

PROVINCIA DE
ENTRE RÍOS



**CONSEJO FEDERAL
DE INVERSIONES**

**“PLAN MAESTRO DE READECUACION
PORTUARIA DEL PUERTO DE CONCEPCION DEL
URUGUAY”**

MEMORIA DE CALCULO MUELLE BARCACERO

ABRIL 2022

ING.CIVIL LORENA BROCHE

ÍNDICE GENERAL

MODELOS Y VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL	1
1. LOSA	1
2. LOSA DE APROXIMACIÓN	2
3. VIGAS PREMOLDEADAS (VIGAS PI)	4
4. VIGA DE BORDE	6
5. PÓRTICOS DE APOYO	9

ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1: VISTA GENERAL DE VIGA PREMOLDEADA SIN CARGAS.	4
FIG. 2: MOMENTO Y CORTE MÁXIMOS	5
FIG. 3: VISTA GENERAL SIN CARGAS VIGA DE BORDE.....	6
FIG. 4: MOMENTO Y CORTE MÁXIMO	7
FIG. 5: MOMENTO MÁXIMO EN APOYO.	8
FIG. 6: VISTA GENERAL SIN CARGAS DE PÓRTICO DE APOYO.	10
FIG. 7: MOMENTO MÁXIMO Y CORTE EN APOYO CENTRAL.....	12
FIG. 8: MOMENTO Y CORTE MÁXIMO EN APOYO EXTREMO LADO SUELO.....	12
FIG. 9: MOMENTO Y CORTE MÁXIMO EN APOYO EXTREMO LADO RIACHO.....	13
FIG. 10: MOMENTO MÁXIMO EN TRAMO.....	13
FIG. 11: MOMENTO MÁXIMO Y CORTE EN APOYO CENTRAL. ETAPA CONSTRUCTIVA.....	14
FIG. 12: MOMENTO MÁXIMO EN TRAMO. ETAPA CONSTRUCTIVA.	14
FIG. 13: MOMENTO MÁXIMO SUPERIOR.	17
FIG. 14: ESFUERZO NORMAL SUPERIOR.....	18
FIG. 15: MOMENTO MÁXIMO EN TRAMO.....	18
FIG. 16: ESFUERZO NORMAL EN TRAMO.	18
FIG. 17: ESFUERZO NORMAL MÁXIMO EN PUNTA PILOTE CENTRAL. SERVICIO.....	19
FIG. 18: ESFUERZO NORMAL MÁXIMO EN PUNTA PILOTE EXTREMO LADO RIACHO. SERVICIO.....	20
FIG. 19: ESFUERZO NORMAL MÁXIMO EN PUNTA PILOTE EXTREMO LADO RIACHO. SERVICIO.....	20
FIG. 20: DIAGRAMA DE INTERACCIÓN RESULTANTE PARA LA ARMADURA ADOPTADA.....	21
FIG. 21: DIAGRAMA DE INTERACCIÓN RESULTANTE PARA LA ARMADURA ADOPTADA.....	22

Modelos y verificación estructural

Las estructuras se modelaron y calcularon mediante el programa de elementos finitos SAP2000 y se analizan sus comportamientos para las acciones reglamentarias.

1. Losa

$$e = 0,30\text{m}$$

$$\text{rec} = 4 \text{ cm}$$

$$a = 15,00 \text{ m}$$

Solicitaciones

Se considera la losa unidireccional distribuyendo las cargas hacia las vigas longitudinales.

Acciones sobre la losa

Se considera la carga de una pata de una columna de 3 contenedores

$$P_{\text{max}} = 18,29 \text{ t}$$

Se indican a continuación las solicitaciones máximas,

Estado Carga	Tramo		Apoyo	
	Mm(tm/m)	Q (t/m)	M(tm/m)	Q (t/m)
Peso Propio	0,05	-	0,03	0,26
Sobrecarga	3,20	-	1,60	9,15
1,4 PP	0,06	-	0,04	0,37
1,2 PP + 1,6 SC	5,18	-	2,60	14,95
PP + SC	3,25	-	1,63	9,41

Dimensionamiento

En apoyos sobre alma de vigas

$$M_u = 2,60 \text{ tm/m}$$

$$Q_u = 14,95 \text{ t/m}$$

Flexión

Se adopta armadura $\varphi 12 \text{ c/15}$ (7,54 cm²/m)

φ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ² /m)	T (t)	β	M_n (tm/m)	φM_n (tm/m)	M_u (tm/m)	Verifica
0,9	4,2	0,25	7,54	32	0,85	6,73	6,06	2,60	Verifica

En tramo

$M_u = 5,18 \text{ tm/m}$

Flexión

Se adopta armadura $\phi 12 \text{ c/15}$ ($7,54 \text{ cm}^2/\text{m}$)

ϕ	$f_y \text{ (t/cm}^2\text{)}$	$d \text{ (m)}$	$A_s \text{ (cm}^2/\text{m)}$	$T \text{ (t)}$	β	$M_n \text{ (tm/m)}$	$\phi M_n \text{ (tm/m)}$	$M_u \text{ (tm/m)}$	Verifica
0,9	4,2	0,25	7,54	32	0,85	6,73	6,06	5,18	Verifica

Corte

ϕ	$f_c' \text{ (MPa)}$	$b_w \text{ (m)}$	$d \text{ (m)}$	$V_u \text{ (t)}$	$V_n \text{ (t)}$	$V_c \text{ (t)}$	$V_s \text{ (t)}$
0,75	35	1	0,25	14,95	19,93	24,65	No Necesaria

No se necesita colocar armadura de corte.

Verificación de punzonado

Se verifica punzonado sobre en la losa ante la carga transmitida por una pata de apoyo de un contenedor, con tres niveles de contenedores.

$P = 18,29 \text{ t}$ por pata de apoyo de contenedor en 3 niveles

$e = 30 \text{ cm}$

$a = 17,80 \text{ cm}$

$b = 15,20 \text{ cm}$

$a_{med} = 17,8 \text{ cm} + 30 \text{ cm} = 47,80 \text{ cm}$

$b_{med} = 15,2 \text{ cm} + 30 \text{ cm} = 45,20 \text{ cm}$

Perímetro medio $= 2 \times (47,80 + 45,20) = 186 \text{ cm}$

$h = 30 \text{ cm} - 5 \text{ cm} = 25 \text{ cm}$

$f_c' \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$P \text{ (t)}$	Perim med (m)	$h \text{ (m)}$	$A_p \text{ (m}^2\text{)}$	$\zeta_p \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\zeta_p \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	$\zeta_{adm} \text{ (kg/cm}^2\text{)}$	Verifica
350	18,29	1,86	0,25	0,47	39,33	3,93	8,42	Verifica

Resumen de armado:

Armadura Longitudinal superior e inferior $\phi 12 \text{ c/15cm}$

Armadura Transversal superior e inferior $\phi 12 \text{ c/15cm}$

2. Losa de Aproximación

$e = 0,30 \text{ m}$

$L_{calc} = 5,00 \text{ m}$

$a = 4,00 \text{ m}$

$\text{rec} = 4 \text{ cm}$

Solicitaciones

Acciones sobre la losa de aproximación

Se considera la carga de un eje del vehículo de diseño aplicado en los puntos más desfavorables

glosa	0,75 t/m ²
gasf	0,10 t/m ²
Pmax	110,00 t
l	7,95 m
a	1,20 m
q	13,84 t/m

Solicitaciones	M (tm/m)	Mu (tm/m)
glosa	2,34	2,81
gasf	0,31	0,38
Pmax	15,22	24,35

$Mu = 2,81 \text{ tm/m} + 0,38 \text{ tm/m} + 24,35 \text{ tm/m} = 27,54 \text{ tm/m}$

Dimensionamiento

$Mu = 27,54 \text{ tm/m}$

Flexión

Se adopta armadura $\phi 20\text{c}/10\text{cm}$ (31,4 cm²/m)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ² /m)	T (t)	β	M_n (tm/m)	ϕM_n (tm/m)	Mu (tm/m)	Verifica
0,9	4,2	0,26	31,42	132	0,85	29,16	26,24	27,54	Aceptable

Resumen de armado:

Armadura Superior Longitudinal y Transversal	$\phi 16 \text{ c}/10\text{cm}$
Armadura Inferior Longitudinal y Transversal	$\phi 20 \text{ c}/10\text{cm}$
Armadura perimetral Superior	3 $\phi 25$
Armadura perimetral Inferior	4 $\phi 25$
Estribos de armado	$\phi 12 \text{ c}/30\text{c}/30\text{cm}$
Estribos perimetrales	$\phi 12 \text{ c}/10\text{cm}$

3. Vigas Premoldeadas (Vigas PI)

Modelo de Cálculo

Se modeló utilizando el programa SAP2000 la estructura de la Viga premoldeada. Se modeló la estructura con un elemento tipo frame, y se colocaron apoyos fijos en sus extremos, considerando el apoyo de las vigas premoldeadas sobre los cabezales.



Fig. 1: Vista General de Viga Premoldeada sin cargas.

Verificación Estructural

$h = 1,00 \text{ m}$ con losa

$b = 1,60 \text{ m}$

$b_0 = 0,20 \text{ m} - 0,30 \text{ m}$

$h_0 = 0,70 \text{ m}$

$\text{rec} = 4 \text{ cm}$

Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

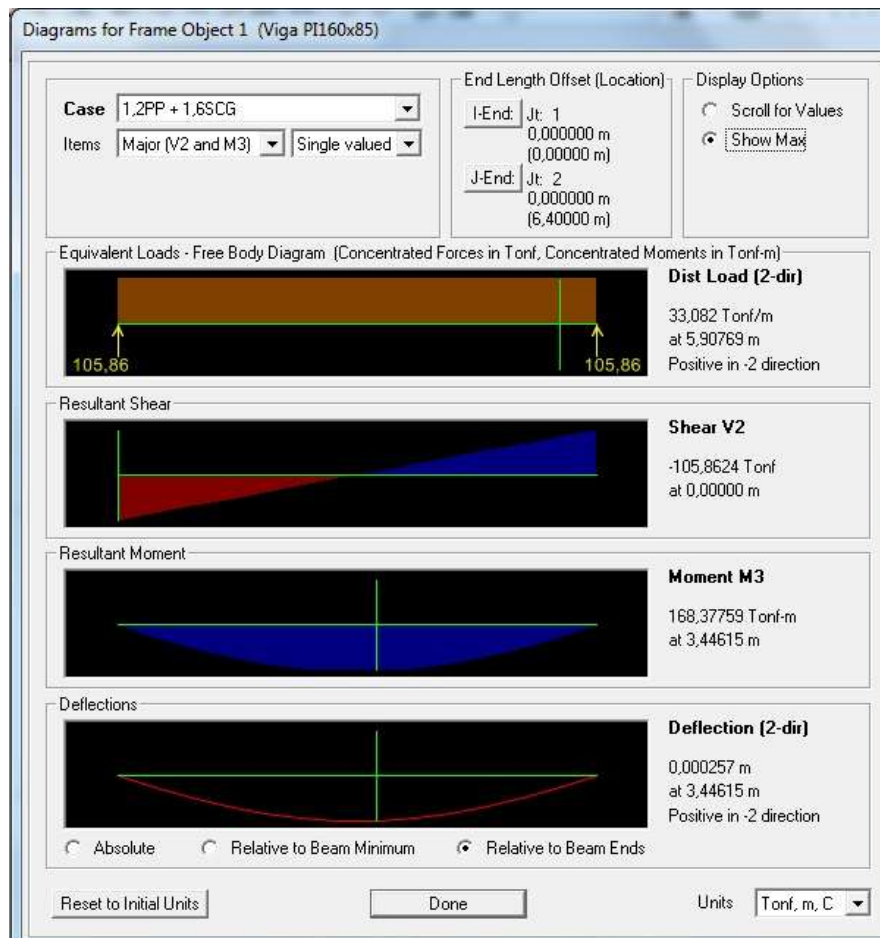


Fig. 2: Momento y Corte Máximos

Dimensionamiento

Se dividen las solicitaciones en dos vigas "T" de ancho de ala de 0,80m y con cada alma de la viga,

$$M_u = 168 \text{ tm}$$

$$M_{un} = 168 \text{ tm} / 2 = 84 \text{ tm} \quad \text{en cada nervio}$$

$$Q_u = 106 \text{ t}$$

$$Q_{un} = 106 \text{ t} / 2 = 53 \text{ t} \quad \text{en cada nervio}$$

Flexión

Se adopta Armadura $6 \phi 25$ (29,5 cm²)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ²)	T (t)	β	M_n (tm)	ϕM_n (tm)	M_u (tm)	Verifica
0,9	4,2	0,94	29,5	124	0,90	104	94	84	Verifica

Corte

ϕ	f_c' (MPa)	b_w (m)	d (m)	V_u (t)	V_n (t)	V_c (t)	V_s (t)	f_y (t/cm ²)	A_{sv} (cm ² /m)
0,75	35	0,2	0,94	53	71	18	52	4,2	13,29

Se adopta armadura 1 eº $\phi 12$ c/10cm (22,6 cm²/m)

Resumen de armado:

Almas Armadura Superior	2 $\phi 20$ + 3 $\phi 25$ en losa
Almas Armadura Inferior	6 $\phi 25$
Ala Armadura Longitudinal Superior e Inferior	$\phi 10$ c/15cm
Ala Armadura Transversal Superior	$\phi 10$ c/15cm
Ala Armadura Transversal Inferior	$\phi 12$ c/15cm
Armadura de piel	$\phi 10$ c/15cm
Estribos Almas	$\phi 12$ c/10cm en 1,50 m desde apoyos $\phi 12$ c/15cm en tramo

4. Viga de Borde

Modelo de Cálculo

Se modeló utilizando el programa SAP2000 la estructura de la Viga de Borde. Se modeló una viga continua de 8 tramos de elementos tipo frame, con apoyos fijos cada 7,50m.



Fig. 3: Vista General sin cargas Viga de Borde

Verificación Estructural

$h = 1,00$ m

$b = 1,10$ m

rec = 5 cm

Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

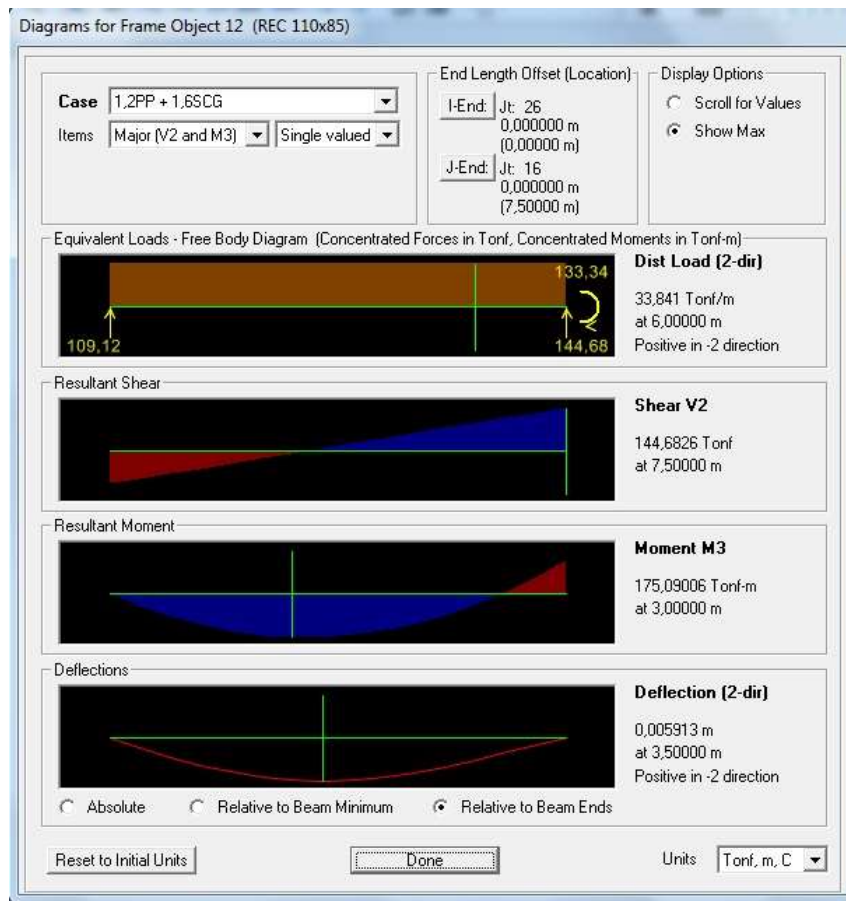


Fig. 4: Momento y Corte Máximo

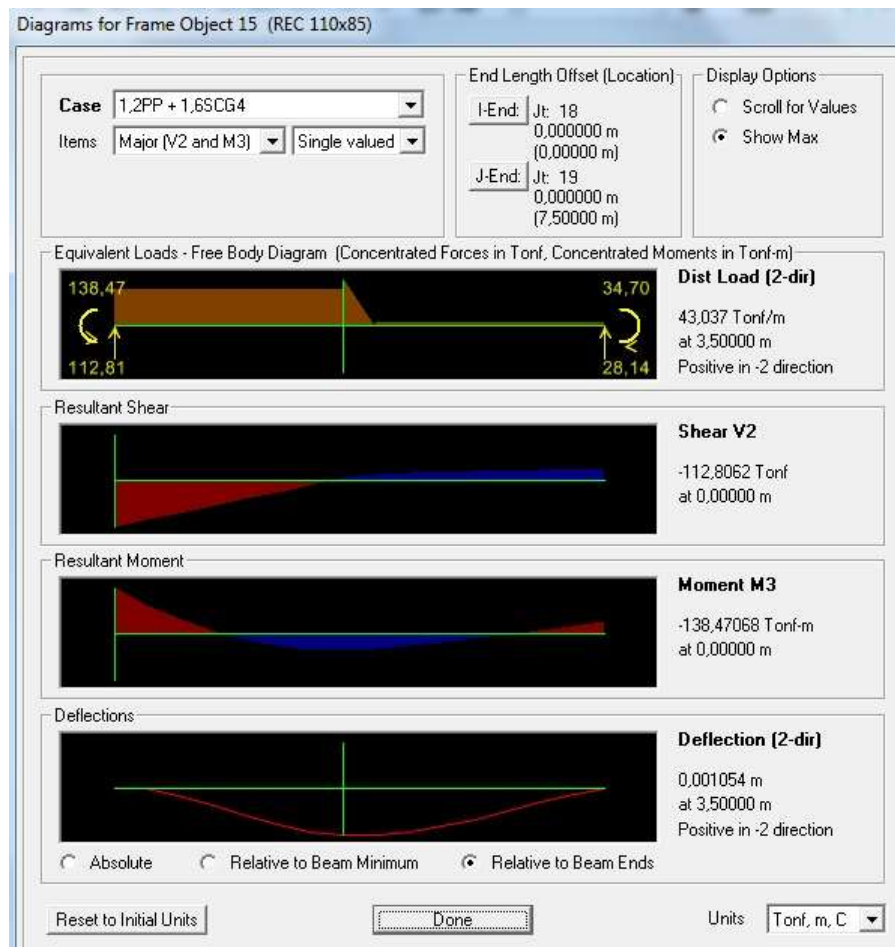


Fig. 5: Momento Máximo en apoyo.

Dimensionamiento

En tramo

$$Mu = 175 \text{ tm}$$

Flexión

Se adopta Armadura 14 $\phi 25$ (68,7 cm²)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ²)	T (t)	β	M_n (tm)	ϕM_n (tm)	M_u (tm)	Verifica
0,9	4,2	0,92	68,7	289	0,90	239	215	175	Verifica

En apoyo

$$Mu = 138 \text{ tm}$$

$$Qu = 145 \text{ t}$$

Flexión

Se adopta Armadura

12 ϕ 25 (58,9 cm²)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ²)	T (t)	β	Mn(tm)	ϕ Mn(tm)	Mu (tm)	Verifica
0,9	4,2	0,92	58,9	247	0,85	194	174	138	Verifica

Corte

ϕ	f_c' (MPa)	b_w (m)	d (m)	V_u (t)	V_n (t)	V_c (t)	V_s (t)	f_y (t/cm ²)	A_{sv} (cm ² /m)
0,75	35	1,1	0,92	145	193	100	93	4,2	24,13

Se adopta armadura

2 e^o ϕ 16 c/20cm (40,2 cm²/m)

Resumen de armado:

Armadura Superior

12 ϕ 25

Armadura Inferior

14 ϕ 25

Armadura de piel

ϕ 20 c/20cm en cada cara

Estribos

2 ϕ 16 c/20cm + ϕ 16 c/40cm intermedio

5. Pórticos de Apoyo

Modelo de Cálculo

Se modeló utilizando el programa SAP2000, la estructura de los Pórticos de apoyo. Se modelo la estructura con elementos tipo frame, y se colocaron resortes horizontales para representar la interacción entre la estructura y el suelo, un apoyo móvil en la punta de los pilotes.

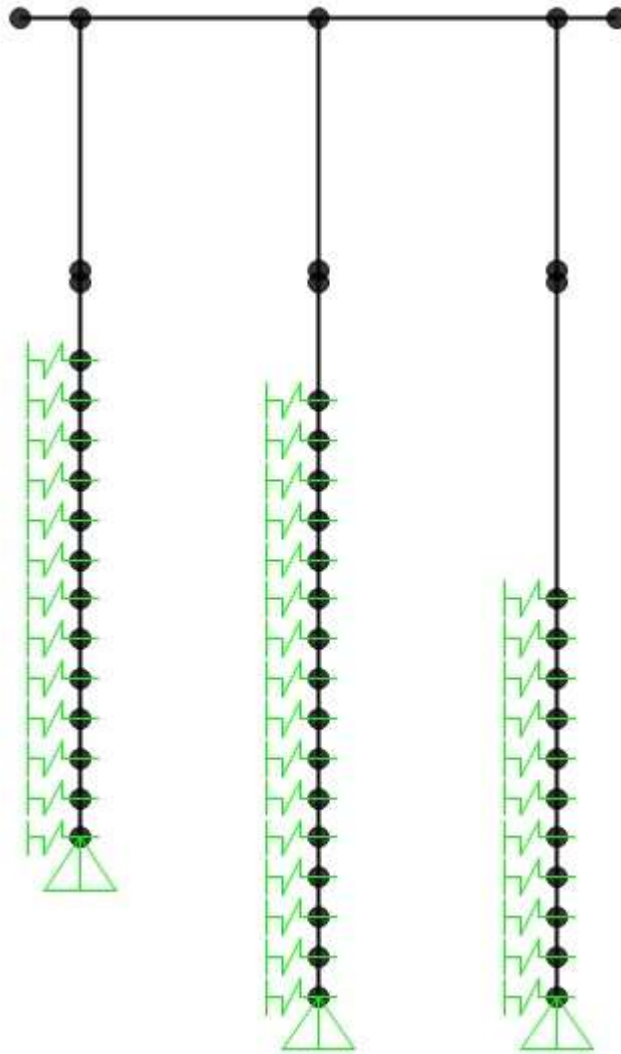


Fig. 6: Vista General sin cargas de Pórtico de Apoyo.

Los valores de coeficiente de balasto horizontal del suelo (k_h), se obtienen de los estudios de suelos, para modelar los resortes.

Considerando el diámetro del pilote de 1,10m, se obtienen entonces los siguientes valores para el modelo de cálculo:

Cota Nivel	a	b	Kh (t/m)
5	1	1,1	2200
4	1	1,1	2200
3	1	1,1	2200
2	1	1,1	2200
1	1	1,1	2200
0	1	1,1	2200
-1	1	1,1	2200
-2	1	1,1	2200
-3	1	1,1	2200
-4	1	1,1	2200
-5	1	1,1	2200
-6	1	1,1	7700
-7	1	1,1	7700
-8	1	1,1	7700
-9	1	1,1	7700
-10	1	1,1	7700
-11	1	1,1	7700
-12	1	1,1	7700
-13	1	1,1	7700
-14	1	1,1	7700
-15	1	1,1	7700
-16	1	1,1	7700
-17	1	1,1	7700
-18	1	1,1	7700

Verificación Estructural

Cabezal

$h = 2,00\text{m} / 1,00\text{m}$ en primera etapa

$b_1 = 1,40\text{ m}$

$b_2 = 0,70\text{ m}$

$A = 2,10\text{ m}^2$

$L = 15,00\text{ m}$

Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

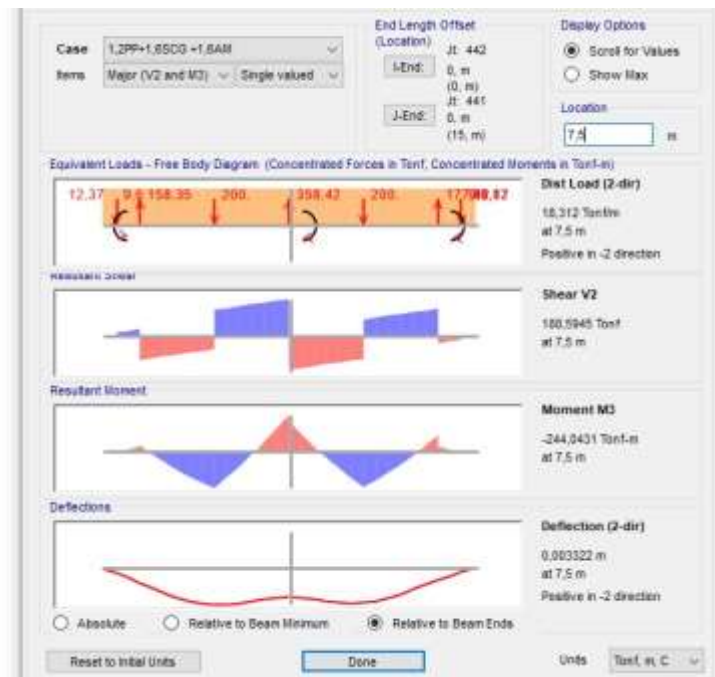
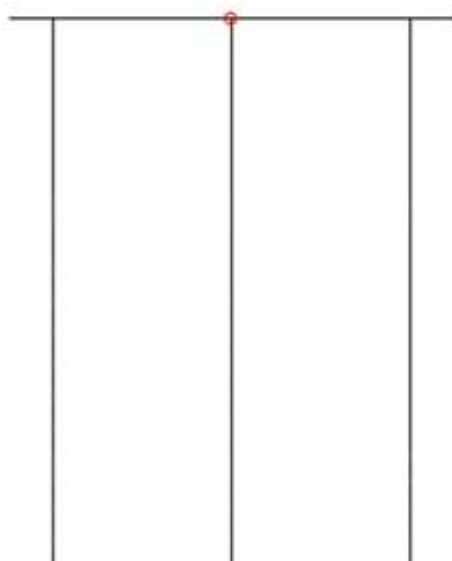


Fig. 7: Momento Máximo y corte en apoyo central.

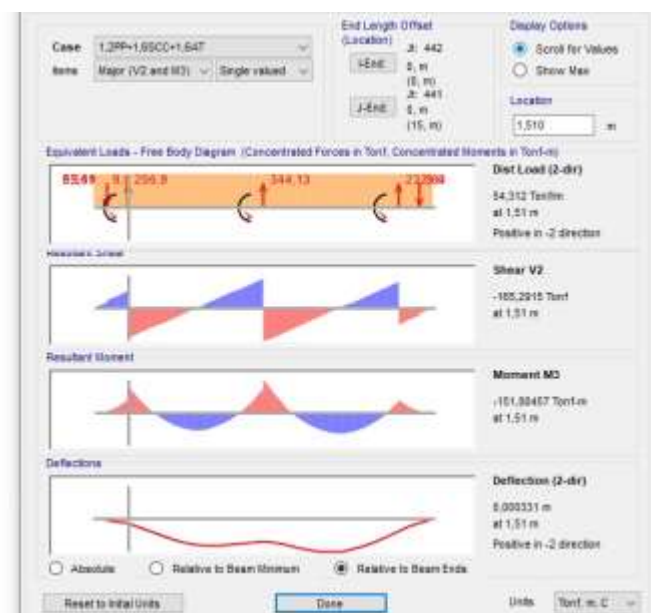
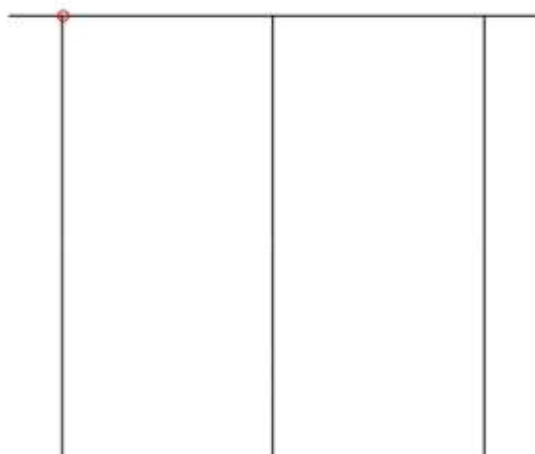


Fig. 8: Momento y corte Máximo en apoyo extremo lado suelo.

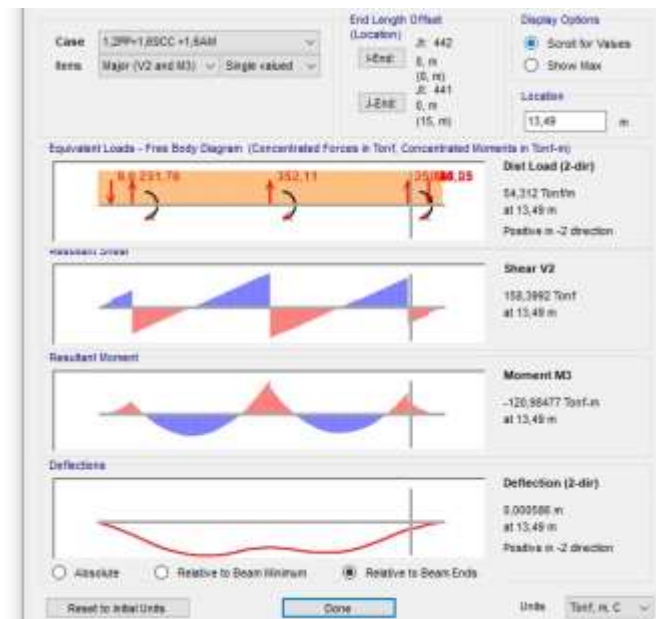
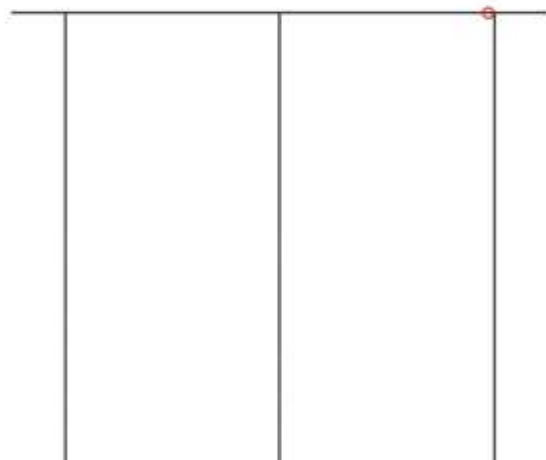


Fig. 9: Momento y corte Máximo en apoyo extremo lado riacho.

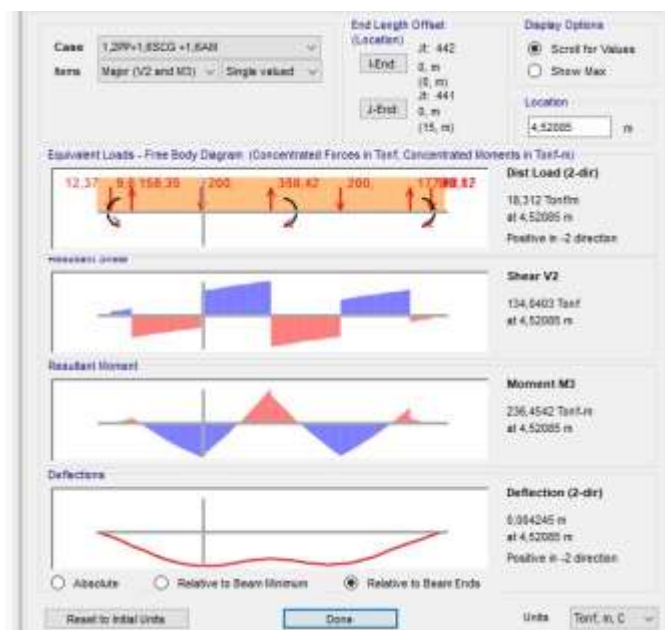
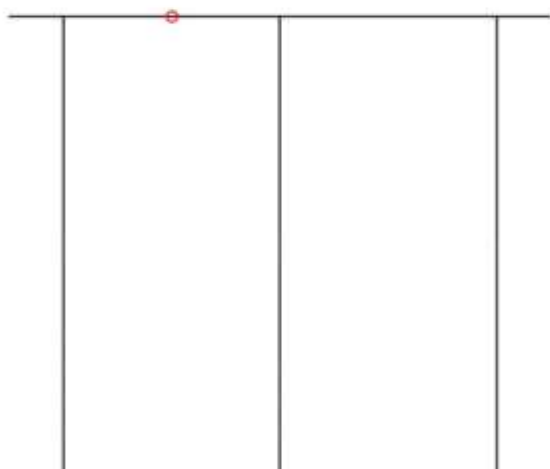


Fig. 10: Momento Máximo en tramo suelo.

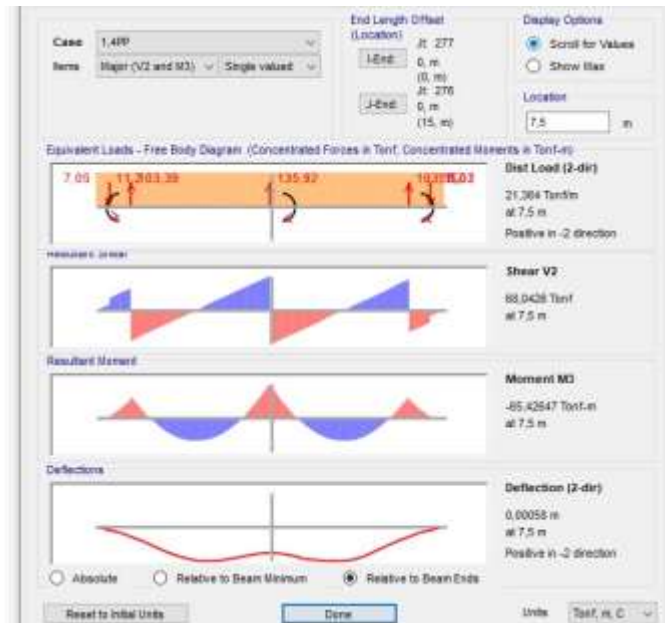
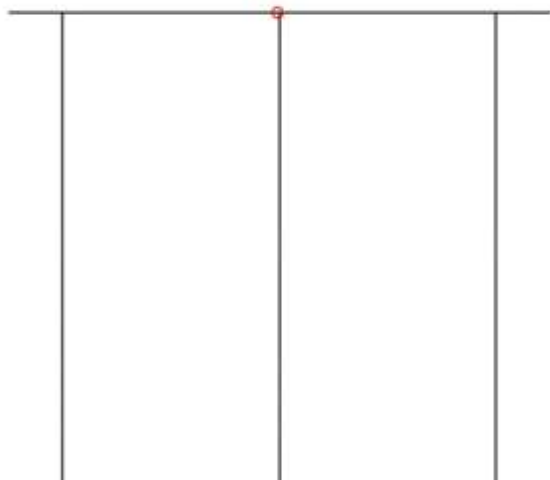


Fig. 11: Momento Máximo y corte en apoyo central. Etapa Constructiva.

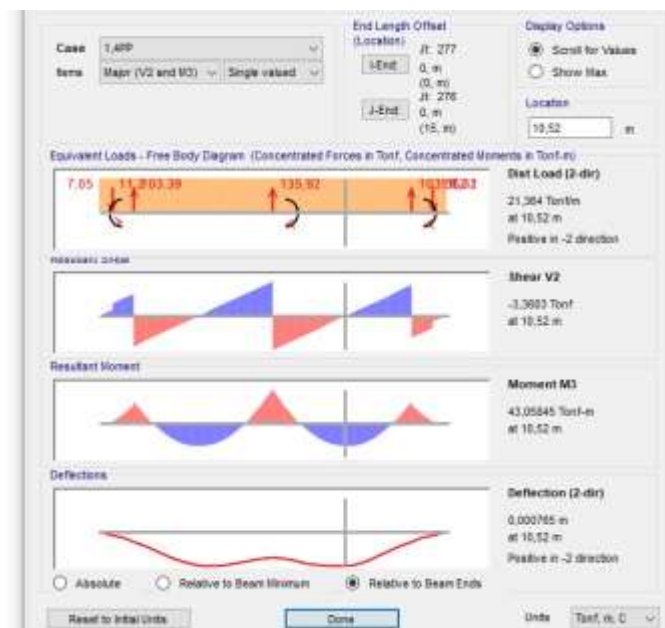
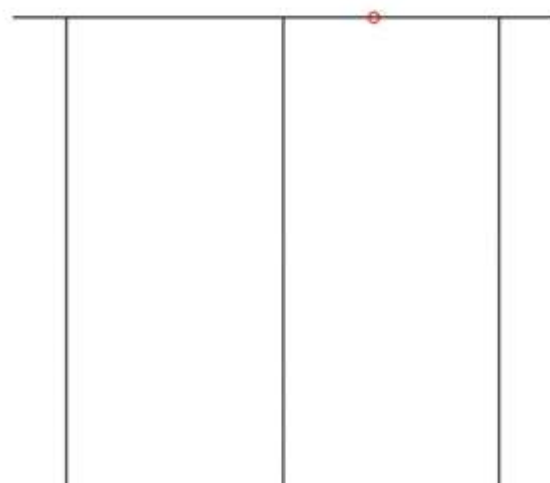


Fig. 12: Momento Máximo en tramo. Etapa Constructiva.

Dimensionamiento

En apoyo central

Apoyo sobre pilote de $\varnothing 1,10\text{m}$

$M_u = 244 \text{ tm}$

$Q_u = 189 \text{ t}$

En apoyo extremo

Apoyo sobre pilote de $\phi 1,10\text{m}$

$M_u = 152\text{ tm}$

$Q_u = 165\text{ t}$

Flexión

Se adopta armadura 12 $\phi 25$ (58,9cm²)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ²)	T (t)	β	Mn(tm)	$\phi Mn(tm)$	Mu (tm)	Verifica
0,9	4,2	1,92	58,9	247	0,65	309	278	244	Verifica

En tramo

$M_u = 237\text{ tm}$

Flexión

Se adopta armadura 14 $\phi 25$ (68,7cm²)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ²)	T (t)	β	Mn(tm)	$\phi Mn(tm)$	Mu (tm)	Verifica
0,9	4,2	1,92	68,7	289	0,65	360	324	237	Verifica

Corte

ϕ	f_c' (MPa)	b_w (m)	d (m)	V_u (t)	V_n (t)	V_c (t)	V_s (t)	f_y (t/cm ²)	A_{sv} (cm ² /m)
0,75	35	0,7	1,92	189	252,00	132,62	119,38	4,2	14,79
0,75	35	0,7	1,92	165	220,00	132,62	87,38	4,2	10,83

Se adopta armadura $e^\circ \phi 20\text{ c/20} + e^\circ \phi 16\text{ c/20}$ (51,5 cm²/m)

En Etapa Constructiva

En apoyo central

Apoyo sobre pilote de $\phi 1,10\text{m}$

$M_u = 65\text{ tm}$

$Q_u = 68\text{ t}$

Flexión

Se adopta armadura 12 $\phi 20$ (37,7cm²)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ²)	T (t)	β	Mn(tm)	$\phi Mn(tm)$	Mu (tm)	Verifica
0,9	4,2	0,92	37,7	158	0,85	124	112	65	Verifica

En tramo

$$M_u = 43 \text{ tm}$$

Flexión

Se adopta armadura 14 ϕ 25 (68,7 cm²)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ²)	T (t)	β	M_n (tm)	ϕM_n (tm)	M_u (tm)	Verifica
0,9	4,2	0,92	68,7	289	0,85	226	203	43	Verifica

Corte

ϕ	f_c' (MPa)	b_w (m)	d (m)	V_u (t)	V_n (t)	V_c (t)	V_s (t)
0,75	35	1,4	0,92	68	90,67	127,21	No Necesaria

Se adopta armadura $e^\circ \phi 20 \text{ c/20} + e^\circ \phi 16 \text{ c/20}$ (51,5 cm²/m)

Verificación de Momento transmitido por Espolón

$$H = 40 \text{ t}$$

$$H_u = 40,00 \text{ t} * 1,60 = 64,00 \text{ t}$$

$$y = 2,45 \text{ m}$$

$$M_u = 64 \text{ t} * 2,45 \text{ m} = 157 \text{ tm}$$

Se adopta armadura 12 ϕ 25 (58,9 cm²)

ϕ	f_y (t/cm ²)	d (m)	A_s (cm ²)	T (t)	β	M_n (tm)	ϕM_n (tm)	M_u (tm)	Verifica
0,9	4,2	1,92	58,9	247	0,85	404	364	157	Verifica

Resumen de armado:

Armadura Superior	12 ϕ 25
Armadura Inferior	14 ϕ 25
Armadura Intermedia	12 ϕ 20
Armadura de piel	ϕ 20 c/20cm
Armadura interior	ϕ 16 c/40cm
Estribos	2 ϕ 20 c/20cm + 2 ϕ 16 c/20cm interiores

Pilotes

$$\phi = 1,10 \text{ m}$$

$$A = 0,95 \text{ m}^2$$

$L_p = 23,65 \text{ m}$

$Rec = 7,50 \text{ cm}$

Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

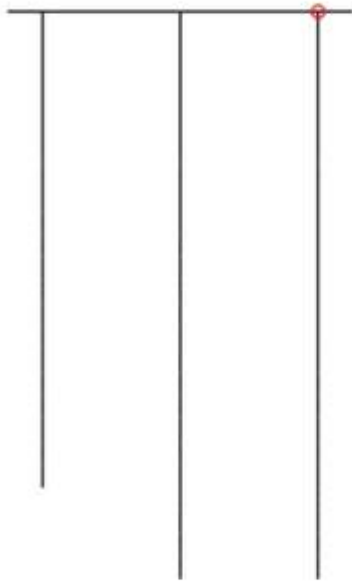


Fig. 13: Momento Máximo Superior.

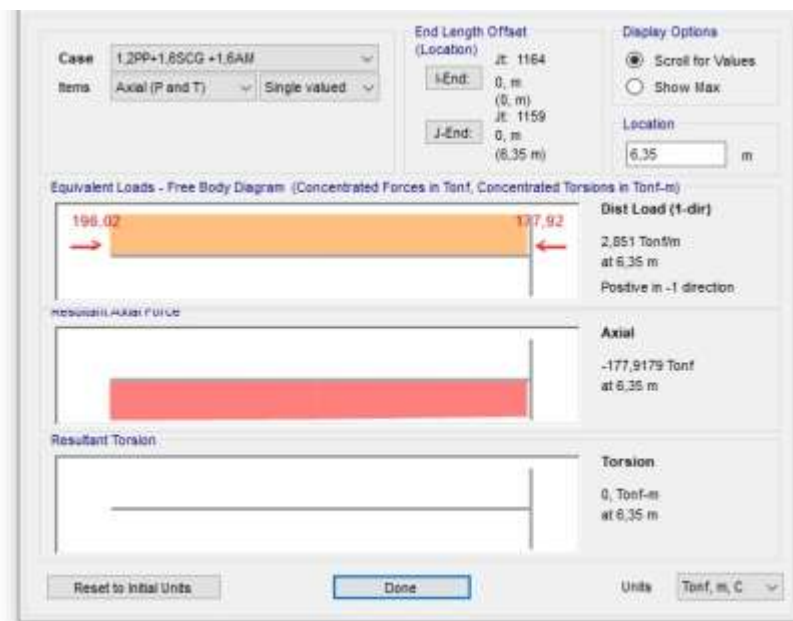
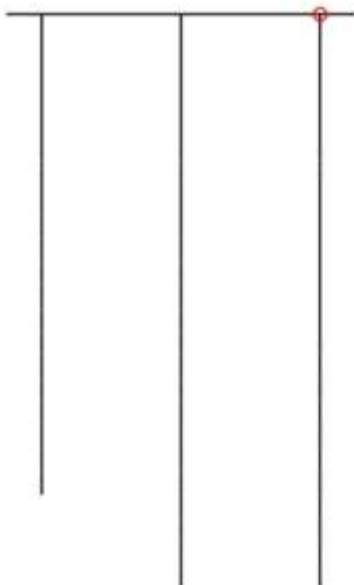


Fig. 14: Esfuerzo Normal Superior.

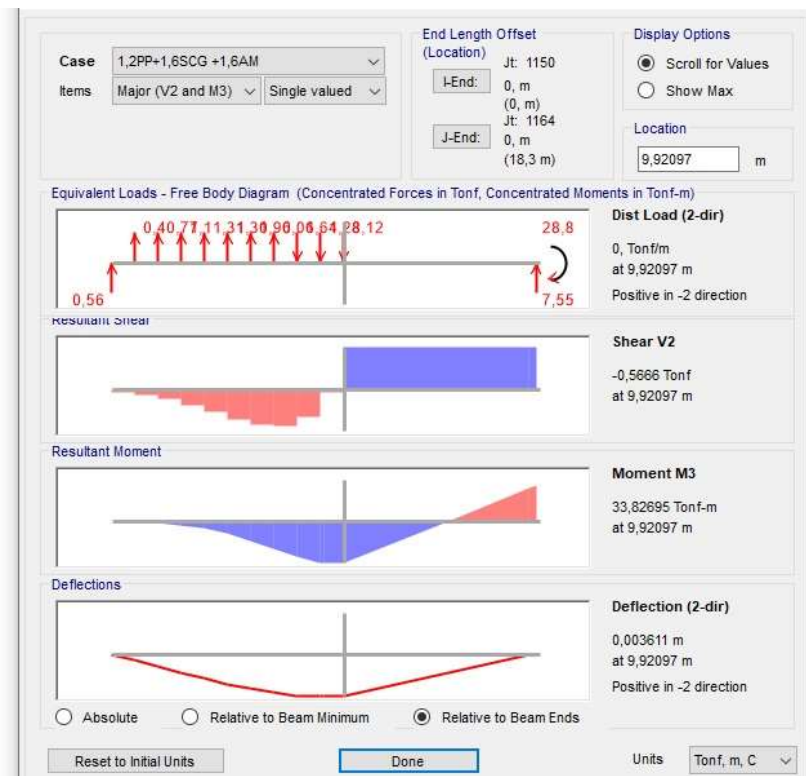
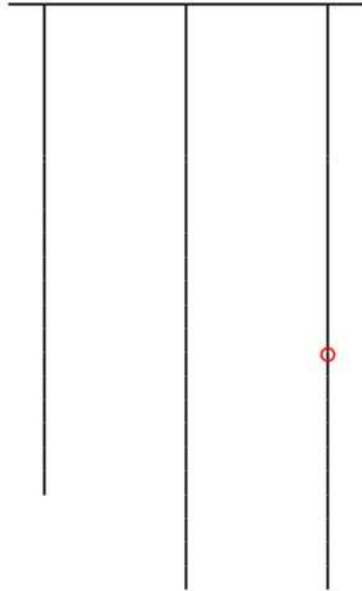


Fig. 15: Momento Máximo en tramo.

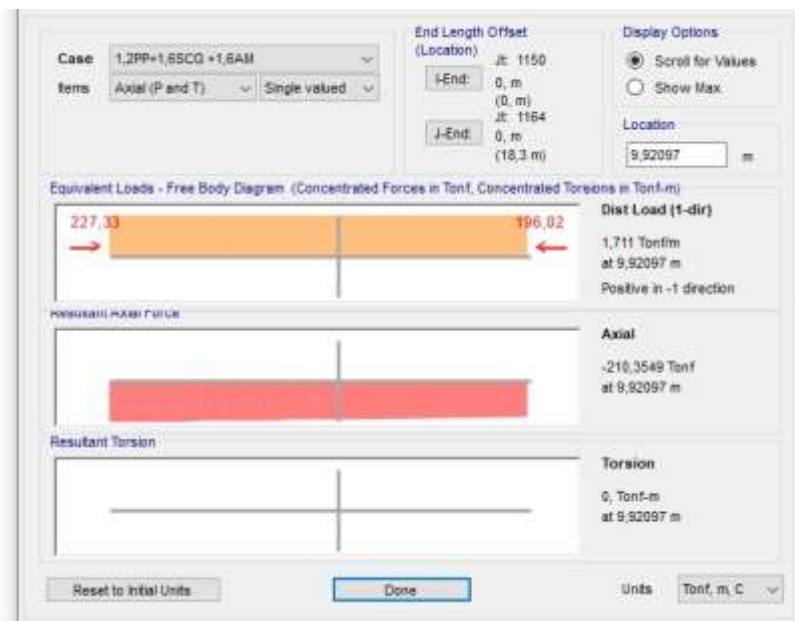
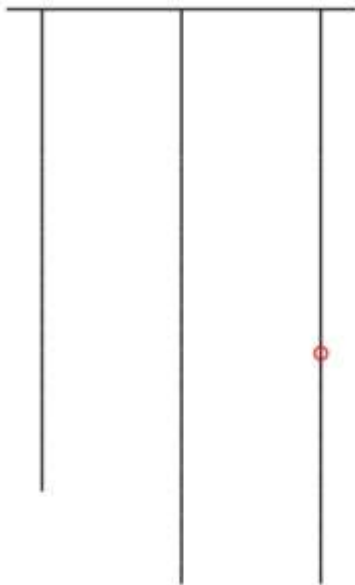


Fig. 16: Esfuerzo Normal en Tramo.

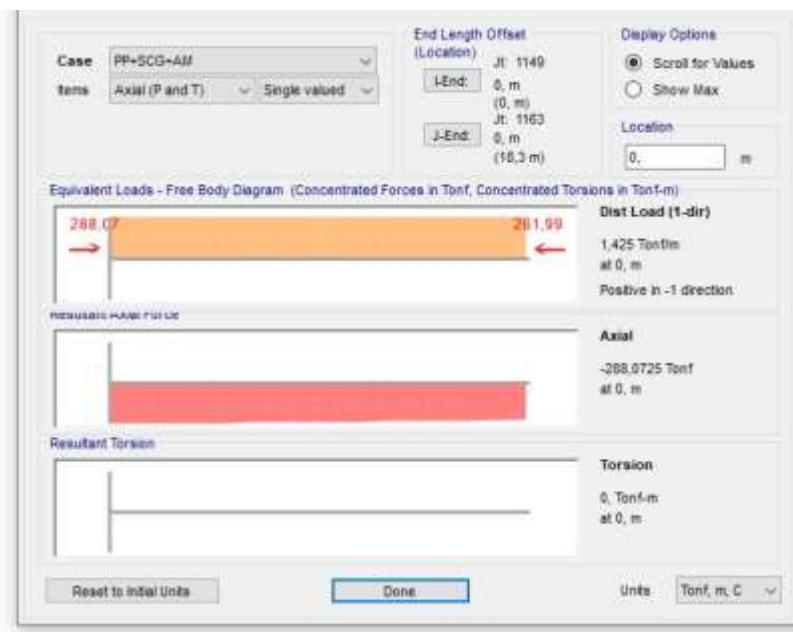
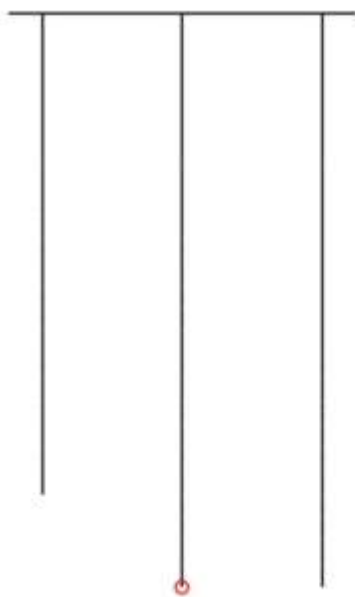


Fig. 17: Esfuerzo Normal máximo en punta Pilote Central. Servicio.

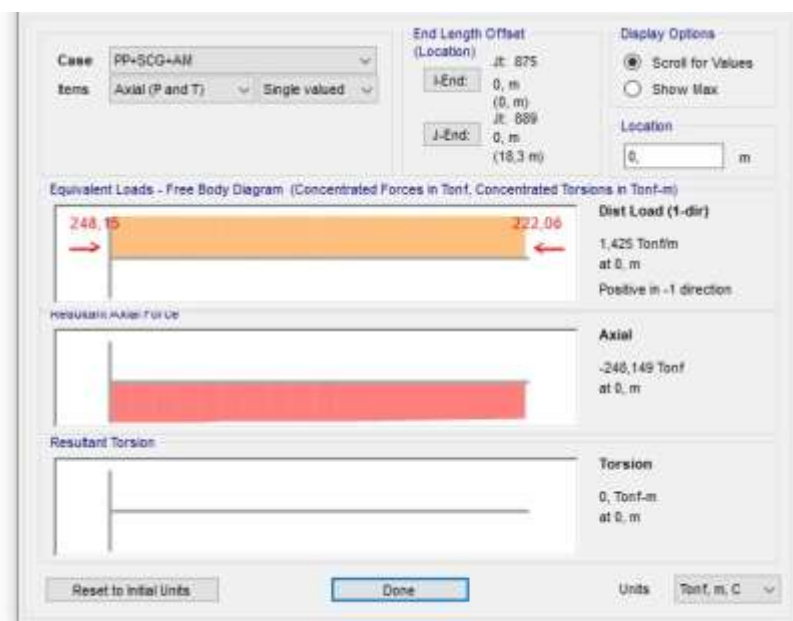
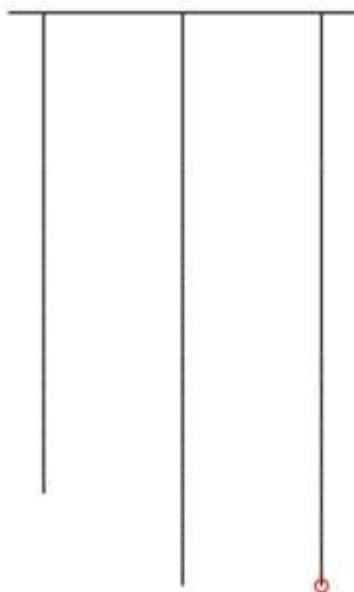


Fig. 18: Esfuerzo Normal máximo en punta Pilote Extremo lado Riacho. Servicio.

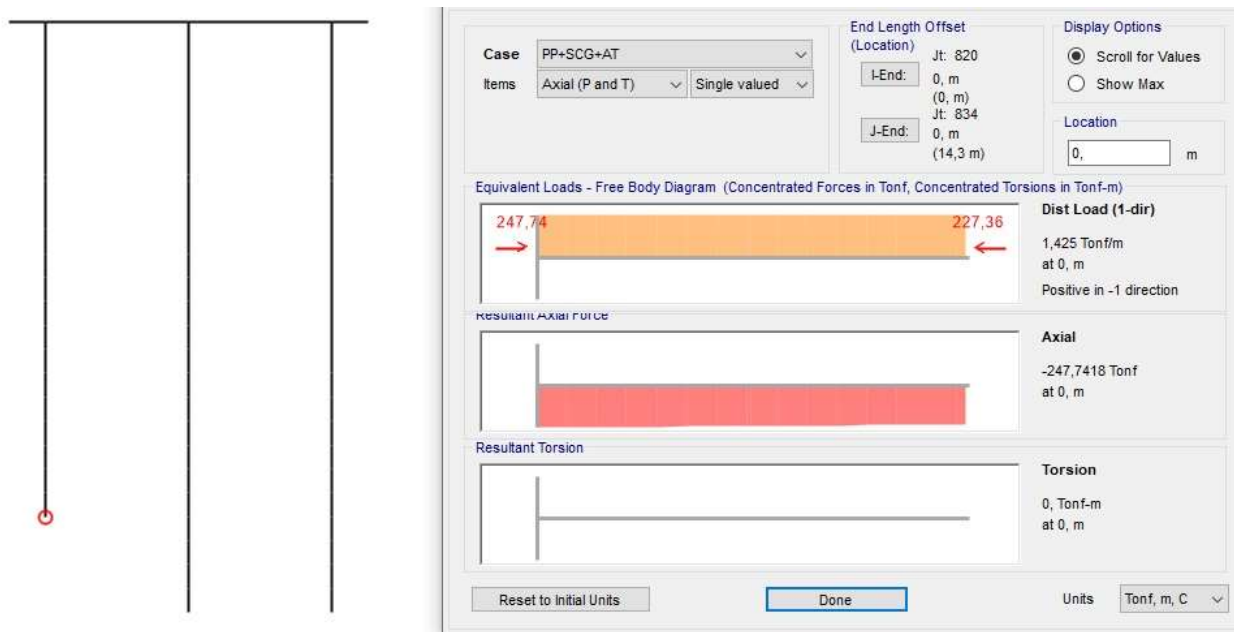


Fig. 19: Esfuerzo Normal máximo en punta Pilote Extremo lado Riacho. Servicio.

Dimensionamiento

Pilote Central

Φ_{pil}	1,10	m
J	0,07	m ⁴
A	0,95	m ²
i	0,28	m
sk	14,00	m
λ	51,00	

Pilote Extremo de lado del riacho

Φ_{pil}	1,10	m
J	0,07	m ⁴
A	0,95	m ²
i	0,28	m
sk	17,00	m
λ	62,00	

Se debe hacer un análisis de segundo orden para ambos pilotes

Superior para Pilote Extremo del lado del riacho

Mu = 76 tm

$N_u = 177 \text{ t}$
 $e = 76 \text{ tm} / 177 \text{ t} = 0,43$
 $e/d = 0,39$
 $f = 1,10 \text{ m} \times (62 - 20) / 160 = 0,29 \text{ m}$
 $\Delta M = 177 \text{ t} \times 0,29 \text{ m} = 52 \text{ tm}$
 $M_{\text{ull}} = 76 \text{ tm} + 52 \text{ tm} = 128 \text{ tm}$
 Flexión
 $A_{s \text{ mín}} = 1\% A_b = 0,01 \times 9503 \text{ cm}^2 = 95,0 \text{ cm}^2$
 Se adopta armadura
 $20 \phi 25 (98,2 \text{ cm}^2) + e^\circ \phi 12 \text{ c}/20-10 (11,31 \text{ cm}^2/\text{m})$

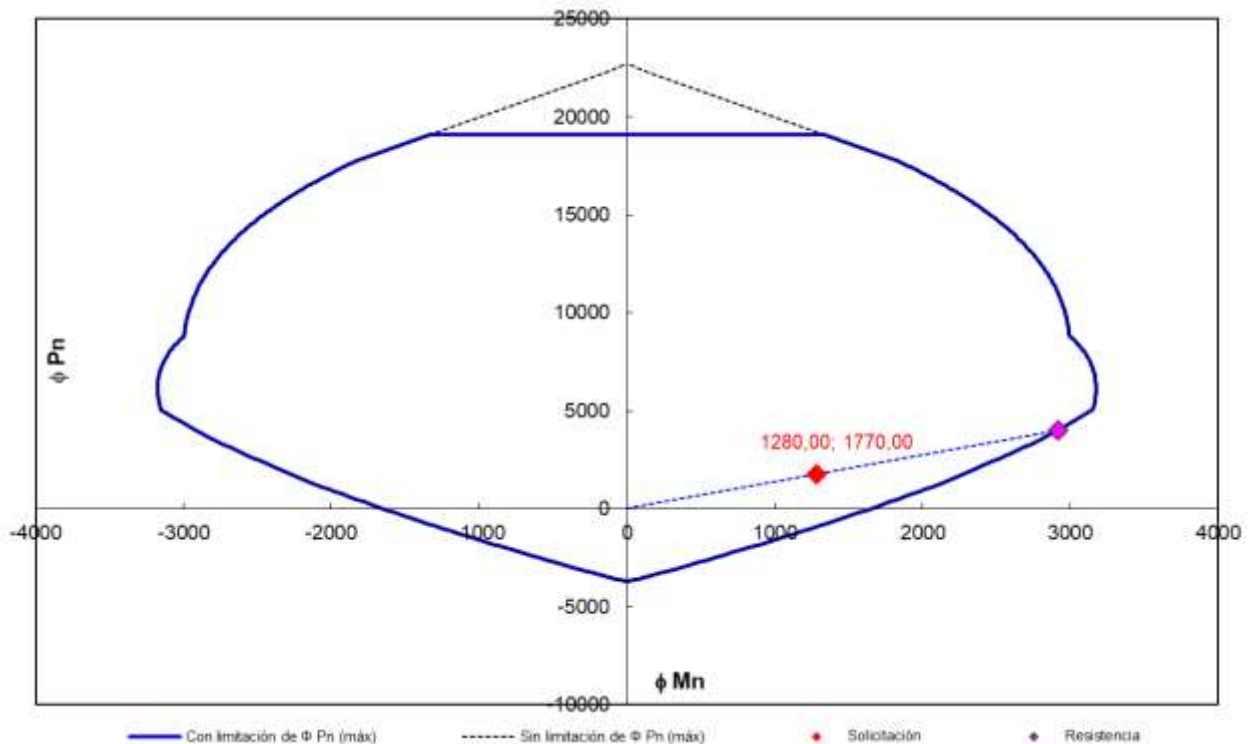


Fig. 20: Diagrama de interacción resultante para la armadura adoptada.

En tramo para Pilote Extremo del lado del riacho

$M_u = 33 \text{ tm}$
 $N_u = 210 \text{ t}$
 $N_{\text{sup}} = 177 \text{ t}$
 $e = 33 \text{ tm} / 177 \text{ t} = 0,19$
 $e/d = 0,17$
 $f = 1,10 \text{ m} \times (62 - 20) \times \sqrt{(0,10 + 0,17)} / 100 = 0,24 \text{ m}$
 $\Delta M = 177 \text{ t} \times 0,24 \text{ m} = 43 \text{ tm}$
 $M_{\text{ull}} = 33 \text{ tm} + 43 \text{ tm} = 76 \text{ tm}$
 Flexión
 $A_{s \text{ mín}} = 1\% A_b = 0,01 \times 9503 \text{ cm}^2 = 95,0 \text{ cm}^2$
 Se adopta armadura

20 $\phi 25$ (98,2 cm²) + e^o $\phi 12$ c/20-10 (11,31 cm²/m)

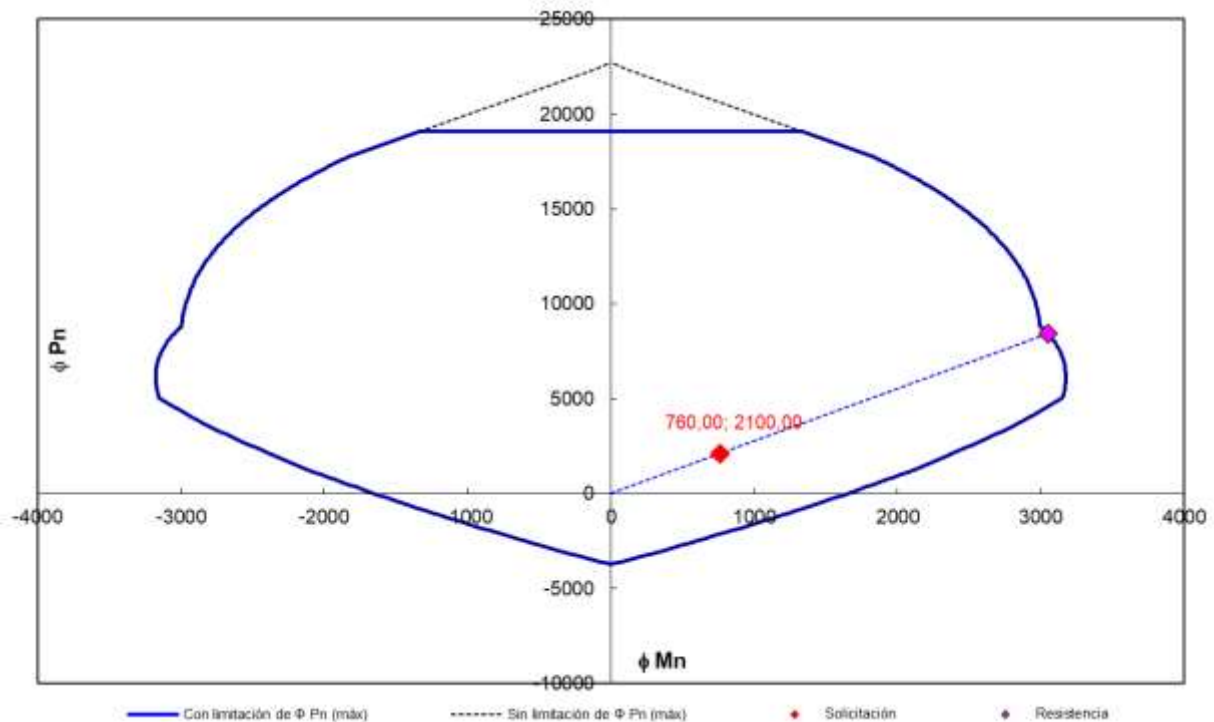


Fig. 21: Diagrama de interacción resultante para la armadura adoptada.

Fundación

Según estudios de suelos, se toma un 50% del valor indicado como valor promedio

Pilote Central

$N_p = -289$ t

$\sigma_{adm} = 225$ t/m² punta

$f = 2,25$ t/m² fuste en 13,00m

N_p (t)	ϕ_{pil} (m)	A (m ²)	f (t/m ²)	σ_{adm} (t/m ²)	c_f (t)	c_p (t)	$c_p + c_f$	Verifica
289,00	1,10	0,95	2,25	225,00	101,08	213,82	314,91	Verifica

Pilote Extremo Agua

$N_p = -248$ t

$\sigma_{adm} = 225$ t/m² punta

$f = 2,25$ t/m² fuste en 9,00m

N_p (t)	ϕ_{pil} (m)	A (m ²)	f (t/m ²)	σ_{adm} (t/m ²)	c_f (t)	c_p (t)	$c_p + c_f$	Verifica
248,00	1,10	0,95	2,25	225,00	69,98	213,82	283,80	Verifica

Pilote Extremo Tierra

$N_p = -248 \text{ t}$

$\sigma_{adm} = 225 \text{ t/m}^2$ punta

$f = 2,25 \text{ t/m}^2$ fuste en 9,00m

$N_p \text{ (t)}$	$\phi_{pil} \text{ (m)}$	$A \text{ (m}^2\text{)}$	$f \text{ (t/m}^2\text{)}$	$\sigma_{padm} \text{ (t/m}^2\text{)}$	$c_f \text{ (t)}$	$c_p \text{ (t)}$	$c_p + c_f$	Verifica
248,00	1,10	0,95	2,25	225,00	69,98	213,82	283,80	Verifica

Resumen de armado:

Armadura Principal

20 $\phi 25$

Estribos

$\phi 12$ c/20 o 10cm

1.1.1. Espolón

$h = 0,90 \text{ m}$

$b = 1,40 \text{ m}$

$y = 1,50 \text{ m}$

Solicitaciones

$H = 40,00 \text{ t}$ máxima carga de atraque

$Q_u = 1,60 \times 40,00 \text{ t} = 64,00 \text{ t}$

$M_u = 1,60 \times 40,00 \text{ t} \times 1,50 \text{ m} = 96,00 \text{ tm}$

Dimensionamiento

Flexión

Se adopta armadura 24 $\phi 20$ (75,4 cm²)

ϕ	$f_y \text{ (t/cm}^2\text{)}$	$d \text{ (m)}$	$A_s \text{ (cm}^2\text{)}$	$T \text{ (t)}$	β	$M_n \text{ (tm)}$	$\phi M_n \text{ (tm)}$	$M_u \text{ (tm)}$	Verifica
0,9	4,2	0,82	75,4	317	0,85	221	199	96	Verifica

Corte

ϕ	$f_c' \text{ (MPa)}$	$b_w \text{ (m)}$	$d \text{ (m)}$	$V_u \text{ (t)}$	$V_n \text{ (t)}$	$V_c \text{ (t)}$	$V_s \text{ (t)}$
0,75	35	1,4	0,82	64	85	113	No Necesaria

Se adopta armadura e^o $\phi 20$ c/10 (62,8 cm²/m)

Resumen de armado:

Armadura Vertical en caras al río

$\phi 20$ c/10cm en dos capas

Armadura Vertical en caras posterior	φ20 c/10cm
Armadura Vertical en caras laterales	φ20 c/20cm
Armadura intermedia	φ20 c/40cm
Estribos	φ20 c/10cm + φ16 c/20cm internos