

ANEXO: Diseño estructural Ataco LA BRECHA muro H= 4.0 m caissons 8.0 m

1	INTRODUCCIÓN	2
2	ANÁLISIS ESTRUCTURAL	2
2.1	MODELO NUMÉRICO	2
2.2	MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN	3
2.3	MATERIALES DE RELLENO (ESTUDIO SUELOS)	3
2.4	CARGAS Y COMBINACIONES	4
3	DISEÑO ESTRUCTURAL	8
3.1	CARGAS	8
3.1.1	CARGA MUERTA.	9
3.1.2	PRESIÓN LATERAL DE TIERRA. (EH)	9
3.1.3	EMPUJE SÍSMICO.	10
3.1.4	SOBRECARGA.	10
3.1.5	EV.	11
3.1.6	SOLICITACIONES VÁSTAGO	12
3.1.7	SOLICITACIONES ZARPA	13
3.1.8	SOLICITACIONES ELEMENTOS VERTICALES ELE	14
3.1.9	DISEÑO CAISSON	15
3.1.10	VERIFICACIÓN REFUERZO TRANSVERSAL ZONA DE CONFINAMIENTO:	16
3.1.11	DISEÑO VÁSTAGO	17
3.1.12	DISEÑO ZARPA	18

1 INTRODUCCIÓN

Se presenta el diseño estructural de un muro de 4.00 m de altura sobre caissons de 8.0 m de longitud y 1.2 m de diámetro separados cada 3.6 m. El dimensionamiento obedece a las condiciones de estabilidad según se establece en el estudio geotécnico.

2 ANÁLISIS ESTRUCTURAL

En este capítulo se presentan los datos de entrada y salida del modelo realizado, las verificaciones de desplazamientos y de capacidad del suelo para asegurar su buen funcionamiento. A partir de los datos obtenidos se realiza la revisión de los elementos en concreto reforzado.

2.1 MODELO NUMÉRICO

El análisis estructural se realizó en un programa de elementos finitos en unidades de t-m. Donde se modelaron la pantalla y las zarpas con elementos Shell tipo Thick y para los caissons y/o pilotes elementos tipo frame.

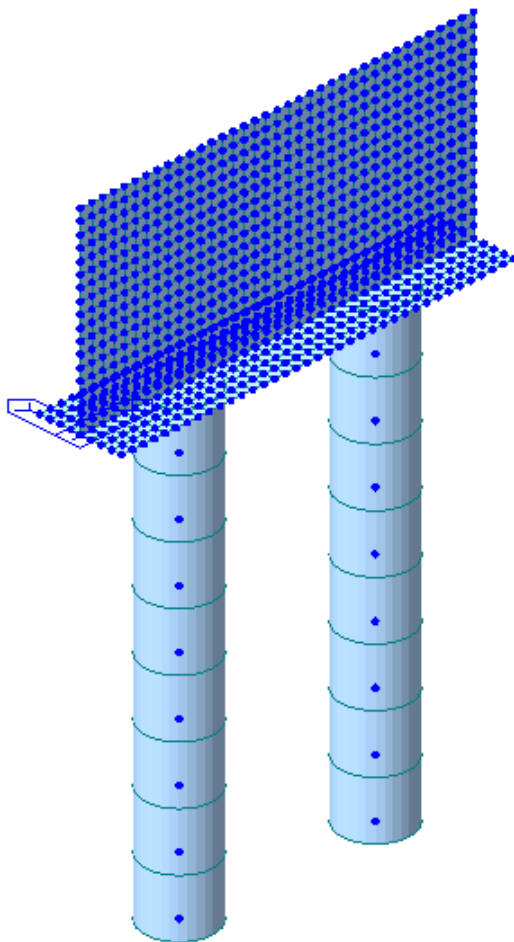


Figura 1 Modelo general

Los módulos de reacción tenidos en cuenta para el modelo son (estudio suelos):

Profundidad (m)			Módulo Horizontal K_{sh} (ton/m ³)	K_{fh} (ton/m)
0.00	-	1.00	0	0
1.00	-	2.00	238	286
2.00	-	3.00	238	286
3.00	-	4.00	238	286
4.00	-	5.00	397	476
5.00	-	6.00	397	476
6.00	-	7.00	397	476
7.00	-	8.00	397	476
8.00	-	9.00	397	476
9.00	-	10.00	397	476
10.00	-	11.00	397	476
11.00	-	12.00	397	476

Tabla 1 Módulos reacción

En los modelos numéricos se tuvo en cuenta las propiedades de los materiales, secciones y cargas, las cuales fueron proporcionadas en el estudio geotécnico.

2.2 MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

Las especificaciones de los materiales de construcción para el proyecto son:

1. Concretos y Acero de Refuerzo:

- De limpieza: $f'c = 140 \text{ kg/cm}^2$ (14 MPa)
- Muro y pilotes $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (28MPa)
- 3/8" y mayores: $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (420 MPa) NTC-2289
- 1/4" y menores: $f_y = 2400 \text{ kg/cm}^2$ (240 MPa) NTC-2289

2.3 MATERIALES DE RELLENO (estudio suelos)

- Aceleración A_a : 0,25
- Peso unitario del material de relleno: 2,0 t/m³
- Angulo de fricción interna: 30°
- Coeficiente de presión activa (K_a): 0,333
- Coeficiente de presión activa en condición dinámica, según planteamiento de Mononobe Okabe: 0,5082 (0,25g)
- Sobrecarga tránsito vehicular: 1,50 t/m²

2.4 CARGAS Y COMBINACIONES

Las combinaciones de carga usadas en los modelos se tomaron de la Norma Colombiana de diseño de Puentes CCP-14 se presentan en la Tabla 2.

Load Combination Limit State	DC DD DW EH EV ES EL	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU CR SH	TG	SE	Use One of These at a Time			
										EQ	IC	CT	CV
STRENGTH I (unless noted)	γ_f	1.75	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{ns}	γ_{sk}	—	—	—	—
STRENGTH II	γ_f	1.35	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	γ_{ns}	γ_{sk}	—	—	—	—
STRENGTH III	γ_f	—	1.00	1.40	—	1.00	0.50/1.20	γ_{ns}	γ_{sk}	—	—	—	—
STRENGTH IV	γ_f	—	1.00	—	—	1.00	0.50/1.20	—	—	—	—	—	—
STRENGTH V	γ_f	1.35	1.00	0.40	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{ns}	γ_{sk}	—	—	—	—
EXTREME EVENT I	γ_f	γ_{EQ}	1.00	—	—	1.00	—	—	—	1.00	—	—	—
EXTREME EVENT II	γ_f	0.50	1.00	—	—	1.00	—	—	—	—	1.00	1.00	1.00
SERVICE I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{ns}	γ_{sk}	—	—	—	—
SERVICE II	1.00	1.30	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	—	—	—	—	—	—
SERVICE III	1.00	0.80	1.00	—	—	1.00	1.00/1.20	γ_{ns}	γ_{sk}	—	—	—	—
SERVICE IV	1.00	—	1.00	0.70	—	1.00	1.00/1.20	—	1.0	—	—	—	—
FATIGUE— LL, IM & CE ONLY	—	0.75	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Type of Load, Foundation Type, and Method Used to Calculate Downdrag		Load Factor	
		Maximum	Minimum
DC: Component and Attachments		1.25	0.90
DC: Strength IV only		1.50	0.90
DD: Downdrag	Piles, α Tomlinson Method	1.4	0.25
	Piles, λ Method	1.05	0.30
	Drilled shafts, O'Neill and Reese (1999) Method	1.25	0.35
DW: Wearing Surfaces and Utilities		1.50	0.65
EH: Horizontal Earth Pressure			
• Active		1.50	0.90
• At-Rest		1.35	0.90
• AEP for anchored walls		1.35	N/A
EL: Locked-in Erection Stresses		1.00	1.00
EV: Vertical Earth Pressure			
• Overall Stability		1.00	N/A
• Retaining Walls and Abutments		1.35	1.00
• Rigid Buried Structure		1.30	0.90
• Rigid Frames		1.35	0.90
• Flexible Buried Structures other than Metal Box Culverts		1.95	0.90
• Flexible Metal Box Culverts		1.50	0.90
ES: Earth Surcharge		1.50	0.75

Tabla 2 Combinaciones de carga.

LIST OF LOAD COMBINATIONS

NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE(FACTOR) +	TYPE LOADCASE(FACTOR) +	LOADCASE(FACTOR)
1	cLCB1	Strength/Stress ppropio(1.250) + LS(1.750)	Add EH(1.500) +	EV(1.350)
2	cLCB2	Strength/Stress ppropio(1.250) + LS(1.750)	Add EH(1.500) +	EV(1.000)
3	cLCB3	Strength/Stress ppropio(1.250) + LS(1.750)	Add EH(0.900) +	EV(1.350)
4	cLCB4	Strength/Stress ppropio(1.250) + LS(1.750)	Add EH(0.900) +	EV(1.000)
5	cLCB5	Strength/Stress ppropio(0.900) + LS(1.750)	Add EH(1.500) +	EV(1.350)
6	cLCB6	Strength/Stress ppropio(0.900) + LS(1.750)	Add EH(1.500) +	EV(1.000)
7	cLCB7	Strength/Stress ppropio(0.900) + LS(1.750)	Add EH(0.900) +	EV(1.350)
8	cLCB8	Strength/Stress ppropio(0.900) + LS(1.750)	Add EH(0.900) +	EV(1.000)
9	cLCB9	Strength/Stress ppropio(1.250) + LS(1.350)	Add EH(1.500) +	EV(1.350)
10	cLCB10	Strength/Stress ppropio(1.250) + LS(1.350)	Add EH(1.500) +	EV(1.000)
11	cLCB11	Strength/Stress ppropio(1.250) + LS(1.350)	Add EH(0.900) +	EV(1.350)
12	cLCB12	Strength/Stress ppropio(1.250) + LS(1.350)	Add EH(0.900) +	EV(1.000)
13	cLCB13	Strength/Stress ppropio(0.900) + LS(1.350)	Add EH(1.500) +	EV(1.350)
14	cLCB14	Strength/Stress ppropio(0.900) + LS(1.350)	Add EH(1.500) +	EV(1.000)
15	cLCB15	Strength/Stress ppropio(0.900) + LS(1.350)	Add EH(0.900) +	EV(1.350)
16	cLCB16	Strength/Stress ppropio(0.900) + LS(1.350)	Add EH(0.900) +	EV(1.000)
17	cLCB17	Strength/Stress ppropio(1.250) +	Add EH(1.500) +	EV(1.350)

18	cLCB18	Strength/Stress ppropio(1.250) +	Add EH(1.500) +	EV(1.000)
19	cLCB19	Strength/Stress ppropio(1.250) +	Add EH(0.900) +	EV(1.350)
20	cLCB20	Strength/Stress ppropio(1.250) +	Add EH(0.900) +	EV(1.000)
21	cLCB21	Strength/Stress ppropio(0.900) +	Add EH(1.500) +	EV(1.350)
22	cLCB22	Strength/Stress ppropio(0.900) +	Add EH(1.500) +	EV(1.000)
23	cLCB23	Strength/Stress ppropio(0.900) +	Add EH(0.900) +	EV(1.350)
24	cLCB24	Strength/Stress ppropio(0.900) +	Add EH(0.900) +	EV(1.000)
25	cLCB25	Strength/Stress ppropio(1.500) +	Add EH(1.500) +	EV(1.350)
26	cLCB26	Strength/Stress ppropio(1.500) +	Add EH(1.500) +	EV(1.000)
27	cLCB27	Strength/Stress ppropio(1.500) +	Add EH(0.900) +	EV(1.350)
28	cLCB28	Strength/Stress ppropio(1.500) +	Add EH(0.900) +	EV(1.000)
29	cLCB29	Strength/Stress ppropio(1.000) + + LS(0.500) +	Add EH(1.500) + eq(1.000)	EV(1.350)
30	cLCB30	Strength/Stress ppropio(1.000) + + EV(1.350) +	Add LS(0.500) + eq(1.000)	EH(1.500)
31	cLCB31	Strength/Stress ppropio(1.000) + + LS(0.500) +	Add EH(1.500) + eq(1.000)	EV(1.000)
32	cLCB32	Strength/Stress ppropio(1.000) + + EV(1.000) +	Add LS(0.500) + eq(1.000)	EH(1.500)
33	cLCB33	Strength/Stress ppropio(1.000) + + LS(0.500) +	Add EH(0.900) + eq(1.000)	EV(1.350)
34	cLCB34	Strength/Stress ppropio(1.000) + + EV(1.350) +	Add LS(0.500) + eq(1.000)	EH(0.900)
35	cLCB35	Strength/Stress ppropio(1.000) + + LS(0.500) +	Add EH(0.900) + eq(1.000)	EV(1.000)
36	cLCB36	Strength/Stress ppropio(1.000) + + EV(1.000) +	Add LS(0.500) + eq(1.000)	EH(0.900)
37	cLCB37	Strength/Stress ppropio(1.250) + + LS(0.500) +	Add EH(1.500) + CT(1.000)	EV(1.350)
38	cLCB38	Strength/Stress ppropio(1.250) + + LS(0.500) +	Add EH(1.500) + CT(1.000)	EV(1.000)



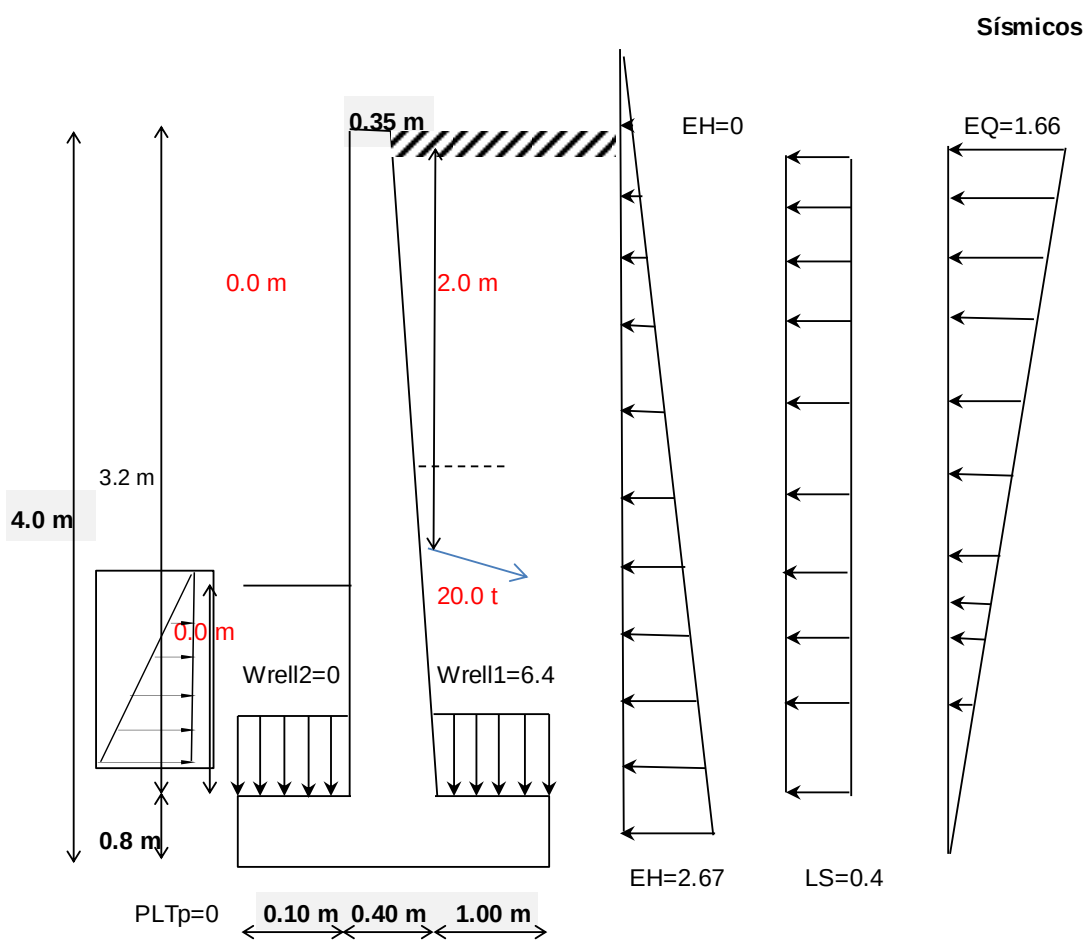
DISEÑO SITIO CRÍTICO K7+750 – K8+650 (LA BRECHA)

39	cLCB39	Strength/Stress	Add	
		ppropio(1.250) +	EH(0.900) +	EV(1.350)
+		LS(0.500) +	CT(1.000)	
40	cLCB40	Strength/Stress	Add	
		ppropio(1.250) +	EH(0.900) +	EV(1.000)
+		LS(0.500) +	CT(1.000)	
41	cLCB41	Strength/Stress	Add	
		ppropio(0.900) +	EH(1.500) +	EV(1.350)
+		LS(0.500) +	CT(1.000)	
42	cLCB42	Strength/Stress	Add	
		ppropio(0.900) +	EH(1.500) +	EV(1.000)
+		LS(0.500) +	CT(1.000)	
43	cLCB43	Strength/Stress	Add	
		ppropio(0.900) +	EH(0.900) +	EV(1.350)
+		LS(0.500) +	CT(1.000)	
44	cLCB44	Strength/Stress	Add	
		ppropio(0.900) +	EH(0.900) +	EV(1.000)
+		LS(0.500) +	CT(1.000)	

3 DISEÑO ESTRUCTURAL

El diseño realizado sigue los lineamientos de la Norma Colombiana de diseño de Puentes CCP-14 para estructuras en concreto reforzado. El diseño se realizó para las combinaciones últimas antes descritas, considerando las cargas máximas para los elementos. **Para el diseño de los elementos se obtienen los momentos máximos de las combinaciones últimas en los sentidos principales y a partir de estos valores se asignan aceros de refuerzo en los dos sentidos.**

3.1 Cargas



Cargas sísmicas

		27.63 kN
W_m		44.76 kN
W_s		56.70 kN
DP_{ae}		27.67
$P_{ir} = Kh(W_m + W_s)$		16.49 kN
$P_{ae} =$		64.05 kN
$DP_{ae} + .5P_{ir} =$		35.91 kN
$.5DP_{ae} + P_{ir} =$		34.68 kN

3.1.1 Carga Muerta.

La carga muerta se obtiene del peso propio de los elementos y es calculado por el programa de análisis.

3.1.2 Presión lateral de tierra. (EH)



3.1.3 Empuje sísmico.



3.1.4 Sobrecarga.



3.1.5 EV.



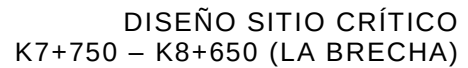


Ilustración 2 Momentos M_{xx} (t.m)

3.1.7 Solicitaciones zarpa

0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	-0.1	-0.6	-1.0	-1.0	-0.6	-0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.1	0.1	-0.1	-0.6	-1.0	-1.0	-0.6	-0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	
0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.3	-0.4	-1.6	-4.0	-4.0	-1.6	-0.4	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3	-0.4	-1.6	-4.0	-4.0	-1.6	-0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4
0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	-0.6	-1.6	-13.2	-13.2	-1.6	-0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	-0.6	-1.6	-13.2	-13.2	-1.6	-0.6	0.7	0.8	0.8	0.8	0.7	0.7
0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	-1.1	-1.9	-13.2	-13.2	-1.9	-1.1	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.7	-1.1	-1.9	-13.2	-13.2	-1.9	-1.1	0.7	0.8	0.8	0.8	-0.8	-0.9
-1.8	-1.3	-1.3	-1.3	-1.4	-1.6	-1.7	-2.5	-12.3	-12.3	-2.5	-1.7	-1.6	-1.4	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.3	-1.4	-1.6	-1.7	-2.5	-12.3	-12.3	-2.5	-1.7	-1.6	-1.4	-1.3	-1.3	-1.3
-1.3	-1.3	-1.3	-1.3	-1.4	-1.6	-1.7	-2.5	-12.3	-12.3	-2.5	-1.7	-1.6	-1.4	-1.3	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.2	-1.3	-1.4	-1.6	-1.7	-2.5	-12.3	-12.3	-2.5	-1.7	-1.6	-1.4	-1.3	-1.3	-1.3
-0.6	-0.7	-0.7	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	3.5	3.5	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.7	-0.8	-0.9	-1.0	-1.0	3.5	3.5	-1.0	-1.0	-0.9	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6	
-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.4	-0.4	0.5	1.0	1.0	0.5	-0.3	-0.3	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3	0.5	1.0	1.0	0.5	-0.4	-0.4	-0.3	-0.2	-0.2	-0.2	

Ilustración 3 Momentos Myy (t.m)



Ilustración 4 Momentos Mxx (t.m)

3.1.8 Solicitaciones elementos verticales ELE

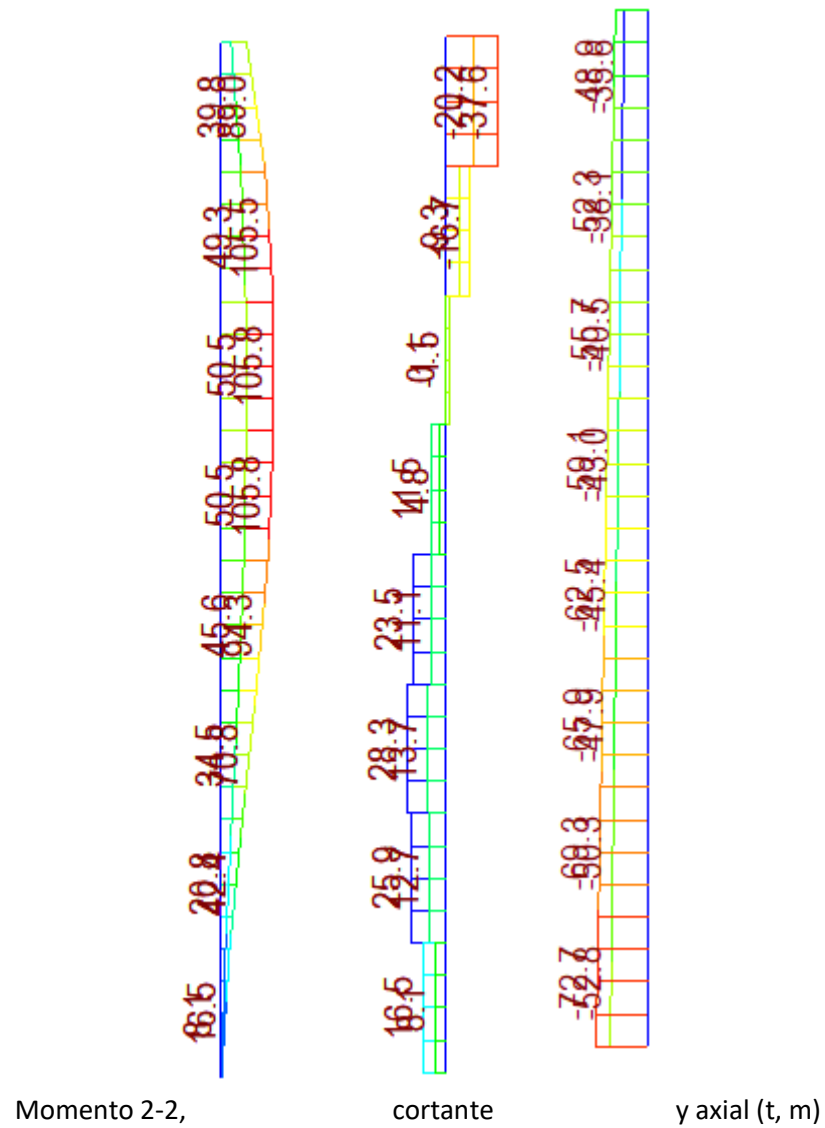
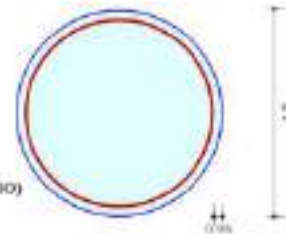


Figura 2 Solicitaciones elementos verticales.

3.1.9 Diseño Caisson

1. Design Condition

Design Code AASHTO-LRFD17
Unit System tonf, m
Member Number 1191
Material Data $f_c = 2812.28$, $f_y = 42184.2$, $f_{ys} = 42184.2 \text{ tonf/m}^2$
Column Height 1 m
Section Property caisson (No. 2)
Rebar Pattern Total Rebar Area: $A_{st} = 0.0101788 \text{ m}^2$ ($\rho_{hoist} = 0.0090$)



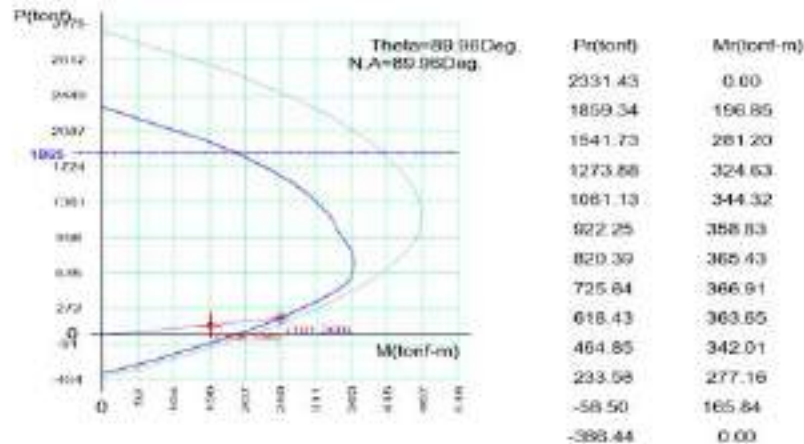
2. Applied Loads

Load Combination 6 AT (J) Point
 $P_u = 108.317 \text{ tonf}$, $M_{cy} = -0.1068$, $M_{cz} = 156.500$, $M_c = 156.500 \text{ tonf-m}$

3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load $P_{r\text{-max}} = 1865.14 \text{ tonf}$
Axial Load Ratio $P_u/P_r = 108.317 / 1865.14 = 0.058 < 1.000$ O.K
Moment Ratio $M_{cy}/M_{ry} = -0.1068 / 0.18862 = 0.566 < 1.000$ O.K
 $M_{cz}/M_{rz} = 156.500 / 250.817 = 0.602 < 1.000$ O.K
 $M_c/M_r = 156.500 / 250.818 = 0.602 < 1.000$ O.K

4. P-M Interaction Diagram



5. Shear Force Capacity Check

Applied Shear Force $V_u = 70.8008 \text{ tonf}$ (Load Combination 6)
Shear Strength by Conc $P_t/V = 107.723 \text{ tonf}$
Shear Strength by Rebar $P_t/V_s = 79.3918 \text{ tonf}$ (2.0-#3 @110)
Shear Ratio $V_u/V_r = 70.8008 / 187.114 = 0.378 < 1.000$ O.K

Suministrar 24 varillas No 8

3.1.10 Verificación refuerzo transversal zona de confinamiento:

Cuántía volumétrica	
ps $0.12f_c/f_y$	0.00800
rs .45	0.00570
rs real	0.00960

TIPO DE REFUERZO TRANSVERSAL

Estribos (A)/ Espiral (S)	a
Barra	4
F_{yh} (kg/cm ²)=	4200
ϕV_c (T)=	76.62
Barra confinamiento	5

RESISTENCIA AL CORTE CON M_{pr}

M_{pr} (Tm)=	135.48
$V_u = 2M_{pc}/h_c$ (T)=	112.90
$A_v/S_{req.}$ (cm ² /cm) =	0.090
$S_{máx}$ (cm)=	28.2

SOLICITACIÓN DE CORTE V_u

$V_u = 2M_{pc}/h_c$ (T)=	40
$A_v/S_{req.}$ (cm ² /cm) =	-0.121
$S_{máx}$ (cm)=	0.0

REVISIÓN CONFINAMIENTO

	Valor (cm)	$S_{máx}$ (cm)
L_o	240	7.5
Fuera L_o	-	15.0
Nudo	-	10.0

RESUMEN ESPACIAMIENTO

L_o : $S_{máx}$ (cm)=	9.0	OK
Fuera L_o : $S_{máx}$ (cm)=	15.0	OK

3.1.11 Diseño vástago

Materiales			Geometría		
$f_y =$	4200	kg/cm ²	$b =$	100	cm
$f'_c =$	280	kg/cm ²	$h =$	35	cm
β_1	0.85		$\phi =$	0.9	
$E_c =$	25426.08	MPa			

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M _u (ton.m)	ρ	A _s (cm ² /m)	A _{s min} (cm ² /m)	1.33A _s	M _{cr}	As mcr	As ryt cm2
M _{ppal} ⁺	7.50	27.50	18.30	0.0068	18.73	4.58	24.98	6.43	6.31	4.95
M _{ppal} ⁻	7.50	27.50	3.90	0.0014	3.80	4.58	5.06	6.43	6.31	0.99
M _{hor} ⁺	7.50	27.50	5.10	0.0018	4.99	4.58	6.65	6.43	6.31	4.95
M _{hor} ⁻	7.50	27.50	3.90	0.0014	3.80	4.58	5.06	6.43	6.31	0.99

REFUERZO

Calculado			Suministrado		
A _s calculada (cm ² /m)	A _s barra (cm ²)	ϕ Barra	Refuerzo	ϕ Barra	Refuerzo
18.73	2.84	3/4	# 6 c./ 0.15	3/4	#6 c./ 0.15
6.31	1.27	1/2	# 4 c./ 0.2	1/2	#4 c./ 0.20
6.31	1.27	1/2	# 4 c./ 0.2	1/2	#4 c./ 0.20
6.31	1.27	1/2	# 4 c./ 0.2	1/2	#4 c./ 0.20

CORTE

V _{ud} =	14.64	ton
d =	27.50	cm
$\beta =$	1.83	

$$\phi v_c = \phi 0.083 B \cdot \sqrt{f'_c (Mpa)} = 8.0266 \text{ kg/cm}^2 \quad v_{ud} = \frac{V_u}{b \cdot d} = 5.32 \text{ kg/cm}^2 \quad v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$

5.7.3.4 Control de agrietamiento

γ_e	1
Bs	1.3896
s<	260.58 mm
	26.058 cm
	OK

5.7.3.3.2 Refuerzo mínimo

γ_1	1.6
γ_3	0.75
M _{cr}	64.3 kN m

5.10.8 Retracción y temperatura

As>=	231.48 mm ² /m
As>=	231.48 mm ² /m

3.1.12 Diseño zarpa

Materiales			Geometría		
$f_y =$	4200	kg/cm ²	$b =$	100	cm
$f'_c =$	280	kg/cm ²	$h =$	80	cm
β_1	0.85		$\phi =$	0.9	
$E_c =$	25426.08	MPa			

Resistencia Última

	d' (cm)	d (cm)	M _u (ton.m)	ρ	A _s (cm ² /m)	A _{s min} (cm ² /m)	1.33A _s	M _{cr}	As mcr
M _{ppal} ⁺	7.50	72.50	33.60	0.0017	12.45	12.45	16.60	33.59	12.447746
M _{ppal} ⁻	7.50	72.50	33.60	0.0017	12.45	12.45	16.60	33.59	12.447746
M _{hor} ⁺	7.50	72.50	33.60	0.0017	12.45	12.45	16.60	33.59	12.447746
M _{hor} ⁻	7.50	72.50	33.60	0.0017	12.45	12.45	16.60	33.59	12.447746

REFUERZO

Calculado				Suministrado		
A _s calculada (cm ² /m)	A _{barra} (cm ²)	ϕ Barra	Cantidad	ϕ Barra	Refuerzo	
12.45	2.84	3/4	# 6 c./ 0.22	3/4	#6 c./	0.20
12.45	2.84	3/4	# 6 c./ 0.22	3/4	#6 c./	0.20
12.45	2.84	3/4	# 6 c./ 0.22	3/4	#6 c./	0.20
12.45	2.84	3/4	# 6 c./ 0.22	3/4	#6 c./	0.20

CORTE

V _{ud} =	30.24	ton
d =	72.50	cm
$\beta =$	1.26	

$$\phi v_c = \phi 0.083 B \cdot \sqrt{f'_c (Mpa)} = 5.55 \text{ kg/cm}^2 \quad v_{ud} = \frac{V_u}{b \cdot d} = 4.17 \text{ kg/cm}^2 \quad v_n < \phi v_c \text{ CUMPLE}$$

5.7.3.4 Control de agrietamiento

γ_e	1
Bs	1.1478
s<	284.82 mm
	28.482 cm
	OK

5.7.3.3.2 Refuerzo mínimo

γ_1	1.6
γ_3	0.75
M _{cr}	335.9 kN m

5.10.8 Retracción y temperatura

As>=	396.83 mm ² /m
As>=	396.83 mm ² /m

Este documento no podrá ser alterado o modificado sin autorización explícita del autor y en caso de encontrar condiciones diferentes a las aquí expuestas se deberá dar aviso oportuno al departamento de diseño para tomar las medidas correspondientes.