PROYECTO DE INVERSIÓN
"CONSTRUCCIÓN ETAPA I DE LA INFRAESTRUCTURA FÍSICA ESENCIAL PARA LA HABILITACIÓN DE ÁREAS DE FORMACIÓN EDUCATIVA DEL CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA"

REQUISITOS GENERALES

COMPONENTE 1.1.7
ESTUDIOS Y DISEÑOS ESTRUCTURALES

GOBERNACIÓN DE ARAUCA – SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
Calle 20 Carrera 21 Esquina, Telefax 8851946; Código Postal 810001
Arauca-Arauca (Colombia). E-mail: sac@sedarauca.edu.co

NIT. 800102838 - 5

ESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS

SECTOR VIA ACCESO PRINCIPAL

CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL COMPLEJO "PARQUE DE LA VIDA"

COMPONENTE 1.1.7 – ESTUDIOS Y DISEÑOS ESTRUCTURALES

JORGE ALBERTO MOLINA MOJICA
INGENIERO CIVIL - ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
M.P. No. 68202-198968

CONTRATO DE CONSULTORIA No. 266 DE 2025
CONTRATISTA: CONSORCIO CAMPUS UNIVERSITARIO
R. EDWIN YESID SANCHEZ BERRIOS

CONTRATO DE INTERVENTORIA No. 289 DE 2025
CONTRATISTA: CONSORCIO INTERDISEÑOS
R. RENAN LÓPEZ MORENO

ARAUCA
NOVIEMBRE 2025

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN 6
1 OBJETIVO 7
1.1 OBJETIVO GENERAL 7
1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 7
2 LOCALIZACIÓN 8
3 DESARROLLO DOCUMENTAL 8
4 MEMORIAS DE CALCULO ESTRUCTURAL POZOS 9
4.1 POZOS DE INSPECCIÓN MENORES A 1.45m 9
4.1.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 9
4.1.2 AYUDAS DE DISEÑO 9
4.1.3 DEFINICIÓN DE CARGAS 9
4.1.4 ASIGNACIÓN DE CARGAS 10
4.1.5 DESARROLLO DEL DISEÑO 11
4.2 POZOS DE INSPECCIÓN MENORES A 3.0m 15
4.2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 15
4.2.2 AYUDAS DE DISEÑO 16
4.2.3 DEFINICIÓN DE CARGAS 16
4.2.4 ASIGNACIÓN DE CARGAS 17
4.2.5 DESARROLLO DEL DISEÑO 18
4.3 POZOS DE INSPECCIÓN MENORES A 5.0m 22
4.3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 22
4.3.2 AYUDAS DE DISEÑO 23
4.3.3 DEFINICIÓN DE CARGAS 23
4.3.4 ASIGNACIÓN DE CARGAS 24
4.3.5 DESARROLLO DEL DISEÑO 25
5 RESULTADOS 29
5.1 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE POZOS MENORES 1.45m 30
5.1.1 MOMENTO X 30
5.1.2 MOMENTO Y 30

5.1.3 CORTANTE X 31
5.1.4 CORTANTE Y 31
5.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE POZOS MENORES 3.00m 34
5.2.1 MOMENTO X 34
5.2.2 MOMENTO Y 34
5.2.3 CORTANTE X 35
5.2.4 CORTANTE Y 35
5.3 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE POZOS MENORES 5.00m 38
5.3.1 MOMENTO X 38
5.3.2 MOMENTO Y 38
5.3.3 CORTANTE X 39
5.3.4 CORTANTE Y 39
6 MEMORIAS DE CALCULO ESTRUCTURA SUMIDERO LATERAL 42
6.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 42
6.1.1 AYUDAS DE DISEÑO 42
6.1.2 DEFINICIÓN DE CARGAS 42
6.1.3 ASIGNACIÓN DE CARGAS 43
7 DESARROLLO DEL DISEÑO 45
7.1 DATOS DE ENTRADA AL SOFTWARE 45
7.2 RESULTADOS 48
7.2.1 MOMENTO X MUROS 48
7.2.2 MOMENTO Y MUROS 49
7.2.3 CORTANTE X MUROS 49
7.2.4 CORTANTE Y MUROS 50
7.2.5 MOMENTO X LOSA FONDO 50
7.2.6 MOMENTO Y LOSA FONDO 51
7.2.7 CORTANTE X LOSA FONDO 51
7.2.8 CORTANTE Y LOSA FONDO 52
8 MEMORIAS DE CALCULO ESTRUCTURA VERTEDERO 55
8.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 55

8.1.1 AYUDAS DE DISEÑO 55
8.1.2 DEFINICIÓN DE CARGAS 55
8.1.3 ASIGNACIÓN DE CARGAS 56
9 DESARROLLO DEL DISEÑO 57
9.1 DATOS DE ENTRADA AL SOFTWARE 57
10 RESULTADOS 61
10.1.1 MOMENTO X 62
10.1.2 MOMENTO Y 62
10.1.3 CORTANTE X 63
10.1.4 CORTANTE Y 63
11 MEMORIAS DE CALCULO ESTRUCTURA TANQUE EBAR 66
11.1 PARÁMETROS DE DISEÑO 66
11.1.1 AYUDAS DE DISEÑO 66
11.1.2 DEFINICIÓN DE CARGAS 66
11.1.3 ASIGNACIÓN DE CARGAS 81
12 DESARROLLO DEL DISEÑO 83
12.1 DATOS DE ENTRADA AL SOFTWARE 83
13 RESULTADOS 87
13.1 MOMENTO X MUROS 87
13.2 MOMENTO Y MUROS 88
13.3 CORTANTE X MUROS 88
13.4 CORTANTE Y MUROS 89
13.5 MOMENTO X LOSA FONDO 89
13.6 MOMENTO Y LOSA FONDO 90
13.7 CORTANTE X LOSA FONDO 90
13.8 CORTANTE Y LOSA FONDO 91
14 DISEÑO BOX CULVERT 1.50x1.50M CON 0.00M DE RELLENO 94
14.1 DISEÑO CABEZALES Hmax=2.50m 112
14.2 DISEÑO CABEZALES Hmax=3.50m 120
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 128

INTRODUCCIÓN

El CONSORCIO CAMPUS UNIVERSITARIO contratista del contrato de consultoria No. 266 de 2025 adelanta los estudios y diseños de arquitectura e ingeniería detalle para la construcción de un Campus Universitario en el municipio de Saravena, departamento de Arauca. Se presenta el siguiente informe con el diseño de las estructuras hidráulicas del sistema de conexión a la red de servicios públicos principales del campus como son acueducto y alcantarillado de acuerdo a la Geometría, Topografía y a los Estudios de Suelos adelantados por los proyectistas participantes del mismo.

Los Diseños Estructurales realizados se adelantaron cumpliendo con las normas Nacionales (NSR-10) e Internacionales (ACI-318) para este tipo de estructuras y teniendo en cuenta la escogencia de la mejor tecnología, que se ajuste a las necesidades.

1 OBJETIVO

1.1 OBJETIVO GENERAL

Realizar los diseños estructurales en el cumplimento del Título C.23 de la NSR-10 de los elementos que conforman las acometidas de las redes de servicios públicos necesarias para el funcionamiento del campus universitario objeto de estudios y diseños por el contrato de consultoría No. 266 de 2025.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Definir las cargas necesarias para el diseño de las estructuras objeto del presente estudio.
- Caracterizar los materiales que serán utilizados para el correcto funcionamiento de las estructuras objeto del presente estudio.
- Analizar los resultados y determinar el refuerzo las estructuras objeto del presente estudio.

2 LOCALIZACIÓN

El área de estudio se encuentra en inmediaciones del municipio de Saravena, departamento de Arauca, específicamente en el predio denominado "Parque de la Vida", ubicado en la vereda Las Vegas, dentro del cual en la parte norte del mismo se implanta el campus universitario.

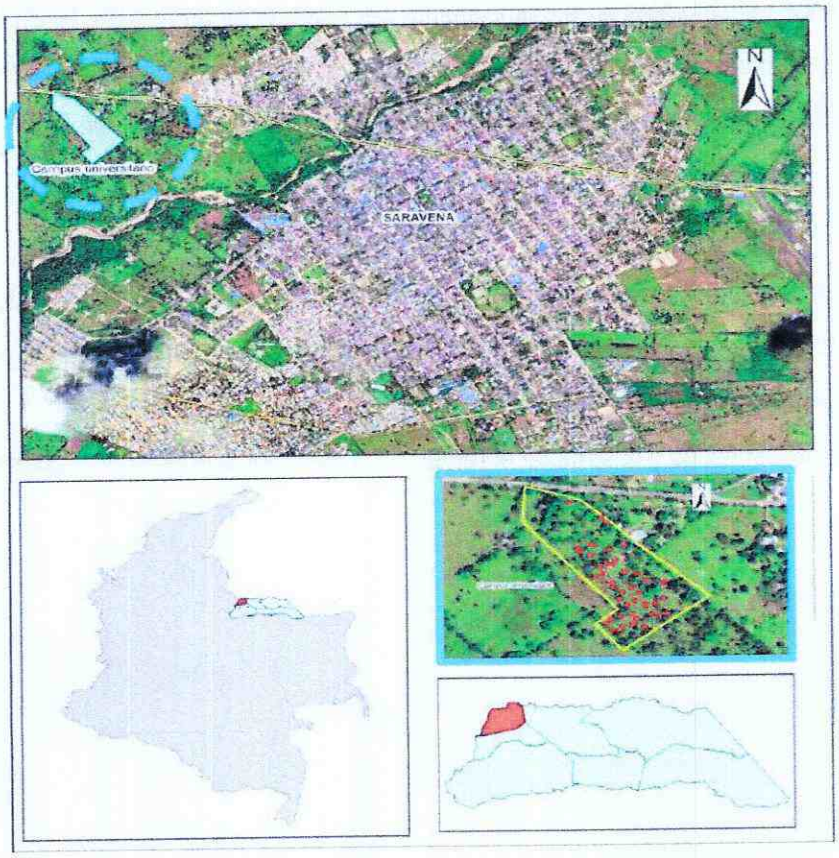


Ilustración 1 Localización área de estudio

3 DESARROLLO DOCUMENTAL

El reglamento colombiano sismo resistente NSR-10, en su Título C, capitulo C.23, indica los requisitos aplicables para las estructuras de ingeniería ambiental de concreto. Dentro del alcance del presente estudio se contará con un diseño tal que controle el agrietamiento y fisuración, para impedir el flujo de líquidos entre

el interior del tanque y su exterior. A su vez, el diseño proveerá la máxima resistencia a los elementos estructurales, al ataque químico de los fluidos y/o líquidos contenidos.

4 MEMORIAS DE CALCULO ESTRUCTURAL POZOS

4.1 POZOS DE INSPECCIÓN MENORES A 1.45m

4.1.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los diseños se realizaron teniendo en cuenta las normativas NSR-10 y ACI-318.

Materiales:

- Concreto: 28Mpa
- Acero de Refuerzo: 420Mpa

Secciones:

- Muros: 26 cm
- Losa: 26 cm

4.1.2 AYUDAS DE DISEÑO

El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo.

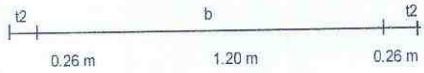
El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

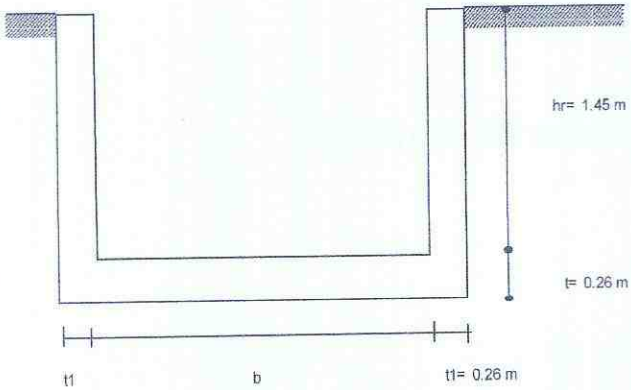
4.1.3 DEFINICIÓN DE CARGAS

En el análisis de cargas se consideraron los valores más críticos obtenidos durante la exploración del subsuelo, específicamente en lo referente al peso específico y al ángulo de fricción interna. Se adoptaron los valores reportados en los ensayos, con el fin de modelar las condiciones más desfavorables posibles para el terreno.

ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL POZO PROFUNDO

DIMENSIONES





TERRENO

Capacidad portante:
qa = **2.30 Kgf/cm2**
Peso suelo:
ys = 1877.0 Kgf/m3
Angulo de, fricción interna:
Φ = **30.0 °** 0.5236 rad
Coef. fricción suelo-concreto:
Tan Φ = 0.58
Inclinación del terraplen:
ß = **0.0 °** 0.0000 rad

Coeficiente de presión activa (Ka)

$$Ka = \cos ß * \frac{\cos ß - (\cos ß^2 - \cos ¢^2)^{1/2}}{\cos ß + (\cos ß^2 - \cos ¢^2)^{1/2}} = 0.33$$

Coeficiente de presión pasiva (Kp)

$$Kp = \frac{1+\operatorname{sen}¢}{1-\operatorname{sin}¢} = 3.00$$

Sobrecarga Qs= 1126.20 Kgf/m2

ESPECIFICACION DE MATERIALES

Concreto :
f'c = 280 kg/cm2

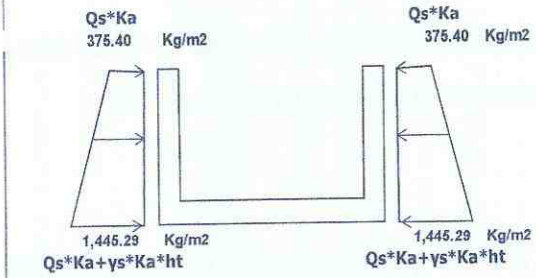
Acero :
fy= 4200 kg/cm2
fyv= 4200 kg/cm2
Rec= 7.5 cm
Pmin= 0.0018

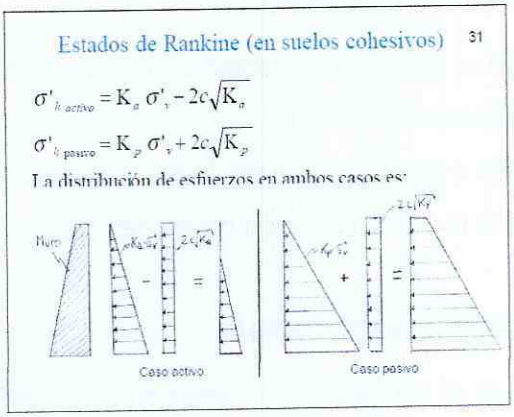
ESPESOR DEL MURO Y LA LOSA DE FONDO

Espesor de los muros
t1= 0.26 m
t2 = 0.26 m

Espesor de la losa de fondo
t = 0.26 m

CARGAS
Empuje activo del relleno





4.1.4 ASIGNACIÓN DE CARGAS

EMPUJE

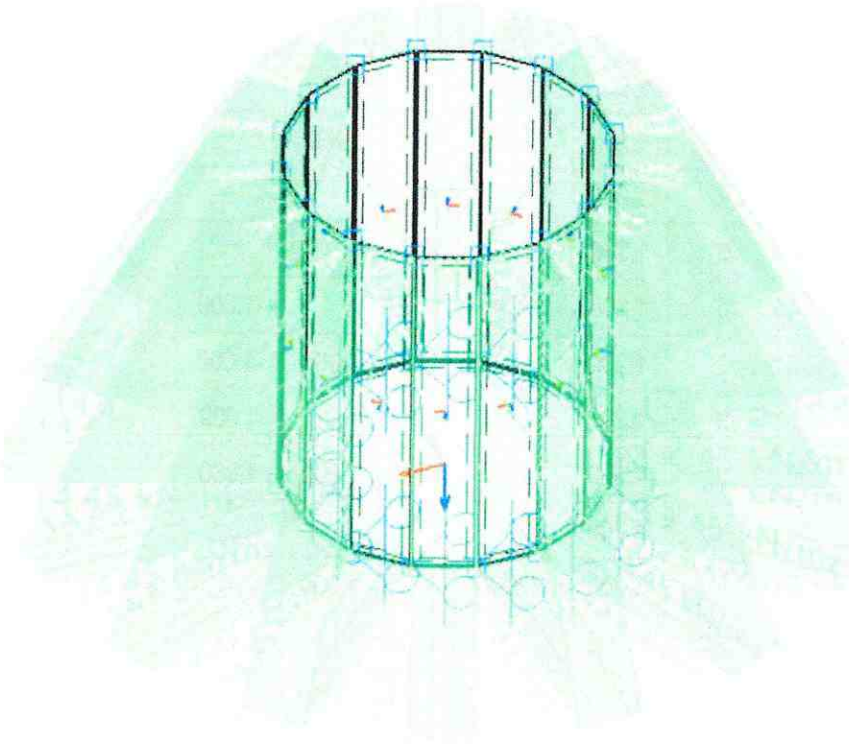


Ilustración 2 Asignación carga de empuje

4.1.5 DESARROLLO DEL DISEÑO

4.1.5.1 DATOS DE ENTRADA AL SOFTWARE

Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

  PP Peso propio
  D Carga muerta
  H Empuje terreno
  L Empuje agua
  E (X) E (X)
  E (Y) E (Y)

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**

- **Desplazamientos**

Comb.	PP	D	H	L	E (X)	E (Y)
1	1.400	1.400				
2	1.200	1.200				
3	1.200	1.200		1.600		
4	1.200	1.200	1.600			
5	1.200	1.200	1.600	1.600		
6	1.200	1.200			-1.000	
7	1.200	1.200		1.000	-1.000	
8	1.200	1.200			1.000	
9	1.200	1.200		1.000	1.000	
10	1.200	1.200				-1.000
11	1.200	1.200		1.000		-1.000
12	1.200	1.200				1.000
13	1.200	1.200		1.000		1.000
14	0.900	0.900				
15	0.900	0.900	1.600			
16	0.900	0.900			-1.000	
17	0.900	0.900	1.600		-1.000	
18	0.900	0.900			1.000	
19	0.900	0.900	1.600		1.000	
20	0.900	0.900				-1.000
21	0.900	0.900	1.600			-1.000
22	0.900	0.900				1.000
23	0.900	0.900	1.600			1.000

Sismo

Se ha tenido en cuenta la acción del sismo mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis: 'E (X)' y 'E (Y)'.

ESTRUCTURA

Geometría

Nudos

Nudos														
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior										Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D_x	D_y	D_z	q_x	q_y	q_z	Dependencias	Ux	Uy	Uz	
N1	-0.674	-0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N2	-0.730	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N3	-0.674	0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N4	-0.516	0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N5	-0.279	0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N6	0.000	0.730	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N7	0.279	0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N8	0.516	0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N9	0.674	0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N10	0.730	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N11	0.674	-0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N12	0.516	-0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N13	0.279	-0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N14	0.000	-0.730	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N15	-0.279	-0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N16	-0.516	-0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N17	0.000	0.730	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.279	0.674	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	0.516	0.516	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	0.674	0.279	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	0.730	0.000	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	0.674	-0.279	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.516	-0.516	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	0.279	-0.674	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	0.000	-0.730	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	-0.279	-0.674	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	-0.516	-0.516	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	-0.674	-0.279	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	-0.730	0.000	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	-0.674	0.279	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Nudos														
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior										Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D_x	D_y	D_z	q_x	q_y	q_z	Dependencias	Ux	Uy	Uz	
N31	-0.516	0.516	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	-0.279	0.674	1.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Láminas

Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	□	G (MPa)	□t (m/m°C)	□ (kN/m³)
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=280	24885.52	0.200	10368.97	0.000010	24.53

Notación:
E: Módulo de elasticidad
□: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
□t: Coeficiente de dilatación
□: Peso específico

Descripción

Descripción							
Material		Lámina	Nudos	Espesor (mm)	Área (m²)	Módulo de balasto (kN/m³)	Vinc. interior
Tipo	Designación						
Hormigón	f'c=280	L1	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13, N14, N15 y N16	260.00	1.631	97923.85	Todas empotradas
		L2	N17, N18, N7 y N6	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L3	N18, N19, N8 y N7	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L4	N19, N20, N9 y N8	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L5	N20, N21, N10 y N9	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L6	N21, N22, N11 y N10	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L7	N22, N23, N12 y N11	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L8	N23, N24, N13 y N12	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L9	N24, N25, N14 y N13	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L10	N25, N26, N15 y N14	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L11	N26, N27, N16 y N15	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L12	N27, N28, N1 y N16	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L13	N28, N29, N2 y N1	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas

Descripción							
Material		Lámina	Nudos	Espesor (mm)	Área (m²)	Módulo de balasto (kN/m³)	Vinc. interior
Tipo	Designación						
		L14	N29, N30, N3 y N2	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L15	N30, N31, N4 y N3	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L16	N31, N32, N5 y N4	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas
		L17	N32, N17, N6 y N5	260.00	0.413	97923.85	Todas empotradas

Notación:
Módulo de balasto: Módulo de balasto en Z local

Cargas

Láminas

Cargas en láminas								
Lámina	Hipótesis	Tipo	Valores		Dirección			
			P1	P2	Ejes	X	Y	Z
L2	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L3	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L4	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L5	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L6	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L7	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L8	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L9	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L10	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L11	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L12	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L13	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L14	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L15	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L16	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000
L17	H	Variable en eje y local	3.75	14.45	Locales	0.000	0.000	-1.000

4.2 POZOS DE INSPECCIÓN MENORES A 3.0m

4.2.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los diseños se realizaron teniendo en cuenta las normativas NSR-10 y ACI-318.

Materiales:

- Concreto: 28Mpa
- Acero de Refuerzo: 420Mpa

Secciones:

- Muros: 26 cm
- Losa: 26 cm

4.2.2 AYUDAS DE DISEÑO

El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo.

El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

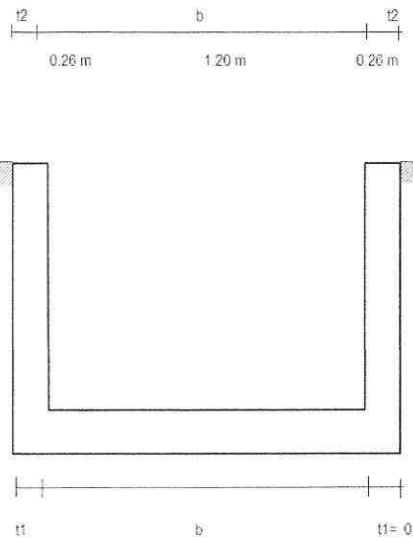
4.2.3 DEFINICIÓN DE CARGAS

En el análisis de cargas se consideraron los valores más críticos obtenidos durante la exploración del subsuelo, específicamente en lo referente al peso específico y al ángulo de fricción interna.

Se adoptaron los valores reportados en los ensayos, con el fin de modelar las condiciones más desfavorables posibles para el terreno.

ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL POZO PROFUNDO

DIMENSIONES



TERRENO

Capacidad portante:
qa = **2.30 Kgf/cm2**
Peso suelo:
ys = 1877.0 Kgf/m3
Angulo de. fricción interna
Φ = **30.0 °** 0.5236 rad
Coef. fricción suelo-concreto:
Tan Φ = 0.58
Inclinación del terraplen:
ß = **0.0 °** 0.0000 rad
Coeficiente de presión activa (Ka)

$$Ka = \cos ß * \frac{\cos ß - (\cos ß^2 - \cos \phi^2)^{(1/2)}}{\cos ß + (\cos ß^2 - \cos \phi^2)^{(1/2)}} = \mathbf{0.33}$$

Coeficiente de presión pasiva (Kp)

$$Kp = \frac{1+\operatorname{sen}\phi}{1-\operatorname{sen}\phi} = \mathbf{3.00}$$

Sobrecarga Qs= 1126.20 Kgf/m2

ESPESOR DEL MURO Y LA LOSA DE FONDO

Espesor de los muros
t1= 0.26 m
t2 = 0.26 m

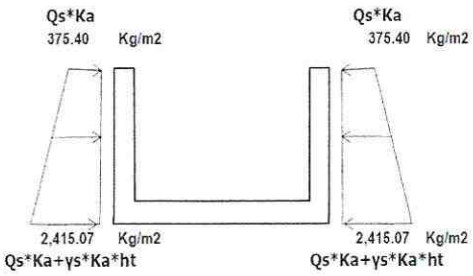
Espesor de la losa de fondo
t = 0.26 m

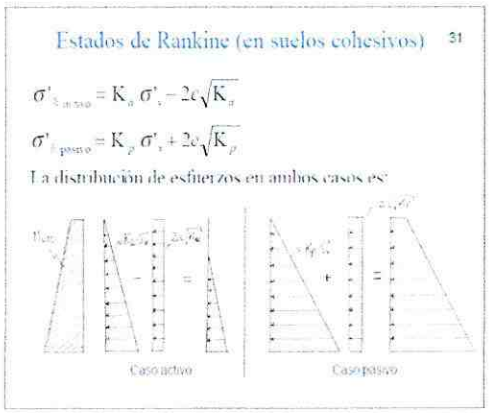
ESPECIFICACION DE MATERIALES

Concreto
f'c = 280 kg/cm2

Acero :
fy= 4200 kg/cm2
fyv= 4200 kg/cm2
Rec= 7.5 cm
Pmín= 0.0018

CARGAS
Empuje activo del relleno





4.2.4 ASIGNACIÓN DE CARGAS

EMPUJE

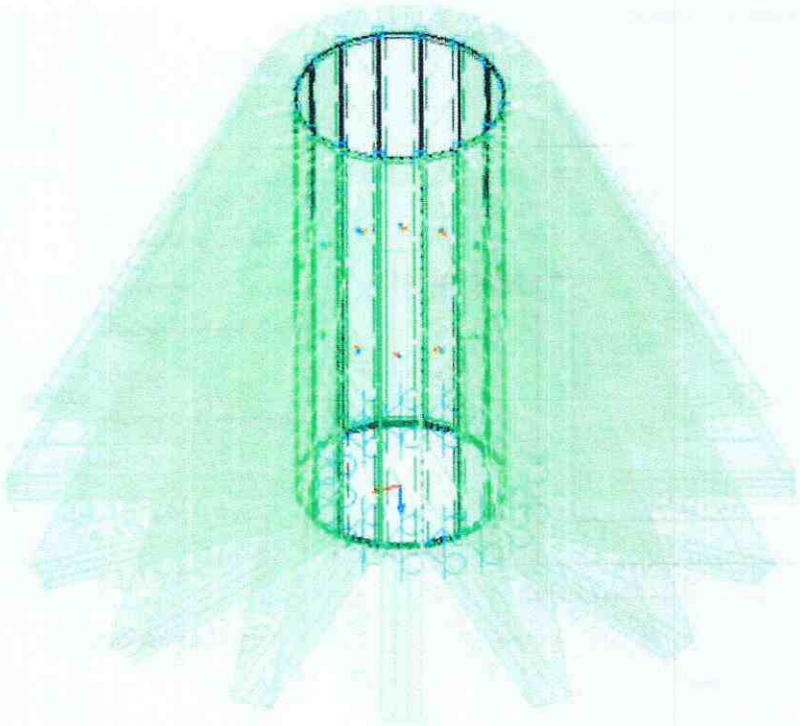


Ilustración 3 Asignación carga de empuje

4.2.5 DESARROLLO DEL DISEÑO

5.1.5.1 DATOS DE ENTRADA AL SOFTWARE

Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

  PP Peso propio
  D Carga muerta
  H Empuje terreno
  L Empuje agua
  E (X) E (X)
  E (Y) E (Y)

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**

- **Desplazamientos**

Comb.	PP	D	H	L	E (X)	E (Y)
1	1.400	1.400				
2	1.200	1.200				
3	1.200	1.200		1.600		
4	1.200	1.200	1.600			
5	1.200	1.200	1.600	1.600		
6	1.200	1.200			-1.000	
7	1.200	1.200		1.000	-1.000	
8	1.200	1.200			1.000	
9	1.200	1.200		1.000	1.000	
10	1.200	1.200				-1.000
11	1.200	1.200		1.000		-1.000
12	1.200	1.200				1.000
13	1.200	1.200		1.000		1.000
14	0.900	0.900				
15	0.900	0.900	1.600			
16	0.900	0.900			-1.000	
17	0.900	0.900	1.600		-1.000	
18	0.900	0.900			1.000	
19	0.900	0.900	1.600		1.000	
20	0.900	0.900				-1.000
21	0.900	0.900	1.600			-1.000
22	0.900	0.900				1.000
23	0.900	0.900	1.600			1.000

Sismo

Se ha tenido en cuenta la acción del sismo mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis: 'E (X)' y 'E (Y)'.

ESTRUCTURA

Geometría

Nudos

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior										Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D_x	D_y	D_z	q_x	q_y	q_z	Dependencias	Ux	Uy	Uz	
N1	-0.674	-0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N2	-0.730	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N3	-0.674	0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N4	-0.516	0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N5	-0.279	0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N6	0.000	0.730	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N7	0.279	0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N8	0.516	0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N9	0.674	0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N10	0.730	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N11	0.674	-0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N12	0.516	-0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N13	0.279	-0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N14	0.000	-0.730	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N15	-0.279	-0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N16	-0.516	-0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N17	0.000	0.730	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.279	0.674	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	0.516	0.516	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	0.674	0.279	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	0.730	0.000	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	0.674	-0.279	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.516	-0.516	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	0.279	-0.674	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	0.000	-0.730	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	-0.279	-0.674	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	-0.516	-0.516	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	-0.674	-0.279	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	-0.730	0.000	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	-0.674	0.279	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	-0.516	0.516	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	-0.279	0.674	3.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Láminas

Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E		G	α_t	
Tipo	Designación	(MPa)		(MPa)	(m/m°C)	(kN/m³)
Hormigón	f'c=280	24885.52	0.200	10368.97	0.000010	24.53

Notación:
E: Módulo de elasticidad
: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
α_t: Coeficiente de dilatación
: Peso específico

Descripción

Descripción							
Material		Lámina	Nudos	Espesor (mm)	Área (m²)	Módulo de balasto (kN/m³)	Vinc. interior
Tipo	Designación						
Hormigón	f'c=280	L1	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13, N14, N15 y N16	260.00	1.631	29430.00	Todas empotradas
		L2	N17, N18, N7 y N6	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L3	N18, N19, N8 y N7	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L4	N19, N20, N9 y N8	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L5	N20, N21, N10 y N9	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L6	N21, N22, N11 y N10	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L7	N22, N23, N12 y N11	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L8	N23, N24, N13 y N12	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L9	N24, N25, N14 y N13	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L10	N25, N26, N15 y N14	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L11	N26, N27, N16 y N15	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L12	N27, N28, N1 y N16	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L13	N28, N29, N2 y N1	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L14	N29, N30, N3 y N2	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L15	N30, N31, N4 y N3	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L16	N31, N32, N5 y N4	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas
		L17	N32, N17, N6 y N5	260.00	0.854	97923.85	Todas empotradas

Notación:
Módulo de balasto: Módulo de balasto en Z local

Cargas

Láminas

Cargas en láminas								
Lámina	Hipótesis	Tipo	Valores		Dirección			
			P1	P2	Ejes	X	Y	Z
L2	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L3	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L4	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L5	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L6	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L7	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L8	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L9	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L10	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L11	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L12	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L13	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L14	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L15	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L16	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000
L17	H	Variable en eje y local	3.75	24.15	Locales	0.000	0.000	-1.000

4.3 POZOS DE INSPECCIÓN MENORES A 5.0m

4.3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los diseños se realizaron teniendo en cuenta las normativas NSR-10 y ACI-318.

Materiales:

- Concreto: 28Mpa
- Acero de Refuerzo: 420Mpa

Secciones:

- Muros: 26 cm
- Losa: 26 cm

4.3.2 AYUDAS DE DISEÑO

El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo.

El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

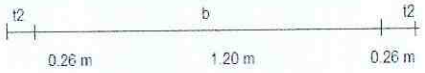
4.3.3 DEFINICIÓN DE CARGAS

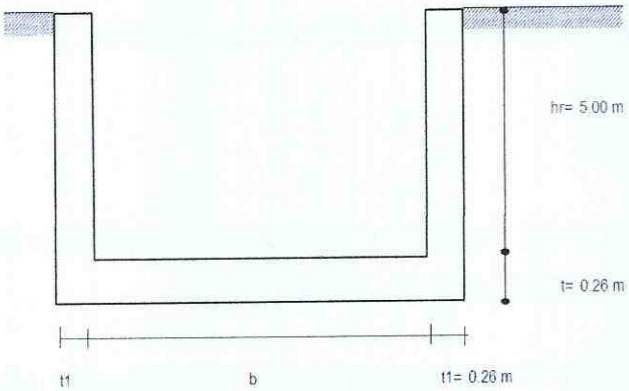
En el análisis de cargas se consideraron los valores más críticos obtenidos durante la exploración del subsuelo, específicamente en lo referente al peso específico y al ángulo de fricción interna.

Se adoptaron los valores reportados en los ensayos, con el fin de modelar las condiciones más desfavorables posibles para el terreno.

ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL POZO PROFUNDO

DIMENSIONES





ESPESOR DEL MURO Y LA LOSA DE FONDO

Espesor de los muros

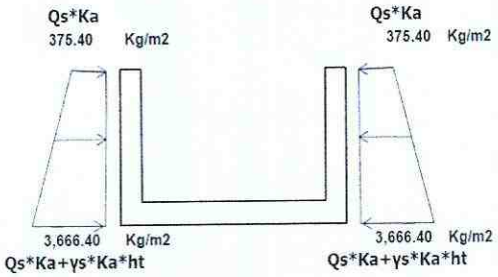
t1=	0.26 m
t2 =	0.26 m

Espesor de la losa de fondo

t =	0.26 m

CARGAS

Empuje activo del relleno



TERRENO

Capacidad portante

qa = **2.30** Kgf/cm2

Peso suelo:

ys = 1877.0 Kgf/m3

Angulo de. fricción interna:

Φ = **30.0** ° 0.5236 rad

Coef. fricción suelo-concreto:

Tan Φ = 0.58

Inclinación del terraplen:

ß = **0.0** ° 0.0000 rad

Coeficiente de presión activa (Ka)

$$Ka = \cos ß * \frac{\cos ß - (\cos ß^2 - \cos ¢^2)^{(1/2)}}{\cos ß + (\cos ß^2 - \cos ¢^2)^{(1/2)}} = 0.33$$

Coeficiente de presión pasiva (Kp)

$$Kp = \frac{1+\operatorname{sen} ¢}{1-\operatorname{sen} ¢} = 3.00$$

Sobrecarga Qs= 1126.20 Kgf/m2

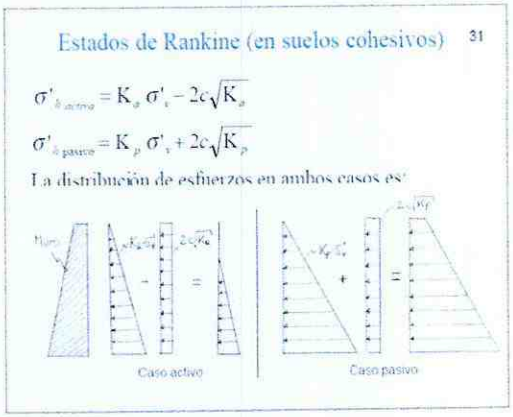
ESPECIFICACION DE MATERIALES

Concreto :

f'c = 280 kg/cm2

Acero :

fy=	4200 kg/cm2
fyv=	4200 kg/cm2
Rec=	7.5 cm
Pmín=	0.0018



4.3.4 ASIGNACIÓN DE CARGAS

EMPUJE

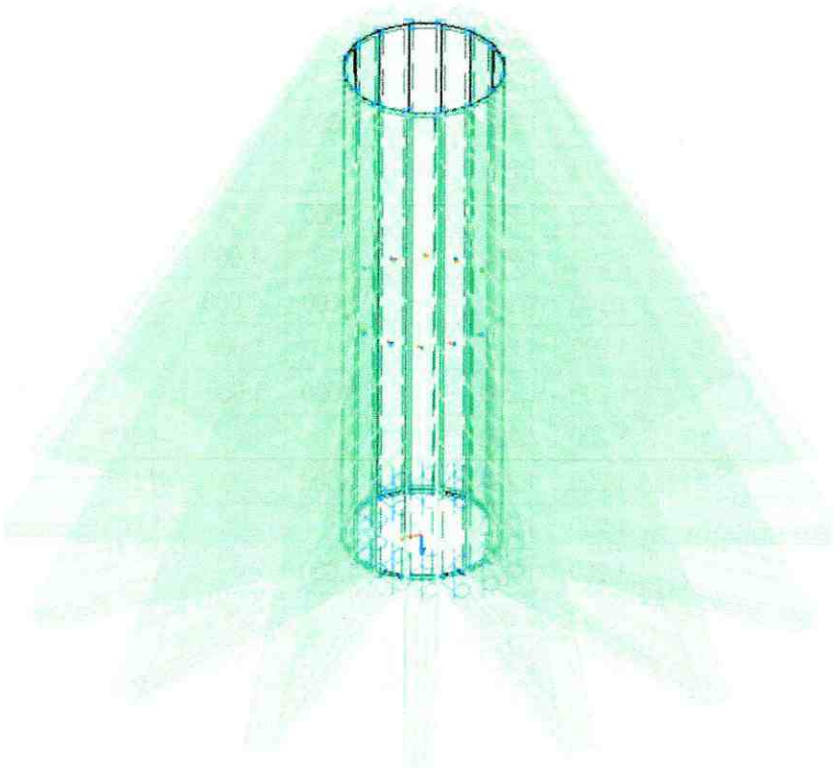


Ilustración 4 Asignación carga de empuje

4.3.5 DESARROLLO DEL DISEÑO

5.1.5.1 DATOS DE ENTRADA AL SOFTWARE

Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**
  - PP Peso propio
  - D Carga muerta
  - H Empuje terreno
  - L Empuje agua
  - E (X) E (X)
  - E (Y) E (Y)
- **E.L.U. de rotura. Hormigón**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	D	H	L	E (X)	E (Y)
1	1.400	1.400				
2	1.200	1.200				
3	1.200	1.200		1.600		
4	1.200	1.200	1.600			
5	1.200	1.200	1.600	1.600		
6	1.200	1.200			-1.000	
7	1.200	1.200		1.000	-1.000	
8	1.200	1.200			1.000	
9	1.200	1.200		1.000	1.000	
10	1.200	1.200				-1.000
11	1.200	1.200		1.000		-1.000
12	1.200	1.200				1.000
13	1.200	1.200		1.000		1.000
14	0.900	0.900				
15	0.900	0.900	1.600			
16	0.900	0.900			-1.000	
17	0.900	0.900	1.600		-1.000	
18	0.900	0.900			1.000	
19	0.900	0.900	1.600		1.000	
20	0.900	0.900				-1.000
21	0.900	0.900	1.600			-1.000
22	0.900	0.900				1.000
23	0.900	0.900	1.600			1.000

Sismo

Se ha tenido en cuenta la acción del sismo mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis: 'E (X)' y 'E (Y)'.

ESTRUCTURA

Geometría

Nudos

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior										Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D_x	D_y	D_z	q_x	q_y	q_z	Dependencias	Ux	Uy	Uz	
N1	-0.674	-0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N2	-0.730	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N3	-0.674	0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N4	-0.516	0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N5	-0.279	0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N6	0.000	0.730	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N7	0.279	0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N8	0.516	0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N9	0.674	0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N10	0.730	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N11	0.674	-0.279	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N12	0.516	-0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N13	0.279	-0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N14	0.000	-0.730	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N15	-0.279	-0.674	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N16	-0.516	-0.516	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N17	0.000	0.730	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	0.279	0.674	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N19	0.516	0.516	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N20	0.674	0.279	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N21	0.730	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	0.674	-0.279	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	0.516	-0.516	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N24	0.279	-0.674	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N25	0.000	-0.730	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N26	-0.279	-0.674	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N27	-0.516	-0.516	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	-0.674	-0.279	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	-0.730	0.000	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	-0.674	0.279	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	-0.516	0.516	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N32	-0.279	0.674	5.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Láminas

Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	□	G (MPa)	□t (m/m°C)	□ (kN/m³)
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=280	24885.52	0.200	10368.97	0.000010	24.53

Notación:
E: Módulo de elasticidad
□: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
□t: Coeficiente de dilatación
□: Peso específico

Descripción

Descripción							
Material		Lámina	Nudos	Espesor (mm)	Área (m²)	Módulo de balasto (kN/m³)	Vinc. interior
Tipo	Designación						
Hormigón	f'c=280	L1	N1, N2, N3, N4, N5, N6, N7, N8, N9, N10, N11, N12, N13, N14, N15 y N16	260.00	1.631	29430.00	Todas empotradas
		L2	N17, N18, N7 y N6	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L3	N18, N19, N8 y N7	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L4	N19, N20, N9 y N8	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L5	N20, N21, N10 y N9	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L6	N21, N22, N11 y N10	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L7	N22, N23, N12 y N11	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L8	N23, N24, N13 y N12	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L9	N24, N25, N14 y N13	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L10	N25, N26, N15 y N14	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L11	N26, N27, N16 y N15	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L12	N27, N28, N1 y N16	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L13	N28, N29, N2 y N1	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L14	N29, N30, N3 y N2	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L15	N30, N31, N4 y N3	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L16	N31, N32, N5 y N4	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas
		L17	N32, N17, N6 y N5	260.00	1.424	97923.85	Todas empotradas

Notación:
Módulo de balasto: Módulo de balasto en Z local

Cargas

Láminas

Cargas en láminas								
Lámina	Hipótesis	Tipo	Valores		Dirección			
			P1	P2	Ejes	X	Y	Z
L2	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L3	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L4	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L5	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L6	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L7	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L8	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L9	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L10	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L11	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L12	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L13	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L14	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L15	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L16	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000
L17	H	Variable en eje y local	3.75	36.66	Locales	0.000	0.000	-1.000

5 RESULTADOS

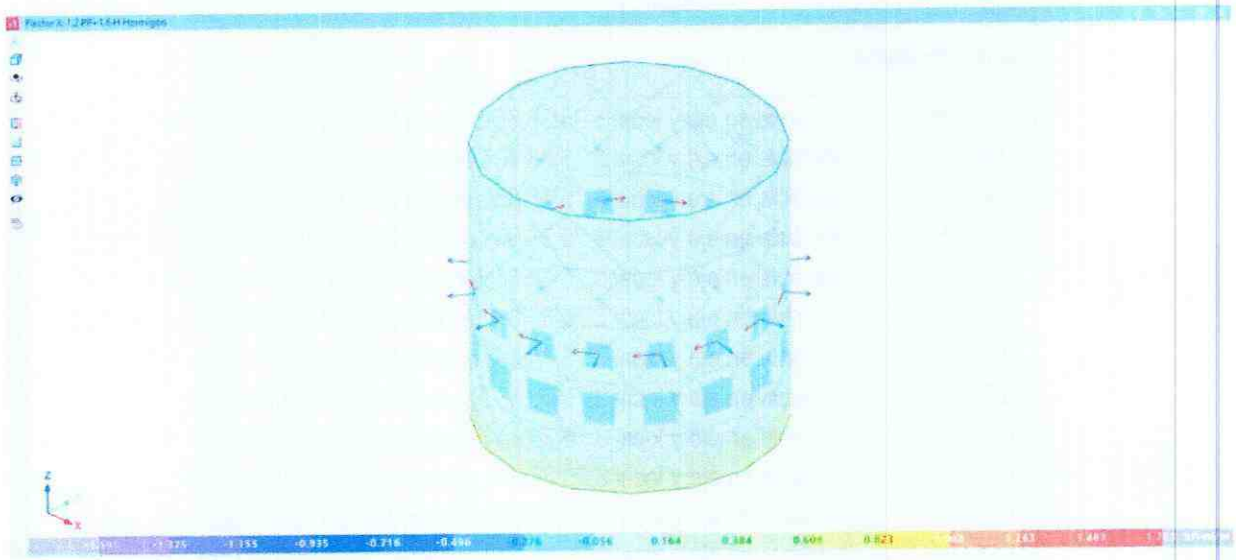
El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo. El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

Se determina un área de acero de refuerzo teniendo en cuenta todas las combinaciones de carga actuantes sobre la estructura y así determinar cuál es la dominante y proceder con el diseño para asignar un refuerzo acorde para resistir las solicitaciones internas. Para las combinaciones que llevan sismo no se requiere el uso del coeficiente de durabilidad ambiental según el **C.23-C.9.2.6.**

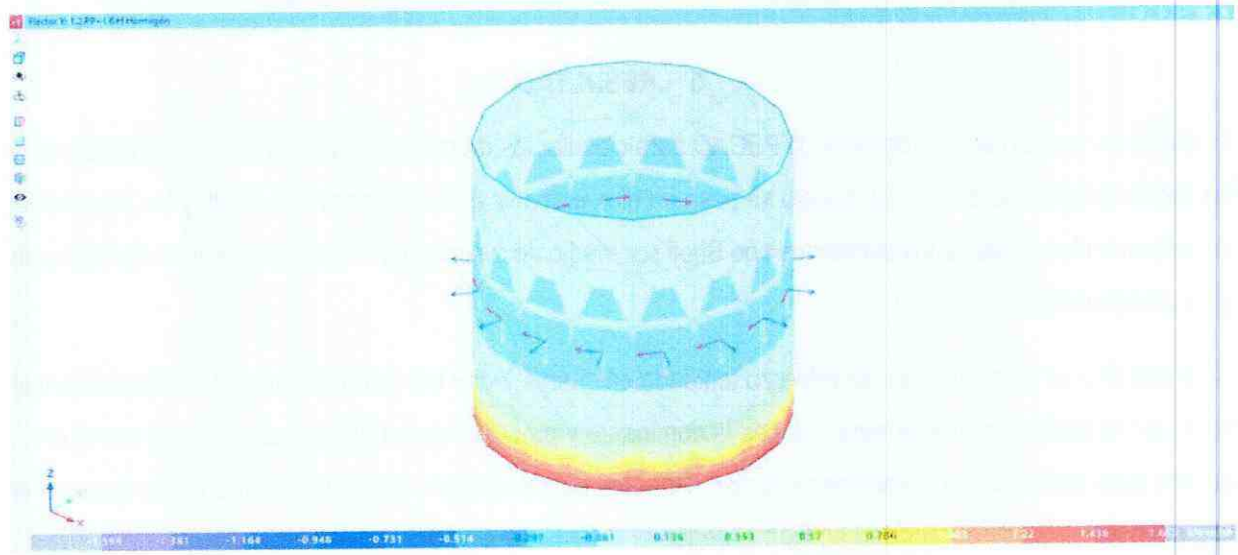
Se comprueba que la resistencia al corte del concreto sea suficiente para soportar las solicitaciones por cortante.

5.1 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE POZOS MENORES 1.45m

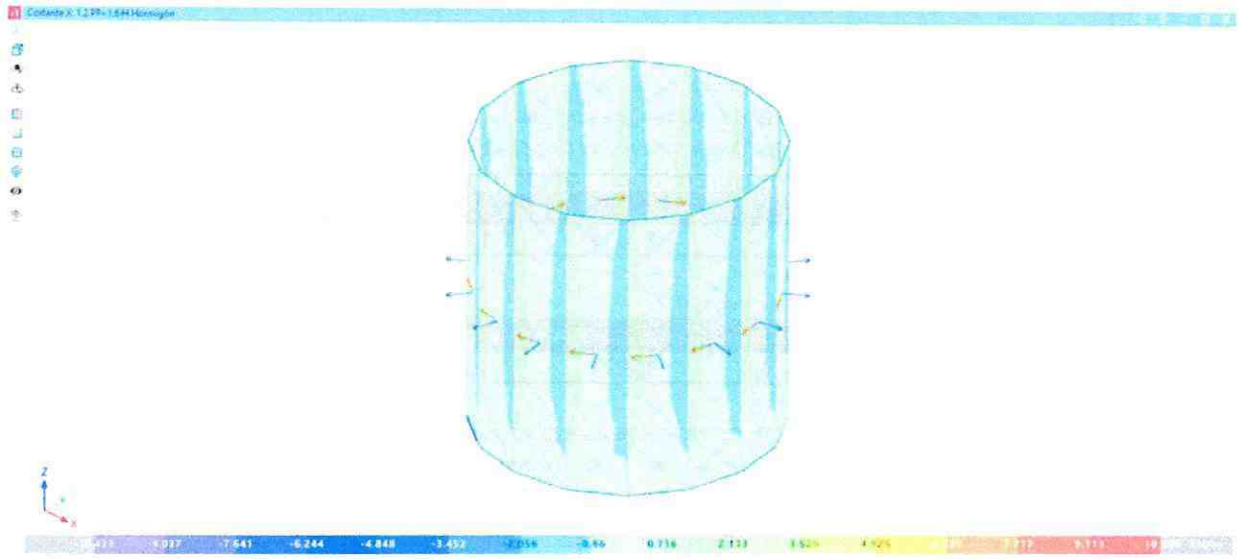
5.1.1 MOMENTO X



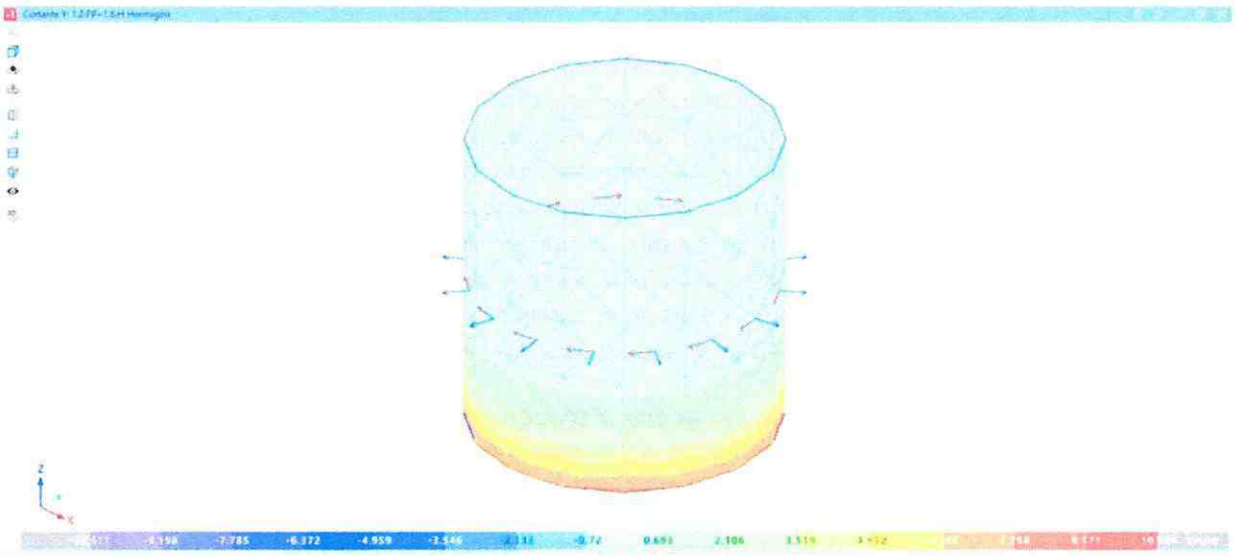
5.1.2 MOMENTO Y



5.1.3 CORTANTE X



5.1.4 CORTANTE Y



DISEÑO DE MURO PARA MOMENTO Y y CORTANTE Y EVALUACIÓN DE Sd PARA FLEXIÓN Y CORTANTE

Evaluación de Sd

b =	1.00 m	*Ancho de sección*
h =	0.26 m	*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m	*Recubrimiento refuerzo en losas*

Selección de la barra de refuerzo longitudinal principal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

Selección de refuerzo transversal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

d =	0.18 m	*Altura efectiva de la sección*
s =	0.25 m	*Separación suministrada*
A_s =	516 mm^2	*Área de refuerzo suministrada*
$c_{modelo\ lineal}$ =	0.0452 m	*Profundidad del eje neutro modelo lineal indefinido*
$f_{s_modelo\ lineal}$ =	1772 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero de refuerzo modelo lineal indefi*
c =	0.0107 m	*Profundidad del eje neutro*
ε_s =	0.0470	*Deformación unitaria del acero para sección en equilibrio*
Control sección=	TRACCIÓN	*Sección controlada por compresión, transición o tracción*
ϕ_M =	0.90	*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
ϕ_V =	0.75	*Coeficiente de reducción de resistencia para cortante*
$f_{s_perm_M}$ =	140.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
$f_{s_perm_V}$ =	170.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
M =	1.31 kN m	= 0.1 tonf m *Momento de servicio*
M_u =	1.70 kN m	= 0.2 tonf m *Momento último de diseño por análisis*
S_{d_M} =	2.08	*Coeficiente de durabilidad ambiental para momento*
$S_{d_M} \times M_u$ =	3.53 kN m	= 0.4 tonf m *Momento último de diseño x S_d*
V =	8.16 kN	= 0.8 tonf m *Cortante de servicio*
V_u =	10.61 kN	= 1.1 tonf m *Cortante último de diseño por análisis*
S_{d_V} =	1.43	*Coeficiente de durabilidad ambiental para cortante*

Evaluación de esfuerzos en acero a tracción

ρ =	0.0028883	*Cuantía de refuerzo suministrada*
n =	8.04	*Relación de módulos*
k =	0.19	*Se define como k=brazo interno/d*
c =	0.03 m	*Profundidad del eje neutro al nivel de servicio*
f_c =	0.45 MPa	*Esfuerzo actuante en fibra extrema a compresión*
f_s =	15.16 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero al nivel de servicio*
β =	1.565	*Distancia fibra extrema a E.N./Distancia ref. a tracción a E.N.*
f_{s_adm} =	132.84 MPa	*Esfuerzo admisible en el acero al nivel de servicio*
f_s	≤	f_{s_adm} **OK**

DISEÑO A FLEXIÓN DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa		*Resistencia a la compresión del concreto*
f_y =	420 MPa		*Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo longitudinal*
E_c =	24870 MPa		*Módulo de elasticidad del concreto*
E_s =	200000 MPa		*Módulo de elasticidad del acero de refuerzo*

Diseño a flexión de la sección

β_1 =	0.85		*Relación profundidad bloque Whitney a profundidad E.N.*
ε_{cu} =	0.003		*Deformación última del concreto a compresión*
ε_y =	0.0021		*Deformación del acero en el punto de fluencia*
ρ_b =	0.028333333		*Cuantía balanceada*
$\rho_{máx}$ =	0.021250		*Cuantía máixima de diseño (3/4 ρ_b)*
ρ_{min} =	0.00333		*Cuantía mínima de diseño*
M_u =	3.53 kN m	= 0.4 tonf m	*Momento último de diseño*
ϕ =	0.90		*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
b =	1.00 m		*Ancho de sección*
h =	0.26 m		*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m		*Recubrimiento estribos en vigas o de refuerzo en losas*
d =	0.18 m		*Altura efectiva de la sección*
$\rho_{diseño}$ =	0.000293427		*Cuantía de diseño*
$\rho_{diseño}$	<	$\rho_{máx}$	***OK***
$\rho_{selecc.}$ =	0.00029		*Cuantía seleccionada*
A_s =	52 mm^2		*Área de refuerzo requerido por diseño*
ρ_{min} =	0.00300		*Cuantía mínima - retracción de fraguado y temperatura*

Refuerzo principal

b de sección es =	**PARCIAL**	
$s_{diseño}$ =	2.46 m	*Separación por diseño centro a centro de barras*
$s_{retracción_ppal}$ =	0.17 m	*Separación por retracción centro a centro de barras (1 capa)*
s_{500mm} =	0.50 m	*Separación concepto 500mm*
s_{3h} =	0.78 m	*Separación concepto 3h*
$A_{s_suminist.}$ =	No. 4-0.165 c-c	*Refuerzo principal suministrado Centro a Centro Barras*
$s_{libre\ barras}$ =	0.4873 m	*Separación libre de barras* ***OK***

DISEÑO A CORTANTE DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

**** DILIGENCIAR CELDAS ACHURADAS EN GRIS***

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa		*Resistencia a la compresión del concreto*

Especificaciones geométricas

h =	0.26 m		*Altura total de losa*
b =	1.00 m		*Ancho de losa*

Diseño a cortante de la losa

V_u =	10.61 kN	= 1.1 tonf m	*Cortante último de diseño*
ϕ =	0.75		*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
Recubrimiento =	0.075 m		*Recubrimiento de refuerzo en losas*
d =	0.18 m		*Altura efectiva de la sección*

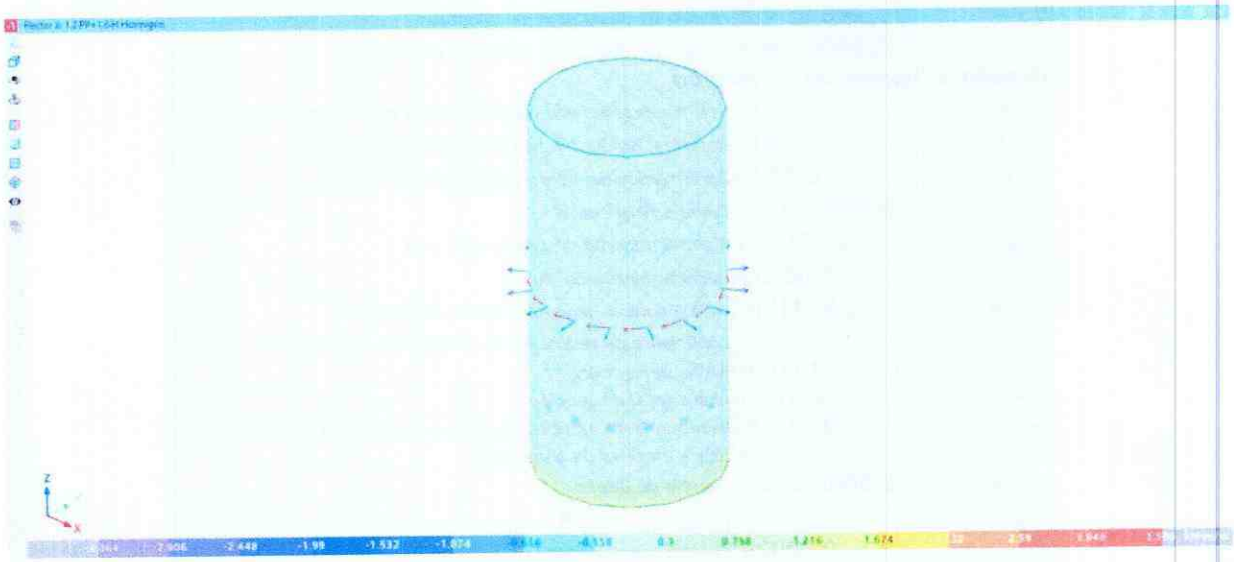
Tener en cuenta cuantía de refuerzo longitudinal para el cálculo de V_c?

NO	⇒	V_c =	157.55 kN	= 16.1 tonf m
ϕV_c =	118.17 kN	⇒	ϕv_c =	0.661 MPa
ϕV_c	>=	V_u	***OK***	

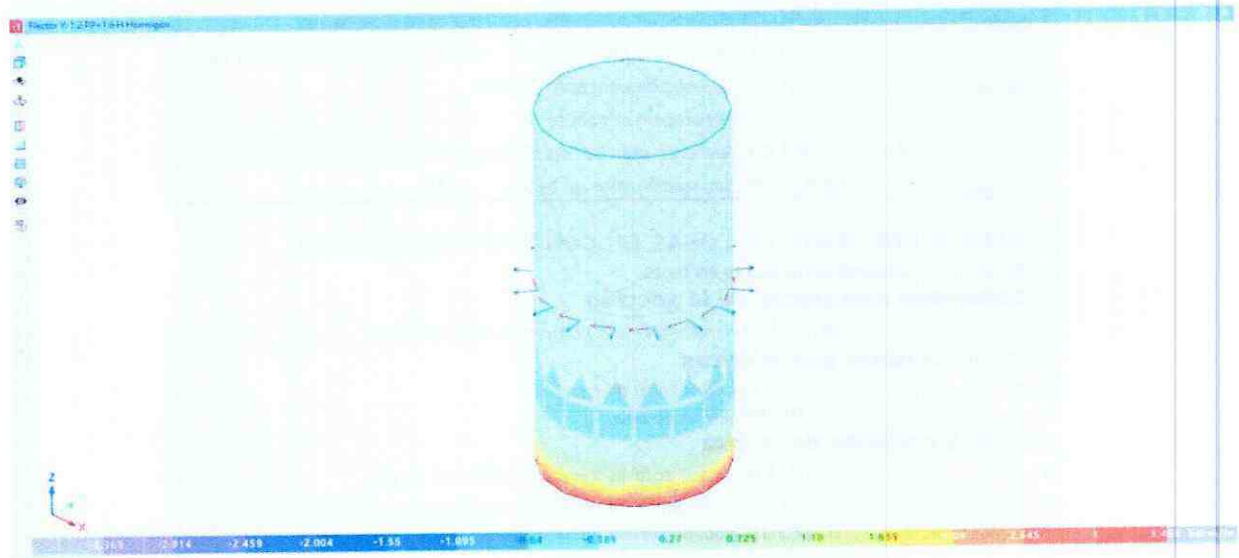
consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

5.2 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE POZOS MENORES 3.00m

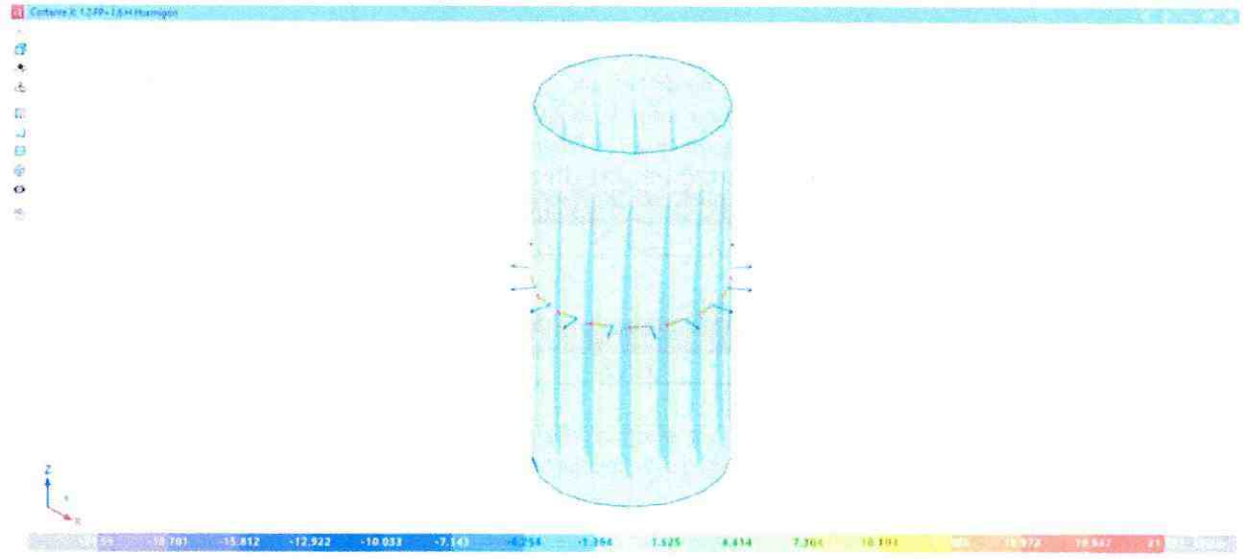
5.2.1 MOMENTO X



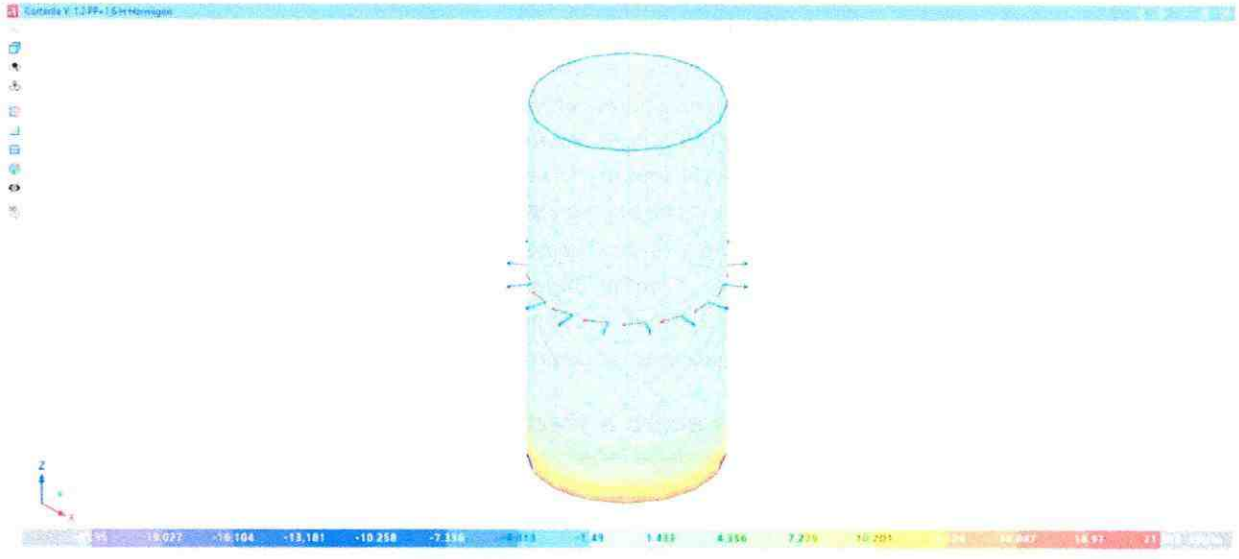
5.2.2 MOMENTO Y



5.2.3 CORTANTE X



5.2.4 CORTANTE Y



DISEÑO DE MURO PARA MOMENTO Y y CORTANTE Y EVALUACIÓN DE Sd PARA FLEXIÓN Y CORTANTE

Evaluación de Sd

b =	1.00 m	*Ancho de sección*
h =	0.26 m	*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m	*Recubrimiento refuerzo en losas*

Selección de la barra de refuerzo longitudinal principal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

Selección de refuerzo transversal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

d =	0.18 m	*Altura efectiva de la sección*
s =	0.25 m	*Separación suministrada*
A_s =	516 mm^2	*Área de refuerzo suministrada*
$c_{modelo\ lineal}$ =	0.0452 m	*Profundidad del eje neutro modelo lineal indefinido*
$f_{s_modelo\ lineal}$ =	1772 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero de refuerzo modelo lineal indefi*
c =	0.0107 m	*Profundidad del eje neutro*
ε_s =	0.0470	*Deformación unitaria del acero para sección en equilibrio*
Control sección=	TRACCIÓN	*Sección controlada por compresión, transición o tracción*
ϕ_M =	0.90	*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
ϕ_V =	0.75	*Coeficiente de reducción de resistencia para cortante*
$f_{s_perm_M}$ =	140.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
$f_{s_perm_V}$ =	170.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
M =	2.70 kN m	= 0.3 tonf m *Momento de servicio*
M_u =	3.51 kN m	= 0.4 tonf m *Momento último de diseño por análisis*
S_{d_M} =	2.08	*Coeficiente de durabilidad ambiental para momento*
$S_{d_M} \times M_u$ =	7.29 kN m	= 0.7 tonf m *Momento último de diseño x S_d*
V =	16.88 kN	= 1.7 tonf m *Cortante de servicio*
V_u =	21.95 kN	= 2.2 tonf m *Cortante último de diseño por análisis*
S_{d_V} =	1.43	*Coeficiente de durabilidad ambiental para cortante*

Evaluación de esfuerzos en acero a tracción

ρ =	0.0028883	*Cuantía de refuerzo suministrada*
n =	8.04	*Relación de módulos*
k =	0.19	*Se define como k=brazo interno/d*
c =	0.03 m	*Profundidad del eje neutro al nivel de servicio*
f_c =	0.93 MPa	*Esfuerzo actuante en fibra extrema a compresión*
f_s =	31.31 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero al nivel de servicio*
β =	1.565	*Distancia fibra extrema a E.N./Distancia ref. a tracción a E.N.*
f_{s_adm} =	132.84 MPa	*Esfuerzo admisible en el acero al nivel de servicio*

$f_s \leq f_{s_adm}$ **OK**

DISEÑO A FLEXIÓN DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa		*Resistencia a la compresión del concreto*
f_y =	420 MPa		*Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo longitudinal*
E_c =	24870 MPa		*Módulo de elasticidad del concreto*
E_s =	200000 MPa		*Módulo de elasticidad del acero de refuerzo*

Diseño a flexión de la sección

β_1 =	0.85		*Relación profundidad bloque Whitney a profundidad E.N.*
ε_{cu} =	0.003		*Deformación última del concreto a compresión*
ε_y =	0.0021		*Deformación del acero en el punto de fluencia*
ρ_b =	0.028333333		*Cuantía balanceada*
$\rho_{máx}$ =	0.021250		*Cuantía máixima de diseño (3/4 ρ_b)*
$\rho_{mín}$ =	0.00333		*Cuantía mínima de diseño*
M_u =	7.29 kN m	= 0.7 tonf m	*Momento último de diseño*
ϕ =	0.90		*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
b =	1.00 m		*Ancho de sección*
h =	0.26 m		*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m		*Recubrimiento estribos en vigas o de refuerzo en losas*
d =	0.18 m		*Altura efectiva de la sección*
$\rho_{diseño}$ =	0.000607535		*Cuantía de diseño*
$\rho_{diseño}$	<	$\rho_{máx}$	***OK***
$\rho_{selecc.}$ =	0.00061		*Cuantía seleccionada*
A_s =	109 mm^2		*Área de refuerzo requerido por diseño*
$\rho_{mín}$ =	0.00300		*Cuantía mínima - retracción de fraguado y temperatura*

Refuerzo principal

b de sección es =	**PARCIAL**	
$s_{diseño}$ =	1.19 m	*Separación por diseño centro a centro de barras*
$s_{retracción_ppal}$ =	0.17 m	*Separación por retracción centro a centro de barras (1 capa)*
s_{500mm} =	0.50 m	*Separación concepto 500mm*
s_{3h} =	0.78 m	*Separación concepto 3h*
$A_{s_suminist.}$ =	No. 4-0.165 c-c	*Refuerzo principal suministrado Centro a Centro Barras*
$s_{libre\ barras}$ =	0.4873 m	*Separación libre de barras* ***OK***

DISEÑO A CORTANTE DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

**** DILIGENCIAR CELDAS ACHURADAS EN GRIS***

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa		*Resistencia a la compresión del concreto*

Especificaciones geométricas

h =	0.26 m		*Altura total de losa*
b =	1.00 m		*Ancho de losa*

Diseño a cortante de la losa

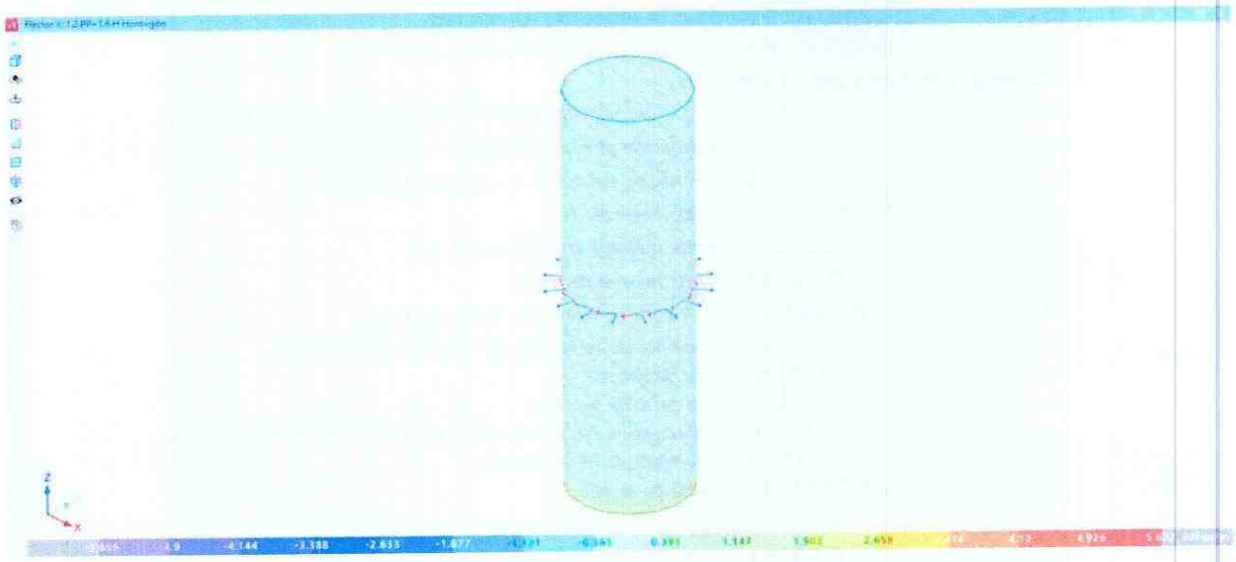
V_u =	21.95 kN	= 2.2 tonf m	*Cortante último de diseño*
ϕ =	0.75		*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
Recubrimiento =	0.075 m		*Recubrimiento de refuerzo en losas*
d =	0.18 m		*Altura efectiva de la sección*

Tener en cuenta cuantía de refuerzo longitudinal para el cálculo de V_c?

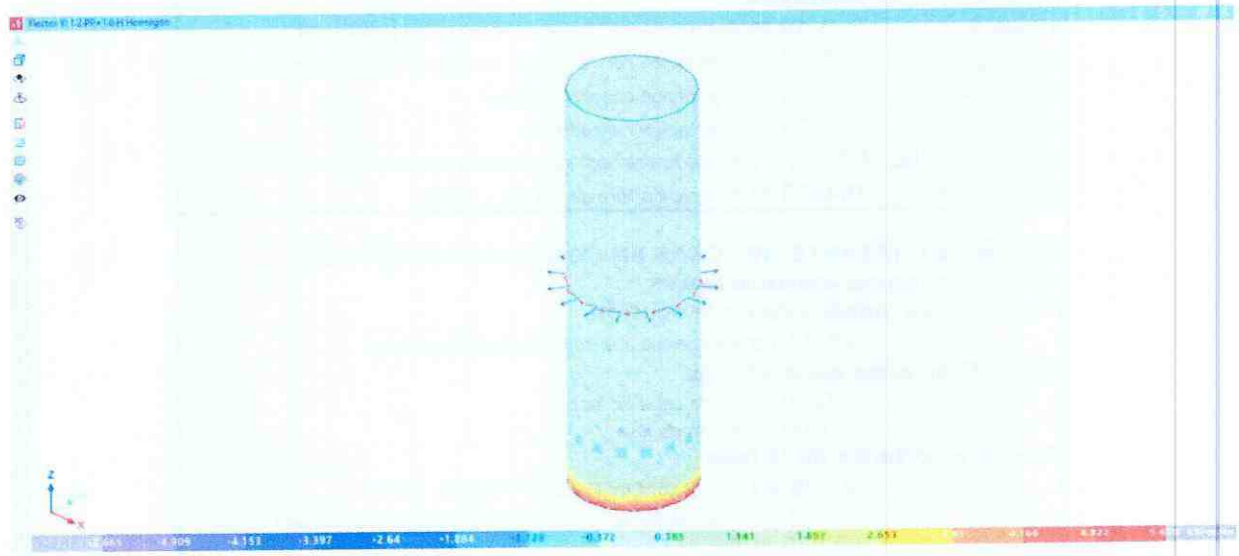
NO	⇒	V_c =	157.55 kN	= 16.1 tonf m	
ϕV_c =	118.17 kN	⇒	ϕv_c =	0.661 MPa	
ϕV_c	>=	V_u	***OK***		

5.3 DISEÑO DE LA ESTRUCTURA DE POZOS MENORES 5.00m

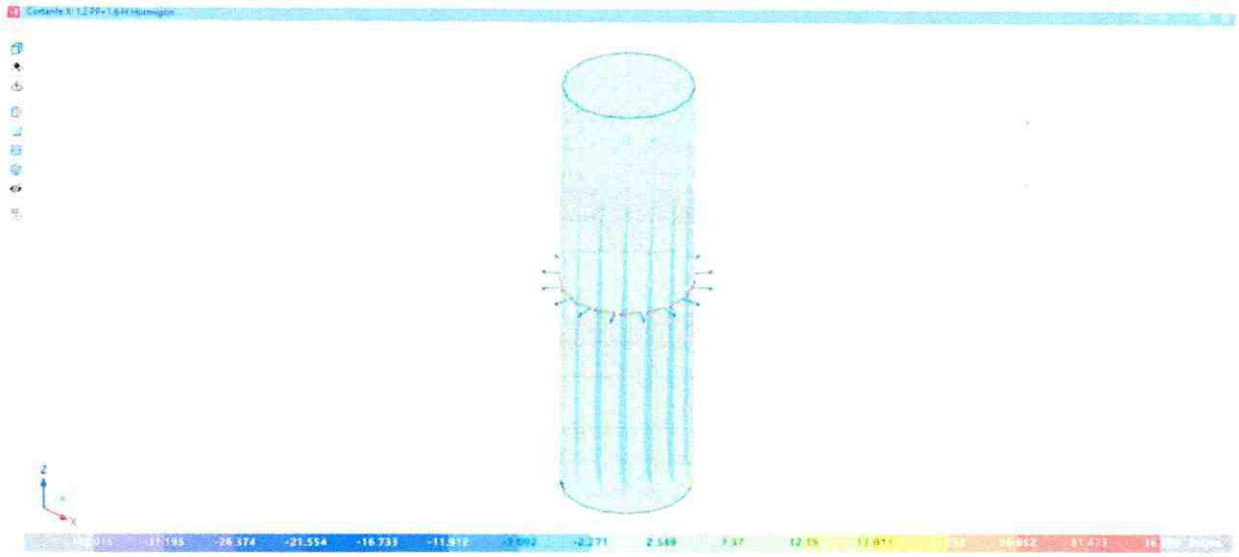
5.3.1 MOMENTO X



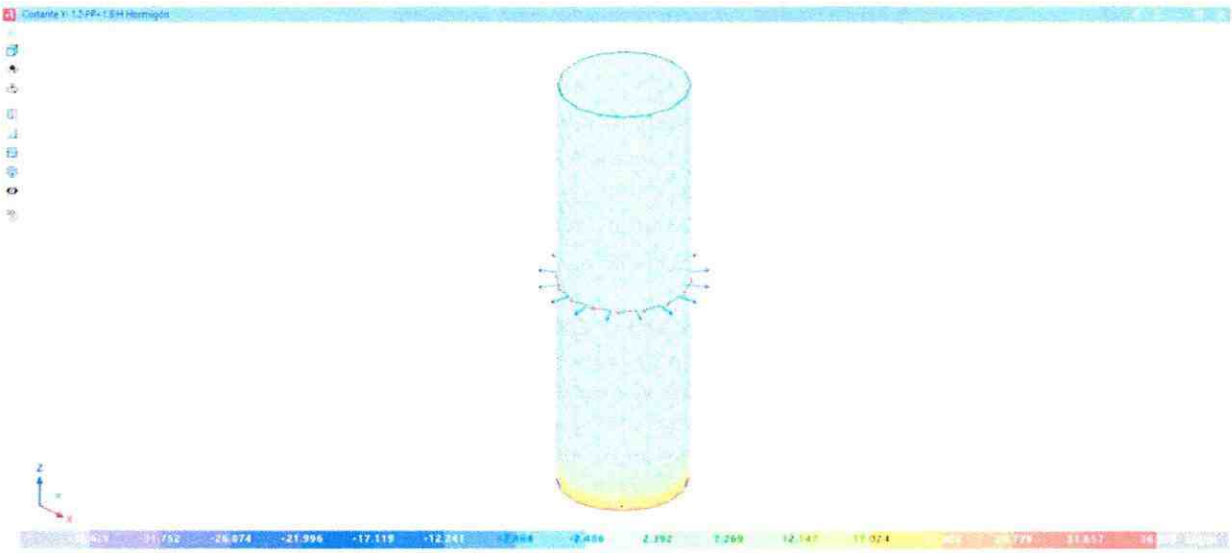
5.3.2 MOMENTO Y



5.3.3 CORTANTE X



5.3.4 CORTANTE Y



DISEÑO DE MURO PARA MOMENTO Y y CORTANTE Y EVALUACIÓN DE Sd PARA FLEXIÓN Y CORTANTE

Evaluación de Sd

b =	1.00 m	*Ancho de sección*
h =	0.26 m	*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m	*Recubrimiento refuerzo en losas*

Selección de la barra de refuerzo longitudinal principal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

Selección de refuerzo transversal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

d =	0.18 m	*Altura efectiva de la sección*
s =	0.25 m	*Separación suministrada*
A_s =	516 mm^2	*Área de refuerzo suministrada*
$c_{modelo\ lineal}$ =	0.0452 m	*Profundidad del eje neutro modelo lineal indefinido*
$f_{s_modelo\ lineal}$ =	1772 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero de refuerzo modelo lineal indefi*
c =	0.0107 m	*Profundidad del eje neutro*
ε_s =	0.0470	*Deformación unitaria del acero para sección en equilibrio*
Control sección=	TRACCIÓN	*Sección controlada por compresión, transición o tracción*
ϕ_M =	0.90	*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
ϕ_V =	0.75	*Coeficiente de reducción de resistencia para cortante*
$f_{s_perm_M}$ =	140.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
$f_{s_perm_V}$ =	170.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
M =	4.37 kN m	= 0.4 tonf m *Momento de servicio*
M_u =	5.68 kN m	= 0.6 tonf m *Momento último de diseño por análisis*
S_{d_M} =	2.08	*Coeficiente de durabilidad ambiental para momento*
$S_{d_M} \times M_u$ =	11.80 kN m	= 1.2 tonf m *Momento último de diseño x* S_d
V =	28.18 kN	= 2.9 tonf m *Cortante de servicio*
V_u =	36.63 kN	= 3.7 tonf m *Cortante último de diseño por análisis*
S_{d_V} =	1.43	*Coeficiente de durabilidad ambiental para cortante*

Evaluación de esfuerzos en acero a tracción

ρ =	0.0028883	*Cuantía de refuerzo suministrada*
n =	8.04	*Relación de módulos*
k =	0.19	*Se define como k=brazo interno/d*
c =	0.03 m	*Profundidad del eje neutro al nivel de servicio*
f_c =	1.51 MPa	*Esfuerzo actuante en fibra extrema a compresión*
f_s =	50.67 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero al nivel de servicio*
β =	1.565	*Distancia fibra extrema a E.N./Distancia ref. a tracción a E.N.*
f_{s_adm} =	132.84 MPa	*Esfuerzo admisible en el acero al nivel de servicio*

$f_s \leq f_{s_adm}$ **OK**

DISEÑO A FLEXIÓN DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa	*Resistencia a la compresión del concreto*
f_y =	420 MPa	*Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo longitudinal*
E_c =	24870 MPa	*Módulo de elasticidad del concreto*
E_s =	200000 MPa	*Módulo de elasticidad del acero de refuerzo*

Diseño a flexión de la sección

β_1 =	0.85	*Relación profundidad bloque Whitney a profundidad E.N.*
ε_{cu} =	0.003	*Deformación última del concreto a compresión*
ε_y =	0.0021	*Deformación del acero en el punto de fluencia*
ρ_b =	0.028333333	*Cuantía balanceada*
$\rho_{máx}$ =	0.021250	*Cuantía máixima de diseño (3/4 ρ_b)*
ρ_{min} =	0.00333	*Cuantía mínima de diseño*
M_u =	11.80 kN m = 1.2 tonf m	*Momento último de diseño*
ϕ =	0.90	*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
b =	1.00 m	*Ancho de sección*
h =	0.26 m	*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m	*Recubrimiento estribos en vigas o de refuerzo en losas*
d =	0.18 m	*Altura efectiva de la sección*
$\rho_{diseño}$ =	0.000986459	*Cuantía de diseño*
$\rho_{diseño}$	< $\rho_{máx}$	***OK***
$\rho_{selecc.}$ =	0.00099	*Cuantía seleccionada*
A_s =	176 mm^2	*Área de refuerzo requerido por diseño*
ρ_{min} =	0.00300	*Cuantía mínima - retracción de fraguado y temperatura*

Refuerzo principal

b de sección es =	**PARCIAL**	
$s_{diseño}$ =	0.73 m	*Separación por diseño centro a centro de barras*
$s_{retracción\ ppal}$ =	0.17 m	*Separación por retracción centro a centro de barras (1 capa)*
s_{500mm} =	0.50 m	*Separación concepto 500mm*
s_{3h} =	0.78 m	*Separación concepto 3h*
$A_{s_suminist.}$ =	No. 4-0.165 c-c	*Refuerzo principal suministrado Centro a Centro Barras*
$s_{libre\ barras}$ =	0.4873 m	*Separación libre de barras* ***OK***

DISEÑO A CORTANTE DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

**** DILIGENCIAR CELDAS ACHURADAS EN GRIS***

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa	*Resistencia a la compresión del concreto*

Especificaciones geométricas

h =	0.26 m	*Altura total de losa*
b =	1.00 m	*Ancho de losa*

Diseño a cortante de la losa

V_u =	36.63 kN = 3.7 tonf m	*Cortante último de diseño*
ϕ =	0.75	*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
Recubrimiento =	0.075 m	*Recubrimiento de refuerzo en losas*
d =	0.18 m	*Altura efectiva de la sección*

Tener en cuenta cuantía de refuerzo longitudinal para el cálculo de V_c ?

NO	⇒	V_c =	157.55 kN = 16.1 tonf m	
ϕV_c =	118.17 kN	⇒	ϕv_c =	0.661 MPa
ϕV_c	>=	V_u	***OK***	

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

6 MEMORIAS DE CALCULO ESTRUCTURA SUMIDERO LATERAL

6.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los diseños se realizaron teniendo en cuenta las normativas NSR-10 y ACI-318.

Materiales:

- Concreto: 28Mpa
- Acero de Refuerzo: 420Mpa

Secciones:

- Muros: 20 cm
- Losa: 20 cm

6.1.1 AYUDAS DE DISEÑO

El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo.

El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

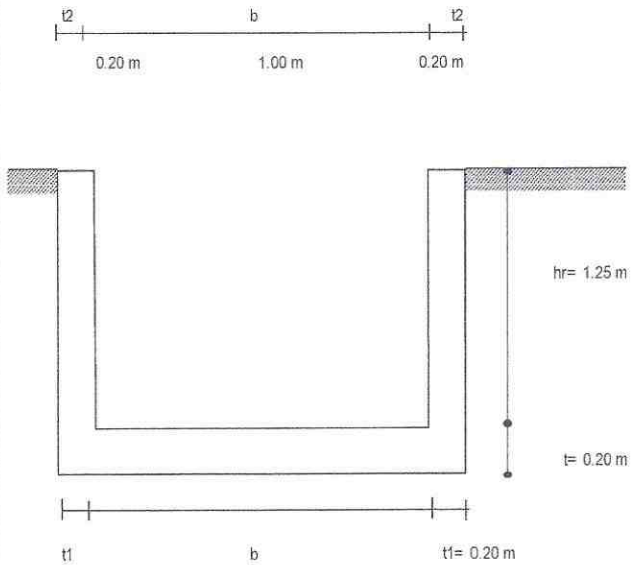
6.1.2 DEFINICIÓN DE CARGAS

En el análisis de cargas se consideraron los valores más críticos obtenidos durante la exploración del subsuelo, específicamente en lo referente al peso específico y al ángulo de fricción interna.

Se adoptaron los valores reportados en los ensayos, con el fin de modelar las condiciones más desfavorables posibles para el terreno.

ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL POZO PROFUNDO

DIMENSIONES



TERRENO

Capacidad portante:
qa = **2.30 Kgf/cm2**
Peso suelo:
ys = 1877.0 Kgf/m3
Angulo de, *fricción interna*:
Φ = **30.0 °** 0.5236 rad
Coef. fricción suelo-concreto:
Tan Φ = 0.58
Inclinación del terraplen:
ß = **0.0 °** 0.0000 rad
Coeficiente de presión activa (Ka)

$$Ka = \cos ß * \frac{\cos ß - (\cos ß^2 - \cos ç 2^)^{(1/2)}}{\cos ß + (\cos ß^2 - \cos ç 2^)^{(1/2)}} = 0.33$$

Coeficiente de presión pasiva (Kp)

$$Kp = \frac{1+\operatorname{sen} ç}{1-\operatorname{sin} ç} = 3.00$$

Sobrecarga Qs= 1126.20 Kgf/m2

ESPECIFICACION DE MATERIALES

Concreto :
f'c = 280 kg/cm2

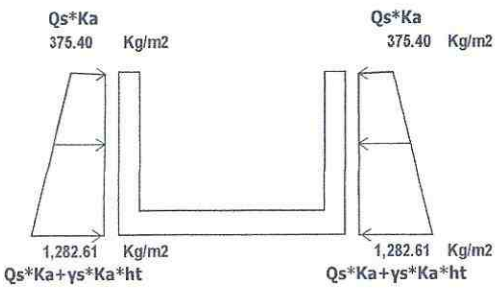
Acero :
fy= 4200 kg/cm2
fyv= 4200 kg/cm2
Rec= 7.5 cm
Pmin= 0.0018

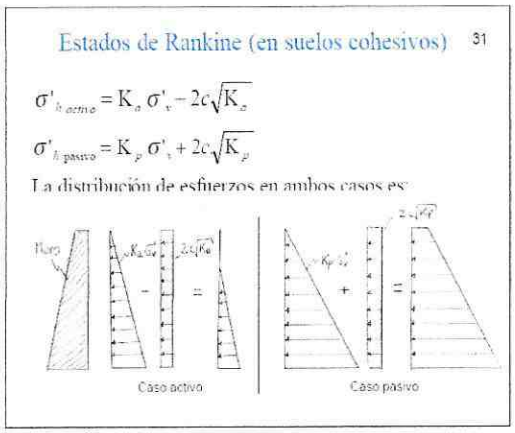
ESPESOR DEL MURO Y LA LOSA DE FONDO

Espesor de los muros
t1= 0.20 m
t2 = 0.20 m

Espesor de la losa de fondo
t = 0.20 m

CARGAS
Empuje activo del relleno





6.1.3 ASIGNACIÓN DE CARGAS

CARGAS VIVAS

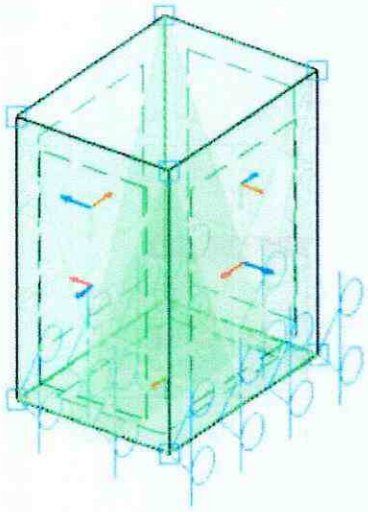


Ilustración 5 Asignación carga viva

EMPUJE

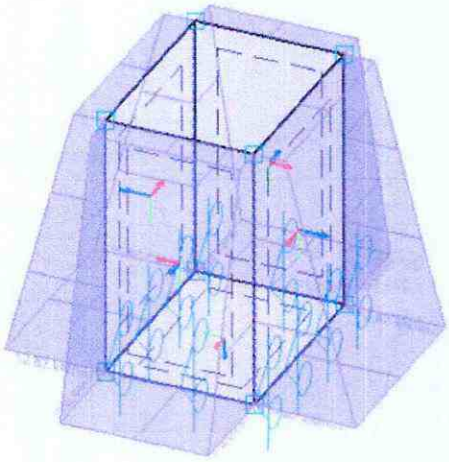


Ilustración 6 Asignación Carga por Empuje

7 DESARROLLO DEL DISEÑO

7.1 DATOS DE ENTRADA AL SOFTWARE

Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio
D Carga muerta
H Empuje terreno
L Empuje agua
E (X) E (X)
E (Y) E (Y)

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	D	H	L	E (X)	E (Y)
1	1.400	1.400				
2	1.200	1.200				
3	1.200	1.200		1.600		
4	1.200	1.200	1.600			
5	1.200	1.200	1.600	1.600		
6	1.200	1.200			-1.000	
7	1.200	1.200		1.000	-1.000	
8	1.200	1.200			1.000	
9	1.200	1.200		1.000	1.000	
10	1.200	1.200				-1.000
11	1.200	1.200		1.000		-1.000
12	1.200	1.200				1.000
13	1.200	1.200		1.000		1.000
14	0.900	0.900				
15	0.900	0.900	1.600			
16	0.900	0.900			-1.000	
17	0.900	0.900	1.600		-1.000	
18	0.900	0.900			1.000	
19	0.900	0.900	1.600		1.000	
20	0.900	0.900				-1.000
21	0.900	0.900	1.600			-1.000
22	0.900	0.900				1.000
23	0.900	0.900	1.600			1.000

Sismo

Se ha tenido en cuenta la acción del sismo mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis: 'E (X)' y 'E (Y)'.

ESTRUCTURA

Geometría

Nudos

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior										Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D_x	D_y	D_z	q_x	q_y	q_z	Dependencias	Ux	Uy	Uz	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N2	0.000	0.000	1.250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	1.000	1.250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	1.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N5	0.750	1.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N6	0.750	1.000	1.250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N7	0.750	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N8	0.750	0.000	1.250	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Láminas

Materiales utilizados

Materiales utilizados

Material		E (MPa)	□	G (MPa)	□t (m/m°C)	□ (kN/m³)
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=280	24885.52	0.200	10368.97	0.000010	24.53

Notación:
E: Módulo de elasticidad
□: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
□t: Coeficiente de dilatación
□: Peso específico

Descripción

Descripción							
Material		Lámina	Nudos	Espesor (mm)	Área (m^2)	Módulo de balasto (kN/m^3)	Vinc. interior
Tipo	Designación						
Hormigón	f'c=280	L1	N2, N3, N4 y N1	200.00	1.250	97923.85	Todas empotradas
		L2	N3, N6, N5 y N4	200.00	0.938	97923.85	Todas empotradas
		L3	N6, N8, N7 y N5	200.00	1.250	97923.85	Todas empotradas
		L4	N8, N2, N1 y N7	200.00	0.938	97923.85	Todas empotradas
		L5	N1, N4, N5 y N7	200.00	0.750	97923.85	Todas empotradas
Notación: *Módulo de balasto: Módulo de balasto en Z local*							

Cargas

Láminas

Cargas en láminas								
Lámina	Hipótesis	Tipo	Valores		Dirección			
			P1	P2	Ejes	X	Y	Z
L1	CV	Variable en eje y local	0	11	Locales	0.000	0.000	1.000
L1	H 1	Variable en eje y local	3.75	12.82	Locales	0.000	0.000	-1.000
L2	CV	Variable en eje y local	0	11	Locales	0.000	0.000	1.000
L2	H 1	Variable en eje y local	3.75	12.82	Locales	0.000	0.000	-1.000
L3	CV	Variable en eje y local	0	11	Locales	0.000	0.000	1.000
L3	H 1	Variable en eje y local	3.75	12.82	Locales	0.000	0.000	-1.000
L4	CV	Variable en eje y local	0	11	Locales	0.000	0.000	1.000
L4	H 1	Variable en eje y local	3.75	12.82	Locales	0.000	0.000	-1.000

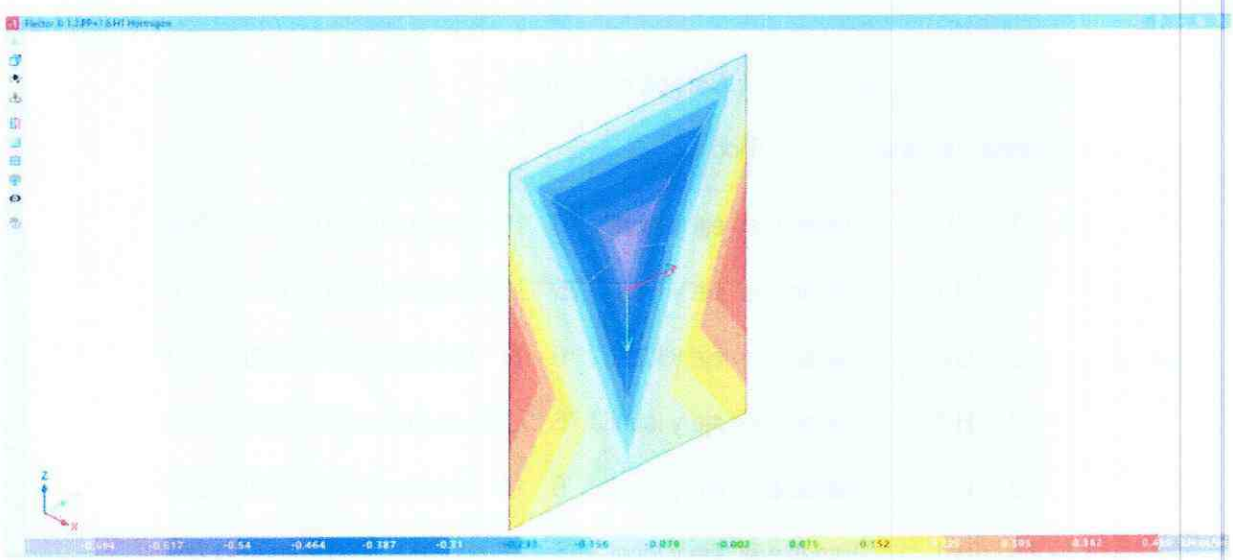
7.2 RESULTADOS

El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo. El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

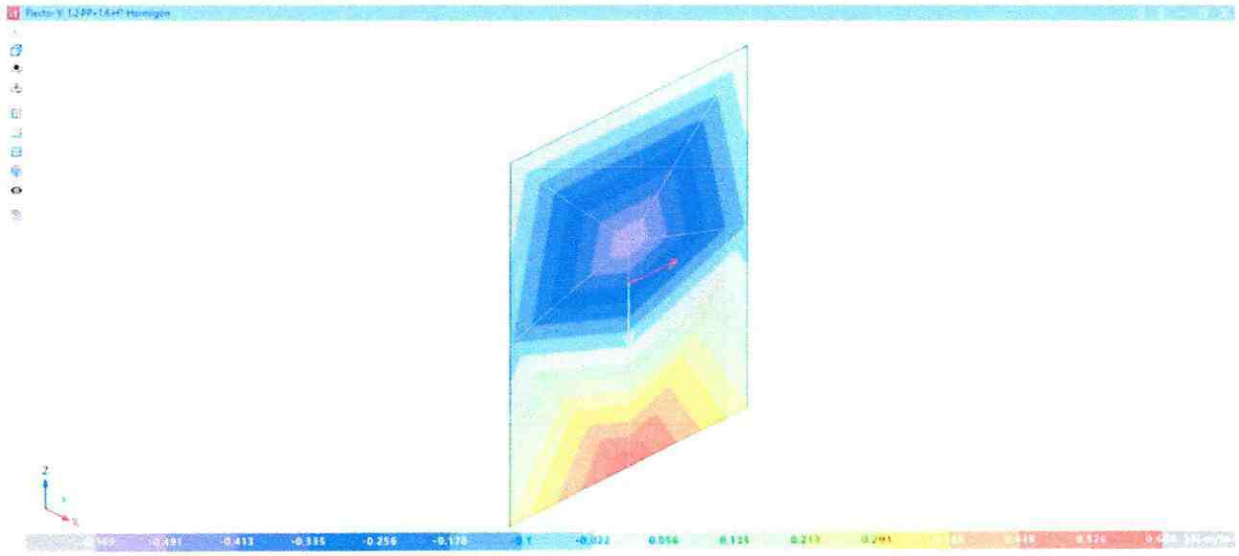
Se determina un área de acero de refuerzo teniendo en cuenta todas las combinaciones de carga actuantes sobre la estructura y así determinar cuál es la dominante y proceder con el diseño para asignar un refuerzo acorde para resistir las solicitaciones internas. Para las combinaciones que llevan sismo no se requiere el uso del coeficiente de durabilidad ambiental según el **C.23-C.9.2.6.**

Se comprueba que la resistencia al corte del concreto sea suficiente para soportar las solicitaciones por cortante.

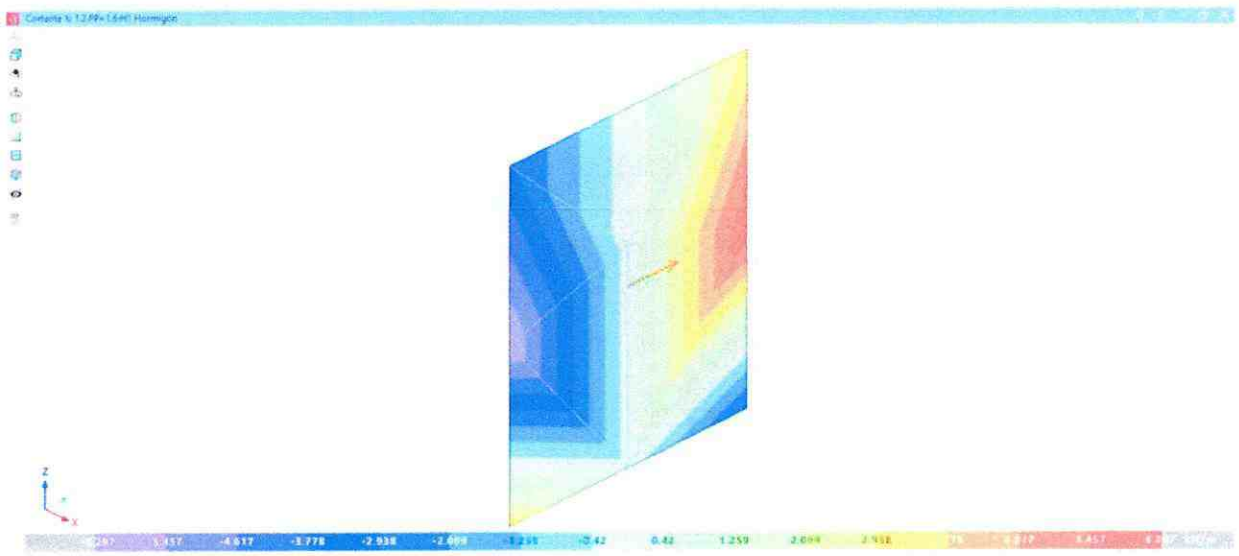
7.2.1 MOMENTO X MUROS



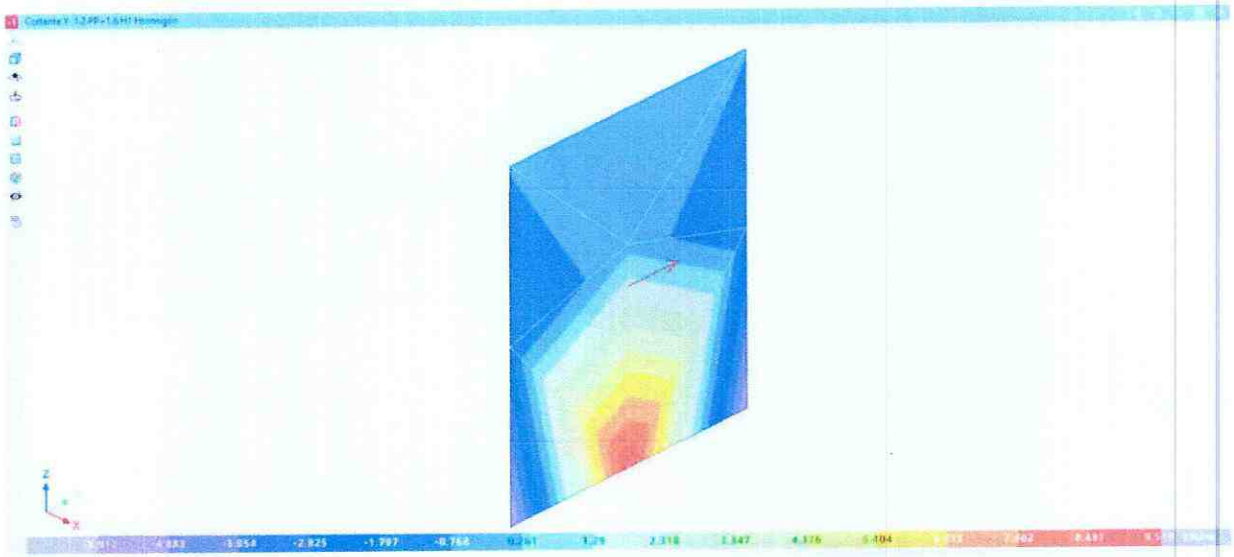
7.2.2 MOMENTO Y MUROS



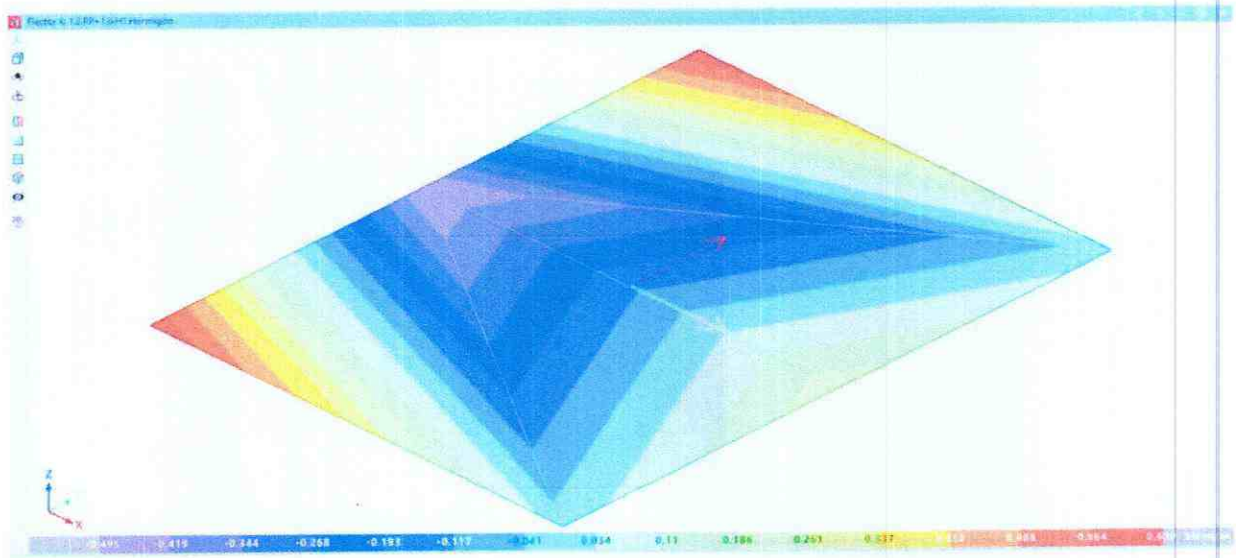
7.2.3 CORTANTE X MUROS



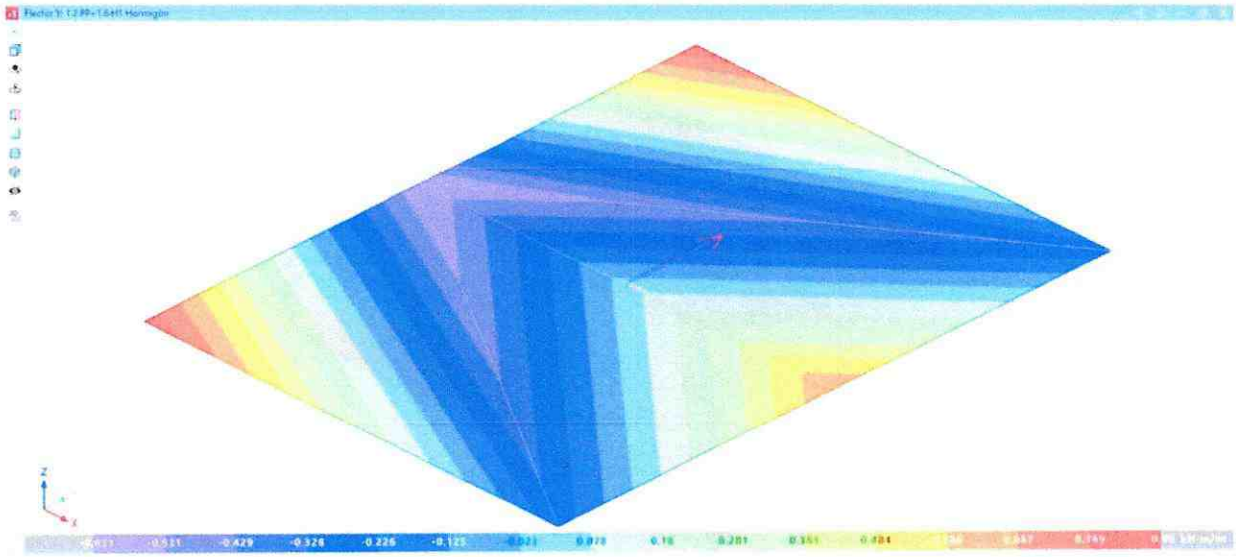
7.2.4 CORTANTE Y MUROS



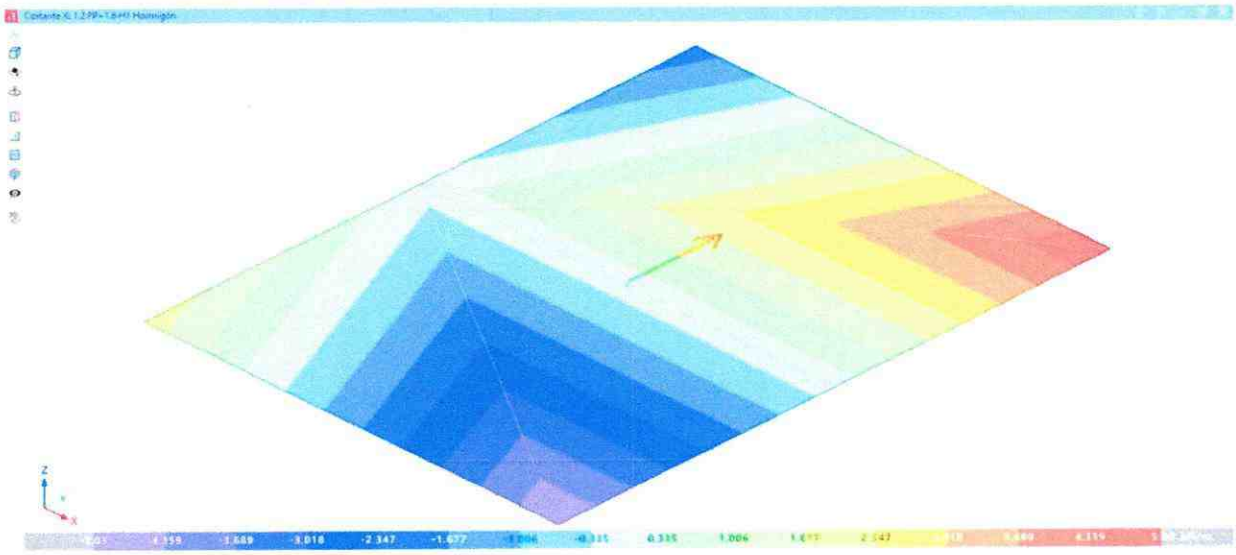
7.2.5 MOMENTO X LOSA FONDO



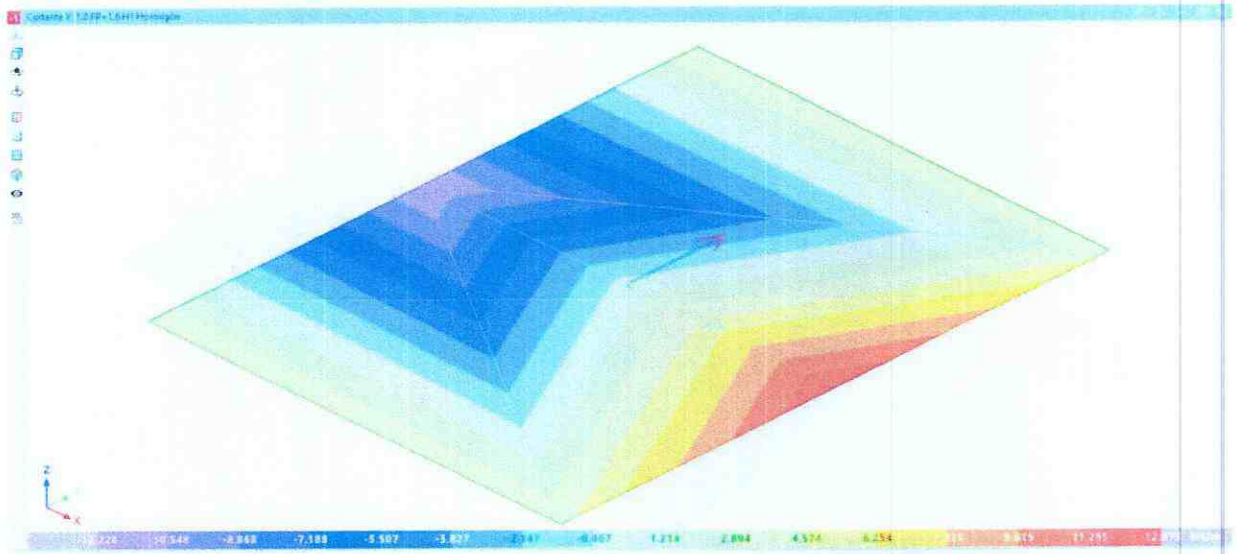
7.2.6 MOMENTO Y LOSA FONDO



7.2.7 CORTANTE X LOSA FONDO



7.2.8 CORTANTE Y LOSA FONDO



DISEÑO DE MURO PARA MOMENTO Y y CORTANTE Y EVALUACIÓN DE Sd PARA FLEXIÓN Y CORTANTE

Evaluación de Sd

b =	1.00 m	*Ancho de sección*
h =	0.20 m	*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m	*Recubrimiento refuerzo en losas*

Selección de la barra de refuerzo longitudinal principal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

Selección de refuerzo transversal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

d =	0.12 m	*Altura efectiva de la sección*
s =	0.20 m	*Separación suministrada*
A_s =	645 mm^2	*Área de refuerzo suministrada*
$c_{modelo\ lineal}$ =	0.0390 m	*Profundidad del eje neutro modelo lineal indefinido*
$f_{s_modelo\ lineal}$ =	1224 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero de refuerzo modelo lineal indefin*
c =	0.0134 m	*Profundidad del eje neutro*
ε_s =	0.0236	*Deformación unitaria del acero para sección en equilibrio*
Control sección=	TRACCIÓN	*Sección controlada por compresión, transición o tracción*
ϕ_M =	0.90	*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
ϕ_V =	0.75	*Coeficiente de reducción de resistencia para cortante*
$f_{s_perm_M}$ =	140.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
$f_{s_perm_V}$ =	170.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
M =	0.53 kN m	= 0.1 tonf m *Momento de servicio*
M_u =	0.69 kN m	= 0.1 tonf m *Momento último de diseño por análisis*
S_{d_M} =	2.08	*Coeficiente de durabilidad ambiental para momento*
$S_{d_M} \times M_u$ =	1.43 kN m	= 0.1 tonf m *Momento último de diseño x S_d*
V =	9.52 kN	= 1.0 tonf m *Cortante de servicio*
V_u =	66.00 kN	= 6.7 tonf m *Cortante último de diseño por análisis*
S_{d_V} =	1.00	*Coeficiente de durabilidad ambiental para cortante*

Evaluación de esfuerzos en acero a tracción

ρ =	0.0054362	*Cuantía de refuerzo suministrada*
n =	8.04	*Relación de módulos*
k =	0.26	*Se define como k=brazo interno/d*
c =	0.03 m	*Profundidad del eje neutro al nivel de servicio*
f_c =	0.32 MPa	*Esfuerzo actuante en fibra extrema a compresión*
f_s =	7.58 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero al nivel de servicio*
β =	1.921	*Distancia fibra extrema a E.N./Distancia ref. a tracción a E.N.*
f_{s_adm} =	129.28 MPa	*Esfuerzo admisible en el acero al nivel de servicio*

$f_s \leq f_{s_adm}$ **OK**

DISEÑO A FLEXIÓN DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa		*Resistencia a la compresión del concreto*
f_y =	420 MPa		*Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo longitudinal*
E_c =	24870 MPa		*Módulo de elasticidad del concreto*
E_s =	200000 MPa		*Módulo de elasticidad del acero de refuerzo*

Diseño a flexión de la sección

β_1 =	0.85		*Relación profundidad bloque Whitney a profundidad E.N.*
ε_{cu} =	0.003		*Deformación última del concreto a compresión*
ε_y =	0.0021		*Deformación del acero en el punto de fluencia*
ρ_b =	0.028333333		*Cuantía balanceada*
$\rho_{máx}$ =	0.021250		*Cuantía máxima de diseño (3/4 ρ_b)*
ρ_{min} =	0.00333		*Cuantía mínima de diseño*
M_u =	0.89 kN m	= 0.1 tonf m	*Momento último de diseño*
ϕ =	0.90		*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
b =	1.00 m		*Ancho de sección*
h =	0.20 m		*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m		*Recubrimiento estribos en vigas o de refuerzo en losas*
d =	0.12 m		*Altura efectiva de la sección*
$\rho_{diseño}$ =	0.000167497		*Cuantía de diseño*
$\rho_{diseño}$	<	$\rho_{máx}$	***OK***
$\rho_{selecc.}$ =	0.00017		*Cuantía seleccionada*
A_s =	20 mm^2		*Área de refuerzo requerido por diseño*
ρ_{min} =	0.00300		*Cuantía mínima - retracción de fraguado y temperatura*

Refuerzo principal

b de sección es =	**PARCIAL**	
$s_{diseño}$ =	6.49 m	*Separación por diseño centro a centro de barras*
$s_{retracción_ppal}$ =	0.22 m	*Separación por retracción centro a centro de barras (1 capa)*
s_{500mm} =	0.50 m	*Separación concepto 500mm*
s_{3h} =	0.60 m	*Separación concepto 3h*
$A_{s_suminist.}$ =	No. 4-0.215 c-c	*Refuerzo principal suministrado Centro a Centro Barras*
$s_{libre\ barras}$ =	0.4873 m	*Separación libre de barras* ***OK***

DISEÑO A CORTANTE DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

**** DILIGENCIAR CELDAS ACHURADAS EN GRIS***

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa	*Resistencia a la compresión del concreto*

Especificaciones geométricas

h =	0.20 m	*Altura total de losa*
b =	1.00 m	*Ancho de losa*

Diseño a cortante de la losa

V_u =	12.98 kN = 1.3 tonf m	*Cortante último de diseño*
ϕ =	0.75	*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
Recubrimiento =	0.075 m	*Recubrimiento de refuerzo en losas*
d =	0.12 m	*Altura efectiva de la sección*

Tener en cuenta cuantía de refuerzo longitudinal para el cálculo de V_c ?

NO	⇒	V_c =	104.64 kN = 10.7 tonf m	
ϕV_c =	78.48 kN	⇒	ϕv_c =	0.661 MPa
ϕV_c	>=	V_u	***OK***	

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

8 MEMORIAS DE CALCULO ESTRUCTURA VERTEDERO

8.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los diseños se realizaron teniendo en cuenta las normativas NSR-10 y ACI-318.

Materiales:

- Concreto: 28Mpa
- Acero de Refuerzo: 420Mpa

Secciones:

- Muros: 20 cm
- Losa: 20 cm

8.1.1 AYUDAS DE DISEÑO

El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo.

El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

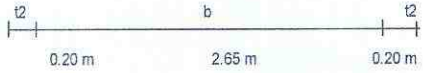
8.1.2 DEFINICIÓN DE CARGAS

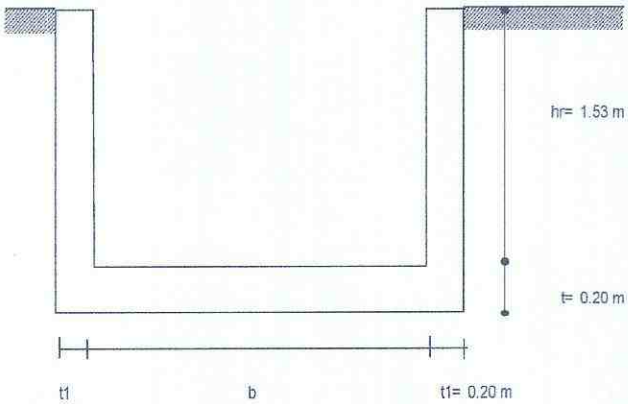
En el análisis de cargas se consideraron los valores más críticos obtenidos durante la exploración del subsuelo, específicamente en lo referente al peso específico y al ángulo de fricción interna.

Se adoptaron los valores reportados en los ensayos, con el fin de modelar las condiciones más desfavorables posibles para el terreno.

ANALISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL POZO PROFUNDO

DIMENSIONES





TERRENO

Capacidad portante:
qa = **2.30 Kgf/cm2**
Peso suelo:
ys = 1877.0 Kgf/m3
Angulo de, fricción interna:
Φ = **30.0 °** 0.5236 rad
Coef. fricción suelo-concreto:
Tan Φ = 0.58
Inclinación del terraplen:
ß = **0.0 °** 0.0000 rad
Coeficiente de presión activa (Ka)

$$Ka = \cos ß^{*} \frac{\cos ß - (\cos ß^2 - \cos ¢2^)^(1/2)}{\cos ß + (\cos ß^2 - \cos c2^)^(1/2)} = 0.33$$

Coeficiente de presión pasiva (Kp)

$$Kp = \frac{1+\text{senç}}{1-\text{sinç}} = 3.00$$

Sobrecarga Qs= 1126.20 Kgf/m2

ESPECIFICACION DE MATERIALES

Concreto :
f'c = 280 kg/cm2

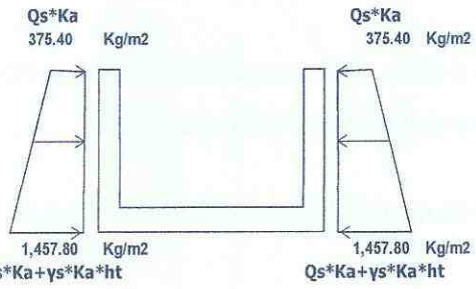
Acero :
fy= 4200 kg/cm2
fyv= 4200 kg/cm2
Rec= 7.5 cm
Pmin= 0.0018

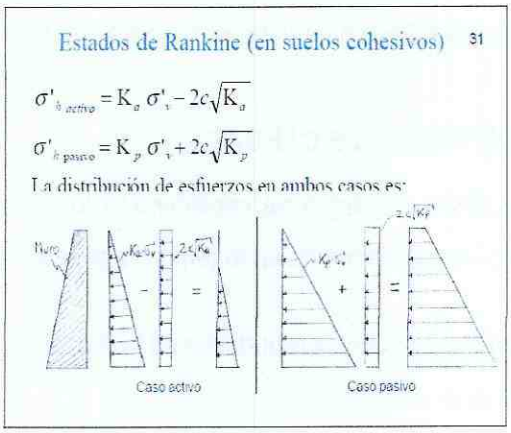
ESPESOR DEL MURO Y LA LOSA DE FONDO

Espesor de los muros
t1= 0.20 m
t2 = 0.20 m

Espesor de la losa de fondo
t = 0.20 m

CARGAS
Empuje activo del relleno





8.1.3 ASIGNACIÓN DE CARGAS

EMPUJE

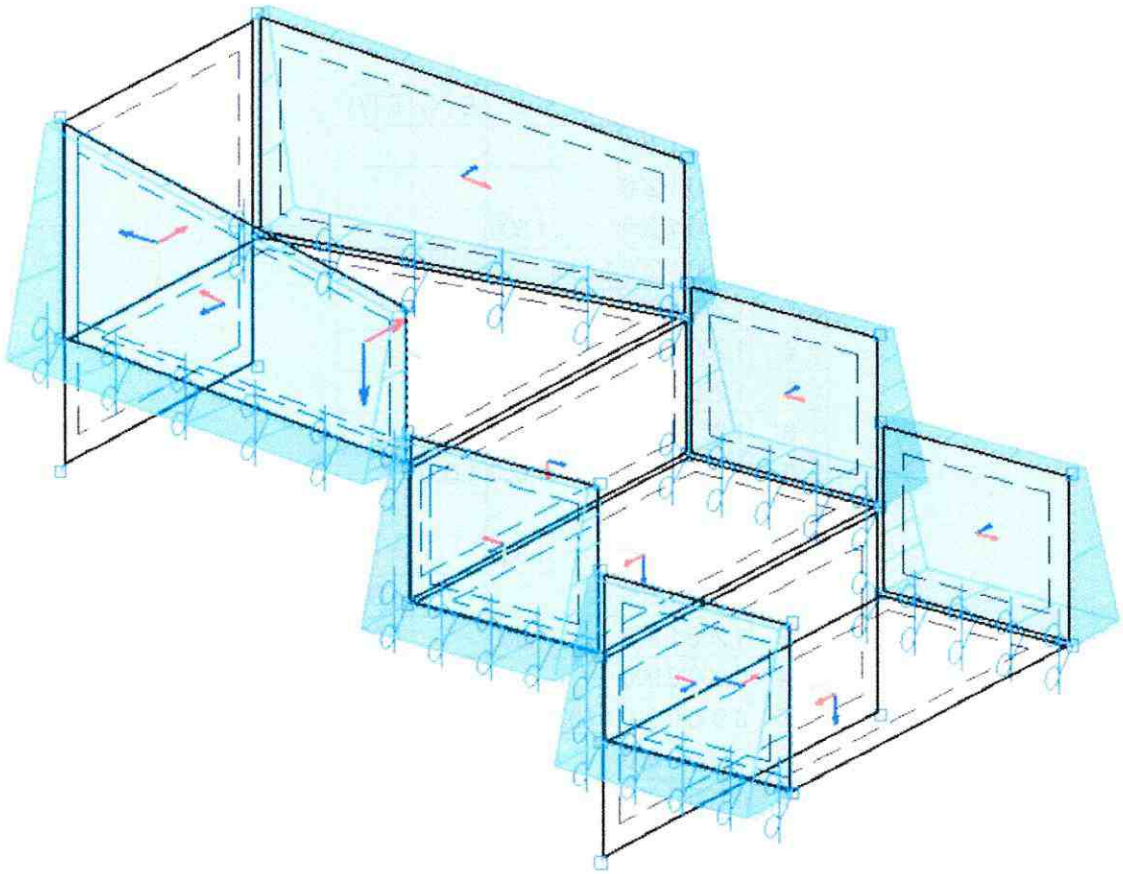


Ilustración 7 Asignación Carga por Empuje

9 DESARROLLO DEL DISEÑO

9.1 DATOS DE ENTRADA AL SOFTWARE

Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

PP Peso propio
D Carga muerta
H Empuje terreno
L Empuje agua
E (X) E (X)
E (Y) E (Y)

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	D	H	L	E (X)	E (Y)
1	1.400	1.400				
2	1.200	1.200				
3	1.200	1.200		1.600		
4	1.200	1.200	1.600			
5	1.200	1.200	1.600	1.600		
6	1.200	1.200			-1.000	
7	1.200	1.200		1.000	-1.000	
8	1.200	1.200			1.000	
9	1.200	1.200		1.000	1.000	
10	1.200	1.200				-1.000
11	1.200	1.200		1.000		-1.000
12	1.200	1.200				1.000
13	1.200	1.200		1.000		1.000
14	0.900	0.900				
15	0.900	0.900	1.600			
16	0.900	0.900			-1.000	
17	0.900	0.900	1.600		-1.000	
18	0.900	0.900			1.000	
19	0.900	0.900	1.600		1.000	
20	0.900	0.900				-1.000
21	0.900	0.900	1.600			-1.000
22	0.900	0.900				1.000
23	0.900	0.900	1.600			1.000

Sismo

Se ha tenido en cuenta la acción del sismo mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis: 'E (X)' y 'E (Y)'.

ESTRUCTURA

Geometría

Nudos

Nudos														
Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior										Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D_x	D_y	D_z	q_x	q_y	q_z	Dependencias	Ux	Uy	Uz	
N1	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N2	0.000	0.000	2.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N3	0.000	2.160	2.450	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	2.160	0.000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N11	3.060	-0.445	0.920	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N12	3.060	2.605	0.920	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N13	3.060	-0.445	2.030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	3.060	2.605	2.030	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N15	0.000	0.000	0.920	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N16	0.000	2.160	0.920	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N17	3.060	-0.445	-0.030	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N18	3.060	2.605	-0.030	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N19	4.570	-0.445	-0.030	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N20	4.570	2.605	-0.030	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N21	4.570	-0.445	-1.470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N22	4.570	2.605	-1.470	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N23	4.570	-0.445	-0.630	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N24	6.080	-0.445	-0.630	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N25	6.080	2.605	-0.630	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N26	4.570	2.605	-0.630	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N27	3.060	-0.445	1.160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N28	4.570	-0.445	1.160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N29	3.060	2.605	1.160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N30	4.570	2.605	1.160	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N31	4.570	-0.445	0.560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N33	6.080	-0.445	0.560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N38	4.570	2.605	0.560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N39	6.080	2.605	0.560	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado

Láminas

Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	□	G (MPa)	□t (m/m°C)	□ (kN/m³)
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=280	24885.52	0.200	10368.97	0.000010	24.53

Notación:
E: Módulo de elasticidad
□: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
□t: Coeficiente de dilatación
□: Peso específico

Descripción

Descripción							
Material		Lámina	Nudos	Espesor (mm)	Área (m²)	Módulo de balasto (kN/m³)	Vinc. interior
Tipo	Designación						
Hormigón	f'c=280	L1	N2, N3, N16, N4, N1 y N15	450.00	5.292	-	Todas empotradas
		L2	N13, N2, N15, N11 y N27	200.00	4.082	-	Todas empotradas
		L3	N3, N14, N29, N12 y N16	200.00	4.082	-	Todas empotradas
		L4	N15, N16, N12 y N11	200.00	7.971	97923.85	Todas empotradas
		L5	N11, N17, N18 y N12	450.00	2.898	-	Todas empotradas
		L6	N20, N19, N17 y N18	200.00	4.606	97923.85	Todas empotradas
		L7	N19, N20, N26, N22, N21 y N23	200.00	4.392	-	Todas empotradas
		L8	N25, N24, N23 y N26	200.00	4.606	97923.85	Todas empotradas
		L9	N28, N27, N11, N17, N19 y N31	200.00	1.797	-	Todas empotradas
		L10	N29, N30, N38, N20, N18 y N12	200.00	1.797	-	Todas empotradas
		L12	N33, N31, N19, N23 y N24	200.00	1.797	-	Todas empotradas
		L15	N38, N39, N25, N26 y N20	200.00	1.797	-	Todas empotradas

Notación:
Módulo de balasto: Módulo de balasto en Z local

Cargas

Láminas

Cargas en láminas								
Lámina	Hipótesis	Tipo	Valores		Dirección			
			P1	P2	Ejes	X	Y	Z
L2	H	Variable en eje y local	3.75	14.56	Locales	0.000	0.000	-1.000
L3	H	Variable en eje y local	3.75	14.56	Locales	0.000	0.000	-1.000
L9	H	Variable en eje y local	3.75	14.56	Locales	0.000	0.000	-1.000
L10	H	Variable en eje y local	3.75	14.56	Locales	0.000	0.000	-1.000
L12	H	Variable en eje y local	3.75	14.56	Locales	0.000	0.000	-1.000
L15	H	Variable en eje y local	3.75	14.56	Locales	0.000	0.000	-1.000

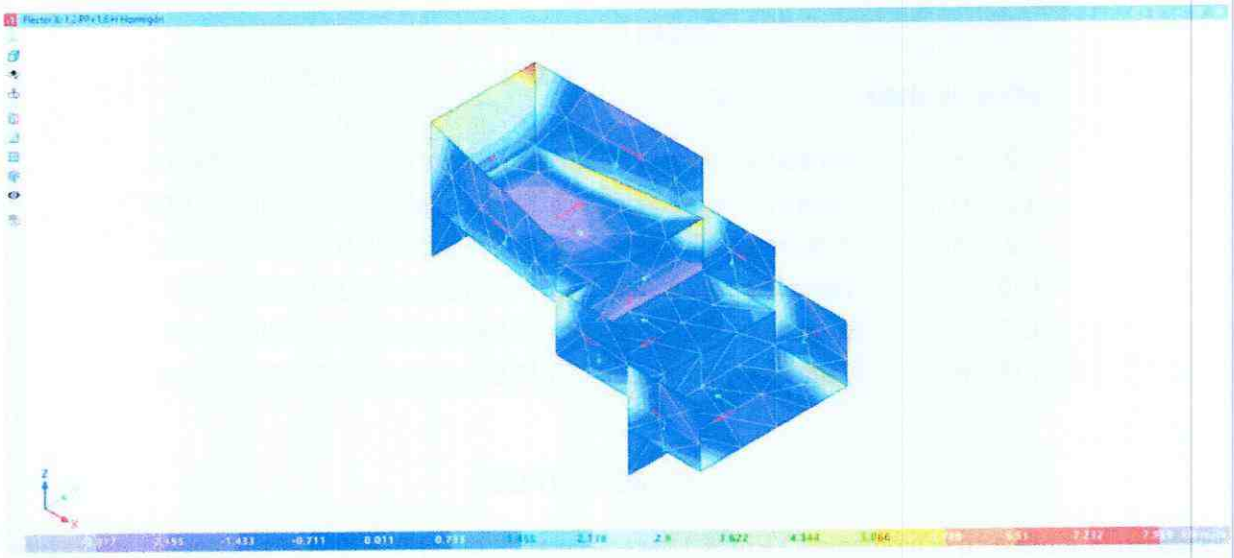
10 RESULTADOS

El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo. El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

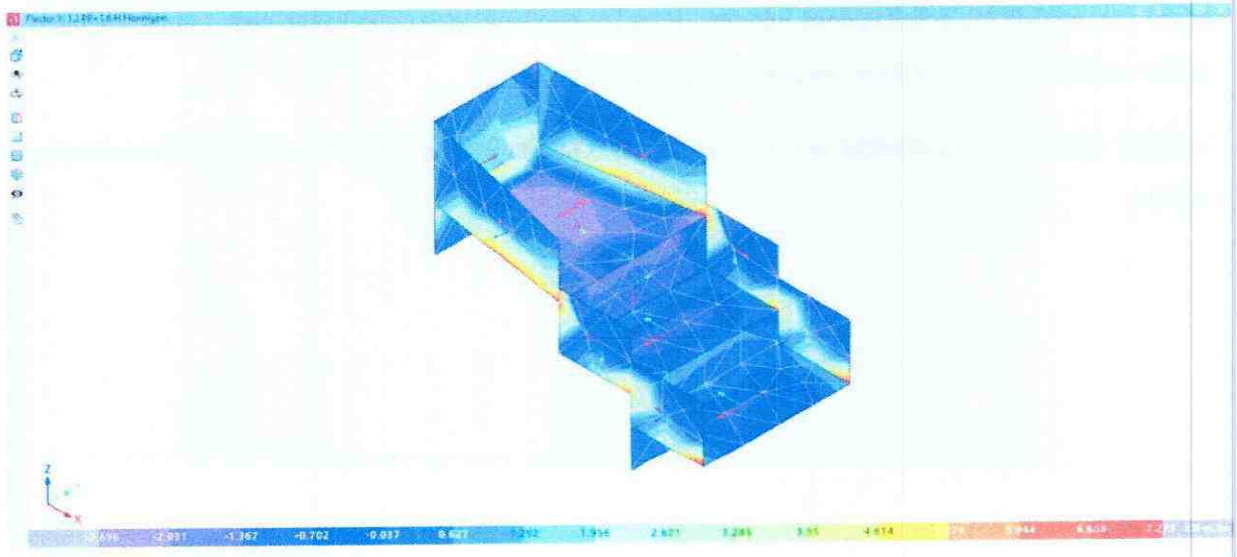
Se determina un área de acero de refuerzo teniendo en cuenta todas las combinaciones de carga actuantes sobre la estructura y así determinar cuál es la dominante y proceder con el diseño para asignar un refuerzo acorde para resistir las solicitaciones internas. Para las combinaciones que llevan sismo no se requiere el uso del coeficiente de durabilidad ambiental según el **C.23-C.9.2.6.**

Se comprueba que la resistencia al corte del concreto sea suficiente para soportar las solicitaciones por cortante.

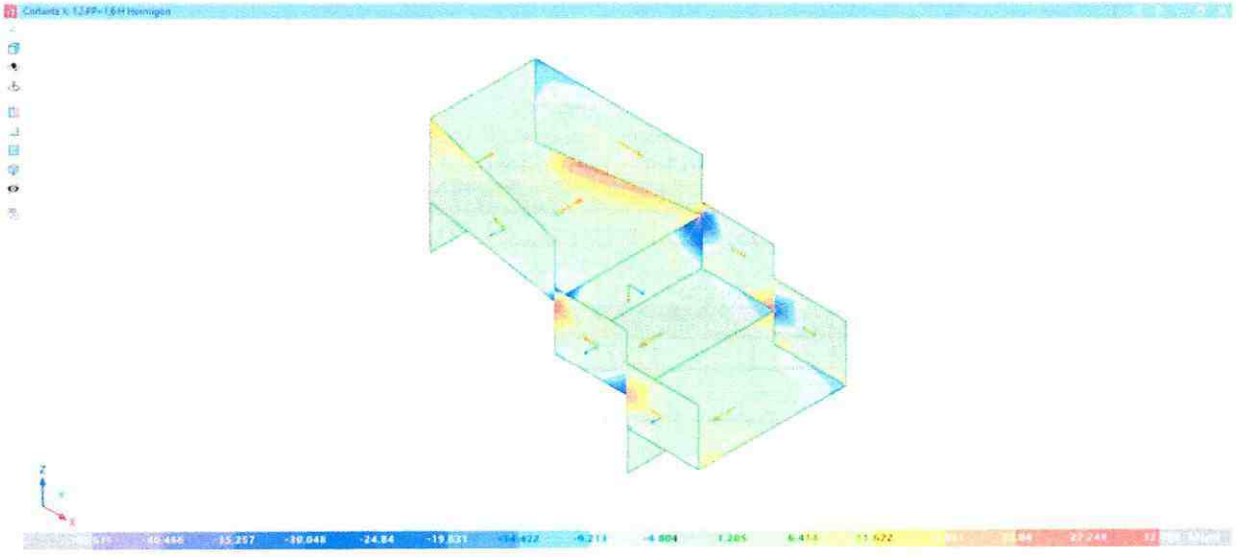
10.1.1 MOMENTO X



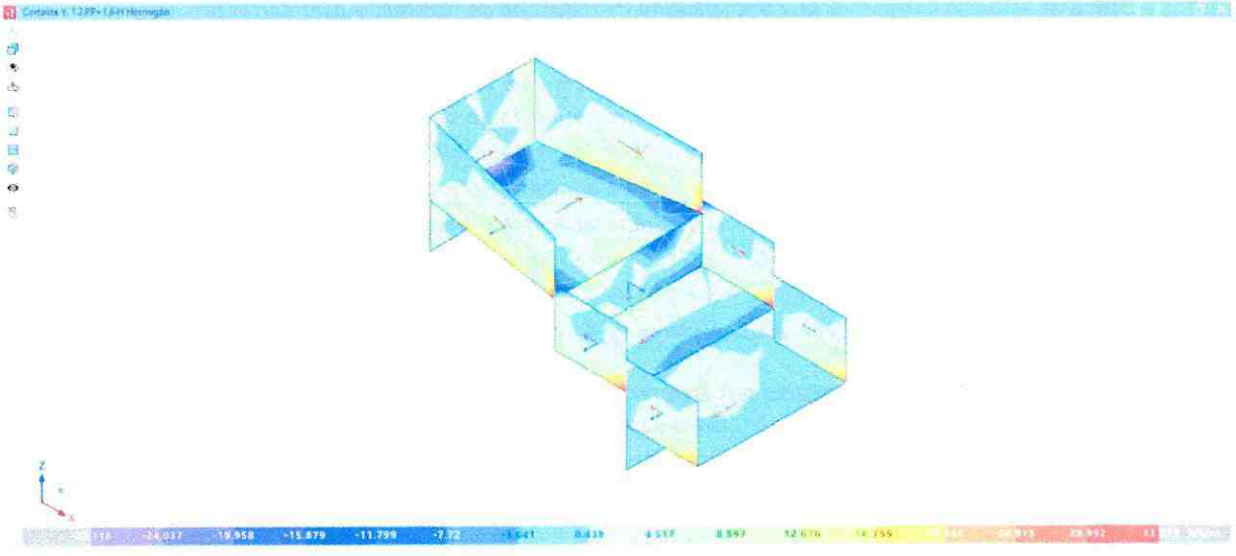
10.1.2 MOMENTO Y



10.1.3 CORTANTE X



10.1.4 CORTANTE Y



DISEÑO DE MURO PARA MOMENTO Y y CORTANTE Y EVALUACIÓN DE Sd PARA FLEXIÓN Y CORTANTE

Evaluación de Sd

b =	1.00 m	*Ancho de sección*
h =	0.20 m	*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m	*Recubrimiento refuerzo en losas*

Selección de la barra de refuerzo longitudinal principal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

Selección de refuerzo transversal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

d =	0.12 m		*Altura efectiva de la sección*
s =	0.20 m		*Separación suministrada*
A_s =	645 mm^2		*Área de refuerzo suministrada*
$c_{modelo\ lineal}$ =	0.0390 m		*Profundidad del eje neutro modelo lineal indefinido*
$f_{s_modelo\ lineal}$ =	1224 MPa		*Esfuerzo actuante en el acero de refuerzo modelo lineal indefin*
c =	0.0134 m		*Profundidad del eje neutro*
ε_s =	0.0236		*Deformación unitaria del acero para sección en equilibrio*
Control sección=	TRACCIÓN		*Sección controlada por compresión, transición o tracción*
ϕ_M =	0.90		*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
ϕ_V =	0.75		*Coeficiente de reducción de resistencia para cortante*
$f_{s_perm_M}$ =	140.00 MPa		*Esfuerzo permisible para momento*
$f_{s_perm_V}$ =	170.00 MPa		*Esfuerzo permisible para momento*
M =	6.12 kN m	= 0.6 tonf m	*Momento de servicio*
M_u =	7.96 kN m	= 0.8 tonf m	*Momento último de diseño por análisis*
S_{d_M} =	2.08		*Coeficiente de durabilidad ambiental para momento*
$S_{d_M} \times M_u$ =	16.53 kN m	= 1.7 tonf m	*Momento último de diseño x S_d*
V =	9.52 kN	= 1.0 tonf m	*Cortante de servicio*
V_u =	45.68 kN	= 4.7 tonf m	*Cortante último de diseño por análisis*
S_{d_V} =	1.00		*Coeficiente de durabilidad ambiental para cortante*

Evaluación de esfuerzos en acero a tracción

ρ =	0.0054362	*Cuantía de refuerzo suministrada*
n =	8.04	*Relación de módulos*
k =	0.26	*Se define como k=brazo interno/d*
c =	0.03 m	*Profundidad del eje neutro al nivel de servicio*
f_c =	3.73 MPa	*Esfuerzo actuante en fibra extrema a compresión*
f_s =	87.45 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero al nivel de servicio*
β =	1.921	*Distancia fibra extrema a E.N./Distancia ref. a tracción a E.N.*
f_{s_adm} =	129.28 MPa	*Esfuerzo admisible en el acero al nivel de servicio*

$f_s \leq f_{s_adm}$ **OK**

DISEÑO A FLEXIÓN DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa		*Resistencia a la compresión del concreto*
f_y =	420 MPa		*Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo longitudinal*
E_c =	24870 MPa		*Módulo de elasticidad del concreto*
E_s =	200000 MPa		*Módulo de elasticidad del acero de refuerzo*

Diseño a flexión de la sección

β_1 =	0.85		*Relación profundidad bloque Whitney a profundidad E.N.*
ε_{cu} =	0.003		*Deformación última del concreto a compresión*
ε_y =	0.0021		*Deformación del acero en el punto de fluencia*
ρ_b =	0.028333333		*Cuantía balanceada*
$\rho_{máx}$ =	0.021250		*Cuantía máxima de diseño (3/4 ρ_b)*
ρ_{min} =	0.00333		*Cuantía mínima de diseño*
M_u =	0.89 kN m	= 0.1 tonf m	*Momento último de diseño*
ϕ =	0.90		*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
b =	1.00 m		*Ancho de sección*
h =	0.20 m		*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m		*Recubrimiento estribos en vigas o de refuerzo en losas*
d =	0.12 m		*Altura efectiva de la sección*
$\rho_{diseño}$ =	0.000167497		*Cuantía de diseño*
$\rho_{diseño}$	<	$\rho_{máx}$	***OK***
$\rho_{selecc.}$ =	0.00017		*Cuantía seleccionada*
A_s =	20 mm^2		*Área de refuerzo requerido por diseño*
ρ_{min} =	0.00300		*Cuantía mínima - retracción de fraguado y temperatura*

Refuerzo principal

b de sección es =	**PARCIAL**	
$s_{diseño}$ =	6.49 m	*Separación por diseño centro a centro de barras*
$s_{retracción_ppal}$ =	0.22 m	*Separación por retracción centro a centro de barras (1 capa)*
s_{500mm} =	0.50 m	*Separación concepto 500mm*
s_{3h} =	0.60 m	*Separación concepto 3h*
$A_{s_suministr.}$ =	No. 4-0.215 c-c	*Refuerzo principal suministrado Centro a Centro Barras*
$s_{libre\ barras}$ =	0.4873 m	*Separación libre de barras* ***OK***

DISEÑO A CORTANTE DE LOSAS EN CONCRETO REFORZADO

**** DILIGENCIAR CELDAS ACHURADAS EN GRIS***

Propiedades mecánicas de la sección

f'_c =	28.0 MPa		*Resistencia a la compresión del concreto*

Especificaciones geométricas

h =	0.20 m		*Altura total de losa*
b =	1.00 m		*Ancho de losa*

Diseño a cortante de la losa

V_u =	12.98 kN	= 1.3 tonf m	*Cortante último de diseño*
ϕ =	0.75		*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
Recubrimiento =	0.075 m		*Recubrimiento de refuerzo en losas*
d =	0.12 m		*Altura efectiva de la sección*

Tener en cuenta cuantía de refuerzo longitudinal para el cálculo de V_c?

NO	⇒	V_c =	104.64 kN	= 10.7 tonf m
ϕV_c =	78.48 kN	⇒	ϕv_c =	0.661 MPa
ϕV_c	>=	V_u	***OK***	

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

11 MEMORIAS DE CALCULO ESTRUCTURA TANQUE EBAR

11.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

Los diseños se realizaron teniendo en cuenta las normativas NSR-10 y ACI-318.

Materiales:

- Concreto: 28Mpa
- Acero de Refuerzo: 420Mpa

Secciones:

- Muros: 30 cm
- Losa: 30 cm

11.1.1 AYUDAS DE DISEÑO

El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo. El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

11.1.2 DEFINICIÓN DE CARGAS

En el análisis de cargas se consideraron los valores más críticos obtenidos durante la exploración del subsuelo, específicamente en lo referente al peso específico y al ángulo de fricción interna. Se adoptaron los valores reportados en los ensayos, con el fin de modelar las condiciones más desfavorables posibles para el terreno.

ANALISIS EN X

Materiales

Acero de refuerzo, fy	420.00 MPa
Tamaño máximo del agredo grueso	25.00 mm

Factor de reducción de resistencia

ØFlexión	0.9
ØCortante	0.75

Categoria y Clase de exposición **(NSR-10/Tabla C23-C4.2.1)**

Categoría	Clase	Severidad	Condición	a/c (*)	f'c [MPa]
Congelamiento y deshielo	F0	No es aplicable	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo	No aplica	28
Sulfato	S0	No es aplicable	SO4<0.10 % en el suelo y SO4<150 ppm en agua	0.45	28
Requiere baja permeabilidad	P1	Requerida	En contacto con el agua donde se requiere baja permeabilidad	0.45	28
Protección refuerzo a la corrosión	C0	No es aplicable	Concreto seco o protegido contra	No aplica	28
Exposición a químicos corrosivos	Q0	No es aplicable	Concreto que no está expuesto a químicos corrosivos	No aplica	28

¿La estructura se ve afectada por cavitación o abrasión?	NO	**(NSR-10 / C.23-C.4.8)**
Exposición ambiental	Normal	**(NSR-10 / C.23-C.10.6.4.5)**

Tipo de concreto a utilizar

Contenido mínimo de material cementante	330.0 kg/m³	**(NSR-10 / Tabla- C.23-C-4.1.1)**
Relación máxima agua / material cementante	0.45	**(NSR-10 / Tabla- C.23-C-4.3.1)**
Concreto, f'c	28.00 MPa	**(NSR-10 / Tabla- C.23-C-4.3.1)**
Cemento tipo	Sin restricción	**(NSR-10 / Tabla- C.23-C-4.3.1)**
Ec	24870.06 MPa	**(4700√f'c)**

CARACTERISTICAS DEL TANQUE

Geometría

HL (Prof. Liquido)	4.65 m
HW (Altura Muro)	4.95 m
Hr (Altura relleno)	4.95 m
L (Longitud)	5.92 m
B (Ancho)	2.60 m
γc	24.0 kN/m³
tr (Esp.Cubierta)	0.30 m
tw (Esp.Muro)	0.30 m
H (sobrecarga para empuje)	0.50 m

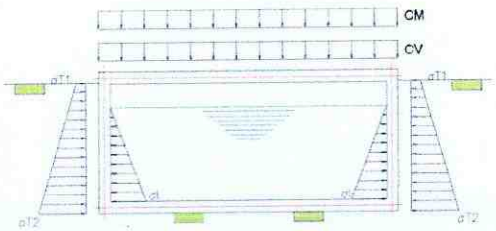
Caracteristicas del suelo

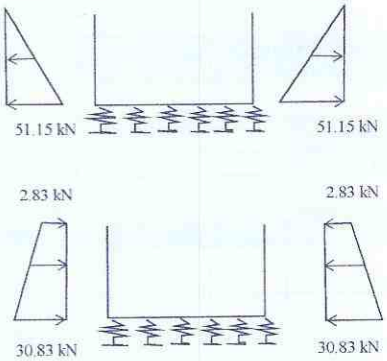
TIPO DE SUELO	D
Aa	0.30
Av	0.25
Fa	1.20
Fv	1.90
Kh	0.15
Kv	0.25

Peso específico, γ	18.77 kN/m3	
Coeficiente de presión lateral de tierras (Ko=1-senφ)	0.50	
Ángulo de fricción del suelo, φ	30 °	0.52 Rad
β	0 °	0.00 Rad
δ	15 °	0.26 Rad
θ	0 °	0.00 Rad
ψ	11.31 °	0.20 Rad

CARGAS ACTUANTES SOBRE LA ESTRUCTURA

Cargas estáticas





Cargas gravitacionales

Carga Muerta, D	0.0 kN/m²
Carga Viva, L	0.0 kN/m²
Liquido	51.2 kN/m³

Cargas Laterales estáticas

Se calcula el coeficiente de presión activo de tierras y la presión activa, mediante las ecuación No 28 y No 29 del documento respectivamente.

P_A= Empuje estático (empuje activo de Coulomb):

$$P_A = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot B$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\Phi - \theta)}{\cos^2\theta \cos(\delta + \theta)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\delta + \Phi) sen(\Phi - \beta)}{\cos(\delta + \theta)\cos(\beta - \theta)}}\right]^2}$$

Ka	0.3014
λa	28.01 kN/m
Pa	180.21 kN

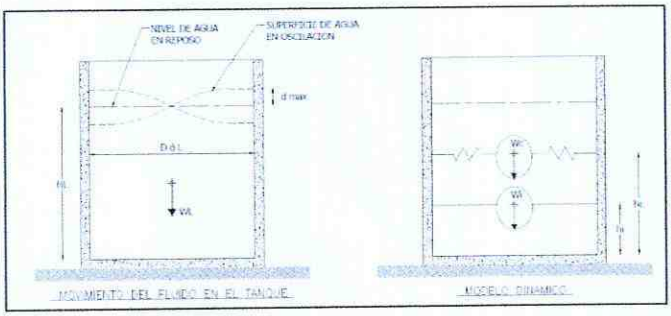
Empuje Hidrodinámico - ACI350.3-06

Clasificación de las estructuras

Teniendo en cuenta el análisis, esta estructura se encuentra clasificada como: soportada en la base, enterrada, de base empotrada y de concreto reforzado.

Modelo dinámico

Se emplea el modelo de Housner, el cual consiste en la agrupación de masas.



Se realiza el calculo del peso del liquido contenido (WL), el peso del muro (Ww), y el peso de la losa de cubierta (Wr)

$WL = \gamma L * HL * L * B$ $\quad W'w = Hw * B * Tw * \gamma c$ $\quad Wr = L * B * Tw * \gamma c$

γL	11.00 kN/m³
WL	661.16 kN
W'w	92.66 kN
Wr	110.82 kN

Peso especificico del liquido contenido

consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

El paso anterior se realiza para calcular los pesos equivalentes Wi y Wc del liquido almacenado
Para lo cual se utilizan las ecuaciones 9-1 y 9-2 del documento ACI 350.3-06.

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh\left[0.866\left(\frac{L}{H_L}\right)\right]}{0.866\left(\frac{L}{H_L}\right)} \quad (9\text{-}1)$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264\left(\frac{L}{H_L}\right)\tanh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right] \quad (9\text{-}2)$$

Wi	480.59 kN
Wc	219.14 kN

Cálculo de los centros de gravedad para la aplicación de las fuerzas Pc y Pi

Altura de centros de gravedad (EBP)

L/HL	1.27
hi	1.77 m
hc	3.07 m

Altura de centros de gravedad (IBP)

hi'	2.62 m
hc'	3.38 m
hr	4.80 m

For tanks with $\frac{L}{H_L} < 1.333$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.5 \quad 0.09375\left(\frac{L}{H_L}\right) \quad (9\text{-}3)$$

For tanks with $\frac{L}{H_L} \geq 1.333$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.375 \quad (9\text{-}4)$$

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 1}{3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\sinh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]} \quad (9\text{-}5)$$

For tanks with $\frac{L}{H_L} < 0.75$

$$\frac{h_i'}{H_L} = 0.45 \quad (9\text{-}6)$$

For tanks with $\frac{L}{H_L} \geq 0.75$

$$\frac{h_i'}{H_L} = \frac{0.866\left(\frac{L}{H_L}\right)}{2\tanh\left[0.866\left(\frac{L}{H_L}\right)\right]} - \frac{1}{8} \quad (9\text{-}7)$$

$$\frac{h_c'}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 2.01}{3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\sinh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]} \quad (9\text{-}8)$$

Propiedades dinámicas

$$\omega_i = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (9\text{-}9)$$

$$m = m_w + m_i \quad (9\text{-}10)$$

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (9\text{-}11)$$

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \quad (9\text{-}12)$$

$$\lambda = \sqrt{3.16g\tanh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]} \quad (9\text{-}13)$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)\sqrt{L} \quad (9\text{-}14)$$

$$[m_w = H_w\frac{t_w}{10^3}\left(\frac{\gamma_c}{g}\right) \text{ in the SI system}]$$

$$m_i = \left(\frac{W_i}{W_L}\right)\left(\frac{L}{2}\right)H_L\left(\frac{\gamma_L}{g}\right)$$

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

$$[k = \frac{E_c}{4\times 10^6}\left(\frac{t_w}{h}\right)^3 \text{ in the SI system}]$$

Para las anteriores ecuaciones se tiene:

H_W = *corresponde a la altura del muro*
γ_c = *peso especifico del concreto*
γ_L = *peso especifico del liquido*
h_w = *centro de gravedad del muro* $(0.5H_W)$; *y*
h = *altura del centro de masa del sistema impulsivo*

mw	3.633 kN-s2/m
hw	2.48 m
mi	11.218 kN-s2/m
hi	1.77 m
h	1.9425 m
k	22904.69 kN/m
m	14.85 kN-s2/m
ωi	39.27 Rad/s
λ	5.53
ωc	2.27 Rad/s
Ti	0.160 s
Tc	2.765 s

Cargas de diseño sísmico

Las fuerzas laterales dinámicas que actúan sobre la base de la estructura, se determina según las siguientes ecuaciones:

$$P_w = C_I I\left[\frac{\varepsilon W_w}{R_I}\right] \quad (4\text{-}1)$$

$$P'_w = C_I I\left[\frac{\varepsilon W'_w}{R_I}\right] \quad (4\text{-}1a)$$

$$P_r = C_I I\left[\frac{W_r}{R_I}\right] \quad (4\text{-}2)$$

$$P_i = C_I I\left[\frac{W_I}{R_I}\right] \quad (4\text{-}3)$$

$$P_c = C_c I\left[\frac{W_c}{R_c}\right] \quad (4\text{-}4)$$

$$\varepsilon = \left[0.0151\left(\frac{L}{H_L}\right)^2 - 0.1908\left(\frac{L}{H_L}\right) + 1.021\right] \leq 1.0 \quad (9\text{-}44)$$

$$p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy} \quad (4\text{-}14)$$

$$\ddot{u}_v = C_I I\left[\frac{b}{R_I}\right] \geq 0.2 S_{DS} \quad (4\text{-}15)$$

$$[q_{hy} = \gamma_L (H_L - y)],\ \text{lb/ft}^2\ (\text{kPa})$$

$$P_h = \frac{1}{2}\gamma_L H_L^2 * B$$

P'w	52.29 kN
Pr	77.92 kN
Pi	337.91 kN
Pc	96.74 kN
ξ	0.80
üv	0.23
y	0.00
qhy	51.2 kN/m²
pvy	11.51 kN/m²
Pvy	26.76 kN/m
Pvy	69.57 kN

Factor de importancia I, factores de modificación de respuesta Ri y Rc

I	1.25
Ri	2
Rc	1

Tabla 4.1.1 (a) Factor de Importancia I

	Uso del tanque	Factor I
III	Tanques con contenido peligroso	1.5
II	Tanques que deben seguir en uso por razones de emergencia después de un sismo o tanques que son parte de sistemas vitales	1.25
I	Tanques no incluidos en las categorías II o III	1

Tabla 4.1.1 (b) Factor de modificación de Respuesta

Tipo de Estructura	RI		Rc
	Superficial	Enterrado	
Tanques con base flexible, anclados	3.25	3.25	1
Tanques base fija o articulada	2	3	1
Tanques con base restringida o no restringida, sin anclar	1.5	2	1
Tanques sobre pedestales	2	-------	1

Cálculo del cortante basal resultante de las fuerzas sísmicas

$$V = \sqrt{(P_I + P_w + P_r)^2 + P_c^2 + P^2_{eg}} \quad (4\text{-}5)$$

V	478.55 kN

Cálculo de Momentos de volcamiento (EBP) y (IBP)

$$M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M_c^2} \quad (4\text{-}10)$$

$$M_o = \sqrt{(M'_i + M_w + M_r)^2 + M'^2_c} \quad (4\text{-}13)$$

(EBP) Mb

Mw	129.42 kN-m
Mr	374.03 kN-m
Mi	598.11 kN-m
Mc	296.56 kN-m
Mv	41.47 kN-m
Meg	66.78 kN-m
Mb	**1140.77 kN-m**

$M_w = P_w h_w$ (4-6)

$M_r = P_r h_r$ (4-7)

$M_i = P_i h_i$ (4-8)

$M_c = P_c h_c$ (4-9)

$M_i' = P_i h_i'$ (4-11)

$M_c' = P_c h_c'$ (4-12)

(IBP) Mo

Mw	129.42 kN-m
Mr	374.03 kN-m
Mi'	884.44 kN-m
Mc'	327.36 kN-m
Mv	41.47 kN-m
Meg	66.78 kN-m
Mo	**1425.97 kN-m**

Coeficientes de respuesta sísmica

3. $S_{DS} = 2.5 A_s F_a I$
4. $S_{D1} = 1.2 A_s F_v I$

$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$ (9-34)

S_{DS}	1.125
S_{D1}	0.713
T_S	0.633 s

For $T_i < T_S$

$C_i = S_{DS}$ (9-32)

For $T_i > T_S$

$C_i = \frac{S_{D1}}{T_i} \leq S_{DS}$ (9-33)

For $T_c \leq 1.6/T_s$ seconds

$C_c = \frac{1.5 S_{D1}}{T_c} \leq 1.5 S_{DS}$ (9-37)

For $T_c > 1.6/T_s$ seconds

$C_c = 6\frac{0.4 S_{DS}}{T_c^2} = \frac{2.4 S_{DS}}{T_c^2}$ (9-38)

For rectangular tanks, $C_t = 0.4 S_{DS}$.

Ci	1.125
Cc	0.353
Ct	0.450

Distribución de las fuerzas sísmicas

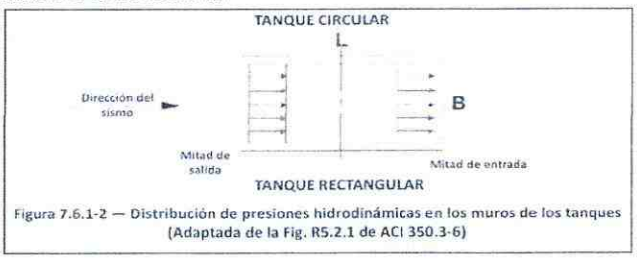


Figura 7.6.1-2 — Distribución de presiones hidrodinámicas en los muros de los tanques (Adaptada de la Fig. R5.2.1 de ACI 350.3-6)

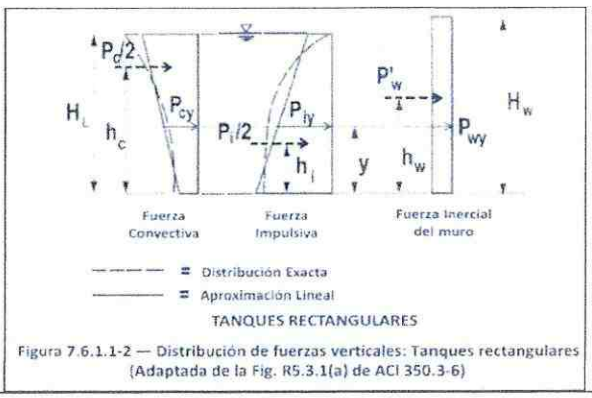


Figura 7.6.1.1-2 — Distribución de fuerzas verticales: Tanques rectangulares (Adaptada de la Fig. R5.3.1(a) de ACI 350.3-6)

$$P_{iy} = \frac{\frac{P_i}{2}\left[4H_L - 6h_i - \left(6H_L - 12h_i\right)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]}{H_L^2}$$

$$P_{cy} = \frac{\frac{P_c}{2}\left[4H_L - 6h_c - \left(6H_L - 12h_c\right)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]}{H_L^2}$$

$$[P_{wy} = \left(c_i I / R_i\right) \times \left[\left(\gamma_c B t_w\right)\right] \text{ in SI}]$$

$$p_{wy} = \frac{P_{wy}}{B} \qquad p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B}$$

$$p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B} \qquad p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy}$$

P'wy	10.56 kN/m
Piy (y=4.65)	10.31 kN/m
Piy (y= 0.00)	62.36 kN/m
Pcy (y=4.65)	20.34 kN/m
Pcy (y= 0.00)	0.46 kN/m
Peg (y=0.00)	4.54 kN/m

y=4.65
y=0.00
y=4.65
y=0.00
y=0.00

Se calculan las cargas distribuidas por metro cuadrado

p'wy	4.06 kN/m²
Piy (y=4.65)	3.97 kN/m²
piy (y=0.00)	23.98 kN/m²
Pcy (y=4.65)	7.82 kN/m²
pcy (y= 0.00)	0.18 kN/m²
peg (y=0.00)	1.75 kN/m²

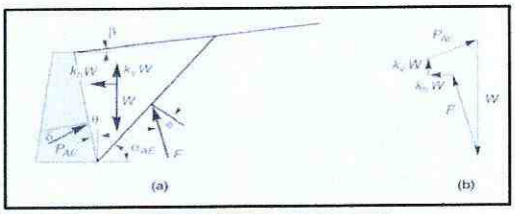
Altura libre para oleaje

d máx	1.31 m
d libre	0.00 m

$$d_{max} = \frac{L}{2} C_c I \qquad (7\text{-}1)$$

EMPUJE DINÁMICO DE TIERRAS

Método de Mononobe-Okabe Modificado:



P_{AE} = Empuje activo total:

$$P_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 - K_v) \cdot B$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\Phi - \Theta - \psi)}{\cos\psi \cos^2\Theta \cos(\delta + \Theta + \psi)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\delta + \Phi) sen(\Phi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \Theta + \psi)\cos(\beta - \Theta)}}\right]^2}$$

$$\psi = tan^{-1}\left[\frac{k_h}{1 - k_v}\right]$$

$$P_{eg} = P_{AE} - P_A$$

- P_{AE} = Empuje activo total
- P_A = Empuje estático
- P_{eg} = Empuje dinámico
- $h = 0.6H$

Kae	0.452
Pae	202.70 kN
Peg	22.49 kN
Heg	2.97 kN

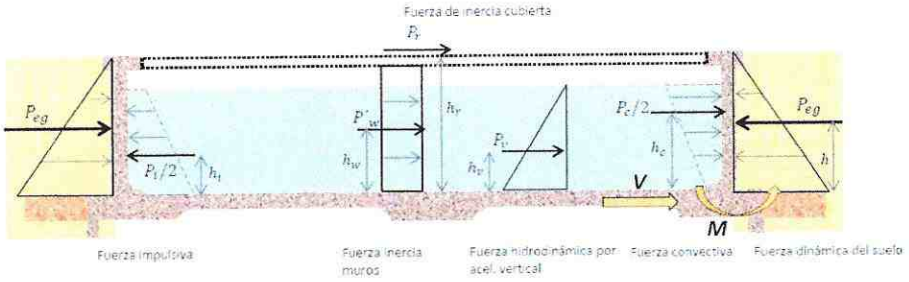
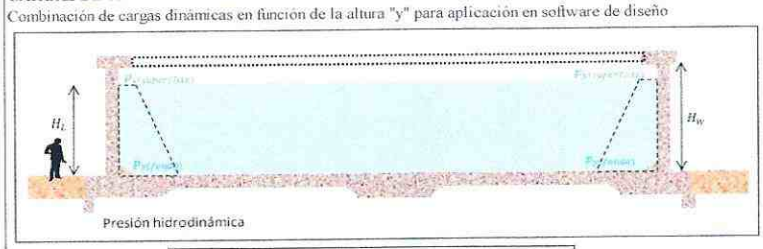


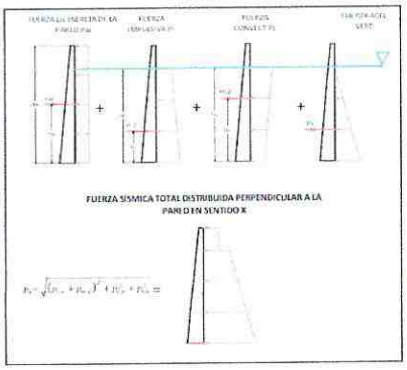
TABLA RESUMEN: CARGAS DINÁMICAS DEL ANÁLISIS

Tipo de Carga	Puntual [KN]	Distribucion lineal [kN/m]		Distribucion en area [kN/m2]	
		y=0.00	y=4.65	y=0.00	y=4.65
Fuerza Impulsiva (Pi)/2	168.96	62.36	10.31	23.98	3.97
Fuerza Convectiva(Pc)/2	48.37	0.46	20.34	0.18	7.82
Fuerza inercial por muros (Pw')	52.29	10.56	10.56	4.06	4.06
Fuerza por empuje dinámico de tierra (Peg)	22.49	4.54	0.00	1.75	0.00
Fuerza hidrodinámica por aceleración vertical (Pvy)	69.57	26.76	0.00	11.51	0.00
Fuerza inercial de la cubierta (Pr)	77.92	0.00	0.00	0.00	0.00

CARGAS DINÁMICAS COMBINADAS PARA SOFTWARE

Combinación de cargas dinámicas en función de la altura "y" para aplicación en software de diseño





$$(p_{y(fondo)} + p_{y(superf.)})\frac{H_L}{2} = v_s \qquad v_s = \frac{V}{B}$$

$$(p_{y(fondo)} + 2p_{y(superf.)})\frac{H_L^2}{6} = m_s \qquad m_s = \frac{M}{B}$$

vs total	478.55 kN
ms total	1140.77 kN-m
vs x metro de ancho	184.06 kN
ms x metro de ancho	438.76 kN-m
vs*(2/HL)	79.16
ms*(6/HL^2)	121.75

$p_{y\ fondo}$	36.58 kN/m²
$p_{y\ superf.}$	42.59 kN/m²

ANALISIS EN Y

Materiales

Acero de refuerzo, fy	420.00 MPa
Tamaño máximo del agredo grueso	25.00 mm

Factor de reducción de resistencia

ØFlexión	0.9
ØCortante	0.75

Categoria y Clase de exposición **(NSR-10/Tabla C23-C4.2.1)**

Categoría	Clase	Severidad	Condición	a/c (*)	f'c [MPa]
Congelamiento y deshielo	F0	No es aplicable	Concreto no expuesto a ciclos de congelamiento y deshielo	No aplica	28
Sulfato	S0	No es aplicable	SO4<0.10 % en el suelo y SO4<150 ppm en agua	0.45	28
Requiere baja permeabilidad	P1	Requerida	En contacto con el agua donde se requiere baja permeabilidad	0.45	28
Protección refuerzo a la corrosión	C0	No es aplicable	Concreto seco o protegido contra	No aplica	28
Exposición a químicos corrosivos	Q0	No es aplicable	Concreto que no está expuesto a químicos corrosivos	No aplica	28

¿La estructura se ve afectada por cavitación o abrasión?	NO	**(NSR-10 / C.23-C.4.8)**
Exposición ambiental	Normal	**(NSR-10 / C.23-C.10.6.4.5)**

Tipo de concreto a utilizar

Contenido mínimo de material cementante	330.0 kg/m³	**(NSR-10 / Tabla- C.23-C-4.1.1)**
Relación máxima agua / material cementante	0.45	**(NSR-10 / Tabla- C.23-C-4.3.1)**
Concreto, f'c	28.00 MPa	**(NSR-10 / Tabla- C.23-C-4.3.1)**
Cemento tipo	Sin restricción	**(NSR-10 / Tabla- C.23-C-4.3.1)**
Ec	24870.06 MPa	**(4700√f'c)**

CARACTERISTICAS DEL TANQUE

Geometría

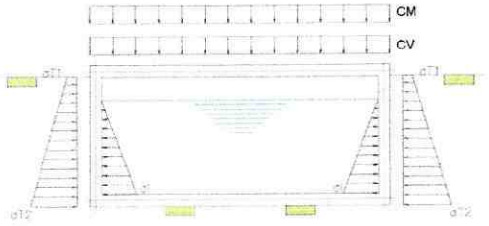
HL (Prof. Liquido)	4.65 m
HW (Altura Muro)	4.95 m
Hr (Altura relleno)	4.95 m
L (Longitud)	2.60 m
B (Ancho)	5.92 m
γc	24.0 kN/m³
tr (Esp.Cubierta)	0.30 m
tw (Esp.Muro)	0.30 m
H (sobrecarga para empuje)	0.50 m

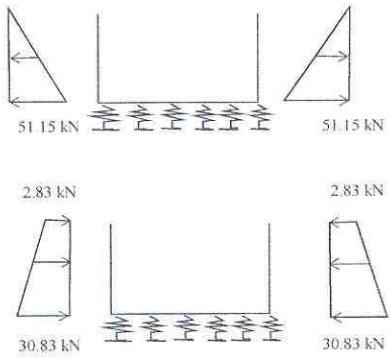
Caracteristicas del suelo

TIPO DE SUELO	D		
Aa	0.30		
Av	0.25		
Fa	1.20		
Fv	1.90		
Kh	0.15		
Kv	0.25		
Peso específico, γ	18.77 kN/m3		
Coeficiente de presión lateral de tierras (Ko=1-senφ)	0.50		
Ángulo de fricción del suelo, φ	30 °	0.52 Rad	
β	0 °	0.00 Rad	
δ	15 °	0.26 Rad	
θ	0 °	0.00 Rad	
ψ	11.31 °	0.20 Rad	

CARGAS ACTUANTES SOBRE LA ESTRUCTURA

Cargas estáticas





Cargas gravitacionales

Carga Muerta, D	0.0 kN/m²
Carga Viva, L	0.0 kN/m²
Liquido	51.2 kN/m²

Cargas Laterales estáticas

Se calcula el coeficiente de presión activo de tierras y la presión activa, mediante las ecuación No 28 y No 29 del documento respectivamente.

P_A= Empuje estático (empuje activo de Coulomb):

$$P_A = \frac{1}{2} K_A \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot B$$

$$K_A = \frac{\cos^2(\Phi - \theta)}{\cos^2\theta \cos(\delta + \theta)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\delta + \Phi) sen(\Phi - \beta)}{\cos(\delta + \theta)\cos(\beta - \theta)}}\right]^2}$$

Ka	0.3014
λa	28.01 kN/m
Pa	410.33 kN

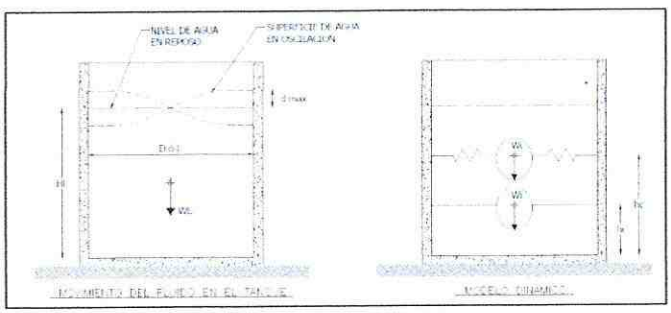
Empuje Hidrodinámico - ACI350.3-06

Clasificación de las estructuras

Teniendo en cuenta el análisis, esta estructura se encuentra clasificada como: soportada en la base, enterrada, de base empotrada y de concreto reforzado.

Modelo dinámico

Se emplea el modelo de Housner, el cual consiste en la agrupación de masas.



Se realiza el calculo del peso del liquido contenido (WL), el peso del muro (W'w), y el peso de la losa de cubierta (Wr)

$WL = \gamma L * HL * L * B$ $\quad W'w = Hw * B * Tw * \gamma c$ $\quad Wr = L * B * Tw * \gamma c$

γL	11.00 kN/m³
WL	661.16 kN
W'w	210.99 kN
Wr	110.82 kN

Peso especificico del liquido contenido

El paso anterior se realiza para calcular los pesos equivalentes Wi y Wc del liquido almacenado
Para lo cual se utilizan las ecuaciones 9-1 y 9-2 del documento ACI 350.3-06.

$$\frac{W_i}{W_L} = \frac{\tanh\left[0.866\left(\frac{L}{H_L}\right)\right]}{0.866\left(\frac{L}{H_L}\right)} \quad (9\text{-}1)$$

$$\frac{W_c}{W_L} = 0.264\left(\frac{L}{H_L}\right)\tanh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right] \quad (9\text{-}2)$$

Wi	613.92 kN
Wc	97.59 kN

Cálculo de los centros de gravedad para la aplicación de las fuerzas Pc y Pi

Altura de centros de gravedad (EBP)

L/HL	0.56
hi	2.08 m
hc	3.83 m

Altura de centros de gravedad (IBP)

hi'	2.09 m
hc'	3.84 m
hr	4.80 m

For tanks with $\frac{L}{H_L} < 1.333$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.5 - 0.09375\left(\frac{L}{H_L}\right) \quad (9\text{-}3)$$

For tanks with $\frac{L}{H_L} \geq 1.333$

$$\frac{h_i}{H_L} = 0.375 \quad (9\text{-}4)$$

$$\frac{h_c}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 1}{3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\sinh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]} \quad (9\text{-}5)$$

For tanks with $\frac{L}{H_L} < 0.75$

$$\frac{h_i'}{H_L} = 0.45 \quad (9\text{-}6)$$

For tanks with $\frac{L}{H_L} \geq 0.75$

$$\frac{h_i'}{H_L} = \frac{0.866\left(\frac{L}{H_L}\right)}{2\tanh\left[0.866\left(\frac{L}{H_L}\right)\right]} - \frac{1}{8} \quad (9\text{-}7)$$

$$\frac{h_c'}{H_L} = 1 - \frac{\cosh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right] - 2.01}{3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\sinh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]} \quad (9\text{-}8)$$

Propiedades dinámicas

$$\omega_i = \sqrt{\frac{k}{m}} \quad (9\text{-}9)$$

$$m = m_w + m_i \quad (9\text{-}10)$$

$$T_i = \frac{2\pi}{\omega_i} = 2\pi\sqrt{\frac{m}{k}} \quad (9\text{-}11)$$

$$\omega_c = \frac{\lambda}{\sqrt{L}} \quad (9\text{-}12)$$

$$\lambda = \sqrt{3.16g\tanh\left[3.16\left(\frac{H_L}{L}\right)\right]} \quad (9\text{-}13)$$

$$T_c = \frac{2\pi}{\omega_c} = \left(\frac{2\pi}{\lambda}\right)\sqrt{L} \quad (9\text{-}14)$$

$$[m_w = H_w\frac{t_w}{10^3}\left(\frac{\gamma_c}{g}\right) \text{ in the SI system}]$$

$$m_i = \left(\frac{W_i}{W_L}\right)\left(\frac{L}{2}\right)H_L\left(\frac{\gamma_L}{g}\right)$$

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

$$[k = \frac{E_c}{4\times 10^6}\left(\frac{t_w}{h}\right)^3 \text{ in the SI system}]$$

Para las anteriores ecuaciones se tiene:

H_W = *corresponde a la altura del muro*
γ_c = *peso especifico del concreto*
γ_L = *peso especifico del liquido*
h_w = *centro de gravedad del muro* $(0.5H_W)$; *y*
h = *altura del centro de masa del sistema impulsivo*

mw	3.633 kN-s2/m
hw	2.48 m
mi	6.294 kN-s2/m
hi	2.08 m
h	2.2254 m
k	15232.94 kN/m
m	9.93 kN-s2/m
ωi	39.17 Rad/s
λ	5.57
ωc	3.45 Rad/s
Ti	0.160 s
Tc	1.820 s

Cargas de diseño sísmico

Las fuerzas laterales dinámicas que actúan sobre la base de la estructura, se determina según las siguientes ecuaciones:

$$P_w = C_I I\left[\frac{\varepsilon W_w}{R_i}\right] \quad (4\text{-}1)$$

$$P'_w = C_I I\left[\frac{\varepsilon W'_w}{R_i}\right] \quad (4\text{-}1a)$$

$$P_r = C_I I\left[\frac{W_r}{R_i}\right] \quad (4\text{-}2)$$

$$P_i = C_I I\left[\frac{W_i}{R_i}\right] \quad (4\text{-}3)$$

$$P_c = C_c I\left[\frac{W_c}{R_c}\right] \quad (4\text{-}4)$$

$$\varepsilon = \left[0.0151\left(\frac{L}{H_L}\right)^2 - 0.1908\left(\frac{L}{H_L}\right) + 1.021\right] \leq 1.0 \quad (9\text{-}44)$$

$$p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy} \quad (4\text{-}14)$$

$$\ddot{u}_v = C_I I\left[\frac{b}{R_i}\right] \geq 0.2 S_{DS} \quad (4\text{-}15)$$

$$[q_{hy} = \gamma_L (H_L - y)],\ \text{lb/ft}^2\ (\text{kPa})$$

$$P_h = \frac{1}{2}\gamma_L H_L^2 * B$$

P'w	136.34 kN
Pr	77.92 kN
Pi	431.66 kN
Pc	71.65 kN
ξ	0.92
üv	0.23
y	0.00
qhy	51.2 kN/m²
pvy	11.51 kN/m²
Pvy	26.76 kN/m
Pvy	158.41 kN

Factor de importancia I, factores de modificación de respuesta Ri y Rc

I	1.25
Ri	2
Rc	1

Tabla 4.1.1 (a) Factor de Importancia I

	Uso del tanque	Factor I
III	Tanques con contenido peligroso	1.5
II	Tanques que deben seguir en uso por razones de emergencia después de un sismo o tanques que son parte de sistemas vitales	1.25
I	Tanques no incluidos en las categorías II o III	1

Tabla 4.1.1 (b) Factor de modificación de Respuesta

Tipo de Estructura	Ri		Rc
	Superficial	Enterrado	
Tanques con base flexible, anclados	3.25	3.25	1
Tanques base fija o articulada	2	3	1
Tanques con base restringida o no restringida, sin anclar	1.5	2	1
Tanques sobre pedestales	2	.....	1

Cálculo del cortante basal resultante de las fuerzas sísmicas

$$V = \sqrt{(P_i + P_w + P_r)^2 + P_c^2 + P^2_{eg}} \quad (4\text{-}5)$$

V	651.90 kN

Cálculo de Momentos de volcamiento (EBP) y (IBP)

$$M_b = \sqrt{(M_i + M_w + M_r)^2 + M_c^2} \quad (4\text{-}10)$$

$$M_o = \sqrt{(M'_i + M_w + M_r)^2 + M'^2_c} \quad (4\text{-}13)$$

(EBP) Mb

Mw	337.44 kN-m
Mr	374.03 kN-m
Mi	898.39 kN-m
Mc	274.63 kN-m
Mv	41.47 kN-m
Meg	152.05 kN-m
Mb	**1633.12 kN-m**

$M_w = P_w h_w$ (4-6)

$M_r = P_r h_r$ (4-7)

$M_i = P_i h_i$ (4-8)

$M_c = P_c h_c$ (4-9)

$M_i' = P_i h_i'$ (4-11)

$M_c' = P_c h_c'$ (4-12)

(IBP) Mo

Mw	337.44 kN-m
Mr	374.03 kN-m
Mi'	903.25 kN-m
Mc'	275.05 kN-m
Mv	41.47 kN-m
Meg	152.05 kN-m
Mo	**1637.98 kN-m**

Coeficientes de respuesta sísmica

3. $S_{DS} = 2.5 A_s F_a I$
4. $S_{D1} = 1.2 A_s F_v I$

$T_S = \frac{S_{D1}}{S_{DS}}$ (9-34)

S_{DS}	1.125
S_{D1}	0.713
T_s	0.633 s

For $T_i \le T_S$

$C_i = S_{DS}$ (9-32)

For $T_i > T_S$

$C_i = \frac{S_{D1}}{T_i} \le S_{DS}$ (9-33)

For $T_c \le 1.6/T_s$ seconds

$C_c = \frac{1.5 S_{D1}}{T_c} \le 1.5 S_{DS}$ (9-37)

For $T_c > 1.6/T_s$ seconds

$C_c = 6\frac{0.4 S_{DS}}{T_c^2} = \frac{2.4 S_{DS}}{T_c^2}$ (9-38)

For rectangular tanks, $C_t = 0.4 S_{DS}$.

Ci	1.125
Cc	0.587
Ct	0.450

Distribución de las fuerzas sísmicas



Figura 7.6.1-2 — Distribución de presiones hidrodinámicas en los muros de los tanques (Adaptada de la Fig. R5.2.1 de ACI 350.3-6)

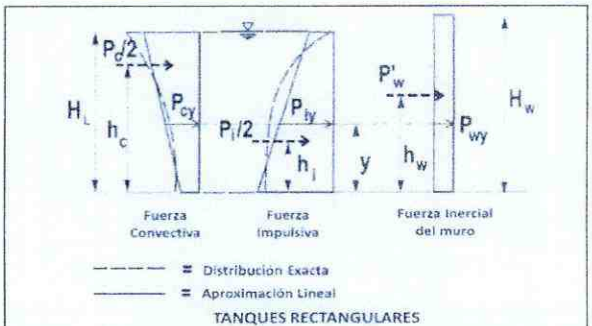


Figura 7.6.1.1-2 — Distribución de fuerzas verticales: Tanques rectangulares (Adaptada de la Fig. R5.3.1(a) de ACI 350.3-6)

$$P_{iy} = \frac{\frac{P_i}{2}\left[4H_L - 6h_i - \left(6H_L - 12h_i\right)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]}{H_L^2}$$

$$P_{cy} = \frac{\frac{P_c}{2}\left[4H_L - 6h_c - \left(6H_L - 12h_c\right)\left(\frac{y}{H_L}\right)\right]}{H_L^2}$$

$$[P_{wy} = \left(C_i I / R_i\right) \times \left[\epsilon\left(\gamma_c B t_w\right)\right] \text{ in SI}]$$

$$p_{wy} = \frac{P_{wy}}{B} \qquad p_{iy} = \frac{P_{iy}}{B}$$

$$p_{cy} = \frac{P_{cy}}{B} \qquad p_{vy} = \ddot{u}_v q_{hy}$$

P'wy	27.54 kN/m
Piy (y=4.65)	31.82 kN/m
Piy (y= 0.00)	61.01 kN/m
Pcy (y=4.65)	22.70 kN/m
Pcy (y= 0.00)	-7.29 kN/m
Peg (y=0.00)	10.34 kN/m

y=4.65
y=0.00
y=4.65
y=0.00
y=0.00

Se calculan las cargas distribuidas por metro cuadrado

p'wy	4.65 kN/m²
Piy (y=4.65)	5.37 kN/m²
piy (y=0.00)	10.31 kN/m²
Pcy (y=4.65)	3.83 kN/m²
pcy (y= 0.00)	-1.23 kN/m²
peg (y=0.00)	1.75 kN/m²

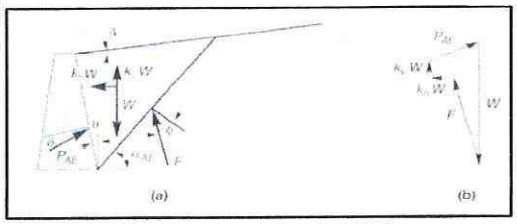
Altura libre para oleaje

d máx	0.95 m
d libre	0.00 m

$$d_{max} = \frac{L}{2} C_c I \qquad (7\text{-}1)$$

EMPUJE DINÁMICO DE TIERRAS

Método de Mononobe-Okabe Modificado:



(a) (b)

P_{AE} = Empuje activo total:

$$P_{AE} = \frac{1}{2} K_{AE} \cdot \gamma \cdot H^2 \cdot (1 - K_v) \cdot B$$

$$K_{AE} = \frac{\cos^2(\Phi - \theta - \psi)}{\cos\psi \cos^2\theta \cos(\delta + \theta + \psi)\left[1 + \sqrt{\frac{sen(\delta + \Phi) sen(\Phi - \beta - \psi)}{\cos(\delta + \theta + \psi)\cos(\beta - \theta)}}\right]^2}$$

$$\psi = tan^{-1}\left[\frac{k_h}{1 - k_v}\right]$$

$$P_{eg} = P_{AE} - P_A$$

- P_{AE} = Empuje activo total
- P_A = Empuje estático
- P_{eg} = Empuje dinámico
- $h = 0.6H$

Kae	0.452
Pae	461.53 kN
Peg	51.20 kN
Heg	2.97 kN

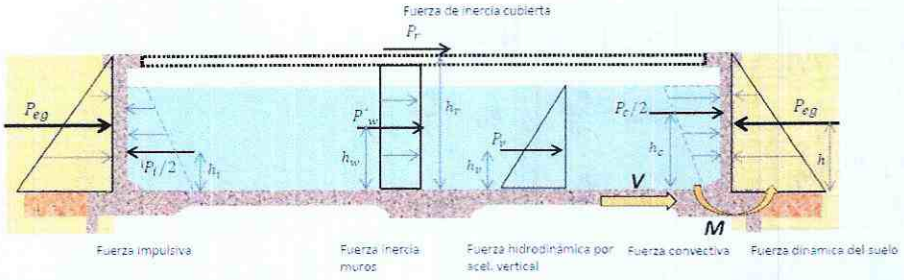
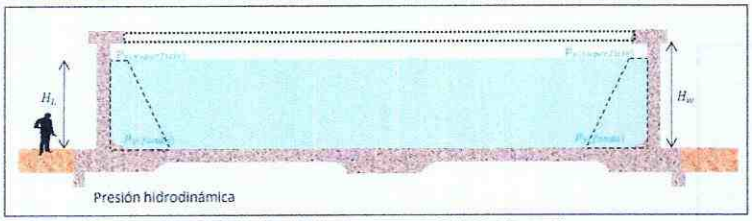


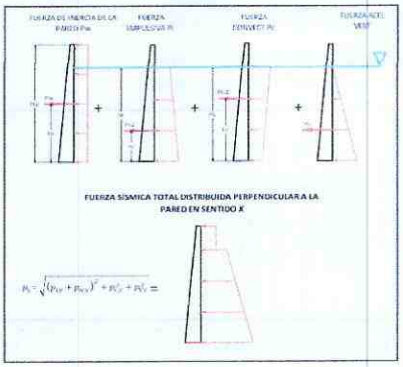
TABLA RESUMEN: CARGAS DINÁMICAS DEL ANÁLISIS

Tipo de Carga	Puntual [KN]	Distribucion lineal [kN/m]		Distribucion en area [kN/m2]	
		y=0.00	y=4.65	y=0.00	y=4.65
Fuerza Impulsiva (Pi)/2	215.83	61.01	31.82	10.31	5.37
Fuerza Convectiva(Pc)/2	35.82	-7.29	22.70	-1.23	3.83
Fuerza inercial por muros (Pw')	136.34	27.54	27.54	4.65	4.65
Fuerza por empuje dinámico de tierra (Peg)	51.20	10.34	0.00	1.75	0.00
Fuerza hidrodinámica por aceleración vertical (Pvy)	158.41	26.76	0.00	11.51	0.00
Fuerza inercial de la cubierta (Pr)	77.92	0.00	0.00	0.00	0.00

CARGAS DINÁMICAS COMBINADAS PARA SOFTWARE

Combinación de cargas dinámicas en función de la altura "y" para aplicación en software de diseño





$$\left(p_{y(fondo)} + p_{y(superf.)}\right)\frac{H_i}{2} = v_s \qquad v_s = \frac{V}{B}$$

$$\left(p_{y(fondo)} + 2p_{y(superf.)}\right)\frac{H_i^2}{6} = m_s \qquad m_s = \frac{M}{B}$$

vs total	651.90 kN
ms total	1633.12 kN-m
vs x metro de ancho	110.12 kN
ms x metro de ancho	275.86 kN-m
vs*(2/HL)	47.36
ms*(6/HL^2)	76.55

$p_{y\ fondo}$	18.18 kN/m²
$p_{y\ superf.}$	29.19 kN/m²

11.1.3 ASIGNACIÓN DE CARGAS

CARGAS VIVAS

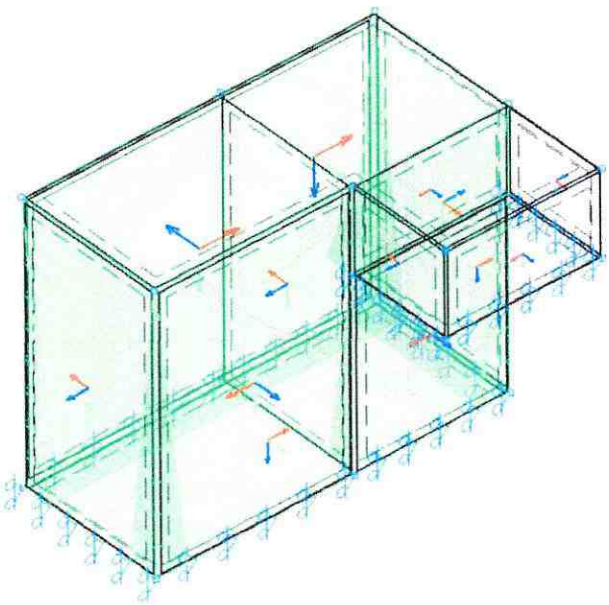


Ilustración 8 Asignación carga viva

EMPUJE

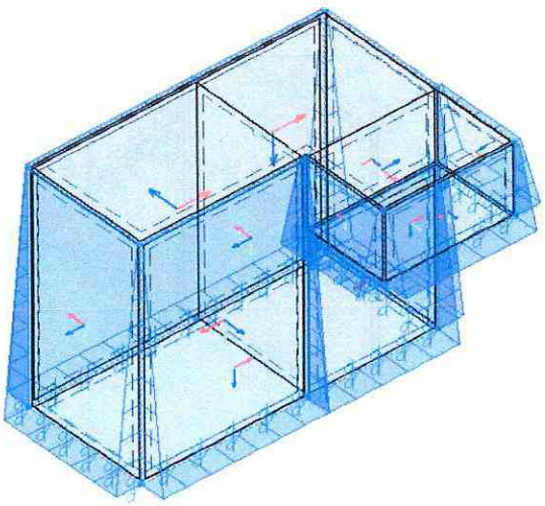


Ilustración 9 Asignación Carga por Empuje

SISMO X

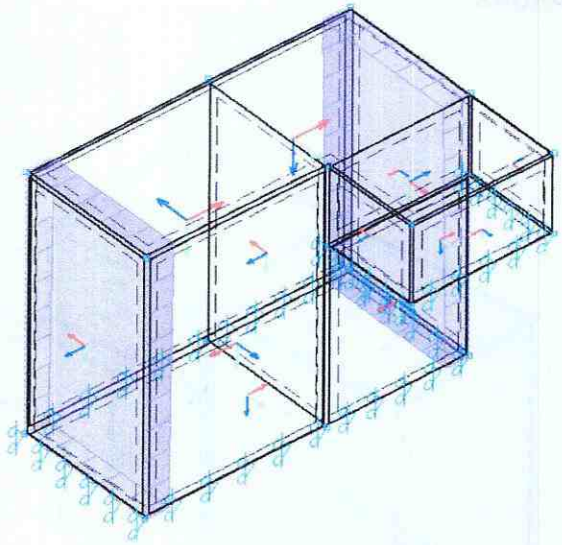


Ilustración 10 Asignación de Carga por Sismo en X

SISMO Y

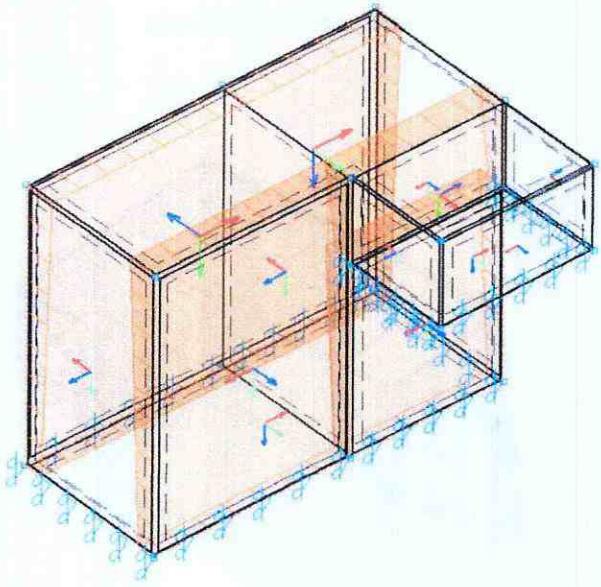


Ilustración 11 Asignación de Carga por Sismo en Y

12 DESARROLLO DEL DISEÑO

12.1 DATOS DE ENTRADA AL SOFTWARE

Combinaciones

- **Nombres de las hipótesis**

  PP Peso propio
  D Carga muerta
  H Empuje terreno
  L Empuje agua
  E (X) E (X)
  E (Y) E (Y)

- **E.L.U. de rotura. Hormigón**
- **Desplazamientos**

Comb.	PP	D	H	L	E (X)	E (Y)
1	1.400	1.400				
2	1.200	1.200				
3	1.200	1.200		1.600		
4	1.200	1.200	1.600			
5	1.200	1.200	1.600	1.600		
6	1.200	1.200			-1.000	
7	1.200	1.200		1.000	-1.000	
8	1.200	1.200			1.000	
9	1.200	1.200		1.000	1.000	
10	1.200	1.200				-1.000
11	1.200	1.200		1.000		-1.000
12	1.200	1.200				1.000
13	1.200	1.200		1.000		1.000
14	0.900	0.900				
15	0.900	0.900	1.600			
16	0.900	0.900			-1.000	
17	0.900	0.900	1.600		-1.000	
18	0.900	0.900			1.000	
19	0.900	0.900	1.600		1.000	
20	0.900	0.900				-1.000
21	0.900	0.900	1.600			-1.000
22	0.900	0.900				1.000

Comb.	PP	D	H	L	E (X)	E (Y)
23	0.900	0.900	1.600			1.000

Sismo

Se ha tenido en cuenta la acción del sismo mediante cargas aplicadas en las siguientes hipótesis: 'E (X)' y 'E (Y)'.

ESTRUCTURA

Geometría

Nudos

Nudos

Referencia	Coordenadas			Vinculación exterior									Vinculación interior
	X (m)	Y (m)	Z (m)	D_x	D_y	D_z	q_x	q_y	q_z	Dependencias	Ux	Uy	Uz	
N1	0.000	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N2	0.000	5.920	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N3	0.000	5.920	4.650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N4	0.000	0.000	4.650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N5	2.600	5.920	4.650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N6	2.600	5.920	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N7	2.600	0.000	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N8	2.600	0.000	4.650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N9	2.600	3.320	4.650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N10	2.600	3.320	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N11	0.000	3.320	4.650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N12	0.000	3.320	0.000	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N13	4.400	5.920	4.650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N14	4.400	5.920	3.220	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N15	2.600	5.920	3.220	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N16	2.600	3.320	3.220	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado
N17	4.400	3.320	4.650	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Empotrado
N18	4.400	3.320	3.220	X	X	-	-	-	-	Recta	0.000	0.000	1.000	Empotrado

Láminas

Materiales utilizados

Materiales utilizados						
Material		E (MPa)	ν	G (MPa)	α-t (m/m°C)	γ (kN/m³)
Tipo	Designación					
Hormigón	f'c=280	24885.52	0.200	10368.97	0.000010	24.53

Notación:
E: Módulo de elasticidad
ν: Módulo de Poisson
G: Módulo de cortadura
α-t: Coeficiente de dilatación
γ: Peso específico

Descripción

Descripción							
Material		Lámina	Nudos	Espesor (mm)	Área (m²)	Módulo de balasto (kN/m³)	Vinc. interior
Tipo	Designación						
Hormigón	f'c=280	L1	N4, N11, N3, N2, N12 y N1	300.00	27.528	97923.85	Todas empotradas
		L2	N3, N5, N15, N6 y N2	300.00	12.090	97923.85	Todas empotradas
		L3	N8, N4, N1 y N7	300.00	12.090	97923.85	Todas empotradas
		L4	N9, N8, N7, N10 y N16	300.00	15.438	97923.85	Todas empotradas
		L5	N9, N11, N12, N10 y N16	300.00	12.090	97923.85	Todas empotradas
		L6	N5, N13, N14 y N15	300.00	2.574	97923.85	Todas empotradas
		L7	N5, N9, N16 y N15	300.00	3.718	97923.85	Todas empotradas
		L8	N15, N16, N10 y N6	300.00	8.372	97923.85	Todas empotradas
		L9	N17, N9, N16 y N18	300.00	2.574	97923.85	Todas empotradas
		L10	N13, N17, N18 y N14	300.00	3.718	97923.85	Todas empotradas
		L11	N1, N12, N2, N6, N10 y N7	300.00	15.392	97923.85	Todas empotradas
		L12	N16, N15, N14 y N18	300.00	4.680	97923.85	Todas empotradas
		L13	N4, N11, N3, N5, N13, N17, N9 y N8	300.00	20.072	-	Todas empotradas

Notación:
Módulo de balasto: Módulo de balasto en Z local

Cargas

Láminas

Cargas en láminas

Lámina	Hipótesis	Tipo	Valores		Dirección			
			P1	P2	Ejes	X	Y	Z
L1	Cv	Variable en eje y local	0	51.15	Locales	0.000	0.000	1.000
L1	S (Y)	Variable en eje y local	29.19	18.18	Locales	0.000	0.000	1.000
L1	H	Variable en eje y local	2.83	30.83	Locales	0.000	0.000	-1.000
L2	Cv	Variable en eje y local	0	51.15	Locales	0.000	0.000	1.000
L2	S (X)	Variable en eje y local	42.59	36.58	Locales	0.000	0.000	1.000
L2	H	Variable en eje y local	2.83	30.83	Locales	0.000	0.000	-1.000
L3	Cv	Variable en eje y local	0	51.15	Locales	0.000	0.000	1.000
L3	S (X)	Variable en eje y local	42.59	36.58	Locales	0.000	0.000	1.000
L3	H	Variable en eje y local	2.83	30.83	Locales	0.000	0.000	-1.000
L4	Cv	Variable en eje y local	0	51.15	Locales	0.000	0.000	1.000
L4	S (Y)	Variable en eje y local	29.19	18.18	Locales	0.000	0.000	1.000
L4	H	Variable en eje y local	2.83	30.83	Locales	0.000	0.000	-1.000
L6	H	Variable en eje y local	2.83	12.62	Locales	0.000	0.000	-1.000
L7	Cv	Variable en eje y local	0	51.15	Locales	0.000	0.000	1.000
L7	S (Y)	Variable en eje y local	29.19	18.18	Locales	0.000	0.000	1.000
L8	Cv	Variable en eje y local	0	51.15	Locales	0.000	0.000	1.000
L8	S (Y)	Variable en eje y local	29.19	18.18	Locales	0.000	0.000	1.000
L8	H	Variable en eje y local	2.83	30.83	Locales	0.000	0.000	-1.000
L9	H	Variable en eje y local	2.83	12.62	Locales	0.000	0.000	-1.000
L10	H	Variable en eje y local	2.83	12.62	Locales	0.000	0.000	-1.000

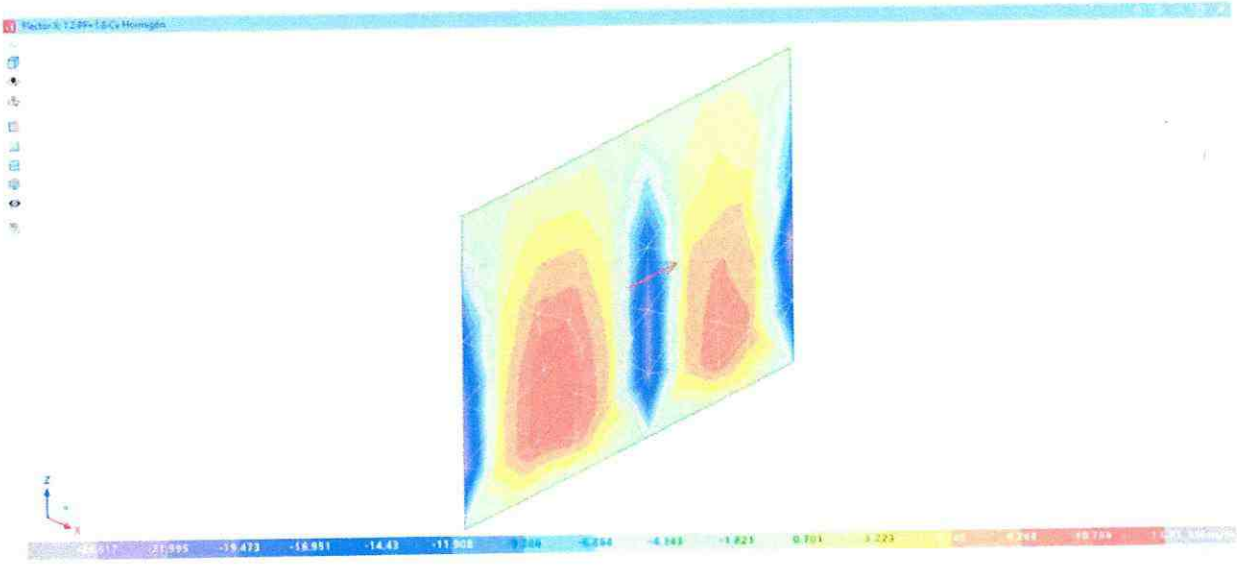
13 RESULTADOS

El diseño se modelo en el programa CYPECAD para calcular los momentos debido a las cargas aplicadas y las deformaciones del suelo. El modelo se basa en elementos finitos con placas tipo Shell, y las reacciones se aplican en las áreas de los elementos tipo Shell por medio de resortes que simulan la resistencia del suelo y su deformabilidad.

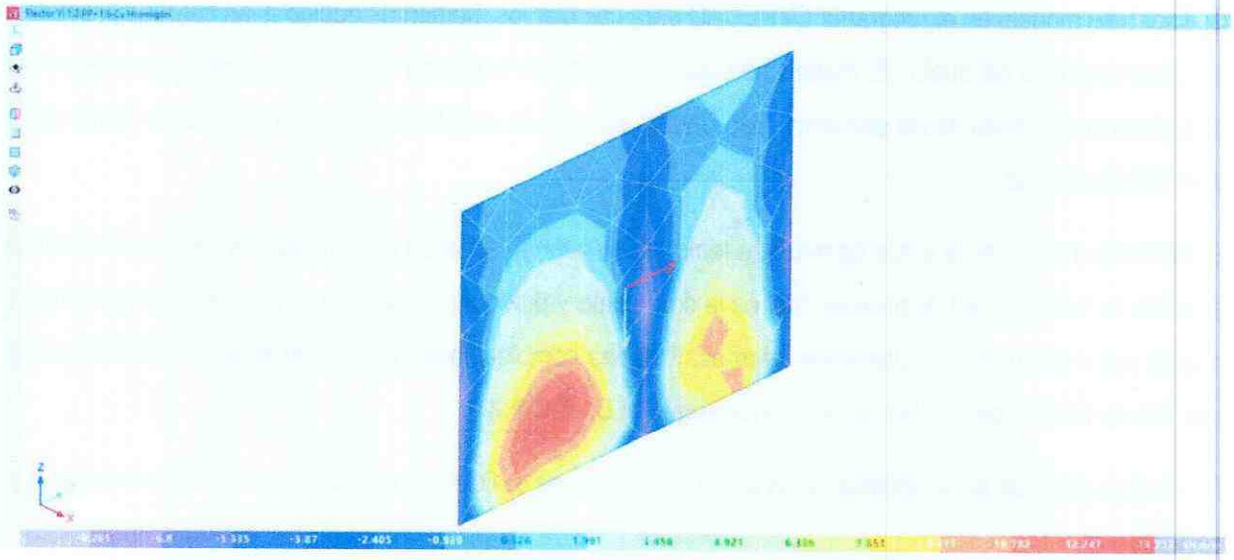
Se determina un área de acero de refuerzo teniendo en cuenta todas las combinaciones de carga actuantes sobre la estructura y así determinar cuál es la dominante y proceder con el diseño para asignar un refuerzo acorde para resistir las solicitaciones internas. Para las combinaciones que llevan sismo no se requiere el uso del coeficiente de durabilidad ambiental según el **C.23-C.9.2.6.**

Se comprueba que la resistencia al corte del concreto sea suficiente para soportar las solicitaciones por cortante.

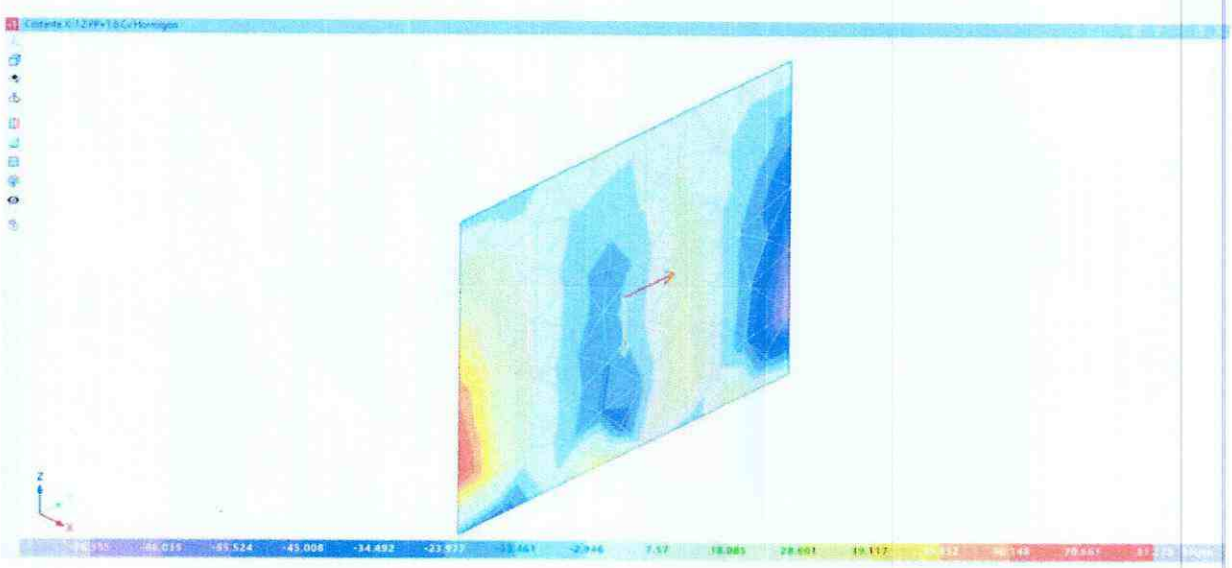
13.1 MOMENTO X MUROS



13.2 MOMENTO Y MUROS

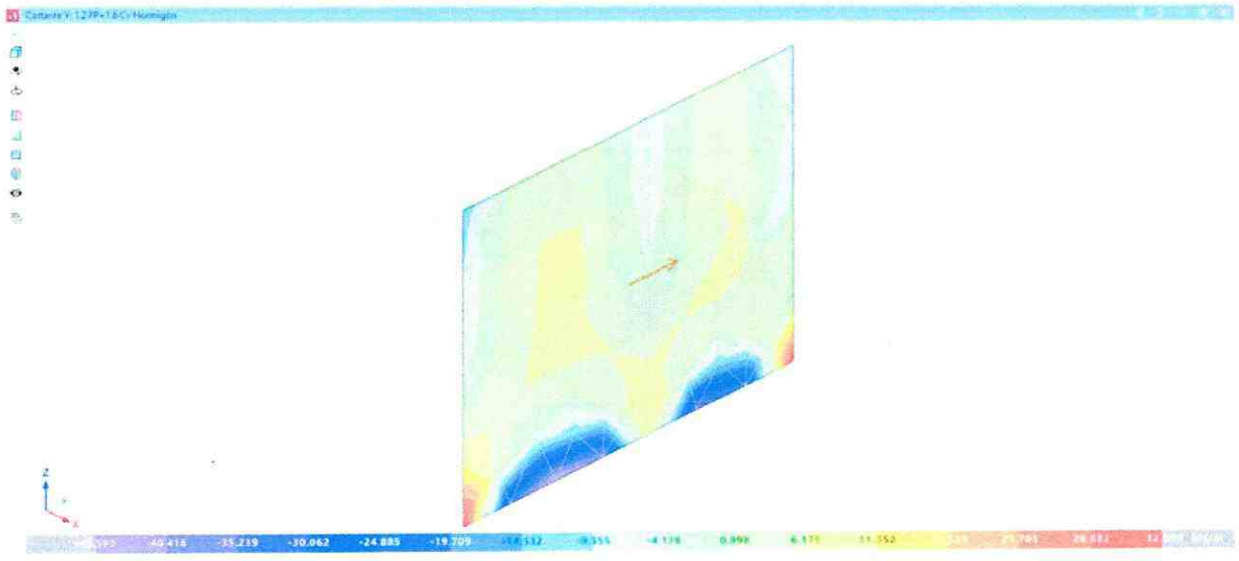


13.3 CORTANTE X MUROS

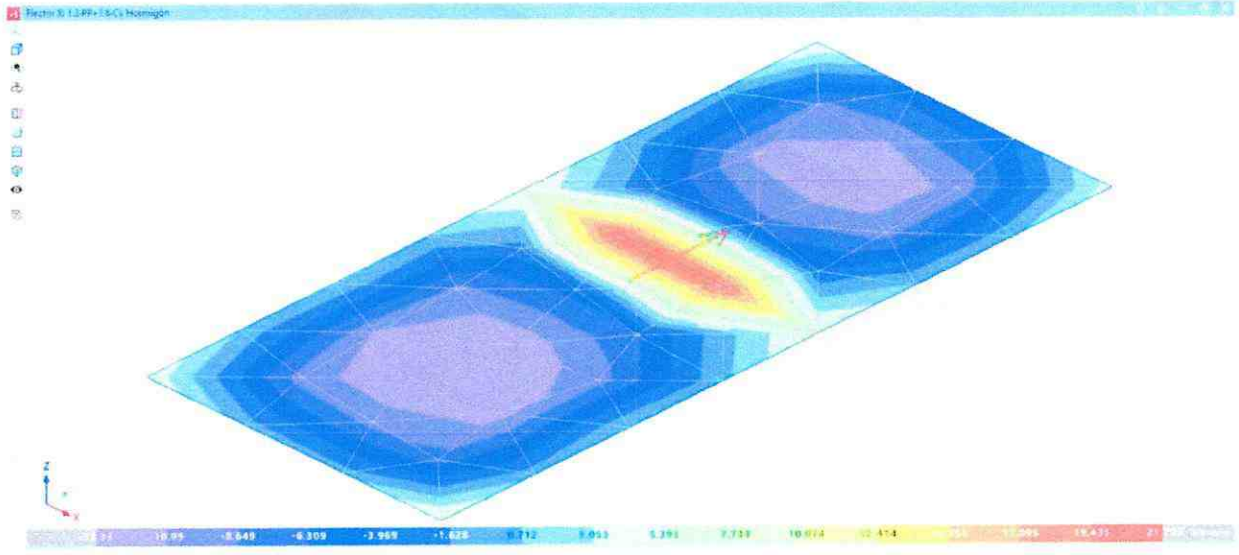


consorciocampusuniversitario@gmail.com
+57 321 4624749
Carrera 15 A #26-33 Guarataros
Arauca Arauca

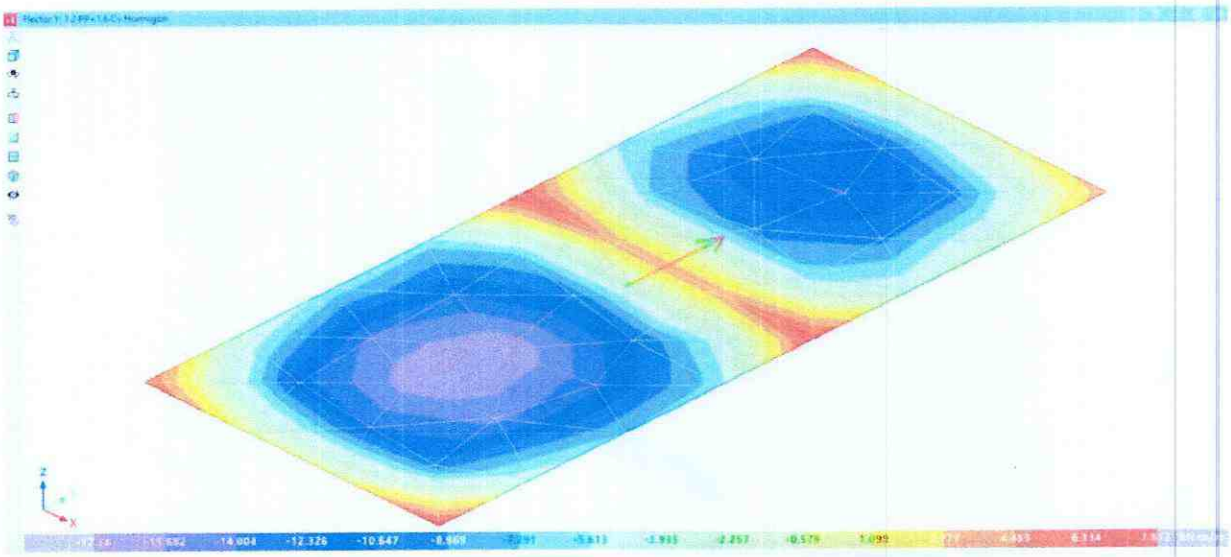
13.4 CORTANTE Y MUROS



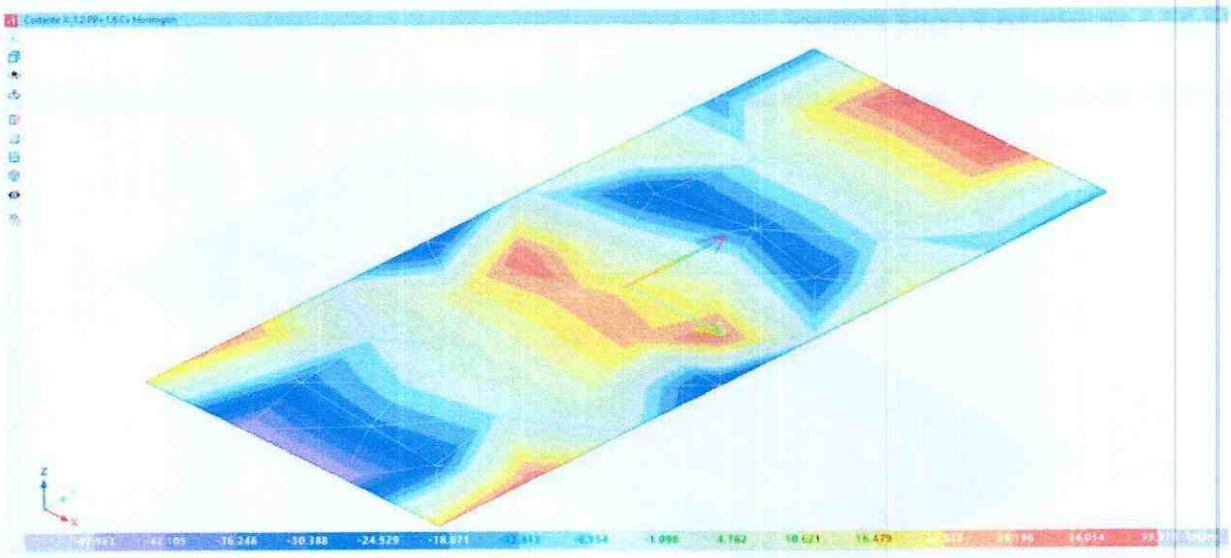
13.5 MOMENTO X LOSA FONDO



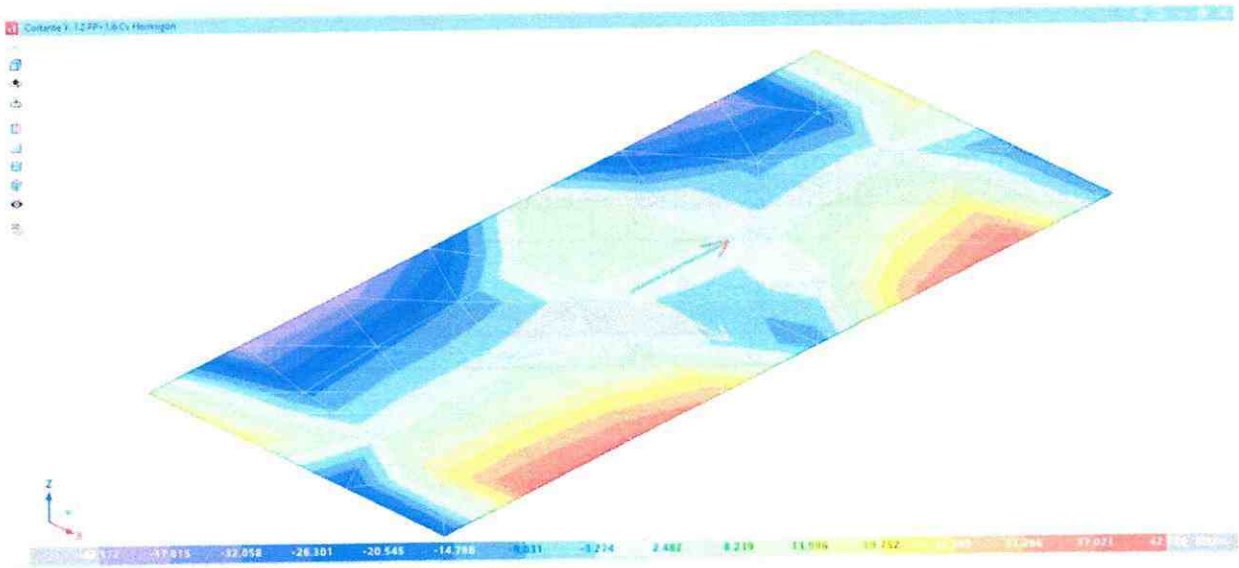
13.6 MOMENTO Y LOSA FONDO



13.7 CORTANTE X LOSA FONDO



13.8 CORTANTE Y LOSA FONDO



DISEÑO DE MURO PARA MOMENTO Y y CORTANTE Y EVALUACIÓN DE Sd PARA FLEXIÓN Y CORTANTE

Evaluación de Sd

b =	1.00 m	*Ancho de sección*
h =	0.30 m	*Altura total de sección*
Recubrimiento =	0.075 m	*Recubrimiento refuerzo en losas*

Selección de la barra de refuerzo longitudinal principal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 5	5/8	15.9	199	50.0	1.552

Selección de refuerzo transversal

DESIGNACION	DIÁMETRO(plg)	DIÁMETRO(mm)	ÁREA(mm2)	PERÍMETRO(mm)	MASA(kg/m)
No. 4	1/2	12.7	129	40.0	0.994

d =	0.22 m	*Altura efectiva de la sección*
s =	0.15 m	*Separación suministrada*
A_s =	1327 mm^2	*Área de refuerzo suministrada*
$c_{modelo\ lineal}$ =	0.0748 m	*Profundidad del eje neutro modelo lineal indefinido*
$f_{s_modelo\ lineal}$ =	1141 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero de refuerzo modelo lineal indefi*
c =	0.0275 m	*Profundidad del eje neutro*
ε_s =	0.0206	*Deformación unitaria del acero para sección en equilibrio*
Control sección=	TRACCIÓN	*Sección controlada por compresión, transición o tracción*
ϕ_M =	0.90	*Coeficiente de reducción de resistencia para flexión*
ϕ_V =	0.75	*Coeficiente de reducción de resistencia para cortante*
$f_{s_perm_M}$ =	140.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
$f_{s_perm_V}$ =	170.00 MPa	*Esfuerzo permisible para momento*
M =	18.86 kN m	= 1.9 tonf m *Momento de servicio*
M_u =	24.52 kN m	= 2.5 tonf m *Momento último de diseño por análisis*
S_{d_M} =	2.08	*Coeficiente de durabilidad ambiental para momento*
$S_{d_M} \times M_u$ =	50.93 kN m	= 5.2 tonf m *Momento último de diseño x S_d*
V =	62.86 kN	= 6.4 tonf m *Cortante de servicio*
V_u =	81.72 kN	= 8.3 tonf m *Cortante último de diseño por análisis*
S_{d_V} =	1.43	*Coeficiente de durabilidad ambiental para cortante*

Evaluación de esfuerzos en acero a tracción

ρ =	0.0061123	*Cuantía de refuerzo suministrada*
n =	8.04	*Relación de módulos*
k =	0.27	*Se define como k=brazo interno/d*
c =	0.06 m	*Profundidad del eje neutro al nivel de servicio*
f_c =	3.28 MPa	*Esfuerzo actuante en fibra extrema a compresión*
f_s =	71.93 MPa	*Esfuerzo actuante en el acero al nivel de servicio*
β =	1.522	*Distancia fibra extrema a E.N./Distancia ref. a tracción a E.N.*
f_{s_adm} =	197.54 MPa	*Esfuerzo admisible en el acero al nivel de servicio*

$f_s \leq f_{s_adm}$ **OK**

14 DISEÑO BOX CULVERT 1.50x1.50M CON 0.00M DE RELLENO

DISEÑO BOX CULVERT

MATERIALES

Concreto

f'c =	28.00 MPa	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	
Ec =	25399 MPa	Modulo de elasticidad del concreto	5.4.2.4 CCP-14
Yc =	24.00 kN/m³	Peso especifico del concreto	

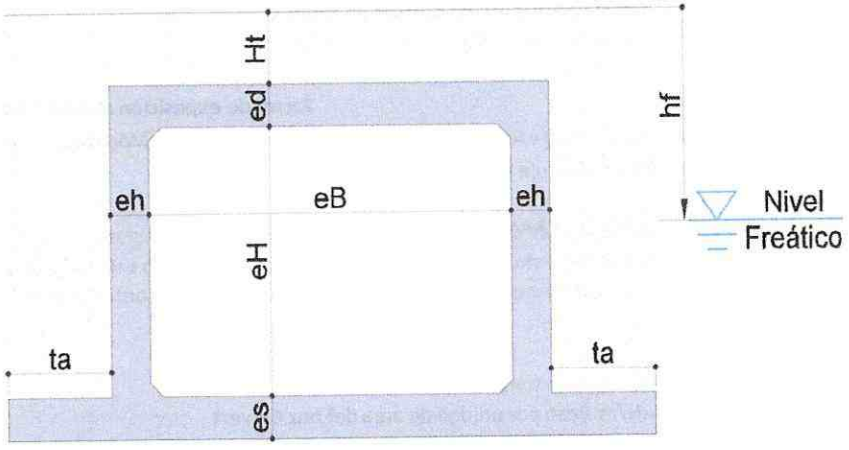
Acero

fy =	420 MPa	Esfuerzo a fluencia en el acero	
Es =	200000 MPa	Modulo de elasticidad del acero	5.4.3.2 CCP-14

Factores de reducción

ϕf =	0.90	Factor de reducción de resistencia a flexión
ϕc =	0.85	Factor de reducción de resistencia para cortante

GEOMETRIA GENERAL



e_B =	1.50 m	Dist. Interna Horizontal	e_H =	1.50 m	Dist. Interna Vertical
e_{d_sup} =	0.25 m	Espesor losa superior	e_h =	0.25 m	Espesor Hastiales
e_{s_inf} =	0.25 m	Espesor losa inferior	ta =	0.00 m	Aletas laterales
e_{c_inf} =	0.00 m	Cartela Inferior	e_{c_sup} =	0.00 m	Cartela superior
Ht =	0.00 m	Altura de tierras	hf =	20.00 m	Nivel freático
B_{box} =	2.00 m	Ancho Box Culvert	H_{box} =	2.00 m	Alto Box Culvert
hequ =	1.200 m	Altura equivalente Superior	hequ =	1.125 m	h. equ. Inferior

Luz y Losa Sup. = OK Relación Luz y losa sup. 12.11.2.1 CCP-14

PARÁMETROS GEOTÉCNICOS (Tomados del estudio de suelos)

γ_s =	20,0 kN/m³	Peso especifico del terreno
Φ_f =	30,0°	Angulo de fricción del relleno
i_r =	0,00°	Angulo de inclinación de la superficie del relleno
δ_tm =	15,00°	Angulo de fricción de relleno-muro
γ_sf =	20,0 kN/m³	Peso especifico del suelo de fundación
Φ_sf =	32°	Angulo de fricción del suelo de fundación
σadm =	165 kN/m²	Capacidad admisible del suelo de cimentación
F.S =	3	Factor de Seguridad
σu =	495 kN/m²	Capacidad portante última de suelo de cimentación
Ks =	33700 kN/m²	Coeficiente de Balasto
S =	Cohesivo	Suelo de fundación predominante

EVALUACIÓN DE EMPUJES

Calculo de factores de empuje

β =	0,00°	Ángulo de inclinación del trasdós
α =	90,00	Ángulo de inclinación del trasdós del muro

Teoría =	**RANKINE**	
Ka =	0,333	Coeficiente de presión activa
Ko =	0,500	Coeficiente de presión en reposo
Kp =	3,000	Coeficiente de presión pasivo

Empuje por nivel freático

γ_{WA} =	10,0 kN/m³	Peso especifico del agua
Wa =	0,00 kN/m²	Empuje lateral por subpresió

Factor de exposición al medio ambiente

Ye =	Moderada	Exposición al ambiente
Ye =	1	

VERIFICACIÓN DE FLOTABILIDAD Y CAPACIDAD PORTANTE

De acuerdo con12.6 de CCP-14, para las estructuras enterradas cuyo punto más bajo está ubicado por debajo del nivel freático se deberán evaluar las cargas atribuibles a la flotabilidad en agua a fin de controlar la flotación de acuerdo con 3.7.2. de CCP-14.

Atb =	1,750 m²	Área transversal del box culvert
P_Box =	42,00 kN/m	Peso por unidad de área del box Culvert
P_Tierra =	40,00 kN/m	Peso tierra sobre el Box culvert
P_agua =	22,50 kN/m	Peso box culvert lleno
LL + IM =	93,47 kN/m	Carga Viva
A_cim =	2,00 m²/m	Área cimentación por metro lineal

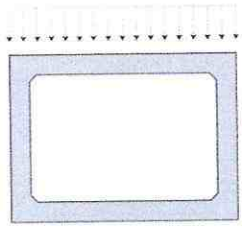
Revisión de capacidad portante

Esf_Ultimo =	99,0 kN/m²	Esfuerzo Ultimo
Esf_Ultimo < C_ult	OK	Verificación de capacidad admisible

Revisión de Floración

EH =	0,0 kN/m²	Empuje de agua en la base
Q_{vacio} =	41,0 kN/m²	Peso del tanque vacío
Q_{vacio} > EH =	OK	Verificación de flotación

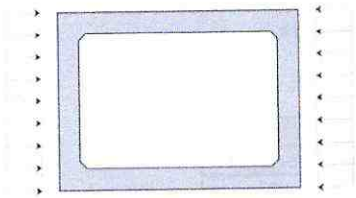
$EV = W_E =$ 22,00 kN/m Empuje de tierras en la parte inferior del Box 12.11.2.2.1 CCP-14



PRESIÓN POR COMPACTADOR (Es)

Sc = 20,00 kN/m² Sobrecarga por compactador

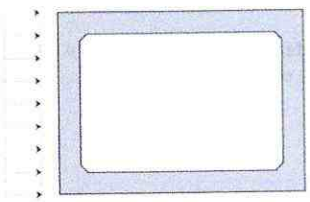
Compactador por ambos lados



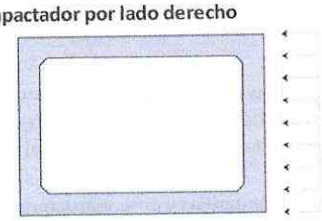
Sc = 10,00 kN/m Presión por compactador a ambos lados

Compactador por lado izquierdo

Sc = 7,00 kN/m Presión por compactador al lado izquierdo



Compactador por lado derecho



Sc = 7,00 kN/m Presión por compactador al lado derecho

SOBRECARGA VIVA (LS)

Ubicación del trafico respecto al Box

Ubicación = Perpendicular trafico = 1

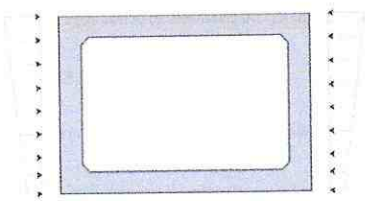
Altura equivalente AASHTO LRFD 3.11.6.4

h = 1,00 m Parte superior alcantarilla
hequ = 1,20 m Altura equivalente
Ls_{sup} = 12,00 kN/m Carga superior

Altura equivalente AASHTO LRFD 3.11.6.4

h = 2,875 m Parte inferior alcantarilla
hequ = 0,925 m Altura equivalente
Ls_{inf} = 9,25 kN/m Carga inferior

Sobrecarga viva por los dos lados

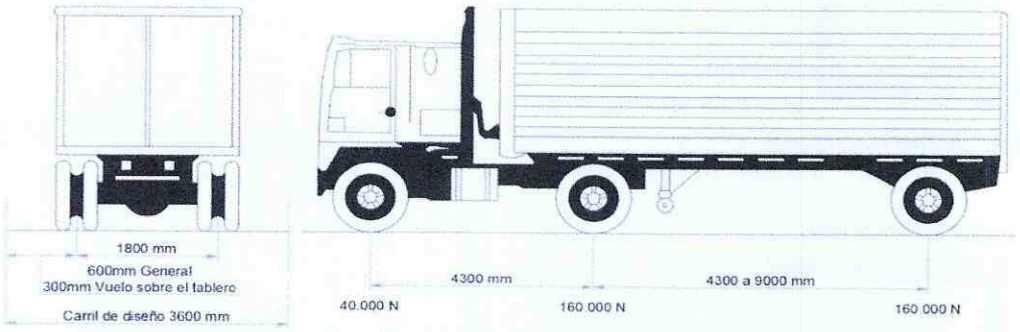


Ls_{sup} = 12,00 kN/m Empuje de tierras en la parte superior del Box

Ls_{inf} = 9,25 kN/m Empuje de tierras en la parte inferior del Box

CARGA VEHICULAR (LL) - 3.6.1.1 CCP-14

La carga viva vehicular sobre el Box culvert debe consistir en una combinación de Camión o tándem de diseño y Carga de carril de diseño.



CARGA VEHICULAR HL-93			
Eje	Delantero	Intermedio	Posterior
	P1	P2	P3
Carga	40 kN	160 kN	160 kN

Tándem de Diseño (3.6.1.2.3 de CCP-14). El tándem de diseño debe consistir en un par de ejes de 125 kN separados 1200 mm entre sí. El espaciamiento transversal de las ruedas debe tomarse como 1800 mm.

CARGA VEHICULAR TÁNDEM		
Eje	Delantero	Posterior
	P1	P2
Carga	125 kN	125 kN

La asignación de carga dinámica para alcantarillas y otras estructuras enterradas se reduce de acuerdo con la profundidad del relleno sobre la alcantarilla. Cuanto más profundo es el relleno, mayor es la reducción para los estados límites y de servicio. El incremento por carga dinámica para las estructuras enterradas deberá satisfacer el Artículo 3.6.2.2 del CCP-14.

Componentes Enterrados. La amplificación por carga dinámica, en porcentaje, para alcantarillas y otras estructuras enterradas cubiertas por en la Sección 12, debe tomarse como:

IM = 19,47% Impacto para estructuras enterradas Ec. 3.6.2.2-1 CCP-14.

Área de contacto de la Llanta (3.6.1.2.5 de CCP-14). El área de contacto de la llanta de una rueda que consiste en una o dos llantas debe suponerse que es un solo rectángulo, cuyo ancho es de 500 mm y cuya longitud es 250 mm.

Distribución de cargas de rueda a través de rellenos de tierra (3.6.1.2.6a CCP-14). Para alcantarillas con tramo sencillo, los efectos de la carga viva no se tienen en cuenta cuando la profundidad del relleno es mayor a 2438 mm y supere la longitud del tramo.

Ht = 1,00 m < 2,438 m *Se tienen en cuenta los efectos de carga viva*

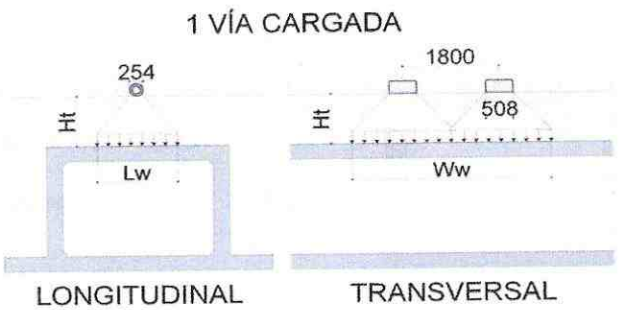
El área rectangular en la profundidad H debe determinarse así: $A_{LL} = l_w W_w$ Ec. 3.6.1.2.6a-1 CCP-14.

Tráfico paralelo al tramo de la alcantarilla (3.6.1.2.6b CCP-14).

Sw =	1828 mm	Distancia entre ruedas
Wt =	508 mm	Ancho del parche de la rueda
Di =	1500 mm	Diámetro interior o tramo libre de la alcantarilla
It =	254 mm	Longitud del parche de la rueda
$Sa_{_CCP14}$ =	4300 mm	Distancia entre ejes para un camión de diseño CCP-14
$Sa_{_Tándem}$ =	1200 mm	Distancia entre ejes para un tándem
LLDF =	1,15	Factor de distribución de carga viva (Tabla 3.6.1.2.6a-1 CCP-14)

Área para 1 carril cargado para el camión de Diseño

H_{int-t} =	1070 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-1 CCP-14.
H_{int-p} =	3518 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-4 CCP-14.
W_{w1} =	1748 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-2 CCP-14.
W_{w2} =	3576 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-3 CCP-14.
L_{w1} =	1404 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-5 CCP-14.
L_{w2} =	5704 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-6 CCP-14.

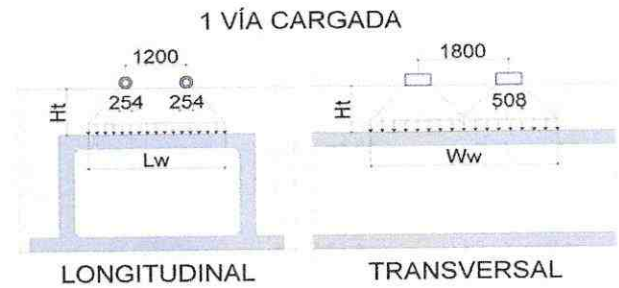


W_w =	1748 mm	Ancho del parche de la carga viva en la profundidad Ht
L_w =	1404 mm	Longitud del parche de la carga viva en la profundidad Ht
A_{LL} =	***2,45 m²***	Área rectangular en la profundidad Ht

Ec 3.6.1.2.6a-1 CCP-14.

Área para 1 carril cargado para el Tándem de Diseño

H_{int-t} =	1070 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-1 CCP-14.
H_{int-p} =	823 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-4 CCP-14.
W_{w1} =	1748 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-2 CCP-14.
W_{w2} =	3576 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-3 CCP-14.
L_{w1} =	1404 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-5 CCP-14.
L_{w2} =	2604 mm	Ec. 3.6.1.2.6b-6 CCP-14.



W_w =	1748 mm	Ancho del parche de la carga viva en la profundidad Ht
L_w =	2604 mm	Longitud del parche de la carga viva en la profundidad Ht
A_{LL} =	***4,55 m²***	Área rectangular en la profundidad Ht

Ec 3.6.1.2.6a-1 CCP-14.

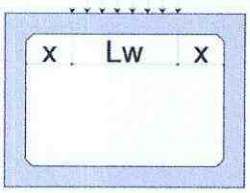
Resumen de presiones verticales en la corona para carga Viva - 3.6.1.2.6b-7 CCP-14

12.11.2.1 CCP-14 - Para el tráfico que viaja paralelo a la luz, las alcantarillas en cajón deben diseñarse para un solo carril cargado con el factor de presencia multiple del carril solo aplicado a la carga.

Tipo de Carga	Carriles Cargados	Área a Prof. [Ht]	F. presencia Multiple	Carga Viva [P]	Presión Vertical [PL]
Camión de Diseño	1	2,45 m²	1,20	160,00 kN	93,47 kN/m²
Tándem de Diseño	1	4,55 m²	1,20	250,00 kN	78,74 kN/m²

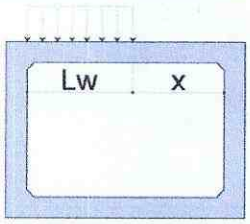
LL+IM = 93,47 kN/m Carga Viva vehicular en la losa superior del Box

Carga viva para máximo momento



LL+IM =	**93,47 kN/m**	Carga Viva vehicular en la losa superior del Box
Lw =	1,40 m	Distancia de distribución de la carga centrada en la losa superior.
X =	0,05 m	Distancia del borde del hastial a la carga distribuida.

Carga viva para máximo cortante



LL+IM =	**93,47 kN/m**	Carga Viva vehicular en la losa superior del Box
Lw =	1,40 m	Distancia de distribución de la carga en la losa superior.
X =	0,10 m	Distancia del borde del hastial a la carga distribuida.

SOLICITACIONES

Se ha realizado el análisis mediante el uso del programa de diseño ROBOT STRUCTURAL Analysis Professional para determinar las solicitaciones a las que estaría sometida la estructura para la combinación de efectos de las cargas gravitaciones, empujes estáticos y dinámicos.

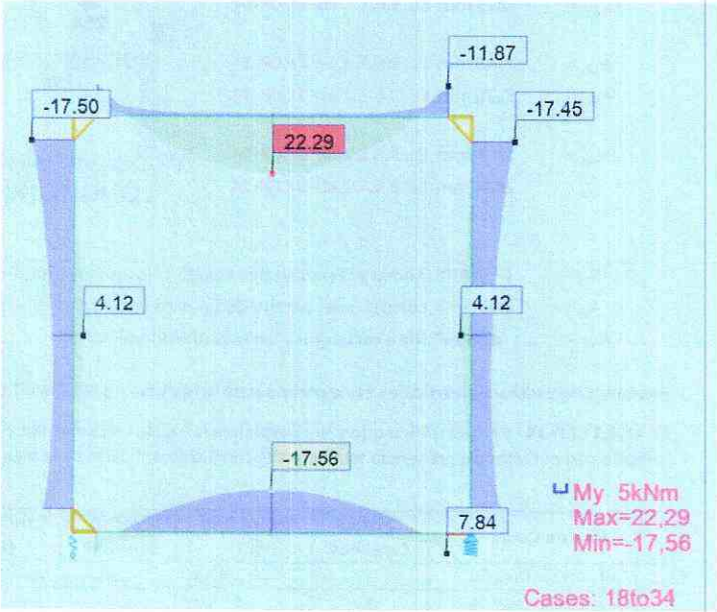
SOLICITACIONES DE MOMENTOS POR ESTADO LIMITE DE SERVICIO (ELS)

Momentos en el C.L.

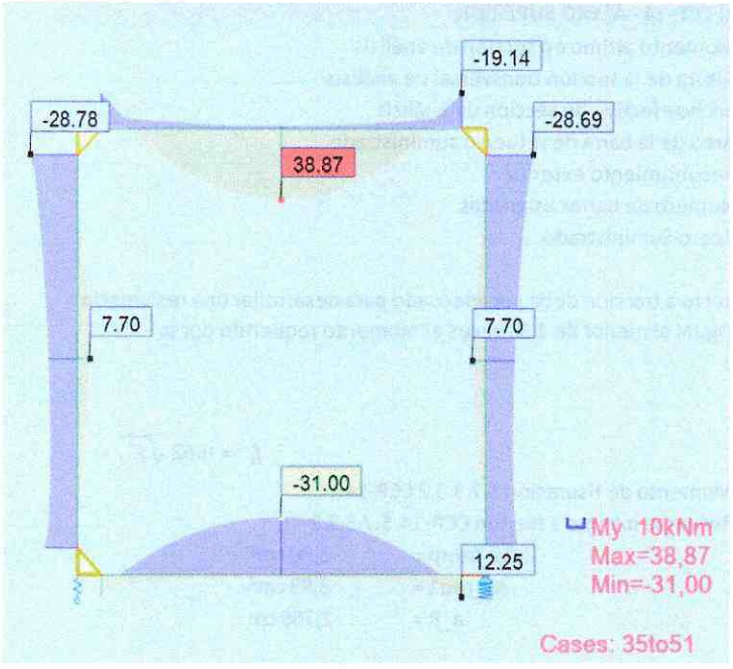
Msup_C_S =	22,29 kN.m
Minf_C_S =	17,56 kN.m
Mder_C_S =	4,12 kN.m
Mizq_C_S =	4,12 kN.m

Momentos en apoyos

Msup_A_S =	11,87 kN.m
Minf_A_S =	7,84 kN.m
Mder_A_S =	17,45 kN.m
Mizq_A_S =	17,45 kN.m



SOLICITACIONES DE MOMENTOS POR ESTADO ULTIMO DE RESISTENCIA (ELR)



Momentos en el C.L.

Msup_C_U =	38,87 kN.m
Minf_C_U =	31,00 kN.m
Mder_C_U =	7,70 kN.m
Mizq_C_U =	7,70 kN.m

Momentos en apoyos

Msup_A_U =	19,14 kN.m
Minf_A_U =	12,25 kN.m
Mder_A_U =	28,69 kN.m
Mizq_A_U =	28,69 kN.m

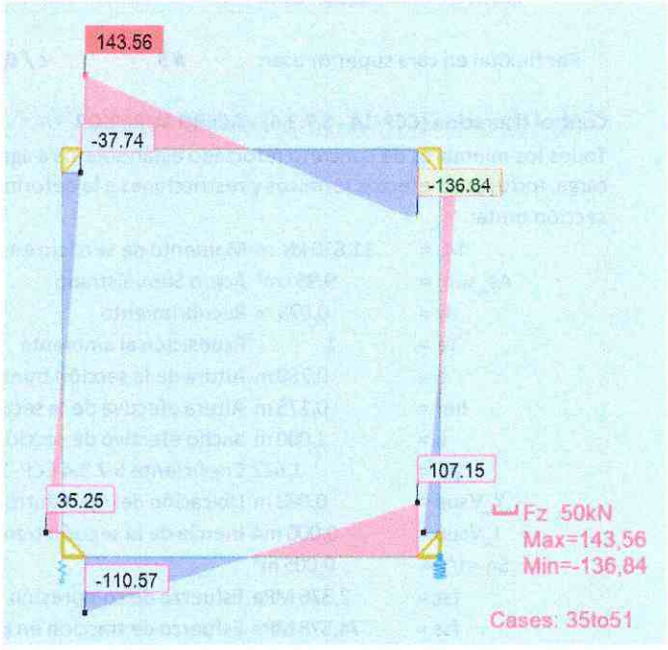
SOLICITACIONES DE CORTANTES POR ESTADO ULTIMO DE RESISTENCIA (ELR)

Cortante Máximo

Vsup_max_U =	143,56 kN
Vinf_max_U =	110,57 kN
Vder_max_U =	37,74 kN
Vizq_max_U =	37,74 kN

Axial concomitante al cortante

Nsup_C_U =	37,66 kN
Ninf_C_U =	29,92 kN
Nder_C_U =	144,49 kN
Nizq_C_U =	144,49 kN



Diseño Losa Superior

Diseño y chequeo acero a flexión (ELR) CCP-14 - ACERO SUPERIOR

Mu =	19,14 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,25 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	1,99 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_ext =	0,075 m	Recubrimiento exterior
n_asig =	5	Numero de barras asignadas
As_sum =	9,95 cm²	Acero Suministrado

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,175 m			$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$
fr =	3,281 MPa			
Mcr =	41,009 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14		
Mdis =	25,456 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2		
Ru =	0,924 MPa		As_temp =	3,00 cm²
m1 =	17,647		As_req1 =	3,93 cm²
p =	0,0022		a_R =	1,756 cm
sep_req =	0,507 m			
As_req =	3,93 cm²	Acero Requerido		OK
ϕMn_R =	62,517 kN.m			OK

Por flexión en cara superior usar: ***# 5*** ***c / 0,200 m*** ***Ratio=0,39*** ***OK***

Control fisuración (CCP-14 - 5.7.3.4) - ACERO SUPERIOR

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	11,870 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	9,95 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,075 m	Recubrimiento
Ɣe =	1	Exposición al ambiente
h =	0,250 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,175 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,612	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,088 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,000 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,005 m³	
fsc =	2,326 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	74,578 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

Sección =	NO FISURADA		
S_max =	0,30 m	Separación máxima.	
S_asig =	0,20 m	Separación asignada.	OK

Diseño y chequeo acero a flexión (ELR) CCP-14 - ACERO INFERIOR

Mu =	38,87 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,25 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	1,99 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_int =	0,050 m	Recubrimiento interior
n_asig =	5	Numero de barras asignadas
As_sum =	9,95 cm²	Acero Suministrado

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,200 m			$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$
fr =	3,281 MPa			
Mcr =	41,009 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14		
Mdis =	41,009 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2		
Ru =	1,139 MPa	As_temp =	3,00 cm²	
m1 =	17,647	As_req1 =	5,56 cm²	
p =	0,0028	a_R =	1,756 cm	
sep_req =	0,358 m			
As_req =	5,56 cm²	Acero Requerido		OK
ϕMn_R =	71,920 kN.m			OK

Por flexión en cara Inferior usar: ***#5*** ***c / 0,200 m*** ***Ratio=0,56*** ***OK***

Control fisuración (CCP-14 - 5.7.3.4) - ACERO INFERIOR

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	22,290 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	9,95 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,050 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,250 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,200 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,357	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,100 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,001 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,007 m³	
fsc =	3,344 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	121,903 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

Sección =	FISURADA	
S_max =	0,30 m	Separación máxima.
S_asig =	0,20 m	Separación asignada.

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

OK

Armadura de Temperatura (CCP-14 - 5.10.8)

Debe proporcionarse refuerzo para los esfuerzos causados por retracción y temperatura cerca de las superficies de concreto expuestas a variaciones diarias de la temperatura y en el concreto masivo estructural:

h =	0,25 m	Altura de la sección transversal de análisis	
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis	
As_min =	2,33 cm²/m	As_max = 12,70 cm²/m	$A_s = \frac{750\, b\, h}{2\,(b+h) f y}$
As =	1,79 cm²/m		
As_t_req =	2,33 cm²/m	Acero requerido	$2.328 \leq A_s \leq 12.7 \left[\frac{cm^2}{m}\right]$
As_t =	0,71 cm²	Diámetro acero Suministrado	
n_asig_t =	7,667	Cantidad asignada	
As_sum_t =	5,44 cm²/m	Acero suministrado	OK
S1 =	0,45 m	Según 5.10.8 CCP-14	
S2 =	0,30 m	Según 5.10.8 CCP-14	
Smin =	0,30 m		

Por temperatura Usar: ***# 3*** ***c / 0,150 m*** OK

Armadura de distribución (CCP-14 - 9.7.3.2)

Verificación de la armadura de distribución

Ht ≥ 2.4m INCLUIR ARMADURA DE DISTRIBUCIÓN

En la parte inferior de las losas se deberá disponer armadura en la dirección secundaria; esta armadura se deberá calcular como un porcentaje de la armadura principal para momento positivo:

%_dis =	45,185%	Según CCP-14 9.7.3.2
%req_dist =	45,185%	Porcentaje de refuerzo requerido por distribución.
As_req =	4,50 cm²/m	Acero de distribución requerido
As_dist =	0,71 cm²	Acero suministrado
n_req_dist =	6,332	Cantidad requerida
s_req_d_dist =	0,158 m	
s_req_d_dist =	0,158 m	
S_asig_dist =	0,150 m	OK

Por distribución Usar: ***# 3*** ***c / 0,150 m***

Resistencia al Cortante (CCP-14 - 5.8.3.4)

Procedimiento =	*General*		5.8.3.4.2 CCP-14
db =	# 2	Diámetro de barra asignada	
As =	0,32 cm²	Área de barra de fleje suministrado	
s_asig =	c/ 0,15 m	Separación de flejes asignada	
n_fleje =	0	Número de ramas de flejes considerado en un metro	
S =	N.A.	Separación de ramas de flejes por metro longitudinal	
Av =	0,00 cm²	Área de acero a cortante	
h =	0,250 m	Profundidad efectiva de la sección rectangular	
rec_ext =	0,075 m	Recubrimiento exterior	
b =	1,00 m	Ancho efectivo de la sección rectangular	
Que fibra está a tracción por Flexión en zona de cortante max?			***Exterior***

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

a =	0,0176 m	Altura del bloque de compresión
Vu =	143,56 kN	Cortante último
Mu =	19,14 kN.m	Momento último en la zona de cortante máximo
Nu =	37,66 kN	Axial último concomitante del cortante
As =	9,95 cm²	Acero suministrado a tracción en la zona de cortante máx.

d =	0,175 m	dv =	0,180 m
Ag =	0,180 m²	Ao =	0,09 m²
Ph =	1,900 m	Ex =	0,001
θ =	0,589 Rad.	βc =	2,385
vu =	0,938 MPa	0.125 f'c =	3,500 MPa

$$v_u = \frac{|V_u - \emptyset V_p|}{\emptyset b_v d_v}$$

$$V_{nc1} = 0.083\ \beta c \sqrt{f'_c}\ b_v d_v$$

$$V_{nc2} = 0.25\ f'_c\ b_v d_v + V_p$$

$$V_{rc} = \emptyset V_{nc}$$

$$V_S = V_{ud} - V_{rc}$$

Vn1c =	188,53 kN	5.8.3.3-3 CCP-14
Vn2c =	1260,00 kN	5.8.3.3-2 CCP-14
Vnc =	188,53 kN	Resistencia nominal de cortante
Vrc =	160,25 kN	Cortante resistente del concreto
Vlimite =	80,12 kN	5.8.2.4-1 CCP-14
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante que debe resistir el acero
sep_max =	0,144 m	Separación máxima (5.8.2.7 CCP-14)
pmin =	0,0335	Refuerzo mínimo por cortante (5.7.4.6 CCP-14)
sep_flejes =		Separación máxima para los flejes a cortante

OK

Vnc =	188,53 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante resistida por el acero
Vud =	143,56 kN	Cortante actuante en la sección (5.8.2.1-6 CCP-14)
ØVr =	160,25 kN	Cortante resistente del concreto y del acero

				Ratio
Vr > Vu =	***OK***	Revisión Cortante	***Ratio=0,90***	***OK***

Resistencia al Cortante (CCP-14 - 5.14.5.3) - Para Losas con Rellenos superiores a 600mm

$$V_c = \left(0.178\sqrt{f'c} + 32\frac{As}{b\ de}\frac{Vu\ de}{Mu}\right) b\ de$$

Vu de/ Mu =	1,313	
0.178(f'c)^1/2 =	0,942	
As =	995 mm²/m	Área de Acero de las armaduras en el ancho de diseño
Vc_max =	307,44 kN	5.14.5.3 CCP-14
Vc =	206,62 kN	Resistencia nominal a cortante del concreto 5.14.5.3-1 CCP-14

Para alcantarillas en cajón de una sola celda, para las losas que forman marcos monolíticos con las paredes no es necesario tomar Vc menor a:

Vc =	231,50 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto 5.14.5.3 CCP-14

Vc =	231,50 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante resistida por el acero
ØVr =	196,78 kN	Cortante resistente del concreto y del acero

				Ratio
Vr > Vu =	***OK***	Revisión Cortante	***Ratio=0,73***	***OK***

Diseño Losa Inferior

Diseño y chequeo acero a flexión (ELR) CCP-14 - ACERO SUPERIOR

Mu =	31,00 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,25 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	1,29 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_int =	0,050 m	Recubrimiento interior
n_asig =	5	Numero de barras asignadas
As_sum =	6,45 cm²	Acero Suministrado

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,200 m			
fr =	3,281 MPa			$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$
Mcr =	41,009 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14		
Mdis =	41,009 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2		
Ru =	1,139 MPa	As_temp =	3,00 cm²	
m1 =	17,647	As_req1 =	5,56 cm²	
p =	0,0028	a_R =	1,138 cm	
sep_req =	0,232 m			
As_req =	5,56 cm²	Acero Requerido	OK	
ϕMn_R =	47,374 kN.m		OK	

Por flexión en cara superior usar: ***#4*** ***c / 0,200 m*** ***Ratio=0,86*** ***OK***

Control fisuración (CCP-14 - 5.7.3.4) - ACERO SUPERIOR

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	17,560 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	6,45 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,050 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,250 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,200 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,357	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,100 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,001 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,007 m³	
fsc =	2,634 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	145,920 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

Sección =	FISURADA		
S_max =	0,30 m	Separación máxima.	
S_asig =	0,20 m	Separación asignada.	OK

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

Diseño y chequeo acero a flexión (ELR) CCP-14 - ACERO INFERIOR

Mu =	12,25 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,25 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	1,29 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_ext =	0,075 m	Recubrimiento exterior
n_asig =	5	Numero de barras asignadas
As_sum =	6,45 cm²	Acero Suministrado

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,175 m			$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$
fr =	3,281 MPa			
Mcr =	41,009 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14		
Mdis =	16,293 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2		
Ru =	0,591 MPa	As_temp =	3,00 cm²	
m1 =	17,647	As_req1 =	2,49 cm²	
p =	0,0014	a_R =	1,138 cm	
sep_req =	0,430 m			
As_req =	3,00 cm²	Acero Requerido		OK
ϕMn_R =	41,279 kN.m			OK

Por flexión en cara Inferior usar: ***#4*** ***c / 0,200 m*** ***Ratio=0,47*** OK

Control fisuración (CCP-14 - 5.7.3.4) - ACERO INFERIOR

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	7,840 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	6,45 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,075 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,250 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,175 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,612	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,088 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,000 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,005 m³	
fsc =	1,536 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	74,783 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

Sección =	NO FISURADA	
S_max =	0,30 m	Separación máxima.
S_asig =	0,20 m	Separación asignada.

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

OK

Armadura de Temperatura (CCP-14 - 5.10.8)

Debe proporcionarse refuerzo para los esfuerzos causados por retracción y temperatura cerca de las superficies de concreto expuestas a variaciones diarias de la temperatura y en el concreto masivo estructural:

h =	0,25 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
As_min =	2,328 cm²/m	
As_max =	12,700 cm²/m	
As =	1,786 cm²/m	
As_t_req =	2,328 cm²/m	Acero requerido
As_t =	0,71 cm²	Diámetro acero Suministrado
n_asig_t =	7,667	Cantidad asignada
As_sum_t =	5,44 cm²/m	Acero suministrado
S1 =	0,45 m	Según 5.10.8 CCP-14
S2 =	0,30 m	Según 5.10.8 CCP-14
Smin =	0,30 m	

$$A_s = \frac{750\ b\ h}{2\ (b+h) f y}$$

$$2.328 \leq A_s \leq 12.7 \left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

OK

Por temperatura Usar: ***#3*** ***c / 0,150 m*** OK

Resistencia al Cortante (CCP-14 - 5.8.3.4)

Procedimiento = ***General*** 5.8.3.4.2 CCP-14

db =	#3	Diámetro de barra asignada
As =	0,71 cm²	Área de barra de fleje suministrado
s_asig =	c/ 0,15 m	Separación de flejes asignada
n_fleje =	0	Número de ramas de flejes considerado en un metro
S =	N.A.	Separación de ramas de flejes por metro longitudinal
Av =	0,00 cm²	Área de acero a cortante
h =	0,250 m	Profundidad efectiva de la sección rectangular
rec_ext =	0,075 m	Recubrimiento exterior
b =	1,00 m	Ancho efectivo de la sección rectangular

Que fibra está a tracción por Flexión en zona de cortante max? ***Exterior***

a =	0,0114 m	Altura del bloque de compresión
Vu =	110,57 kN	Cortante último
Mu =	12,25 kN.m	Momento último en la zona de cortante máximo
Nu =	29,92 kN	Axial último concomitante del cortante
As_sum =	6,45 cm²	Acero suministrado a tracción en la zona de cortante máx.

$$a = \frac{A_s\ f_y}{0.85\ f'_c\ b}$$

d =	0,175 m		dv =	0,180 m
Ag =	0,180 m²		Ao =	0,09 m²
Ph =	1,900 m		Єx =	0,002
θ =	0,598 Rad.		βc =	2,258
vu =	0,723 MPa	$v_u = \frac{\lvert V_u - \emptyset V_p \rvert}{\emptyset b_v d_v}$	0.125 f'c =	3,500 MPa

$$V_{nc1} = 0.083\ \beta c \sqrt{f'_c}\ b_v d_v$$

Vn1c =	178,53 kN	5.8.3.3-3 CCP-14
Vn2c =	1260,00 kN	5.8.3.3-2 CCP-14

$$V_{nc2} = 0.25\ f'_c\ b_v d_v + V_p$$

Vnc =	178,53 kN	Resistencia nominal de cortante
Vrc =	151,75 kN	Cortante resistente del concreto

$$V_{rc} = \emptyset V_{nc}$$

Vlimite =	75,88 kN	5.8.2.4-1 CCP-14
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante que debe resistir el acero

$$V_S = V_{ud} - V_{rc}$$

sep_max =	0,144 m	Separación máxima (5.8.2.7 CCP-14)
pmin =	0,0335	Refuerzo mínimo por cortante (5.7.4.6 CCP-14)
sep_flejes =		Separación máxima para los flejes a cortante

OK

Vnc =	178,53 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante resistida por el acero
Vud =	110,57 kN	Cortante actuante en la sección (5.8.2.1-6 CCP-14)
ØVr =	**151,75 kN**	Cortante resistente del concreto y del acero

				Ratio
Vr > Vu =	*OK*	Revisión Cortante	***Ratio=0,73***	*OK*

Resistencia al Cortante (CCP-14 - 5.14.5.3)

Vu de/ Mu =	1,580	
0.178(f'c)^1/2 =	0,9419	
As =	645 mm²/m	Área de Acero de las armaduras en el ancho de diseño
Vc_max =	307,44 kN	5.14.5.3 CCP-14

$$V_c = \left(0.178\sqrt{f'c} + 32\frac{As}{b\ de}\frac{Vu\ de}{Mu}\right) b\ de$$

Vc =	197,43 kN	

Para alcantarillas en cajón de una sola celda, para las losas que forman marcos monolíticos con las paredes no es necesario tomar Vc menor a:

Vc =	231,50 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto

Vc =	231,50 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante resistida por el acero
ØVr =	**196,78 kN**	Cortante resistente del concreto y del acero

				Ratio
Vr > Vu =	*OK*	Revisión Cortante	***Ratio=0,56***	*OK*

Diseño Hastiales

Diseño y chequeo acero a flexión (ELR) CCP-14 - ACERO EXTERIOR

Mu =	28,69 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,25 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	1,29 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_ext =	0,075 m	Recubrimiento exterior
n_asig =	5	Numero de barras asignadas
As_sum =	6,45 cm²	Acero Suministrado

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,175 m			
fr =	3,281 MPa			$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$
Mcr =	41,009 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14		
Mdis =	38,158 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2		
Ru =	1,384 MPa		As_temp =	3,00 cm²
m1 =	17,647		As_req1 =	5,95 cm²
p =	0,0034		a_R =	1,138 cm
sep_req =	0,217 m			
As_req =	5,95 cm²	Acero Requerido		OK
ϕMn_R =	41,279 kN.m			OK

Por flexión en cara exterior usar: ***# 4*** ***c / 0,200 m*** ***Ratio=0,92*** ***OK***

Control fisuración (CCP-14 - 5.7.3.4) - ACERO EXTERIOR

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	17,450 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	6,45 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,075 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,250 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,175 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,612	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,088 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,000 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,005 m³	
fsc =	3,419 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	166,449 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

Sección =	FISURADA		
S_max =	0,30 m	Separación máxima.	
S_asig =	0,20 m	Separación asignada.	OK

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

Diseño y chequeo acero a flexión (ELR) CCP-14 - ACERO INTERIOR

Mu =	7,70 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,25 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	1,29 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_int =	0,050 m	Recubrimiento interior
n_asig =	5	Numero de barras asignadas
As_sum =	6,45 cm²	Acero Suministrado

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,200 m	
fr =	3,281 MPa	
Mcr =	41,009 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14
Mdis =	10,241 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2

$$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$$

Ru =	0,284 MPa	As_temp =	3,00 cm²
m1 =	17,647	As_req1 =	1,36 cm²
p =	0,0007	a_R =	1,138 cm

sep_req =	0,430 m		
As_req =	3,00 cm²	Acero Requerido	OK
ϕMn_R =	47,374 kN.m		OK

Por flexión en cara interior usar: ***# 4*** ***c / 0,200 m*** ***Ratio=0,47*** ***OK***

Control fisuración (CCP-14 - 5.7.3.4) - ACERO INTERIOR

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	4,120 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	6,45 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,050 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,250 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,200 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,357	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,100 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,001 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,007 m³	
fsc =	0,618 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	34,236 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

Sección =	NO FISURADA	
S_max =	0,30 m	Separación máxima.
S_asig =	0,20 m	Separación asignada.

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

OK

Armadura de Temperatura (CCP-14 - 5.10.8)

Debe proporcionarse refuerzo para los esfuerzos causados por retracción y temperatura cerca de las superficies de concreto expuestas a variaciones diarias de la temperatura y en el concreto masivo estructural:

h =	0,25 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
As_min =	2,328 cm²/m	
As_max =	12,700 cm²/m	
As =	1,786 cm²/m	
As_t_req =	2,328 cm²/m	Acero requerido
As_t =	0,71 cm²	Diámetro acero Suministrado
n_asig_t =	7,667	Cantidad asignada
As_sum_t =	5,44 cm²/m	Acero suministrado
S1 =	0,45 m	Según 5.10.8 CCP-14
S2 =	0,30 m	Según 5.10.8 CCP-14
Smin =	0,30 m	

$$A_s = \frac{750\ b\ h}{2\,(b+h) f_y}$$

$$2.328 \leq A_s \leq 12.7 \left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

OK

Por temperatura Usar: ***# 3*** ***c / 0,150 m*** OK

Resistencia al Cortante (CCP-14 - 5.8.3.4)

Procedimiento = ***General*** 5.8.3.4.2 CCP-14

db =	# 3	Diámetro de barra asignada
As =	0,71 cm²	Área de barra de fleje suministrado
s_asig =	c/ 0,15 m	Separación de flejes asignada
n_fleje =	0	Número de ramas de flejes considerado en un metro
S =	N.A.	Separación de ramas de flejes por metro longitudinal
Av =	0,00 cm²	Área de acero a cortante
h =	0,250 m	Profundidad efectiva de la sección rectangular
rec_ext =	0,075 m	Recubrimiento exterior
b =	1,00 m	Ancho efectivo de la sección rectangular

Que fibra está a tracción por Flexión en zona de cortante max? ***Exterior***

a =	0,0114 m	Altura del bloque de compresión
Vu =	37,74 kN	Cortante último
Mu =	28,69 kN.m	Momento último en la zona de cortante máximo
Nu =	144,49 kN	Axial último concomitante del cortante
As_sum =	6,45 cm²	Acero suministrado a tracción en la zona de cortante máx.

$$a = \frac{A_s\ f_y}{0.85\ f'_c\ b}$$

14.1 DISEÑO CABEZALES Hmax=2.50m

EMPUJES DE TIERRAS

Datos Iniciales

H_t =	2,50 m	Altura total del Muro	
Ubicación =	Paralelo	Ubicación del trafico respecto al muro	
La =	1,00 m	Ancho aferente	

Parámetros Sísmicos

Localización

	Zona 5	**Factores de Sitio**	CCP-14 3.10.2.1
	D	Perfil de suelo	CCP-14 3.10.3.1
PGA =	0,25	Coeficiente de aceleración piso efectiva del terreno PGA	CCP-14 3.10.2.1-1
F_{PGA} =	1,3	Valor del factor de sitio F_{PGA}	CCP14 (Tabla 3.10.3.2-1)
As =	0,325		CCP-14 3.10.4.2-2

Parámetros Geotécnicos (Tomados del estudio de suelos)

Ys =	20 kN/m³	Peso especifico del terreno
Φ =	30°	Angulo de fricción del relleno
i_r =	0,00°	Angulo de inclinación de la superficie del relleno
δ_tm =	15,00°	Angulo de fricción de relleno-muro

Calculo de coeficientes (Teoría de Rankine)

Calculo de factores de empuje

β =	0,00°	Angulo de inclinación del trasdós
Ka =	0,333	Coeficiente de presión activa
Ko =	0,50	Coeficiente de presión en reposo
Kp =	3,00	Coeficiente de presión pasivo

Altura equivalente AASHTO LRFD 3.11.6.4

hequ =	0,60 m	Altura equivalente

Calculo de factores de empuje por sismo suelo de relleno (EQS) Mononobe - Okabe

Kv =	0,108	Coeficiente de aceleración vertical
kh =	0,163	
θ =	0,180	Angulo de fricción del relleno
Kae =	0,435	
Keq =	0,102	

Posición Nivel Freatico

NF =	NO	Nifel freático en los muros
hNF =	0,00 m	Altura de subpresión
Yw =	10 kN/m³	Peso especifico del agua

Calculo de Empujes muros que no se deflecten

K = Coeficiente de presión en reposo **K= 0,50000**

Empuje de tierras estático (EH)
EH = 25,00 m.kN/m²

Empuje por sobrecarga (LS)
LS = 6,00 m.kN/m²

Empuje de tierras dinámico (EQ)
EQ = 5,11 m.kN/m²

Empuje lateral por Subpresión (WA)
WA = 0,00 m.kN/m²

DISEÑO ALETAS

MATERIALES

Concreto

f´c =	28,00 MPa	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	
Ec =	25399 MPa	Modulo de elasticidad del concreto	5.4.2.4 CCP-14
Yc =	24,00 kN/m³	Peso especifico del concreto	

Acero

fy =	420 MPa	Esfuerzo a fluencia en el acero	
Es =	200000 MPa	Modulo de elasticidad del acero	5.4.3.2 CCP-14

Factores de reducción

ϕf =	0,9	Factor de reducción de resistencia a flexión
ϕc =	0,9	Factor de reducción de resistencia para cortante

GEOMETRÍA SECCIÓN DE ANÁLISIS

e =	0,20 m	Espesor Muros
B =	1,00 m	Ancho efectivo de sección de análisis
rec =	0,050 m	Recubrimiento al eje de barras a tracción

FACTOR DE EXPOSICIÓN AL MEDIO AMBIENTE

Ye =	Moderada	Exposición al ambiente	Ye =	1

FACTORES - VARIACIÓN EN LA RESISTENCIA A LA FISURACIÓN DEL CONCRETO

Tipo de Estructura:	Fundida in-situ	**Y1= 1,60**	5.7.3.3.2 CCP-14
Tipo de Torones:	Sin presfuerzo	**Y2= 0,00**	5.7.3.3.2 CCP-14
Tipo de acero de refuerzo:	ASTM A706 Gr 60	**Y3= 0,75**	5.7.3.3.2 CCP-14
Factor =	**1,2**		

Solicitaciones

Ms =	26,88 kN.m	Momento en estado limite de servicio
Vu =	49,18 kN	Cortante Ultimo en estado limite de resistencia
Mu =	44,26 kN.m	Momento ultimo en estado limite de Resistencia

DISEÑO A FLEXIÓN

Diseño y chequeo acero a flexión

Mu =	44,26 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,20 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	1,29 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
n_asig =	6,667	Numero de barras asignadas
As_sum =	8,60 cm²	Acero Suministrado

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,150 m	
fr =	3,281 MPa	$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,250 m	
fr =	3,281 MPa	
Mcr =	59,053 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14
Mdis =	19,923 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2

$$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$$

Ru =	0,354 MPa	As_temp =	3,00 cm²
m1 =	17,647	As_req1 =	2,12 cm²
p =	0,0008	a_R =	0,835 cm

sep_req =	0,237 m		
As_req =	3,00 cm²	Acero Requerido	OK
ϕMn_R =	43,983 kN.m		OK

or flexión en cara superior usar: ***# 3*** ***c / 0,150 m*** ***Ratio=0,63*** ***OK***

Control fisuración CCP-14 - 5.7.3.4

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	9,700 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	4,73 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,050 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,300 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,250 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,286	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,125 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,001 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,010 m³	
fsc =	0,931 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	86,542 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

Sección =	NO FISURADA	
S_max =	0,30 m	Separación máxima.
S_asig =	0,15 m	Separación asignada.

OK

Armadura de Temperatura AASHTO LRFD 5.10.8 (CCP-14 5.10.8)

Debe proporcionarse refuerzo para los esfuerzos causados por retracción y temperatura cerca de las superficies de concreto expuestas a variaciones diarias de la temperatura y en el concreto masivo estructural:

h =	0,30 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
As_min =	2,328 cm²/m	
As_max =	12,700 cm²/m	
As =	2,060 cm²/m	
As_t_req =	2,328 cm²/m	Acero requerido

$$A_s = \frac{750\,b\,h}{2\,(b + h)\,fy}$$

$$2.328 \le A_s \le 12.7\left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,250 m		
fr =	3,281 MPa		$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$
Mcr =	59,053 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14	
Mdis =	26,307 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2	

Ru =	0,468 MPa	As_temp =	3,00 cm²
m1 =	17,647	As_req1 =	2,81 cm²
p =	0,0011	a_R =	0,835 cm

sep_req =	0,237 m		
As_req =	3,00 cm²	Acero Requerido	OK
ϕMn_R =	43,983 kN.m		OK

or flexión en cara superior usar: ***# 3*** ***c / 0,150 m*** ***Ratio=0,63*** ***OK***

Control fisuración CCP-14 - 5.7.3.4

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	10,300 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	4,73 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,050 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,300 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,250 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,286	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,125 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,001 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,010 m³	
fsc =	0,989 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	91,895 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

Sección =	NO FISURADA	
S_max =	0,30 m	Separación máxima.
S_asig =	0,15 m	Separación asignada. OK

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

Diseño y chequeo acero a flexión (Mxx)

Mu =	14,98 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,30 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	0,71 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
n_asig =	6,667	Numero de barras asignadas
As_sum =	4,73 cm²	Acero Suministrado

DISEÑO LOSA INFERIOR

MATERIALES

Concreto

f´c =	28,00 MPa	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	
Ec =	25399 MPa	Modulo de elasticidad del concreto	5.4.2.4 CCP-14
Yc =	24,00 kN/m³	Peso especifico del concreto	

Acero

fy =	420 MPa	Esfuerzo a fluencia en el acero	
Es =	200000 MPa	Modulo de elasticidad del acero	5.4.3.2 CCP-14

Factores de reducción

ϕf =	0,9	Factor de reducción de resistencia a flexión
ϕc =	0,9	Factor de reducción de resistencia para cortante

GEOMETRÍA SECCIÓN DE ANÁLISIS

e =	0,30 m	Espesor Losa Inferior
B =	1,00 m	Ancho efectivo de sección de análisis
L =	2,50 m	Longitud corta losa inferior
rec =	0,050 m	Recubrimiento al eje de barras a tracción

FACTOR DE EXPOSICIÓN AL MEDIO AMBIENTE

Ye = Moderada Exposición al ambiente — Ye = 1

FACTORES - VARIACIÓN EN LA RESISTENCIA A LA FISURACIÓN DEL CONCRETO

Tipo de Estructura:	Fundida in-situ	Y1= 1,60	5.7.3.3.2 CCP-14
Tipo de Torones:	Sin presfuerzo	Y2= 0,00	5.7.3.3.2 CCP-14
Tipo de acero de refuerzo:	ASTM A706 Gr 60	Y3= 0,75	5.7.3.3.2 CCP-14
Factor =	1,2		

Solicitaciones MXX

M_sx =	9,70 kN.m	Momento en estado limite de servicio
Vu_vx =	27,62 kN	Cortante Ultimo en estado limite de resistencia
Mu_vx =	14,98 kN.m	Momento ultimo en estado limite de Resistencia

Solicitaciones MYY

M_sy =	10,30 kN.m	Momento en estado limite de servicio
Vu_vy =	28,79 kN	Cortante Ultimo en estado limite de resistencia
Mu_vy =	19,78 kN.m	Momento ultimo en estado limite de Resistencia

DISEÑO A FLEXIÓN

Diseño y chequeo acero a flexión (Myy)

Mu =	19,78 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,30 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	0,71 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
n_asig =	6,667	Numero de barras asignadas
As_sum =	4,73 cm²	Acero Suministrado

S1 =	0,45 m	Según 5.10.8 CCP-14
S2 =	0,30 m	Según 5.10.8 CCP-14
Smin =	0,30 m	

Por temperatura Usar: ***#3*** ***c / 0,150 m*** OK

DISEÑO A CORTANTE

Resistencia al Cortante en los muros AASHTO LRFD 5.8.3.4 (CCP-14 5.8.3.4)

Procedimiento = ***General*** 5.8.3.4.2 CCP-14

db =	# 4	Diametro de barra asignada
As =	1,29 cm²	Área de barra de fleje suministrado
s_asig =	c/ 0,20 m	Separación de flejes asignada
n_fleje =	0	Número de ramas de flejes considerado en un metro
Av =	0,00 cm²	Área de acero a cortante
h =	0,300 m	Profundidad efectiva de la sección rectangular
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
b =	1,00 m	Ancho efectivo de la sección rectangular
a =	0,0152 m	Altura del bloque de compresión
Vu =	105,17 kN	Cortante último
Mu =	71,96 kN.m	Momento último
Nu =	0,00 kN	Axial último concomitante del cortante
As_sum =	8,60 cm²	Área de acero suministrado a flexión

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

d =	0,250 m		dv =	0,242 m
Ag =	0,242 m²		Ao =	0,18 m²
Ph =	2,200 m		Ex =	0,002
θ =	0,649 Rad.		βc =	1,744
vu =	0,482 MPa	$v_u = \frac{\lvert V_u - \emptyset V_p \rvert}{\emptyset b_v d_v}$	0.125 f'c =	3,500 MPa

Vn1c =	185,63 kN	5.8.3.3-3 CCP-14	$V_{nc1} = 0.083\,\beta c \sqrt{f'_c}\, b_v d_v$
Vn2c =	1696,88 kN	5.8.3.3-2 CCP-14	$V_{nc2} = 0.25\, f'_c\, b_v d_v + V_p$
Vnc =	185,63 kN	Resistencia nominal de cortante	
Vrc =	167,07 kN	Cortante resistente del concreto	$V_{rc} = \emptyset V_{nc}$
Vlimite =	83,53 kN	5.8.2.4-1 CCP-14	
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante que debe resistir el acero	$V_S = V_{ud} - V_{rc}$
sep_max =	0,194 m	Separación máxima (5.8.2.7 CCP-14)	OK
pmin =	0,0104	Refuerzo mínimo por cortante (5.7.4.6 CCP-14)	
sep_flejes =		Separación máxima para los flejes a cortante	

Vnc =	185,63 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante resistida por el acero
Vud =	105,17 kN	Cortante actuante en la sección (5.8.2.1-6 CCP-14)
ØVr =	**167,07 kN**	Cortante resistente del concreto y del acero

Vr > Vu = ***OK*** Revisión Cortante ***Ratio=0,63*** ***Ratio*** ***OK***

d =	0,250 m	
fr =	3,281 MPa	$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$
Mcr =	59,053 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14
Mdis =	71,960 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2

Ru =	1,279 MPa	As_temp =	3,00 cm²
m1 =	17,647	As_req1 =	7,83 cm²
p =	0,0031	a_R =	1,518 cm

sep_req =	0,165 m	
As_req =	7,83 cm²	Acero Requerido
ϕMn_R =	78,803 kN.m	

OK
OK

or flexión en cara superior usar: ***# 4*** ***c / 0,150 m*** ***Ratio=0,91*** ***OK***

Control fisuración CCP-14 - 5.7.3.4

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	41,741 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	8,60 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,050 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,300 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,250 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,286	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,125 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,001 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,010 m³	
fsc =	4,007 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	208,553 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

Sección =	FISURADA	
S_max =	0,30 m	Separación máxima.
S_asig =	0,15 m	Separación asignada.

OK

Armadura de Temperatura AASHTO LRFD 5.10.8 (CCP-14 5.10.8)

Debe proporcionarse refuerzo para los esfuerzos causados por retracción y temperatura cerca de las superficies de concreto expuestas a variaciones diarias de la temperatura y en el concreto masivo estructural:

h =	0,30 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
As_min =	2,328 cm²/m	
As_max =	12,700 cm²/m	
As =	2,060 cm²/m	
As_t_req =	2,328 cm²/m	Acero requerido

$$A_s = \frac{750\,b\,h}{2\,(b + h)\,fy}$$

$$2.328 \le A_s \le 12.7\left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

As_t =	0,71 cm²	Diámetro acero Suministrado
n_asig_t =	7,667	Cantidad asignada
As_sum_t =	5,44 cm²/m	Acero suministrado

OK

14.2 DISEÑO CABEZALES Hmax=3.50m

DISEÑO ALETAS

MATERIALES

Concreto

f´c =	28,00 MPa	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	
Ec =	25399 MPa	Modulo de elasticidad del concreto	5.4.2.4 CCP-14
Yc =	24,00 kN/m³	Peso especifico del concreto	

Acero

fy =	420 MPa	Esfuerzo a fluencia en el acero	
Es =	200000 MPa	Modulo de elasticidad del acero	5.4.3.2 CCP-14

Factores de reducción

ϕf =	0,9	Factor de reducción de resistencia a flexión
ϕc =	0,9	Factor de reducción de resistencia para cortante

GEOMETRÍA SECCIÓN DE ANÁLISIS

e =	0,30 m	Espesor Muros
B =	1,00 m	Ancho efectivo de sección de análisis
rec =	0,050 m	Recubrimiento al eje de barras a tracción

FACTOR DE EXPOSICIÓN AL MEDIO AMBIENTE

Ye =	Moderada	Exposición al ambiente	Ye =	1

FACTORES - VARIACIÓN EN LA RESISTENCIA A LA FISURACIÓN DEL CONCRETO

Tipo de Estructura:	Fundida in-situ	Y1= 1,60	5.7.3.3.2 CCP-14
Tipo de Torones:	Sin presfuerzo	Y2= 0,00	5.7.3.3.2 CCP-14
Tipo de acero de refuerzo:	ASTM A706 Gr 60	Y3= 0,75	5.7.3.3.2 CCP-14
Factor =	1,2		

Solicitaciones

Ms =	41,74 kN.m	Momento en estado limite de servicio
Vu =	105,17 kN	Cortante Ultimo en estado limite de resistencia
Mu =	71,96 kN.m	Momento ultimo en estado limite de Resistencia

DISEÑO A FLEXIÓN

Diseño y chequeo acero a flexión

Mu =	71,96 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,30 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	1,29 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
n_asig =	6,667	Numero de barras asignadas
As_sum =	8,60 cm²	Acero Suministrado

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

Armadura de distribución AASHTO LRFD 9.7.3.2 (CCP-14 9.7.3.2)

En la parte inferior de las losas se deberá disponer armadura en la dirección secundaria; esta armadura se deberá calcular como un porcentaje de la armadura principal para momento positivo:

%req_dist =	35,000%	Según CCP-14 9.7.3.2
As_req =	2,33 cm²/m	Acero de distribución requerido
As_dist =	0,71 cm²	Acero suministrado
n_req_dist =	3,279	Cantidad requerida
s_req_d_dist =	0,305 m	
s_req_d_dist =	0,300 m	
S_asig_dist =	0,150 m	OK

Por distribución Usar: ***#3*** ***c / 0,150 m***

DISEÑO A CORTANTE

Resistencia al Cortante en la losa AASHTO LRFD 5.8.3.4 (CCP-14 5.8.3.4)

Procedimiento = ***General*** 5.8.3.4.2 CCP-14

db =	# 4	Diametro de barra asignada
As =	1,29 cm²	Área de barra de fleje suministrado
s_asig =	c/ 0,20 m	Separación de flejes asignada
n_fleje =	0	Número de ramas de flejes considerado en un metro
Av =	0,00 cm²	Área de acero a cortante
h =	0,200 m	Profundidad efectiva de la sección rectangular
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
b =	1,00 m	Ancho efectivo de la sección rectangular
a =	0,0084 m	Altura del bloque de compresión
Vu =	26,79 kN	Cortante último
Mu =	18,05 kN.m	Momento último
Nu =	0,00 kN	Axial último concomitante del cortante
As_sum =	4,73 cm²	Área de acero suministrado a flexión

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

d =	0,150 m		dv =	0,146 m
Ag =	0,146 m²		Ao =	0,14 m²
Ph =	2,000 m		Ex =	0,002
θ =	0,603 Rad.	$v_u = \frac{\lvert V_u - \emptyset V_p \rvert}{\emptyset b_v d_v}$	βc =	2,189
vu =	0,204 MPa		0.125 f'c =	3,500 MPa

$$V_{nc1} = 0.083\ \beta c \sqrt{f'_c}\ b_v d_v$$

$$V_{nc2} = 0.25\ f'_c\ b_v d_v + V_p$$

$$V_{rc} = \emptyset V_{nc}$$

$$V_S = V_{ud} - V_{rc}$$

Vn1c =	140,19 kN	5.8.3.3-3 CCP-14
Vn2c =	1020,76 kN	5.8.3.3-2 CCP-14
Vnc =	140,19 kN	Resistencia nominal de cortante
Vrc =	126,17 kN	Cortante resistente del concreto
Vlimite =	63,08 kN	5.8.2.4-1 CCP-14
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante que debe resistir el acero
sep_max =	0,117 m	Separación máxima (5.8.2.7 CCP-14)
pmin =	0,0024	Refuerzo mínimo por cortante (5.7.4.6 CCP-14)
sep_flejes =		Separación máxima para los flejes a cortante

OK

Vnc =	140,19 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante resistida por el acero
Vud =	26,79 kN	Cortante actuante en la sección (5.8.2.1-6 CCP-14)
ØVr =	126,17 kN	Cortante resistente del concreto y del acero

				Ratio
Vr > Vu =	***OK***	Revisión Cortante	***Ratio=0,21***	***OK***

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

d =	0,150 m	
fr =	3,281 MPa	$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$
Mcr =	26,246 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14
Mdis =	16,625 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2

Ru =	0,821 MPa	As_temp =	3,00 cm²
m1 =	17,647	As_req1 =	2,98 cm²
p =	0,0020	a_R =	0,835 cm

sep_req =	0,237 m		
As_req =	3,00 cm²	Acero Requerido	OK
ϕMn_R =	26,091 kN.m		OK

Flexión en cara superior usar: ***#3*** ***c / 0,150 m*** ***Ratio=0,63*** ***OK***

Control fisuración CCP-14 - 5.7.3.4

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	8,700 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	4,73 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,050 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,200 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,150 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,476	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,075 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,000 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,004 m³	
fsc =	2,320 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	131,262 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

Sección =	NO FISURADA		
S_max =	0,30 m	Separación máxima.	
S_asig =	0,15 m	Separación asignada.	OK

Armadura de Temperatura AASHTO LRFD 5.10.8 (CCP-14 5.10.8)

Debe proporcionarse refuerzo para los esfuerzos causados por retracción y temperatura cerca de las superficies de concreto expuestas a variaciones diarias de la temperatura y en el concreto masivo estructural:

h =	0,20 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
As_min =	2,328 cm²/m	
As_max =	12,700 cm²/m	
As =	1,488 cm²/m	

$$A_s = \frac{750\,b\,h}{2\,(b + h)\,fy}$$

Refuerzo Mínimo: La cantidad de refuerzo a tracción debe ser adecuado para desarrollar una resistencia mayorada a flexión, Mr, por lo menos igual al menor de 1.33 veces el momento requerido por la combinación de carga aplicable y Mcr:

$$f_r = 0.62\sqrt{f'_c}$$

d =	0,150 m	
fr =	3,281 MPa	
Mcr =	26,246 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14
Mdis =	24,007 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2

Ru =	1,186 MPa	As_temp =	3,00 cm²
m1 =	17,647	As_req1 =	4,35 cm²
p =	0,0029	a_R =	0,835 cm

sep_req =	0,163 m	
As_req =	4,35 cm²	Acero Requerido
ϕMn_R =	26,091 kN.m	

OK
OK

or flexión en cara superior usar: ***#3*** ***c / 0,150 m*** ***Ratio=0,92*** ***OK***

Control fisuración CCP-14 - 5.7.3.4

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	9,500 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	4,73 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,050 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,200 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,150 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,476	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,075 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,000 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,004 m³	
fsc =	2,533 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	143,332 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

Sección = NO FISURADA

S_max =	0,30 m	Separación máxima.
S_asig =	0,15 m	Separación asignada.

OK

Diseño y chequeo acero a flexión (Mxx)

Mu =	12,50 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,20 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	0,71 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
n_asig =	6,667	Numero de barras asignadas
As_sum =	4,73 cm²	Acero Suministrado

DISEÑO LOSA INFERIOR

MATERIALES

Concreto

f´c =	28,00 MPa	Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días	
Ec =	25399 MPa	Modulo de elasticidad del concreto	5.4.2.4 CCP-14
Yc =	24,00 kN/m³	Peso especifico del concreto	

Acero

fy =	420 MPa	Esfuerzo a fluencia en el acero	
Es =	200000 MPa	Modulo de elasticidad del acero	5.4.3.2 CCP-14

Factores de reducción

ϕf =	0,9	Factor de reducción de resistencia a flexión
ϕc =	0,9	Factor de reducción de resistencia para cortante

GEOMETRÍA SECCIÓN DE ANÁLISIS

e =	0,20 m	Espesor Losa Inferior
B =	1,00 m	Ancho efectivo de sección de análisis
L =	2,50 m	Longitud corta losa inferior
rec =	0,050 m	Recubrimiento al eje de barras a tracción

FACTOR DE EXPOSICIÓN AL MEDIO AMBIENTE

Ye =	Moderada	Exposición al ambiente	Ye =	1

FACTORES - VARIACIÓN EN LA RESISTENCIA A LA FISURACIÓN DEL CONCRETO

Tipo de Estructura:	Fundida in-situ	Y1= 1,60	5.7.3.3.2 CCP-14
Tipo de Torones:	Sin presfuerzo	Y2= 0,00	5.7.3.3.2 CCP-14
Tipo de acero de refuerzo:	ASTM A706 Gr 60	Y3= 0,75	5.7.3.3.2 CCP-14
Factor =	**1,2**		

Solicitaciones MXX

M_sx =	8,70 kN.m	Momento en estado limite de servicio
Vu_vx =	25,62 kN	Cortante Ultimo en estado limite de resistencia
Mu_vx =	12,50 kN.m	Momento ultimo en estado limite de Resistencia

Solicitaciones MYY

M_sy =	9,50 kN.m	Momento en estado limite de servicio
Vu_vy =	26,79 kN	Cortante Ultimo en estado limite de resistencia
Mu_vy =	18,05 kN.m	Momento ultimo en estado limite de Resistencia

DISEÑO A FLEXIÓN

Diseño y chequeo acero a flexión (Myy)

Mu =	18,05 kN.m	Momento ultimo en sección de análisis
h =	0,20 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
Ab_sum =	0,71 cm²	Área de la barra de refuerzo suministrado
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
n_asig =	6,667	Numero de barras asignadas
As_sum =	4,73 cm²	Acero Suministrado

S1 =	0,45 m	Según 5.10.8 CCP-14
S2 =	0,30 m	Según 5.10.8 CCP-14
Smin =	0,30 m	

Por temperatura Usar: **#3** **c / 0,150 m** OK

DISEÑO A CORTANTE

Resistencia al Cortante en los muros AASHTO LRFD 5.8.3.4 (CCP-14 5.8.3.4)

Procedimiento = ***General*** 5.8.3.4.2 CCP-14

db =	#4	Diametro de barra asignada
As =	1,29 cm²	Área de barra de fleje suministrado
s_asig =	c/ 0,20 m	Separación de flejes asignada
n_fleje =	0	Número de ramas de flejes considerado en un metro
Av =	0,00 cm²	Área de acero a cortante
h =	0,200 m	Profundidad efectiva de la sección rectangular
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
b =	1,00 m	Ancho efectivo de la sección rectangular
a =	0,0152 m	Altura del bloque de compresión
Vu =	49,18 kN	Cortante último
Mu =	44,26 kN.m	Momento último
Nu =	0,00 kN	Axial último concomitante del cortante
As_sum =	8,60 cm²	Área de acero suministrado a flexión

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

d =	0,150 m		dv =	0,144 m
Ag =	0,144 m²		Ao =	0,09 m²
Ph =	2,000 m		ϵx =	0,002
θ =	0,633 Rad.		βc =	1,879
vu =	0,379 MPa	$v_u = \frac{\lvert V_u - \emptyset V_p \rvert}{\emptyset b_v d_v}$	0.125 f'c =	3,500 MPa

$$V_{nc1} = 0.083\ \beta c \sqrt{f'_c}\ b_v d_v$$

$$V_{nc2} = 0.25\ f'_c\ b_v d_v + V_p$$

$$V_{rc} = \emptyset V_{nc}$$

$$V_S = V_{ud} - V_{rc}$$

Vn1c =	118,82 kN	5.8.3.3-3 CCP-14
Vn2c =	1008,00 kN	5.8.3.3-2 CCP-14
Vnc =	118,82 kN	Resistencia nominal de cortante
Vrc =	106,94 kN	Cortante resistente del concreto
Vlimite =	53,47 kN	5.8.2.4-1 CCP-14
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante que debe resistir el acero
sep_max =	0,115 m	Separación máxima (5.8.2.7 CCP-14)
pmin =	0,0180	Refuerzo mínimo por cortante (5.7.4.6 CCP-14)
sep_flejes =		Separación máxima para los flejes a cortante

OK

Vnc =	118,82 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante resistida por el acero
Vud =	49,18 kN	Cortante actuante en la sección (5.8.2.1-6 CCP-14)
ØVr =	106,94 kN	Cortante resistente del concreto y del acero

Ratio

Vr > Vu = ***OK*** Revisión Cortante ***Ratio=0,46*** ***OK***

Mcr =	26,246 kN.m	Momento de fisuración 5.7.3.3.2 CCP-14
Mdis =	44,265 kN.m	Refuerzo mínimo a flexión CCP-14 5.7.3.3.2

Ru =	2,186 MPa	As_temp =	3,00 cm²
m1 =	17,647	As_req1 =	8,20 cm²
p =	0,0055	a_R =	1,518 cm

sep_req =	0,157 m		
As_req =	8,20 cm²	Acero Requerido	OK
ϕMn_R =	46,295 kN.m		OK

or flexión en cara superior usar: **#4** **c / 0,150 m** **Ratio=0,95** **OK**

Control fisuración CCP-14 - 5.7.3.4

Todos los miembros de concreto reforzado están sujetos a agrietamiento bajo cualquier condición de carga, incluyendo efectos térmicos y restricciones a la deformación, las cuales producen tracción en la sección bruta:

Ms =	26,875 kN.m	Momento de servicio en sección de análisis
As_sum =	8,60 cm²	Acero Suministrado
dc =	0,050 m	Recubrimiento
Ye =	1	Exposición al ambiente
h =	0,200 m	Altura de la sección transversal de análisis
hef =	0,150 m	Altura efectiva de la sección
b =	1,000 m	ancho efectivo de sección de análisis
βs =	1,476	Coeficiente 5.7.3.4 CCP-14
Y_Vsup =	0,075 m	Ubicación del eje neutro
I_Vsup =	0,000 m4	Inercia de la sección transversal
Sn = I/Y =	0,004 m³	
fsc =	7,167 MPa	Esfuerzo de compresión en ELS.
fss =	227,995 MPa	Esfuerzo de tracción en ELS.

$$\beta_s = 1 + \frac{d_c}{0.70\,(h + d_c)}$$

Sección =	FISURADA	
S_max =	0,27 m	Separación máxima.
S_asig =	0,15 m	Separación asignada.

$$S_max = \frac{123000\,\gamma_e}{\beta_s\, f_{ss}} - 2d_c$$

OK

Armadura de Temperatura AASHTO LRFD 5.10.8 (CCP-14 5.10.8)

Debe proporcionarse refuerzo para los esfuerzos causados por retracción y temperatura cerca de las superficies de concreto expuestas a variaciones diarias de la temperatura y en el concreto masivo estructural:

h =	0,20 m	Altura de la sección transversal de análisis
b =	1,00 m	ancho efectivo de sección de análisis
As_min =	2,328 cm²/m	
As_max =	12,700 cm²/m	
As =	1,488 cm²/m	
As_t_req =	2,328 cm²/m	Acero requerido
As_t =	0,71 cm²	Diámetro acero Suministrado
n_asig_t =	7,667	Cantidad asignada
As_sum_t =	5,44 cm²/m	Acero suministrado

$$A_s = \frac{750\,b\,h}{2\,(b + h)\,fy}$$

$$2.328 \leq A_s \leq 12.7 \left[\frac{cm^2}{m}\right]$$

OK

As_t =	0,71 cm²	Diámetro acero Suministrado
n_asig_t =	7,667	Cantidad asignada
As_sum_t =	5,44 cm²/m	Acero suministrado

OK

S1 =	0,45 m	Según 5.10.8 CCP-14
S2 =	0,30 m	Según 5.10.8 CCP-14
Smin =	0,30 m	

Por temperatura Usar: ***# 3*** ***c / 0,150 m*** OK

Armadura de distribución AASHTO LRFD 9.7.3.2 (CCP-14 9.7.3.2)

En la parte inferior de las losas se deberá disponer armadura en la dirección secundaria; esta armadura se deberá calcular como un porcentaje de la armadura principal para momento positivo:

%req_dist =	35,000%	Según CCP-14 9.7.3.2
As_req =	2,33 cm²/m	Acero de distribución requerido
As_dist =	0,71 cm²	Acero suministrado
n_req_dist =	3,279	Cantidad requerida
s_req_d_dist =	0,305 m	
s_req_d_dist =	0,300 m	
S_asig_dist =	0,150 m	

OK

Por distribución Usar: ***# 3*** ***c / 0,150 m***

DISEÑO A CORTANTE

Resistencia al Cortante en la losa AASHTO LRFD 5.8.3.4 (CCP-14 5.8.3.4)

Procedimiento = ***General*** 5.8.3.4.2 CCP-14

db =	# 4	Diametro de barra asignada
As =	1,29 cm²	Área de barra de fleje suministrado
s_asig =	c/ 0,20 m	Separación de flejes asignada
n_fleje =	0	Número de ramas de flejes considerado en un metro
Av =	0,00 cm²	Área de acero a cortante
h =	0,300 m	Profundidad efectiva de la sección rectangular
rec_ext =	0,050 m	Recubrimiento exterior
b =	1,00 m	Ancho efectivo de la sección rectangular
a =	0,0084 m	Altura del bloque de compresión
Vu =	28,79 kN	Cortante último
Mu =	19,78 kN.m	Momento último
Nu =	0,00 kN	Axial último concomitante del cortante
As_sum =	4,73 cm²	Área de acero suministrado a flexión

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

d =	0,250 m	dv =	0,246 m
Ag =	0,246 m²	Ao =	0,23 m²
Ph =	2,200 m	€x =	0,001

θ =	0,577 Rad.	$v_u = \frac{\lvert V_u - \emptyset V_p \rvert}{\emptyset b_v d_v}$	βc =	2,573
vu =	0,130 MPa		0.125 f'c =	3,500 MPa

$$V_{nc1} = 0.083\ \beta c \sqrt{f'_c}\ b_v d_v$$

$$V_{nc2} = 0.25\ f'_c\ b_v d_v + V_p$$

$$V_{rc} = \emptyset V_{nc}$$

$$V_S = V_{ud} - V_{rc}$$

Vn1c =	277,79 kN	5.8.3.3-3 CCP-14
Vn2c =	1720,76 kN	5.8.3.3-2 CCP-14
Vnc =	277,79 kN	Resistencia nominal de cortante
Vrc =	250,01 kN	Cortante resistente del concreto
Vlimite =	125,00 kN	5.8.2.4-1 CCP-14
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante que debe resistir el acero
sep_max =	0,197 m	Separación máxima (5.8.2.7 CCP-14)
pmin =	0,0028	Refuerzo mínimo por cortante (5.7.4.6 CCP-14)
sep_flejes =		Separación máxima para los flejes a cortante

Vnc =	277,79 kN	Fuerza cortante resistida por el concreto
Vs =	0,00 kN	Fuerza cortante resistida por el acero
Vud =	28,79 kN	Cortante actuante en la sección (5.8.2.1-6 CCP-14)
ØVr =	250,01 kN	Cortante resistente del concreto y del acero

OK

Vr > Vu =	*OK*	Revisión Cortante	***Ratio=0,12***	***Ratio*** *OK*

OK

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La finalidad principal del diseño de tanques y estructuras hidráulicas en concreto reforzado aparte de su resistencia estructural, es la de evitar grietas o fisuras que induzcan a la permeabilidad de la estructura. De lo anterior la importancia que tiene el escoger el refuerzo y tipo de concreto adecuado y la inclusión de juntas cuando sea necesario.

- Es importante recordar que las normas son requerimientos mínimos y/o máximos que permiten que las estructuras tengan un comportamiento adecuado durante su vida útil. Sin embargo, es responsabilidad del ingeniero de diseño, tener en cuenta criterios que permitan considerar eventuales comportamientos de la estructura, para los cuales los requerimientos mínimos no son suficientes.

- Se recomienda utilizar una baja relación agua-cemento para reducir la permeabilidad y aditivos para evitar el ataque químico.

- De conformidad con lo señalado en el informe del diseño geométrico de la vía, se adopta el diseño estructural tipo INVÍAS para el Box Culvert de 1.50 x 1.50 justificado desde el criterio del especialista diseñador por validación estructural y normativa, eficiencia y optimización económica y constructiva por el uso de un diseño estandarizado que evita los altos costos y tiempos asociados a un diseño estructural único (a medida), asegurando la calidad con la simplicidad constructiva del diseño tipo de acuerdo con su tipología.

- El refuerzo a utilizar en los muros se distribuirá de la forma en la que se indica en los planos estructurales.

Jorge A. Molina Mojica.

JORGE ALBERTO MOLINA MOJICA
INGENIERO CIVIL - ESPECIALISTA EN ESTRUCTURAS
M.P. No. 68202-198968

MEMORIAL DE RESPONSABILIDAD

Yo, **JORGE ALBERTO MOLINA MOJICA** identificado con cédula de ciudadanía **1.098.653.119** de **BUCARAMANGA**, en calidad de **INGENIERO CIVIL** con matrícula profesional **No. 68202-198968 STD** inscrita en el CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA, certifico que realicé las **MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LAS ESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS** del **ITEM 1.1.7 ESTUDIOS Y DISEÑO ESTRUCTURALES** para el contrato de consultoría No. 266 de 2025 cuyo objeto es: "**ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA**", diseño que cumple con la normativa y reglamentos vigentes aplicables al área de estudio.

En consecuencia, asumo toda la responsabilidad referente a las **MEMORIAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL PARA LAS ESTRUCTURAS HIDRAÚLICAS** del **ITEM 1.1.7 ESTUDIOS Y DISEÑO ESTRUCTURALES** realizado para el contrato referido y exonero al Departamento de Arauca, de cualquier responsabilidad, civil, penal o administrativa, por cualquier falta u omisión del presente estudio y/o diseño. Asimismo, aclaro que estos documentos no pueden ser modificados sin mi autorización una vez sea viabilizado el proyecto. Declaro que asumo la responsabilidad por los perjuicios que por causa de ello puedan presentarse, dejando constancia que esta responsabilidad solo compete a la información contenida en los planos e informes debidamente firmados que conforman el estudio y/o diseño recibido a satisfacción.

Acepto y reconozco que la revisión efectuada por la Interventoría CONSORCIO INTERDISEÑOS (Contrato No. 289 de 2025) constituye una verificación del cumplimiento de las normas aplicables. Anexo copia de mi matricula profesional y certificado de vigencia de esta.

Se expide a los DIECINUEVE (19) días del mes de DICIEMBRE de 2025.

Atentamente,

Jorge A. Molina Mojica

JORGE ALBERTO MOLINA MOJICA
Cédula de Ciudadanía No. 1.098.653.119
Ingeniero Civil – Especialista en Estructuras
Matrícula Profesional No. 68202-198968 STD



REPUBLICA DE COLOMBIA
CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERIA
COPNIA

MATRICULA PROFESIONAL No.
68202198968STD
INGENIERO CIVIL

DE FECHA 20/01/2011
JORGE ALBERTO
MOLINA MOJICA
C.C. 1098653119
UNIVERSIDAD INDUSTRIAL
DE SANTANDER

PRESIDENTE DEL CONSEJO

CONTRATO DE CONSULTORÍA
No. 266 DE 2025
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA
CONSTRUCCIÓN DE UN
CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL
MUNICIPIO DE SARAVENA,
DEPARTAMENTO DE ARAUCA

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza a su titular para ejercer como Ingeniero en todo el Territorio Nacional.

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA

Calle 78 No. 9 - 57 Oficina 1301 Tel. 3220102 Bogotá D.C.

REPÚBLICA DE COLOMBIA

COPNIA

Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Certificado de vigencia y antecedentes disciplinarios
CVAD-2025-4152414

CONSEJO PROFESIONAL NACIONAL DE INGENIERÍA
COPNIA

EL DIRECTOR GENERAL

CERTIFICA:

1. Que JORGE ALBERTO MOLINA MOJICA, identificado(a) con CEDULA DE CIUDADANIA 1098653119, se encuentra inscrito(a) en el Registro Profesional Nacional que lleva esta entidad, en la profesión de INGENIERIA CIVIL con MATRICULA PROFESIONAL 68202-198968 desde el 20 de Enero de 2011, otorgado(a) mediante Resolución Nacional 53.

2. Que el(la) MATRICULA PROFESIONAL es la autorización que expide el Estado para que el titular ejerza su profesión en todo el territorio de la República de Colombia, de conformidad con lo dispuesto en la Ley 842 de 2003.

3. Que el(la) referido(a) MATRICULA PROFESIONAL se encuentra **VIGENTE**

4. Que el profesional no tiene antecedentes disciplinarios ético-profesionales.

5. Que la presente certificación se expide en Bogotá, D.C., a los veintitres (23) días del mes de Diciembre del año dos mil veinticinco (2025).

Rubén Dario Ochoa Arbeláez

JORGE A MOLINA MOJICA

Firmal del titular (*)

(*)Con el fin de verificar que el titular autoriza su participación en procesos estatales de selección de contratistas. La falta de firma del titular no invalida el Certificado

El presente es un documento público expedido electrónicamente con firma digital que garantiza su plena validez jurídica y probatoria según lo establecido en la Ley 527 de 1999. Para verificar la firma digital, consulte las propiedades del documento original en formato .pdf.

Para verificar la integridad e inalterabilidad del presente documento consulte en el sitio web https://tramites.copnia.gov.co/Copnia_Microsite/CertificateOfGoodStanding/CertificateOfGoodStandingStart indicado el número del certificado que se encuentra en la esquina superior derecha de este documento.

República de Colombia

LA UNIVERSIDAD SANTO TOMÁS

Autorizada por el Ministerio de Educación Nacional
Teniendo en cuenta que

Jorge Alberto Molina Mojica

C.C. N°. 1.098.653.119 de Bucaramanga

Aprobó los estudios programados y cumplió con las exigencias legales y reglamentarias, le confiere el Título de

Especialista en Estructuras

En constancia se firma y sella en Tunja
a los 23 días del mes de Junio de 2017

El Rector General

El Rector Seccional

El Decano de Facultad

El Secretario Seccional

Registro Interno No. 357.305.23-06-2017

Libro 17 Folio 8



CONTRATO DE CONSULTORÍA
No. 266 de 2025
ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UN CAMPUS UNIVERSITARIO EN EL MUNICIPIO DE SARAVENA, DEPARTAMENTO DE ARAUCA