



**PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA**



CONTRATO N° KFW-CCON-005 2023

Servicios de Consultoría para la Realización de Estudios y diseños para las Áreas protegidas de la Dirección Territorial Orinoquia, incluyendo la gestión de licencias y permisos.

Centro de Interpretación Ambiental Cerrillo

San Juan de Arama, Meta

Informe diseño estructural tanque de agua v0

Mayo de 2024

Calle 143.47.60 Piso 3
Bogotá, Colombia
[+571] 695.73.22
[+57] 321 401.52.71

www.arquitecturamasverde.com
info@arquitecturamasverde.com

Ing. Helbert Orlando Navarrete Aunta
Especialista estructural
MP. 25202-327877 CND

PROPIEDAD INTELECTUAL Y DERECHOS DE AUTOR.

La información contenida en este documento es objeto de propiedad intelectual, y es para uso exclusivo de la(s) persona(s) u organización(es) a la(s) cual(es) está dirigida. La presentación y disposición en conjunto, metodología adoptada, imágenes, gráficas, figuras, tablas y desarrollo de fórmulas son propiedad intelectual —salvo en donde se haga mención de la fuente específica— de **Arquitectura Más Verde** y/o de **David PERICO AGUDELO**.
Si desea reproducir o transmitir total o parcialmente este documento, le agradecemos citar la fuente.

Control de cambios y correcciones

Versión	Fecha	Descripción
v0	2024 05 31	Informe de diseño estructural tanque de agua

Elaboró	HONA	Lista de distribución
Revisó		MD. Arq. David PERICO AGUDELO. Arquitecto Diseñador, Arquitectura Más Verde.
Aprobó	DPA	Arq. Carlos PINZÓN BARCO. Supervisión, Parques Nacionales Naturales de Colombia —PNNC—.


	Proyecto	Cerrillo.
	Descripción	Diseño estructural tanque de agua potable y lluvia Centro de Interpretación Ambiental Cerrillo. San Juan de Arama, Meta.

TABLA DE CONTENIDO.

1.	INTRODUCCIÓN	6
2.	OBJETIVOS	6
2.1.	Objetivo General	6
2.2.	Objetivos específicos	6
3.	LIMITACIONES	6
4.	NORMATIVA	7
5.	NOMENCLATURA	7
5.1.	Nomenclatura materiales	7
5.2.	Nomenclatura parámetros sísmicos	7
5.3.	Nomenclatura parámetros geotécnicos	7
6.	GENERALIDADES DEL PROYECTO	8
6.1.	Localización del Proyecto	8
6.2.	Descripción estructural del tanque de aguas lluvias	8
6.3.	Especificaciones de materiales	10
6.4.	Niveles	10
6.5.	Características de la cimentación y del suelo.	11
6.6.	Criterio de diseño	11
7.	PROPIEDADES DE LA ESTRUCTURA	11
8.	CARGAS	11
8.1.	Cargas muertas y vivas de diseño	11
8.2.	Carga debido al empuje horizontal del suelo	12
8.3.	Carga debido al empuje lateral y vertical del agua	12
8.4.	Carga debido al empuje lateral del agua, nivel freático.	12
8.5.	Parámetros y fuerzas sísmicas	12
8.6.	Combinaciones carga	13
9.	CHEQUEO DE IRREGULARIDADES Y DEFINICIÓN RO Y R	14
10.	ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL	14
11.	CHEQUEO DE DERIVAS (DERIVA MÁXIMA)	15
12.	CHEQUEO DE DERIVAS (DERIVA MÁXIMA)	16

ÍNDICES.

Índice de Tablas.

Tabla 6.1. Parámetros geotécnicos y sísmicos.....	11
Tabla 8.1. Peso específico de los materiales utilizados.....	11
Tabla 8.2. Combinaciones generales.	14
Tabla 9.1. Tipo de sistema estructural.....	14
Tabla 11.1. Derivas máximas permitidas	15

Índice de Gráficas.

Gráfica 6.1. Localización de la estructura a evaluar.	8
Gráfica 6.2. Detalle Planta cuarto de bombas.	9
Gráfica 6.3. Corte longitudinal tanque.	9
Gráfica 6.4. Corte transversal desarenador.....	10
Gráfica 8.1. Parámetros sísmicos.	13
Gráfica 8.2. Espectro de aceleración de la estructura.....	13
Gráfica 10.1. Modelo tridimensional.....	15

Índice de Memorias.

ANEXO 1. Asignación de cargas.	
ANEXO 2. Combinaciones de carga y modelación.	
ANEXO 3. Análisis sísmico.	
ANEXO 4. Análisis de la estructura y capacidad de carga.	
ANEXO 5. Diseño de elementos.	
ANEXO 6. Deriva.	
ANEXO 7. Planos.	

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe se desarrolla en el marco del contrato KFW-CCON-005 2023 con objeto “Servicios de Consultoría para la Realización de Estudios y diseños para las Áreas protegidas de la Dirección Territorial Orinoquia, incluyendo la gestión de licencias y permisos”.

En Colombia se diseñan las edificaciones o estructuras relacionadas con las mismas basadas en la Norma Sismoresistente de 2010, donde se especifica cómo se debe analizar y diseñar o qué tipo de propiedades debe cumplir la edificación o estructuras, por tanto, el objetivo de este diseño es presentar una estructura que cumpla con lo establecido en la NSR-10 y observar su comportamiento.

En el marco del desarrollo del proyecto, tiene como propósito realizar la construcción de un tanque de almacenamiento de agua enterrado para el centro de interpretación ambiental Cerrillo.

El presente documento cumplirá con los requisitos estipulados en la NSR-10 para el análisis y diseño del tanque de almacenamiento de agua, localizado en el Municipio de San Juan de Arama en el Departamento del Meta.

De acuerdo con el diseño hidrosanitaria realizado por la compañía Arquitectura más verde S.A.S, se planteará un sistema estructural que será manejado, mediante muros de concreto estructural, que consta de una placa de contrapiso y una placa superior amarradas entre sí, con el fin de permitir el almacenamiento.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Realizar el análisis y diseño estructural cumpliendo con todo lo exigido en NSR-10, para un tanque enterrado de almacenamiento de agua, localizado en el Municipio de San Juan de Arama en el Departamento del Meta.

2.2. Objetivos específicos

- Elaborar el dimensionamiento de los elementos que componen la estructura.
- Generar el modelo de la estructura en el Software SAP 2000.
- Realizar las verificaciones y comprobaciones de la estructura y rigidizar en caso de que se requiera.

3. LIMITACIONES

- La información del estudio de suelos y recomendaciones de cimentación corresponde a lo suministrado por el Geotecnista.
- Se analizará y diseñará la estructura, de acuerdo con las características geométricas de la estructura y la distribución arquitectónica e hidrosanitaria solicitada por el cliente.
- Topografía del terreno.

4. NORMATIVA

El diseño estructural se realizará de acuerdo a los requerimientos de los siguientes códigos y normas.

- Reglamento colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR-10. Título A Título C y Título H.
- Código 318-14 del ACI. (Instituto Americano del Concreto).

5. NOMENCLATURA

5.1. Nomenclatura materiales

La nomenclatura de los materiales, empleada para la elaboración de este documento, se indica a continuación:

- f'_c : Resistencia del concreto a compresión [MPa].
- E_c : Módulo de elasticidad del concreto [MPa].
- f_y : Esfuerzo de fluencia del acero [MPa].
- E_s : Módulo de elasticidad del acero [MPa].

5.2. Nomenclatura parámetros sísmicos

La nomenclatura de los parámetros sísmicos, empleada para la elaboración de este documento, se indica a continuación:

- A_a : Coeficiente de aceleración horizontal pico efectiva.
- A_v : Coeficiente de velocidad horizontal pico efectiva.
- F_a : Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos cortos, debida a los efectos de sitio.
- F_v : Coeficiente de amplificación que afecta la aceleración en la zona de períodos intermedios, debido a los efectos de sitio.
- Perfil de suelo.

5.3. Nomenclatura parámetros geotécnicos

La nomenclatura de los parámetros geotécnicos, empleada para la elaboración de este documento, se indica a continuación:

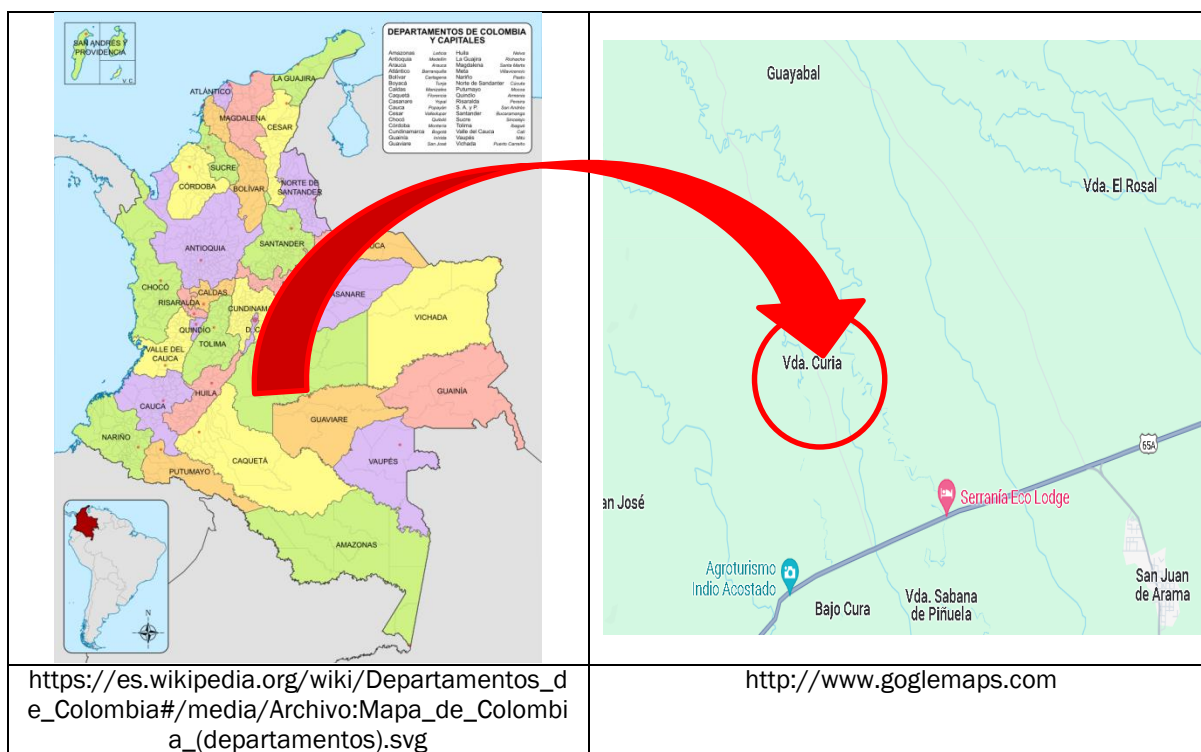
- γ_a : Peso específico del agua [kN / m³].
- γ_s : Peso específico del suelo [kN / m³].
- γ_c : Peso específico del concreto [kN / m³].
- Φ : Ángulo de fricción interna del suelo [°].
- σ_{adm} : Capacidad portante admisible del suelo [kN / m²].

- μ : Coeficiente de fricción entre el suelo y el concreto.
- K_v : Módulo de resorte vertical del suelo [kN / m3].

6. GENERALIDADES DEL PROYECTO

6.1. Localización del Proyecto

La estructura por evaluar se encuentra localizada en el Municipio de San Juan de Arama en el Departamento del Meta, en el Centro Interpretación Cerrillo en el Parque Natura Nacional La Macarena, como se puede observar a continuación.

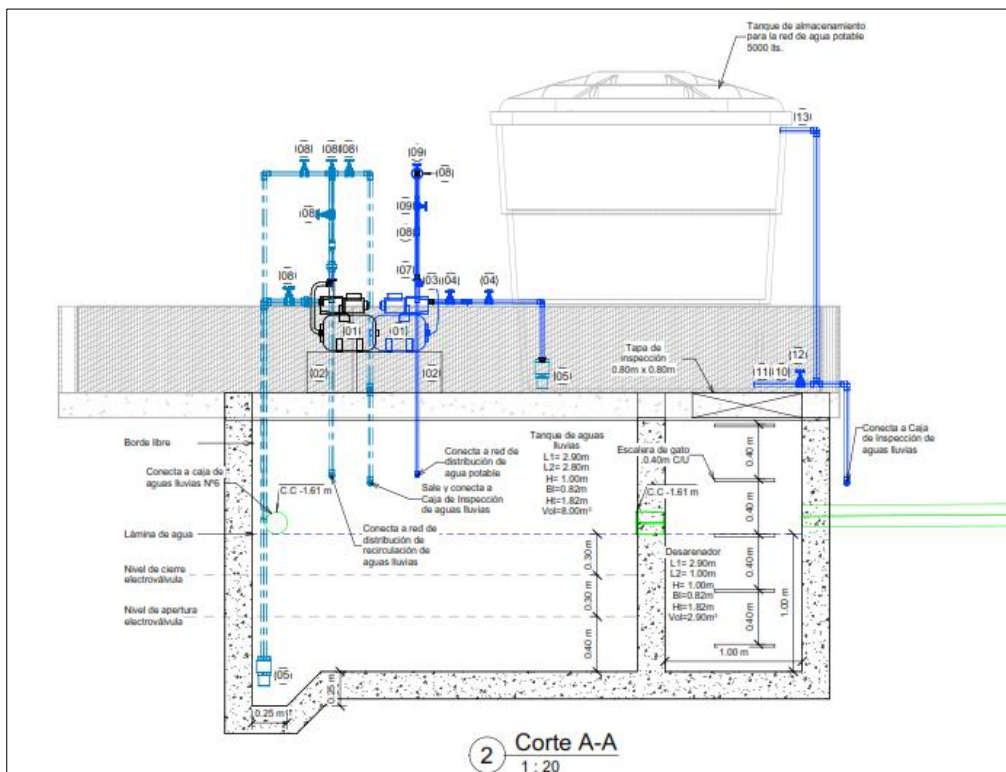
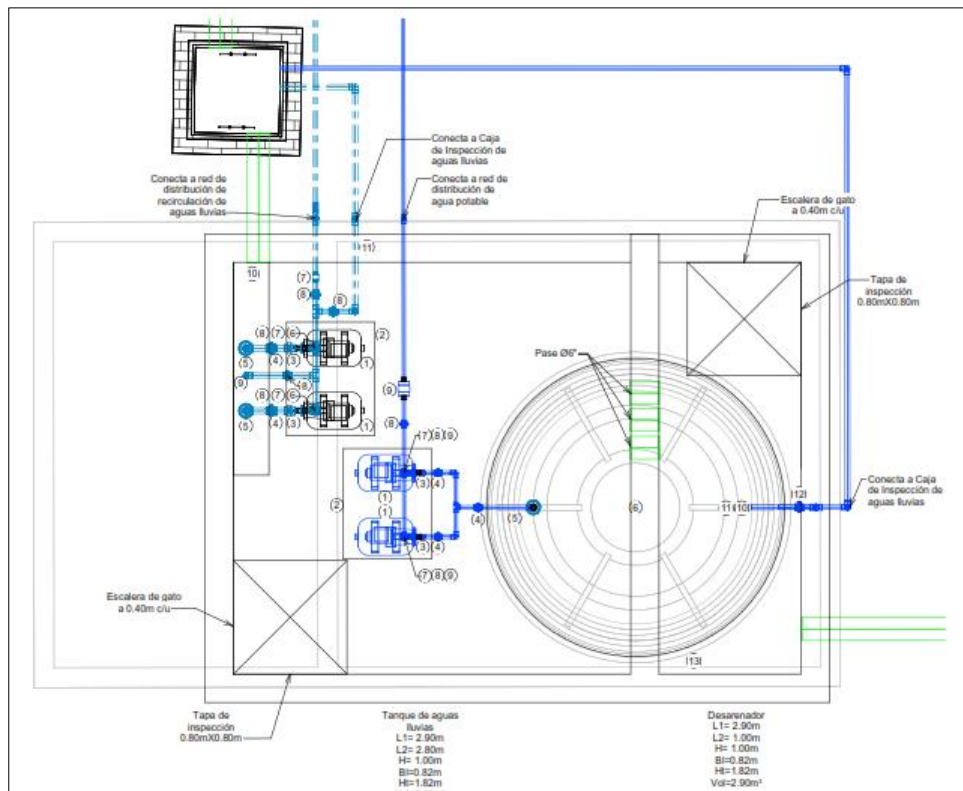


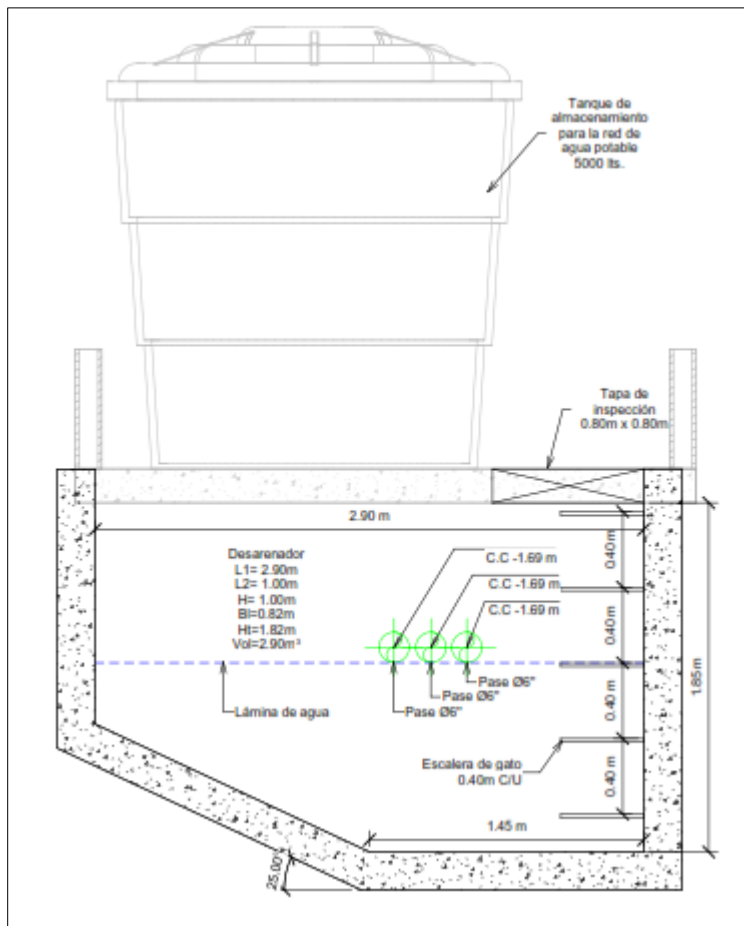
Gráfica 6.1. Localización de la estructura a evaluar.

Fuente. Indicada

6.2. Descripción estructural del tanque de aguas lluvias.

La estructura a diseñar, corresponde a un tanque de almacenamiento y tratamiento de aguas lluvia con una altura interna de 1.82 m, el cual tiene una cámara para almacenamiento de aproximadamente 8 m3 y un desarenador con un volumen de 2.92 m3, donde las mismas tendrán un acceso desde el nivel 0 con una escalera de gato de pasos distanciados cada 0.40 m. En la placa superior se apoyará un tanque de almacenamiento de agua potable de 5000 Ltr. Adentro del tanque el especialista hidrosanitario propone manejar una lámina de agua de 1 m de altura, sin embargo, con el propósito de evaluar de manera conservadora, se evalúa en condición vacía y totalmente llena. A continuación, se muestran su geometría.





Gráfica 6.4. Corte transversal desarenador.
Fuente. Planos hidrosanitarios AMV.

6.3. Especificaciones de materiales

Los materiales con los que se realiza el presente estudio y los cuales deben corresponder a los que se utilizarán en la construcción de la obra son:

- **CONCRETOS:**

- Simple: $F'c=140\text{kg/cm}^2$ (14.0MPa)
- Muros perimetrales y centrales $F'c=280\text{kg/cm}^2$ (28.0MPa)
- Placa superior e inferior $F'c=280\text{kg/cm}^2$ (28.0MPa)

- **ACERO DE REFUERZO:**

- Acero corrugado: $Fy=4200\text{kg/cm}^2$ (420.0MPa)

6.4. Niveles

Nivel Contrapiso = N- 2.32m
Nivel superior = N+0.00m

6.5. Características de la cimentación y del suelo.

Las características de cimentación de la estructura a diseñar en el presente informe, corresponde especialmente a una placa de contrapiso la cual transmitirá las cargas al suelo, tanto del peso propio, las cargas transitorias y dinámicas, sin embargo, bajo la misma se propone un solado de aproximadamente 10 cm, para garantizar un apoyo rígido, homogéneo y que distribuya las cargas al suelo equitativamente, adicionalmente que sirve como mejoramiento del mismo.

Descripción	Valor
γ_{relleno}	1.90 Ton/m ³
ϕ_{relleno}	30°
Coeficiente de presión de tierras en reposo (k_o)	0.50
Coeficiente de presión de tierras activo (k_a)	0.33
Capacidad portante Admisible	10.00 Ton/m ²
Módulo de reacción de la subrasante (k_s)	981.2 Ton/m ³
Aa	0.15
Av	0.20
Perfil de suelo	E
F_a	2.10
F_v	3.35

Tabla 6.1. Parámetros geotécnicos y sísmicos
Fuente. Elaboración Propia.

6.6. Criterio de diseño

De acuerdo con la **NORMA COLOMBIANA DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN SISMO RESISTENTE NSR-10**, la estructura aquí diseñada, es capaz de resistir temblores pequeños sin daño, temblores moderados sin daño estructural, pero con algún daño en los elementos no estructurales, y un temblor fuerte sin colapso, ni pérdida de vidas humanas.

7. PROPIEDADES DE LA ESTRUCTURA

Las propiedades de los materiales de los elementos estructurales para el presente diseño corresponden a una resistencia a la compresión con $f'c=28$ MPa (4000 psi) del concreto para los muros y losas, igualmente se define las propiedades del acero de refuerzo que deberá tener como mínimo un $F_y= 4200$ Mpa (60000 psi).

El módulo de elasticidad a utilizar para el presente proyecto y asegurar su cumplimiento es de $3900\sqrt{f'c}$.

8. CARGAS

8.1. Cargas muertas y vivas de diseño

Las cargas muertas, son calculadas de acuerdo con el peso propio de todos los elementos considerados a partir de la masa de los materiales siguiendo los valores mínimos de densidades establecidos en el Capítulo B.3 y las cargas sobrepuestas del tanque de agua potable de 5000 Ltr para un total de 5 Ton/m.

Carga	Valor
Concreto reforzado de densidad normal	2.40 Ton/m ³
Acero	7.85 Ton/m ³

Tabla 8.1. Peso específico de los materiales utilizados
Fuente. Elaboración Propia

En este caso como se contemplará una carga sobrepuesta de 5 ton/m por acción del tanque de agua potable, no se considera una carga viva, ya que la asumida supera ampliamente cualquier carga en el Capítulo B.4 de la normativa NSR-10.

8.2. Carga debido al empuje horizontal del suelo

El cálculo de la carga genera por el empuje de tierras horizontal, donde se determinó con base en los parámetros geotécnicos para una condición de presión de tierras en estado en reposo, aplicando cargas variables entre 0.00 Ton/m^2 en la cresta del muro lateral del tanque de almacenamiento de aguas lluvia hasta la carga en la base que se indica a continuación, se debe tener en cuenta que se considera relleno convencional.

$$\gamma_{\text{relleno}} * K_o * h * 1m = PEH$$

$$1.90 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 0.50 * 2.32m * 1m = 2.00 \text{ Ton/m} - \text{Sección longitudinal y transversal muro derecho}$$

$$1.90 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 0.50 * 2.57m * 1m = 2.44 \text{ Ton/m} - \text{Sección longitudinal muro izquierdo}$$

$$1.90 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 0.50 * 1.64m * 1m = 1.56 \text{ Ton/m} - \text{Sección transversal muro izquierdo}$$

Dónde,

- PEH , Presión lateral en la base de los muros laterales de las estructuras de drenaje.
- γ_R , Peso unitario del material de relleno.
- k , coeficiente de presión de tierras.

El cálculo detallado de la carga aplicada por este concepto, se encuentra en las memorias de cálculo, anexas al presente.

8.3. Carga debido al empuje lateral y vertical del agua

Teniendo en cuenta que la estructura contemplada corresponde a un tanque de almacenamiento, se debe contemplar la presión lateral del agua, tanto vertical como horizontal en la zona interna de las estructuras, por lo tanto, se contempla las cargas como si la estructura estuviera totalmente llena, de la siguiente manera:

$$\gamma_{\text{agua}} * h_{\text{alcantarilla}} * 1m = WA$$

$$1.00 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 1.82m * 1m = 1.82 \text{ Ton/m} - \text{Sección longitudinal y transversal muro derecho}$$

$$1.00 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 2.07m * 1m = 2.07 \text{ Ton/m} - \text{Sección longitudinal muro izquierdo}$$

$$1.00 \frac{\text{ton}}{\text{m}^3} * 1.14m * 1m = 1.14 \text{ Ton/m} - \text{Sección transversal muro izquierdo}$$

8.4. Carga debido al empuje lateral del agua, nivel freático.

Con respecto a lo informado en el estudio de suelos, se observa que en la exploración no hay presencia de nivel freático, por tal razón en el presente estudio no se contempla este efecto.

8.5. Parámetros y fuerzas sísmicas

Para tener en cuenta los efectos del cálculo de las fuerzas sísmicas, se toman en cuenta los siguientes parámetros de acuerdo con lo establecido en la NSR-10:

PROYECTO:

TANQUE DE ALMACENAMIENTO SAN JUAN DE AI

LOCALIZACIÓN:

SAN JUAN DE ARAMA - META

ZONA DE AMENAZA SÍSMICA:

INTERMEDIA

Parametros Sísmicos de Diseño

Espectro de aceleraciones:

NSR-10

Coefficientes para:

CURVA DE DISEÑO

Zona de microzonificacion

Grupo de Uso:

Coeficiente de Aceleración Pico Efectiva (Aa):

Coeficiente de Velocidad Pico Efectiva (Av):

Tipo de Suelo:

Coeficiente de ampliación (Fa):

Coeficiente de ampliación (Fv):

Coeficiente de Importancia (I):

Periodo Fundamental Aproximado de diseño (Ta) (A.4.2.2)

h[m]	2.32	(Est. Suelos)
Ct	0.045	
α	0.750	

h:

Altura de la estructura

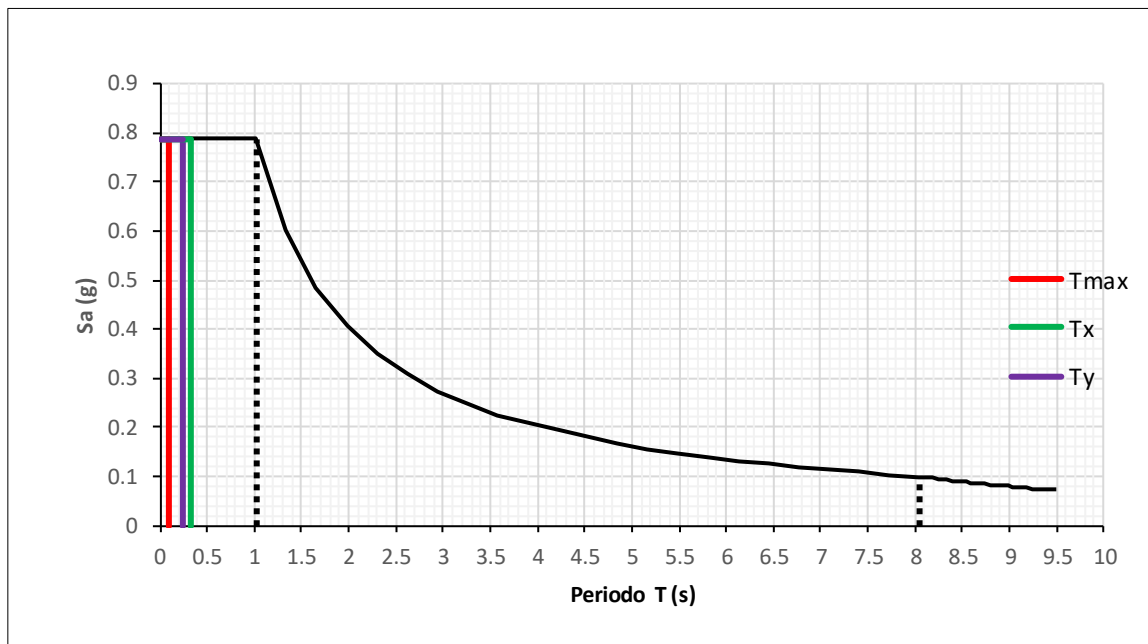
Ta:

Periodo Fundamental Aproximado

I	(NSR-10 A.2.5)
0.15	(Estudio de Suelos)
0.20	(Estudio de Suelos)
E	(Estudio de Suelos)
2.10	(NSR-10 Tabla A.2.4-3)
3.35	(NSR-10 Tabla A.2.4-3)
1.00	(NSR-10 Tabla A.2.5-1)

(Est. Suelos)

Gráfica 8.1. Parámetros sísmicos.
Fuente. Elaboración Propia.



Gráfica 8.2. Espectro de aceleración de la estructura.
Fuente. Elaboración Propia.

Las fuerzas sísmicas fueron calculadas por el Método de análisis espectral, como es establecido en el capítulo A.5 de la normativa NSR-10, donde se distribuyeron en proporción a la masa del entrepiso, de manera automática. Para el mismo análisis sísmico se evaluará las fuerzas implicadas como la presión convectiva e impulsiva y las derivas de la misma en el sentido longitudinal como transversal de la estructura.

8.6. Combinaciones carga

De acuerdo a la NSR-10, se presentan las combinaciones de carga exigidas, las cuales se solicitan en el Numeral B.2.4 (Combinaciones Generales), A.3.3.9 (Elementos Frailes), C.21.3.3.B (Combinaciones para cortante y A.3.6.13 (Aceleraciones verticales), las cuales serán utilizadas para realizar el respectivo diseño según sea el caso de análisis del modelo.

$1.4(D + F)$	(B.2.4-1)
$1.2(D + F + T) + 1.6(L + H) + 0.5(L_T \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-2)
$1.2D + 1.6(L_T \text{ ó } G \text{ ó } L_e) + (L \text{ ó } 0.8W)$	(B.2.4-3)
$1.2D + 1.6W + 1.0L + 0.5(L_T \text{ ó } G \text{ ó } L_e)$	(B.2.4-4)
$1.2D + 1.0E + 1.0L$	(B.2.4-5)
$0.9D + 1.6W + 1.6H$	(B.2.4-6)
$0.9D + 1.0E + 1.6H$	(B.2.4-7)

Tabla 8.2. Combinaciones generales.
Fuente. NSR-10.

9. CHEQUEO DE IRREGULARIDADES Y DEFINICIÓN RO Y R

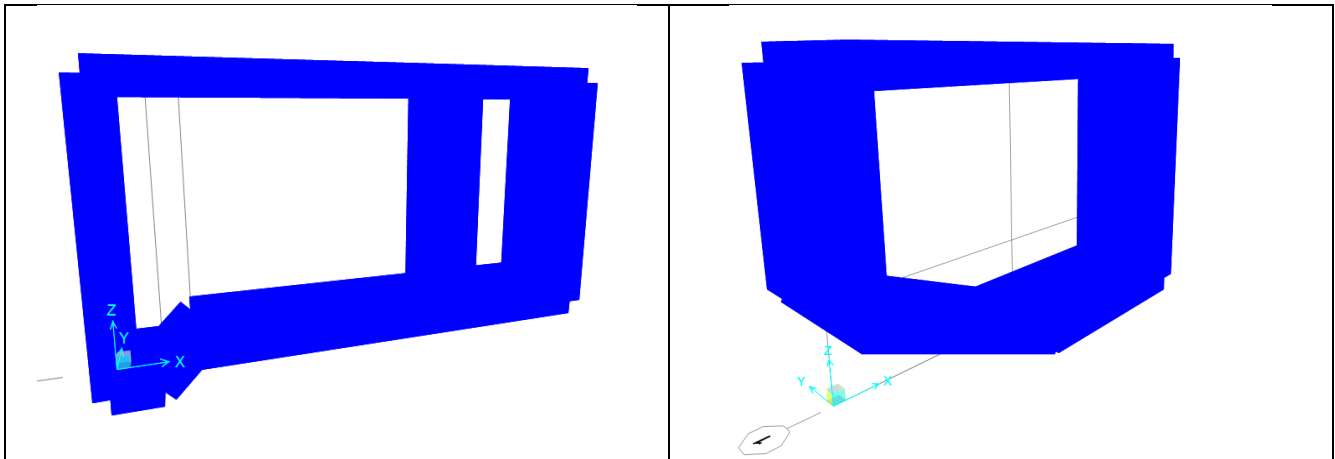
La capacidad de disipación de energía moderada requerida se determina mediante el sistema estructural escogido, en este caso corresponde al sistema estructural de tanques (DM0) en una zona de amenaza sísmica media y una estructura de 2.32 m de altura, por tanto, mediante la “Tabla A-1.3-1 Sistema estructural de “tanques, contenedores de líquidos y gases a presión, apoyados sobre columnas arriostradas, con diagonales, o no” referenciada de la NSR-10, se escoge el resaltado en color naranja.

Tipo de estructura	Valor de R_0
Tanques, contenedores de líquidos y gases a presión, apoyados sobre columnas arriostradas, con diagonales, o no	2.0
Silos y chimeneas de concreto reforzado vaciado en sitio, cuyas paredes son continuas hasta la fundación	3.5
Estructuras en forma de torre cuya masa está distribuida en la altura, tales como chimeneas, silos y tanques, cuyos apoyos consisten en faldones.	3.0
Torres en celosía, autoportantes o con templetes, chimeneas y torres con templetes.	3.0
Estructuras de tipo péndulo invertido	2.0
Tolvas sobre columnas, con o sin contravientos.	3.0
Torres de enfriamiento	3.5
Torres o anaqueles de almacenamiento	3.0
Avisos y vallas publicitarias	3.5
Monumentos y estructuras de parques de diversión	2.0
Otras estructuras autoportantes, no incluidas anteriormente	3.0

Tabla 9.1. Tipo de sistema estructural.
Fuente. NSR-10

10. ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL

Teniendo en cuenta, los datos suministrados en los numerales anteriores, se procede a modelar y analizar tridimensionalmente el modelo de la estructura, mediante el software de diseño de estructuras SAP 2000.



Gráfica 10.1. Modelo tridimensional
Fuente. Software ETABS

Mediante un proceso interactivo se crea la estructura con lo cual se define la geometría y conformación de la estructura. El programa calcula inicialmente la matriz de rigidez, considerando deformaciones axiales y de corte, y a partir de ella, obtiene las deformaciones, reacciones y solicitaciones para el correspondiente diseño (se tienen en cuenta los efectos de segundo orden geométricos).

Para el análisis inicial se utiliza el movimiento sísmico de diseño cuyas fuerzas no se dividen por el coeficiente R de capacidad de disipación de energía. Este primer resultado del análisis estructural permite evaluar la magnitud de los desplazamientos y a partir de ellos las derivas correspondientes. Una vez se verifica que la estructura cumple con los requisitos de control de la deriva que se transcriben más adelante, se procede al diseño de los elementos estructurales, utilizando el Método de Factores de Carga y Resistencia, de conformidad con lo establecido en la norma NSR-10. Para ello se tienen en cuenta los efectos causados por el sismo de diseño. La fuerza sísmica se divide por el coeficiente de reducción de capacidad de disipación de energía R.

El diseño se realiza de acuerdo con los requisitos propios del sistema estructural de resistencia sísmica y del material estructural utilizado, para los valores de carga más desfavorables obtenidos de las combinaciones de carga señaladas en el numeral 8. Adicionalmente, los despieces se realizan teniendo en cuenta los requisitos del Título C de la NSR-10, de acuerdo con el grado de capacidad de disipación de energía de la estructura.

Por último, se realiza la verificación de las cargas a la cimentación y el diseño de la cimentación, que en este caso es una placa de contrapiso, este diseño se desarrolla, mediante las hojas de cálculo, donde se verifican la carga axial, momentos a flexión y fuerzas cortantes. Los detalles de los diseños se pueden observar en los panos

11. CHEQUEO DE DERIVAS (DERIVA MÁXIMA)

De acuerdo con el título A.6.4.1 “La deriva máxima para cualquier piso determinada de acuerdo con el procedimiento de A.6.3.1, no puede exceder los límites establecidos en la tabla A.6.4-1, en la cual la deriva máxima se expresa como un porcentaje de la altura de piso h_{pi} .”

Tabla A.6.4-1
Derivas máximas como porcentaje de h_{pi}

Estructuras de:	Deriva máxima
concreto reforzado, metálicas, de madera, y de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.2	1.0% ($\Delta_{max}^i \leq 0.010 h_{pi}$)
de mampostería que cumplen los requisitos de A.6.4.2.3	0.5% ($\Delta_{max}^i \leq 0.005 h_{pi}$)

Tabla 11.1. Derivas máximas permitidas
Fuente. NSR-10

Una vez analizado el modelo, se verificaron las derivas, en el cual se verifica que cumple con lo establecido en la NSR-10. La máxima deriva obtenida en sentido X es de 0.023% y en la máxima deriva obtenida en sentido es de 0.019% menor al 1% de la altura del piso.

12. CHEQUEO DE DERIVAS (DERIVA MÁXIMA)

Dado que la estructura será localizada en una zona donde se presentan unas condiciones agresivas para los materiales, especialmente el acero se recomienda lo siguiente:

- Al realizar la fundida de los elementos, se recomienda seguir a cabalidad el proceso constructivo de las especificaciones técnicas del concreto, evitando la porosidad en el mismo con el fin de no dejar expuesto el acero de refuerzo, por tal razón debe ser vibrado con excelencia y tener características de un concreto compacto.
- Se recomienda que, una vez fundida la estructura, generar una capa con impermeabilizante, con el fin de evitar posibles filtraciones en los materiales que componen la estructura.

Se considera un concreto de 28 MPa, con el fin de garantizar la durabilidad de la estructura, debido a la relación agua-cemento de su dosificación, lo anterior considerando las condiciones climáticas de la zona y su particularidad de estructura ambiental.

Por último, para la cimentación, se recomienda proteger todas las caras en contacto con el suelo, con una capa de concreto simple.



**PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA**



Este documento es controlado,
por lo cual
NO SE PERMITEN
modificaciones de forma y
SOLO de contenido

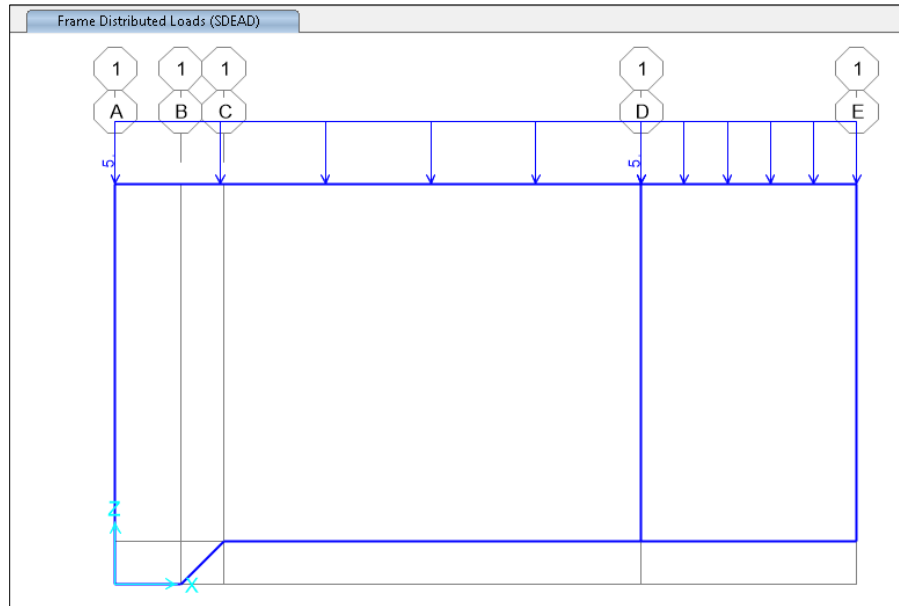
ANEXO 1 ASIGNACIÓN DE CARGAS

Contiene:

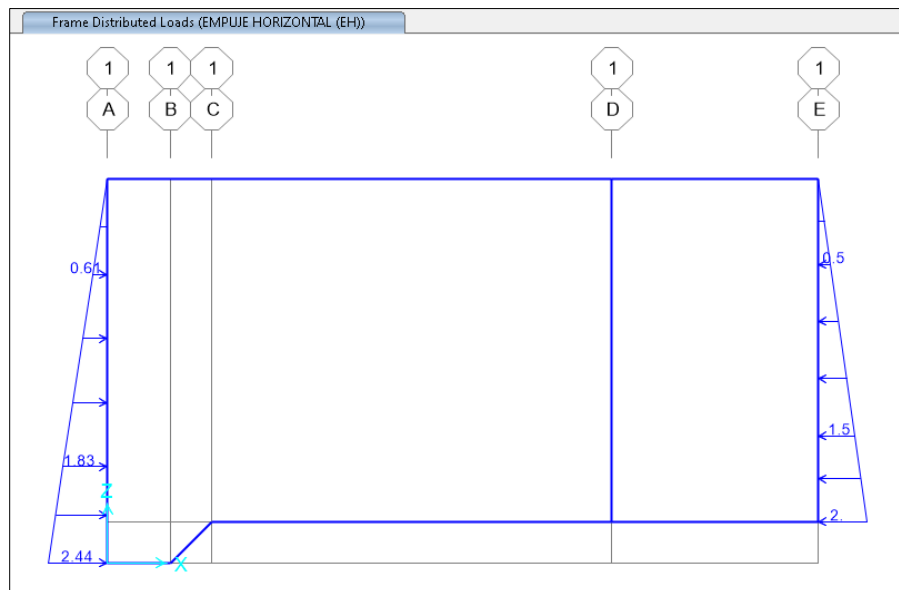
1. Asignación de cargas a la estructura.

ASIGNACIÓN DE CARGAS - LONGITUDINAL

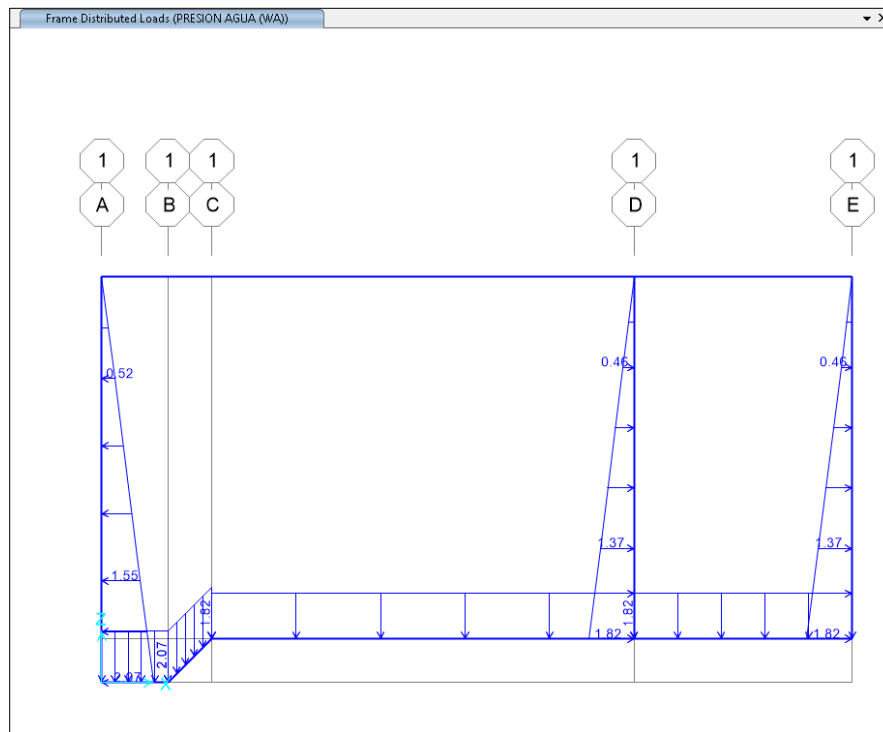
1. CARGA SOBRE IMPUESTA PRODUCTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE POTABLE.



2. EMPUJE LATERAL DEL SUELO

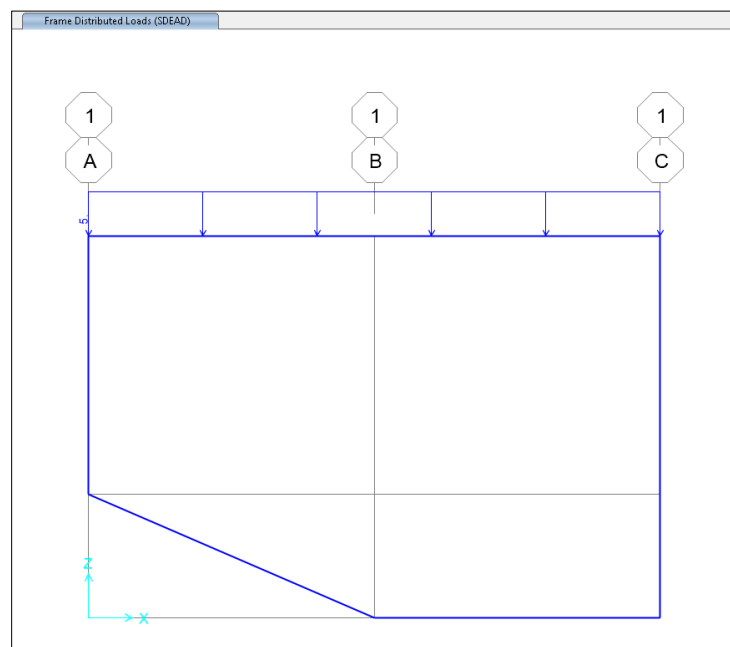


3. PRESIÓN DEL AGUA

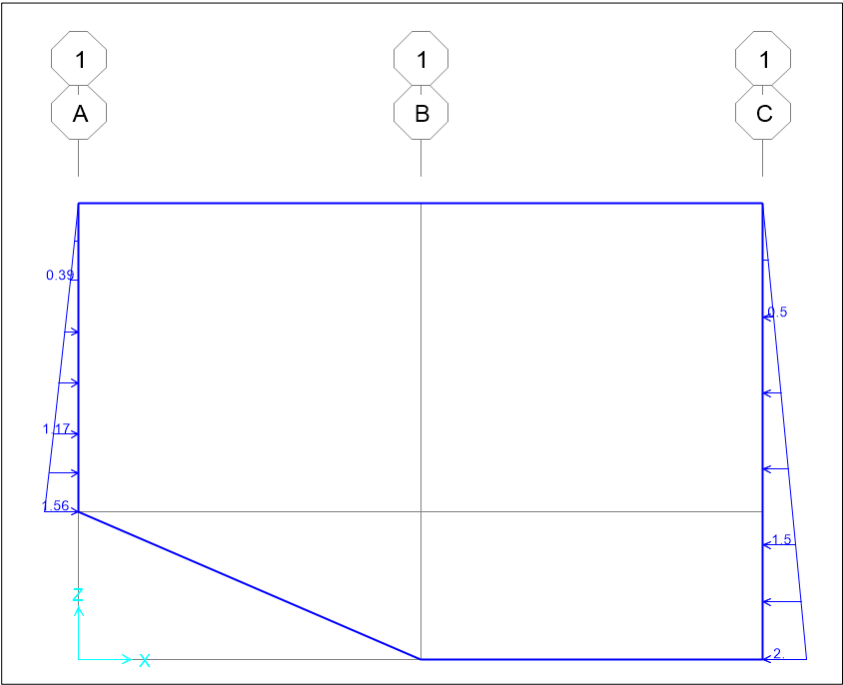


ASIGNACIÓN DE CARGAS - TRANSVERSAL

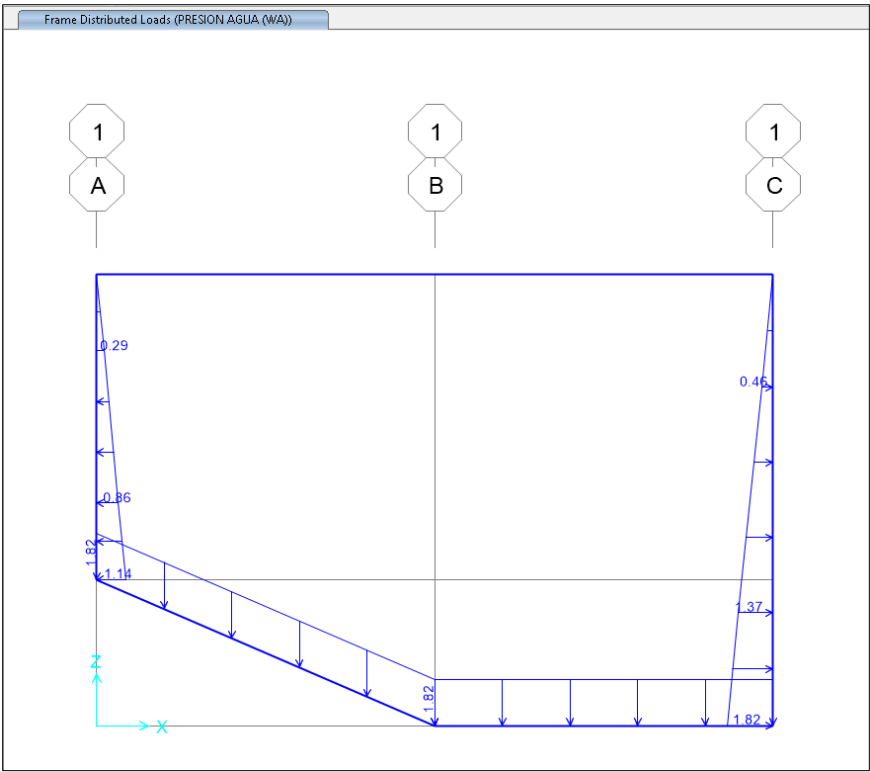
1. CARGA SOBRE IMPUESTA PRODUCTO DEL TANQUE DE ALMACENAMIENTO DE POTABLE.



2. EMPUJE LATERAL DEL SUELO



3. PRESIÓN DEL AGUA



ASIGNACIÓN DE CARGA DINÁMICA

Colombia NSR-10 Function Definition

Function Name

SAN JUAN DE ARAMA

Function Damping Ratio

0.05

Parameters

Effective Peak Acceleration, Aa

0.15

Effective Peak Velocity, Av

0.2

Reduced Effective Peak Acceleration, Ae

0.06

Eff. Peak Accel. for Damage Threshold, Ad

0.03

Group of Use

Group 1

Amplification Factor for Acceleration, Fa

2.1

Amplification Factor for Velocity, Fv

3.35

Convert to User Defined

Define Function

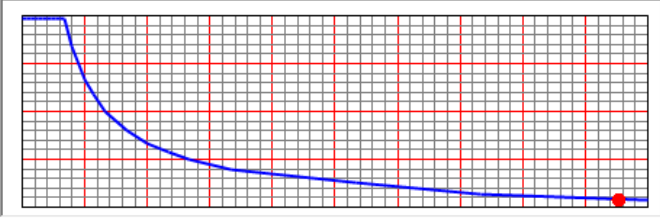
Period	Acceleration
0.	0.7875
0.1	0.7875
0.2	0.7875
0.3	0.7875
0.4	0.7875
0.5	0.7875
0.6	0.7875
0.7	0.7875
0.8	0.7875
0.9	0.7875
1.	0.7875
1.2	0.67
1.5	0.536
1.7	0.4729

Add

Modify

Delete

Function Graph



Display Graph

(14.3019 , 0.033)

OK

Cancel



**PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA**



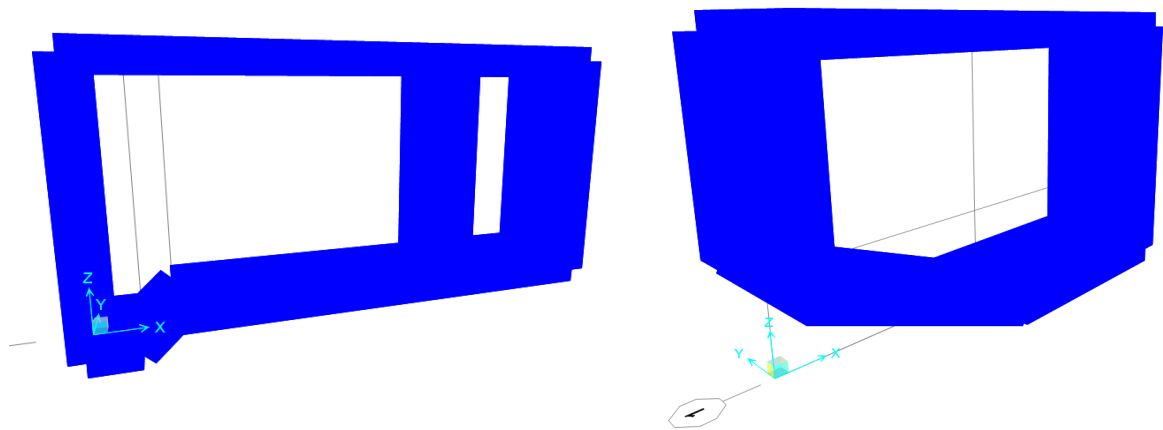
Este documento es controlado,
por lo cual
NO SE PERMITEN
modificaciones de forma y
SOLO de contenido

ANEXO 2 COMBINACIONES DE CARGA Y MODELACIÓN

Contiene:

1. Combinaciones de carga aplicadas a la estructura.
2. Modelación transversal y longitudinal 3D.

MODELACIÓN DE LA ESTRUCTURA



3.3 COMBINACIONES DE CARGA

- D = carga Muerta

F = cargas debidas al peso y presión de fluidos

T = fuerzas y efectos causados por efectos acumulados de variación de temperatura

L1 = cargas vivas debidas al uso y ocupación de la edificación < 480 Kg/m2

B.2.4.2.2 — Se permite reducir a 0.5 el factor de carga de carga viva, L, en las combinaciones B.2.4-3 , B.2.4-4 y B.2.4-5, excepto para estacionamientos, áreas ocupadas como lugares de reunión pública y en todas las áreas donde L0 sea superior a 4.8 kN/m2.

L2 = cargas vivas debidas al uso y ocupación de la edificación > 480 Kg/m2

H = cargas debidas al empuje lateral del suelo

Lr = carga viva sobre la cubierta.

G = carga debida al granizo

Le = carga de empozamiento de agua.

W = Carga de viento

E = fuerzas sísmicas reducidas de diseño (E = Fs /R)

Ωo= coeficiente de sobrerresistencia,

Ro= R básico definido para cada sistema estructural

R = coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño

Rx = Ro*φax*φpx*φrx

Ry = Ro*φay*φpy*φry
- SI aplica

SI aplica

NO aplica

NO aplica

NO aplica

NO aplica

NO aplica

NO aplica

NO aplica

NO aplica

NO aplica

NO aplica

		D	F	T	L1	L2	H	Lr	G	Le	W	Ex	Ey	DISEÑO DE VIGAS, COLUMNAS Y PANTALLAS	DISEÑO DE COLUMNAS CON EFECTOS ORTOGONALES	VERIFICACION DEL CORTANTE EN VIGAS DE PORTICOS	VERIFICACION DEL CORTANTE EN COLUMNAS DE PORTICOS
C1	B.2.4-1	1.4	1.4											X	X		
C2	B.2.4-2	1.2	1.4				1.6							X	X		
C3	B.2.4-3	1.2	1.2				1.6	1.6						X	X		
C4	B.2.4-4	1.2	1.2				1.6							X	X		
C5	B.2.4-5	1.2	1.2				1.6					1.0/R		X			
C6	B.2.4-5	1.2	1.2				1.6						1.0/R	X			
C7	B.2.4-6	0.9					1.6							X	X		
C8	B.2.4-7	0.9					1.6					1.0/R		X			
C9	B.2.4-7	0.9					1.6						1.0/R	X			
C10	A.3.6.3	1.2					1.6					1.0/R	0.3/R		X		

C11	A.3.6.3	1.2				1.6					1.0/R	- 0.3/R		X		
C12	A.3.6.3	1.2				1.6					0.3/R	1.0/R		X		
C13	A.3.6.3	1.2				1.6					0.3/R	- 1.0/R		X		
C14	A.3.6.3	0.9				1.6					1.0/R	0.3/R		X		
C15	A.3.6.3	0.9				1.6					1.0/R	- 0.3/R		X		
C16	A.3.6.3	0.9				1.6					0.3/R	1.0/R		X		
C17	A.3.6.3	0.9				1.6					0.3/R	- 1.0/R		X		
C18	c.21.3.3.1	1.2				1.6					2*1.0/R				X	
C19	c.21.3.3.1	1.2				1.6						2*1.0/R			X	
C20	c.21.3.3.1	0.9				1.6					2*1.0/R				X	
C21	c.21.3.3.1	0.9				1.6						2*1.0/R			X	
C22	c.21.3.3.2	1.2+q				1.6					$\Omega^*1.0/R$	$\Omega^*0.3/R$				X
C23	c.21.3.3.2	1.2+q				1.6					$\Omega^*1.0/R$	- $\Omega^*0.3/R$				X
C24	c.21.3.3.2	1.2+q				1.6					$\Omega^*0.3/R$	$\Omega^*1.0/R$				X
C25	c.21.3.3.2	1.2+q				1.6					- $\Omega^*0.3/R$	$\Omega^*1.0/R$				X
C26	c.21.3.3.2	0.9+q				1.6					$\Omega^*1.0/R$	$\Omega^*0.3/R$				X
C27	c.21.3.3.2	0.9+q				1.6					$\Omega^*1.0/R$	- $\Omega^*0.3/R$				X
C28	c.21.3.3.2	0.9+q				1.6					$\Omega^*0.3/R$	$\Omega^*1.0/R$				X
C29	c.21.3.3.2	0.9+q				1.6					- $\Omega^*0.3/R$	$\Omega^*1.0/R$				X
C30	c.21.3.3.2	1.2-q				1.6					$\Omega^*1.0/R$	$\Omega^*0.3/R$				X
C31	c.21.3.3.2	1.2-q				1.6					$\Omega^*1.0/R$	- $\Omega^*0.3/R$				X
C32	c.21.3.3.2	1.2-q				1.6					$\Omega^*0.3/R$	$\Omega^*1.0/R$				X
C33	c.21.3.3.2	1.2-q				1.6					- $\Omega^*0.3/R$	$\Omega^*1.0/R$				X
C34	c.21.3.3.2	0.9-q				1.6					$\Omega^*1.0/R$	$\Omega^*0.3/R$				X
C35	c.21.3.3.2	0.9-q				1.6					$\Omega^*1.0/R$	- $\Omega^*0.3/R$				X
C36	c.21.3.3.2	0.9-q				1.6					$\Omega^*0.3/R$	$\Omega^*1.0/R$				X
C37	c.21.3.3.2	0.9-q				1.6					- $\Omega^*0.3/R$	$\Omega^*1.0/R$				X

A.3.3.9 — USO DEL COEFICIENTE DE SOBRERRESISTENCIA Ω_0 — Cuando los requisitos para el material estructural y el grado de disipación de energía requieren que los elementos frágiles o las conexiones entre elementos se diseñen para fuerzas sísmicas, E , amplificadas por el coeficiente de sobrerresistencia, Ω_0 , éste debe emplearse de la siguiente manera para obtener las fuerzas de diseño que incluyen los efectos sísmicos:

$$E = \frac{\Omega_0 F_s}{R} \pm 0.5 A_a F_a D \quad (\text{A.3.3-2})$$

Donde F_s corresponde a las fuerzas sísmicas obtenidas del análisis, R es el coeficiente de capacidad de disipación de energía correspondiente al sistema estructural de resistencia sísmica $R = \phi_a \phi_p \phi_r R_0$, y D corresponde a la carga muerta que actúa sobre el elemento tal como se define en el Título B del Reglamento y el signo de la parte derecha de la ecuación es el que conduce al mayor valor de E , dependiendo del signo de F_s .

3.3 COMBINACIONES DE CARGA

INFORMACION DEL PROYECTO

	Aa=	0.15	Fa=	2.10	q=0.5AaFa	0.16
TABLA A.3-2	Ro=	2.0	Ωo=	2.0		
	φax =	1.00	φpx =	1.00	Rx =	2.0
	φay =	1.00	φpy =	1.00	Ry =	2.0

E = fuerzas sísmicas reducidas de diseño ($E = F_s R$)

Ro = R básico definido para cada sistema estructural

R = coeficiente de capacidad de disipación de energía para ser empleado en el diseño

$$R_x = R_o \cdot \phi_{ax} \cdot \phi_{px} \cdot \phi_{rx}$$

$$R_y = R_o \cdot \phi_{ay} \cdot \phi_{py} \cdot \phi_{ry}$$

		D	F	T	L1	L2	H	Lr	G	Le	W	Ex	Ey	<div> <div> DISEÑO DE VIGAS Y PANTALLAS </div> <div> DISEÑO DE COLUMNAS </div> <div> VERIFICACION DEL CORTANTE EN VIGAS DE PORTICOS </div> <div> VERIFICACION DEL CORTANTE EN COLUMNAS DE PORTICOS </div> </div>			
C01	B.2.4-1	1.4	1.4											X	X		
C02	B.2.4-2	1.2	1.4				1.6							X	X		
C03	B.2.4-3	1.2	1.2				1.6							X	X		
C04	B.2.4-4	1.2	1.2				1.6							X	X		
C05	B.2.4-5	1.2	1.2				1.6					0.50		X			
C06	B.2.4-5	1.2	1.2				1.6						0.50	X			
C07	B.2.4-6	0.9					1.6							X	X		
C08	B.2.4-7	0.9					1.6					0.50		X			
C09	B.2.4-7	0.9					1.6						0.50	X			
C10	A.3.6.3	1.2					1.6					0.50	0.15		X		
C11	A.3.6.3	1.2					1.6					0.50	-0.15		X		
C12	A.3.6.3	1.2					1.6					0.15	0.50		X		
C13	A.3.6.3	1.2					1.6					0.15	-0.50		X		
C14	A.3.6.3	0.9					1.6					0.50	0.15		X		
C15	A.3.6.3	0.9					1.6					0.50	-0.15		X		
C16	A.3.6.3	0.9					1.6					0.15	0.50		X		
C17	A.3.6.3	0.9					1.6					0.15	-0.50		X		
C18	c.21.3.3.1	1.2					1.6					1.00				X	
C19	c.21.3.3.1	1.2					1.6						1.00			X	
C20	c.21.3.3.1	0.9					1.6					1.00				X	
C21	c.21.3.3.1	0.9					1.6						1.00			X	
C22	c.21.3.3.2	1.36					1.6					1.00	0.30				X
C23	c.21.3.3.2	1.36					1.6					1.00	-0.30				X
C24	c.21.3.3.2	1.36					1.6					0.30	1.00				X
C25	c.21.3.3.2	1.36					1.6					-0.30	1.00				X
C26	c.21.3.3.2	1.06					1.6					1.00	0.30				X
C27	c.21.3.3.2	1.06					1.6					1.00	-0.30				X
C28	c.21.3.3.2	1.06					1.6					0.30	1.00				X
C29	c.21.3.3.2	1.06					1.6					-0.30	1.00				X
C30	c.21.3.3.2	1.04					1.6					1.00	0.30				X
C31	c.21.3.3.2	1.04					1.6					1.00	-0.30				X
C32	c.21.3.3.2	1.04					1.6					0.30	1.00				X
C33	c.21.3.3.2	1.04					1.6					-0.30	1.00				X

C34	c.21.3.3.2	0.74					1.6					1.00	0.30				X
C35	c.21.3.3.2	0.74					1.6					1.00	-0.30				X
C36	c.21.3.3.2	0.74					1.6					0.30	1.00				X
C37	c.21.3.3.2	0.74					1.6					-0.30	1.00				X



**PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA**



Este documento es controlado,
por lo cual
NO SE PERMITEN
modificaciones de forma y
SOLO de contenido

ANEXO 3 ANÁLISIS SÍSMICO

Contiene:

1. Parámetros de sitio y del sistema estructural.
2. Espectro dinámico de diseño.

ANALISIS DINAMICO ELASTICO

PROYECTO: TANQUE DE ALMACENAMIENTO SAN JUAN DE ARAM

LOCALIZACIÓN: SAN JUAN DE ARAMA - META

ZONA DE AMENAZA SÍSMICA: INTERMEDIA

Parametros Sísmicos de Diseño

Espectro de aceleraciones:

Coeficientes para: CURVA DE DISEÑO

Zona de microzonificación

Grupo de Uso:

Coeficiente de Aceleración Pico Efectiva (Aa):

Coeficiente de Velocidad Pico Efectiva (A_v):

Tipo de Suelo:

Coeficiente de ampliación (Fa):

Coeficiente de ampliación (F_v):

Coeficiente de Importancia (I):

	(Est. Suelos)
I	(NSR-10 A.2.5)
0.15	(Estudio de Suelos)
0.20	(Estudio de Suelos)
E	(Estudio de Suelos)
2.10	(NSR-10 Tabla A.2.4-3)
3.35	(NSR-10 Tabla A.2.4-3)
1.00	(NSR-10 Tabla A.2.5-1)

Periodo Fundamental Aproximado de diseño (Ta) (A.4.2.2)

h[m]	2.32
Ct	0.045
α	0.750

h: Altura de la estructura
Ta: Periodo Fundamental Aproximado

$$Ta = Cth^{\alpha} \longrightarrow \begin{array}{|c|c|} \hline Ta & 0.08 \\ \hline \end{array}$$

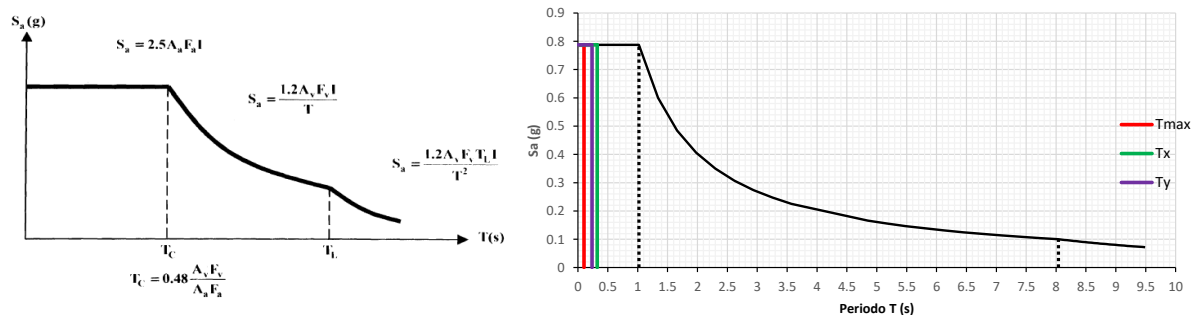
Cu = 1.75 - 1.2AvFv **→**

Cu	1.20
-----------	-------------

Límite del periodo Fundamental de la Edificación (A.4.2-2)

$CuTa = T_{max} \longrightarrow T_{m\acute{a}x} = 0.10 \longrightarrow S_{a_{m\acute{i}nimo}} = 0.788$

ESPECTRO DE DISEÑO



Máxima Aceleración Horizontal de Diseño (S_a)

To	0.21
Tc	1.02
Tl	8.04

Sax	0.788
Say	0.788

Sax	0.788
Say	0.788

SISTEMA ESTRUCTURAL

2.b. A.3.2.1.1 — Sistema de muros de carga

SENTIDO X: Muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)
SENTIDO Y: Muros de concreto con capacidad moderada de disipación de energía (DMO)

Coefficiente Básico de Disipación de Energía (R_o)

Sentido X		Sentido Y	
R_{ox}	1.50	R_{oy}	1.50

CONFIGURACIÓN ESTRUCTURAL DE LA EDIFICACIÓN (A.3.3)

IRREGULARIDADES EN PLANTA		Evaluación	Φ_p
1aP	Irregularidad Torsional	NO	0.90
1bP	Irregularidad Torsional Extrema	NO	0.80
2P	Retrocesos Excesivos en las Esquinas	NO	0.90
3P	Irregularidad del Diafragma	NO	0.90
4P	Desplazamientos de los Planos de Acción de Elementos Verticales	NO	0.80
5P	Sistemas No Paralelos	NO	0.90

Coefficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidades en planta Φ_p

Φ_p 1.00

IRREGULARIDADES EN ALTURA		Evaluación	Φ_a
1aA	Piso Flexible (Irregularidad en Rigidez)	NO	0.90
1bA	Piso Flexible (Irregularidad Extrema en Rigidez)	NO	0.80
2A	Irregularidad en la Distribución de Masas	NO	0.90
3A	Irregularidad Geométrica	NO	0.90
4A	Desplazamientos Dentro del Plano de Acción	NO	0.80
5aA	Piso Débil - Discontinuidad en la Resistencia	NO	0.90
5aB	Piso Débil - Discontinuidad Extrema en la Resistencia	NO	0.80

Coefficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por irregularidades en altura Φ_a

Φ_a 1.00

AUSENCIA DE REDUNDANCIA EN EL SISTEMA ESTRUCTURAL DE RESISTENCIA SÍSMICA (A.3.3.8)

De acuerdo a la evaluación del cumplimiento de los requerimientos descritos en A.3.3.8.1 y A.3.3.8.2 para el sistema estructural se determina el coeficiente de reducción de la capacidad de disipación de energía causado por ausencia de redundancia en el sistema de resistencia sísmica.

Φ_r 1.00

Coefficiente de Disipación de Energía para ser Utilizado en el Diseño de los elementos de Resistencia Sísmica (R).

$R_x = 2.00$

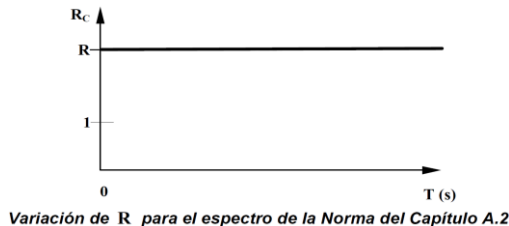
$R_y = 2.00$

Se toma 2,00 teniendo en cuenta que trabaja como una estructura tipo tanque de acuerdo con el Apendice A-1

Teniendo en cuenta lo anterior, se establece para efectos de diseño que la configuración de la edificación es

REGULAR

Variación de R para periodos cortos





**PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA**



Este documento es controlado,
por lo cual
NO SE PERMITEN
modificaciones de forma y
SOLO de contenido

ANEXO 4 ANÁLISIS DE LA ESTRUCTURA Y CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO

Contiene:

1. Análisis de momentos en condición llena y vacía de la estructura.
2. Análisis de fuerzas cortantes en condición llena y vacía de la estructura.
3. Chequeo de capacidad portante del suelo.



PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA

Diseño estructural tanque de agua potable y lluvia Centro de Interpretación Ambiental Cerrillo. San
Juan de Arama, Meta.



DISEÑO TANQUE DE AGUA POTABLE

ANÁLISIS DE CARGAS- TRANSVERSAL

ENVOLVENTE EN CONDICIÓN LLENA

Diagrama de cortante

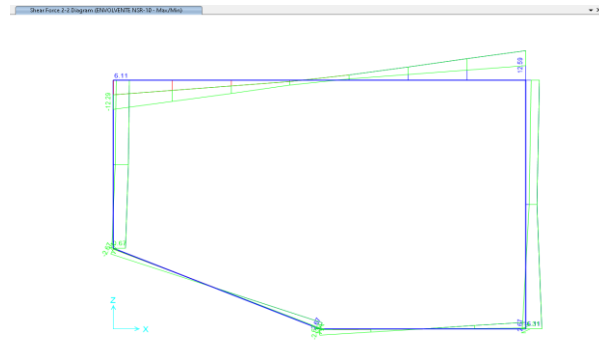
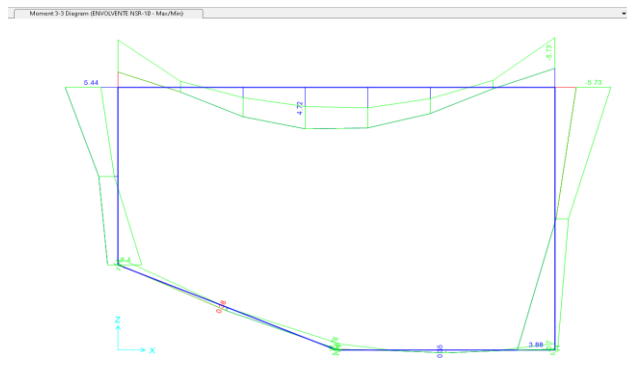
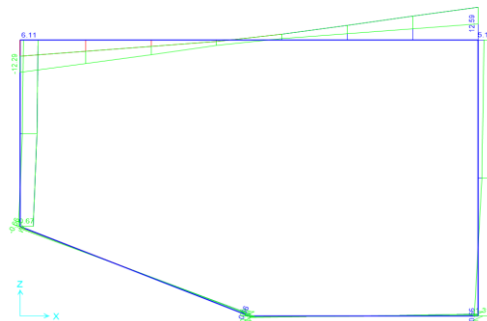


Diagrama de momentos



ENVOLVENTE EN CONDICIÓN VACÍA

Diagrama de cortante





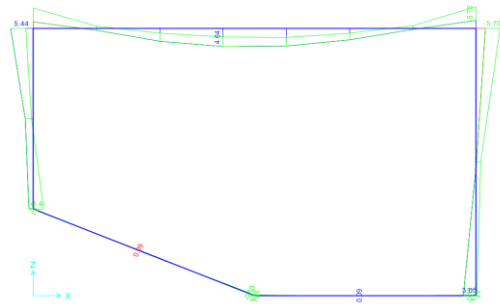
PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA

Diseño estructural tanque de agua potable y lluvia Centro de Interpretación Ambiental Cerrillo. San
Juan de Arama, Meta.



DISEÑO TANQUE DE AGUA POTABLE

Diagrama de momentos



ANÁLISIS DE CARGAS- LONGITUDINAL

ENVOLVENTE EN CONDICIÓN LLENA

Diagrama de cortante

Shear Force 2-2 Diagram (ENVOLVENTE LLENA) - Max/Min

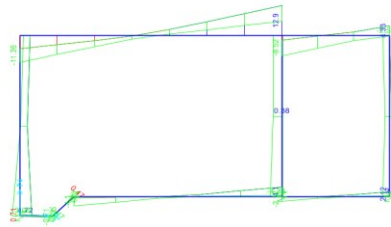
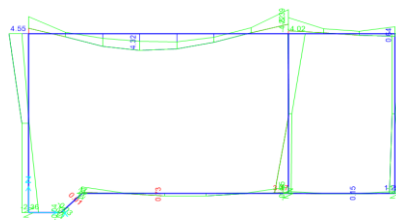


Diagrama de momentos

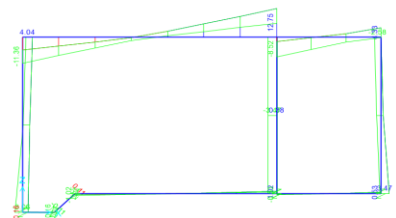
Moment 3-3 Diagram (ENVOLVENTE LLENA) - Max/Min



ENVOLVENTE EN CONDICIÓN VACIA

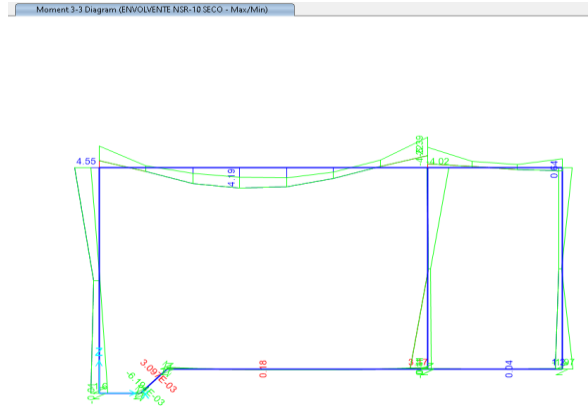
Diagrama de cortante

Shear Force 2-2 Diagram (ENVOLVENTE VACIA) - Max/Min



DISEÑO TANQUE DE AGUA POTABLE

Diagrama de momentos



CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO - LONGITUDINAL

DIMENSIONES

ANCHO	1.00 m
LARGO	4.65 m
AREA	4.65 m2
Q ADMISIBLE	10.00 Ton/m2
CARGA APLICADA	42.5 Ton
CARGA APLICADA UNITARIA	9.14 Ton/m2

10.00

>

9.14

CUMPLE

CAPACIDAD DE CARGA DEL SUELO - TRANSVERSAL

DIMENSIONES

ANCHO	1.00 m
LARGO	3.40 m
AREA	3.40 m2
Q ADMISIBLE	10.00 Ton/m2
CARGA APLICADA	30.42 Ton
CARGA APLICADA UNITARIA	8.95 Ton/m2

10.00

>

8.95

CUMPLE



**PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA**



**Este documento es controlado,
por lo cual
NO SE PERMITEN
modificaciones de forma y
SOLO de contenido**

ANEXO 5 DISEÑO DE ELEMENTOS

Contiene:

1. Diseño de muros transversales y longitudinales.
2. Diseño de placa superior e inferior.

DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN PLACA INFERIOR NSR-10 - SECCIÓN TRANSVERSAL

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

$$f'c = \frac{280.00}{cm^2} \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_y = \frac{4200.00}{cm^2} \frac{kg}{cm^2}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$h = 25.00 \text{ cm}$$

$$d' = 7.50 \text{ cm}$$

$$d = 17.50 \text{ cm}$$

$$E_c = 23500.00 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200000.00 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 32.81 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\rho_{min} = \begin{matrix} 0.0015 & \text{C.14.3 Vertical} \\ 0.0025 & \text{C.14.3 Horizontal} \end{matrix}$$

$$A_s R - T = \begin{matrix} 2.63 \\ 4.38 \end{matrix} \text{ cm}^2$$

$$Y_t = 12.46 \text{ cm}$$

$$M_{cr} = 344.10 \text{ Ton-cm}$$

Tipo de estructura debido fisuración por flexión

Estructura prefabricada segmentada

Tipo de estructura debido a resistencia la fluencia y tracción del refuerzo

C.9.5.2.2

C.9.5.2.2

A706, Grado 60

$$I_g = 130697.4 \text{ cm}^4$$

$$C = 12.539 \text{ cm}$$

M(-)

$$\begin{matrix} M_U = 76.00 & \text{Ton-cm} \\ M_r = 344.10335 & \text{Ton-cm} \\ M_{Diseño} = 344.10 & \text{Ton-cm} \\ K = 0.0112 & \frac{Ton}{cm^2} \\ m = 17.65 \\ \rho_{cal} = 0.0030804 \end{matrix}$$

$$\frac{M_U}{bd^2} \frac{f_y}{0.85f'c}$$

$$A_s = 5.39 \text{ cm}^2$$

Usar 1 #	3	@	13	cm
	4	@	23	cm
	5	@	36	cm
	6	@	52	cm
	7	@	71	cm
	8	@	94	cm

M(+)

$$\begin{matrix} M_U = 38.15 & \text{Ton-cm} \\ M_r = 344.103346 & \text{Ton-cm} \\ M_{Diseño} = 344.10 & \text{Ton-cm} \\ K = 0.0112 & \frac{Ton}{cm^2} \\ m = 17.65 \\ \rho_{cal} = 0.00308041 \end{matrix}$$

$$\frac{M_U}{bd^2} \frac{f_y}{0.85f'c}$$

$$A_s = 5.39 \text{ cm}^2$$

Usar 1 #	3	@	13	cm
	4	@	23	cm
	5	@	36	cm
	6	@	52	cm
	7	@	71	cm
	8	@	94	cm

V23

$$\begin{matrix} V_U = 2.67 & \text{Ton} \\ V_U = 1.53 & \frac{kg}{cm^2} \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} \phi V_c = 8.78 & \frac{kg}{cm^2} \\ \beta = 2.00 \\ \phi V_c > V_u & \text{CUMPLE} \end{matrix}$$

Requisitos de retracción y temperatura

Separación	<	75	cm
	<	45	cm
Si la altura de la zapata es mayor a 45 cm	≤	30	cm
Si la altura de la zapata es mayor a 90 cm	≤	30	cm
AS	4.38 <	5.39 <	25.00
Usar 1 #	4 @	23	cm
Usar R-T 1#	4 @	20	cm

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CONTROL DE AGRIETAMIENTO POR MEDIO DE DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO

$$\begin{matrix} \text{Factor de expansión} & \text{CLASE 2} \\ \gamma_e = & 0.75 \\ d_c = & 75 \text{ mm} \\ d_t = & 175 \text{ mm} \\ \beta_s = & 1.61 \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} M_{servicio} = 0.38 & \text{Ton-m} \\ f_{ss} = 0.03 & \text{Mpa} \\ S_{seleccionado} = 20.00 & \text{cm} \\ S_{agrietamiento} = 179240.5 & \text{cm} \\ \text{Estado} = & \text{CUMPLE} \end{matrix}$$

DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN PLACA SUPERIOR NSR-10 - SECCIÓN TRANSVERSAL

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

$$f'c = \frac{280.00}{cm^2} \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_y = \frac{4200.00}{cm^2} \frac{kg}{cm^2}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$h = 25.00 \text{ cm}$$

$$d' = 7.50 \text{ cm}$$

$$d = 17.50 \text{ cm}$$

$$E_c = 23500.00 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200000.00 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 32.81 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\rho_{min} = \begin{matrix} 0.0015 & \text{C.14.3 Vertical} \\ 0.0025 & \text{C.14.3 Horizontal} \end{matrix}$$

$$A_s R - T = \begin{matrix} 2.63 \\ 4.38 \end{matrix} \frac{cm^2}{cm^2}$$

$$Y_t = 12.46 \text{ cm}$$

$$M_{cr} = 344.10 \text{ Ton-cm}$$

Tipo de estructura debido fisuración por flexión

Estructura prefabricada segmentada

Tipo de estructura debido a resistencia la fluencia y tracción del refuerzo

C.9.5.2.2

C.9.5.2.2

A706, Grado 60

$$I_g = 130697.4 \text{ cm}^4$$

$$C = 12.539 \text{ cm}$$

M(-)

$$M_U = 573.00 \text{ Ton-cm}$$

$$M_r = 762.09 \text{ Ton-cm}$$

$$M_{Diseño} = 762.09 \text{ Ton-cm}$$

$$K = 0.0249 \frac{Ton}{cm^2}$$

$$m = 17.65$$

$$\rho_{cal} = 0.0071818$$

$$M_U/bd^2$$

$$f_y/0.85f'c$$

$$A_s = 12.57 \text{ cm}^2$$

Usar 1 #	3	@	5	cm
	4	@	10	cm
	5	@	15	cm
	6	@	22	cm
	7	@	30	cm
	8	@	40	cm

M(+)

$$M_U = 467.00 \text{ Ton-cm}$$

$$M_r = 621.11 \text{ Ton-cm}$$

$$M_{Diseño} = 621.11 \text{ Ton-cm}$$

$$K = 0.0203 \frac{Ton}{cm^2}$$

$$m = 17.65$$

$$\rho_{cal} = 0.00574728$$

$$M_U/bd^2$$

$$f_y/0.85f'c$$

$$A_s = 10.06 \text{ cm}^2$$

Usar 1 #	3	@	7	cm
	4	@	12	cm
	5	@	19	cm
	6	@	28	cm
	7	@	38	cm
	8	@	50	cm

V23

$$V_U = 12.59 \text{ Ton}$$

$$V_U = 7.19 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\phi V_c = 8.78 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\beta = 2.00$$

$$\phi V_c > V_u \text{ CUMPLE}$$

Requisitos de retracción y temperatura

Separación	<	75	cm
	<	45	cm
Si la altura de la zapata es mayor a 45 cm			
	≤	30	cm
Si la altura de la zapata es mayor a 90 cm			
	≤	30	cm
AS	4.38	<	12.57
		<	25.00
Usar 1 #	5	@	15
			cm
Usar R-T 1#	5	@	15
			cm

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CONTROL DE AGRIETAMIENTO POR MEDIO DE DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO

Factor de expansión

$$\gamma_e = 0.75$$

$$d_c = 75 \text{ mm}$$

$$d_t = 175 \text{ mm}$$

$$\beta_s = 1.61$$

$$M_{servicio} = 5.73 \text{ Ton-m}$$

$$f_{ss} = 0.48 \text{ Mpa}$$

$$S_{seleccionado} = 20.00 \text{ cm}$$

$$S_{agrietamiento} = 11872.8 \text{ cm}$$

$$\text{Estado} = \text{CUMPLE}$$

DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN MURO IZQUIERDO NSR-10 - SECCIÓN TRANSVERSAL

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

$$f'c = \frac{280.00}{cm^2} \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_y = \frac{4200.00}{cm^2} \frac{kg}{cm^2}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$h = 25.00 \text{ cm}$$

$$d' = 7.50 \text{ cm}$$

$$d = 17.50 \text{ cm}$$

$$E_c = 23500.00 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200000.00 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 32.81 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\rho_{min} = \begin{matrix} 0.0015 & \text{C.14.3 Vertical} \\ 0.0025 & \text{C.14.3 Horizontal} \end{matrix}$$

$$A_S R - T = \begin{matrix} 2.63 \\ 4.38 \end{matrix} \text{ cm}^2$$

$$Y_t = 12.46 \text{ cm}$$

$$M_{cr} = 344.10 \text{ Ton-cm}$$

Tipo de estructura debido fisuración por flexión

Estructura prefabricada segmentada

Tipo de estructura debido a resistencia la fluencia y tracción del refuerzo

C.9.5.2.2

C.9.5.2.2

A706, Grado 60

$$I_g = 130697.4 \text{ cm}^4$$

$$C = 12.539 \text{ cm}$$

M(-)

$$M_U = 544.00 \text{ Ton-cm}$$

$$M_r = 723.52 \text{ Ton-cm}$$

$$M_{Diseño} = 723.52 \text{ Ton-cm}$$

$$K = 0.0236 \frac{Ton}{cm^2}$$

$$m = 17.65$$

$$\rho_{cal} = 0.0067836$$

$$M_U/bd^2$$

$$f_y/0.85f'c$$

$$A_S = 11.87 \text{ cm}^2$$

Usar 1 #	3	@	5	cm
	4	@	10	cm
	5	@	16	cm
	6	@	23	cm
	7	@	32	cm
	8	@	42	cm

M(+)

$$M_U = 240.00 \text{ Ton-cm}$$

$$M_r = 344.103346 \text{ Ton-cm}$$

$$M_{Diseño} = 344.10 \text{ Ton-cm}$$

$$K = 0.0112 \frac{Ton}{cm^2}$$

$$m = 17.65$$

$$\rho_{cal} = 0.00308041$$

$$M_U/bd^2$$

$$f_y/0.85f'c$$

$$A_S = 5.39 \text{ cm}^2$$

Usar 1 #	3	@	13	cm
	4	@	23	cm
	5	@	36	cm
	6	@	52	cm
	7	@	71	cm
	8	@	94	cm

V23

$$V_U = 6.11 \text{ Ton}$$

$$V_U = 3.49 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\phi V_c = 8.78 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\beta = 2.00$$

$$\phi V_c > V_u \text{ CUMPLE}$$

Requisitos de retracción y temperatura

Separación	<	75	cm
	<	45	cm
Si la altura de la zapata es mayor a 45 cm	≤	30	cm
Si la altura de la zapata es mayor a 90 cm	≤	30	cm
AS	4.38	<	11.87
		<	25.00
Usar 1 #	5 @	16	cm
Usar R-T 1#	5 @	15	cm

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CONTROL DE AGRIETAMIENTO POR MEDIO DE DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO

Factor de expansión

$$\gamma_e = 0.75$$

$$d_c = 75 \text{ mm}$$

$$d_t = 175 \text{ mm}$$

$$\beta_s = 1.61$$

$$M_{servicio} = 5.44 \text{ Ton-m}$$

$$f_{ss} = 0.46 \text{ Mpa}$$

$$S_{seleccionado} = 20.00 \text{ cm}$$

$$S_{agrietamiento} = 12506.5 \text{ cm}$$

$$\text{Estado} = \text{CUMPLE}$$

DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN MURO DERECHO NSR-10 - SECCIÓN TRANSVERSAL

PROPIEDADES DE LOS MATERIALES

$$f'c = \frac{280.00}{cm^2} \frac{kg}{cm^2}$$

$$f_y = \frac{4200.00}{cm^2} \frac{kg}{cm^2}$$

$$b = 100.00 \text{ cm}$$

$$h = 25.00 \text{ cm}$$

$$d' = 7.50 \text{ cm}$$

$$d = 17.50 \text{ cm}$$

$$E_c = 23500.00 \text{ Mpa}$$

$$E_s = 200000.00 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 32.81 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\rho_{min} = \begin{matrix} 0.0015 & \text{C.14.3 Vertical} \\ 0.0025 & \text{C.14.3 Horizontal} \end{matrix}$$

$$A_S R - T = \begin{matrix} 2.63 \\ 4.38 \end{matrix} \text{ cm}^2$$

$$Y_t = 12.46 \text{ cm}$$

$$M_{cr} = 344.10 \text{ Ton-cm}$$

Tipo de estructura debido fisuración por flexión

Estructura prefabricada segmentada

Tipo de estructura debido a resistencia la fluencia y tracción del refuerzo

C.9.5.2.2

C.9.5.2.2

A706, Grado 60

$$I_g = 130697.4 \text{ cm}^4$$

$$C = 12.539 \text{ cm}$$

M(-)

$$M_U = 572.00 \text{ Ton-cm}$$

$$M_r = 760.76 \text{ Ton-cm}$$

$$M_{Diseño} = 760.76 \text{ Ton-cm}$$

$$K = 0.0248 \frac{Ton}{cm^2}$$

$$m = 17.65$$

$$\rho_{cal} = 0.007168$$

$$M_U/bd^2$$

$$f_y/0.85f'c$$

$$A_S = 12.54 \text{ cm}^2$$

Usar 1 #	3	@	5	cm
	4	@	10	cm
	5	@	15	cm
	6	@	22	cm
	7	@	30	cm
	8	@	40	cm

M(+)

$$M_U = 388.00 \text{ Ton-cm}$$

$$M_r = 516.04 \text{ Ton-cm}$$

$$M_{Diseño} = 516.04 \text{ Ton-cm}$$

$$K = 0.0169 \frac{Ton}{cm^2}$$

$$m = 17.65$$

$$\rho_{cal} = 0.00471356$$

$$M_U/bd^2$$

$$f_y/0.85f'c$$

$$A_S = 8.25 \text{ cm}^2$$

Usar 1 #	3	@	8	cm
	4	@	15	cm
	5	@	24	cm
	6	@	34	cm
	7	@	46	cm
	8	@	61	cm

V23

$$V_U = 6.1 \text{ Ton}$$

$$V_U = 3.49 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\phi V_c = 8.78 \frac{kg}{cm^2}$$

$$\beta = 2.00$$

$$\phi V_c > V_u \text{ CUMPLE}$$

Requisitos de retracción y temperatura

Separación	<	75	cm
	<	45	cm
Si la altura de la zapata es mayor a 45 cm	≤	30	cm
Si la altura de la zapata es mayor a 90 cm	≤	30	cm
AS	4.38 <	12.54 <	25.00
Usar 1 #	5 @	15	cm
Usar R-T 1#	5 @	15	cm

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CUMPLE

CONTROL DE AGRIETAMIENTO POR MEDIO DE DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO

Factor de expansión

$$\gamma_e = 0.75$$

$$d_c = 75 \text{ mm}$$

$$d_t = 175 \text{ mm}$$

$$\beta_s = 1.61$$

$$M_{servicio} = 5.72 \text{ Ton-m}$$

$$f_{ss} = 0.48 \text{ Mpa}$$

$$S_{seleccionado} = 20.00 \text{ cm}$$

$$S_{agrietamiento} = 11893.6 \text{ cm}$$

$$\text{Estado} = \text{CUMPLE}$$

DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN PLACA INFERIOR NSR-10 - SECCIÓN LONGITUDINAL									
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES									
f'c = 280,00 $\frac{kg}{cm^2}$		h= 25,00 cm		ρ_{min} = 0,0015 C.14.3 Vertical 0,0025 C.14.3 Horizontal					
fy = 4200,00 $\frac{kg}{cm^2}$		d'= 7,50 cm							
b= 100,00 cm		d= 17,50 cm		$A_S R - T$ = 2,63 cm^2 4,38 cm^2					
Tipo de estructura debido fisuración por flexión		Ec = 23500,00 Mpa		Y_t = 12,46 cm					
Estructura prefabricada segmentada		Es= 200000,00 Mpa		M_{cr} = 344,10 Ton-cm					
Tipo de estructura debido a resistencia la fluencia y tracción del refuerzo		f_r = 32,81 $\frac{kg}{cm^2}$		C.9.5.2.2		C.9.5.2.2			
A706, Grado 60		I_g = 130697,4 cm^4 C= 12,539 cm							
M(-)					M(+)				
M_U = 165,00 Ton-cm M_r = 344,10335 Ton-cm $M_{Diseño}$ = 344,10 Ton-cm K= 0,0112 $\frac{Ton}{cm^2}$ m= 17,65 ρ_{cal} = 0,0030804 A_S = 5,39 cm^2 Usar 1 # 3 @ 13 cm 4 @ 23 cm 5 @ 36 cm 6 @ 52 cm 7 @ 71 cm 8 @ 94 cm					M_U = 72,77 Ton-cm M_r = 344,103346 Ton-cm $M_{Diseño}$ = 344,10 Ton-cm K= 0,0112 $\frac{Ton}{cm^2}$ m= 17,65 ρ_{cal} = 0,00308041 A_S = 5,39 cm^2 Usar 1 # 3 @ 13 cm 4 @ 23 cm 5 @ 36 cm 6 @ 52 cm 7 @ 71 cm 8 @ 94 cm				
V23									
V_U = 4,1 Ton V_U = 2,34 $\frac{kg}{cm^2}$					ϕV_c = 8,78 $\frac{kg}{cm^2}$ β = 2,00 $\phi V_c > V_u$ CUMPLE				
Requisitos de retracción y temperatura		Separación		< 75 cm		CUMPLE			
				< 45 cm		CUMPLE			
		Si la altura de la zapata es mayor a 45 cm		≤ 30 cm		CUMPLE			
		Si la altura de la zapata es mayor a 90 cm		≤ 30 cm		CUMPLE			
		AS		4,38 < 5,39 < 25,00		CUMPLE			
		Usar 1 #		4 @ 23 cm		CUMPLE			
		Usar R-T 1#		4 @ 20 cm					
CONTROL DE AGRIETAMIENTO POR MEDIO DE DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO									
Factor de expansión		CLASE 2		$M_{servicio}$ = 1,65 Ton-m					
γ_e = 0,75				f_{ss} = 0,14 Mpa					
d_c = 75 mm				$S_{seleccionado}$ = 20,00 cm					
d_l = 175 mm				$S_{agrietamiento}$ = 41268,1 cm					
β_s = 1,61				Estado = CUMPLE					

DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN PLACA SUPERIOR NSR-10 - SECCIÓN LONGITUDINAL									
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES									
f'c = 280,00 $\frac{kg}{cm^2}$		h= 25,00 cm		ρ_{min} = 0,0015 C.14.3 Vertical 0,0025 C.14.3 Horizontal					
fy = 4200,00 $\frac{kg}{cm^2}$		d'= 7,50 cm							
b= 100,00 cm		d= 17,50 cm		$A_S R - T$ = 2,63 cm^2 4,38 cm^2					
Tipo de estructura debido fisuración por flexión		Ec = 23500,00 Mpa		Y_t = 12,46 cm					
Estructura prefabricada segmentada		Es= 200000,00 Mpa		M_{cr} = 344,10 Ton-cm					
Tipo de estructura debido a resistencia la fluencia y tracción del refuerzo		f_r = 32,81 $\frac{kg}{cm^2}$							
A706, Grado 60		I_g = 130697,4 cm^4 C= 12,539 cm		C.9.5.2.2		C.9.5.2.2			
M(-)					M(+)				
M_U = 639,00 Ton-cm M_r = 849,87 Ton-cm $M_{Diseño}$ = 849,87 Ton-cm K= 0,0278 $\frac{Ton}{cm^2}$ m= 17,65 ρ_{cal} = 0,0081052 A_S = 14,18 cm^2 Usar 1 # 3 @ 5 cm 4 @ 9 cm 5 @ 14 cm 6 @ 20 cm 7 @ 27 cm 8 @ 35 cm					M_U = 432,00 Ton-cm M_r = 574,56 Ton-cm $M_{Diseño}$ = 574,56 Ton-cm K= 0,0188 $\frac{Ton}{cm^2}$ m= 17,65 ρ_{cal} = 0,00528576 A_S = 9,25 cm^2 Usar 1 # 3 @ 7 cm 4 @ 13 cm 5 @ 21 cm 6 @ 30 cm 7 @ 41 cm 8 @ 55 cm				
V23									
V_U = 12,89 Ton V_U = 7,37 $\frac{kg}{cm^2}$					ϕV_c = 8,78 $\frac{kg}{cm^2}$ β = 2,00 $\phi V_c > V_u$ CUMPLE				
Requisitos de retracción y temperatura		Separación		< 75 cm		CUMPLE			
				< 45 cm		CUMPLE			
		Si la altura de la zapata es mayor a 45 cm		\leq 30 cm		CUMPLE			
		Si la altura de la zapata es mayor a 90 cm		\leq 30 cm		CUMPLE			
		AS		4,38 < 14,18		25,00		CUMPLE	
		Usar 1 #		5 @ 14 cm		CUMPLE			
		Usar R-T 1#		5 @ 14 cm					
CONTROL DE AGRIETAMIENTO POR MEDIO DE DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO									
Factor de expansión		CLASE 2		$M_{servicio}$ = 6,39 Ton-m					
γ_e = 0,75				f_{ss} = 0,54 Mpa					
d_c = 75 mm				$S_{seleccionado}$ = 20,00 cm					
d_l = 175 mm				$S_{agrietamiento}$ = 10645,0 cm					
β_s = 1,61				Estado = CUMPLE					

DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN MURO IZQUIERDO NSR-10 - SECCIÓN LONGITUDINAL									
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES									
f'c = 280,00 $\frac{kg}{cm^2}$		h= 25,00 cm		ρ_{min} = 0,0015 C.14.3 Vertical 0,0025 C.14.3 Horizontal					
fy = 4200,00 $\frac{kg}{cm^2}$		d'= 7,50 cm							
b= 100,00 cm		d= 17,50 cm		$A_S R - T$ = 2,63 cm^2 4,38 cm^2					
Tipo de estructura debido fisuración por flexión		Ec = 23500,00 Mpa		Y_t = 12,46 cm					
Estructura prefabricada segmentada		Es= 200000,00 Mpa		M_{cr} = 344,10 Ton-cm					
Tipo de estructura debido a resistencia la fluencia y tracción del refuerzo		f_r = 32,81 $\frac{kg}{cm^2}$		C.9.5.2.2		C.9.5.2.2			
A706, Grado 60		I_g = 130697,4 cm^4 C= 12,539 cm							
M(-)					M(+)				
M_U = 235,00 Ton-cm M_r = 344,10335 Ton-cm $M_{Diseño}$ = 344,10 Ton-cm K= 0,0112 $\frac{Ton}{cm^2}$ m= 17,65 ρ_{cal} = 0,0030804 A_S = 5,39 cm^2 Usar 1 # 3 @ 13 cm 4 @ 23 cm 5 @ 36 cm 6 @ 52 cm 7 @ 71 cm 8 @ 94 cm					M_U = 455,00 Ton-cm M_r = 605,15 Ton-cm $M_{Diseño}$ = 605,15 Ton-cm K= 0,0198 $\frac{Ton}{cm^2}$ m= 17,65 ρ_{cal} = 0,00558839 A_S = 9,78 cm^2 Usar 1 # 3 @ 7 cm 4 @ 13 cm 5 @ 20 cm 6 @ 29 cm 7 @ 39 cm 8 @ 52 cm				
V23									
V_U = 4,71 Ton V_U = 2,69 $\frac{kg}{cm^2}$					ϕV_c = 8,78 $\frac{kg}{cm^2}$ β = 2,00 $\phi V_c > V_u$ CUMPLE				
Requisitos de retracción y temperatura		Separación		< 75 cm		CUMPLE			
				< 45 cm		CUMPLE			
		Si la altura de la zapata es mayor a 45 cm		≤ 30 cm		CUMPLE			
		Si la altura de la zapata es mayor a 90 cm		≤ 30 cm		CUMPLE			
		AS		4,38 < 9,78		25,00		CUMPLE	
		Usar 1 #		5 @ 20 cm		CUMPLE			
		Usar R-T 1#		5 @ 20 cm					
CONTROL DE AGRIETAMIENTO POR MEDIO DE DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO									
Factor de expansión		CLASE 2		$M_{servicio}$ = 4,55 Ton-m					
γ_e = 0,75				f_{ss} = 0,38 Mpa					
d_c = 75 mm				$S_{seleccionado}$ = 20,00 cm					
d_l = 175 mm				$S_{agrietamiento}$ = 14955,8 cm					
β_s = 1,61				Estado = CUMPLE					

DISEÑO DE ELEMENTOS A FLEXIÓN MURO CENTRAL NSR-10 - SECCIÓN LONGITUDINAL									
PROPIEDADES DE LOS MATERIALES									
f'c = 280,00 $\frac{kg}{cm^2}$		h= 20,00 cm		ρ_{min} = 0,0015 C.14.3 Vertical 0,0025 C.14.3 Horizontal					
fy = 4200,00 $\frac{kg}{cm^2}$		d'= 5,00 cm							
b= 100,00 cm		d= 15,00 cm		$A_S R - T$ = 2,25 cm^2 3,75 cm^2					
Tipo de estructura debido fisuración por flexión		Ec = 23500,00 Mpa		Y_t = 9,96 cm					
Estructura prefabricada segmentada		Es= 200000,00 Mpa		M_{cr} = 221,02 Ton-cm					
Tipo de estructura debido a resistencia la fluencia y tracción del refuerzo		f_r = 32,81 $\frac{kg}{cm^2}$		C.9.5.2.2		C.9.5.2.2			
A706, Grado 60		I_g = 67085,6 cm^4							
		C= 10,042 cm							
M(-)					M(+)				
M_U = 401,00 Ton-cm M_r = 533,33 Ton-cm $M_{Diseño}$ = 533,33 Ton-cm K= 0,0237 $\frac{Ton}{cm^2}$ m= 17,65 ρ_{cal} = 0,0068083 A_S = 10,21 cm^2 Usar 1 # 3 @ 6 cm 4 @ 12 cm 5 @ 19 cm 6 @ 27 cm 7 @ 37 cm 8 @ 49 cm					M_U = 316,00 Ton-cm M_r = 420,28 Ton-cm $M_{Diseño}$ = 420,28 Ton-cm K= 0,0187 $\frac{Ton}{cm^2}$ m= 17,65 ρ_{cal} = 0,00526101 A_S = 7,89 cm^2 Usar 1 # 3 @ 8 cm 4 @ 16 cm 5 @ 25 cm 6 @ 35 cm 7 @ 49 cm 8 @ 64 cm				
V23									
V_U = 4,38 Ton V_U = 2,92 $\frac{kg}{cm^2}$					ϕV_c = 8,78 $\frac{kg}{cm^2}$ β = 2,00 $\phi V_c > V_u$ CUMPLE				
Requisitos de retracción y temperatura		Separación		< 60 cm		CUMPLE			
				< 45 cm		CUMPLE			
		Si la altura de la zapata es mayor a 45 cm		≤ 30 cm		CUMPLE			
		Si la altura de la zapata es mayor a 90 cm		≤ 30 cm		CUMPLE			
		AS		3,75 < 10,21 < 25,00		CUMPLE			
		Usar 1 #		5 @ 19 cm		CUMPLE			
		Usar R-T 1#		5 @ 19 cm					
CONTROL DE AGRIETAMIENTO POR MEDIO DE DISTRIBUCIÓN DEL REFUERZO									
Factor de expansión		CLASE 2		$M_{servicio}$ = 4,01 Ton-m					
γ_e = 0,75				f_{ss} = 0,36 Mpa					
d_c = 50 mm				$S_{seleccionado}$ = 20,00 cm					
d_l = 150 mm				$S_{agrietamiento}$ = 17305,6 cm					
β_s = 1,48				Estado = CUMPLE					



**PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA**



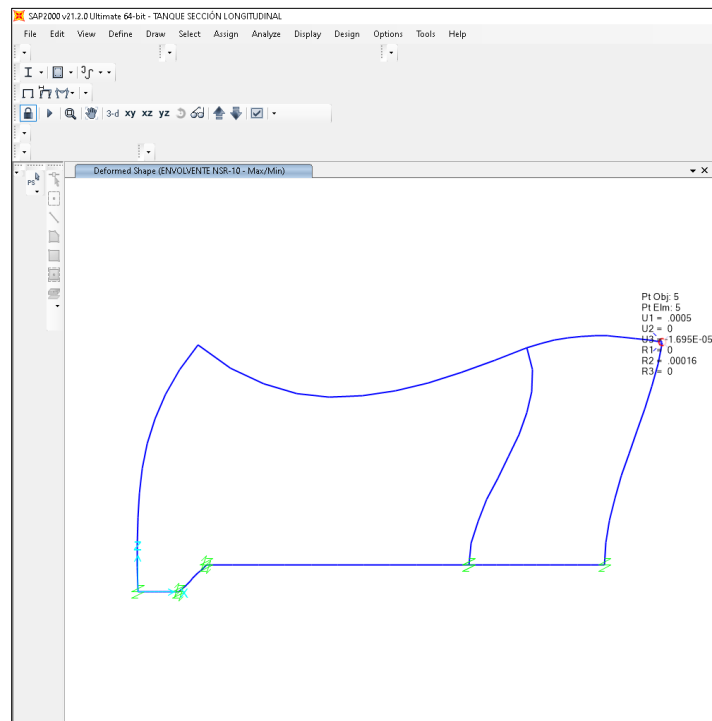
Este documento es controlado,
por lo cual
NO SE PERMITEN
modificaciones de forma y
SOLO de contenido

ANEXO 6 DERIVA

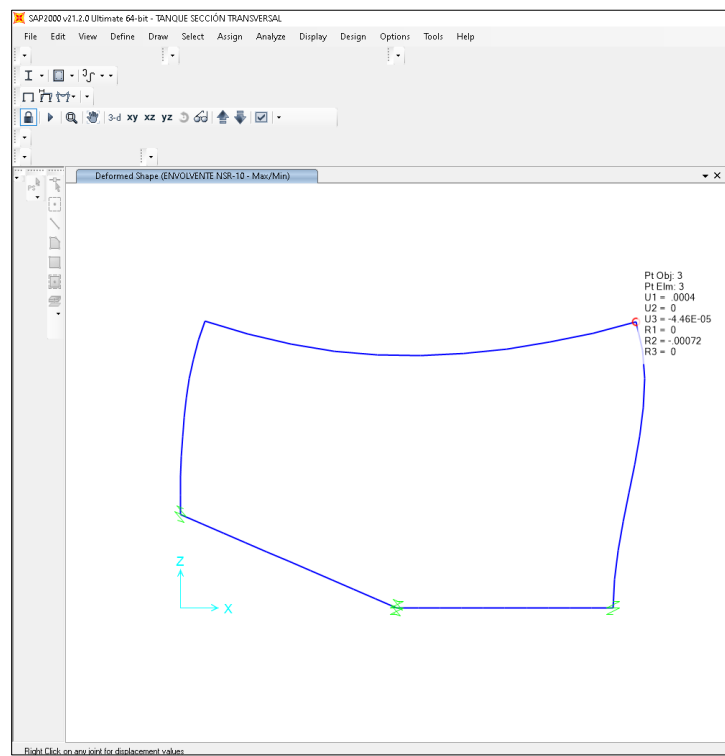
Contiene:

1. Desplazamientos en sentido X y Sentido Y.

DERIVA DE PISO EN X



DERIVA DE PISO EN Y





**PARQUES NACIONALES
NATURALES DE COLOMBIA**



**Este documento es controlado,
por lo cual
NO SE PERMITEN
modificaciones de forma y
SOLO de contenido**

ANEXO 7 PLANOS

Contiene:

1. Planos de detalle.