



**CONTRATO N°.: CLC-GADMCQ-002-2021**

**FASE – 3  
DISEÑO DEFINITIVO**

**MEMORIA DE ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO DE CALZADA PARA EL SISTEMA DE AGUAS SERVIDAS (EB-003-M-AASS-CALZADA)**



**“ESTUDIOS Y DISEÑOS DEFINITIVOS DEL ALCANTARILLADO SANITARIO Y PLUVIAL DEL BARRIO TRANSERVÍS, CIUADELA DE LOS CHOFERES Y LA MARUJITA DE LA PARROQUIA ROSA ZÁRATE DEL CANTÓN QUININDÉ, PROVINCIA DE ESMERALDAS”**

**OCTUBRE 2021**

0	03/10/2021	Para Emisión	Ing. María José Montesdeoca <b>Gerente General</b> <b>MONTSEOCACORP.</b> <b>S.A.</b>	Ing. Rodolfo José Marcillo López <b>Coordinador</b>	Ing. José Iván Garcés Sabando <b>E. Estructural</b>
Rev.	Fecha	Descripción	Aprobó.	Revisó.	Elaboró.

### TABLA DE CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	3
2	UBICACIÓN.....	4
3	OBJETIVOS. ....	4
3.1	Objetivo general. ....	4
3.2	Objetivos específicos.....	4
4	ALCANCE DEL ESTUDIO ESTRUCTURAL.....	5
5	UTILIDAD Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.....	5
6	SISTEMA ESTRUCTURAL ESCOGIDO.....	7
7	PARÁMETRO DE ANÁLISIS Y DISEÑO. ....	8
7.1	Sistema de Unidades.....	8
7.2	Reglamento y Normas Empleadas. ....	9
7.3	Materiales.....	9
7.4	Propiedades de los Materiales.....	9
7.4.1	Hormigones. ....	9
7.4.2	Acero de Refuerzo.....	9
7.5	Descripción del Modelo Estructural.....	10
7.6	Análisis de Cargas y Diseños. ....	10
7.6.1	Peso Propio y Carga Muerta.....	10
7.6.2	Sobrecarga de Uso.....	10
7.6.3	Carga Hidráulica.....	10
7.6.4	Empuje de Suelo. ....	10
7.6.5	Empuje de Agua.....	10
7.7	Combinaciones de Carga. ....	11
8	ANÁLISIS ESTRUCTURAL. ....	12
8.1	Descripción del Proceso de Análisis Estructural. ....	12
9	DISEÑO ESTRUCTURAL.....	13
10	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS. ....	18
10.1	Hormigones. ....	18
10.2	Refuerzo.....	18
11	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	19

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
<b>MEMORIA ESTRUCTURAL</b>		Pág. 3 de 19	

## 1 INTRODUCCIÓN.

La estación de bombeo de agua servida EB-003-M-AASS-CALZADA, ubicada en la Cdla. Los Choferes, cantón Quinindé, Provincia de Esmeraldas, será su estructura de Hormigón Armado, con la capacidad hidráulica definida en concordancia con los cálculos realizados para ese componente, ésta estructura enterrada será analizada y diseñada aplicando la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC-15) y el ACI 350-06 – (Diseño de Tanques).

Para el modelamiento de la estructura de la estación de bombeo se tomará en consideración el efecto del agua vibrando, es decir, el líquido ejerce una presión hidrodinámica impulsiva y convectiva sobre las paredes de la cámara y la losa de fondo, en adición a la presión hidrostática.- Para incluir el efecto de la presión hidrodinámica en el análisis, la cámara puede ser idealizado por un modelo equivalente de masas y resortes, que incluye el efecto de interacción de la pared de la estructura con el líquido; Los parámetros de este modelo dependen de la geometría de la cámara y su flexibilidad.

En ese sentido, la presente memoria de análisis y diseño estructural se ajusta a la caracterización del sitio y su estudio geotécnico realizado por la empresa TECNISUELOS N.E.C.



Considerando ese antecedente, el objetivo principal de este documento es presentar los criterios considerados para ejecutar el análisis y diseño estructural de la estructura de la cámara de la estación de bombeo de calzada que se ubicará en el sector Marujita.

Además, éste documento describe las especificaciones técnicas aplicadas (generales y especiales), las conclusiones y recomendaciones del estudio, el producto final es la presentación de los respectivos planos estructurales.

Para la modelación, análisis y diseño estructural, se utilizó un software computacional llamado SAP2000 V20.

Para llevar a cabo los objetivos planteados, se realizaron las siguientes tareas:

- Revisión de las dimensiones hidráulicas requeridas para la construcción de la estructura de la cámara de la estación de bombeo.
- Definición de las Características y propiedades de los materiales a utilizarse para su construcción.
- Cálculo de capacidades estructurales

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA ESTRUCTURAL</b>	Revisión - 0	
			Pág. 4 de 19

## 2 UBICACIÓN.

El proyecto contempla la “Estudios y Diseños Definitivos del Alcantarillado Sanitario y Pluvial”, con un área útil aproximada de 9.12 m<sup>2</sup>, el mismo que se encuentra ubicado en la Cdla. Los Choferes del Cantón Quinindé, de la Provincia de Esmeraldas. **(Ver gráfico 1)**



**Gráfico 1. Ubicación**

## 3 OBJETIVOS.



### 3.1 Objetivo general.

Realizar los estudios necesarios para el análisis y diseño estructural de la estructura de la cámara de la estación de bombeo de calzada para el sistema de aguas servidas de la Cdla. Choferes, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, en función directa a las particularidades ambientales, culturales y sociales de la región; así como, a los lineamientos y orientaciones programáticas definidas por el responsable del proyecto.

### 3.2 Objetivos específicos

Dentro de los objetivos específicos tenemos los siguientes:

- Aplicar normativas vigentes para el análisis y diseño estructural.
- Determinar las cantidades de obra de las estructuras – Planillas.
- Presentar planos constructivos estructurales.

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
		Revisión - 0	
<b>MEMORIA ESTRUCTURAL</b>		Pág. 5 de 19	

#### 4 ALCANCE DEL ESTUDIO ESTRUCTURAL.

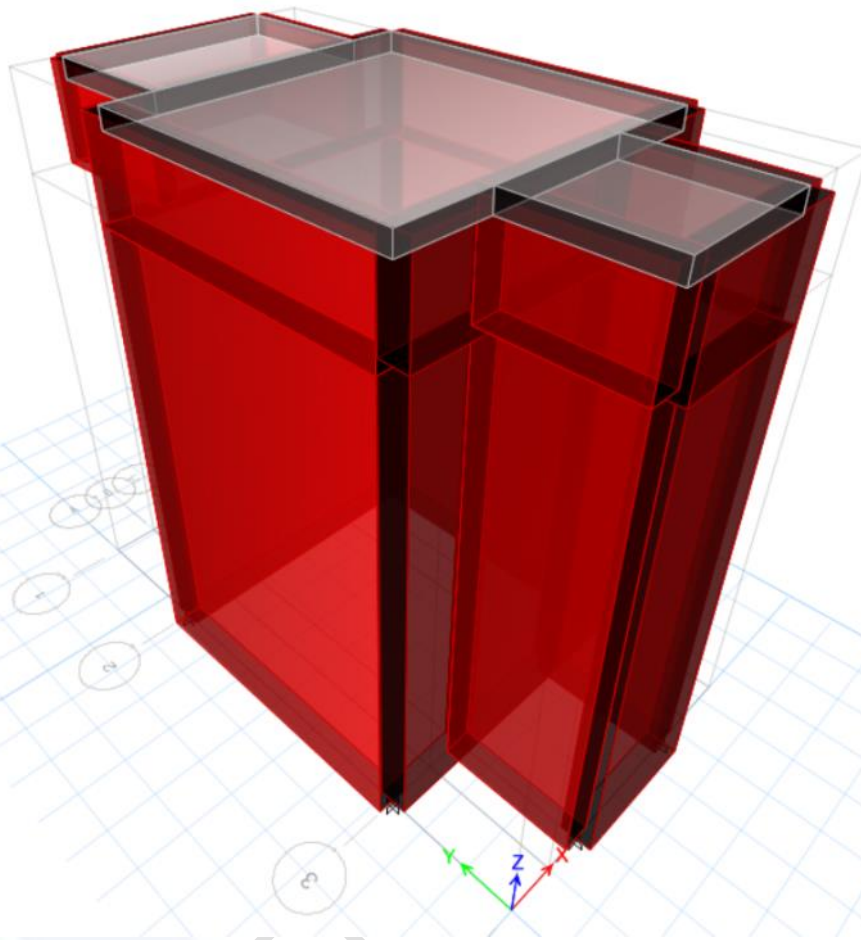
Elaborar el diseño estructural de la estructura de la cámara de la estación de bombeo de calzada para el sistema de aguas servidas de la Cda. Choferes, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, considerando la determinación de la geometría de estructura en función del cálculo hidráulico, los niveles finales del proyecto, las cargas según el tipo de uso de la estructura, las recomendaciones del estudio geotécnico y las normas mínimas indicadas en el ACI 350 -06.

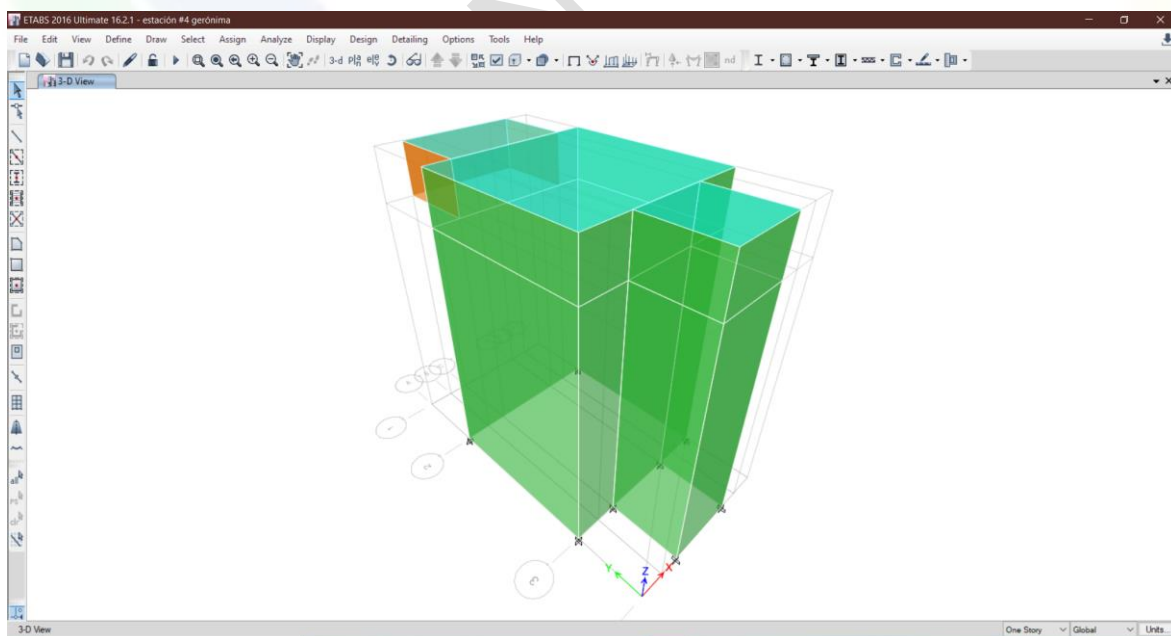
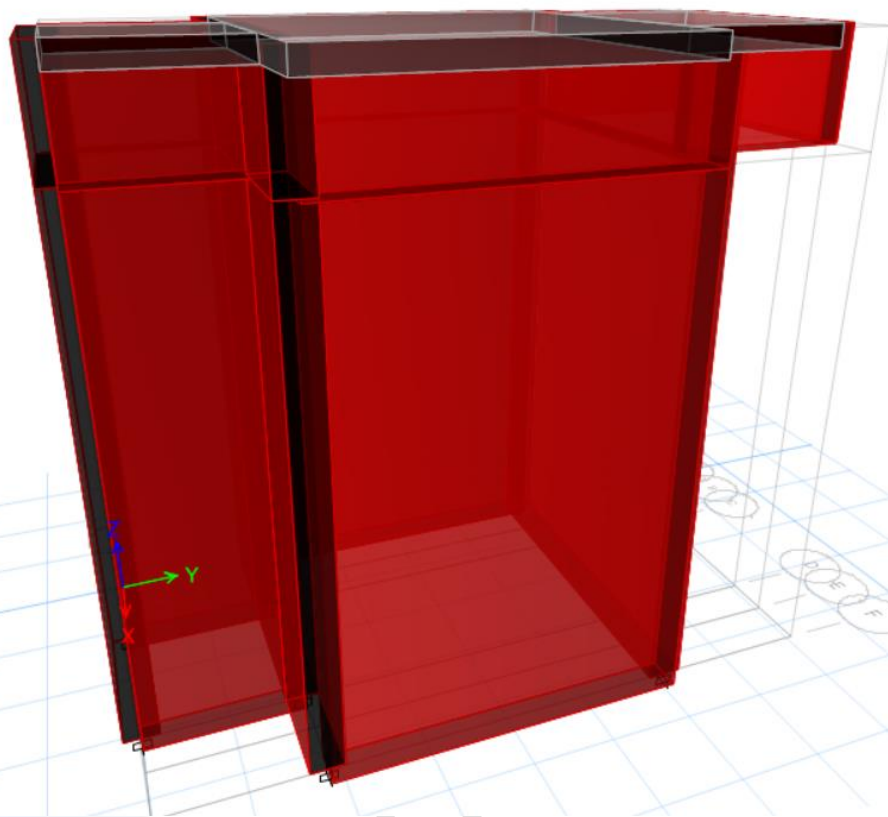
#### 5 UTILIDAD Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

Los muros, piso y losa son elementos cuyas cuya área es considerablemente mayor que espesor, son modelados como tipo “Área sección” para su modelación.

La carga muerta y la carga viva han sido asignadas en la losa modelada como carga distribuida por metro cuadrado, debido a la distribución de los nervios y comportamiento real de la losa, se definió que la misma realice la distribución de la carga en una sola dirección, debido a la gran rigidez en el plano.



DOCUMENTO CONFIDENCIAL





## 6 SISTEMA ESTRUCTURAL ESCOGIDO.

La estructura consiste en una cámara de sección interna de 2.00m de ancho por 3.40m

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b> <b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”		<b>FASE - 3</b>
	<b>MEMORIA ESTRUCTURAL</b>		Revisión - 0 Pág. 8 de 19

de largo y una altura libre de 3.30m.

Por otro lado, para la cimentación se han considerado las recomendaciones geotécnicas del estudio realizado por TECNISUELOS N.E.C.



### Coeficientes Sísmicos

Los coeficientes sísmicos se los determina mediante las tablas del NEC-SE-DS-PELIGRO SISMICO-PARTE 2, Norma Ecuatoriana De La Construcción.

**Zona Sísmica= VI**

**Factor Z= 0.50**

**Caracterización De Amenaza Sísmica= MUY ALTA**

**Perfil Del Suelo= D**

**Fa = 1.12**

**Fd = 1.11**

**Fs = 1.40**

## 7 PARÁMETRO DE ANÁLISIS Y DISEÑO.

### 7.1 Sistema de Unidades.

El sistema de unidades a emplear es el sistema MKS, el detalle de las magnitudes se





especifica a continuación:

MAGNITUD	UNIDAD	SIMBOLO
Longitud	Metro	M
Masa	Kilogramo	Kg
Tiempo	Segundo	Sg
Fuerza	Kilogramo fuerza	Kgf
Esfuerzo	-	kgf/cm <sup>2</sup>
Resistencia	-	kgf/cm <sup>2</sup>

## 7.2 Reglamento y Normas Empleadas.

Las normativas empleadas para el diseño de los elementos estructurales se detallan a continuación:

- Hormigón: ACI 350-06 (USA)
- Cargas y otras disposiciones locales NEC-15

## 7.3 Materiales.

A continuación, se describen los materiales a utilizar en cada elemento estructural:

- Muros: Hormigón Armado (H.A.)
- Piso: Hormigón Armado (H.A.)
- Losa: Hormigón Armado (H.A.)

## 7.4 Propiedades de los Materiales.

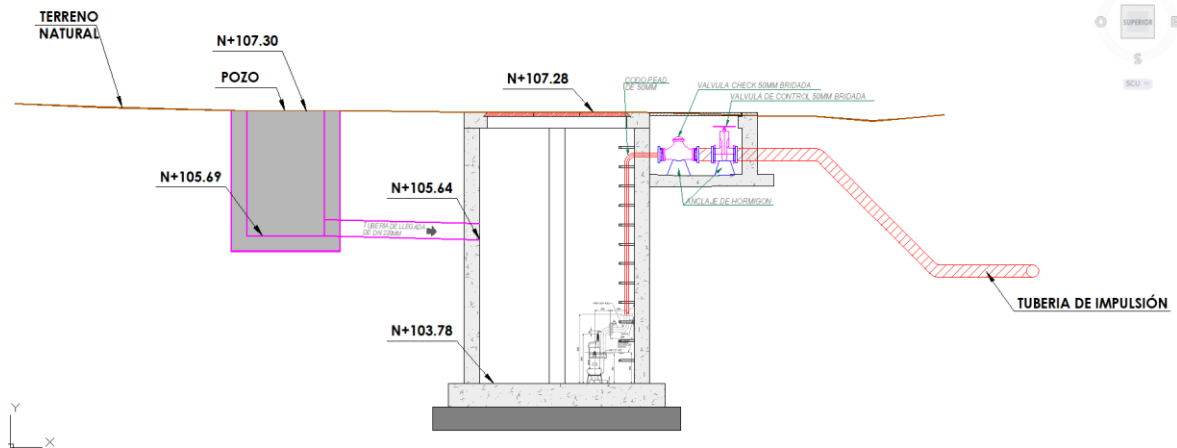
### 7.4.1 Hormigones.

Resistencia a la compresión del concreto a los 28 días se tomará el valor de 280 kg/cm<sup>2</sup> para el diseño.

### 7.4.2 Acero de Refuerzo.

El acero de refuerzo se considera corrugado, con una resistencia a la fluencia de 4200 kg/cm<sup>2</sup> correspondiente a una deformación unitaria de 0.0035.

## 7.5 Descripción del Modelo Estructural.



## 7.6 Análisis de Cargas y Diseños.

### 7.6.1 Peso Propio y Carga Muerta.

Con respecto a los elementos estructurales planos, se han dispuesto los siguientes tipos de Elementos:

- **Estructura de Hormigón.** Losa y muros, estarán en función del volumen y el peso específico. Para este tipo de material el peso específico del Hormigón Armado es de  $2400\text{kg/m}^3$ .

### 7.6.2 Sobrecarga de Uso.

Para la losa, se aplicará una carga uniforme de  $4.80\text{kN/m}^2$ , según norma NEC-SE-CG.

### 7.6.3 Carga Hidráulica.

En este estudio se considera la carga hidráulica. El detalle de carga se aplica directamente en el diseño del piso, el cual se analiza y diseña para soportar una carga hidráulica de 5 toneladas por cada metro cuadrado.

### 7.6.4 Empuje de Suelo.

El empuje del suelo se aplicará en la parte exterior del tanque de almacenamiento, este transmite una fuerza horizontal de 1.80 toneladas (peso específico del suelo) por cada nivel, es decir a cada distancia considerada en el diseño.

### 7.6.5 Empuje de Agua.

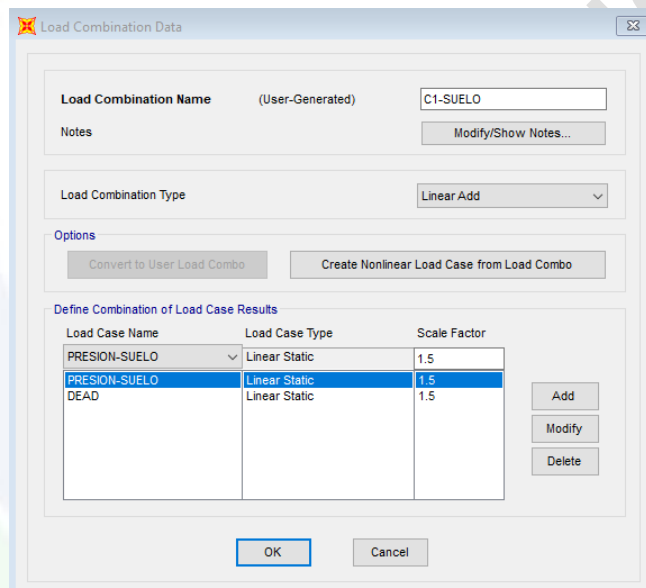
El empuje del agua se aplicará en la parte interior del tanque de almacenamiento, este

transmite una fuerza horizontal de 1.00 tonelada (peso específico del agua) por cada nivel, es decir a cada distancia considerada en el diseño.

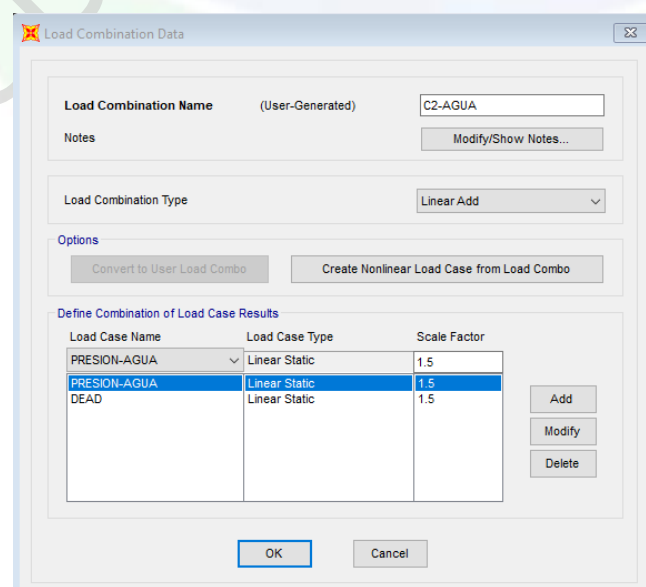
### 7.7 Combinaciones de Carga.

Para el análisis y diseño de los elementos estructurales, se utilizó el método de cálculo de los “Estados Límites”, en el que se pretende limitar que el efecto de las acciones exteriores ponderadas por unos coeficientes, sea inferior a la respuesta de la estructura, minorando las resistencias de los materiales. (Última resistencia)

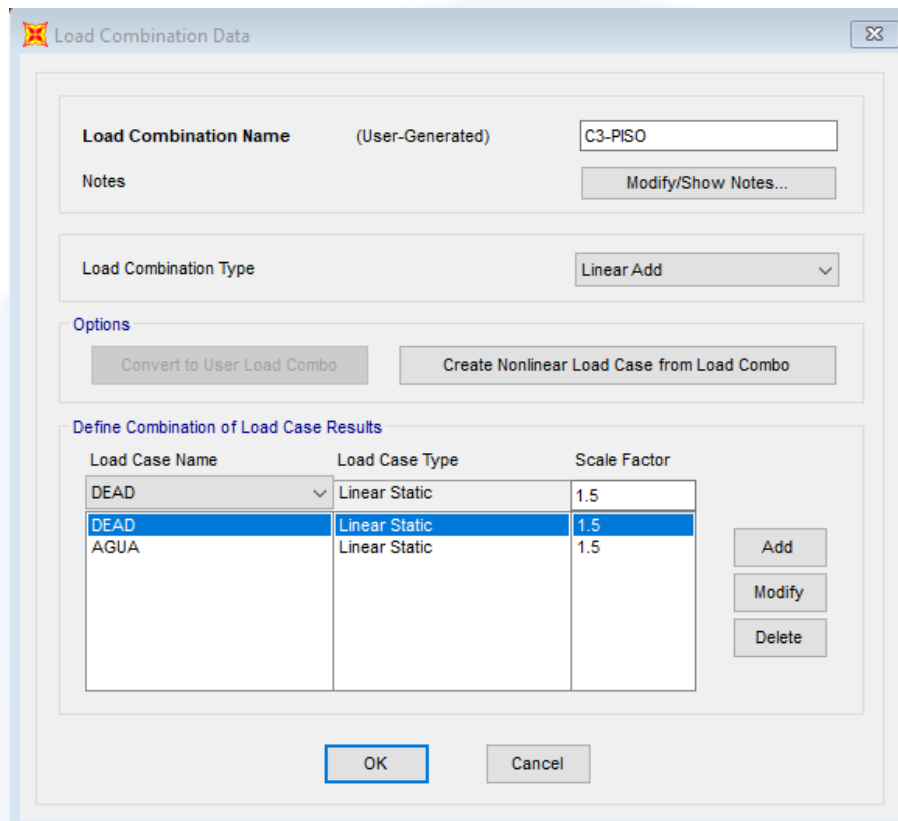
Para las estructuras que deberán resistir la carga muerta, carga viva y los efectos de las presiones del suelo y agua, la resistencia requerida  $U$  no debe ser menor que el mayor valor obtenido de las siguientes ecuaciones:



Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
PRESION-SUELO	Linear Static	1.5
PRESION-SUELO	Linear Static	1.5
DEAD	Linear Static	1.5



Load Case Name	Load Case Type	Scale Factor
PRESION-AGUA	Linear Static	1.5
PRESION-AGUA	Linear Static	1.5
DEAD	Linear Static	1.5



## 8 ANÁLISIS ESTRUCTURAL.

El análisis de las solicitaciones se realiza mediante un cálculo espacial en tres dimensiones (3D), utilizando el método de matrices de rigidez. El análisis se realizó con *SAP2000 V20*.

### 8.1 Descripción del Proceso de Análisis Estructural.

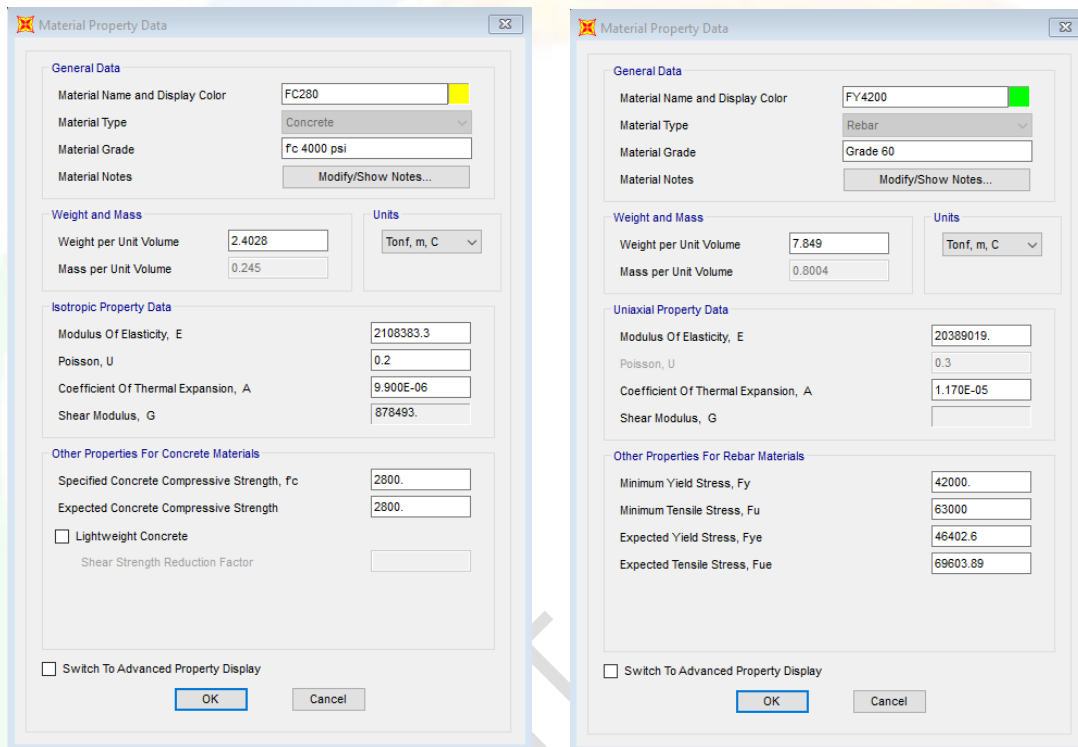
El proyecto sin embargo al encontrarse en una zona sísmica, no se definió como una estructura de riesgo sísmico al estar completamente enterrada, nivel propuesto por el diseñador hidráulico debido a las consideraciones técnicas del proyecto.

El cálculo estático considera las cargas horizontales (presión del suelo vs presión del agua), utilizando los principios básicos del equilibrio y la resistencia de materiales para obtener los parámetros de diseño (deformaciones y esfuerzos).

Para construir el modelo de cálculo, se idealizó la estructura mediante la discretización por elementos finitos, ya sea en forma de barras y planos; luego se consideró un modelo espacial (en 3 dimensiones), en el que se representa a cada elemento. El resultado será el comportamiento estructural del tanque de almacenamiento, al que se le aplicará las cargas correspondientes y los métodos de cálculos respectivos.

## 9 DISEÑO ESTRUCTURAL.

**Definición de materiales:** (Hormigón 280Kg/cm<sup>2</sup> y Acero de Refuerzo 4200Kg/cm<sup>2</sup>).



The image displays two side-by-side screenshots of the 'Material Property Data' dialog box from a structural analysis software. The left dialog is for a concrete material named 'FC280', and the right dialog is for a rebar material named 'FY4200'.

**Material Property Data (Concrete - FC280):**

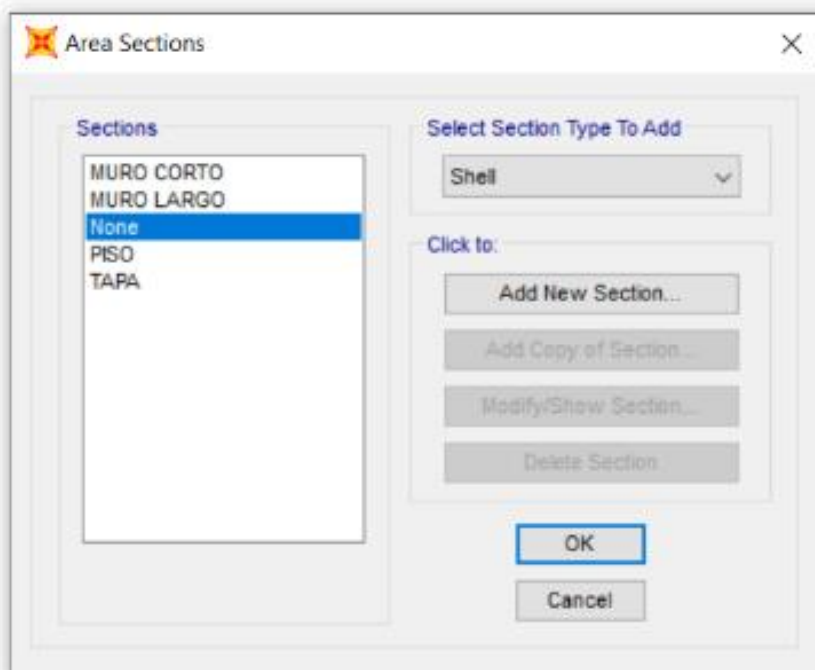
- General Data:** Material Name and Display Color: FC280; Material Type: Concrete; Material Grade: fc 4000 psi.
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume: 2.4028; Mass per Unit Volume: 0.245; Units: Tonf, m, C.
- Isotropic Property Data:** Modulus Of Elasticity, E: 2108383.3; Poisson, U: 0.2; Coefficient Of Thermal Expansion, A: 9.900E-06; Shear Modulus, G: 878493.
- Other Properties For Concrete Materials:** Specified Concrete Compressive Strength, fc: 2800; Expected Concrete Compressive Strength: 2800; Lightweight Concrete: ; Shear Strength Reduction Factor: [empty].

**Material Property Data (Rebar - FY4200):**

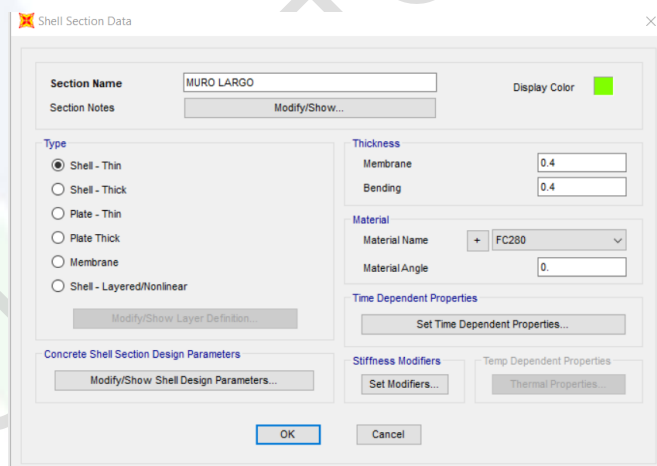
- General Data:** Material Name and Display Color: FY4200; Material Type: Rebar; Material Grade: Grade 60.
- Weight and Mass:** Weight per Unit Volume: 7.849; Mass per Unit Volume: 0.8004; Units: Tonf, m, C.
- Uniaxial Property Data:** Modulus Of Elasticity, E: 20389019; Poisson, U: 0.3; Coefficient Of Thermal Expansion, A: 1.170E-05; Shear Modulus, G: [empty].
- Other Properties For Rebar Materials:** Minimum Yield Stress, Fy: 42000; Minimum Tensile Stress, Fu: 63000; Expected Yield Stress, Fye: 46402.6; Expected Tensile Stress, Fue: 69603.89.

**Definición de secciones:** (Muro e=20cm, Piso e=30cm, Losa e=20cm).

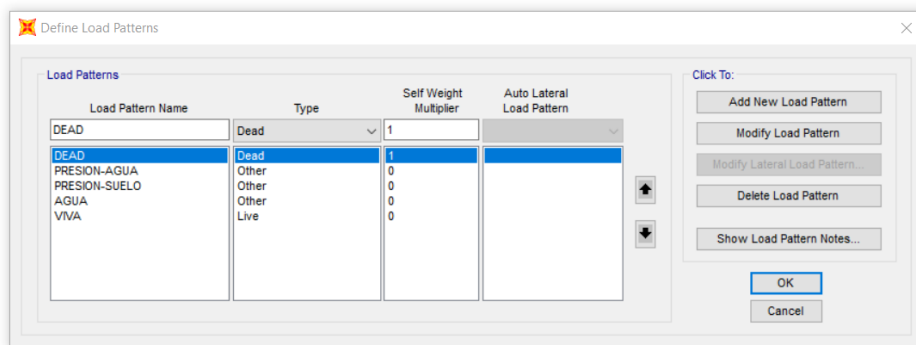
DOCUMENTO



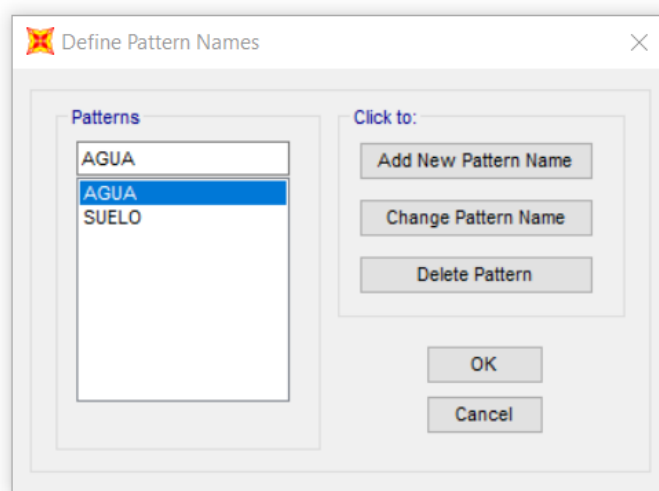
**Propiedades de las secciones:** Elementos de hormigón; Muro e=20cm, Piso e=30cm, Losa e=20cm), Acero de refuerzo de 4200kg/cm<sup>2</sup> y recubrimiento de 5cm.



**Definición de patrones de cargas:** Carga muerta, carga viva, peso del Agua, presión del agua, presión del suelo.



**Definición de cargas:** Peso del Agua, peso del suelo.



**Asignación de cargas horizontal (Empuje del suelo):** Empuje del suelo en función de su peso específico.

**Assign Joint Pattern Data**

General  
Joint Pattern Name: SUELO

Pattern Assignment Type  
 X, Y, Z Multipliers (Pattern Value = Ax + By + Cz + D)  
 Z Coordinate at Zero Pressure and Weight per Unit Volume

Pattern Value = Ax + By + Cz + D  
 Constant A: 0 1/m  
 Constant B: 0 1/m  
 Constant C: -1.8 1/m  
 Constant D: 9.45

Restrictions  
 Use All Values  
 Zero Negative Values  
 Zero Positive Values

Options  
 Add to Existing Values  
 Replace Existing Values  
 Delete Existing Values

Reset Form to Default Values  
OK Close Apply

**Asignación de cargas horizontal (Empuje del agua):** Empuje del agua en función de su peso específico.

**Assign Joint Pattern Data**

General  
Joint Pattern Name: AGUA

Pattern Assignment Type  
 X, Y, Z Multipliers (Pattern Value = Ax + By + Cz + D)  
 Z Coordinate at Zero Pressure and Weight per Unit Volume

Pattern Value = Ax + By + Cz + D  
 Constant A: 0 1/m  
 Constant B: 0 1/m  
 Constant C: -1 1/m  
 Constant D: 5.25

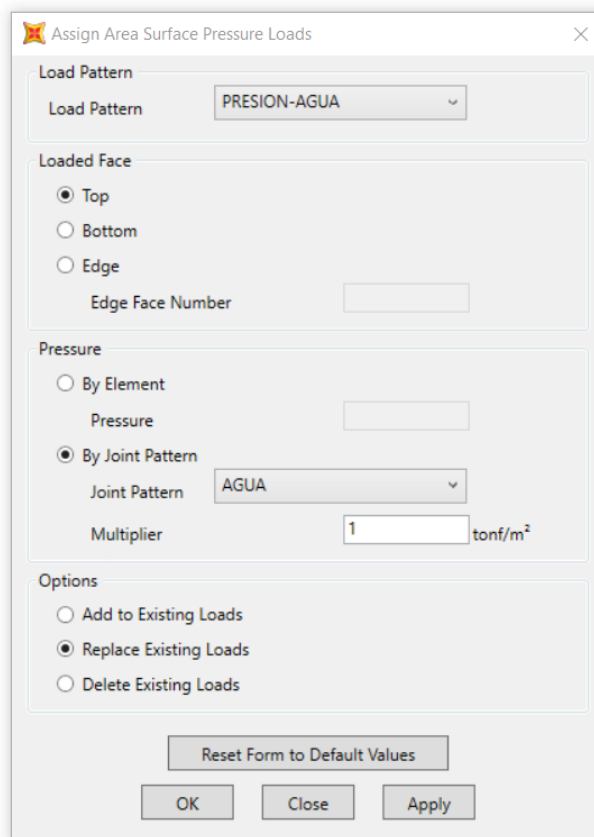
Restrictions  
 Use All Values  
 Zero Negative Values  
 Zero Positive Values

Options  
 Add to Existing Values  
 Replace Existing Values  
 Delete Existing Values

Reset Form to Default Values  
OK Close Apply

**Asignación de cargas horizontal (Empuje interno del agua en función de su altura y su peso específico).**





**Assign Area Surface Pressure Loads**

Load Pattern: **PRESION-AGUA**

Loaded Face:  
 Top  
 Bottom  
 Edge  
Edge Face Number:

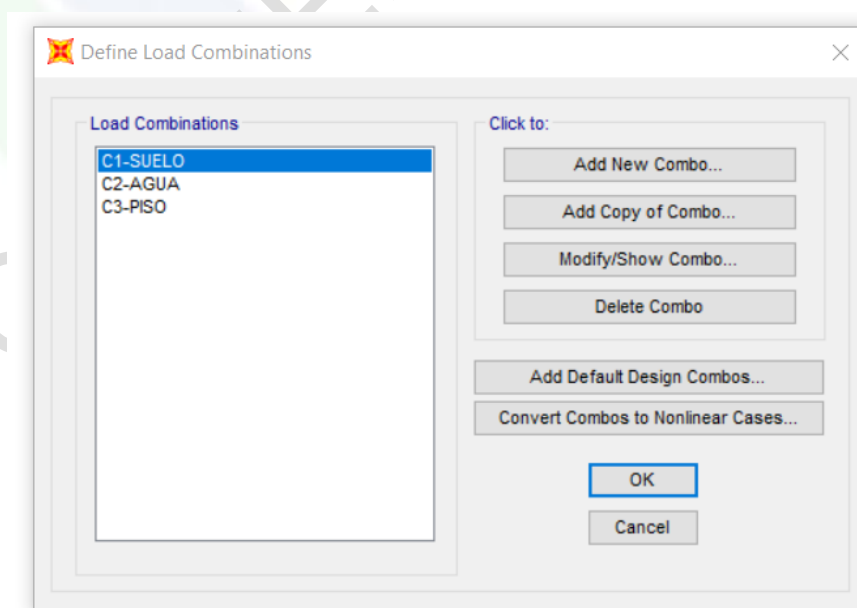
Pressure:  
 By Element  
Pressure:   
 By Joint Pattern  
Joint Pattern: **AGUA**  
Multiplier:  tonf/m<sup>2</sup>

Options:  
 Add to Existing Loads  
 Replace Existing Loads  
 Delete Existing Loads

Reset Form to Default Values

OK Close Apply

**Combinaciones de cargas:**



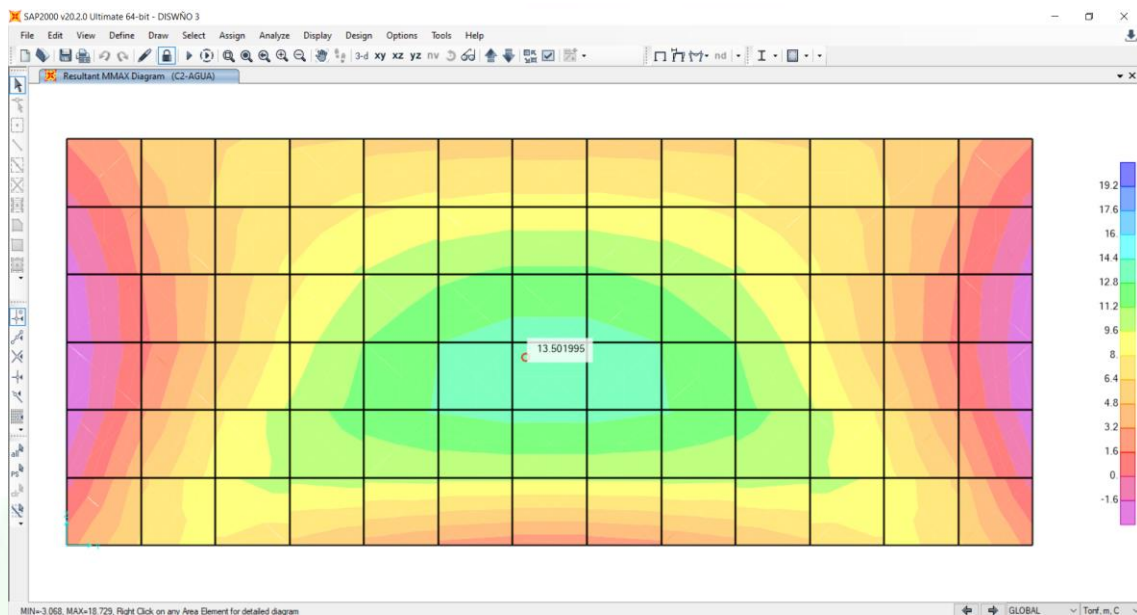
**Define Load Combinations**

Load Combinations:  
C1-SUELO  
**C2-AGUA**  
C3-PISO

Click to:  
Add New Combo...  
Add Copy of Combo...  
Modify/Show Combo...  
Delete Combo  
Add Default Design Combos...  
Convert Combos to Nonlinear Cases...

OK  
Cancel

**Momentos máximos de diseño en muro corto con aplicación de la combinación de carga C2-AGUA:**





## 10 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS.

### 10.1 Hormigones.

- Hormigón.- después de 28 días de fabricado debe ser la Resistencia a la compresión  $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$  o mayor, impermeabilizado con aditivos al 100% para las estructuras.
- Dentro de los 7 primeros días siguientes a la toma de muestras de de un lote, el Constructor se encuentra en su obligación de cumplir con las especificaciones técnicas de cada uno de los materiales y rubros a ejecutarse.
- Agregados. (Generalidades). - el material deberá ser obtenido por el Constructor de las fuentes de abastecimiento previamente aprobadas. La aprobación de los depósitos, no se interpretará como aprobación a cualquier material tomado de estos depósitos.
- Almacenamiento. Los agregados deberán ser almacenados en cantidades suficientes y separadamente de acuerdo a su grupo granulométrico.

### 10.2 Refuerzo.

- Varillas Corrugadas, Resistencia a la fluencia debe ser  $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$  o similar.
- El dobléz de ganchos y los ganchos del refuerzo transversal serán de  $135^\circ$ , de la forma como se especifica en el código ACI318-(S)14 Capítulo 7.1
- Los traslapes deben cumplir con el código ACI 318-(S)14.
- Recubrimiento del refuerzo:
  - Losas: 5.00 cm
  - Muros: 5.00 cm
  - Concreto colado directamente sobre el suelo: 5 cm

	<b>GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO DEL CANTÓN QUININDÉ</b>		
	<b>CONTRATO DE LISTA CORTA N°: CLC-GADMCQ-002-2021</b>		
	“Estudios y diseños definitivos de alcantarillado sanitario y pluvial de los barrios Transervis, ciudadela de los Choferes y la Marujita, ubicados en la parroquia Rosa Zarate, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas”	<b>FASE - 3</b>	
	<b>MEMORIA ESTRUCTURAL</b>	Revisión - 0	
		Pág. 19 de 19	

- Concreto expuesto a la acción del suelo: 5 cm

## 11 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se realizó el estudio estructural de los elementos que conforman la cámara de la estación de bombeo de calzada para el sistema de aguas servidas de la Cdla. Choferes, cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas. A continuación, se presenta un resumen del proceso:

- El diseño estructural cumple con normativas nacionales e internacionales nombradas en la presente memoria.
- Los criterios de diseño están basados en las normativas ACI 350-06 y NEC 2015 (Ecuador).
- Los detalles constructivos de los elementos diseñados, se reflejan en los planos estructurales.
- En los anexos se muestra detalles del cálculo estructural con respecto a las presiones hidrostáticas y cálculos de elementos críticos.

DOCUMENTO ORIGINAL