

**MEMORIAS DISEÑO ESTRUCTURAL
CANAL DE DISIPACIÓN A LA SALIDA DE UNA TUBERÍA CON
DIÁMETRO DE 90cm**

Diseñó:

Mario Osorio Osorio
Ingeniero Civil Especialista
Matrícula 05202-350276 ANT

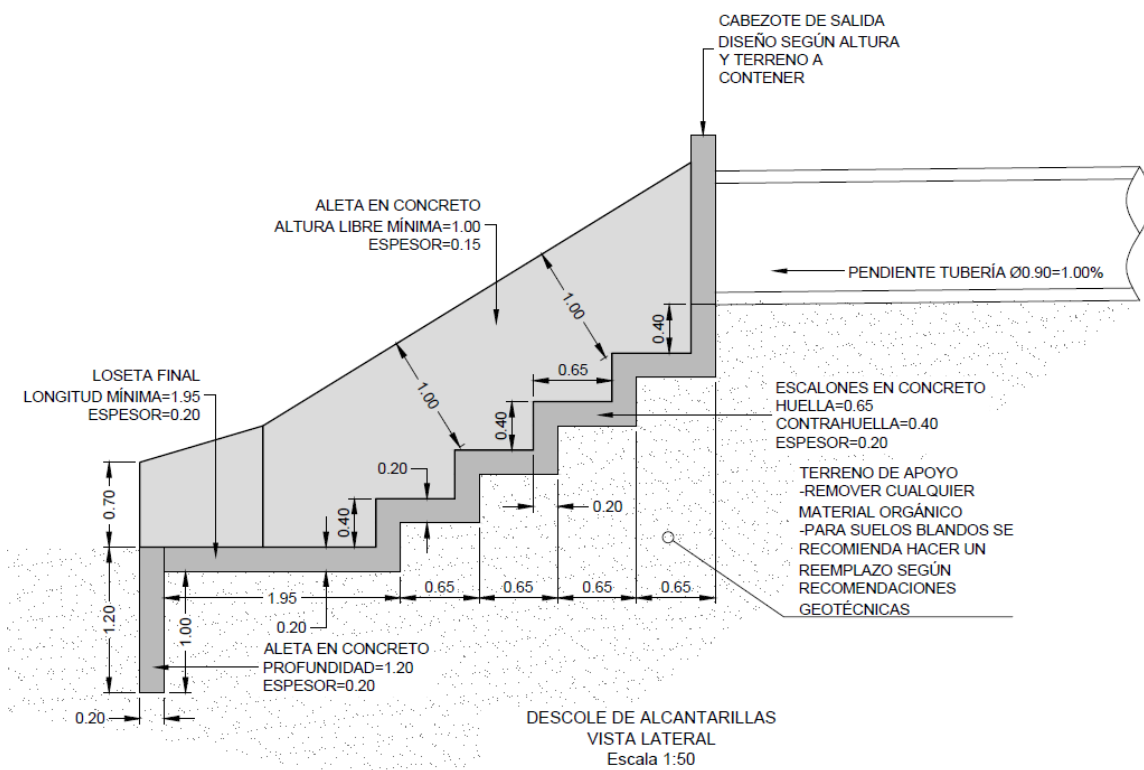
MARZO DE 2023

1. INTRODUCCIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

De acuerdo con lo solicitado por el cliente, se elaboró el diseño estructural para un canal de disipación a la salida de una tubería con diámetro de 90cm (descole).

Este informe constituye un resumen de los resultados y características del diseño estructural, conforme a los requerimientos de la Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo resistente NSR-10 y de los requisitos para estructuras de concreto que contienen líquidos ACI 350.3-06.

La estructura esta compuesta por dos muros laterales en concreto reforzado que están soportados sobre una losa de cimentación también en concreto reforzado que sigue el desnivel del terreno en forma de escalones con el fin de ayudar con la disipación de la energía del agua que sale de una tubería con diámetro de 90cm por gravedad.



Geometría general – Vista lateral

2. PLANTEAMIENTO ESTRUCTURAL

Buscando la optimización y practicidad en el proceso constructivo, se opta por definir una losa de cimentación en concreto maciza, de 20cm de espesor, 2 muros en concreto de 20cm de espesor donde estará contenido el líquido.

Las paredes del canal deberán resistir las solicitaciones generadas por las cargas debidas al empuje de suelos y al empuje de los fluidos dentro del canal, además del peso propio.

Con el fin de mantener la estabilidad del canal y evitar efectos nocivos por subpresiones (nivel freático constante), se plantea una losa de cimentación en concreto reforzado con espesor de 20cm con el fin de que el peso propio del canal, se eviten tener subresiones no deseadas con un factor de seguridad aceptable.

Se resalta el hecho, que la geometría general del canal se hace en base a la geometría y requerida por el diseño hidráulico elaborado por el ingeniero WILMAR ANDREY BUITRAGO en el informe elaborado el día 21 de febrero de 2023.

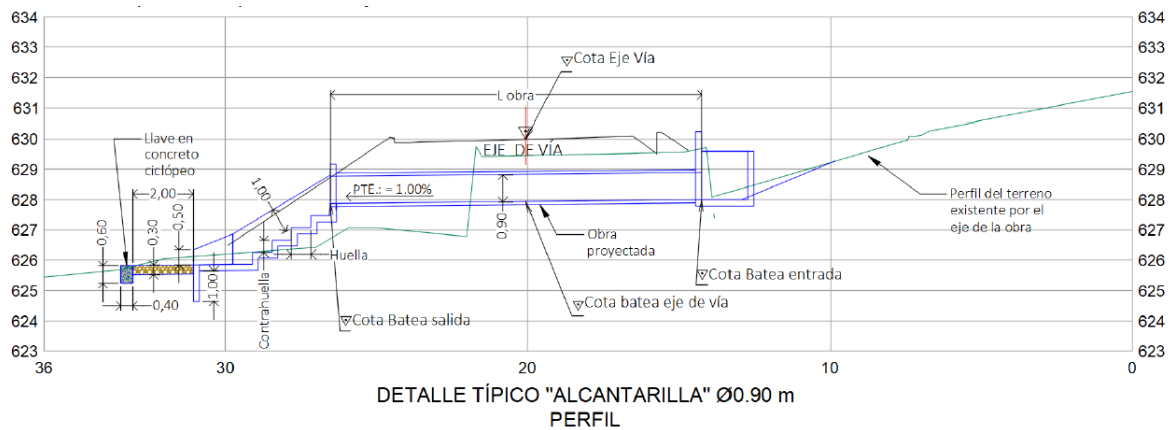


Figura 1. Perfil típico de estructura escalonada en el descole.

Diseño hidráulico suministrado

3. CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

Los elementos estructurales de la estructura se diseñaron en concreto reforzado con las siguientes características:

3.1. Resistencia a compresión del concreto (f'_c):

<i>Losa de cimentación:</i>	280 kgf/cm ²
<i>Muros:</i>	280 kgf/cm ²

El agregado usado para el concreto estructural deberá ser de origen metamórfico. Su módulo de elasticidad se calcula según indica el numeral C.8.5.1.

Resistencia Concreto (kgf/cm ²)	Módulo de elasticidad (kgf/cm ²)
280	253 620

3.2. Acero de refuerzo:

El refuerzo de los elementos de concreto consiste en varillas corrugadas de acero con diámetros desde 4mm hasta 1 ¼" y las siguientes resistencias a tensión (f_y):

<i>Varillas de refuerzo con $\phi = 3/8"$ a $1 1/4"$:</i>	4200 kgf/cm ²
<i>Malla electro-soldada con $\phi = 4mm$ a $8mm$:</i>	4900 kgf/cm ²

El acero de refuerzo utilizado debe cumplir con la norma NTC2289 (ASTM A706M), debe ser refuerzo corrugado con módulo de elasticidad de 2 000 000 kgf/cm²

4. DEFINICIÓN DE CARGAS

4.1. Peso propio de los elementos estructurales:

Todos los elementos de concreto reforzado:	2400 kgf/m ³
--	-------------------------

4.2. Cargas adicionales al peso propio de los elementos estructurales (gravitacionales):

Cargas acabado de fondo:	200 kgf/m ²
--------------------------	------------------------

4.3. Cargas ocasionadas por empujes del suelo:

Con el fin de obtener las cargas resultantes sobre los muros debido a los empujes estáticos del suelo, se obtuvieron las características del suelo según suelos típicos de la región antioqueña.

Caracterización geotécnica

Suelo a retener

γ (tonf/m ³)	1.91
c (kgf/m ²)	2700
ϕ (°)	23.5
Inclinación terr α (°)	0
Inclinación muro β (°)	90
Fricción suelo muro δ (°)	13.71
Altura suelo (m)	1.00

Para el cálculo del empuje, se utiliza un coeficiente de presión lateral de tierras activo (K_a), ya que, por la geometría de la estructura y el proceso constructivo, se permiten deformaciones mínimas en las paredes del tanque debido a los empujes laterales del suelo y no hay riesgos importantes al desconfinar la masa de suelo adyacente a las paredes del canal. Con el fin de tener practicidad a la hora del diseño estructural se opta por tomar un valor promedio calculado a partir de las teorías clásicas de coulomb para suelo cohesivos-friccionantes, buscando estar por encima del promedio ponderado de los coeficientes activos (K_a) dados por estudio geotécnico.

Tabla 5 Cálculo de coeficiente de presión lateral de tierras.

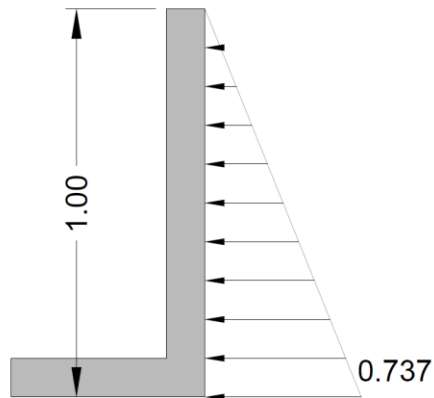
Prof.		A TOMAR	Ko (REPOSO)	Ka (ACTIVO)	Kp (PASIVO)
(m)	(m)	ϕ COEFICIENTES DE PRESIÓN LATERAL DE TIERRAS			
0.00	0.45	21.8	0.629	0.459	2.181
0.45	0.90	21.4	0.635	0.465	2.151
0.90	1.30	23.6	0.600	0.428	2.335
1.30	1.75	24.4	0.586	0.415	2.412
1.75	2.20	33.3	0.452	0.292	3.428
2.20	2.60	35.0	0.426	0.271	3.690
2.60	3.05	36.4	0.406	0.255	3.925
3.05	3.50	39.8	0.360	0.219	4.563
3.50	3.95	40.1	0.356	0.217	4.615
3.95	4.40	40.7	0.348	0.211	4.747
4.40	4.85	41.0	0.344	0.207	4.820
4.85	5.30	41.6	0.336	0.202	4.947
5.30	5.75	42.6	0.323	0.193	5.193
5.75	6.20	42.8	0.321	0.191	5.238
6.20	6.65	42.6	0.323	0.193	5.185
6.65	7.10	44.0	0.305	0.180	5.559

Valores de coeficientes de empuje estudio de suelos

$$K_a = \text{coeficiente de presión activa de Coulomb}$$

$$= \frac{\sin^2(\beta + \phi)}{\sin^2 \beta \sin(\beta - \delta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \alpha)}{\sin(\beta - \delta) \sin(\alpha + \beta)} \right]^2}$$

Coulomb	K_a	0.386
Promedio ponderado	K_a	0.302



Cargas asignadas al modelo de cálculo por empujes estáticos de suelo

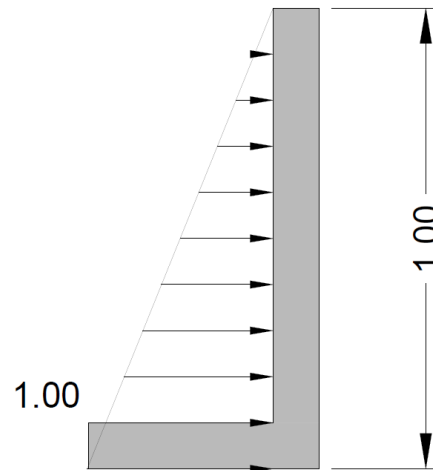
4.4. Cargas ocasionadas por empujes del fluido contenido:

Para evaluar los empujes laterales sobre los muros ocasionados por el empuje estático del fluido contenido, se evalúa el caso más desfavorable que sería cuando el canal este a su máxima capacidad ($H_L=1.00\text{m}$).

DISEÑO DE TANQUES EN CONCRETO

GENERALIDADES

Largo X (m)	3.7
Ancho Y (m)	4.9
Altura Agua H_L (m)	4.80
Altura Muro (m)	5
Ancho de diseño (m)	1
Espesor Muro (m)	0.35
Recubrimiento a eje (m)	0.09
f'_c (kgf/cm ²)	310
f_y (kgf/cm ²)	4200
E_c (tonf/m ²)	2 616 849
γ fluido (tonf/m ³)	1.05
Empuje máximo γH_L (tonf/m ²)	5.04



Cargas asignadas al modelo de cálculo por empujes estáticos del fluido contenido

4.5. Cargas ocasionadas por efectos sísmicos:

Por estar la estructura localizada en una zona de amenaza sísmica intermedia, con movimientos sísmicos probables, se debe tener en cuenta los efectos causados sobre la estructura en caso de un evento sísmico. Para el tipo de estructura y las cargas actuantes se tienen 3 efectos principales que generan solicitaciones dinámicas importantes a la estructura: empuje dinámico de suelos, empuje dinámico generado por el suelo contenido y fuerza inercial ocasionada por el peso propio de la estructura (muros). A continuación, se describe el procedimiento para el cálculo de cada una de las cargas dinámicas.

4.5.1. Empuje dinámico del suelo:

Para el cálculo del empuje dinámico de suelos se calcula un coeficiente activo de empuje de suelo por el método de Mononobe-Okabe, el cual es una extensión de la teoría de presión activa de Coulomb. Si bien este método está enfocado en suelos netamente friccionantes, y para este caso el tipo de suelo es cohesivo-friccionante, el método nos da un valor aproximado y conservador de los efectos de las aceleraciones del relleno inducidas por el sismo (k_h , K_v) a los muros estructurales.

$$\Delta P_{ae} = P_{ae} - P_a \quad P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma_s H^2 (1 - k_v) k_{ae} \quad k_h = (2/3) PGA \quad k_v = (1/2 \text{ a } 2/3) k_h$$

$$K_{ae} = \text{coeficiente de presión activa de la tierra}$$

$$= \frac{\sin^2(\phi + \beta - \theta')}{\cos \theta' \sin^2 \beta \sin(\beta - \theta' - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \theta' - \alpha)}{\sin(\beta - \delta - \theta') \sin(\alpha + \beta)}} \right]^2} \quad \theta' = \tan^{-1} \left(\frac{k_h}{1 - k_v} \right)$$

Caracterización geotécnica

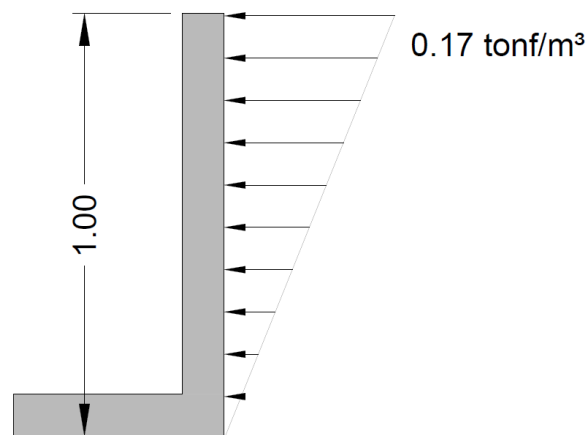
Suelo a retener	
γ (tonf/m ³)	1.91
c (kgf/m ²)	2700
ϕ (°)	23.5
Inclinación terr α (°)	0
Inclinación muro β (°)	90
Fricción suelo muro δ (°)	13.71
PGA	0.15
Altura suelo (m)	1.00

Coeficientes suelo a retener

Coulomb	K_a	0.386
	K_h	0.107
	K_v	0.062
	θ' (°)	6.489
	K_{ae}	0.477

Empujes

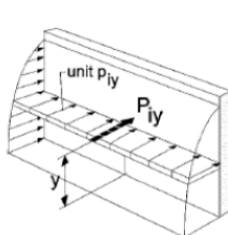
Total suelo (tonf/m ²)	0.85
Estático suelo (tonf/m ²)	0.74
Dinámico suelo (tonf/m ²)	0.17



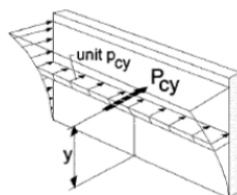
Cargas laterales por empujes dinámicos del suelo

4.5.2. Empuje dinámico del fluido contenido y fuerzas inerciales de los muros de concreto:

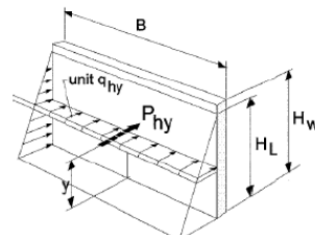
Para el análisis de las cargas dinámicas generadas por sismo y que actúan sobre el fluido contenido, se siguen las indicaciones estipuladas en el ACI350.3 y el AIS-180. Las cargas dinámicas de este numeral se subdividen en fuerzas inerciales sobre la estructura (P_w) (debido al peso propio de la estructura) y fuerzas hidrodinámicas causadas por el líquido almacenado, las cuales a su vez se separan en fuerzas laterales impulsivas (P_i), fuerzas laterales convectivas (P_c) y fuerzas hidrodinámicas por aceleración vertical (P_v).



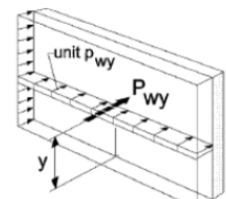
Fuerza impulsiva



Fuerza convectiva



Fuerza hidrodinámica
por acel. vertical



Fuerza de inercia de los muros

Para el cálculo de las diferentes fuerzas se emplean las relaciones establecidas en el ACI350.3 con base en la geometría, materiales y características del canal.

DISEÑO DE TANQUES EN CONCRETO

GENERALIDADES

Largo X (m)	4.55
Ancho Y (m)	1.4
Altura Agua H_L (m)	1
Altura Muro (m)	1
Ancho de diseño (m)	1
Espesor Muro (m)	0.2
Recubrimiento a eje (m)	0.09
Capacidad suelo (tonf/m ²)	
f'_c (kgf/cm ²)	280
f_y (kgf/cm ²)	4200
E_c (tonf/m ²)	2 487 006
γ fluido (tonf/m ³)	1
Localización	
Amenaza Sísmica	Intermedia
Tipo de Suelo	D
Aa	0.15
Av	0.2
Fa	1.5
Fv	2

FACTORES

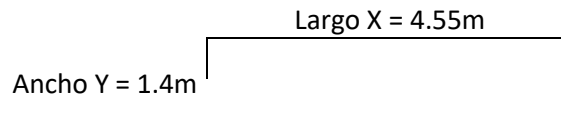
Importancia	II
Factor de importancia I	1.25
Rc	1
Ri	3

ESPECTRO

S_s	0.5625
S_1	0.36
S_{D5}	0.5625
S_{D1}	0.48
T_s	0.853

Coeficiente de durabilidad

f_s flexión (MPa)	184
f_s cortante (MPa)	140
γ	1.4
S_d flexión	1.47
S_d cortante	1.61



*Factor de importancia $I=1.25$ tanque destinado a permanecer utilizable para fines de emergencias después de un terremoto. $R_c=1.0$ tabla 4.1.1(b) ACI350. $R_i=3.0$ tanque enterrado, conexión losa-muro con capacidad a momento, base rígida.

ANÁLISIS SISMO DIRECCIÓN X - MURO Y

Pi Pc Pvy Pw	FUERZAS
W _L (tonf) 6.37	Pi (tonf) 0.38
L _x /H _L 4.55	Pi/2 (tonf) 0.19
H _L /L _x 0.22	Pqi (tonf/m) 0.14
Wi (tonf) 2	Mi (tonf-m/m) 0.05
Wc (tonf) 5	
hi (m) 0.375	Pc (tonf) 0.80
hc (m) 0.52	Pc/2 (tonf) 0.40
	Pqc (tonf/m) 0.29
Ww' (tonf) 1.344	Mc (tonf-m/m) 0.15
h _{cg} (m) 0.5	
ε 0.465	Pw' (tonf) 0.15
εWw' (m) 0.6	Pw'/2 (tonf) 0.07
	Pqw' (tonf/m) 0.05
	Mw' (tonf-m/m) 0.03
COEFICIENTES Ci Cc Ct Uv	
m _w (tonf/m) 0.05	
m _i (tonf/m) 0.06	Ph (tonf/m) 0.50
m (tonf/m) 0.11	Mh (tonf-m/m) 0.17
h (m) 0.43	Pvy (tonf/m) 0.06
k (tonf/m) 61795.25	Mvy (tonf-m/m) 0.02
ω _i (rad/s) 757.18	
Ti (s) 0.01	
Ci 0.5625	CORTANTES Y MOMENTOS
	V Base (tonf) 0.35
λ 7.819	M Base (tonf-m/m) 0.17
ω _c (rad/s) 2.024	0.24
Tc (s) 3.10	
Cc 0.1401	
Ct 0.225	
Uv 0.1125	

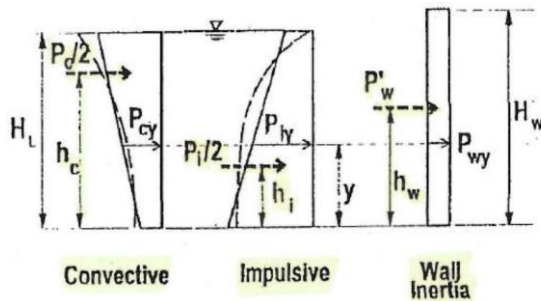
ANÁLISIS SISMO DIRECCIÓN Y - MURO X

Pi Pc Pvy Pw	FUERZAS
W _L (tonf) 6.37	Pi (tonf) 1.03
L _y /H _L 1.40	Pi/2 (tonf) 0.52
H _L /L _y 0.71	Pqi (tonf/m) 0.11
Wi (tonf) 4	Mi (tonf-m/m) 0.04
Wc (tonf) 2	
hi (m) 0.375	Pc (tonf) 1.54
hc (m) 0.64	Pc/2 (tonf) 0.77
	Pqc (tonf/m) 0.17
Ww' (tonf) 4.368	Mc (tonf-m/m) 0.11
h _{cg} (m) 0.5	
ε 0.783	Pw' (tonf) 0.80
εWw' (m) 3.4	Pw'/2 (tonf) 0.40
	Pqw' (tonf/m) 0.09
	Mw' (tonf-m/m) 0.04
COEFICIENTES Ci Cc Ct Uv	
m _w (tonf/m) 0.05	
m _i (tonf/m) 0.05	Ph (tonf/m) 0.50
m (tonf/m) 0.10	Mh (tonf-m/m) 0.17
h (m) 0.44	Pvy (tonf/m) 0.06
k (tonf/m) 59490.32	Mvy (tonf-m/m) 0.02
ω _i (rad/s) 778.12	
Ti (s) 0.01	
Ci 0.5625	CORTANTES Y MOMENTOS
	V Base (tonf) 0.27
λ 9.977	M Base (tonf-m/m) 0.14
ω _c (rad/s) 4.655	
Tc (s) 1.35	
Cc 0.5335	
Ct 0.225	
Uv 0.1125	

Luego de calculadas las fuerzas y con el fin de aplicarlas al modelo estructural, se realiza una distribución en altura de las fuerzas dinámicas calculadas, con las relaciones dadas en ACI350.03-06 que simplifican las distribuciones parabólicas de las fuerzas laterales a distribuciones lineales de una manera conservadora. Estas cargas distribuidas se calculan manualmente y posteriormente se aplican al modelo de cálculo como el caso de carga denominado

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

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



y	Muro en Y (tonf/m ²)					Muro en X (tonf/m ²)				
	P_{iy}	P_{wy}	P_{cy}	P_{vy}	Total	P_{ix}	P_{wx}	P_{cx}	P_{vx}	Total
1.00	0.034	0.052	0.321	0.000	0.407	0.028	0.088	0.311	0.000	0.428
0.00	0.237	0.052	0.254	0.113	0.656	0.198	0.088	0.026	0.113	0.425

5. CASOS Y COMBINACIONES DE CARGA:

5.1. Casos de carga:

- D** → Carga muerta (incluye peso propio)
- L** → Carga viva
- H** → Empuje estático del suelo
- F** → Empuje estático del fluido contenido
- NF** → Empuje estático por aguas subterráneas (Nivel freático)
- HD** → Empuje dinámico del suelo
- FD** → Empuje dinámico del fluido contenido

5.2. Combinaciones de carga:

5.2.1. Para el diseño a rotura (Estado límite de resistencia) en concreto:

Las combinaciones que no incluyen cargas sísmicas son multiplicadas por el coeficiente de durabilidad ambiental S_d , según C.23-C.9.2.6.

Para solicitaciones a flexión, el coeficiente S_d se calcula según la ecuación C.23-2 y para cortante según C.23-C.9.2.6.2.

Para el diseño a cortante, el coeficiente de durabilidad ambiental se aplica únicamente a la porción de la resistencia a cortante que es llevada por el refuerzo a cortante.

Coeficiente de durabilidad

f_s flexión (MPa) 184

f_s cortante (MPa) 140

γ 1.4

S_d flexión 1.47

S_d cortante 1.61

	D	L	F	H	FD	HD	NF3.05	NF1.17	NF0
C01	1.4		1.4	0.9				0.9	
C02	1.4		1.4	0.9			0.9		
C03	1.4		1.4	0.9					
C04	1.4			1.6				1.2	
C05	1.4			1.6			1.6		
C06	1.2	1.6	1.2	0.9				0.9	
C07	1.2	1.6	1.2	0.9			0.9		
C08	1.2	1.6	1.2	0.9					
C09	1.2	1.6		1.6				1.2	

C10	1.2	1.6		1.6			1.6		
C11	1.2	1	1.2	0.9	1	1	0.9		
C12	1.2	1	1.2	0.9	1	1			
C13	1.2	1		1.6		1	1.6		
C14	0.9		0.9	0.9	1	1	0.9		
C15	0.9		0.9	0.9	1	1			
C16	0.9		0.9	1.6		1	1.6		
C17	1.2	1	1.2	0.9					0.9
C18	1.2	1		1.6					1.1

5.2.2. Para la evaluación de la capacidad de soporte del suelo:

	D	L	F	H	FD	HD	NF3.05	NF1.17	NF0
S01	1.00		1.00						
S02	1.00	1.00	1.00	1.00			1.00		
S03	1.00		1.00	1.00	0.70	0.70	1.00		
S04	1.00	0.75	1.00	1.00			1.00		
S05	0.60			1.00			1.00		
S06	0.60			1.00		0.70	1.00		
S07	1.00	1.00	1.00	1.00				1.00	
S08	1.00	0.75	1.00	1.00				1.00	
S09	0.60			1.00				1.00	
S10	1.00			1.00					1.00
S11	1.00		1.00	1.00					1.00

6. DISEÑO DE LOS ELEMENTOS

Se verificó que las secciones escogidas para los diferentes elementos estructurales tengan dimensiones suficientes para resistir las fuerzas internas resultantes de las combinaciones de carga indicadas, utilizando índices de acero de refuerzo adecuados.

6.1. Diseño a flexión:

Para el diseño de los elementos de concreto reforzado se emplearon los resultados con la ayuda de hojas de cálculo configuradas especialmente para el cálculo del refuerzo de elementos de concreto, ajustándose a los requerimientos del Título C del código NSR-10 (Método del estado límite de resistencia) y trabajando bajo los principios expuestos a continuación.

6.1.1. Diseño de elementos a flexión:

De acuerdo a la teoría de resistencia de materiales, se tienen las siguientes ecuaciones para el cálculo del refuerzo requerido por diseño a flexión de elementos de concreto reforzado:

$$Mu = \phi * \rho * fy * \left(1 - 0.59 * \rho * \frac{fy}{f'c}\right) * b * d^2$$

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

Donde, Mu : Momento ultimo de diseño

As : Área de refuerzo requerida por flexión

ρ : Cuantía de diseño

fy : Límite de fluencia de acero de refuerzo

$f'c$: Resistencia a la compresión del concreto

b : Base de la sección transversal de la viga

d : Distancia al refuerzo a flexión

La cuantía balanceada de acero, ρ_b , puede determinarse con base en las condiciones de que en la falla balanceada la deformación en el acero sea exactamente igual a ϵ_y y la deformación en el concreto alcance en forma simultánea la deformación por aplastamiento de $\epsilon_u = 0.003$

$$\rho_b = 0.85 * \beta_1 * \frac{f'c}{fy} * \frac{\epsilon_u}{\epsilon_u + \epsilon_y}$$

Se deberá cumplir entonces que, $\rho < \rho_{max}$, donde la cuantía máxima permitida es igual al valor resultante de aplicar la siguiente ecuación:

$$\rho_{max} = 0.75 * \rho_b$$

COMBINACIONES FLEXIÓN

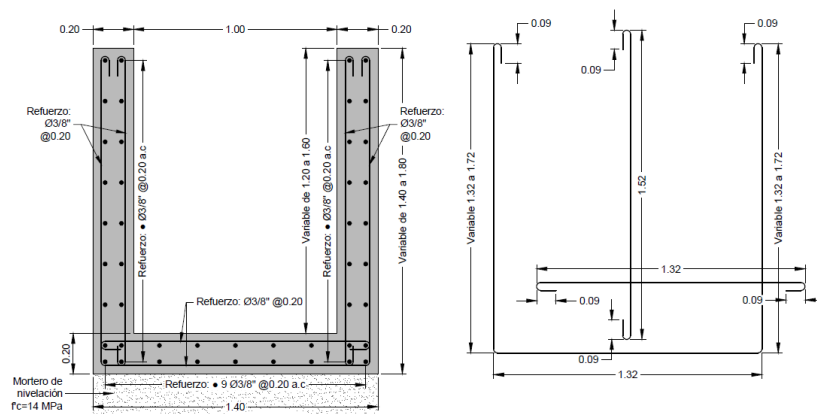
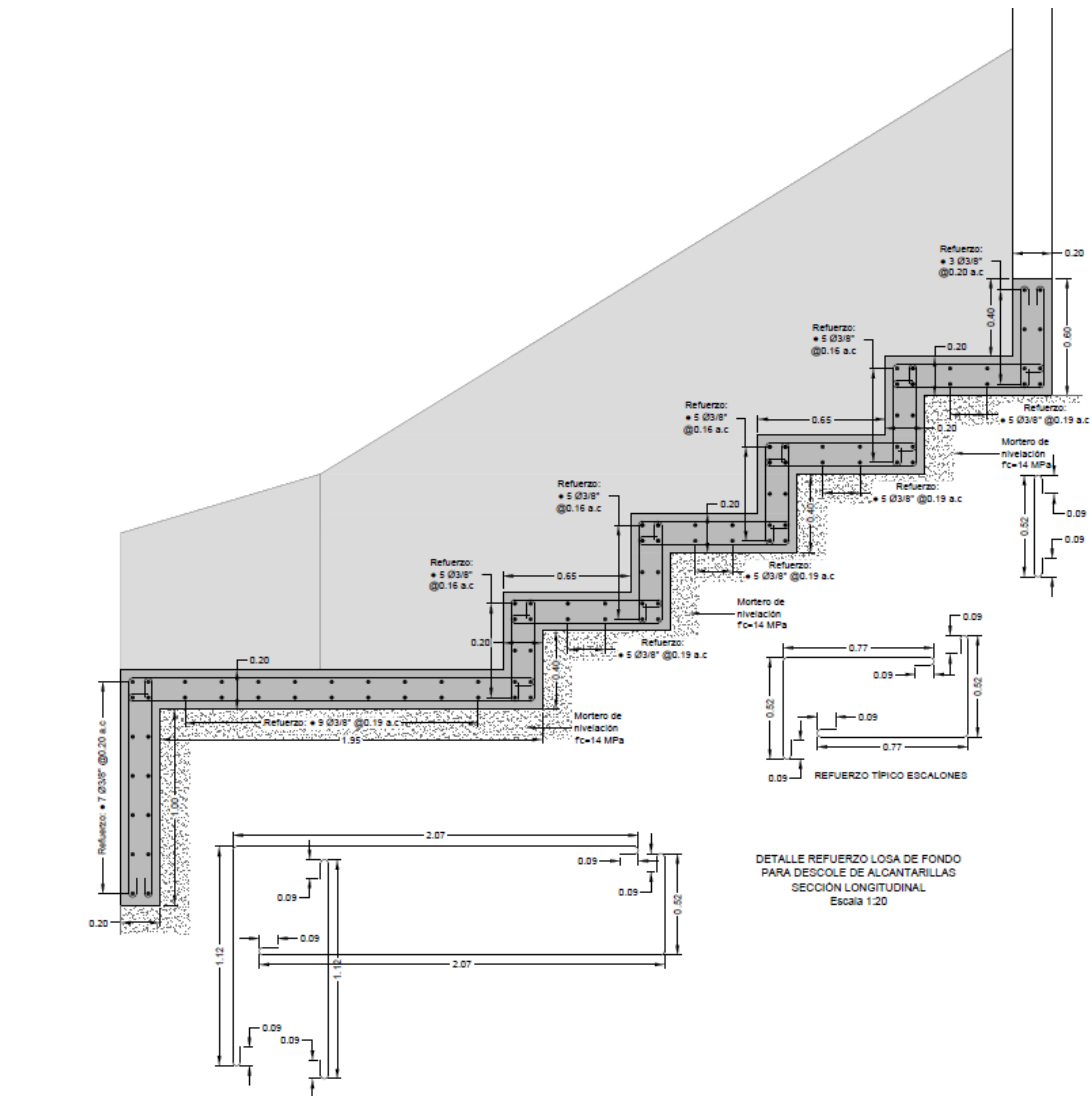
	<u>COMBO 01</u>	<u>COMBO 02</u>	
Muro X (tonf-m/m)	0.34	0.34	
Muro Y (tonf-m/m)	0.34	0.37	
Mu (tonf-m/m)			
Muro X (tonf-m/m)	0.34		
Muro Y (tonf-m/m)	0.37		
	Rn	ρ req	As (cm²)
Muro X	1.49	0.00090	1.44
Muro Y	1.60	0.00090	1.44
	As (cm²)	As BARRA (cm²)	S (m)
Muro X	1.44	0.71	0.49
Muro Y	1.44	0.71	0.49
ρ mínima long	As x cara (cm²)	As BARRA (cm²)	S_L (m)
0.0018	1.8	0.71	0.39
ρ mínima transv	As x cara (cm²)	As BARRA (cm²)	S_h (m)
0.0018	1.8	0.71	0.39

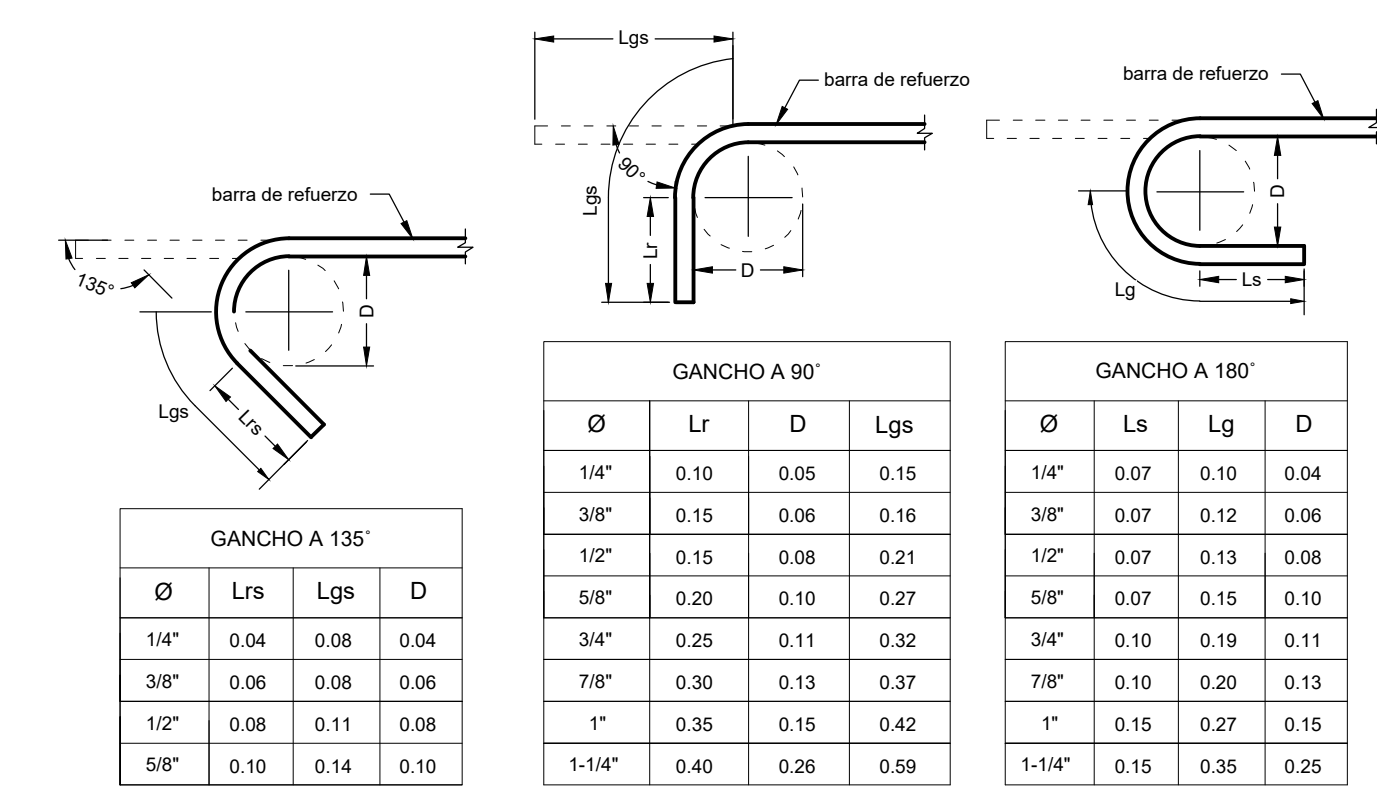
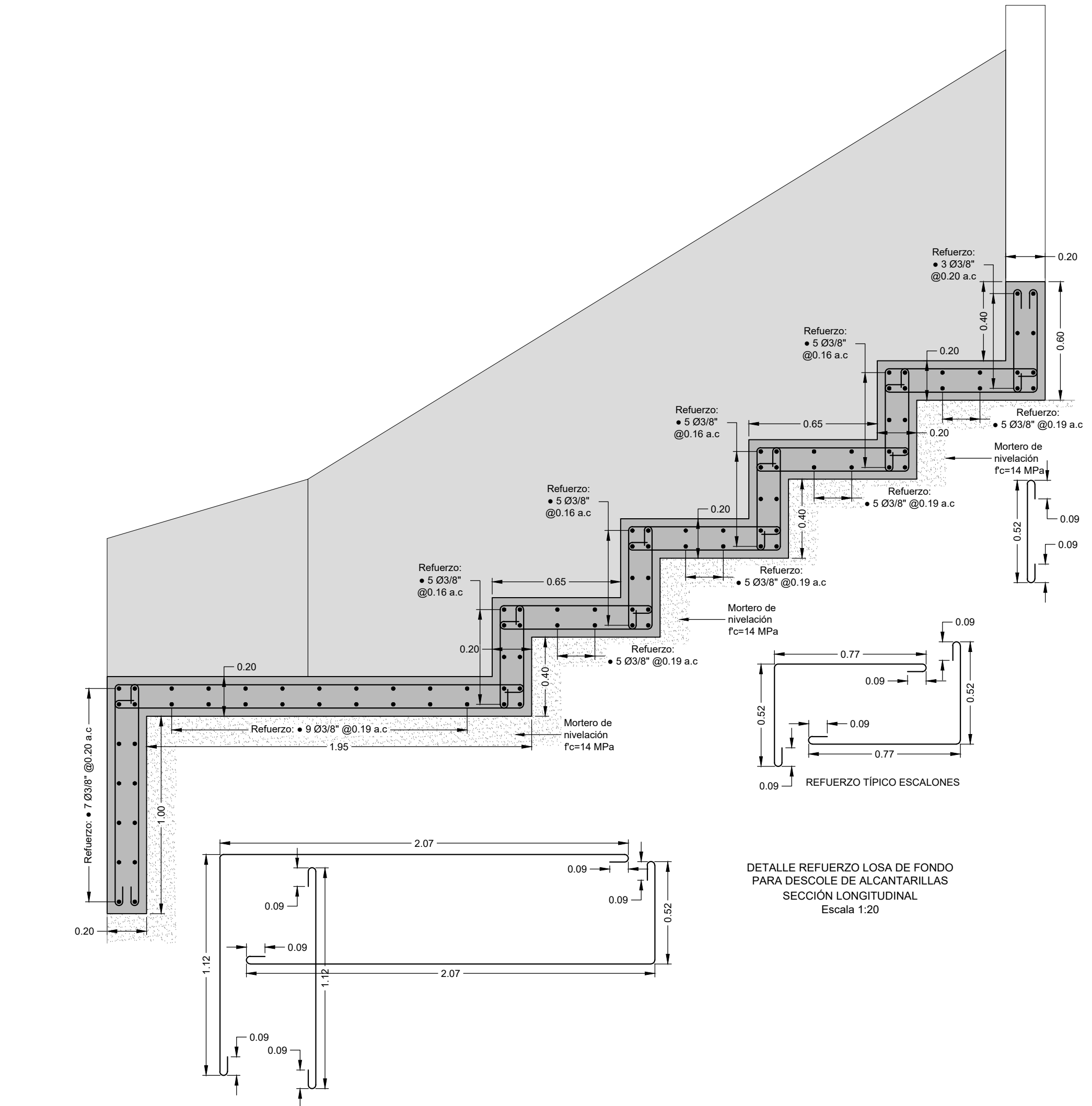
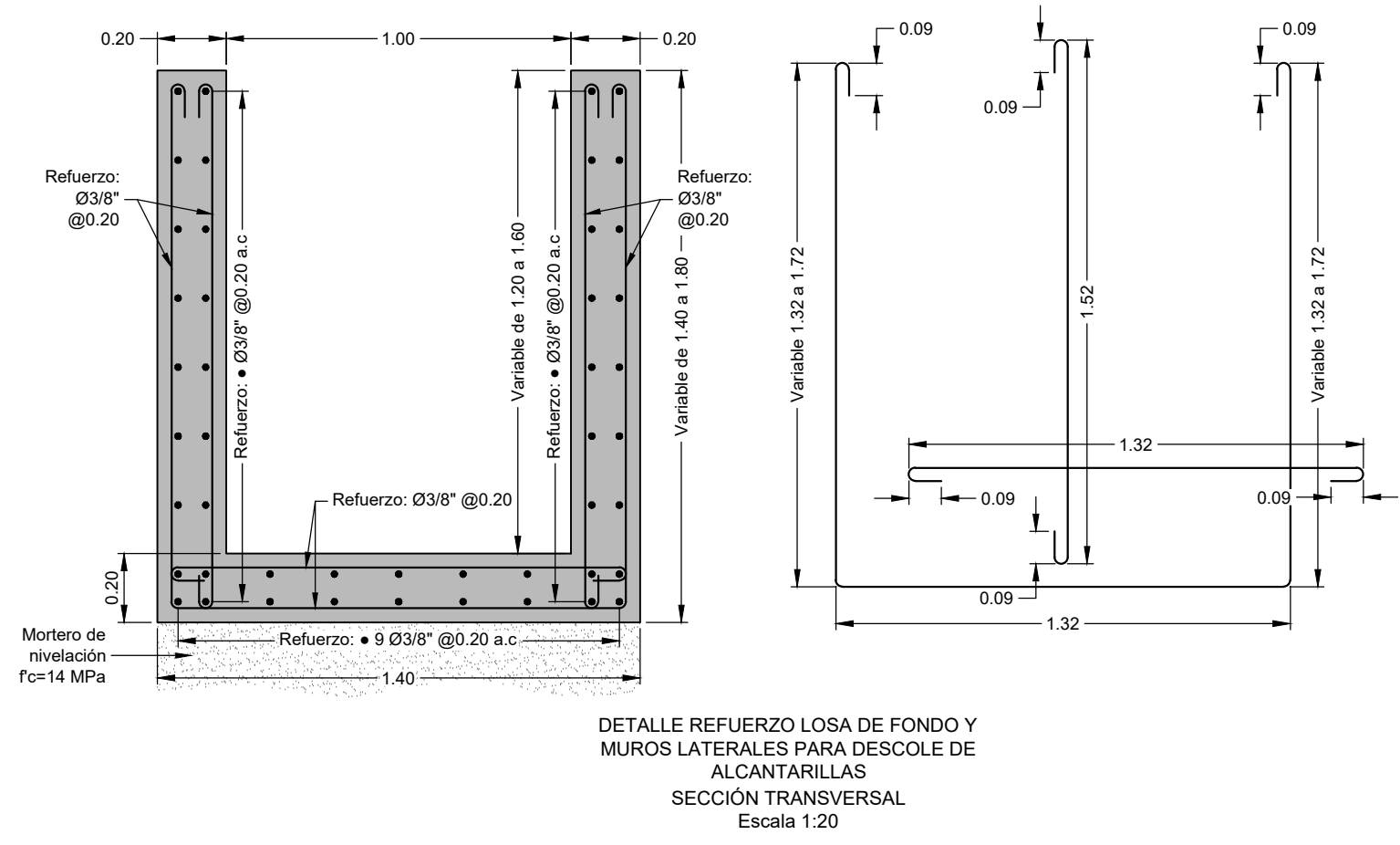
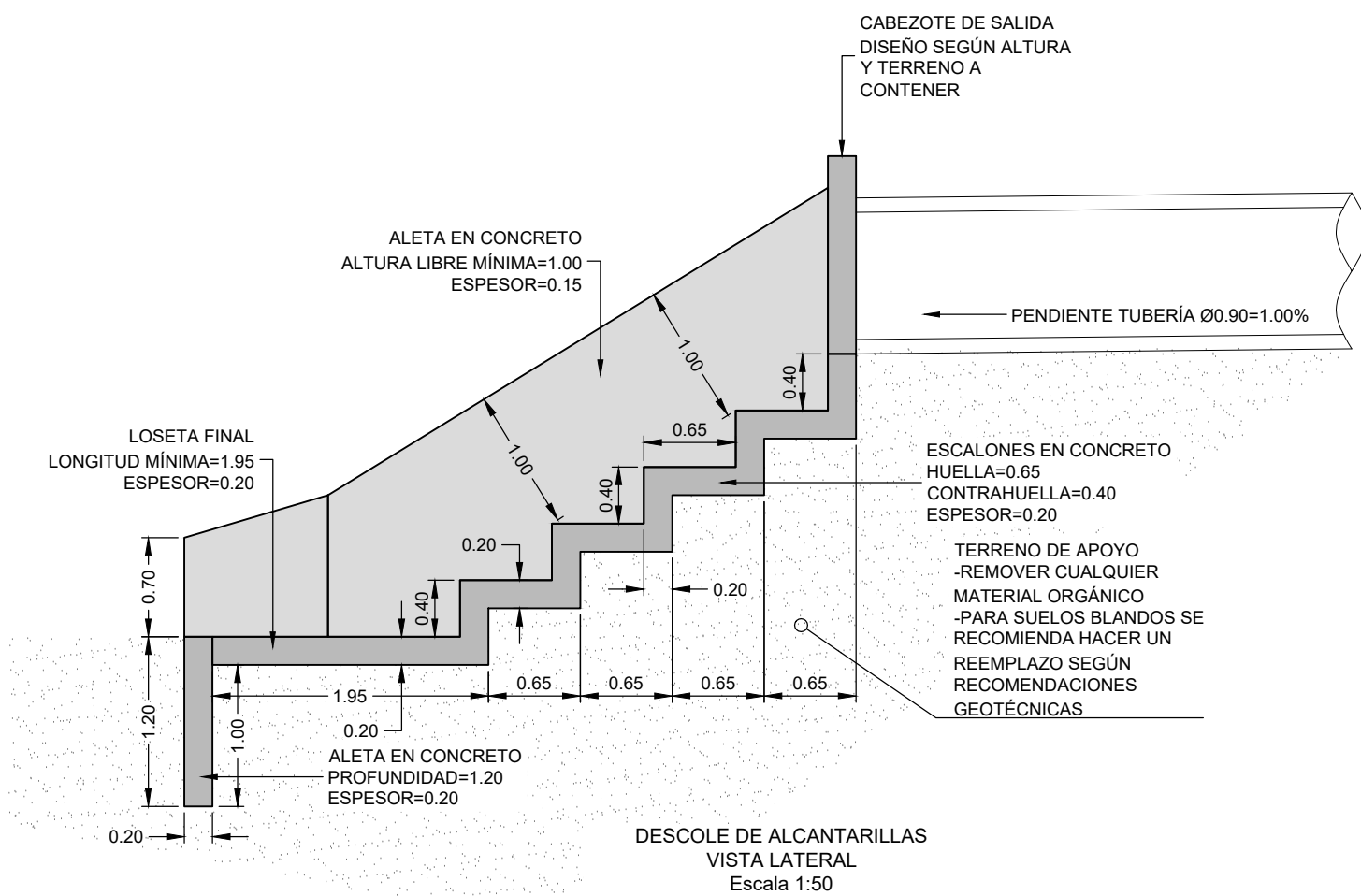
6.2. Diseño a cortante:

Para el diseño de los elementos de concreto a cortante se verifica que la resistencia requerida ultima sea proporcionada por la sección bruta de concreto, evitando así la necesidad de colocar refuerzo a cortante. La capacidad máxima de las secciones y las solicitaciones ultimas se muestra a continuación.

COMBINACIONES CORTANTE

	<u>COMBO 01</u>	<u>COMBO 02</u>
Muro X (tonf/m)	0.70	0.87
Muro Y (tonf/m)	0.70	0.95
Vu (tonf/m)		
Muro X	0.87	
Muro Y	0.95	
ϕV_c (tonf/m)	10.64	
Muro X	CUMPLE	
Muro Y	CUMPLE	





- ESPECIFICACIONES Y NOTAS:
- ESPECIFICACIONES DE DISEÑO:
Norma Sismoresistente de 2010 (NSR-10)
Norma colombiana de diseño de puentes (CCP-14)
Normas técnicas colombianas (NTC)
Especificaciones generales construcción de carreteras (INVIAS)
Sistema estructural: Pórticos resistentes a momentos
 - MATERIALES:
Concreto losas de fondo y muros: $f'_c=28\text{MPa}$ (4000PSI)
Concreto para solados: $f'_c=14\text{MPa}$ (2000PSI)

Acero de refuerzo ($\phi \geq 1/4"$): $f_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$

Agregado del concreto debe ser de origen metamórfico, cumpliendo los requisitos de la NTC174. El tamaño máximo del agregado grueso no debe ser mayor de $3/4"$.

Se debe garantizar como mínimo un módulo de elasticidad para todos los concretos de $E_c=4700\sqrt{f'_c}$ en MPa.
 - RECUBRIMIENTOS DEL REFUERZO:
Elementos en contacto con el suelo: 0.075 m^*
(* Alternativamente para elementos en contacto con el suelo el recubrimiento puede ser de 0.04m siempre y cuando se utilice un solado de limpieza)

Muros: 0.04 m
Losas: 0.04 m

El recubrimiento se debe medir desde la superficie del concreto hasta la superficie exterior del acero más externo
 - CONVENCIONES:
a.d.: Ambas direcciones
a.c.: Ambas caras
1 R: Una (1) rama
2 R: Dos (2) ramas
 - GENERALIDADES:
-Todas las dimensiones están en metros a menos que se indique otra unidad.
-No tomar medidas directamente en los planos.
-En caso de encontrar diferencia de dimensiones entre planos hidráulicos y estructurales vigentes, prima la medida de los hidráulicos.
-Cualquier cambio estructural deberá ser autorizado por escrito por el ingeniero calculista.

PROYECTO: DESCOLE ALCANTARILLADO			
CONTENIDO: DETALLES DE ELEMENTOS ESTRUTURALES		EQX INGENIERÍA Y PROYECTOS	
DISEÑO:  ING. MARIO OSORIO OSORIO Matrícula. 05202-350276ANT	MODIFICACIONES ANULAR PLANOS CON FECHAS ANTERIORES A LA ÚLTIMA REVISIÓN		CÓDIGO DEL PLANO: EST-DAL-01
	No.	FECHA (d-m-a)	DESCRIPCIÓN
REVISÓ: ING. Matrícula	00	01 - 03 - 2023	
			FECHA (día-mes-año): 01 - 03 - 2023
			REVISIÓN No.: 00
			CONSECUTIVO: 01 de 01



PERSONERÍA JURÍDICA RESOLUCIÓN No. 75 DE JUNIO 28 DE 1960 DEL DEPARTAMENTO DE ANTIOQUIA

En atención a que

MARIO OSORIO OSORIO

Con cédula de ciudadanía 1037639315

Ha cumplido con todos los requisitos académicos exigidos
por los estatutos universitarios, le confiere el título de

INGENIERO CIVIL

Para constancia se firma en Medellín el día 14 de diciembre del año 2016 y se refrenda con el sello respectivo



[Signature]
RECTOR



[Signature]
SECRETARIO GENERAL

Registro: Libro 3

Folio 1680

Número 19656

54888

THOMAS GRIFF & SONS

UNIVERSIDAD EAFIT

ACTA DE GRADO 00851

En la ciudad de Medellín a los 14 días del mes de diciembre de 2016, la Universidad EAFIT realizó ceremonia de graduación, presidida por el señor Rector y demás autoridades académicas, y previo juramento del graduando, quien cumplió con los requisitos exigidos, otorgó el título de

INGENIERO CIVIL

a

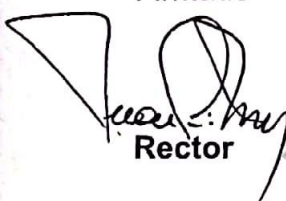
MARIO OSORIO OSORIO

Con cédula de ciudadanía 1037639315

El título otorgado corresponde al programa de Ingeniería Civil registrado en el SNIES con el código 1247 y autorizado por el Ministerio de Educación Nacional, mediante resolución 10956 del 11 de septiembre de 2012.

Para constancia se firma en la ciudad de Medellín a los 14 días del mes de diciembre de 2016

Firmado


Rector




Secretario General





La Universidad Nacional de Colombia

Teniendo en cuenta que

Mario Osorio Osorio

C.C. 1.037.639.315 de Envigado

cumplió satisfactoriamente todos los requisitos académicos reglamentarios
del Plan de Estudios de Posgrado, le confiere el Título de

Especialista en Estructuras

En la ciudad de Medellín, a los 8 días del mes de agosto de 2019

V. L.

Decanatura de Facultad

Polly Montoya

Rectoría

Camila Lora

Secretaría General

Registro No 3651, Folio 44 del Libro de Diplomas n.º 3
de la Facultad de Minas, Sede Medellín



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

SEDE MEDELLÍN

FACULTAD DE

Minas

ACTA DE GRADO NÚMERO 3631

El Consejo de Facultad en su sesión del día 10 de junio de 2019 - Acta No. 13

CONSIDERANDO QUE

Mario Osorio Osorio

C.C. 1.037.639.315 de Envigado

Cumplió satisfactoriamente con los requisitos exigidos por los Acuerdos y Reglamentos de la Universidad, resuelve otorgarle el título de

Especialista en Estructuras

En nombre y representación de la República de Colombia y de la Universidad Nacional de Colombia se expide el Diploma Número 57408 consignado en el Registro No. 3651, Folio 44 del Libro 3

En testimonio de lo anterior se firma la presente Acta de Grado en la ciudad de Medellín, a los 10 días del mes de junio de 2019


PRESIDENCIA
Consejo de Facultad


SECRETARÍA
Consejo de Facultad



REPÚBLICA DE COLOMBIA
COPNIA
Consejo Profesional Nacional de Ingeniería

Matrícula Profesional No.
05202-350276 ANT
Fecha de Expedición: **27/01/2017**

Nombre:

MARIO

OSORIO OSORIO

Identificación:

C.C. 1037639315

Profesión:

INGENIERO CIVIL

Institución:

**UNIVERSIDAD ESCUELA DE
ADMON. Y FINANZAS - EAFIT**



160786/1016

Este es un documento público expedido en virtud de la Ley 842 de 2003, que autoriza al titular a ejercer como Ingeniero en el Territorio Nacional.


PRESIDENTE DEL CONSEJO

SE
NACIONAL DE INGENIERIA

SE
NACIONAL DE INGENIERIA

En caso de extravío debe ser remitida al COPNIA. Calle 78 No. 9-57 primer piso
Línea Nacional: 01 8000 116590