



MEMORIA DE CALCULO DE RESERVORIO **APOYADO DE 300M3**

**REFORMULACIÓN DEL EXPEDIENTE TÉCNICO DEL PROYECTO
DENOMINADO: "AMPLIACION SISTEMA DE AGUA Y DESAGÜE DE
LA CIUDAD UNIVERSITARIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE
JAEN DEL DISTRITO DE JAEN - PROVINCIA DE JAEN -
DEPARTAMENTO DE CAJAMARCA", con CUI N° 2512146.**

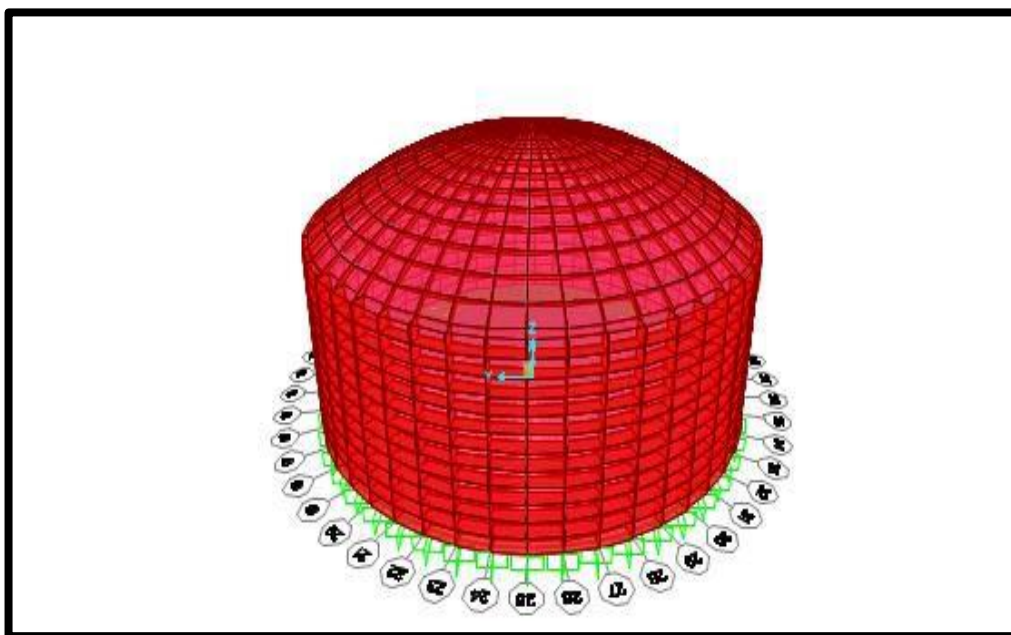
UBICACIÓN

DISTRITO	: JAEN
PROVINCIA	: JAEN
DEPARTAMENTO	: CAJAMARCA
FECHA	: MARZO 2025

1. RESERVOIRIO APOYADO

1.1 INTRODUCCIÓN:

La presente memoria de cálculo se refiere al análisis estructural y diseño de un reservorio que será ubicado en Jaén, Cajamarca. Se mostrará los cálculos de diseño, las solicitaciones sobre el reservorio y las normas utilizadas. El reservorio está enterrado, cuya capacidad es de 300 m³. La profundidad total del reservorio es de 1.20 m y con diámetro es de 10.80m. La resistencia del concreto a los 28 días usado para el reservorio debe ser de 280 Kg/cm², Además, el acero de refuerzo consta de barras corrugadas ASTM 615 (grado 60).



1.2 NORMATIVAS DE DISEÑO ESTRUCTURAL

REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES	
NTP E – 020	NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN << CARGAS >>
NTP E – 030	NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN <<DISEÑO SISMORRESISTENTE>>
NTP E – 050	NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN <<SUELOS Y CIMENTACIONES>>
NTP E – 060	NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN << CONCRETO ARMADO>>
NTP E - 070	NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN <<ALBAÑILERÍA>>
NTP E - 090	NORMA TÉCNICA DE EDIFICACIÓN <<ESTRUCTURAS METÁLICAS>>

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE	
ACI – 350 -06	REQUISITOS PARA ESTRUCTURAS DE HORMIGÓN
ACI.3-06	DISEÑO SÍSMICO DE LÍQUIDOS DE ESTRUCTURAS

1.3 CRITERIOS DE ESTRUCTURACIÓN:

- De nuestra Norma NTP E060, el Capítulo 14-Muros, tenemos los siguientes criterios por cumplir:

14.3.2 Los muros con un espesor mayor que 200 mm, excepto los muros de sótanos, deben tener el refuerzo en cada dirección colocado en dos capas paralelas a las caras del muro.

14.5.3.2 El espesor de los muros exteriores de sótanos y cimentaciones no debe ser menor que 200 mm.

14.8 MUROS DE CONTENCIÓN

14.8.1 Los muros de contención con o sin carga axial significativa se diseñarán de acuerdo a las disposiciones para diseño de elementos en flexión y carga axial del Capítulo 10.

14.8.2 El refuerzo mínimo será el indicado en 14.3. Este requisito podrá exceptuarse cuando el Ingeniero Proyectista disponga juntas de contracción y señale procedimientos constructivos que controlen los efectos de contracción y temperatura.

14.8.3 El acero por temperatura y contracción deberá colocarse en ambas caras para muros de espesor mayor o igual a 250 mm. Este refuerzo podrá disponerse en mayor proporción en la cara expuesta del muro.

14.8.4 El refuerzo vertical y horizontal no se colocará a un espaciamiento mayor que tres veces el espesor del muro ni que 400 mm.

- Requerimientos del American Concrete Institute ACI-350-06, Recomendando un espesor mínimo de 30 cm para muros que están en contacto con líquidos y tienen una altura mayor o igual a 3.00 m.

ENVIRONMENTAL STRUCTURES CODE/COMMENTARY

350-257

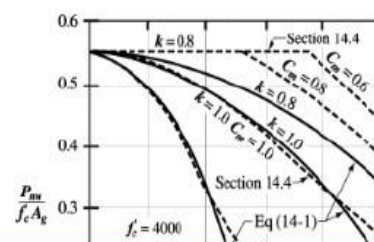
CODE

14.6 — Minimum wall thickness

14.6.1 — Thickness of nonbearing walls that do not receive their vertical stability from curvature shall not be less than 6 in., nor less than 1/30 the least distance between members that supply lateral support.

14.6.2 — The minimum thickness of conventionally reinforced cast-in-place concrete walls that are in contact with liquids and are at least 10 ft high shall be 12 in.

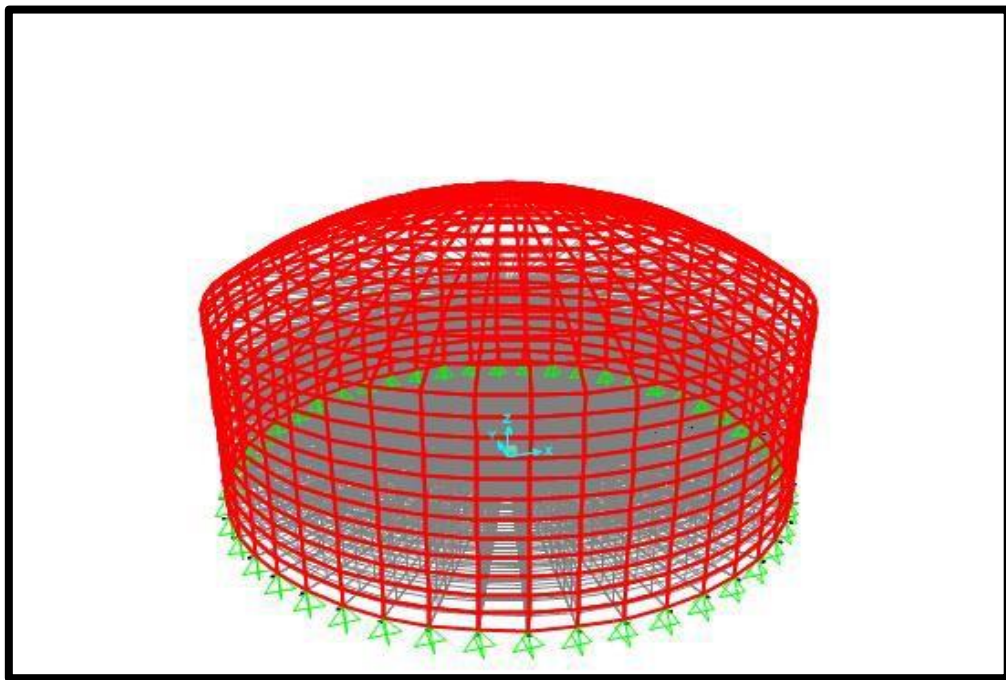
COMMENTARY



- Por criterio de estructuración los muros de la cisterna serán de 30 cm de espesor cumpliendo los requerimientos de la NTP y del ACI-350-06.
- La Cisterna están dividida en dos estructuras una que está enterrada y la otra que está por encima de la superficie.

- La Estructura que está enterrada será mediante muros de concreto Armados que serán los que se comportan las cargas de empuje del terreno, los muros en forma curvas sus esfuerzos son tensiones o compresiones, los muros rectos sus esfuerzos son flexiones.
- La estructura que está por encima está formada por pórticos que se apoyan en los muros de concreto armados y una losa ligera.

1.4 MODELAMOS LA ESTRUCTURA EN EL SOFTWARE SAP2000



1.5 ANÁLISIS Y DISEÑO DEL RESERVORIO

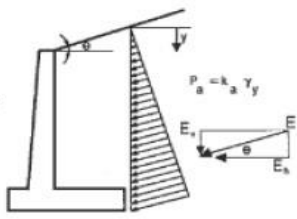
- Análisis empuje de terreno con la teoría de Rankine:

**1.2 Determinación de las fuerzas de empuje debido al suelo:
Teoría de Rankine**

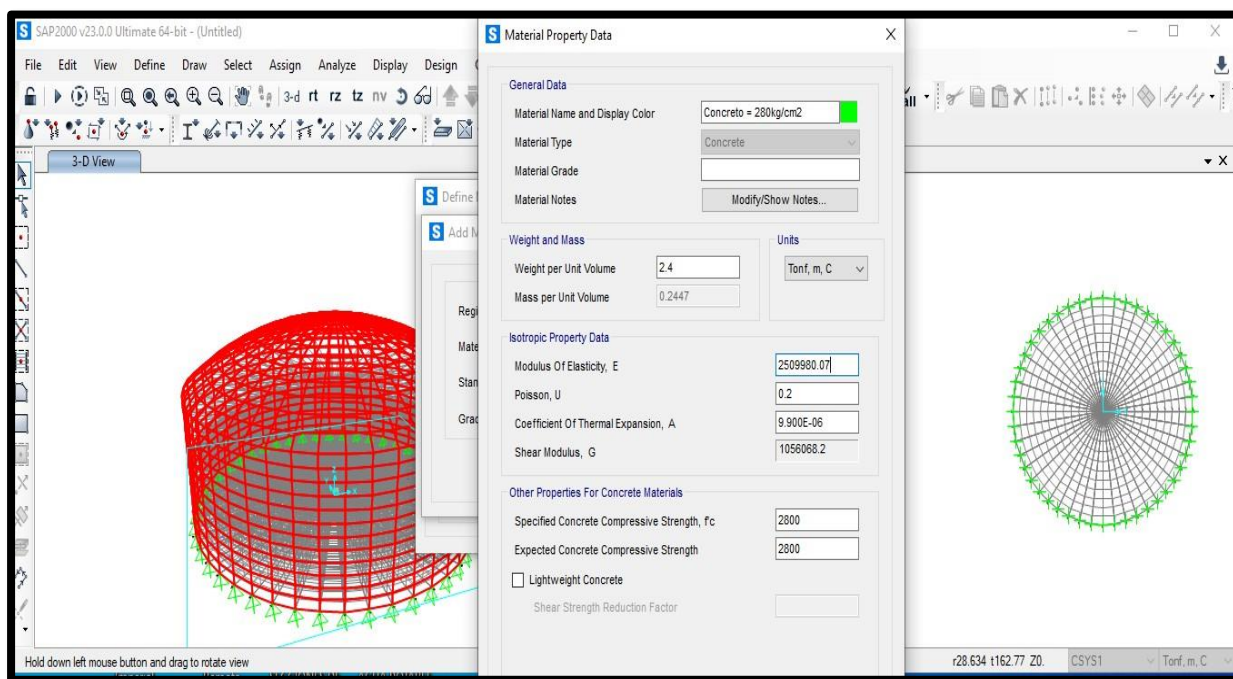
Empuje Activo

p_a = presión debida al empuje activo
 k_a = coeficiente de empuje activo
 γ = peso específico del material
 y = profundidad a partir del extremo superior
 ϕ = ángulo de fricción interna
 θ = ángulo sobre la horizontal del talud del material

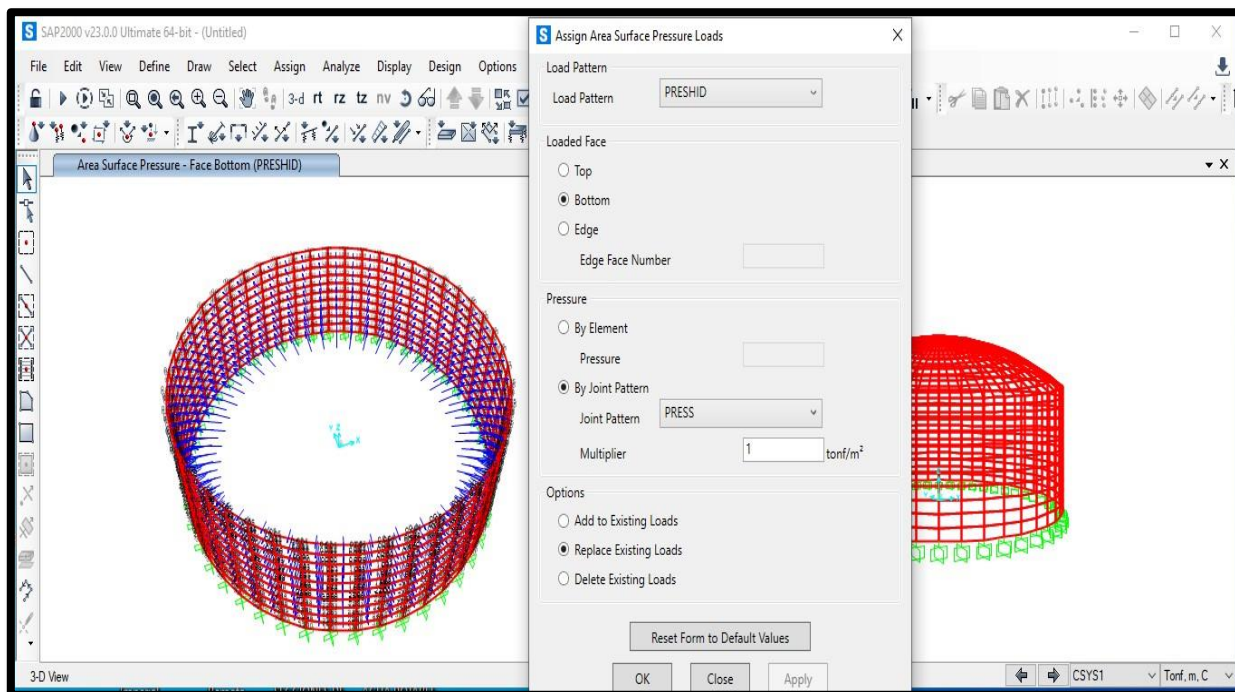
De la figura:
 $p_{ay} = k_a \gamma y$



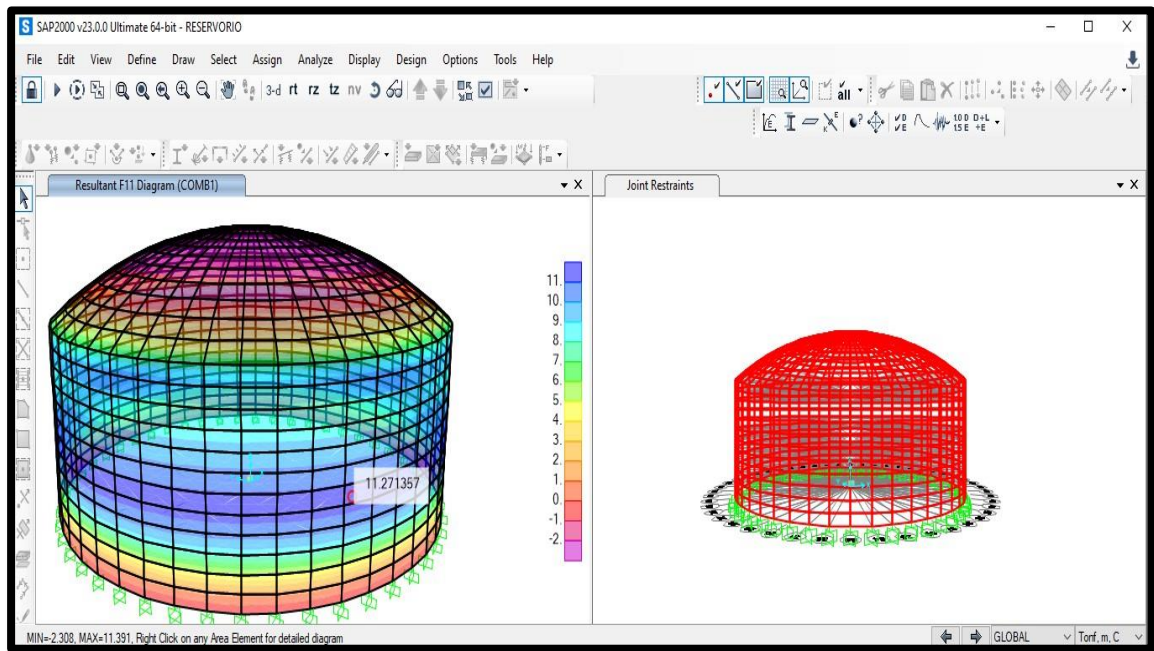
ASIGNACIÓN DE MATERIAL EN SOFTWARE



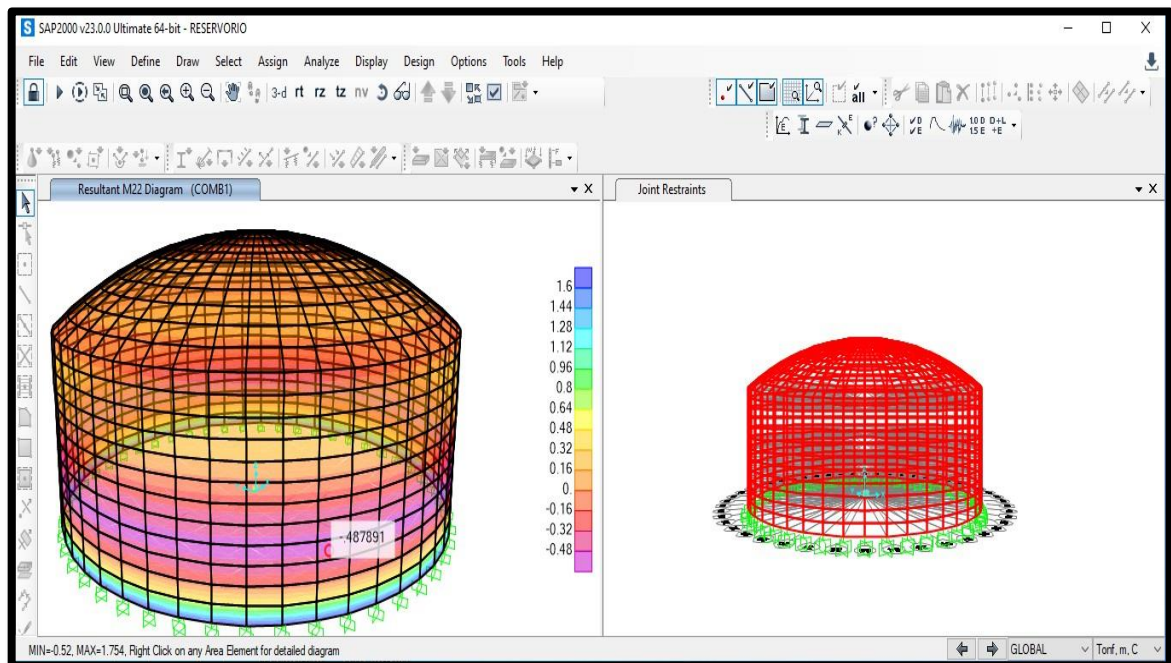
ASIGNACIÓN DE PRESIÓN EN CARAS EN CONTACTO CON AGUA



RESULTADO DE MAYOR ESFUERZO EN MUROS ES DE 11.27 TON/M2



RESULTADO DE MAYOR MOMENTO EN MUROS ES DE -0.48 TON-M



1.6 DIMENSIONAMIENTO

Volumen asumido para el diseño

Borde libre

Altura de la salida de agua

Altura de agua asumiremos

Altura del muro

$$H = h + a + h_s$$

V =	300	m ³
a =	0.40	m
h _s =	0	m
h =	3.30	m
H =	3.70	m

Cálculo del diámetro interno di

$$V = \frac{\pi \cdot d_i^2 \cdot h}{4}$$

$$d_i = 10.76 \text{ m}$$

Optamos por:

$$d_i = 10.80 \text{ m}$$

Verificamos:

$$\frac{d_i}{H} = 2.91891 > 1.5$$

Cumple

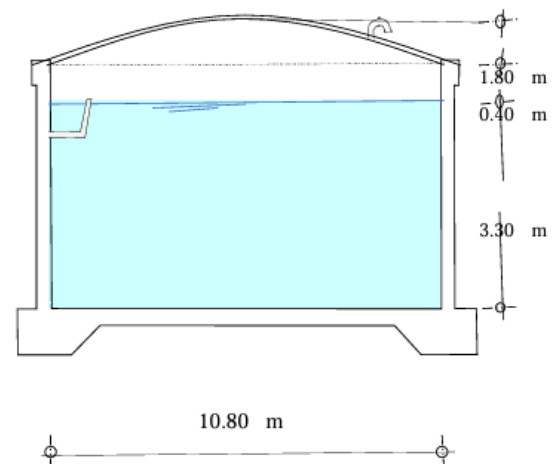
Cálculo flecha de la tapa (forma de bóveda)

$$f = 1/6 \cdot d_i$$

$$f = 1.80 \text{ m}$$

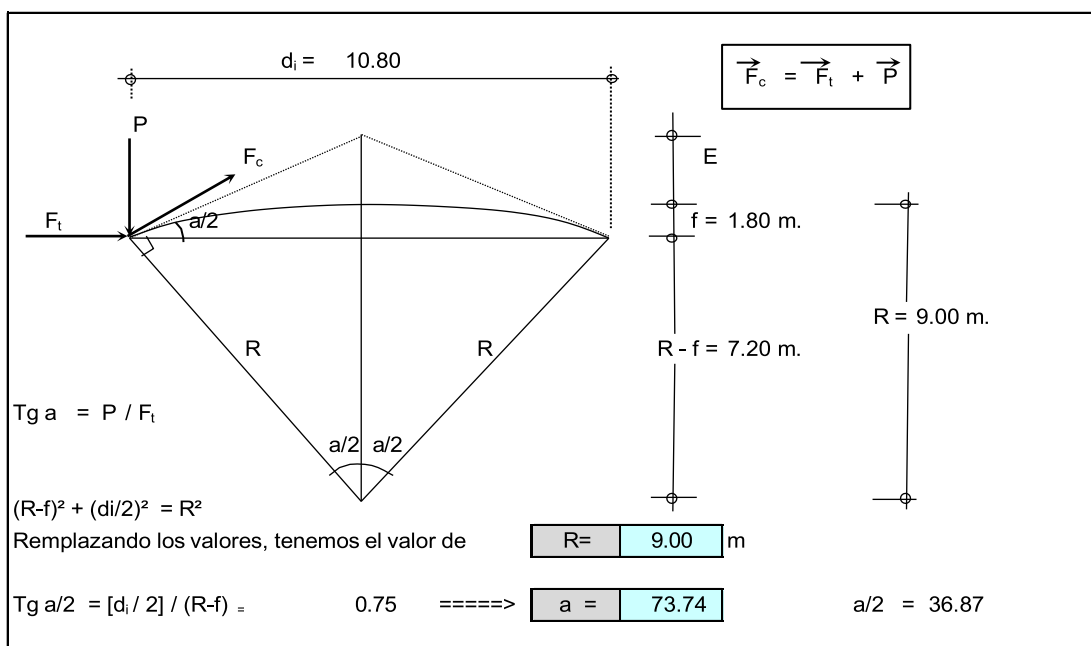
1.7 DATOS INICIALES

Volumen del reservorio	V =	300	m ³
Diámetro interior del reservorio	d _i =	10.80	m
Borde libre	a =	0.40	m
Altura del agua	h =	3.30	m
Altura del muro	H =	3.70	m
Flecha de la tapa	f =	1.80	m
Ancho de análisis	b =	1.00	m
Peso específico del agua	γ _a =	1000	kg/m ³
Peso específico del suelo	γ _s =	1930	kg/m ³
Peso específico de concreto	γ _c =	2400	kg/m ³
Ángulo de fricción interna	Ø =	32.0	°
Capacidad portante terreno	σ _t =	3.99	kg/cm ²
Resistencia del concreto	f'c =	280	kg/cm ²
Esfuerzo de fluencia acero	f _y =	4200	kg/cm ²



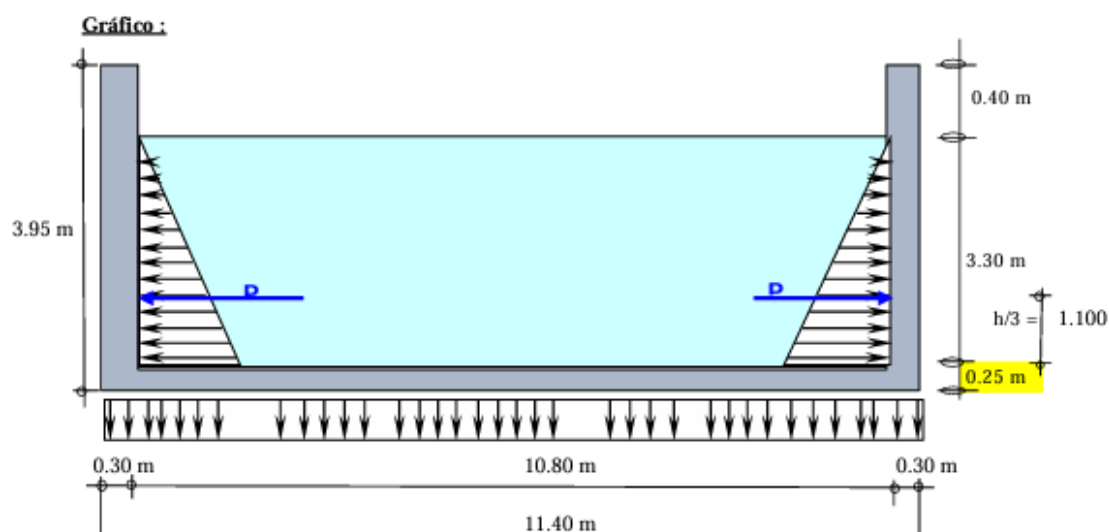
CRITERIOS DE DISEÑO

- El tipo de reservorio a diseñar será superficialmente apoyado.
- Las paredes del reservorio estarán sometidas al esfuerzo originado por la presión del agua.
- El techo será una losa de concreto armado, su forma será de bóveda, la misma que se apoyará sobre una viga perimetral, esta viga trabajará como zuncho y estará apoyada directamente sobre las paredes del reservorio.
- Losa de fondo, se apoyará sobre una capa de relleno de concreto simple, en los planos se indica.
- Se diseñará una zapata corrida que soportará el peso de los muros e indirectamente el peso del techo y la viga perimetral.

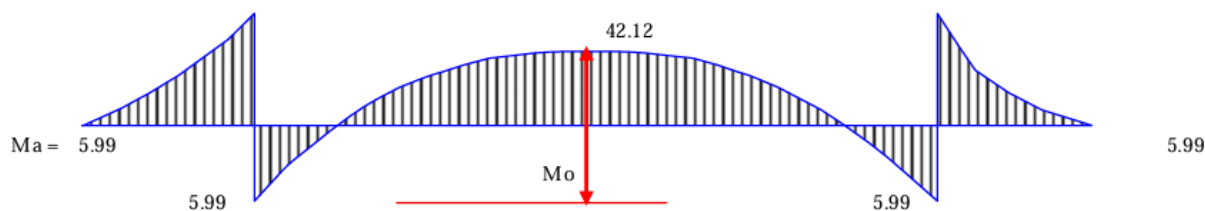


1.8 METRADO DE CARGA DEL RESERVORIO

Losa del techo:	et : 0.100 m	f : 1.80 m	$(\pi \times d_e \times f^*) \text{ et } \gamma_c =$	15.47 Ton
Viga Perimetral	b : 0.35 m	d : 0.35 m	$\pi \times d_c \times b \times d \times \gamma_c =$	10.25 Ton
Muros pedestales laterales e 0.30 m		h : 3.35 m	$\pi \times d_c \times e_p \times h \times \gamma_c =$	84.11 Ton
Peso de zapata corrida	b 1.00 m	h : 0.45 m	$\pi \times d_c \times b \times h \times \gamma_c =$	37.66 Ton
Peso de losa de fondo	e 0.25 m		$\pi \times d_i^2 \times e \times \gamma_c / 4 =$	54.9653 Ton
Peso del agua	h : 3.30 m		$\pi \times d_i^2 \times h \times \gamma_a / 4 =$	302.309 Ton
Peso total a considerar:				504.77 Ton



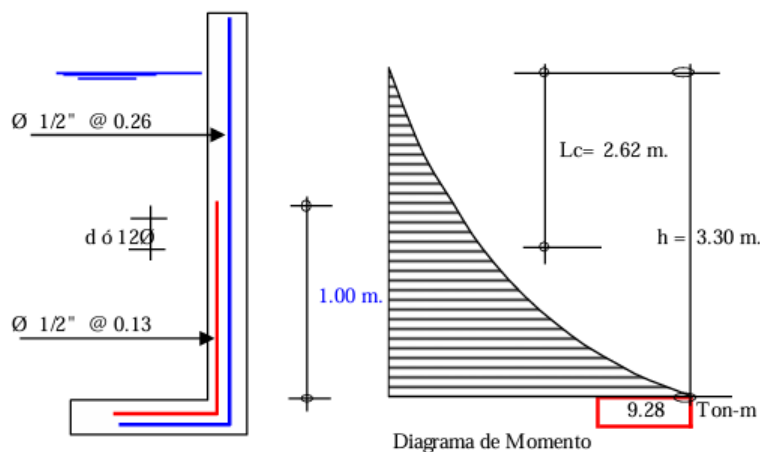
Analizando una franja de un metro de ancho, de los marcos en "U", tenemos el siguiente diagrama de momentos :



Calculando:

P =	($\gamma_a \cdot H^2/2$) * 1.00 m	=	5.45	Ton.
Ma =	P . h / 3	=	5.99	Ton-m
Mu =	1.55 * Ma	=	9.28	Ton-m

M(Tn-m)	b (cm)	d(cm)	ρ	As (cm ²)	As min	As diseño	\emptyset	N° capas	Disposición
9.284	100.00	26.00	0.00376	9.77	5.20	9.77	\emptyset 1/2"	2.00	\emptyset 1/2" @ 0.26 m



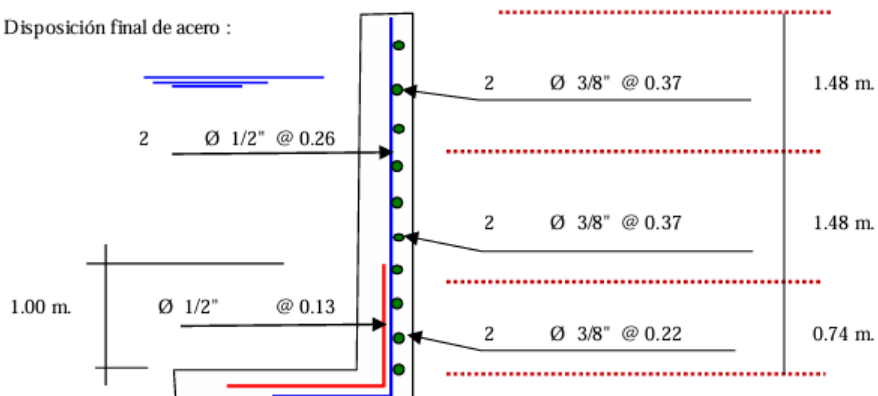
Ecuación $Y = K \cdot X^3$

Cuando $X = 3.30$
 $Y = Mau = 9.28$
 Entonces $K = 0.258$

$Mau / 2 = K \cdot Lc^3 = 4.642$
 Entonces $Lc = 2.619$ m

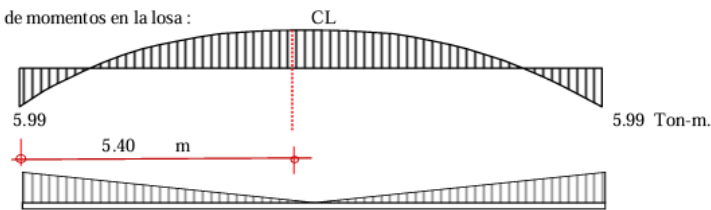
$d = 26.00$ cm
 $12\emptyset = 15.24$ cm

Disposición final de acero :



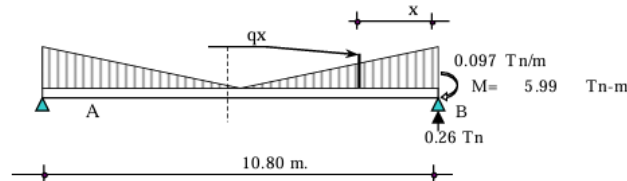
1.9 DISEÑO Y CALCULO DE ACERO EN LA LOSA DE FONDO DEL RESERVORIO

Diagrama de momentos en la losa :



Peso del agua $\pi \times d^2 \times h \times \gamma_a / 4$
Carga unitaria por unidad de longitud $q = H \times \delta_a / \text{Perimetro del circulo}$

302.31 Tn.
0.097 Tn/m



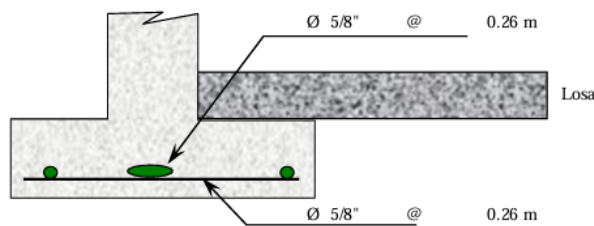
1.10 DISEÑO DE LA ZAPATA CORRIDA

M (Tn-m)	b (cm)	d (cm)	ρ	As (cm²)	As mín	As diseño	ϕ	N° capas	Disposición
0.514	100.00	37.50	0.00010	0.36	7.50	7.50	ϕ 5/8"	1.00	ϕ 5/8" @ 0.26 m

Acero de repartición, Usaremos el As mín =

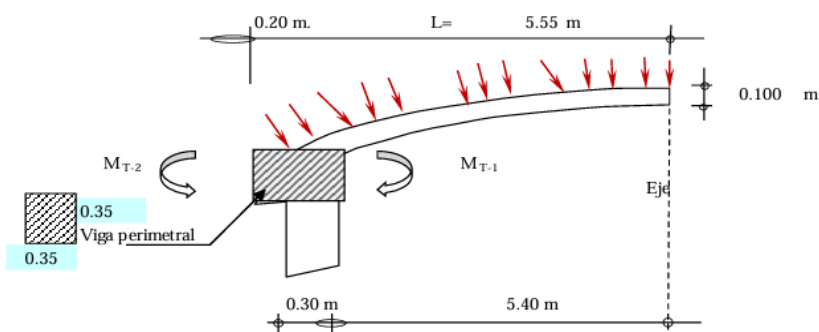
7.50

ϕ	N° capas	Disposición
ϕ 5/8"	1.00	ϕ 5/8" @ 0.26 m



1.11 DISEÑO DE LA VIGA PERIMETRAL O ARRANQUE

5.4.2. Diseño por torsión:

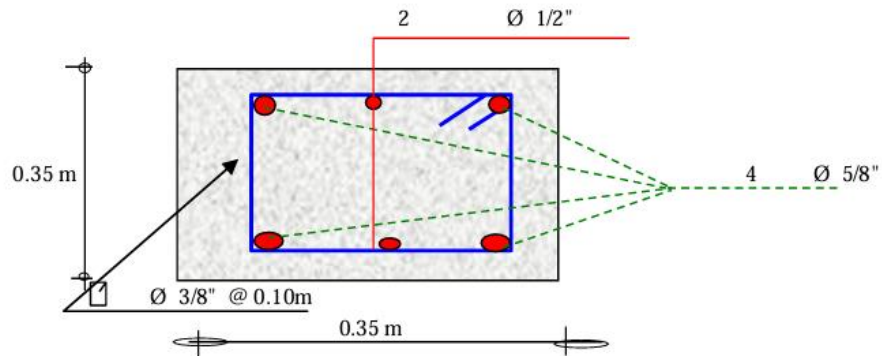


Metrado de Cargas :

Peso propio de viga	1.40 x	0.35 x	0.35 x	2.40	=	0.412 Ton/m
Peso propio de losa	1.40 x	0.100 x	2.40		=	0.336 Ton/m²
Sobre carga	1.70 x	0.150			=	0.255 Ton/m²
Carga Total por m² de losa					=	0.591 Ton/m²
Carga Total por ml de viga				[0.591 x (5.40 m+ 0.35/2)] + 0.41	=	3.706 Ton/ml

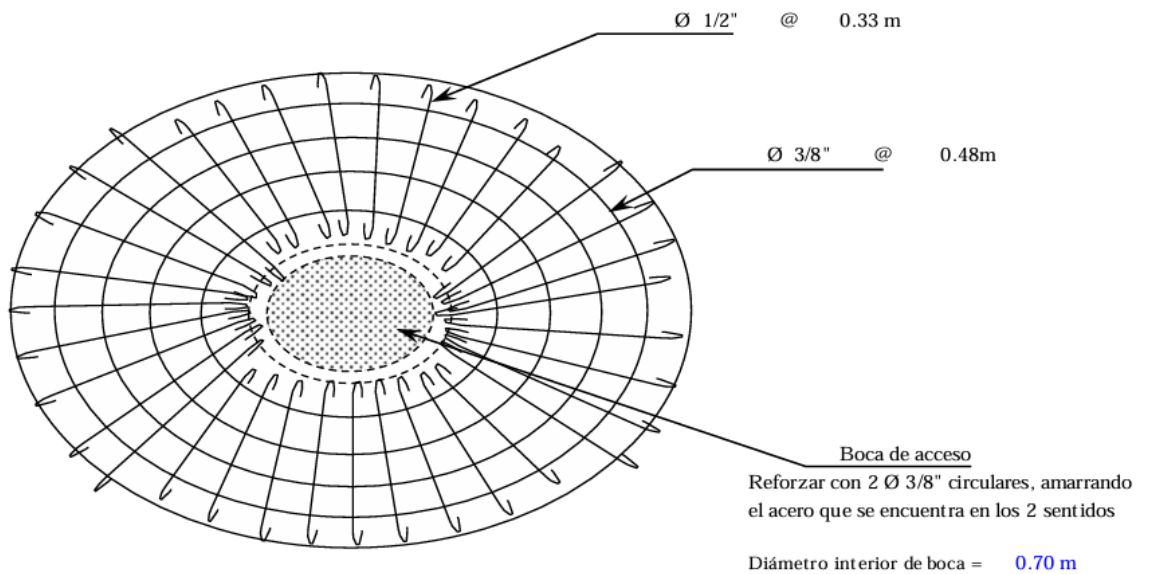
As diseño	Ø	Disposición de estribos		
0.0750	Ø 3/8"	1	Ø 3/8"	@ 0.10 m

Disposición final de acero en viga:



Disposición final de acero :

En el acero principal se usará el mayor acero entre el $A_t + A_f$ y Acero por excentricidad.



1.12 ACERO DE RESERVORIO APOYADO DE 300M3

