MEMORIA DE CÁLCULO ESTRUCTURAL PARA CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO ADELANTE PALMAS EN LAS VEREDAS AGUA BUENA Y LA CHAPA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ACUEDUCTO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO PALMAS DEL SOCORRO - SANTANDER

Elaborado por:

Adonaí Rallón Castellanos

Ingeniero civil – M.P 68202 - 420353

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVOS 4
1.1 GENERAL 4
1.2 ESPECÍFICOS 4
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO 5
2.1 SISTEMA ESTRUCTURAL 5
2.2 USO DE LA EDIFICACIÓN 5
2.3 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA 5
3. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES 6
4. ANÁLISIS DE CARGAS 8
4.1 CARGAS EN CUBIERTA-LOSAS SUPERIORES 8
5. COMBINACIONES DE CARGAS 9
6. GRADO DE IRREGULARIDAD DE LA ESTRUCTURA 10
6.1 IRREGULARIDADES EN PLANTA (ΦP) 10
6.2 IRREGULARIDADES EN ALTURA (ΦA) 13
6.3 AUSENCIA DE REDUNDANCIA (Φr) 16
6.4 COEFICIENTE DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (R) 16
7. ANÁLISIS DINÁMICO 17
7.1 MOVIMIENTOS SISMICOS DE DISEÑO 17
7.2 MOVIMIENTOS SISMICOS DEL UMBRAL DE DAÑO 19
8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES 22
8.1 LOSAS: 22
8.1.1 Losa de contrapiso: 22
8.2 CRITERIOS DE DISEÑO A FLEXIÓN 22
8.3 CRITERIOS DE DISEÑO A CORTANTE 22
8.4 CRITERIOS DE DISEÑO A TORSIÓN 22
8.5 LECHOS DE SECADO 23
8.5.1 Conexiones 24
8.6 CASETA 29
8.6.1 VIGA 30X30CM 29
8.6.2 COLUMNA 30X30CM 30
8.7 CAJA DE VÁLVULA 31
8.7.1 DISEÑO DE LA PARED 32

8.7.2 DISEÑO DE LOSA DE FONDO 41
8.7.3 DISEÑO DE LOSA DE TECHO 55
8.8 CIMENTACIÓN 63
8.8.1 MATERIALES 63
8.9 TANQUE DE ALMACENAMIENTO 65
8.10 LOSA DE CIMENTACIÓN 66
8.11 ESCALERA-PASARELA 68
8.11.1 Conexiones 68
9 CERRAMIENTO PERIMETRAL 70
9.1 Vallado perimetral 70
9.2 Puertas de acceso 73
10. CONCLUSIONES 74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Valores del coeficiente de importancia, I 5
Figura 2 Propiedades del material - concreto 6
Figura 3 Propiedades del material - acero de refuerzo 7
Figura 4 Tipo 1aP - Irregularidad torsional 10
Figura 5 Tipo 2P - Retrocesos en las esquinas 10
Figura 6 Tipo 3P - Irregularidad del diafragma 11
Figura 7 Tipo 4P - Desplazamiento de los planos de acción 12
Figura 8 Tipo 5P - Sistemas no paralelos 12
Figura 9 Tipo 1A - Piso flexible y piso flexible extremo 13
Figura 10 Tipo 2A - Distribución masa 13
Figura 11 3A - Geométrica 14
Figura 12 4A - Desplazamiento dentro del plano de acción 15
Figura 13 5A - Piso débil y piso débil extremo 15
Figura 14 Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro 18
Figura 15 Valores del coeficiente Fv , para la zona de períodos intermedios del espectro 18
Figura 16 Espectro de aceleraciones horizontales elástico del umbral de daño 20
Figura 17 Modelo lechos de secado 23
Figura 18 Modelo caseta 29
Figura 19 Modelo cajas 31
Figura 20 Propiedades del material - concreto vigas y losas 63
Figura 21 Propiedades del material - acero de refuerzo 64
Figura 22 Modelo tanque de almacenamiento 65

Figura 23 Losa de cimentación 66
Figura 24 Sección de típica de un cerramiento perimetral 71
Figura 25 Dimensiones del poste tipo 1 del cerramiento perimetral 71
Figura 26 Detalle de mallas y alambres 72
Figura 27 Descripción y detalle para tipos de cimentación del cerramiento perimetral 72
Figura 28 Detalle de puerta de acceso 73

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Definición de cargas para cubiertas 8
Tabla 2 Tipo 1aP - Irregularidad torsional 10
Tabla 3 Tipo 2P - Retrocesos en las esquinas 11
Tabla 4 Tipo 3P - Irregularidad del diafragma 11
Tabla 5 Tipo 4P - Desplazamiento de los planos de acción 12
Tabla 6 Tipo 5P - Sistemas no paralelos 12
Tabla 7 Tipo 1A - Piso flexible y piso flexible extremo 13
Tabla 8 Tipo 2A - Distribución masa 14
Tabla 9 3A - Geométrica 14
Tabla 10 4A - Desplazamiento dentro del plano de acción 15
Tabla 11 5A - Piso débil y piso débil extremo 15
Tabla 12 Ausencia de redundancia 16
Tabla 13 Coeficiente de disipación de energía 17
Tabla 14 Valores intermedios del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro 18
Tabla 15 Valores intermedios del coeficiente Fv, para la zona de periodos cortos del espectro 19
Tabla 16 Periodos y Resultados de Sa 20

1. OBJETIVOS

1.1 GENERAL

Realizar el diseño estructural para la "CONSULTORÍA PARA REALIZAR LOS ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO ADELANTE PALMAS EN LAS VEREDAS AGUA BUENA Y LA CHAPA PARA EL FORTALECIMIENTO DEL ACUEDUCTO DEL CASCO URBANO DEL MUNICIPIO PALMAS DEL SOCORRO - SANTANDER", de acuerdo a los requerimientos presentes en la Norma Colombiana Sismorresistente vigente NSR-10.

1.2 ESPECÍFICOS

- Especificar los materiales y determinar las cargas críticas que afectan los elementos estructurales, identificando los requisitos del proyecto y realizando cálculos detallados, para garantizar que los materiales y las cargas sean adecuados para la resistencia y estabilidad estructural.
- Evaluar y seleccionar la alternativa de sistema estructural más adecuada, analizando las condiciones del proyecto para asegurar que el sistema estructural seleccionado sea el más eficiente y seguro para la edificación.
- Realizar el análisis estático y dinámico para el diseño estructural de la edificación, utilizando software de simulación y cálculos estructurales, para asegurar que el diseño estructural cumpla con los requisitos de seguridad y funcionalidad bajo diferentes condiciones de carga.

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

El proyecto corresponde a una PTAP ubicada en la vereda de Macanillo, municipio de Palmas del Socorro, Santander, compuesta por varias estructuras como caseta, lechos de secado, etc.

En esta memoria de cálculo se detallará el diseño estructural de las estructuras que componen el proyecto.

2.1 SISTEMA ESTRUCTURAL

El Sistema Estructural de Resistencia Sísmica de la edificación es un sistema de muros de carga, conforme a lo establecido en el numeral A de la sección A.3.2.1.1:

"A.3.2.1.1 — Sistema de muros de carga: Se entiende por sistema estructural (véase la tabla A.3-1) en el cual:
(a) Las cargas verticales y fuerzas horizontales son resistidas por muros de concreto."

De acuerdo con lo especificado en la tabla A.3-1, en el numeral A, el sistema de resistencia sísmica para fuerzas horizontales y cargas verticales estará compuesto por muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO).

2.2 USO DE LA EDIFICACIÓN

La edificación en cuestión pertenece al **Grupo I: Edificaciones de atención a la comunidad**, que abarca todas las edificaciones cubiertas por el alcance del reglamento NSR-10, pero que no se incluyeron en los grupos II, III y IV.

2.3 COEFICIENTE DE IMPORTANCIA

Según lo establecido en el apartado A.2.5.2 de la NSR-10, el Coeficiente de Importancia modifica el espectro sísmico, de manera que las edificaciones de los grupos II, III y IV deben considerar valores de aceleración con una probabilidad menor de ser excedidos que la del diez por ciento en un lapso de cincuenta años. Los valores correspondientes al Coeficiente de Importancia, I, se encuentran especificados en la tabla A.2.5-1 de la NSR-10.

Figura 1
Valores del coeficiente de importancia, I

Grupo de Uso	Coeficiente de Importancia, I
IV	1.50
III	1.25
II	1.10
I	1.00

Fuente: Tabla A.2.5-1 - NSR 10

3. ESPECIFICACIONES DE LOS MATERIALES

Para los elementos estructurales que conforman la propuesta de diseño, se han definido las siguientes propiedades de los materiales empleados, garantizando que estos cumplan con los requisitos necesarios para resistir las cargas y fuerzas sísmicas de acuerdo con la normativa aplicable:

- **Columnas:**

Se ha especificado un concreto de resistencia nominal de f '$_c$= 21 MPa (3.000 psi) que es adecuado para las columnas que soportan tanto las cargas verticales como las fuerzas sísmicas.

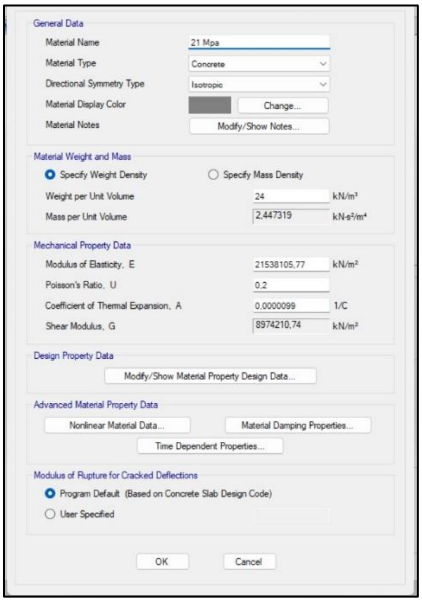
- **Muros**

Para los muros se ha establecido utilizar un concreto de resistencia nominal de f '$_c$= 21 MPa (3.000 psi), esto con el fin de garantizar la capacidad adecuada para soportar las cargas del proyecto.

- **Vigas aéreas y viguetas**

Para las vigas aéreas y viguetas, también se ha seleccionado un concreto de resistencia nominal de f '$_c$= 21 MPa (3.000 psi), lo que asegura una adecuada resistencia a las fuerzas de flexión y corte.

Figura 2
Propiedades del material - concreto

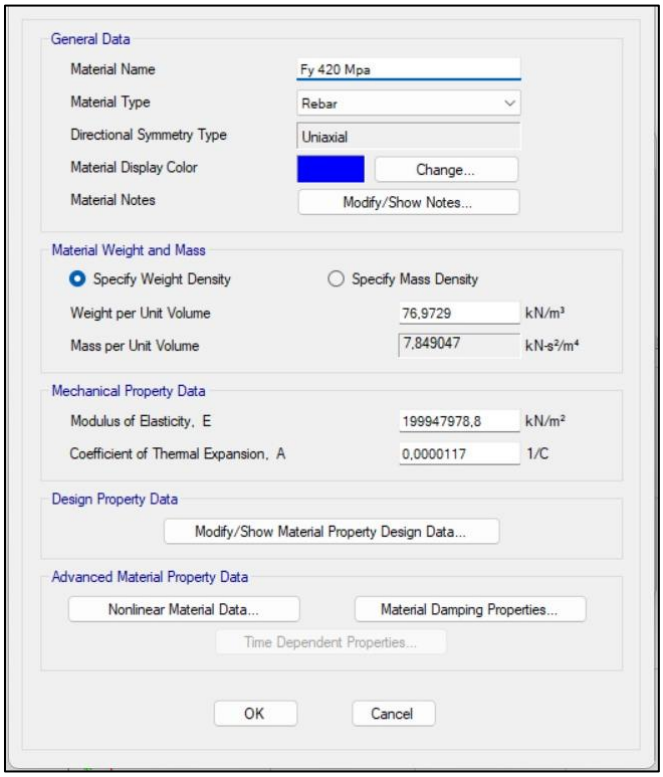


- **Acero de refuerzo:**

El acero de refuerzo utilizado es de tipo corrugado - Acero Grado 60 Corrugado, (A615Gr60), de alta resistencia con un límite elástico de fy = 420 MPa (60,000 psi). Este acero es conocido por su alta resistencia a la tracción y su capacidad para transferir esfuerzos de manera eficiente entre el concreto, mejorando la ductilidad y la capacidad sísmica de la estructura.

Figura 3

Propiedades del material - acero de refuerzo



4. ANÁLISIS DE CARGAS

En este ítem se especifican las cargas consideradas en la modelación tridimensional de la estructura, así como las propiedades de los materiales que se usarán en el diseño de los diferentes elementos estructurales.

La Norma Colombiana de Sismo Resistencia define en el Título B todos los lineamientos en cuanto a las cargas que se deben considerar en la modelación de una estructura, entre ellas se encuentra la Carga Muerta, Carga Viva y Fuerzas de Viento.

4.1 CARGAS EN CUBIERTA-LOSAS SUPERIORES

Según lo establecido en la sección B.4.1.2, las cargas vivas en las cubiertas corresponden a aquellas generadas por:
(a) Los materiales, equipos y trabajadores utilizados en el mantenimiento de la cubierta y
(b) Las causadas por objetos móviles, tales como materas u otros objetos decorativos, y por las personas que tengan acceso a ellas.

Según lo indicado en la Tabla B.4.2.1-2, que establece las cargas vivas mínimas en cubiertas, se determina la carga viva correspondiente. Dado que la cubierta no es transitable, se asume el mismo valor para la carga muerta.

Tabla 1
Definición de cargas para cubiertas

Componente	Carga viva [KN/m^2]	Carga muerta [KN/m^2]
Cubiertas inclinadas con pendiente de 15° o menos en estructura metálica o de madera con imposibilidad física de verse sometidas a cargas superiores a la aquí estipulada	0.50	0.50

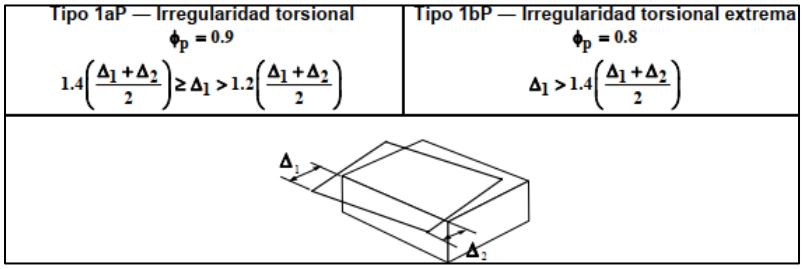
5. COMBINACIONES DE CARGAS

1. Combinación 1: 1.40 (D+PP)
2. Combinación 2: 1.20 (D+PP)+1.6 L
3. Combinación 3: 1.2 (D+PP)+0.8W
4. Combinación 4: 1.2 (D+PP)+ L
5. Combinación 5: 1.2 (D+PP)+1.6 W + L
6. Combinación 6: 1.2 (D+PP)+ L + ESP.Deri.X + 0.3ESP.Deri.Y
7. Combinación 7: 1.2(D+PP) + L + ESP.Deri.X - 0.3ESP.Deri.Y
8. Combinación 8: 1.2(D+PP) + L - ESP.Deri.X - 0.3ESP.Deri.Y
9. Combinación 9: 1.2(D+PP) + L - ESP.Deri.X + 0.3ESP.Deri.Y
10. Combinación 10: 1.2(D+PP) + L + 0.3ESP.Deri.X + ESP.Deri.Y
11. Combinación 11: 1.2(D+PP) + L + 0.3ESP.Deri.X - ESP.Deri.Y
12. Combinación 12: 1.2(D+PP) + L - 0.3ESP.Deri.X - ESP.Deri.Y
13. Combinación 13: 1.2(D+PP) + L - 0.3ESP.Deri.X + ESP.Deri.Y
14. Combinación 14: 1.2(D+PP) + L - ESP.DISE.X - 0.3ESP.DISE.Y
15. Combinación 15: 1.2(D+PP) + L - ESP.DISE.X + 0.3ESP.DISEY
16. Combinación 16: 1.2(D+PP) + L + ESP.DISE.X - 0.3ESP.DISE.Y
17. Combinación 17: 1.2(D+PP) + L + ESP.DISE.X + 0.3ESP.DISE.Y
18. Combinación 18: 1.2(D+PP) + L - 0.3ESP.DISE.X - ESP:DISE.Y
19. Combinación 19: 1.2(D+PP) + L - 0.3ESP.DISE.X + ESP.DISE.Y
20. Combinación 20: 1.2(D+PP) + L + 0.3ESP.DISE.X - ESP.DISE.Y
21. Combinación 21: 1.2(D+PP) + L + 0.3ESP.DISE.X + ESP.DISE.Y
22. Combinación 22: 0.9(D+PP) + 1.6W
23. Combinación 23: 0.9(D+PP) + ESP.DISE.X + 0.3ESP.DISE.Y
24. Combinación 24: 0.9(D+PP) + ESP.DISE.X - 0.3ESP.DISE.Y
25. Combinación 25: 0.9(D+PP) - ESP.DISE.X + 0.3ESP.DISE.Y
26. Combinación 26: 0.9(D+PP) - ESP.DISE.X - 0.3ESP.DISE.Y
27. Combinación 27: 0.9(D+PP) + 0.3ESP.DISE.X + ESP.DISE.Y
28. Combinación 28: 0.9(D+PP) + 0.3ESP.DISE.X - ESP.DISE.Y
29. Combinación 29: 0.9(D+PP) - 0.3ESP.DISE.X + ESP.DISE.Y
30. Combinación 30: 0.9(D+PP) - 0.3ESP.DISE.X - ESP.DISE.Y
31. Combinación 31: 0.9(D+PP) + ESP.Deri.X + 0.3ESP.Deri.Y
32. Combinación 32: 0.9(D+PP) + ESP.Deri.X - 0.3ESP.Deri.Y
33. Combinación 33: 0.9(D+PP) - ESP.Deri.X + 0.3ESP.Deri.Y
34. Combinación 34: 0.9(D+PP) - ESP.Deri.X - 0.3ESP.Deri.Y
35. Combinación 35: 0.9(D+PP) + 0.3ESP.Deri.X + ESP.Deri.Y
36. Combinación 36: 0.9(D+PP) + 0.3ESP.Deri.X - ESP.Deri.Y
37. Combinación 37: 0.9(D+PP) - 0.3ESP.Deri.X + ESP.Deri.Y

6. GRADO DE IRREGULARIDAD DE LA ESTRUCTURA

6.1 IRREGULARIDADES EN PLANTA (ΦP)

Figura 4
Tipo 1aP - Irregularidad torsional

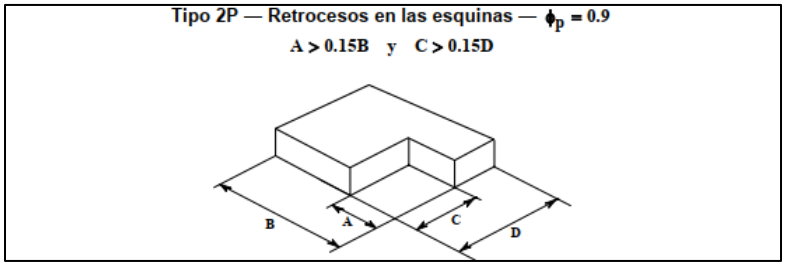


Fuente: Figura A.3-1 – Irregularidades en planta – NSR 10

Tabla 2
Tipo 1aP - Irregularidad torsional

Δ1	0.021
Δ2	0.029
1.4(Δ1+Δ2)/2	0,0351
1.2(Δ1+Δ2)/2	0,0385
Condicional 1	No aplica
Condicional 2	No aplica
Tipo	No existe irregularidad
Factor	No aplica

Figura 5
Tipo 2P - Retrocesos en las esquinas



Fuente: Figura A.3-1 – Irregularidades en planta – NSR 10

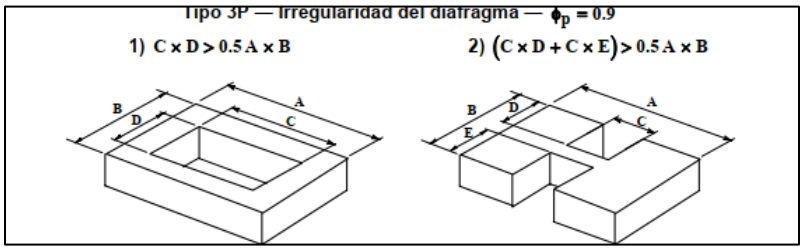
Tabla 3

Tipo 2P - Retrocesos en las esquinas

¿Existen retrocesos?	No
	No aplica
A	0.00
B	0.00
C	0.00
D	0.00
A>0.15B	No aplica
C>0.15D	No aplica
Factor	No aplica
Tipo	2P

Figura 6

Tipo 3P - Irregularidad del diafragma



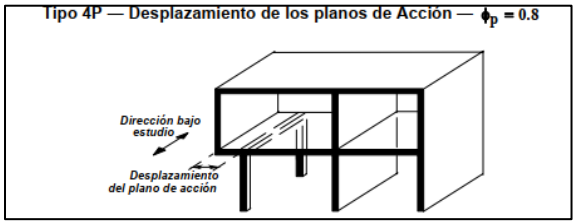
Fuente: Figura A.3-1 – Irregularidades en planta – NSR 10

Tabla 4

Tipo 3P - Irregularidad del diafragma

¿Existen irregularidades del diafragma?	no
	Calcular
A	0.00
B	0.00
C	0.00
D	0.00
E	0.00
C*D>0.5*A*B	No aplica
(C*D+C*E)>0.5*A*B	No aplica
Factor	No aplica
Tipo	3P

Figura 7
Tipo 4P - Desplazamiento de los planos de acción

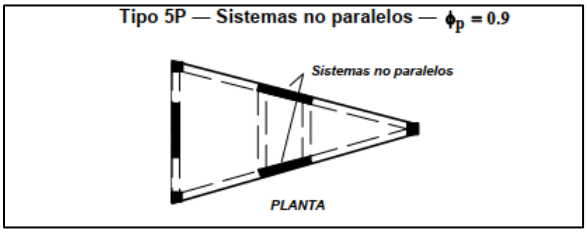


Fuente: Figura A.3-1 – Irregularidades en planta – NSR 10

Tabla 5
Tipo 4P - Desplazamiento de los planos de acción

¿Existen desplazamientos en planos de acción?	No
	No aplica
Factor	No aplica
Tipo	4P

Figura 8
Tipo 5P - Sistemas no paralelos



Fuente: Figura A.3-1 – Irregularidades en planta – NSR 10

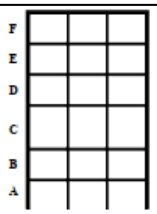
Tabla 6
Tipo 5P - Sistemas no paralelos

¿Existen sistemas no paralelos?	No
	No aplica
Factor	No aplica
Tipo	5P

6.2 IRREGULARIDADES EN ALTURA (ΦA)

Figura 9

Tipo 1A - Piso flexible y piso flexible extremo

Tipo 1aA — Piso flexible $\phi_a = 0.9$ 0.60 Rigidez $K_D \leq$ Rigidez $K_C < 0.70$ Rigidez K_D o $0.70\ (K_D+K_E+K_F)\ /3 \leq$ Rigidez $K_C < 0.80\ (K_D+K_E+K_F)\ /3$	
Tipo 1bA — Piso flexible extremo $\phi_a = 0.8$ Rigidez $K_C < 0.60$ Rigidez K_D o Rigidez $K_C < 0.70\ (K_D+K_E+K_F)\ /3$	

Fuente: Figura A.3-2 – Irregularidades en la altura – NSR 10

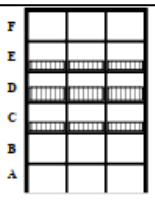
Tabla 7

Tipo 1A - Piso flexible y piso flexible extremo

Kd	0.00
Kc	0.00
Ke	0.00
Kf	0.00
0.6*RigidezKd	0.00
0.7*Rigidez Kd	0.00
0.7(Kd+Ke+Kf)/3	0.00
0.8(Kd+Ke+Kf)/3	0.00
Condicional 1	No
Condicional 1.2	No
Factor 1	No aplica
Condicional 2	No
Condicional 2.1	No
Factor 2	No aplica
Tipo	No existe irregularidad
Factor definitivo	No aplica

Figura 10

Tipo 2A - Distribución masa

Tipo 2A — Distribución masa — $\phi_a = 0.9$ $m_D > 1.50\ m_E$ o $m_D > 1.50\ m_C$	

Fuente: Figura A.3-2 – Irregularidades en la altura – NSR 10

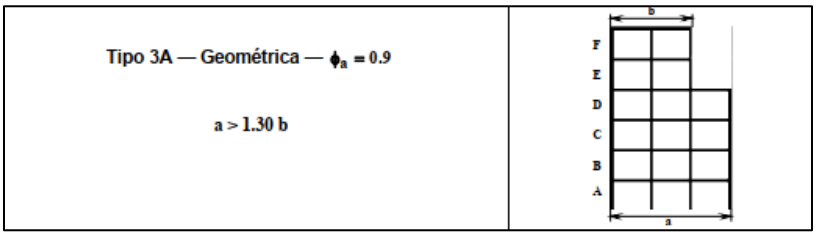
Tabla 8

Tipo 2A - Distribución masa

mD	0.00
mE	0.00
mC	0.00
Condicional 1	No
Condicional 2	No
Factor	No aplica
Tipo	2A

Figura 11

3A - Geométrica



Fuente: Figura A.3-2 – Irregularidades en la altura – NSR 10

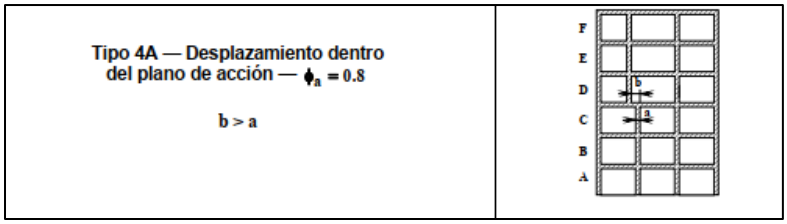
Tabla 9

3A - Geométrica

¿Existe irregularidad geométrica?	No
	No aplica
a	0.00
b	0.00
Factor	No aplica
Tipo	3A

Figura 12

4A - Desplazamiento dentro del plano de acción



Fuente: Figura A.3-2 – Irregularidades en la altura – NSR 10

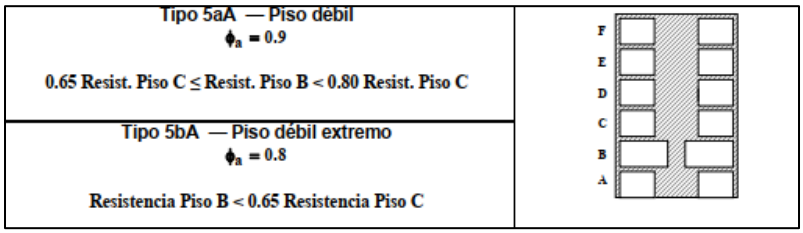
Tabla 10

4A - Desplazamiento dentro del plano de acción

¿Existe desplazamiento dentro del plano de acción?	No
	Calcular
a	0.00
b	0.00
Factor	No aplica
Tipo	4A

Figura 13

5A - Piso débil y piso débil extremo



Fuente: Figura A.3-2 – Irregularidades en la altura – NSR 10

Tabla 11

5A - Piso débil y piso débil extremo

Resistencia piso C	0.00
Resistencia piso B	0.00
0.65*Resistencia Piso C	0.00
0.80*Resistencia Piso C	0.00
Condicional 1	NO
Condicional 2	NO

Tipo	5bA
Factor	No aplica

6.3 AUSENCIA DE REDUNDANCIA (Φr)

Para el coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía debido a la ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica, se considera lo establecido en el A.3.3.8.2. En edificaciones con un sistema estructural de capacidad de disipación de energía moderada (DMO) o especial (DES), el valor del factor de reducción de resistencia por ausencia de redundancia, Φr, puede asignarse como 1.0, siempre que en todos los pisos que soporten más del 35% del corte basal en la dirección bajo estudio, el sistema estructural de resistencia sísmica cumpla con las condiciones de redundancia detalladas en dicho numeral.

Tabla 12
Ausencia de redundancia

Capacidad de disipación de energía	DMO
Factor	1

6.4 COEFICIENTE DE DISIPACIÓN DE ENERGÍA (R)

El coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño, corresponde al coeficiente de disipación de energía básico, R_0 , multiplicado por los coeficientes de reducción de capacidad de disipación de energía por irregularidades en altura, en planta y por ausencia de redundancia en el sistema estructural de resistencia sísmica.

$$R = \Phi_A \Phi_R \Phi_P R_0$$

- **R_0=** Según lo indicado en la tabla A.3-2, para sistemas de muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO) para las fuerzas horizontales y cargas verticales, el coeficiente básico de capacidad de disipación de energía (R_0), definido para cada sistema estructural y grado de disipación del material estructural, es 4.0.
- **Φ_a=** coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidades en altura de la edificación.
- **Φr=** coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica.
- **Φp=** coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidades en planta de la edificación.

Tabla 13
Coeficiente de disipación de energía

Descripción	Unidad	Fuente NSR - 10
Ro	4.00	Tabla A.3-3
ϕa	1.00	Tabla A.3-5
ϕp	1.00	Tabla A.3-6
ϕrx	1.00	Tabla A.3-8
ϕry	1.00	Tabla A.3-9
Rx	4.00	
Ry	4.00	
R	**4.00**	

7. ANÁLISIS DINÁMICO

7.1 MOVIMIENTOS SISMICOS DE DISEÑO

Siguiendo las especificaciones técnicas de la norma NSR-10, se elaboró el diseño del espectro de respuesta para el área urbana del municipio de Palmas del Socorro, Santander. Los datos utilizados para evaluar la amenaza sísmica corresponden a un tipo de suelo 'C'.

De acuerdo con lo establecido en el 'Apéndice A-4: Valores de Aa, Av, Ae y Ad, y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos de la NSR-10', para el municipio de Palmas del Socorro se definieron los siguientes valores teniendo en cuenta que su zona de amenaza sísmica es intermedia:

Aa = 0,15	**Av =** 0,20

En las tablas A.2.4-3 y A.2.4-4 de la NSR 10 se presentan los valores de los coeficientes Fa y Fv, respectivamente, los cuales amplifican las ordenadas del espectro en roca para considerar los efectos del sitio en el rango de períodos cortos, alrededor de T0.

Figura 14

Valores del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_a \leq 0.1$	$A_a = 0.2$	$A_a = 0.3$	$A_a = 0.4$	$A_a \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0
D	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0
E	2.5	1.7	1.2	0.9	0.9
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: Tabla A.2.4-3 – NSR 10

Figura 15

Valores del coeficiente Fv , para la zona de períodos intermedios del espectro

Tipo de Perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos				
	$A_v \leq 0.1$	$A_v = 0.2$	$A_v = 0.3$	$A_v = 0.4$	$A_v \geq 0.5$
A	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
B	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
C	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3
D	2.4	2.0	1.8	1.6	1.5
E	3.5	3.2	2.8	2.4	2.4
F	véase nota	véase nota	véase nota	Véase nota	véase nota

Fuente: Tabla A.2.4-4 – NSR 10

Para valores intermedios de Aa y Av, se permite realizar una interpolación lineal entre los valores correspondientes al mismo tipo de perfil. En las Tablas 16 y 17 se muestran los valores intermedios:

Tabla 14

Valores intermedios del coeficiente Fa, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos						
	Aa<0.1	Aa=0.15	Aa=0.2	Aa=0.25	Aa=0.3	Aa=0.4	Aa>0.5
	0.10	**0.15**	**0.20**	**0.25**	**0.30**	**0.40**	**0.50**
A	0.8	0.8	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
B	1.0	1.0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.2	**1.2**	1.20	1.15	1.10	1.00	1.00
D	1.6	1.5	1.40	1.30	1.20	1.10	1.00
E	2.5	2.1	1.70	1.45	1.20	0.90	0.90
F							

Fuente: propia.

Tabla 15

Valores intermedios del coeficiente Fv, para la zona de periodos cortos del espectro

Tipo de perfil	Intensidad de los movimientos sísmicos						
	Av<0.1	Aa=0.15	Av=0.2	Aa=0.25	Av=0.3	Av=0.4	Av>0.5
	0.10	0.15	0.20	0.25	0.30	0.40	0.50
A	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
B	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
C	1.70	1.65	**1.60**	1.55	1.50	1.40	1.30
D	2.40	2.20	2.00	1.90	1.80	1.60	1.50
E	3.50	3.35	3.20	3.00	2.80	2.40	2.40
F							

Fuente: propia.

Dado que el suelo es de tipo D y los valores de Aa y Av son 0.15 y 0.20, se obtuvieron los siguientes valores para Fa y Fv:

Fa = 1,20	**Fv =** 1.60

7.2 MOVIMIENTOS SISMICOS DEL UMBRAL DE DAÑO

De acuerdo con lo establecido en el A.12.2, los movimientos sísmicos del umbral de daño se definen como aquellos que tienen una probabilidad del ochenta por ciento de ser superados en un período de cincuenta años, en función de la aceleración pico efectiva en el nivel del umbral de daño, representada por el parámetro Ad.

De acuerdo con lo establecido en el 'Apéndice A-4: Valores de Aa, Av, Ae y Ad, y definición de la zona de amenaza sísmica de los municipios colombianos de la NSR-10', para el municipio de Palmas del Socorro se definió el siguiente coeficiente teniendo en cuenta que su zona de amenaza sísmica es intermedia:

Ad= 0.11

Figura 16
Espectro de aceleraciones horizontales elástico del umbral de daño

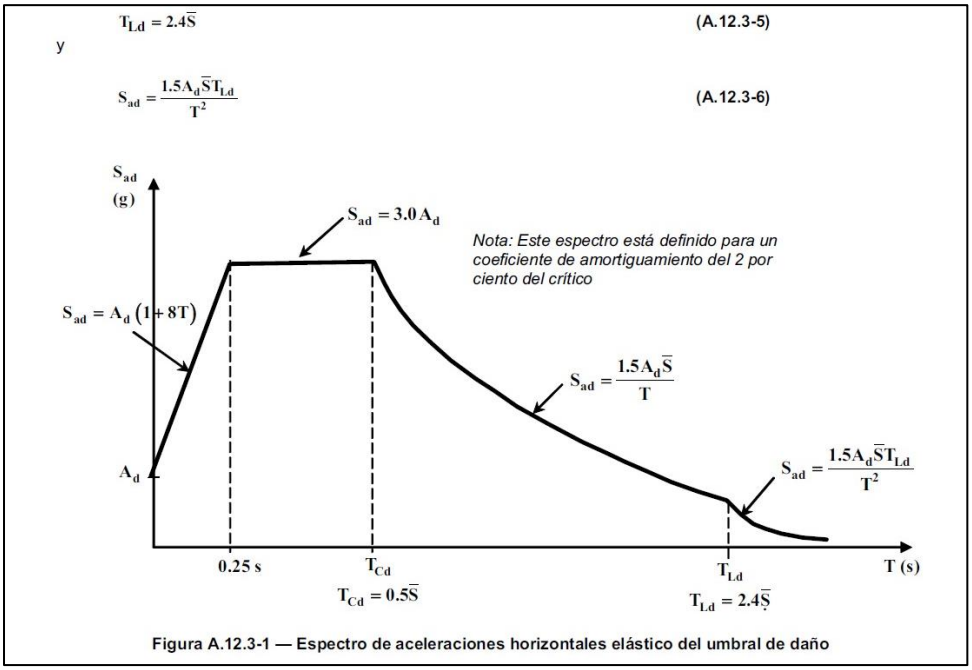


Figura A.12.3-1 — Espectro de aceleraciones horizontales elástico del umbral de daño

Fuente: Figura A.12.3-1 – NSR 10

Tabla 16
Periodos y Resultados de Sa

T(s)	Sa	T(s)	Sa	T(s)	Sa	T(s)	Sa	T(s)	Sa	T(s)	Sa	T(s)	Sa	T(s)	Sa	T(s)	Sa	T(s)	Sa	T(s)	Sa
0.01	0.03	0.53	0.09	1.05	0.09	1.57	0.08	2.09	0.06	2.61	0.05	3.13	0.04	3.65	0.03	4.17	0.03	4.69	0.03	5.21	0.02
0.02	0.03	0.54	0.09	1.06	0.09	1.58	0.08	2.10	0.06	2.62	0.05	3.14	0.04	3.66	0.03	4.18	0.03	4.70	0.03	5.22	0.02
0.03	0.04	0.55	0.09	1.07	0.09	1.59	0.08	2.11	0.06	2.63	0.05	3.15	0.04	3.67	0.03	4.19	0.03	4.71	0.03	5.23	0.02
0.04	0.04	0.56	0.09	1.08	0.09	1.60	0.08	2.12	0.06	2.64	0.05	3.16	0.04	3.68	0.03	4.20	0.03	4.72	0.03	5.24	0.02
0.05	0.04	0.57	0.09	1.09	0.09	1.61	0.08	2.13	0.06	2.65	0.05	3.17	0.04	3.69	0.03	4.21	0.03	4.73	0.03	5.25	0.02
0.06	0.04	0.58	0.09	1.10	0.09	1.62	0.08	2.14	0.06	2.66	0.05	3.18	0.04	3.70	0.03	4.22	0.03	4.74	0.03	5.26	0.02
0.07	0.05	0.59	0.09	1.11	0.09	1.63	0.08	2.15	0.06	2.67	0.05	3.19	0.04	3.71	0.03	4.23	0.03	4.75	0.03	5.27	0.02
0.08	0.05	0.60	0.09	1.12	0.09	1.64	0.08	2.16	0.06	2.68	0.05	3.20	0.04	3.72	0.03	4.24	0.03	4.76	0.03	5.28	0.02
0.09	0.05	0.61	0.09	1.13	0.09	1.65	0.08	2.17	0.06	2.69	0.05	3.21	0.04	3.73	0.03	4.25	0.03	4.77	0.03	5.29	0.02
0.10	0.05	0.62	0.09	1.14	0.09	1.66	0.07	2.18	0.06	2.70	0.05	3.22	0.04	3.74	0.03	4.26	0.03	4.78	0.03	5.30	0.02
0.11	0.06	0.63	0.09	1.15	0.09	1.67	0.07	2.19	0.06	2.71	0.05	3.23	0.04	3.75	0.03	4.27	0.03	4.79	0.03	5.31	0.02
0.12	0.06	0.64	0.09	1.16	0.09	1.68	0.07	2.20	0.06	2.72	0.05	3.24	0.04	3.76	0.03	4.28	0.03	4.80	0.03	5.32	0.02
0.13	0.06	0.65	0.09	1.17	0.09	1.69	0.07	2.21	0.06	2.73	0.05	3.25	0.04	3.77	0.03	4.29	0.03	4.81	0.03	5.33	0.02
0.14	0.06	0.66	0.09	1.18	0.09	1.70	0.07	2.22	0.06	2.74	0.05	3.26	0.04	3.78	0.03	4.30	0.03	4.82	0.03	5.34	0.02

0.15	0.07	0.67	0.09	1.19	0.09	1.71	0.07	2.23	0.06	2.75	0.05	3.27	0.04	3.79	0.03	4.31	0.03	4.83	0.03	5.35	0.02
0.16	0.07	0.68	0.09	1.20	0.09	1.72	0.07	2.24	0.06	2.76	0.04	3.28	0.04	3.80	0.03	4.32	0.03	4.84	0.03	5.36	0.02
0.17	0.07	0.69	0.09	1.21	0.09	1.73	0.07	2.25	0.06	2.77	0.04	3.29	0.04	3.81	0.03	4.33	0.03	4.85	0.03	5.37	0.02
0.18	0.07	0.70	0.09	1.22	0.09	1.74	0.07	2.26	0.05	2.78	0.04	3.30	0.04	3.82	0.03	4.34	0.03	4.86	0.03	5.38	0.02
0.19	0.08	0.71	0.09	1.23	0.09	1.75	0.07	2.27	0.05	2.79	0.04	3.31	0.04	3.83	0.03	4.35	0.03	4.87	0.03	5.39	0.02
0.20	0.08	0.72	0.09	1.24	0.09	1.76	0.07	2.28	0.05	2.80	0.04	3.32	0.04	3.84	0.03	4.36	0.03	4.88	0.03	5.40	0.02
0.21	0.08	0.73	0.09	1.25	0.09	1.77	0.07	2.29	0.05	2.81	0.04	3.33	0.04	3.85	0.03	4.37	0.03	4.89	0.03	5.41	0.02
0.22	0.08	0.74	0.09	1.26	0.09	1.78	0.07	2.30	0.05	2.82	0.04	3.34	0.04	3.86	0.03	4.38	0.03	4.90	0.03	5.42	0.02
0.23	0.09	0.75	0.09	1.27	0.09	1.79	0.07	2.31	0.05	2.83	0.04	3.35	0.04	3.87	0.03	4.39	0.03	4.91	0.03	5.43	0.02
0.24	0.09	0.76	0.09	1.28	0.09	1.80	0.07	2.32	0.05	2.84	0.04	3.36	0.04	3.88	0.03	4.40	0.03	4.92	0.03	5.44	0.02
0.25	0.09	0.77	0.09	1.29	0.09	1.81	0.07	2.33	0.05	2.85	0.04	3.37	0.04	3.89	0.03	4.41	0.03	4.93	0.03	5.45	0.02
0.26	0.09	0.78	0.09	1.30	0.09	1.82	0.07	2.34	0.05	2.86	0.04	3.38	0.04	3.90	0.03	4.42	0.03	4.94	0.03	5.46	0.02
0.27	0.09	0.79	0.09	1.31	0.09	1.83	0.07	2.35	0.05	2.87	0.04	3.39	0.04	3.91	0.03	4.43	0.03	4.95	0.03	5.47	0.02
0.28	0.09	0.80	0.09	1.32	0.09	1.84	0.07	2.36	0.05	2.88	0.04	3.40	0.04	3.92	0.03	4.44	0.03	4.96	0.02	5.48	0.02
0.29	0.09	0.81	0.09	1.33	0.09	1.85	0.07	2.37	0.05	2.89	0.04	3.41	0.04	3.93	0.03	4.45	0.03	4.97	0.02	5.49	0.02
0.30	0.09	0.82	0.09	1.34	0.09	1.86	0.07	2.38	0.05	2.90	0.04	3.42	0.04	3.94	0.03	4.46	0.03	4.98	0.02	5.50	0.02
0.31	0.09	0.83	0.09	1.35	0.09	1.87	0.07	2.39	0.05	2.91	0.04	3.43	0.04	3.95	0.03	4.47	0.03	4.99	0.02	5.51	0.02
0.32	0.09	0.84	0.09	1.36	0.09	1.88	0.07	2.40	0.05	2.92	0.04	3.44	0.04	3.96	0.03	4.48	0.03	5.00	0.02	5.52	0.02
0.33	0.09	0.85	0.09	1.37	0.09	1.89	0.07	2.41	0.05	2.93	0.04	3.45	0.04	3.97	0.03	4.49	0.03	5.01	0.02	5.53	0.02
0.34	0.09	0.86	0.09	1.38	0.09	1.90	0.07	2.42	0.05	2.94	0.04	3.46	0.04	3.98	0.03	4.50	0.03	5.02	0.02	5.54	0.02
0.35	0.09	0.87	0.09	1.39	0.09	1.91	0.06	2.43	0.05	2.95	0.04	3.47	0.04	3.99	0.03	4.51	0.03	5.03	0.02	5.55	0.02
0.36	0.09	0.88	0.09	1.40	0.09	1.92	0.06	2.44	0.05	2.96	0.04	3.48	0.04	4.00	0.03	4.52	0.03	5.04	0.02	5.56	0.02
0.37	0.09	0.89	0.09	1.41	0.09	1.93	0.06	2.45	0.05	2.97	0.04	3.49	0.04	4.01	0.03	4.53	0.03	5.05	0.02	5.57	0.02
0.38	0.09	0.90	0.09	1.42	0.09	1.94	0.06	2.46	0.05	2.98	0.04	3.50	0.04	4.02	0.03	4.54	0.03	5.06	0.02	5.58	0.02
0.39	0.09	0.91	0.09	1.43	0.09	1.95	0.06	2.47	0.05	2.99	0.04	3.51	0.04	4.03	0.03	4.55	0.03	5.07	0.02	5.59	0.02
0.40	0.090	0.92	0.09	1.44	0.09	1.96	0.06	2.48	0.05	3.00	0.04	3.52	0.04	4.04	0.03	4.56	0.03	5.08	0.02	5.60	0.02
0.41	0.09	0.93	0.09	1.45	0.09	1.97	0.06	2.49	0.05	3.01	0.04	3.53	0.04	4.05	0.03	4.57	0.03	5.09	0.02	5.61	0.02
0.42	0.09	0.94	0.09	1.46	0.08	1.98	0.06	2.50	0.05	3.02	0.04	3.54	0.03	4.06	0.03	4.58	0.03	5.10	0.02	5.62	0.02
0.43	0.09	0.95	0.09	1.47	0.08	1.99	0.06	2.51	0.05	3.03	0.04	3.55	0.03	4.07	0.03	4.59	0.03	5.11	0.02	5.63	0.02
0.44	0.09	0.96	0.09	1.48	0.08	2.00	0.06	2.52	0.05	3.04	0.04	3.56	0.03	4.08	0.03	4.60	0.03	5.12	0.02	5.64	0.02
0.45	0.09	0.97	0.09	1.49	0.08	2.01	0.06	2.53	0.05	3.05	0.04	3.57	0.03	4.09	0.03	4.61	0.03	5.13	0.02	5.65	0.02
0.46	0.09	0.98	0.09	1.50	0.08	2.02	0.06	2.54	0.05	3.06	0.04	3.58	0.03	4.10	0.03	4.62	0.03	5.14	0.02	5.66	0.02
0.47	0.09	0.99	0.09	1.51	0.08	2.03	0.06	2.55	0.05	3.07	0.04	3.59	0.03	4.11	0.03	4.63	0.03	5.15	0.02	5.67	0.02
0.48	0.09	1.00	0.09	1.52	0.08	2.04	0.06	2.56	0.05	3.08	0.04	3.60	0.03	4.12	0.03	4.64	0.03	5.16	0.02	5.68	0.02
0.49	0.09	1.01	0.09	1.53	0.08	2.05	0.06	2.57	0.05	3.09	0.04	3.61	0.03	4.13	0.03	4.65	0.03	5.17	0.02	5.69	0.02
0.50	0.09	1.02	0.09	1.54	0.08	2.06	0.06	2.58	0.05	3.10	0.04	3.62	0.03	4.14	0.03	4.66	0.03	5.18	0.02	5.70	0.02
0.51	0.09	1.03	0.09	1.55	0.08	2.07	0.06	2.59	0.05	3.11	0.04	3.63	0.03	4.15	0.03	4.67	0.03	5.19	0.02	5.71	0.02
0.52	0.09	1.04	0.09	1.56	0.08	2.08	0.06	2.60	0.05	3.12	0.04	3.64	0.03	4.16	0.03	4.68	0.03	5.20	0.02	5.72	0.02

8. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

8.1 LOSAS:

8.1.1 Losa de contrapiso:

Placa de concreto 10 cm de espesor con una malla electrosoldada de 5mm de diámetro con un espaciamiento de 15 cm en ambas direcciones.

8.2 CRITERIOS DE DISEÑO A FLEXIÓN

En la Sección C.10.5.1 de la NSR-10, se establece que, en toda sección de un elemento sometido a flexión, cuando el análisis estructural requiera refuerzo de tracción, el área de acero proporcionada (As) no debe ser menor que la calculada mediante la siguiente fórmula:

$$A_{s,min} = \frac{0.25\sqrt{f'_c}}{f_y} b_w d$$

Pero no menor a $1.4 b_w d/f_y$.

8.3 CRITERIOS DE DISEÑO A CORTANTE

Según lo dispuesto en la sección C.11.2.1.1, para elementos sometidos únicamente a cortante y flexión:

$$V_c = 0.17\lambda\sqrt{f'_c} b_w d$$

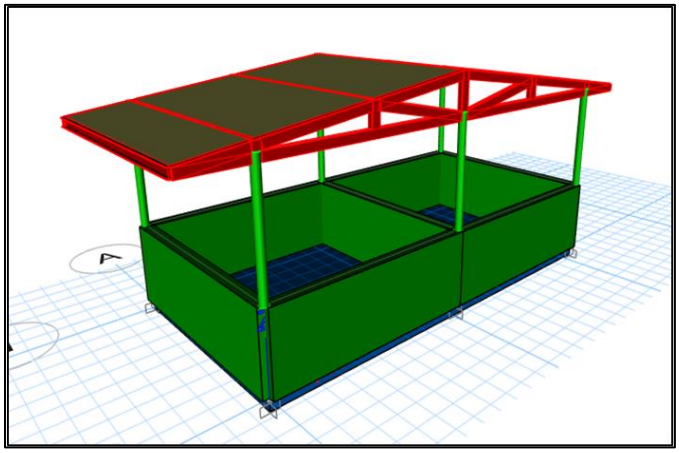
8.4 CRITERIOS DE DISEÑO A TORSIÓN

Se considera lo establecido en la sección C.11.5.3.1 de la NSR-10. En el caso de las secciones sólidas, las dimensiones de la sección transversal deben ser determinadas de forma que se cumplan las siguientes condiciones (criterio 1 a la izquierda y criterio 2 a la derecha):

$$\sqrt{\left(\frac{V_u}{b_w d}\right)^2 + \left(\frac{T_u P_h}{1.7 {A_{oh}}^2}\right)^2} \leq \phi\left(\frac{V_c}{b_w d} + 0.66\sqrt{f'_c}\right)$$

8.5 LECHOS DE SECADO

Figura 17
Modelo lechos de secado



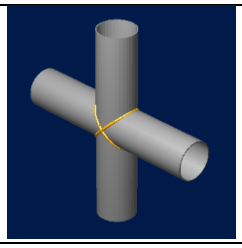
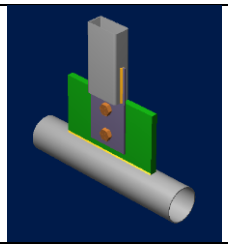
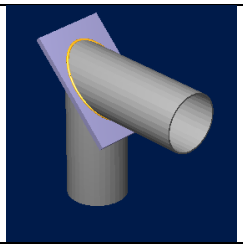
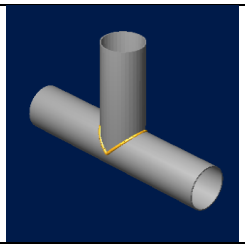
MURO 15 CM

Muro 15cm			
Espesor	0,15	m	
Parrillas	2		
As long. Requerido	3846	mm2	
As tran. Requerido	1384	mm2/m	
As long. a suministrar	1923	mm2	
As long. a suministrar	699,3	mm2/m	
As Trans. a suministrar	692	mm2/m	
Acero	**Desig. Varilla**	**Área mm**	**Separación m**
Acero long	4	129	0,18
Acero trans	4	129	0,18

LOSA 15 CM

losa 15cm			
Espesor	0,15	m	
Parrillas	2		
As long. Requerido	7985	mm2	
As tran. Requerido	1358	mm2/m	
As long. a suministrar	3992,5	mm2	
As long. a suministrar	706,6	mm2/m	
As Trans. a suministrar	679	mm2/m	
Acero	**Desig. Varilla**	**Área mm**	**Separación m**
Acero long	4	129	0,18
Acero trans	4	129	0,18

8.5.1 Conexiones

Conexión 1	Conexión 2	Conexión 3	Conexión 4
			

- Conexión 1

CONSIDERACIONES GEOMETRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Soldadura						
Tamaño de soldadura	[1/16in]	3	2	--	✔	table J2.4

LÍMITES DE APLICACIÓN

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Cordón						
Esbeltez de pared		34.48	--	40.00	✔	Table K3.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K3.1A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K3.1A
Rama						
Esbeltez de pared		34.48	--	50.00	✔	Table K3.1A
Relación de ancho		1.00	0.20	1.00	✔	Table K3.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K3.1A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K3.1A

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Rama						
Plastificación de la pared del cordón	[Ton]	8.24	0.04	CM	0.01	Eq. K3-3
Resistencia de soldadura	[Ton]	27.78	0.04	CM	0.00	AWS D1.1-2015 Sec 9.5.4, Eq. J2-4
Relación		**0.01**				

Conexión de momento X - Rama 1 - (Superior)

SOLICITACIONES

Descripción	Cordón Pro [T]	Cordón Mro [T*m]	Rama 1 Mip [T*m]	Rama 1 Ax [T]	Rama 1 Mop [T*m]
CM	0.52	0.00	0.00	0.04	0.00

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Soldadura						
Tamaño de soldadura	[1/16in]	3	2	--	✔	table J2.4

LÍMITES DE APLICACIÓN

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Cordón						
Esbeltez de pared		34.48	--	40.00	✔	Table K4.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K4.1A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K4.1A
Rama						
Relación de ancho		1.00	0.20	1.00	✔	Table K4.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K3.2A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K3.2A

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
En el plano						
Plastificación del cordón	[Ton*m]	0.62	0.00	CM	0.01	Eq. K4-1
Fuera del plano						
Plastificación del cordón	[Ton*m]	0.44	0.00	CM	0.01	Eq. K4-3
Relación	**0.01**					

Conexión X - Rama 2 - (Inferior)

SOLICITACIONES

Descripción	Rama Ax [T]	Cordón Pro [T]	Cordón Mro [T*m]
CM	0.04	0.52	0.00

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Soldadura						
Tamaño de soldadura	[1/16in]	3	2	--	✔	table J2.4

LÍMITES DE APLICACIÓN

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Cordón						
Esbeltez de pared		34.48	--	40.00	✔	Table K3.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K3.1A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K3.1A
Rama						
Esbeltez de pared		34.48	--	50.00	✔	Table K3.1A
Relación de ancho		1.00	0.20	1.00	✔	Table K3.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K3.1A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K3.1A

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Rama						
Plastificación de la pared del cordón	[Ton]	8.24	0.04	CM	0.01	Eq. K3-3
Resistencia de soldadura	[Ton]	27.78	0.04	CM	0.00	AWS D1.1-2015 Sec 9.5.4 Eq. J2-4
Relación	**0.01**					

Conexión de momento X - Rama 2 - (Inferior)

SOLICITACIONES

Descripción	Cordón Pro [T]	Cordón Mro [T*m]	Rama 1 Mip [T*m]	Rama 1 Ax [T]	Rama 1 Mop [T*m]
CM	0.52	0.00	0.00	0.04	0.00

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Soldadura						
Tamaño de soldadura	[1/16in]	3	2	--	✔	table J2.4

LÍMITES DE APLICACIÓN

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Cordón						
Esbeltez de pared		34.48	--	50.00	✔	Table K4.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K4.1A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K4.1A
Rama						
Relación de ancho		1.00	0.20	1.00	✔	Table K4.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K3.2A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K3.2A

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
En el plano						
Plastificación del cordón	[Ton*m]	0.62	0.00	CM	0.01	Eq. K4-1
Fuera del plano						
Plastificación del cordón	[Ton*m]	0.44	0.00	CM	0.01	Eq. K4-3
Relación	**0.01**					

INTERACCIÓN

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Interacción para carga axial y flexión combinadas para r...		1.00	0.01	CM	0.01	
Relación de interacción para capacidades de soldadura		1.00	0.01	CM	0.01	AWS D1.1: 2004
Interacción para carga axial y flexión combinadas para r...		1.00	0.01	CM	0.01	
Relación de interacción para capacidades de soldadura		1.00	0.01	CM	0.01	AWS D1.1: 2004

- Conexión 2

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Directamente empernada						
Distancia transversal al borde	[cm]	6.19	2.54	--	✔	Tables J3.4, J3.5
Distancia longitudinal al borde	[cm]	3.81	2.54	--	✔	Tables J3.4, J3.5
Separación longitudinal entre pernos	[cm]	7.62	5.08	11.43	✔	Sec. J3.3, Sec. J3.5
Cartela						
Distancia transversal al borde	[cm]	1.414214E32	2.54	--	✔	Tables J3.4, J3.5
Distancia longitudinal al borde	[cm]	3.81	2.54	--	✔	Tables J3.4, J3.5
Soldaduras						
Tamaño de soldadura del conector al miembro	[1/16in]	3	2	3	✔	table J2.4, Sec. J2.2b

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Directamente empernada						
Corte en los pernos	[Ton]	16.24	0.01	CM	0.00	Tables (7-1..14)
Aplastamiento de pernos por corte	[Ton]	11.51	0.01	CM	0.00	Eq. J3-6
Rotura de bloque de corte en el alma de la rama	[Ton]	13.60	0.01	CM	0.00	Eq. J4-5
Fluencia a tensión de la placa	[Ton]	9.55	0.01	CM	0.00	Eq. J4-1
Rotura a tensión de la placa	[Ton]	9.58	0.01	CM	0.00	Eq. J4-2
Soldaduras						
Resistencia de la soldadura	[Ton]	30.43	0.01	CM	0.00	Eq. J2-4
Cartela						
Aplastamiento de pernos sobre la cartela	[Ton]	46.06	0.01	CM	0.00	Eq. J3-6
Miembro						
Corte en fluencia de la pared de la sección HSS	[Ton]	34.99	0.01	CM	0.00	Eq. J4-3
Corte en rotura de la pared de la sección HSS	[Ton]	33.09	0.01	CM	0.00	Eq. J4-4
Relación	**0.00**					

Verificaciones para cartela y rama

SOLICITACIONES

Pu [T]	Descripción	Tipo de carga
0.01	CM	Design

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Miembro						
Fluencia por fuerza axial	[Ton]	35.49	0.01	CM	0.00	Eq. J4-1
Tensión a rotura	[Ton]	28.19	0.01	CM	0.00	Eq. J4-2
Cartela						
Fluencia de la sección de Whitmore	[Ton]	38.18	0.01	CM	0.00	Eq. J4-1
Relación	**0.00**					

Interfaz entre Cordón - Cartela superior
Directamente soldada

SOLICITACIONES

Descripción	Viga Ru [T]	Viga Pu [T]	Viga Mu [T*m]	Columna Pu [T]	Columna Mu22 [T*m]	Columna Mu33 [T*m]	Tipo de carga
CM	0.00	0.01	0.00	-0.02	0.00	0.00	Design

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Cartela						
Tamaño de soldadura	[1/16in]	2	2	2	✔	table J2.4, Sec. J2.2b

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Cartela						
Fluencia de la viga por esfuerzo normal	[Ton]	134.33	0.01	CM	0.00	Eq. B-1, Appendix B, DG29, Eq. J4-1
Corte a fluencia	[Ton]	89.56	0.00	CM	0.00	Eq. J4-3
Esfuerzo de tensión en el borde de la cartela	[Ton/cm2]	2.28	0.00	CM	0.00	Eq. B-1, Appendix B, DG29
Esfuerzo de corte en el borde de la cartela	[Ton/cm2]	1.52	0.00	CM	0.00	J4-1
Resistencia de la soldadura	[Ton]	46.17	0.01	CM	0.00	Tables 8-4 .. 8-11
Cordón						
Plastificación de la pared	[Ton]	2.45	0.01	CM	0.00	Eq. K2-2a
Resistencia de pared de HSS por efecto de carga tran...	[Ton]	3.35	0.01	CM	0.00	p.9-16

- Conexión 3

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Verificaciones para cartela y diagonal						
Ancho, b	[cm]	10.16	10.16	10.16	✔	[18]
Longitud de la placa, dp	[cm]	20.32	15.32	--	✔	ASI DG25 Sec. 3.11.5
Ancho de la placa, bp	[cm]	12.70	11.11	--	✔	
Espesor, tp	[cm]	0.95	0.95	--	✔	[18]
Espesor, tp	[cm]	0.95	0.95	--	✔	[18]

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Momento y carga axial combinados de la viga		1.00	0.01	CM	0.01	[18]
Momento combinado y carga axial en soporte		1.00	0.01	CM	0.01	[18]
Corte en la viga	[Ton]	8.89	0.01	CM	0.00	Eq. G6-1
Corte en soporte	[Ton]	8.89	0.01	CM	0.00	Eq. G6-1
Soldadura de la viga	[Ton/m]	74.58	0.86	CM	0.01	Sec. J2.4, ASI DG25 Sec. 3.11.5
Soldadura del soporte	[Ton/m]	74.58	1.21	CM	0.02	Sec. J2.4, ASI DG25 Sec. 3.11.5
Relación de resistencia crítica global	**0.02**					

- Conexión 4

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Soldadura						
Tamaño de soldadura	[1/16in]	3	2	--	✔	table J2.4

LÍMITES DE APLICACIÓN

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Cordón						
Esbeltez de pared		34.48	--	40.00	✔	Table K3.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K3.1A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K3.1A
Rama						
Esbeltez de pared		34.48	--	50.00	✔	Table K3.1A
Relación de ancho		1.00	0.20	1.00	✔	Table K3.1A
Resistencia del material	[Ton/cm2]	3.52	--	3.66	✔	Table K3.1A
Ductilidad del material		0.77	--	0.80	✔	Table K3.1A

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

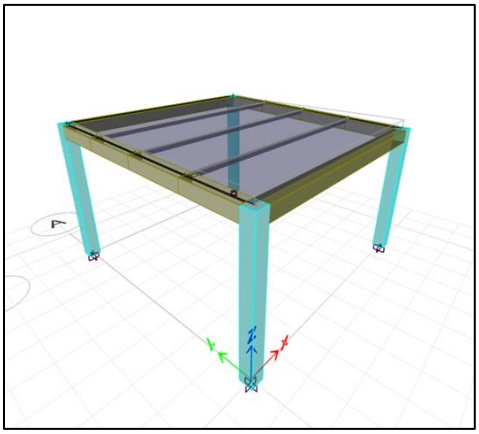
Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Rama						
Plastificación de la pared del cordón	[Ton]	8.24	0.04	CM	0.01	Eq. K3-3
Resistencia de soldadura	[Ton]	27.78	0.04	CM	0.00	AWS D1.1-2015 Sec 9.5.4 Eq. J2-4
Relación	**0.01**					

INTERACCIÓN

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Interacción para carga axial y flexión combinadas para r...		1.00	0.01	CM	0.01	
Relación de interacción para capacidades de soldadura		1.00	0.00	CM	0.00	
Relación de resistencia crítica global	**0.01**					

8.6 CASETA

Figura 18
Modelo caseta



8.6.1 VIGA 30X30CM

ESFUERZOS	
Fy	420 Mpa
F'c	21 Mpa
DATOS DE LA SECCIÓN	
b	300 mm
h	300 mm
Recubrimiento	50 mm
d	250 mm

REFUERZO EN ELEMENTOS SOMETIDOS A FLEXIÓN			
As min. Método 1	205mm^2	ρ máx.	0,0135
As min. Método 2	250mm^2		
As min. Def	250 mm^2	As máx	1016 mm^2

		As a requerido	Designación de varilla	Cantidad de varillas
SECCIÓN	VIGA 30X30			
As Requerido TOP	246 mm^2	250 mm^2	4	2
As Requerido BOT	246 mm^2	250 mm^2	4	2

DATOS	
Vu	20,00 kN
Tu	0,40 kN * m
Vc	23,37 kN
Tc	0,57 kN * m
NO REQUIERE CORTANTE	
NO REQUIERE TORSIÓN	

8.6.2 COLUMNA 30X30CM

f'c	21	**MPa**
fy	420	**MPa**
As requerido	1448	**mm²**
As Suministrado	1592	**mm²**
Chequeo As	**CUMPLE**	
As'	1592	**mm²**
β	0.85	**-**
d"	90	**-**
b	300	**mm**
h	300	**mm**
d'	50	**mm**
d	250	**mm**
Es	200	**Gpa**
Es	200000	**MPa**
φ z. compresión	0.65	-
φ z. felxión	0.9	-
εu	0.003	-
εy	0.002	-

Porcentaje	As requerido	Designación de varilla	Cantidad
50%	724	5	4
50%	724	5	4

ESTRIBO	
Varilla #	4
Diámetro	12,7
Gancho	76,2
bc	200
hc	200
# ramales	3

DATOS	
Vu	11.43 kN

Tu	0.48 kN * m
Nu - Vu	8.64 kN
Nu - Tu	30.36 kN
Nu máx	30361.80 N
Vc	59.98 kN
Vc Max	104.68 kN
Vc a utilizar	59.98 kN
Tc	1.93 kN * m
NO REQUIERE CORTANTE	

BIAXIALIDAD	
Po	1769.75 kN
Mx máx	5.37 kN * m
My máx	4.22 kN * m
φPnx	463.97 kN
φPny	463.97 kN
Pnu máx	277.44 kN
Pu max ETABS	38.05 kN
CUMPLE	

8.7 CAJA DE VÁLVULA

Figura 19
Modelo cajas

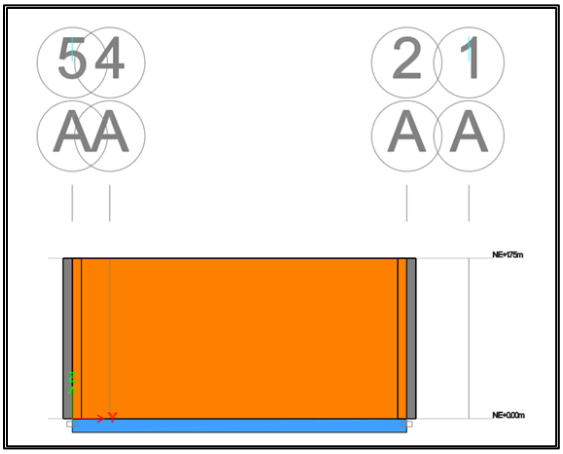


Ilustración 1. Datos a implementar en el diseño

Datos	
Altura de caja	0.80m
Altura del Nivel Freatico	0.00m
Diámetro Externo	0.80m
Diámetro Interno	0.60m
Tapa	0.80m
Espesor de la Pared	0.20m
Espesor de la Losa de Techo	0.20m
Espesor de la Losa de Fondo	0.20m

8.7.1 DISEÑO DE LA PARED

8.7.1.1 Análisis de cargas actuantes

8.7.1.1.1 Empuje de terreno (wt) – Formula de Rankine

$$Wt = Ka * g * h$$

Ecuación 1. Fórmula de Rankine

$$Ka = \frac{cos\theta * \quad cos\,\theta - (cos\,\theta - cos\varphi)1/2}{cos\,\theta + (cos\,\theta - cos\,\varphi)1/2}$$

Ecuación 2 Coeficiente de empuje activo

Donde:

Ka: Coeficiente del empuje activo.

δ: Angulo del terreno que circunda al muro.

φ: Angulo de fricción del terreno.

γs: Densidad húmeda saturada (Tn/m3).

Para taludes horizontales (como lo es el caso), se aplica lo siguiente:

Para taludes horizontales:
δ=0
$K_a = \tan^2 (45 - \phi/2)$
Φ=29.40º
γs=1.810Tn/m3

Ilustración 2. Datos para taludes horizontales.

Teniendo como resultado un coeficiente del empuje activo de 0.3364 y un empuje de terreno de 0.49 Tn/m2.

$K_a =$	$\tan^2 (45 - \phi/2)$
$K_a =$	$\tan^2 (45 - (29.4/2))$
$K_a =$	0.3364

Ilustración 3. Coeficiente del empuje activo

$W_t =$	$Ka*\gamma*h$
$W_t =$	$0{,}3364*1{,}450 Tn/m^3*0{,}8m$
$W_t =$	**0.49Tn/m2**

Ilustración 4. Empuje de terreno

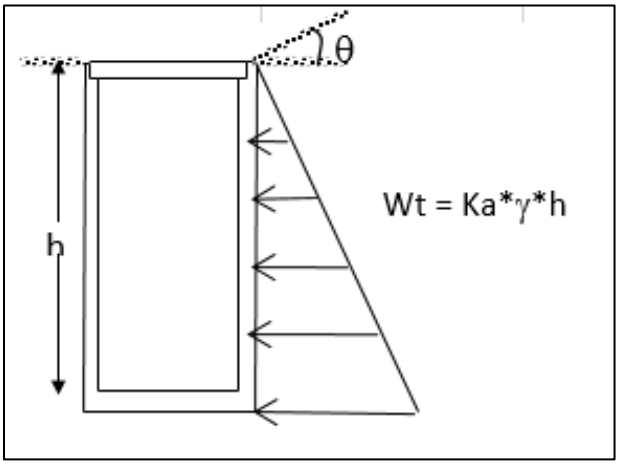


Ilustración 5. Diagrama de carga - Empuje del terreno

8.7.1.2 Presión del agua (Ws)

$$Ws = \gamma a * (h - h')$$

Ecuación 3. Presión del agua

Donde:

γa: Densidad del agua (Tn/m3).

h: Altura (m).

h': Altura nivel freático (m).

γ_a =	1.00Tm/m3
H=	0.80m
h'=	0.00m

Ilustración 6. Datos implementados para el cálculo de la presión de agua.

Realizando el cálculo con los datos presentados en la Ilustración 46, se obtuvo un valor de presión de agua de 0.80 Tn/m3.

W_a =	γ_a * (h – h')
W_a=	(1,00Tn/m3)*(0,80m-0,00m)
W_a=	**0.80Tn/m2**

Ilustración 7. Resultado - Presión de agua.

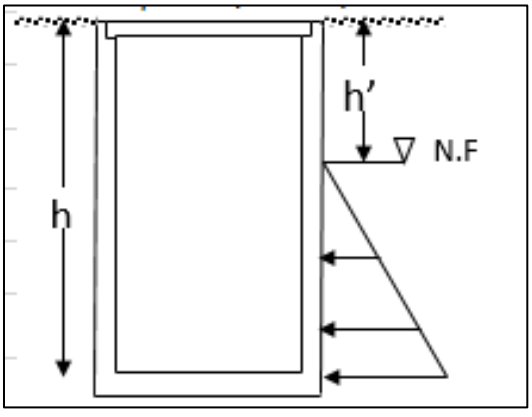


Ilustración 8. Diagrama de carga - Presión de agua.

8.7.1.3 Sobrecarga (W s/c)

$$W\ s/c\ =\ \mathrm{Ka} * s/c$$

Ecuación 4. Sobrecarga

Donde:

ka: Coeficiente del empuje activo.

s/c: Sobrecarga propuesta por flujo vehicular (Tn/m2).

s/c=	3.00Tn/m2
K_a=	0.3364

Ilustración 9. Datos implementados para el cálculo de sobrecarga.

Realizando el cálculo con los datos presentados en la Ilustración 49, se obtuvo un valor de carga actuante por sobrecarga de 1.01 Tn/m2.

$W_{S/C}$ =	K a * s/c
$W_{S/C}$ =	0,3364*3,00Tn/m^2
$W_{S/C}$ =	**1.01Tn/m2**

Ilustración 10. Resultado - Sobrecarga.

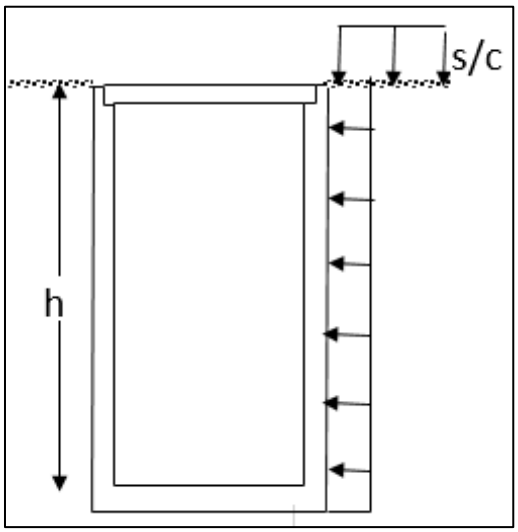


Ilustración 11. Diagrama de carga - Sobrecarga.

8.7.1.4 Presión en la pared

$$P = W * L/2$$

Ecuación 5. Fuerza Actuante

Donde:

W: Carga total (Tn/m2).

L: Longitud (m).

8.7.1.5 Cálculo de Espesor de la pared

8.7.1.5.1 Carga total

$$W = Wt + Wa + Ws/c$$

Ecuación 6. Carga total.

Donde:

Wt: Empuje del terreno (Tn/m2).

Wa: Presión de agua (Tn/m2).

Ws/c: Sobrecarga (Tn/m2).

Realizando el cálculo de carga total actuante en la pared, se obtuvo un valor de 2.30 Tn/m2.

W=	$W_t + W_a + W_{S/C}$
W=	$0{,}49 Tn/m^2 + 0{,}80 Tn/m^2 + 1{,}01 Tn/m^2$
W=	**2.30 Tn/m2**

Ilustración 12. Resultado - Carga total.

8.7.1.6 Fuerza actuante

Implementando la ecuación, con una longitud de 1.00m, se obtiene una fuerza actuante de 1,15 Tn.

P=	W*L/2
P=	2,30Tn/m^2*1.00/2m
P=	**1.15Tn**

Ilustración 13. Resultado – Fuerza actuante.

8.7.1.7 Resistencia a la compresión

$$F = f'c * e * b$$

Ecuación 7. Resistencia a la compresión.

Donde:

e: espesor de la pared (m).

f'c=210kg/cm2
e=20.00cm
b=100cm

Ilustración 14. Datos para el cálculo de resistencia a la compresión.

Aplicando la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** , se obtuvo una resistencia a la compresión de 4 20Tn.

F=	f'c*e*b
F=	210kg/cm2*20cm*100cm
F=	**420.00Tn**

Ilustración 15. Resultado-Resistencia a la compresión.

Teniendo estos resultados, se evidencia que la resistencia a la compresión es mayor a la fuerza actuante, por lo cual cumple y se prosigue con los cálculos.

8.7.1.8 Resistencia al corte

$$Vu = \varphi * 0{,}53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

Ecuación 8. Resistencia a la compresión.

Donde:

$$d = (ep - recubrimiento - (Dbarra\ /\ 2))\ * 100$$

$$d = (0.30 - 0.0075 - (0.0127\ /\ 2))\ * 100$$

$$d = 18.62cm$$

Para el diámetro de barra se propuso aplicar una barra número 4 (1/2”), la cual será chequeada más adelante.

f'c=210kg/cm2
d=18.62cm
b=100cm

Ilustración 16. Datos para la resistencia al corte

Aplicando los datos presentados en la Ilustración 56 se obtuvo un valor de resistencia al corte de 12,15Tn.

Vu=	φ*0,53√f'c*b*d
Vu=	0,85*0,53√210kg/cm^2*100cm*18,62cm
Vu=	12152.55kg
Vu=	**12.15Tn**

Ilustración 17. Resultado- Resistencia al corte.

Como se evidencia, la resistencia al corte es mayor a la fuerza actuante, es decir, el espesor de pared cumple y se puede continuar con los cálculos.

8.7.1.9 Cálculo de acero de la pared

Cálculo de acero horizontal

$$Asmin = \rho min * b * d$$

Ecuación 9. Área de acero mínima.

$$\rho = 0{,}0018$$

rec.=7.5cm
b=100cm
d=18.62cm

Ilustración 18. Datos para el acero horizontal

Aplicando la ecuación e implementando los datos presentados en la Ilustración 58, se obtuvo un área mínima de acero horizontal de 3,35 cm2. Teniendo en cuenta que se realizó el cálculo suponiendo una varilla número 4 (1/2"), se procede a calcular el espaciamiento entre ellas, siendo esta de 0,30m.

$$S = \frac{1{,}27}{3{,}35} \quad \rightarrow \quad S = 0{,}37 \rightarrow (espaciamiento \max de\ 0{,}30) \quad S = 0{,}25$$

Asmin=	ρ min*b*d
Asmin=	0,0018*100cm*18.62cm
Asmin=	3.35cm2
1 ϕ 1/2"@0,30m	

Ilustración 19. Resultado - Acero horizontal.

Cálculo de acero vertical

rec.=7.5cm
b=100cm
d=18.62cm

Ilustración 20. Datos para el acero vertical

Aplicando la ecuación e implementando los datos presentados, se obtuvo un área mínima de acero horizontal de 3,35 cm2. Teniendo en cuenta que se realizó el cálculo suponiendo una varilla número 4 (1/2"), se procede a calcular el espaciamiento entre ellas, siendo esta de 0,30m.

$$S = \frac{1{,}27}{3{,}35} \quad \rightarrow \quad S = 0{,}37 \rightarrow (espaciamiento \max de\ 0{,}30) \quad S = 0{,}25$$

Asmin=	ρ min*b*d
Asmin=	0,0018*100cm*18.62cm
Asmin=	3.35cm2
1 ϕ 1/2"@0,25m	

Ilustración 21. Resultado - Acero vertical.

8.7.2 DISEÑO DE LOSA DE FONDO

8.7.2.1 Peso de la caja (Pb)

8.7.2.2 Peso de la pared

$$P1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} * h * \gamma c$$

Ecuación 10. Peso de pared.

De=	1.00m
Di=	0.60m
h=	0.80m
γ_{ca}=	2400kg/m3

Ilustración 22. Datos para el peso de la pared.

Aplicando la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** e implementando los datos presentados, se obtuvo u n peso de la pared de 0,97Tn.

P1=	965.10kg
P1=	0.97Tn

Ilustración 23. Resultado – Peso de la pared.

8.7.2.3 Peso losa de techo

$$P2 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} * et * \gamma c$$

Ecuación 11. Peso losa de techo.

De=	1.00m
Di=	0.80m
e=	0.20m
γ_{ca}=	2400kg/m3

Ilustración 24. Datos para el peso losa de techo.

Aplicando la Ecuación 11 e implementando los datos presentados, se obtuvo un peso de losa de techo de 0,14Tn.

P2=	135.72kg
P2=	0.14Tn

Ilustración 25. Resultado – Peso losa de techo.

8.7.2.4 Peso losa de fondo.

$$P3 = \frac{\pi * D^2}{4} * ef * \gamma c$$

Ecuación 12. Peso losa de fondo.

De=	1.00m
e=	0.20m
γ_{cs}=	2400kg/m3

Ilustración 26. Datos para el peso losa de fondo.

Aplicando la ecuación e implementando los datos presentados, se obtuvo un peso de losa de fondo de 1,45Tn.

P3=	376.99kg
P3=	0.38Tn

Ilustración 27. Resultado – Peso losa de fondo.

8.7.2.5 Peso tapa.

$$P4 = \frac{\pi * D^2}{4} * et * \gamma c$$

Ecuación 13. Peso tapa.

De=	0.80m
e=	0.20m
γ_{cs}=	2400kg/m3

Ilustración 28. Datos para el peso losa de fondo.

Aplicando la ecuación e implementando los datos presentados, se obtuvo un peso de tapa de 0,24Tn.

P4=	241.27kg
P4=	0.24Tn

Ilustración 29. Resultado – Peso tapa.

8.7.2.6 Peso total – Carga muerta

$$Pb = P1 + P2 + P3 + P4$$

Ecuación 14. Peso total.

$$Pb = 1{,}72Tn$$

8.7.2.7 Peso de aguas negras (Pan)

$$Pan = \frac{\pi * d^2(h - et) * \gamma an}{4}$$

Ecuación 15. Peso de aguas negras.

Di=	0.60m
H=	0.80m
et=	0.20m
γ_{an} =	1001kg/m3

Ilustración 30. Datos para el peso de aguas negras.

Aplicando la ecuación e implementando los datos presentados, se obtuvo un peso de la pared de 0,17Tn.

$$Pan = 0{,}17\ Tn$$

8.7.2.8 Peso de aguas subterráneas (Pas)

$$Pas = (h - h' + ef) * \gamma a$$

Ecuación 16. Peso de aguas subterráneas.

H=	0.80m
h'=	0.00m
ef=	0.20m
γ_a =	1000kg/m3

Ilustración 31. Datos para el peso de aguas subterráneas.

Aplicando la ecuación e implementando los datos presentados, se obtuvo un peso de la pared de 1,00Tn.

$$Pas = 1{,}00\ Tn$$

8.7.2.9 Sobrecarga (Ps/c)

La consultoría supone una sobrecarga por flujo vehicular de 3Ton.

8.7.2.10 Carga nominal actuante (Pn)

La carga nominal actuante se calcula como la suma de la carga muerta, el peso de aguas negras, el peso de aguas subterráneas y la sobrecarga. Obteniendo una carga nominal actuante de 5,89Tn.

$$Pn = Pb + Pan + Pas + Ps/c$$

Ecuación 17. Carga nominal actuante.

$$Pn = 5{,}89Tn$$

8.7.2.11 Carga ultima actuante (pu)

La carga ultima actuante se calcula al mayorar la carga muerta, el peso de aguas negras, el peso de aguas subterráneas y la sobrecarga. Obteniendo una carga ultima actuante de 6,34Tn.

$$Pu = 1{,}4(Pb + Pan - Pas) + 1{,}7(Ps/c)$$

Ecuación 18. Carga ultima actuante.

$$Pu = 6{,}34Tn$$

8.7.2.12 Verificación de esfuerzos

La capacidad del terreno, siendo esta de 2,95Kg/cm2, debe ser mayor al esfuerzo actuante sobre el suelo.

$$\sigma = \frac{4P}{\pi * D * 2}$$

Ecuación 19. Esfuerzo actuante sobre el terreno.

Pn=	5889.08kg
D=	100cm

Ilustración 32. Datos para esfuerzo actuante sobre el terreno.

$$\sigma = \frac{4(5889.08)}{\pi * 160 * 2}$$

$$\sigma = 0{,}75 Kg/cm2$$

Como se evidencia en los cálculos realizados, la capacidad del terreno es mayor al esfuerzo actuante sobre el terreno, por lo cual, cumple con lo requerido y es posible continuar con los cálculos.

8.7.2.13 Resistencia del concreto

$$\sigma = \frac{4P}{\pi * D * 2}$$

Ecuación 20. Esfuerzo actuante sobre el terreno-concreto.

Pu=	6340.00kg
D=	100cm

Ilustración 33. Datos para la resistencia del concreto.

La resistencia del concreto se calcula en función de la carga ultima actuante y el diámetro externo, obteniendo una resistencia del concreto de 0,81Kg/cm2.

$$\sigma = \frac{4(6340)}{\pi * 160 * 2}$$

$$\sigma = 0{,}81 Kg/cm2$$

Para el cálculo de la resistencia del concreto en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se hizo uso d e un concreto impermeabilizado, puesto que las cajas de inspección estarán sometidos a acciones hidrostáticas. Posterior a tener la resistencia del concreto, es posible calcular los momentos actuantes, tanto el positivo como el negativo, entendiendo que la carga se repartirá en ambos sentidos asumiendo la mitad en cada lado.

$$Wu = 8100 Kg/m2$$

$$L = 0{,}80m$$

$$Mu = \frac{Wu * L^2}{8}$$

Ecuación 21. Momento ultimo.

Mu+ =	583.20kg-m
Mu-=	291.60kg-m

Ilustración 34. Momento ultimo negativo y positivo.

8.7.2.14 Cálculo del acero negativo

Primer tanteo

Mu=	29160kg-cm
d=	12.00cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
ϕ=	0.90

Ilustración 35. Datos para el cálculo de acero negativo.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2"), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 22. Área de acero.

$$As = 0{,}71cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}13cm$$

$$d = a - \frac{d}{2}$$

$$d = 11{,}94cm$$

Segundo tanteo

Para el cálculo del segundo tanteo, se efectúa el mismo proceso realizado en el primer tanteo, implementando los valores de **a** y **d** obtenidos en el tanteo anterior.

Mu=	29160.00kg-cm
d=	11.94cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
ϕ=	0.90

Ilustración 36. Datos para el cálculo de acero negativo-tanteo 2.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2"), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 23. Área de acero-tanteo 2.

$$As = 0{,}65cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}11cm$$

$$d = a - \frac{d}{2}$$

$$d = 11{,}88cm$$

Tercer tanteo

Para el cálculo del tercer tanteo, se efectúa el mismo proceso realizado en el segundo tanteo, implementando los valores de **a** y **d** obtenidos en el tanteo anterior.

Mu=	29160.00kg-cm
d=	11.88cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
ϕ=	0.90

Ilustración 37. Datos para el cálculo de acero negativo-tanteo 3.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2"), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 24. Área de acero-tanteo 3.

$$As = 0{,}65cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}11cm$$

Se determina que el valor de área de acero será de 0,65 cm2. Posterior a esto, se calcula la separación entre varillas número 4 (1/2").

$$S = \frac{Avarilla}{As} * 100$$

Ecuación 25. Separación de varillas.

$$S = \frac{1{,}27}{0{,}65} * 100 \rightarrow S = 195cm\ (separación\ maxima\ 0{,}30m) \rightarrow S = 0{,}30$$

8.7.2.15 Cálculo de cuantía mínima

ρ=	0.0018
b=	100.00cm
d=	12.00cm

Ilustración 38. Datos para el cálculo de cuantía mínima.

$$As = \rho min * b * d$$

Ecuación 26. Área de acero mínima.

$$As = 2{,}16cm2$$

Se determina que se debe de poner una varilla número 4 (1/2") cada 0,30m $(1\emptyset 1/2"@0{,}30m\ en\ cada\ sentido)$

8.7.2.16 Cálculo del acero positivo

Primer tanteo

Mu=	58320kg-cm
d=	12.00cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
φ=	0.90

Ilustración 39. Datos para el cálculo de acero positivo.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2"), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 27. Área de acero positivo.

$$As = 1{,}43cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}25cm$$

$$d = a - \frac{d}{2}$$

$$d = 11{,}88cm$$

Segundo tanteo

Para el cálculo del segundo tanteo, se efectúa el mismo proceso realizado en el primer tanteo, implementando los valores de **a** y **d** obtenidos en el tanteo anterior.

Mu=	58320kg-cm
d=	11.88cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
φ=	0.90

Ilustración 40. Datos para el cálculo de acero positivo-tanteo 2.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2”), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 28. Área de acero positivo-tanteo 2.

$$As = 1{,}31cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}23cm$$

$$d = a - \frac{d}{2}$$

$$d = 11{,}76cm$$

Tercer tanteo

Para el cálculo del tercer tanteo, se efectúa el mismo proceso realizado en el segundo tanteo, implementando los valores de **a** y **d** obtenidos en el tanteo anterior.

Mu=	58320kg-cm
d=	11.76cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
φ=	0.90

Ilustración 41. Datos para el cálculo de acero positivo-tanteo 3.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2”), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 29. Área de acero positivo-tanteo 3.

$$As = 1{,}32cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}23cm$$

$$d = a - \frac{d}{2}$$

$$d = 11{,}65cm$$

Se determina que el valor de área de acero será de 1,32cm2. Posterior a esto, se calcula la separación entre varillas número 4 (1/2").

$$S = \frac{Avarilla}{As} * 100$$

Ecuación 30. Separación de varillas-acero positivo.

$$S = \frac{1{,}27}{1{,}32} * 100 \rightarrow S = 96{,}21cm\ (separación\ maxima\ 0{,}30m) \rightarrow S = 0{,}30$$

8.7.2.17 Cálculo de cuantía mínima

ρ=	0.0018
b=	100.00cm
d=	12.00cm

Ilustración 42. Datos para el cálculo de cuantía mínima.

$$As = \rho min * b * d$$

Ecuación 31. Área de acero mínima.

$$As = 2{,}16cm2$$

Se determina que se debe de poner una varilla número 4 (1/2") cada 0,30m $(1\emptyset 1/2"@0{,}30m\ en\ cada\ sentido)$

8.7.3 DISEÑO DE LOSA DE TECHO

8.7.3.1 Peso losa de techo

$$P1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4} * e * \gamma c$$

Ecuación 32. Peso losa de techo.

De=	1.00m
Di=	0.60m
e=	0.20m
γ_{ca}=	2400kg/m3

Ilustración 43. Datos para el peso losa de techo.

Aplicando la Ecuación 32 e implementando los datos presentados, se obtuvo un peso de la pared de 0,24Tn.

P1	241.27kg
P1	0.24Tn

Ilustración 44. Resultado – Peso losa de techo.

8.7.3.2 Peso tapa

$$P2 = \frac{\pi * D^2}{4} * e * \gamma c$$

Ecuación 33. Peso tapa.

De=	0.60m
e=	0.20m
γ_{cs}=	2400kg/m3

Ilustración 45. Datos para el peso tapa.

Aplicando la Ecuación 33 e implementando los datos presentados, se obtuvo un peso de la pared de 0,14Tn.

P2	135.72kg
P2	0.14Tn

Ilustración 46. Resultado – Peso tapa.

8.7.3.3 Sobrecarga (Ps/c)

La consultoría supone una sobrecarga por flujo vehicular de 3Ton.

8.7.3.4 Carga ultima actuante

$$Pu = 1{,}4(Pb + Pan - Pas) + 1{,}7(Ps/c)$$

Ecuación 34. Carga ultima actuante-losa techo.

$$Pu = 5{,}63Tn$$

8.7.3.5 Momento ultimo

$$Mu = \frac{Wu * L^2}{8}$$

Ecuación 35. Momento último-losa techo.

$$Mu = 459{,}40\ Kg * m$$

8.7.3.6 Cálculo de acero

8.7.3.6.1 Armadura en A

Primer tanteo

Mu=	45040kg-cm
d=	15.37cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
ϕ=	0.90

Ilustración 47. Datos para el cálculo de armadura en A.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2"), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 36. Área de acero armadura A.

$$As = 0{,}86cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}15cm$$

$$d = a - \frac{d}{2}$$

$$d = 15{,}29cm$$

Segundo tanteo

Para el cálculo del segundo tanteo, se efectúa el mismo proceso realizado en el primer tanteo, implementando los valores de **a** y **d** obtenidos en el tanteo anterior.

Mu=	45040.00kg-cm
d=	15.29cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
ϕ=	0.90

Ilustración 48. Datos para el cálculo de acero armadura A-tanteo 2.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2"), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 37. Área de acero armadura A-tanteo 2.

$$As = 0{,}78cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}14cm$$

$$d = a - \frac{d}{2}$$

$$d = 15{,}30cm$$

Tercer tanteo

Para el cálculo del tercer tanteo, se efectúa el mismo proceso realizado en el segundo tanteo, implementando los valores de **a** y **d** obtenidos en el tanteo anterior.

Mu=	45040.00kg-cm
d=	15.30cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
ϕ=	0.90

Ilustración 49. Datos para el cálculo de acero armadura A-tanteo 3.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2”), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 38. Área de acero armadura A-tanteo 3.

$$As = 0{,}78cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}14cm$$

Se determina que el valor de área de acero será de 0,78cm2. Posterior a esto, se calcula la separación entre varillas número 4 (1/2”).

$$S = \frac{Avarilla}{As} * 100$$

Ecuación 39. Separación de varillas-acero Armadura A.

$$S = \frac{1{,}27}{0{,}78} * 100 \rightarrow S = 162{,}8cm\ (separación\ maxima\ 0{,}30m) \rightarrow S = 0{,}30$$

Se determina que se debe de poner una varilla número 4 (1/2”) cada 0,30m $(1\emptyset 1/2"@0{,}30m\ en\ cada\ sentido)$

8.7.3.6.2 Armadura en B

Primer tanteo

Mu=	45040kg-cm
d=	15.37cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
ϕ=	0.90

Ilustración 50. Datos para el cálculo de armadura en B.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2"), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 40. Área de acero armadura B.

$$As = 0{,}86cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 10{,}15cm$$

$$d = a - \frac{d}{2}$$

$$d = 15{,}29cm$$

Segundo tanteo

Para el cálculo del segundo tanteo, se efectúa el mismo proceso realizado en el primer tanteo, implementando los valores de **a** y **d** obtenidos en el tanteo anterior.

Mu=	45040kg-cm
d=	15.29cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
ϕ=	0.90

Ilustración 51. Datos para el cálculo de acero armadura B-tanteo 2.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2"), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 41. Área de acero armadura A-tanteo 2.

$$As = 0{,}78cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}14cm$$

$$d = a - \frac{d}{2}$$

$$d = 15{,}30cm$$

Tercer tanteo

Para el cálculo del tercer tanteo, se efectúa el mismo proceso realizado en el segundo tanteo, implementando los valores de **a** y **d** obtenidos en el tanteo anterior.

Mu=	45040.00kg-cm
d=	15.30cm
b=	100.00cm
fy=	4200kg/cm2
f'c=	280kg/cm2
ϕ=	0.90

Ilustración 52. Datos para el cálculo de acero armadura B-tanteo 3.

Implementando un recubrimiento de 7,5cm y varillas número 4 (1/2”), y proponiendo que a=0.2d, y d=a/2d, se calcula el área de acero.

$$As = \frac{Mu}{\emptyset * fy * (d - \frac{a}{2})}$$

Ecuación 42. Área de acero armadura B-tanteo 3.

$$As = 0{,}78cm2$$

$$a = \frac{As * Fy}{0{,}85 * f'c * b}$$

$$a = 0{,}14cm$$

Se determina que el valor de área de acero será de 0,78cm2. Posterior a esto, se calcula la separación entre varillas número 4 (1/2”).

$$S = \frac{Avarilla}{As} * 100$$

Ecuación 43. Separación de varillas-acero Armadura B.

$$S = \frac{1{,}27}{0{,}78} * 100 \rightarrow S = 162{,}8cm\ (separación\ maxima\ 0{,}30m) \rightarrow S = 0{,}30$$

Se determina que se debe de poner una varilla número 4 (1/2”) cada 0,30m $(1\emptyset 1/2"@0{,}30m\ en\ cada\ sentido)$.

8.8 CIMENTACIÓN

8.8.1 MATERIALES

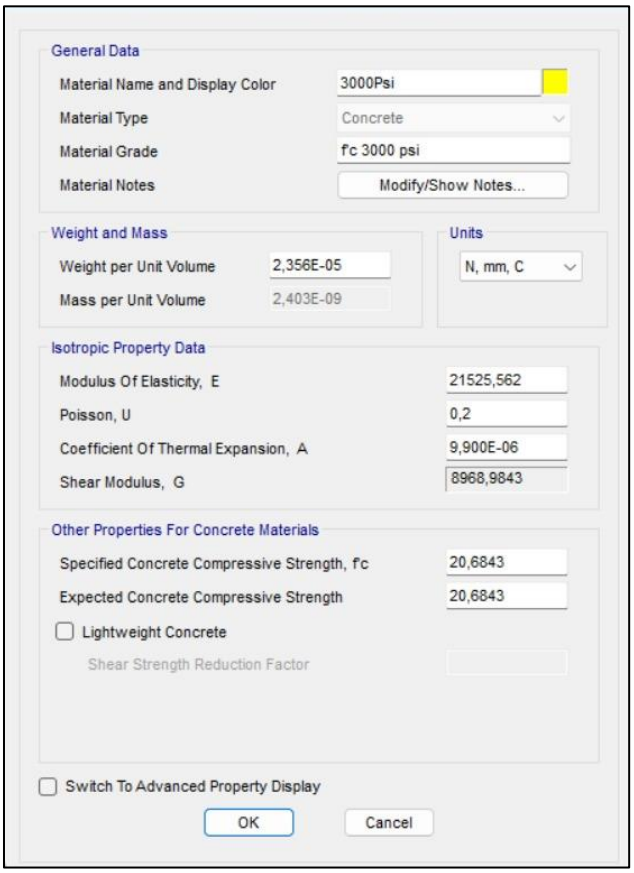
Para la cimentación, se han definido las siguientes propiedades de los materiales empleados, garantizando que estos cumplan con los requisitos necesarios para resistir las cargas y fuerzas sísmicas de acuerdo con la normativa aplicable:

- **Vigas y losas:**

Se ha especificado un concreto de resistencia nominal de f '$_c$= 21 MPa (3.000 psi) el cual ha sido seleccionado considerando su idoneidad para la cimentación. Este tipo de concreto es adecuado para soportar las cargas y las condiciones de esfuerzo previstas en el proyecto, garantizando la estabilidad y durabilidad de la estructura en función de los requisitos de diseño y las normativas vigentes.

Figura 20

Propiedades del material - concreto vigas y losas

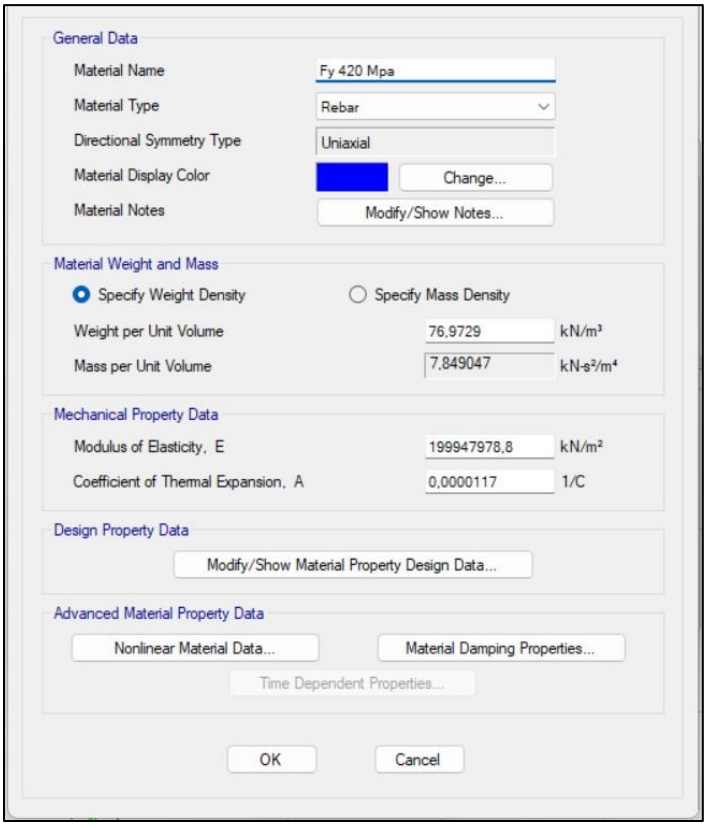


- **Acero de refuerzo:**

El acero de refuerzo utilizado es de tipo corrugado - Acero Grado 60 Corrugado, (A615Gr60), de alta resistencia con un límite elástico de fy = 420 MPa (60,000 psi). Este acero es conocido por su alta resistencia a la tracción y su capacidad para transferir esfuerzos de manera eficiente entre el concreto, mejorando la ductilidad y la capacidad sísmica de la estructura.

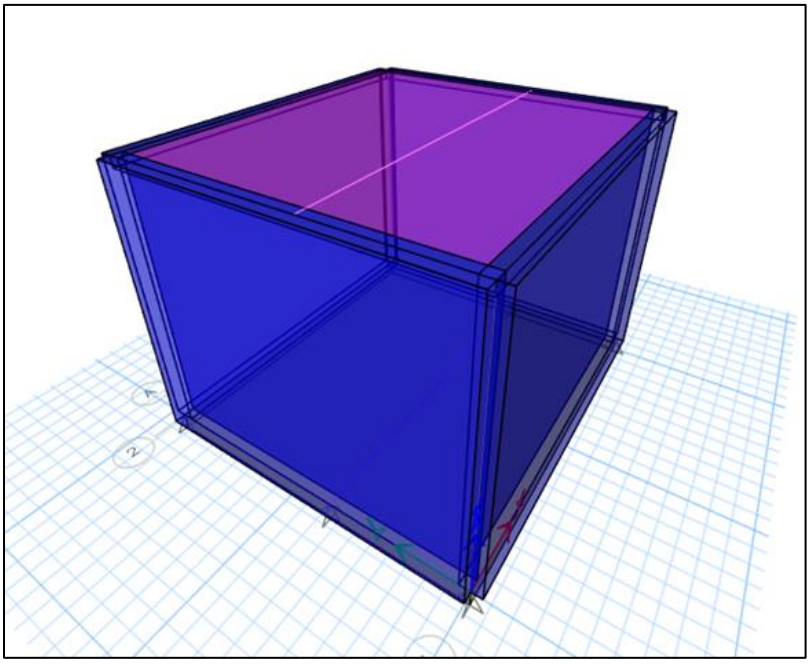
Figura 21

Propiedades del material - acero de refuerzo



8.9 TANQUE DE ALMACENAMIENTO

Figura 22
Modelo tanque de almacenamiento



MURO 30 CM

Muro 30cm			
Espesor de muro	0,3	m	
Parrillas	2		
As long. Requerido	4681	mm2	
As tran. Requerido	1384	mm2/m	
As long. a suministrar	2340,5	mm2	
As long. a suministrar	650,1	mm2/m	
As Trans. a suministrar	692	mm2/m	
Acero	**Desig. Varilla**	**Área mm**	**Separación m**
Acero long	4	129	0,19
Acero trans	4	129	0,18

LOSA 15 CM

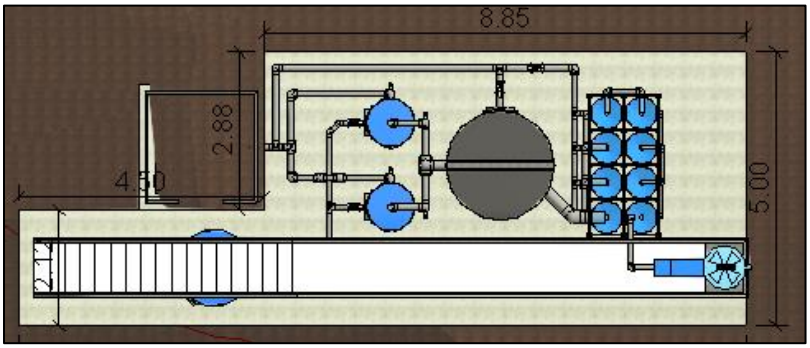
losa 15cm			
Espesor	0,15	m	
Parrillas	1		
As long. Requerido	2468	mm2	
As tran. Requerido	1358	mm2/m	
As long. a suministrar	2468	mm2	
As long. a suministrar	685,6	mm2/m	
As Trans. a suministrar	679	mm2/m	
Acero	**Desig. Varilla**	**Área mm**	**Separación m**
Acero long	4	129	0,18
Acero trans	4	129	0,18

LOSA 25 CM

losa 25cm			
Espesor de muro	0,25	m	
Parrillas	2		
As long. Requerido	2374	mm2	
As tran. Requerido	1358	mm2/m	
As long. a suministrar	2374	mm2	
As long. a suministrar	659,4	mm2/m	
As Trans. a suministrar	679	mm2/m	
Acero	**Desig. Varilla**	**Área mm**	**Separación m**
Acero long	4	129	0,19
Acero trans	4	129	0,18

8.10 LOSA DE CIMENTACIÓN

Figura 23
Losa de cimentación



DISEÑO DE LOSA

Tipo de suelo	C	
qadm	10.00 Ton/m^2	100.00 kN/m^2
Espesor propuesto	0.30 m	
Hormigón	21 MPa	
Acero	420 MPa	
Densidad de hormigón	25.00 kN/m^3	
Carga distribuida en losa	15.00 kN/m^2	
Recubrimiento	75 mm	

área de losa	53.77 m^2

Peso de la losa	
W losa	7.50 kN/m^2

Carga viva	
qviva	15.00 kN/m^2

Carga total	
Wu	33.00 kN/m^2

Diseño de losa		
Lmenor	2.12 m	
Carga x m	33.00 kN/m	
Mu	18.54 kNm	
ϕ	0.9	
Espesor p	0.30 m	300 mm
r	0.08 m	75 mm
d	0.23 m	225 mm
f'c	21 Mpa	
fy	420 Mpa	
b	1.00 m	1000 mm
Mn	20.60 kNm/m	20599333.33 Nmm
Barra a utilizar	4	
Diámetro de barra	12.7 mm	
Radio de barra	6.4 mm	
d	218.7 mm	
A	4.941	
B	91833	
C	20599333.33 Nmm	
As	227.09 mm^2/m	
As requerido	2.27 cm^2/m	
As min	540.00 mm^2/m	
As a utilizar	540.00 mm^2/m	

$$\underbrace{\left(\frac{f_y^2}{2\cdot 0.85 f'_c b}\right)}_{A} A_s^2 - \underbrace{(f_y d)}_{B} A_s + \underbrace{M_n}_{C} = 0$$

Armadura	
Área de varilla	126.68 mm^2
Cantidad	4.26 barras/m
Separación	234.6 mm
Usar	Varilla Ø4@0,20m

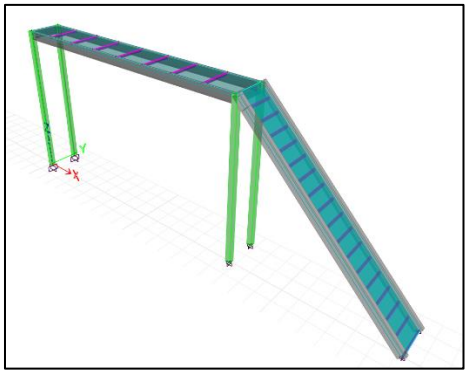
Chequeo

t	300 mm
Ø	12.7 mm
r inf	75 mm
r sup	75 mm
espaciado libre	75 mm
Separación	200 mm

área barra	126.68 mm^2/barra	
Espesor requerido (doble parrilla)	250.4 mm	**CUMPLE**
Barras por metro	5	
As por capa	633.38 mm^2/m	
As total (doble parrilla)	1266.77 mm^2/m	

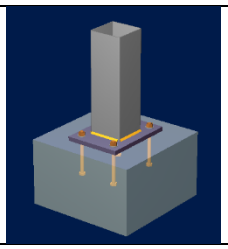
8.11 ESCALERA-PASARELA

Figura 24
Modelo escalera-pasarela



8.11.1 Conexiones

Conexión 1



- Conexión 1

Diseño en el eje mayor
Placa base (AISC 360-16 LRFD)

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Placa base						
Distancia del ancla al borde	[cm]	3.21	0.64	--	✔	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	2	--	✔	table J2.4

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Base de concreto						
Aplastamiento por axial	[Ton/cm2]	0.24	0.05	CM	0.21	DG1 3.1.1;
Placa base						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Ton*m/m]	2.07	1.26	CM	0.61	DG1 Eq. 3.3.13, DG1 Sec 3.1.2
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Ton*m/m]	2.07	1.86	CM	0.90	DG1 Eq. 3.3.13
Columna						
Resistencia de la soldadura	[Ton/m]	186.45	31.94	CM	0.17	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4, HSS Manual p. 7-10
Interacción de corte y axial en la soldadura	[Ton/m]	186.45	51.94	CM	0.28	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4
Relación	**0.90**					

Diseño en el eje menor
Placa base (AISC 360-16 LRFD)

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Placa base						
Distancia del ancla al borde	[cm]	3.21	0.64	--	✓	
Tamaño de soldadura	[1/16in]	5	2	--	✓	table J2.4

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Base de concreto						
Aplastamiento por axial	[Ton/cm2]	0.24	0.05	CM	0.21	DG1 3.1.1;
Placa base						
Flexión en fluencia (interfaz de aplastamiento)	[Ton*m/m]	2.07	1.20	CM	0.58	DG1 Eq. 3.3.13, DG1 Sec 3.1.2
Flexión en fluencia (interfaz de tensión)	[Ton*m/m]	2.07	1.86	CM	0.90	DG1 Eq. 3.3.13
Columna						
Resistencia de la soldadura	[Ton/m]	186.45	31.94	CM	0.17	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4, HSS Manual p. 7-10
Interacción de corte y axial en la soldadura	[Ton/m]	186.45	13.10	CM	0.07	p. 8-9, Sec. J2.5, Sec. J2.4
Relación	**0.90**					

Eje mayor
Anclas

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Anclas						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	17.00	6.35	--	✓	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	11.71	7.62	--	✓	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	16.03	--	28.97	✓	

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Tensión en anclas	[Ton]	4.46	3.27	CM	0.73	Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[Ton]	5.05	3.27	CM	0.65	Eq. D-4, Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Ton]	6.33	6.33	CM	1.00	Eq. D-5, Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Ton]	6.46	3.27	CM	0.51	Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[Ton]	2.32	0.11	CM	0.05	Eq. D-20
Arrancamiento de ancla a corte	[Ton]	2.33	0.11	CM	0.05	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Ton]	3.76	0.43	CM	0.12	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[Ton]	10.10	0.11	CM	0.01	Eq. D-4, Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Ton]	12.67	0.32	CM	0.03	Eq. D-5, Sec. D.4.1.1
Interacción tensión corte	[Ton]	1.20	0.00	CM	0.00	Eq. D-3, Eq. D-4, Sec. D.4.1.1, Eq. D-5, Eq. D-20, Sec. D.7
Relación	**1.00**					

Eje menor
Anclas

CONSIDERACIONES GEOMÉTRICAS

Dimensiones	Unidad	Valor	Valor min.	Valor max.	Est.	Referencias
Anclas						
Espaciamiento entre anclas	[cm]	17.00	6.35	--	✔	Sec. D.8.1
Recubrimiento de concreto	[cm]	11.71	7.62	--	✔	Sec. 7.7.1
Longitud efectiva	[cm]	16.03	--	28.97	✔	

VERIFICACIÓN DE DISEÑO

Verificación	Unidad	Capacidad	Solicitación	EC ctrl	Rel.	Referencias
Tensión en anclas	[Ton]	4.46	3.27	CM	0.73	Eq. D-3
Arrancamiento de ancla en tensión	[Ton]	5.05	3.27	CM	0.65	Eq. D-4, Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas en tensión	[Ton]	6.33	6.33	CM	1.00	Eq. D-5, Sec. D.4.1.1
Extracción por deslizamiento de ancla en tensión	[Ton]	6.46	3.27	CM	0.51	Sec. D.4.1.1
Corte en el ancla	[Ton]	2.32	0.11	CM	0.05	Eq. D-20
Arrancamiento de ancla a corte	[Ton]	2.50	0.03	CM	0.01	Sec. D.4.1.1
Arrancamiento de grupo de anclas a corte	[Ton]	3.58	0.10	CM	0.03	Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de ancla a corte	[Ton]	10.10	0.03	CM	0.00	Eq. D-4, Sec. D.4.1.1
Desprendimiento de grupo de anclas a corte	[Ton]	12.67	0.08	CM	0.01	Eq. D-5, Sec. D.4.1.1
Interacción tensión corte	[Ton]	1.20	0.00	CM	0.00	Eq. D-3, Eq. D-4, Sec. D.4.1.1, Eq. D-5, Eq. D-20, Sec. D.7
Relación	**1.00**					
Relación de resistencia crítica global	**1.00**					

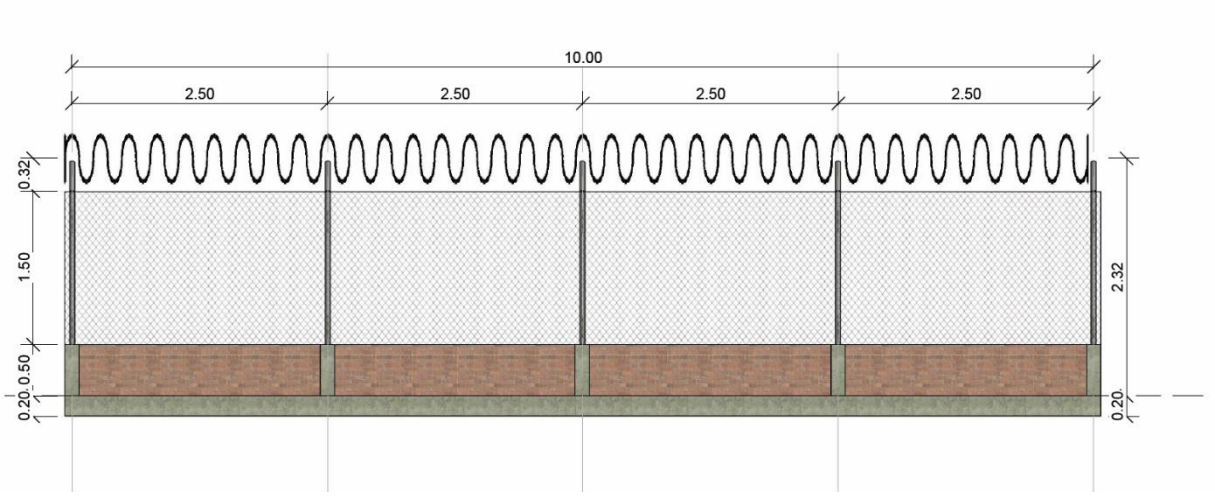
9 CERRAMIENTO PERIMETRAL

9.1 Vallado perimetral

La estructura típica consiste en postes tubulares galvanizados de 2" de diámetro con un espesor de 3 mm y dispuestos cada 2,5 m; se deberán ubicar postes de arriostramiento del mismo material y sección del poste vertical y se deberán instalar máximo cada 20 m, en ambos sentidos.

A continuación, en la Figura se puede apreciar el detalle que se realizó un esquema descriptivo de los tipos de postes del vallado típico que hará el cerramiento en todo el perímetro.

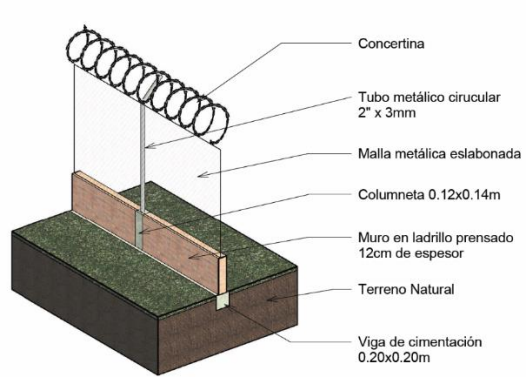
Figura 25
Sección de típica de un cerramiento perimetral



Los postes serán de 1,5 m de alto con una longitud adicional superior de 32 cm con un ángulo de 30° grados con la vertical, la deflexión de los postes debe ir hacia afuera del proyecto, y se instalarán 4 líneas de alambres de pues calibre 14 en todo el perímetro del parque solar.

A continuación, en la Figura se puede apreciar el detalle de un esquema descriptivo de los tipos de postes del vallado típico que hará el cerramiento en todo el perímetro.

Figura 26
Dimensiones del poste tipo 1 del cerramiento perimetral



La boca del extremo superior del tubo debe taparse un tapón metálico galvanizado y soldado para evitar el ingreso de agua.

La malla eslabonada será de mínimo 2 m de alto y ser de alambre galvanizado No. 10 con aberturas de 5 cm x 5 cm (2" x 2").

Para realizar el amarre entre la malla eslabonada y los postes (alineación, de retención, esquineros y diagonales o pie de amigo) se usará alambre galvanizado liso calibre 12 con espaciamiento máximo entre amarres de 50 cm, contando desde la superficie de la viga de amarre o pisa de malla.

A continuación, en la Figura se puede apreciar el detalle de una figura descriptiva de la malla y tipos de alambré del vallado típico que hará el cerramiento en todo el perímetro.

Estos postes se sustentan en un pedestal de hormigón de resistencia mínima de 3000 PSI, enterrado de sección 0,30 x 0,50 m de altura, quedando totalmente enterrado.

Al momento de la instalación se preparará el terreno marcando los ejes del cerramiento, se limpiará la zona de maleza, raíces y demás obstáculos 60 cm a lado y lado del eje.

Figura 27
Detalle de mallas y alambres

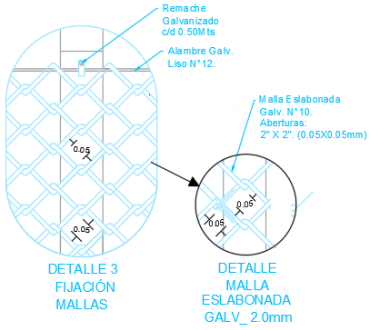
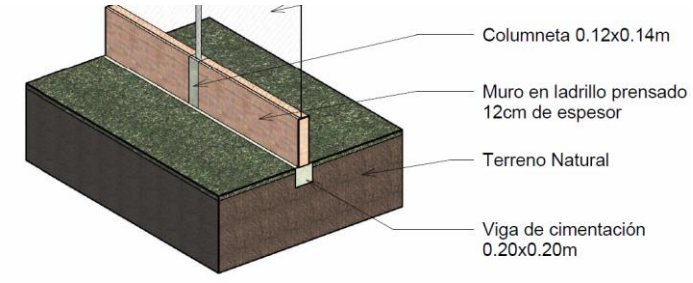


Figura 28
Descripción y detalle para tipos de cimentación del cerramiento perimetral

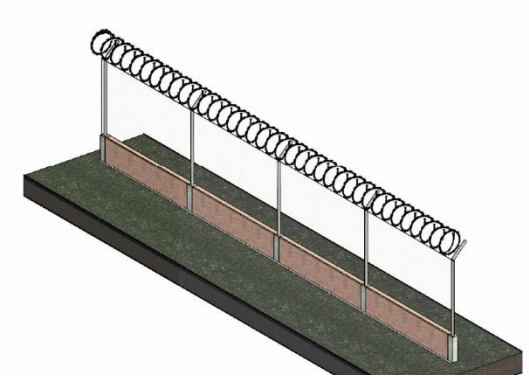


9.2 Puertas de acceso

Las puertas de acceso tendrán mínimo 1,2 m de espacio libre, para lo cual se diseñará una hoja que girará sobre el portón. Se garantizará la instalación de 4 hilos de alambre de púas tensionados de calibre 14 sobre la hoja del acceso peatonal.

Se sustentarán sobre un pilar metálico de la misma sección típica del vallado perimetral

Figura 29
Detalle de puerta de acceso



Entre los postes de sustentación de las puertas se añadirá un bloque de concreto de 0,20 x 0,20 x 0,20 m para el sostenimiento de las mismas.

10. CONCLUSIONES

- El diseño estructural de las estructuras, se desarrolló conforme a los lineamientos de la Norma Colombiana de Construcción Sismo Resistente NSR-10, garantizando un enfoque técnico que responde adecuadamente a las exigencias sísmicas de la región. Se adoptó un sistema de muros estructurales con capacidad moderada de disipación de energía (DMO), lo que asegura un comportamiento estructural adecuado frente a eventos sísmicos de intensidad moderada.
- El sistema estructural seleccionado consiste en muros de concreto reforzado con DMO como sistema principal de resistencia ante cargas horizontales y cargas verticales, conforme con la clasificación del numeral A de la tabla A.3-1 de la NSR-10. Esta configuración permite una respuesta estructural eficiente, segura y compatible con el tipo de edificación y su uso.
- Se seleccionaron materiales que cumplen con los estándares normativos y que aseguran la resistencia y durabilidad requeridas: concreto con resistencia nominal de 21 MPa (3000 psi) para elementos principales; y acero de refuerzo Grado 60 (A615 Gr60) con fy = 420 MPa. Esta elección asegura la integridad estructural bajo las condiciones de carga previstas.
- Se llevaron a cabo análisis estructurales tanto estáticos como dinámicos con el apoyo de los softwares, lo que permitió evaluar el desempeño del sistema estructural ante diferentes escenarios de carga. Los resultados obtenidos confirman que el diseño cumple con los parámetros de seguridad, funcionalidad y desempeño sísmico establecidos por la NSR-10.