A-325

Laminas ASTM A-36

Tuberia ASTM A-500 GrC

Soldadura arco manual con electrodos revestidos E-60XX

Cubierta teja termo acústica



- Coeficientes de seguridad:

Secciones controladas por tracción	$\phi = 0.90$
Secciones controladas por compresión	
- Elementos con refuerzo en espiral	$\phi = 0.75$
- Otros elementos reforzados	$\phi = 0.65$
Cortante y torsión	$\phi = 0.75$

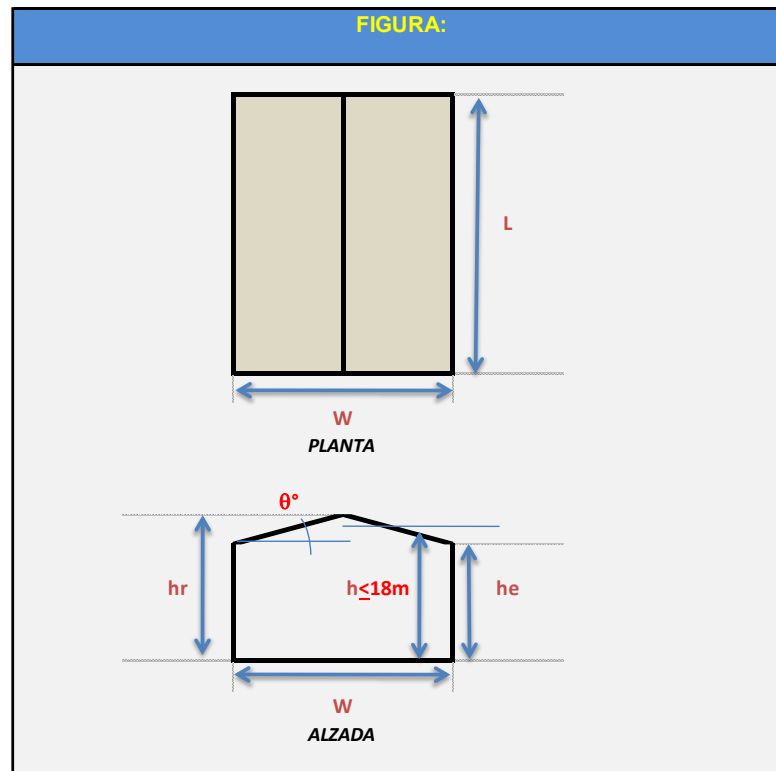
- Coeficientes para diseño de Acero

Fluencia por tensión sobre el área bruta	$\phi_t = 0.90$
Rotura por tensión sobre el área neta	$\phi_t = 0.75$
Rotura por cortante sobre el área neta efectiva	$\phi_t = 0.75$
Flexión	$\phi_b = 0.90$
Cortante	$\phi_v = 0.90$
Torsión	$\phi_t = 0.90$

## 18.4 CARGAS DE VIENTO

### Datos de entrada:

Velocidad del viento, $V =$	<b>33 m/s (120Km/h)</b>	(Figura B.6.4-1)
Factor de Importancia, $I =$	<b>I</b>	(Ver Tabla A.2.5-1 / Según grupo de uso)
Categoría de exposición =	<b>B</b>	(B.6.5.6.3)
Altura de la cumbrera, $h_r =$	<b>3.11</b>	m ( $h_r \geq h_e$ )
Altura de la cornisa, $h_e =$	<b>2.23</b>	m ( $h_e \leq h_r$ )
Ancho del edificio, $W =$	<b>4.20</b>	m (Perpendicular a la cumbrera)
Dimension Horizontal del Edificio, $L =$	<b>6.60</b>	m (Paralelo a la cumbrera)
Tipo de cubierta =	<b>2 aguas</b>	(plana - 1 agua - 2 aguas)
Factor topografico, $K_{zt} =$	<b>1.00</b>	(B.6.5.7 Y Figura 6.5-1)
C&R en fachada =	<b>Tejas</b>	(correas de fachada, tejas de fachadas o fijaciones)
C&R Area efectiva en fachada =	<b>0.00</b>	m <sup>2</sup> (Componentes/revestimientos)
C&R en cubierta =	<b>Correas</b>	(correas de cubierta, tejas de cubiertas o fijaciones)
C&R Area efectiva en cubierta =	<b>28.00</b>	m <sup>2</sup> (Componentes/revestimientos)
Area efectiva en aleros =	<b>0.00</b>	m <sup>2</sup> (Componentes/revestimientos)
Region propensa a huracanes?	<b>No</b>	



**Parámetros resultantes y presiones netas de diseño**

**Para la dirección transversal:**

(viento perpendicular a la cumblera)

Angulo de inclinación de la cubierta,  $\theta = 22.74^\circ$   
 Altura media del edificio,  $h = 2.67$  m ( $h = h_e$  para  $\theta < 10^\circ$ )  
 Factor de ajuste,  $\lambda = 1.000$  (Ajustes por altura y exposición)  
 Factor de importancia,  $I = 0.87$  (Tabla A.2.5-1)  
 $a = 0.900$  m (use: "2\*a" para SPRFV, "a" para Componentes y Revestimientos)

**Presiones de viento neta Transversales para SPRFV,  $p_s$  (KN/m<sup>2</sup>)**

$p_s = \lambda \cdot K_z \cdot I \cdot p_{s10}$   
( $p_{s10}$  de la Fig. 6.4-2)

Ubicación	Dirección	Zona	Cas. Carg. 1	Cas. Carg. 2
A = Zona final del muro	Horizontal	A	0.48	0.00
B = Zona final de la cubierta	Horizontal	B	-0.02	0.00
C = Zona interior del muro	Horizontal	C	0.33	0.00
D = Zona interior de la cubierta	Horizontal	D	0.01	0.00
E = Zona final de cubierta a barlovento	Vertical	E	-0.32	0.00
F = Zona final de cubierta a sotavento	Vertical	F	-0.29	0.00
G = Zona interior de cubierta a barlovento	Vertical	G	-0.22	0.00
H = Zona interior de cubierta a sotavento	Vertical	H	-0.23	0.00

**Para la dirección longitudinal:**

(viento paralelo a la cubierta)

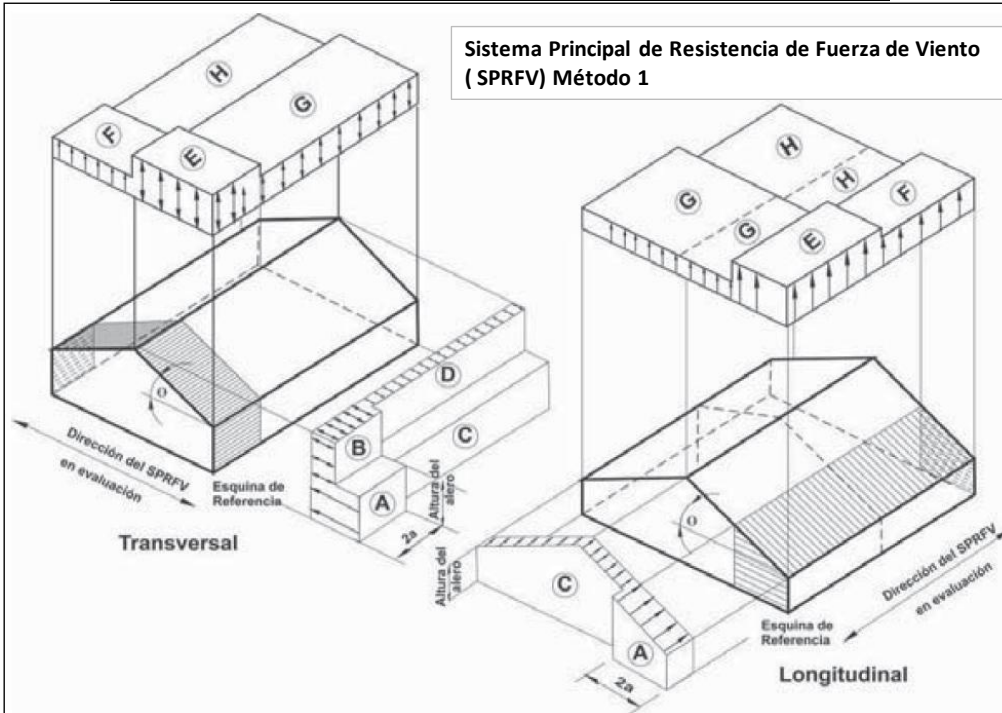
Angulo de inclinación de la cubierta,  $\theta = 0.00^\circ$  (asumido)  
 Altura media del edificio,  $h = 2.67$  m ( $h = (h_r + h_e)/2$ )  
 Factor de ajuste,  $\lambda = 1.000$  (Ajustes por altura y exposición)  
 $a = 0.90$  m (use: "2\*a" para SPRFV, "a" para Componentes y Revestimientos)

**Presiones de viento neta Longitudinales para SPRFV,  $p_s$  (KN/m<sup>2</sup>)**

$p_s = \lambda \cdot K_z \cdot I \cdot p_{s10}$   
( $p_{s10}$  de la Fig. 6.4-2)

Ubicación	Dirección	Zona	Cas. Carg. 1	Cas. Carg. 2
A = Zona final del muro	Horizontal	A	0.37	0.00
B = Zona final de la cubierta	Horizontal	B	0.00	0.00
C = Zona interior del muro	Horizontal	C	0.24	0.00
D = Zona interior de la cubierta	Horizontal	D	0.00	0.00
E = Zona final de cubierta a barlovento	Vertical	E	-0.44	0.00
F = Zona final de cubierta a sotavento	Vertical	F	-0.25	0.00
G = Zona interior de cubierta a barlovento	Vertical	G	-0.30	0.00
H = Zona interior de cubierta a sotavento	Vertical	H	-0.19	0.00

**Sistema Principal de Resistencia de Fuerza de Viento (SPRFV) Método 1**



**Parámetros resultantes y presiones netas de diseño**

**Para componentes y revestimientos:** Las presiones calculadas se aplican en la dirección normal a la superficie

Angulo de inclinación de la cubierta,  $\theta = 22.74^\circ$

Altura media del edificio,  $h = 2.67$  m ( $h = (h_r + h_e)/2$ )

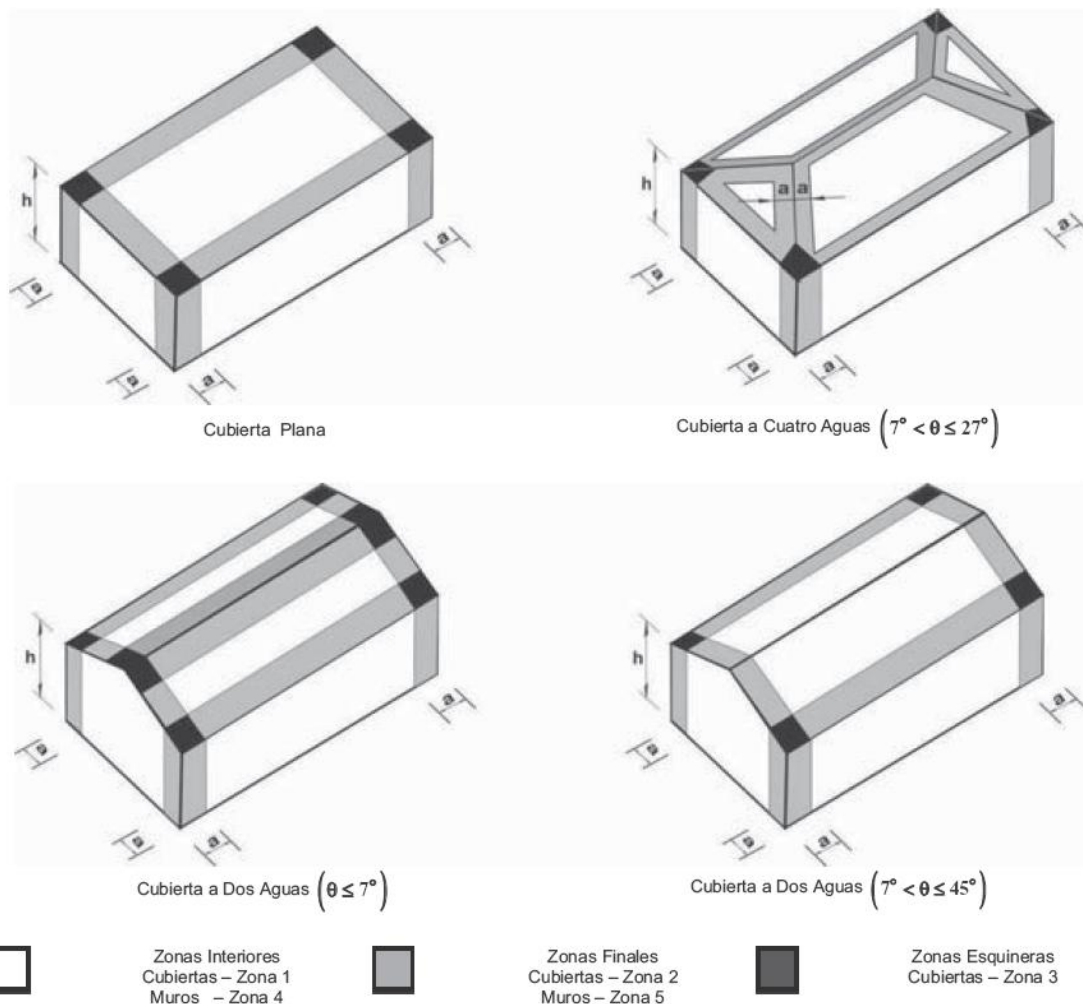
Factor de ajuste,  $\lambda = 1.000$  (Ajustes por altura y exposición)

$a = 0.90$  m (use: "2\*a" para SPRFV, "a" para Componentes y Revestimientos)

Componentes y Revestimientos Presiones netas de viento de diseño, (KN/m <sup>2</sup> )				
Item	Localización	Zona	Pos. (+)	Neg. (-)
Fachada - Tejas	Zonas interiores Fachadas	4	0.42	-0.45
	Zonas finales Fachadas	5	0.42	-0.56
Cubierta - Correas	Zonas interiores Cubiertas	1	0.17	-0.35
	Zonas finales Cubiertas	2	0.17	-0.49
	Zonas esquineras Cubiertas	3	0.17	-0.77
Alero	Zonas finales Aleros	2	---	0.00
	Zonas esquineras Aleros	3	---	0.00

$p_{net} = \lambda^2 K_z t^* I^* p_{net10}$   
( $p_{net10}$  de Fig. B.6.4-3)

**Componentes y Revestimientos – Método 1**



## 18.5 COMBINACIONES DE LAS DIFERENTES SOLICITACIONES

La combinación de carga de diseño estipulada en el título B para esta estructura es:

Comb 1:	1.4 D
Comb 2:	1.2 D + 1.6 Lr + 0.5 W
Comb 3:	1.2 D + 1.6 Lr - 0.5 W
Comb 4:	1.2 D + 0.5 Lr + 1.0 W
Comb 5:	1.2 D + 0.5 Lr - 1.0 W
Comb 6:	1.2 D + 1.0 Sx + 0.3 Sy + 1.0 Lr
Comb 7:	1.2 D + 1.0 Sx - 0.3 Sy + 1.0 Lr
Comb 8:	1.2 D - 1.0 Sx + 0.3 Sy + 1.0 Lr
Comb 9:	1.2 D - 1.0 Sx - 0.3 Sy + 1.0 Lr
Comb 10:	1.2 D + 0.3 Sx + 1.0 Sy + 1.0 Lr
Comb 11:	1.2 D - 0.3 Sx + 1.0 Sy + 1.0 Lr
Comb 12:	1.2 D + 0.3 Sx - 1.0 Sy + 1.0 Lr
Comb 13:	1.2 D - 0.3 Sx - 1.0 Sy + 1.0 Lr
Comb 14:	0.9 D + 1.0 W
Comb 15:	0.9 D - 1.0 W
Comb 16:	0.9 D + 1.0 Sx + 0.3 Sy
Comb 17:	0.9 D + 1.0 Sx - 0.3 Sy
Comb 18:	0.9 D - 1.0 Sx + 0.3 Sy
Comb 19:	0.9 D - 1.0 Sx - 0.3 Sy
Comb 20:	0.9 D + 0.3 Sx + 1.0 Sy
Comb 21:	0.9 D - 0.3 Sx + 1.0 Sy
Comb 22:	0.9 D + 0.3 Sx - 1.0 Sy
Comb 23:	0.9 D - 0.3 Sx - 1.0 Sy
Comb 24:	ENVOLVENTE DISEÑO

Dónde:

**D:** Carga muerta.

**L:** Carga viva.

**W:** Carga de viento.

**Sx:** Fuerzas sísmicas elásticas en x

**Sy:** Fuerzas sísmicas elásticas en y

$R_o = 1.50$

$\phi_p = 1.0$

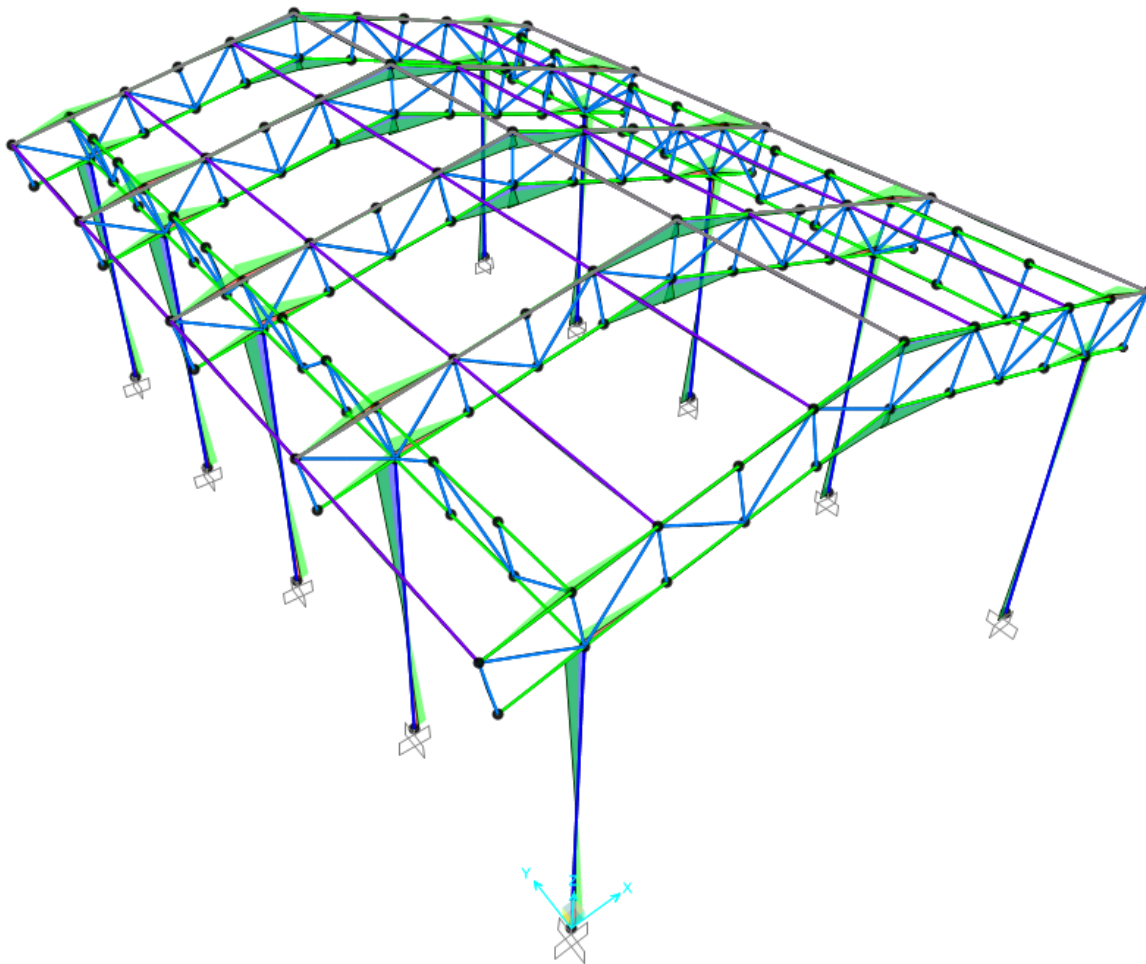
$\phi_a = 1.0$

$\phi_r = 1.0$

$R = 1.50$

## 18.6 RESULTADOS DEL ANALISIS

Una vez ingresados todos los datos de cargas, se procedió a ejecutar el análisis en el programa SAP 2000. Dada la característica de la armadura la cual consta de elementos rectos conectados en los nudos, y también por el hecho de que las correas están ubicadas en cada uno de los montantes verticales, las cargas actuantes serán puntuales en los nudos; como resultado las únicas fuerzas que actúan sobre los elementos son de tensión y compresión.

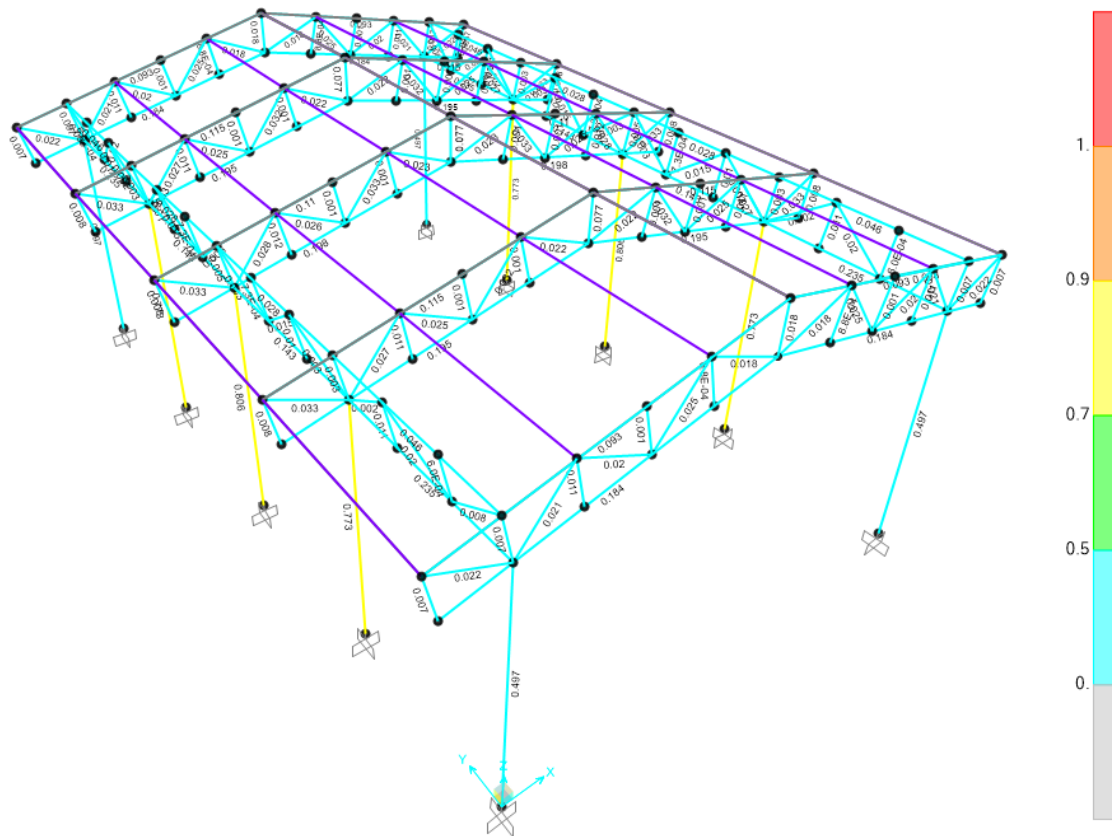


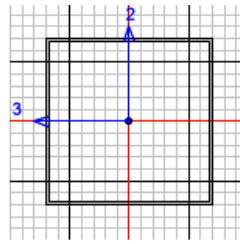
**Fuerzas de tensión y compresión sobre la estructura**



## 19 DISEÑO ESTRUCTURAL AISC 360-10

Steel P-M Interaction Ratios (AISC 360-10)




 Units 

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : KN, m, C

Frame : 30 X Mid: 0. Combo: DISEÑO Design Type: Column  
Length: 2.229 Y Mid: 1.65 Shape: Perfil 100x100x2 Frame Type: OMF  
Loc : 0. Z Mid: 1.115 Class: Slender Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis  
D/C Limit=1. 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
AlphaPr/Py=0.01 AlphaPr/Pe=0.005 Tau\_b=1. EA factor=0.8 EI factor=0.8  
Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

SDC: D I=1. Rho=1. Sds=0.5  
R=1.5 Omega0=1.5 Cd=5.5  
PhiB=0.9 PhiC=0.9 PhiTY=0.9 PhiTF=0.75  
PhiS=0.9 PhiS-RI=1. PhiST=0.9

A=7.840E-04 I33=1.255E-06 r33=0.04 S33=2.511E-05 Av3=4.000E-04  
J=1.882E-06 I22=1.255E-06 r22=0.04 S22=2.511E-05 Av2=4.000E-04  
E=200000000. Fy=345000. Ry=1.3 z33=2.882E-05  
RLLF=1. Fu=425000. z22=2.882E-05

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo DISEÑO)

(ASCE 12.4.3.2(5):  $(1.2+0.2 \cdot Sds) \cdot D + 1.0 \cdot L + Omega0 \cdot Qe$ )

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.	-2.619	-0.034	-9.226E-04	0.	0.	8.966E-04

PMI DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-la)

D/C Ratio:  $0.773 = 0.773 + 0. + 0.$   
 $= (Pr/Pc) + (8/9) (Mr33/Mc33) + (8/9) (Mr22/Mc22)$

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-la)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1.	1.	1.	1.	1.	0.495
Minor Bending	1.	1.	1.	1.	1.	0.538

	Ltltb	Kltb	Cb
LTB	1.	1.	2.55

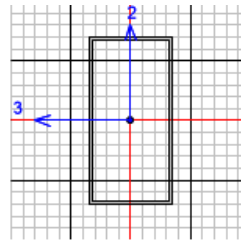
	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-123.508	159.739	243.432

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	phi*Mn No LTB	phi*Mn Cb=1
Major Moment	0.	6.514	6.514	8.947
Minor Moment	0.	6.514		

	Tu Moment	Tn Capacity	phi*Tn Capacity
Torsion	0.	7.946	7.151

SHEAR CHECK

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major Shear	0.1	70.049	0.001	OK
Minor Shear	0.004	70.049	5.982E-05	OK



Units | kN, m, C |

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : KN, m, C

Frame : 2E1 X Mid: 0.755 Combo: DSTL23 Design Type: Brace  
Length: 2.551 Y Mid: 0. Shape: Perfil 100x50x2m Frame Type: OMF  
Loc : 2.051 Z Mid: 2.405 Class: Compact Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis  
D/C Limit=1. 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
AlphaPr/Py=0.023 AlphaPr/Pe=0.037 Tau\_b=1. EA factor=0.8 EI factor=0.8  
Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

SDC: D	I=1.	Rho=1.	Sds=0.5
R=1.5	Omega0=1.5	Cd=5.5	
PhiB=0.9	PhiC=0.9	PhiTY=0.9	PhiTF=0.75
PhiS=0.9	PhiS-RI=1.	PhiST=0.9	
A=5.840E-04	I33=0.	r33=0.036	S33=1.550E-05
J=0.	I22=0.	r22=0.021	S22=1.052E-05
E=2000000000.	Fy=345000.	Ry=1.3	z33=1.902E-05
RLLF=1.	Fu=425000.		z22=1.172E-05

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo DSTL23)

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
2.051	-4.555	-0.923	-0.004	-1.418	-0.001	-8.867E-04

PMI DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

D/C Ratio: 0.184 = 0.026 + 0.156 + 0.001  
= (1/2)(Pr/Pr) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	0.216	1.	1.	1.	1.	1.
Minor Bending	0.804	1.	1.	1.	1.	1.

	Lltb	Kltb	Cb
LTB	0.804	1.	2.218

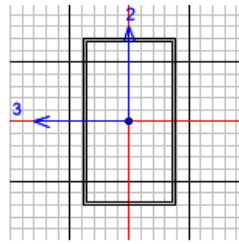
	Pu	phi*Pnc	phi*Pnt
Axial	Force	Capacity	Capacity
	-4.555	86.447	181.332

	Mu	phi*Mn	phi*Mn	phi*Mn
	Moment	Capacity	No LTB	Cb=1
Major Moment	-0.923	5.904	5.904	5.904
Minor Moment	-0.004	3.638		

	Tu	Tn	phi*Tn
	Moment	Capacity	Capacity
Torsion	-8.867E-04	3.889	3.5

SHEAR CHECK

	Vu	phi*Vn	Stress	Status
	Force	Capacity	Ratio	Check
Major Shear	2.061	70.049	0.029	OK
Minor Shear	0.001	32.789	4.167E-05	OK



Units

AISC 360-10 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)  
Units : KN, m, C

Frame : 2E7 X Mid: 1.997 Combo: DISEÑO Design Type: Column  
Length: 0.411 Y Mid: 0. Shape: Perfil 90x50x1.5 Frame Type: OMF  
Loc : 0. Z Mid: 2.9 Class: Non-Compact Princpl Rot: 0. degrees

Provision: LRFD Analysis: Direct Analysis  
D/C Limit=1. 2nd Order: General 2nd Order Reduction: Tau-b Fixed  
AlphaPr/Py=0. AlphaPr/Pe=3E-05 Tau\_b=1. EA factor=0.8 EI factor=0.8  
Ignore Seismic Code? No Ignore Special EQ Load? No D/P Plug Welded? Yes

SDC: D I=1. Rho=1. Sds=0.5  
R=1.5 Omega0=1.5 Cd=5.5  
PhiB=0.9 PhiC=0.9 PhiTY=0.9 PhiTF=0.75  
PhiS=0.9 PhiS-RI=1. PhiST=0.9

A=4.110E-04 I33=0. r33=0.033 S33=1.019E-05 Av3=1.500E-04  
J=0. I22=0. r22=0.021 S22=7.391E-06 Av2=2.700E-04  
E=2000000000. Fy=345000. Ry=1.3 z33=1.231E-05  
RLLF=1. Fu=425000. z22=8.204E-06

HSS Welding: ERW Reduce HSS Thickness? No

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS (Combo DISEÑO)

(ASCE 12.4.3.2(5):  $(1.2+0.2 \cdot Sds) \cdot D + 1.0 \cdot L + \Omega_0 \cdot Q_e$ )

Location	Pu	Mu33	Mu22	Vu2	Vu3	Tu
0.	0.056	0.	0.	0.	0.	0.

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (H1-1b)

D/C Ratio:  $0.018 = 0.018 + 0. + 0.$   
 $= (1/2) (Pr/Pc) + (Mr33/Mc33) + (Mr22/Mc22)$

AXIAL FORCE & BIAXIAL MOMENT DESIGN (H1-1b)

Factor	L	K1	K2	B1	B2	Cm
Major Bending	1.	1.	1.	1.	1.	1.
Minor Bending	1.	1.	1.	1.	1.	1.

	Lltb	Kltb	Cb
LTB	1.	1.	1.

	Pu Force	phi*Pnc Capacity	phi*Pnt Capacity
Axial	-3.599	98.809	127.616

	Mu Moment	phi*Mn Capacity	phi*Mn No LTB	phi*Mn Cb=1
Major Moment	0.	3.397	3.397	3.824
Minor Moment	0.	1.668		

	Tu Moment	Tn Capacity	phi*Tn Capacity
Torsion	0.	2.663	2.397

SHEAR CHECK

	Vu Force	phi*Vn Capacity	Stress Ratio	Status Check
Major Shear	0.	47.786	0.	OK
Minor Shear	0.	25.43	0.	OK

**TABLE: Steel Design 1 - Summary Data - AISC 360-10**

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	ErrMsg	WarnMsg
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	Text	Text
2DD	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.497132	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
2DE	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.497132	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
2E7	Perfil 90x50x1.50mm	Column	No Messages	0.018211	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
2E0	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.093061	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
2E1	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.183799	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
2E2	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007395	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
2E3	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.006552	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
2E4	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.01136	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
2E5	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001219	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
2E6	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.00088	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
2E8	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.093061	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
2E9	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.183799	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
2EA	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007395	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
2EB	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.006552	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
2EC	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.01136	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
2ED	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001219	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
2EE	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.00088	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
2EF	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.017715	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
2F0	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02481	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
2F1	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.020256	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
2F2	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02095	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
2F3	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02236	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
2F4	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.017715	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
2F5	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02481	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
2F6	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.020256	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
2F7	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02095	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
2F8	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02236	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
30	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.773183	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
31	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.773183	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
32	Perfil 90x50x1.50mm	Column	No Messages	0.077123	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
33	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.114922	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
34	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.195191	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
35	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007766	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
36	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003468	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
37	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.011454	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
38	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001108	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
39	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001387	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
40	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.114922	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
41	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.195191	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
42	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007766	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
43	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003468	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
44	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.011454	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
45	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001108	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
46	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001387	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
47	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.021842	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
48	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.031843	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
49	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.025002	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
50	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02682	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
51	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.032624	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
52	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.021842	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
53	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.031843	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
54	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.025002	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
55	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02682	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages

56	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.032624	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
57	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.806126	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
58	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.806126	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
59	Perfil 90x50x1.50mm	Column	No Messages	0.076717	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
60	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.110038	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
61	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.19805	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
62	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007829	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
63	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.004803	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
64	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.011728	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
65	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001135	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
66	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001405	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
67	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.110038	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
68	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.19805	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
69	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007829	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
70	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.004803	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
71	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.011728	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
72	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001135	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
73	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001405	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
74	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.022995	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
75	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.033263	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
76	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.026266	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
77	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.028146	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
78	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.032801	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
79	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.022995	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
80	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.033263	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
81	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.026266	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
82	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.028146	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
83	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.032801	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
84	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.773183	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
85	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.773183	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
86	Perfil 90x50x1.50mm	Column	No Messages	0.077123	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
87	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.114922	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
88	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.195191	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
89	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007766	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
90	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003468	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
91	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.011454	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
92	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001108	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
93	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001387	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
94	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.114922	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
95	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.195191	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
96	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007766	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
97	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003468	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
98	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.011454	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
99	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001108	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
100	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001387	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
101	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.021842	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
102	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.031843	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
103	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.025002	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
104	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02682	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
105	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.032624	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
106	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.021842	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
107	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.031843	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
108	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.025002	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
109	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02682	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
110	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.032624	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
111	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.497132	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages



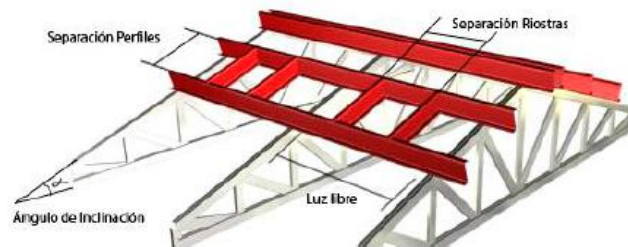
112	Perfil 100x100x2mm	Column	No Messages	0.497132	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
113	Perfil 90x50x1.50mm	Column	No Messages	0.018211	PMM	DISEÑO (Sp)	No Messages	No Messages
114	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.093061	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
115	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.183799	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
116	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007395	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
117	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.006552	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
118	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.01136	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
119	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001219	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
120	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.00088	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
121	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.093061	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
122	Perfil 100x50x2mm	Brace	No Messages	0.183799	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
123	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007395	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
124	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.006552	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
125	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.01136	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
126	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001219	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
127	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.00088	PMM	DISEÑO	No Messages	No Messages
128	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.017715	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
129	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02481	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
130	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.020256	PMM	DSTL7	No Messages	No Messages
131	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02095	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
132	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02236	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
133	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.017715	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
134	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02481	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
135	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.020256	PMM	DSTL8	No Messages	No Messages
136	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02095	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
137	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.02236	PMM	DSTL23	No Messages	No Messages
182	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.235388	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
185	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.04621	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
188	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.143431	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
191	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.02782	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
194	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.143431	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
197	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.02782	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
200	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.235388	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
203	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.04621	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
206	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.235388	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
209	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.04621	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
212	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.143431	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
215	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.02782	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
218	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.143431	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
221	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.02782	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
224	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.04621	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
227	Perfil 100x50x2mm	Beam	No Messages	0.235388	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
230	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007654	PMM	DSTL26	No Messages	No Messages
231	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.0198	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
232	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001648	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
233	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003252	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
234	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.015265	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
235	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003094	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
236	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003094	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
237	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.015265	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
238	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003252	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
239	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001648	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
240	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.0198	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
241	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007654	PMM	DSTL26	No Messages	No Messages
242	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.000597	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
243	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.01098	PMM	DSTL17	No Messages	No Messages



244	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.009913	PMM	DSTL18	No Messages	No Messages
245	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.000728	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
246	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.000728	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
247	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.009913	PMM	DSTL17	No Messages	No Messages
248	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.01098	PMM	DSTL18	No Messages	No Messages
249	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.000597	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
250	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007654	PMM	DSTL26	No Messages	No Messages
251	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.0198	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
252	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001648	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
253	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003252	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
254	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.015265	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
255	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003094	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
260	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003094	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
261	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.015265	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
262	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.003252	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
263	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.001648	PMM	DSTL10	No Messages	No Messages
264	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.0198	PMM	DSTL9	No Messages	No Messages
265	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.007654	PMM	DSTL26	No Messages	No Messages
266	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.000597	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
267	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.01098	PMM	DSTL18	No Messages	No Messages
268	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.009913	PMM	DSTL17	No Messages	No Messages
269	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.000728	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
270	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.000728	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages
271	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.009913	PMM	DSTL18	No Messages	No Messages
272	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.01098	PMM	DSTL17	No Messages	No Messages
273	Perfil 90x50x1.50mm	Brace	No Messages	0.000597	PMM	DSTL24	No Messages	No Messages

## 20 DISEÑO DE CORREAS CUBIERTA

### SISTEMAS DE CUBIERTAS CON PERFILES COLMENA CORREAS CONTINUAS SIMPLEMENTE APOYADAS



Correas en perfil COLMENA  
PC 120x60 x 2.0 mm

#### DATOS BÁSICOS DE LA CUBIERTA

##### PERFIL COLMENA EN ESTUDIO

Cantidad de Vanos =

Vano 1 L=1.65 m Sin riostras intermedias  
Vano 2 L=1.65 m Sin riostras intermedias  
Vano 3 L=1.65 m Sin riostras intermedias  
Vano 4 L=1.65 m Sin riostras intermedias

Apoyo 1 L=0.20 m

Apoyo 2 L=0.20 m

Apoyo 3 L=0.20 m

Apoyo 4 L=0.20 m

Apoyo 5 L=0.20 m

Separación centro a centro de correas

Pendiente de la cubierta

PC 120x60 x 2.0 mm

4

X

0.00

0.00

0.00

Articulación

Articulación

Articulación

Articulación

Articulación

1.20 m

13.00 ° (23.09%)

#### CARGAS POR METRO CUADRADO

CARGA MUERTA

CARGA VIVA

EMPOZAMIENTO

VIENTO PRESIÓN

VIENTO SUCCIÓN

15.00 kg/m<sup>2</sup>

50.00 kg/m<sup>2</sup> -Proyección horizontal-

0.00 kg/m<sup>2</sup> -Proyección horizontal-

49.00 kg/m<sup>2</sup>

17.00 kg/m<sup>2</sup>

#### COMBINACIONES DE CARGA

COMBI. N°	CARGA MUERTA	CARGA VIVA	EMPOZ.	VIENTO PRESIÓN	VIENTO SUCCIÓN
1	1.40	1.00	--	--	--
2	1.20	1.40	--	0.80	--
3	1.20	--	1.60	0.80	--
4	1.20	0.50	--	1.30	--
5	1.20	--	0.40	1.30	--
6	1.20	1.40	--	--	0.80
7	1.20	--	1.60	--	0.80
8	1.20	0.50	--	--	1.30
9	1.20	--	0.40	--	1.30
10	0.90	--	--	--	1.30

**COMPORTAMIENTO CORREAS DIRECCION NORMAL A LA CUBIERTA -VALORES MAXIMOS-**

Vano	M(+) Kg-m	cap. Kg-m	M(-) Kg-m	cap. Kg-m	V Kg	cap. Kg	Def C.V. mm	Def. Perm mm
1	64.47	519.47	0.00	548.33	125.81	3635.73	0.1	6.1
2	64.47	519.47	0.00	548.33	125.81	3635.73	0.1	6.1
3	64.47	519.47	0.00	548.33	125.81	3635.73	0.1	6.1
4	64.47	519.47	0.00	548.33	125.81	3635.73	0.1	6.1

Apoyo	Reacción Kg	Flexión Kg-m	Tipo Arruga	Capacidad Kg	NOTA
1	148.7	12.6	-EOF-	1237.7	
2	289.7	12.6	-IOF-	2122.8	
3	282.1	12.6	-IOF-	2122.8	
4	289.7	12.6	-IOF-	2122.8	
5	148.7	12.6	-EOF-	1237.7	

**COMPORTAMIENTO CORREAS DIRECCION PARALELA A LA CUBIERTA -VALORES MAXIMOS-**

Vano	M(+) Kg-m	cap. Kg-m	M(-) Kg-m	cap. Kg-m	V Kg	cap. Kg	Def C.V. mm	Def. Perm mm
1	10.29	159.50	0.00	280.34	20.08	3231.76	0.1	6.1
2	10.29	159.50	0.00	280.34	20.08	3231.76	0.1	6.1
3	10.29	159.50	0.00	280.34	20.08	3231.76	0.1	6.1
4	10.29	159.50	0.00	280.34	20.08	3231.76	0.1	6.1

Apoyo	Reacción Kg	Flexión Kg-m	Tipo Arruga	Capacidad Kg	NOTA
1	23.7	2.0	-EOF-	1314.6	
2	46.3	2.0	-IOF-	2218.2	
3	45.0	2.0	-IOF-	2218.2	
4	46.3	2.0	-IOF-	2218.2	
5	23.7	2.0	-EOF-	1314.6	

**REACCIONES EN KG**

APOYO	CARGA MUERTA X	CARGA MUERTA Y	CARGA VIVA X	CARGA VIVA Y	EMPOZ. X	EMPOZ. Y	VIENTO PRESIÓN X	VIENTO. PRESIÓN Y	VIENTO SUCCIÓN X	VIENTO SUCCIÓN Y
1	0.00	21.43	0.00	57.00	0.00	0.00	-12.90	55.86	-4.47	19.38
2	0.00	41.76	0.00	111.08	0.00	0.00	-25.13	108.85	-8.72	37.77
3	0.00	40.66	0.00	108.15	0.00	0.00	-24.47	105.99	-8.49	36.77
4	0.00	41.76	0.00	111.08	0.00	0.00	-25.13	108.86	-8.72	37.77
5	0.00	21.43	0.00	57.00	0.00	0.00	-12.90	55.86	-4.47	19.38

**INDICES DE SOBRE ESFUERZO DIRECCION PRINCIPAL**

Flexión	Mu/Mr	0.12	Vano 1	Combinación 2
Flexión y cortante	$(Mu/Mr)^2 + (Vu/Vr)^2$	0.02	Vano 1	Combinación 2

**INDICES DE SOBRE ESFUERZO DIRECCION SECUNDARIA**

Flexión	Mu/Mr	0.06	Vano 1	Combinación 2
Flexión y cortante	$(Mu/Mr)^2 + (Vu/Vr)^2$	0.00	Vano 1	Combinación 2

**INDICES DE SOBRE ESFUERZO AMBAS DIRECCIONES**

Flexión	$(Mu/Mr)_{ppal} + (Mu/Mr)_{sec}$	0.19	Vano 1	Combinación 2
---------	----------------------------------	------	--------	---------------

**LA CORREA SI CUMPLE CON LAS SOLICITACIONES**

## 21 DISEÑO DE CONEXIONES

### Diseño

Nombre	CON1
Descripción	
Análisis	Tensión, deformación/ Cargas en equilibrio
Normativa de cálculo	AISC 360-10 (LRFD) / ACI 318-14

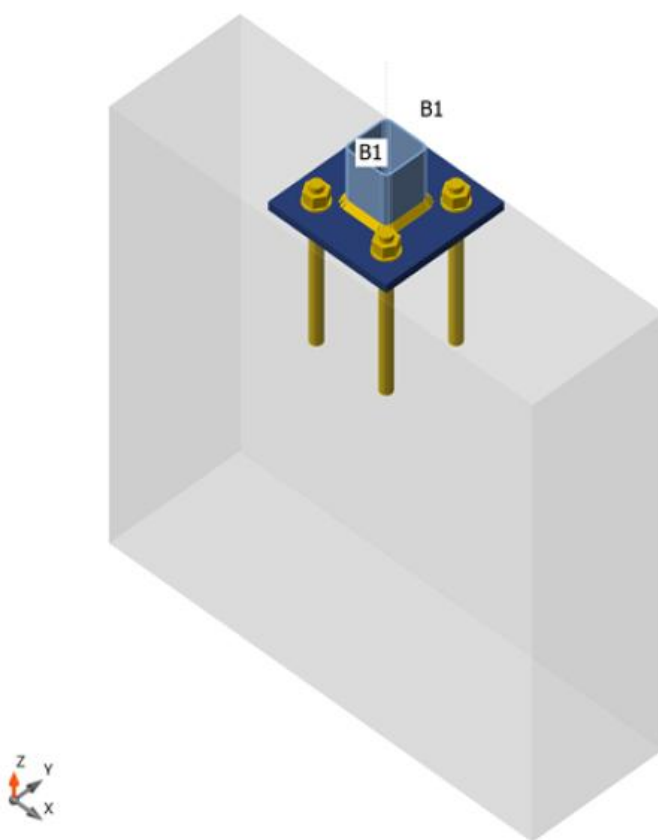
### Elementos

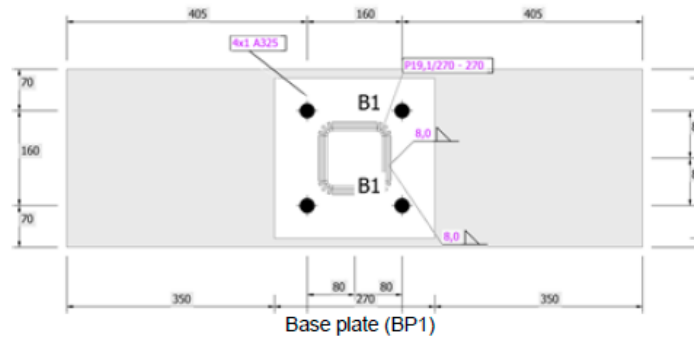
#### Geometría

Nombre	Sección transversal	$\beta$ - Dirección [°]	$\gamma$ - Inclinación [°]	$\alpha$ - Rotación [°]	Desplazamiento $e_x$ [mm]	Desplazamiento $e_y$ [mm]	Desplazamiento $e_z$ [mm]
B1	1 - RHS100x100	0,0	90,0	0,0	0	0	0

#### Apoyos y fuerzas

Nombre	Apoyo	Fuerzas en	X [mm]
B1 / final		Nodo	0





### Secciones

Nombre	Material
1 - RHS100x100	A500. Gr. C

### Anclajes

Nombre	Diámetro [mm]	$f_y$ [MPa]	$f_u$ [MPa]	Área bruta [mm <sup>2</sup> ]
1 A325	25	634,3	827,4	507

### Cargas (Fuerzas en equilibrio)

Nombre	Elemento	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1 / Finalizar	-7,1	0,0	0,0	0,0	6,6	0,0

### Fuerzas Desbalanceadas

Nombre	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	0,0	0,0	-7,1	0,0	6,6	0,0

### Bloque de la cimentación

Ítem	Valor	Unidad
<b>CB 1</b>		
Dimensiones	300 x 970	mm
Profundidad	1000	mm
Anclaje	1 A325	
Longitud del anclaje	300	mm
Transferencia de la fuerza cortante	Anclajes	

## Verificación

### Resumen

Nombre	Valor	Estado de la verificación
Análisis	100,0%	OK
Placas	0,0 < 5,0%	OK
Deformación loc.	0,0 < 3%	OK
Anclajes	97,4 < 100%	OK
Soldaduras	61,3 < 100%	OK
Bloque de hormigón	8,3 < 100%	OK
Pandeo	No calculado	

**Placas**

Nombre	Material	$t_p$ [mm]	Cargas	$\sigma_{Ed}$ [MPa]	$\epsilon_{pl}$ [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Estado
B1	A500. Gr. C	4,0	LE1	292,9	0,0	0,0	OK
BP1	A36	19,1	LE1	110,5	0,0	0,0	OK

**Datos de diseño**

Material	$F_y$ [MPa]	$\epsilon_{lim}$ [%]
A500. Gr. C	344,7	5,0
A36	248,2	5,0

**Explicación del símbolo**

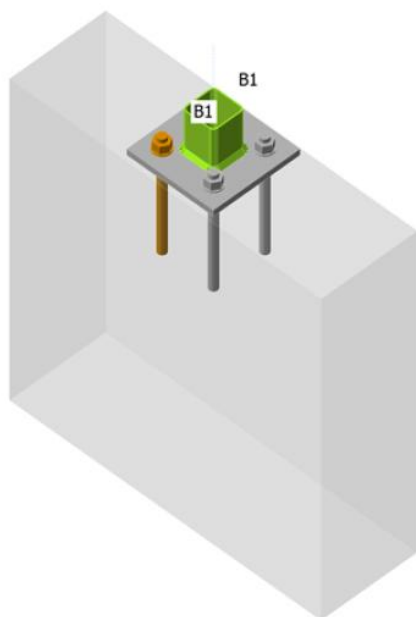
$t_p$	Espesor de placa
$\sigma_{Ed}$	Tensión equivalente
$\epsilon_{pl}$	Deformación plástica
$\sigma_{c,Ed}$	Tensiones de Contacto
$F_y$	Límite elástico
$\epsilon_{lim}$	Límite de la deformación plástica

**Deformación loc.**

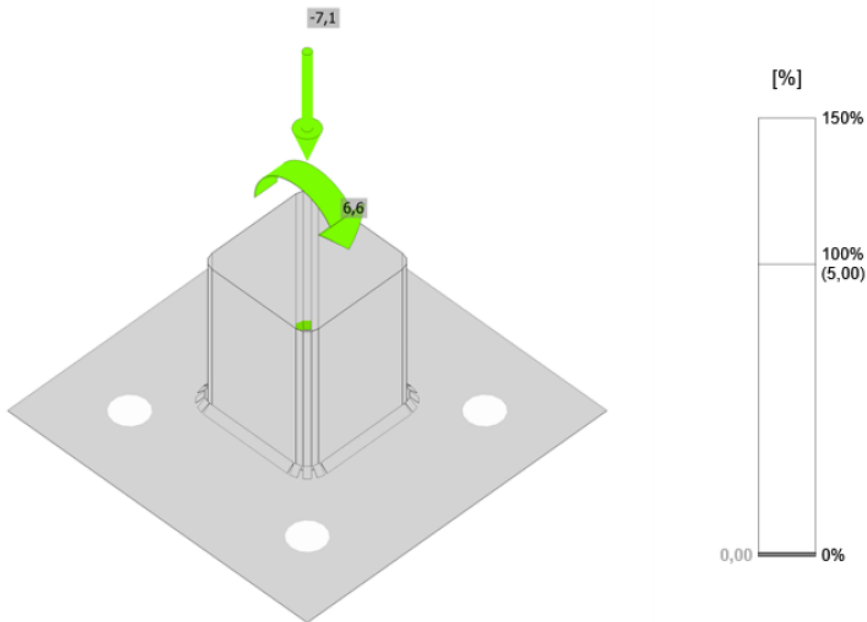
Nombre	$d_0$ [mm]	Cargas	$\delta$ [mm]	$\delta_{lim}$ [mm]	$\delta/d_0$ [%]	Estado de la verificación
B1	100	LE1	0	3	0,0	OK

**Explicación del símbolo**

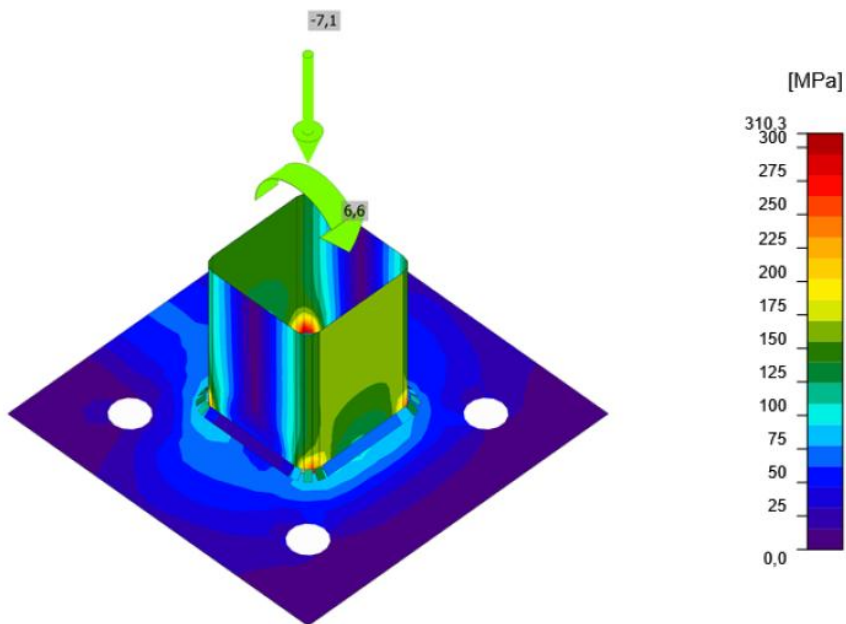
$d_0$	Tamaño de la sección
$\delta$	Deformación local de la sección
$\delta_{lim}$	Deformación permitida



Verificación general, LE1



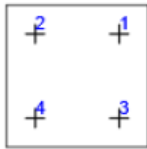
Verificación de deformación, LE1



Tensión equivalente, LE1



### Anclajes

Forma	Ítem	Cargas	$N_f$ [kN]	$V$ [kN]	$\phi N_{cbg}$ [kN]	$\phi V_{cbg}$ [kN]	$\phi V_{cp}$ [kN]	$U_t$ [%]	$U_s$ [%]	$U_{ts}$ [%]	Detallado	Estado
	A1	LE1	22,1	0,1	45,4	0,0	100,9	97,4	0,1	95,7	Aceptar	OK
	A2	LE1	22,1	0,2	45,4	0,0	100,9	97,4	0,1	95,7	Aceptar	OK
	A3	LE1	0,0	0,1	0,0	0,0	100,9	0,0	0,0	0,0	Aceptar	OK
	A4	LE1	0,0	0,1	0,0	0,0	100,9	0,0	0,0	0,0	Aceptar	OK

### Datos de diseño

Calidad	$\phi N_{sa}$ [kN]	$\phi V_{sa}$ [kN]
1 A325 - 1	226,4	126,2

### Explicación del símbolo

$N_f$	Fuerza de tracción
$V$	Resultante de fuerzas cortantes en pernos Vy y Vz en planos de cortantes
$\phi N_{cbg}$	Resistencia al arrancamiento del cono de hormigón a tracción - ACI 318-14 – 17.4.2
$\phi V_{cbg}$	Resistencia al arrancamiento del cono de hormigón a cortante - ACI 318-14 – 17.5.2
$\phi V_{cp}$	Resistencia al desprendimiento del hormigón por cabeceo del anclaje a cortante - ACI 318-14 – 17.5.3
$U_t$	Utilización a tracción
$U_s$	Utilización a cortante
$U_{ts}$	Utilización a tensión y cortante
$\phi N_{sa}$	Resistencia del acero del anclaje a tracción - ACI 318-14 – 17.4.1
$\phi V_{sa}$	Resistencia del acero del anclaje a cortante - ACI 318-14 – 17.5.1

### Soldaduras

Ítem	Borde	Xu	$t_w$ [mm]	w [mm]	L [mm]	$L_c$ [mm]	Cargas	$F_n$ [kN]	$\phi R_n$ [kN]	$U_t$ [%]	$U_c$ [%]	Detallado	Estado
BP1	B1	E70xx	▲ 8,0	▲ 11,3	364	5	LE1	5,7	9,2	61,3	39,9	Aceptar	OK

### Datos de diseño


Material	$F_{exx}$ [MPa]
E70xx	482,6

### Bloque de hormigón

Ítem	Cargas	$A_1$ [mm <sup>2</sup> ]	$A_2$ [mm <sup>2</sup> ]	$\sigma$ [MPa]	$\phi f_{p,max}$ [MPa]	$U_t$ [%]	Estado
CB 1	LE1	31816	54077	1,6	19,9	8,3	OK

### Explicación del símbolo


$A_1$	Área cargada
$A_2$	Área de soporte
$\sigma$	Tensión media en el hormigón
$\phi f_{p,max}$	Resistencia del apoyo de hormigón
$U_t$	Utilización

	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

## 22 RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

- Todo el equipo para transporte mezclado del concreto debe de estar limpio
- Todos los residuos se deben de retirar del lugar que va a ocupar el concreto.
- La parte interna de las formaletas debe de estar protegida.
- Refuerzo libre de grasa o cualquier otra sustancia no metálica que impida la adherencia con el concreto.
- Las juntas de construcción deben de limpiarse removiendo la lechada y agua estancada y humedecer antes de la otra fundida.
- El tiempo de mezclado debe de ser el suficiente para producir una mezcla homogénea sin llegar a producir segregación tiempo aprox., recomendado 1 min. y medio luego que todos los componentes estén dentro de la mezcladora a menos que con un tiempo inferior se llegue a la homogeneidad de la mezcla.
- Para evitar la segregación debida al exceso de manipulación de la mezcla esta se debe de realizar cerca del sitio de fundición.
- La velocidad de colocación debe de ser tal que el concreto se encuentra en estado plástico permitiéndole fluir entre las barras de refuerzo.
- No se debe de colocar el concreto que una vez mezclado se le adicione agua ni aquel que se someta a una nueva mezcla luego de su fraguado inicial. Excepto el visto bueno del supervisor.
- Una vez iniciado el proceso de fundición este debe culminarse hasta las juntas de construcción definidas en los planos o de acuerdo los requisitos de la NSR-10.
- El concreto exceptuando el de alta resistencia a temprana edad debe de mantenerse a una temperatura mayor a los 10° y húmedo para permitir su hidratación por lo menos durante los 7 primeros días contados a partir de su vaciado.
- Se debe cumplir estrictamente con los recubrimientos mínimos y con la altura útil "d" de la sección de cálculo.
- El agregado grueso debe de ser del mayor tamaño posible iniciando con un tamaño de 25 cm. sin que se exceda 1/5 de la menor dimensión entre caras de las formaletas o 1/3 del espesor de las losas o 3/4 de la separación libre mínima entre barras de refuerzo.
- En el diseño de la mezcla se debe de tener en cuenta las exigencias de la NSR-10 con respecto a la relación Agua/ cemento para este tipo de estructuras.
- Se deben de toma al menos dos cilindros no menos de una vez por día ni menos de una vez por cada 40 m<sup>3</sup> o una vez por cada 200 m<sup>2</sup> de muro o losa.



	INGENIERIA DE ESTRUCTURAS SISMO RESISTENTES	Elaborado 22/09/2025
	ANALISIS ESTRUCTURAL	Actualizado 22/09/2025

- Si la estructura se construye en más de una etapa, se recomienda dejar una “mocheta” a nivel de cimentación de mínimo 80 cm de longitud para poder realizar los empalmes necesarios entre estructuras.

Cordialmente,



**LUIS FERNANDO GARCIA ORTIZ**

Ingeniero Civil – Consultor

Especialista en Estructuras – UNal.

MSc, en Estructuras – A.I.U

Especialista en Gerencia de Proyectos de Construcción e Infraestructura – U. Rosario

M.P. 25202-198466 de Cundinamarca

