

PROVINCIA DE  
ENTRE RÍOS



**CONSEJO FEDERAL  
DE INVERSIONES**

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

MEMORIA DE CALCULO MUELLE 13

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) .....	3
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. ....	19
FIG. 17: ESFUERZO NORMAL MÁXIMO EN PUNTA PILOTE CENTRAL. SERVICIO.....	19
FIG. 18: ESFUERZO NORMAL MÁXIMO EN PUNTA PILOTE EXTREMO TIERRA. SERVICIO.....	20
FIG. 19: DIAGRAMA DE INTERACCIÓN RESULTANTE PARA LA ARMADURA ADOPTADA.....	21
FIG. 20: 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

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

Se indican a continuación las solicitaciones máximas,

	Tramo		Apoyo	
Estado Carga	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 cm<sup>2</sup>/m)

$\varphi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> /m)	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm/m)	$\varphi M_n$ (tm/m)	$M_u$ (tm/m)	Verifica
0,9	4,2	0,25	7,54	32	0,85	6,73	<b>6,06</b>	<b>2,60</b>	Verifica

En tramo

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

### Flexión

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

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

### Corte

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

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	<b>Verifica</b>

### 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

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

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

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

$rec = 4 \text{ cm}$

### 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 <sup>2</sup>
gasf	0,10 t/m <sup>2</sup>
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  $\varphi 20\text{c}/10\text{cm}$  (31,4 cm<sup>2</sup>/m)

$\varphi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> /m)	T (t)	$\beta$	$M_n$ (tm/m)	$\varphi M_n$ (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	$\varphi 16 \text{ c}/10\text{cm}$
Armadura Inferior Longitudinal y Transversal	$\varphi 20 \text{ c}/10\text{cm}$
Armadura perimetral Superior	3 $\varphi 25$
Armadura perimetral Inferior	4 $\varphi 25$
Estribos de armado	$\varphi 12 \text{ c}/30\text{c}/30\text{cm}$
Estribos perimetrales	$\varphi 12 \text{ c}/10\text{cm}$

### 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

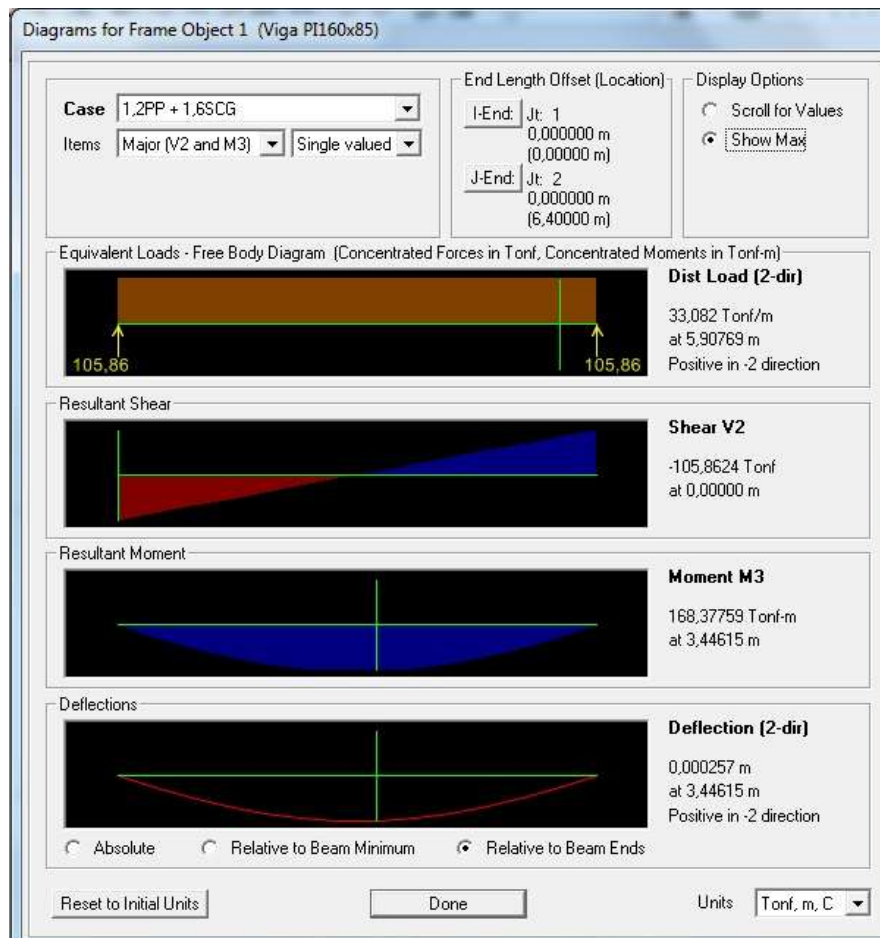


Fig. 2: Momento y Corte Máximos

### 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 cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	T (t)	$\beta$	$M_n$ (tm)	$\phi M_n$ (tm)	$M_u$ (tm)	Verifica
0,9	4,2	0,94	29,5	124	0,90	104	<b>94</b>	<b>84</b>	Verifica

### Corte

$\phi$	$f_c'$ (MPa)	$b_w$ (m)	$d$ (m)	$V_u$ (t)	$V_n$ (t)	$V_c$ (t)	$V_s$ (t)	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$A_{sv}$ (cm <sup>2</sup> /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 cm<sup>2</sup>/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



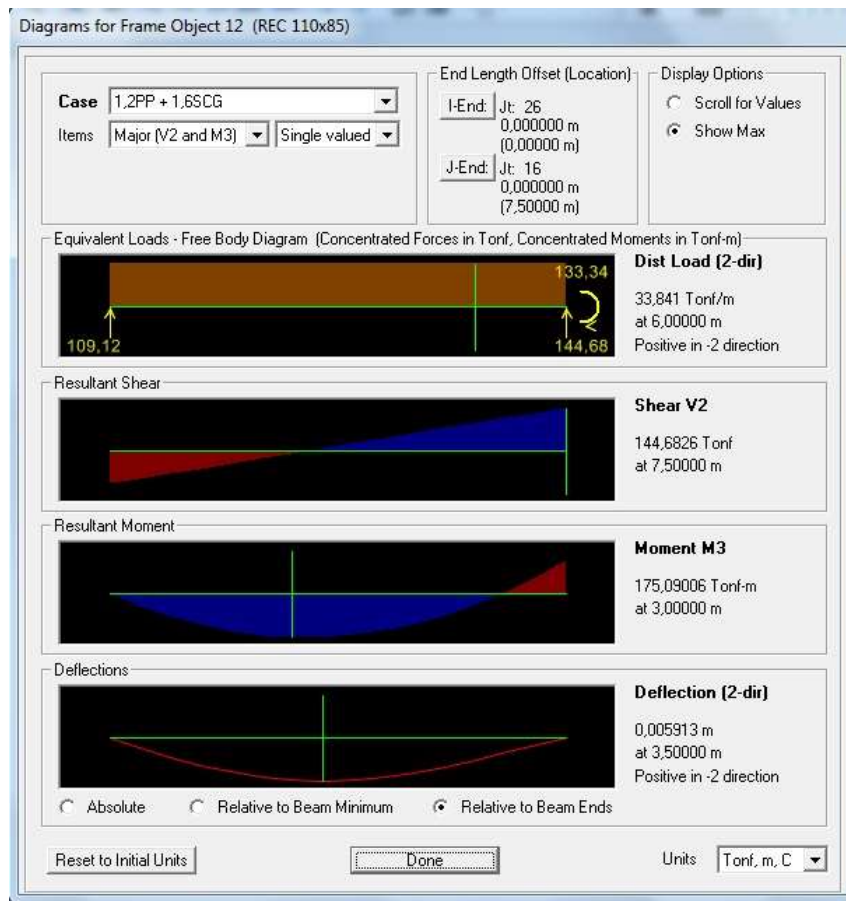


Fig. 4: Momento y Corte Máximo

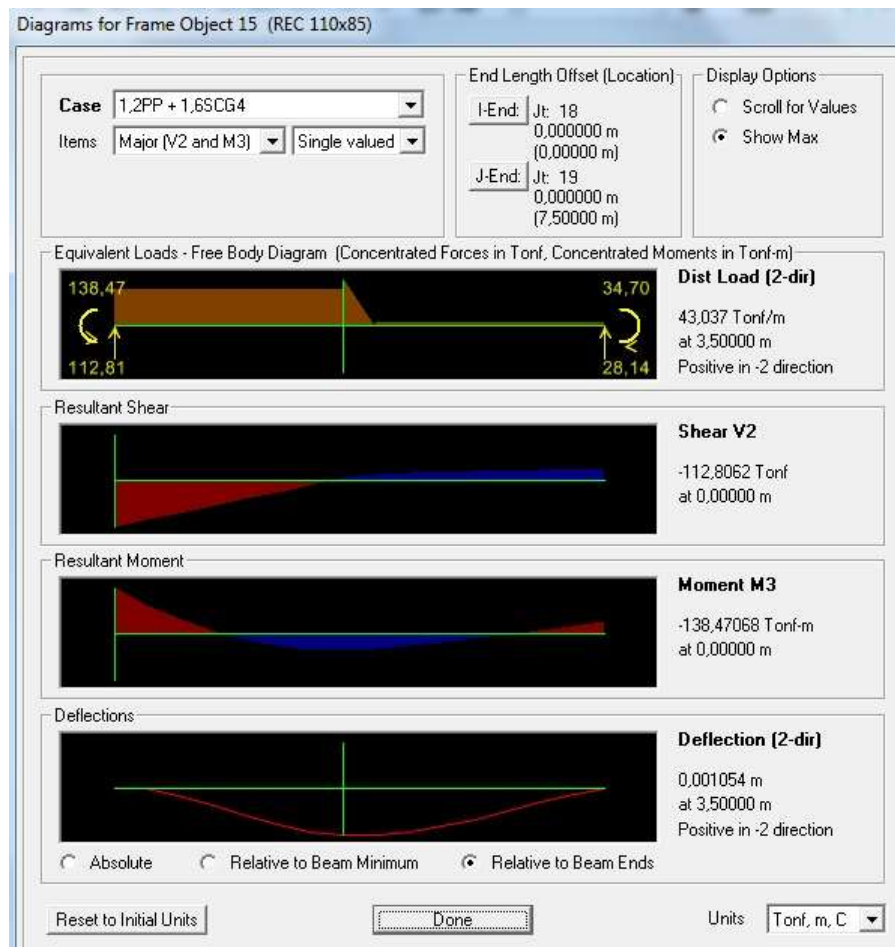


Fig. 5: Momento Máximo en apoyo.

## Dimensionamiento

En tramo

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

## Flexión

Se adopta Armadura 14  $\phi 25$  (68,7 cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	T (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\phi M_n$ (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  $\phi$  25 (58,9 cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	T (t)	$\beta$	Mn(tm )	$\phi$ Mn(tm)	Mu (tm)	Verifica
0,9	4,2	0,92	58,9	247	0,85	194	<b>174</b>	<b>138</b>	<b>Verifica</b>

### Corte

$\phi$	$f_c'$ (MPa)	$b_w$ (m)	d (m)	<b>Vu (t)</b>	<b>Vn (t)</b>	Vc (t)	<b>Vs (t)</b>	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	<b>Asv (cm<sup>2</sup>/m)</b>
0,75	35	1,1	0,92	<b>145</b>	<b>193</b>	100	<b>93</b>	4,2	<b>24,13</b>

Se adopta armadura

2 e<sup>o</sup>  $\phi$  16 c/20cm (40,2 cm<sup>2</sup>/m)

### Resumen de armado:

Armadura Superior

12  $\phi$  25

Armadura Inferior

14  $\phi$  25

Armadura de piel

$\phi$  20 c/20cm en cada cara

Estribos

2  $\phi$  16 c/20cm +  $\phi$  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.

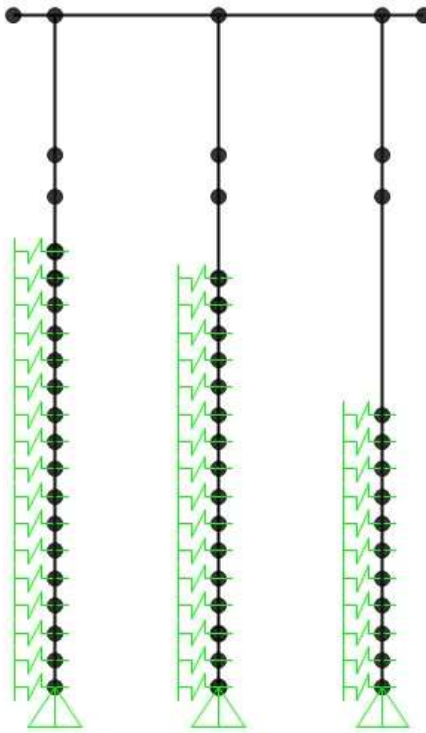


Fig. 6: Vista General sin cargas de Pórtico de Apoyo.

Los valores de coeficiente de balasto horizontal del suelo ( $kh$ ), 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

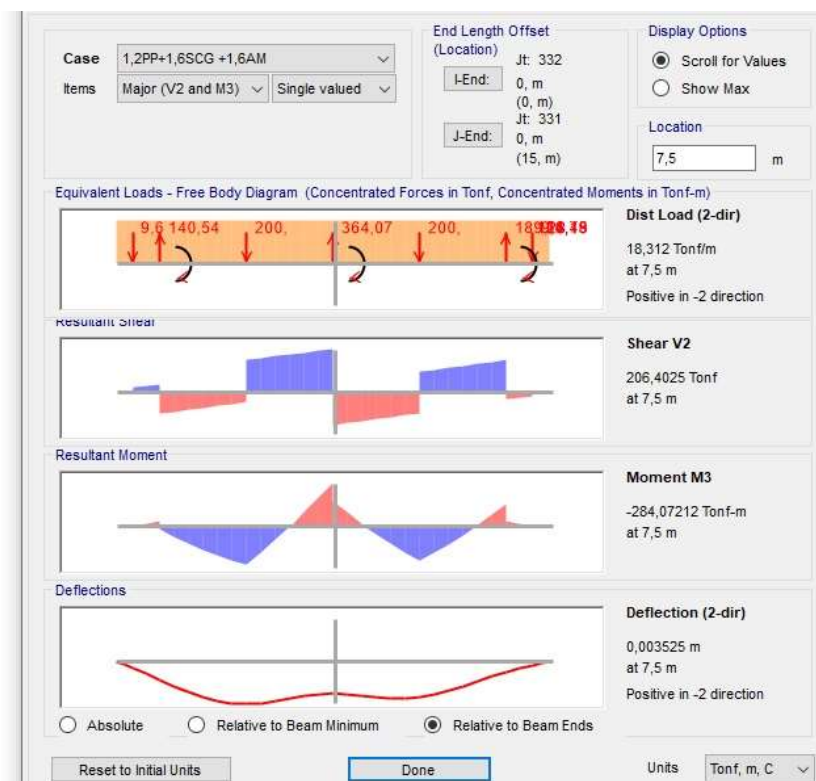
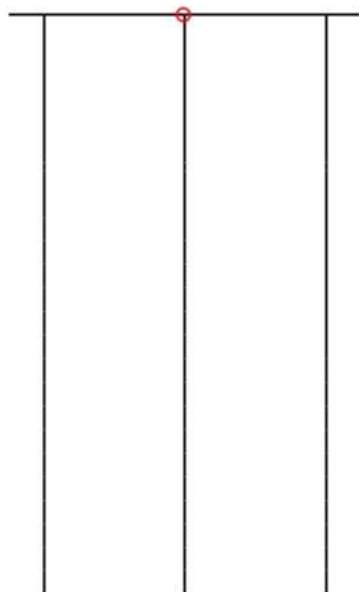


Fig. 7: Momento Máximo y corte en apoyo central.

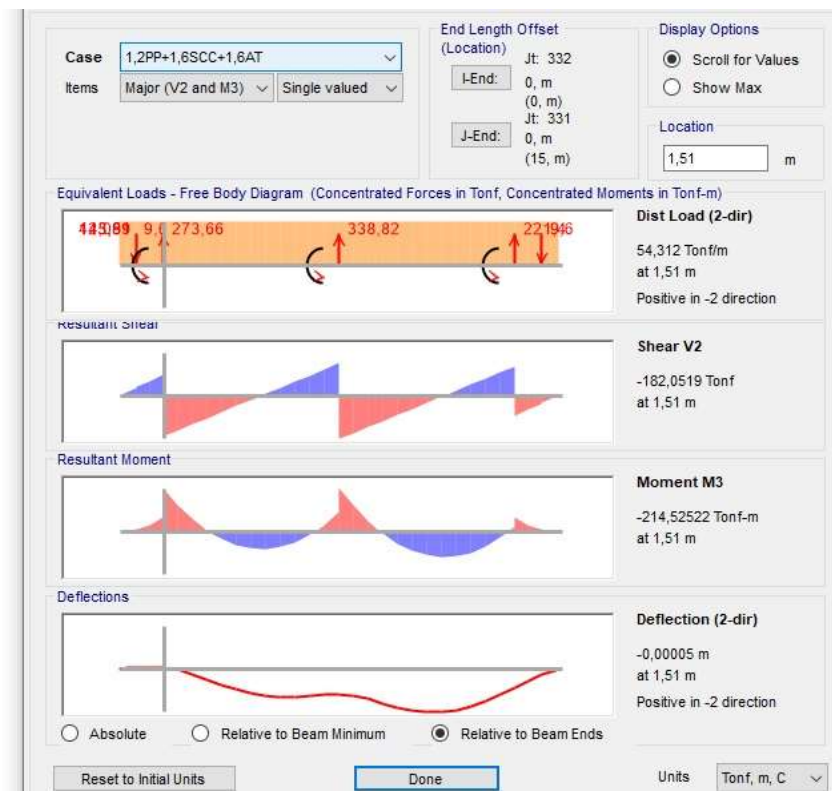
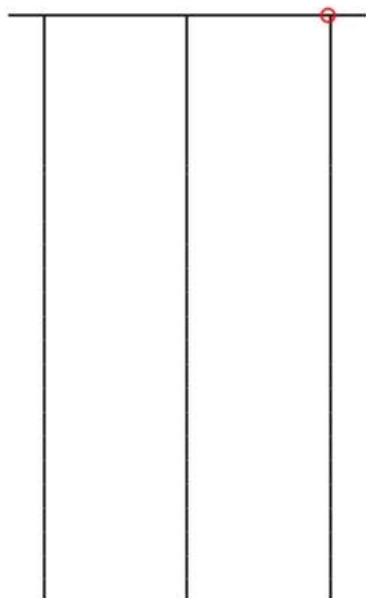


Fig. 8: Momento y corte Máximo en apoyo extremo lado suelo.

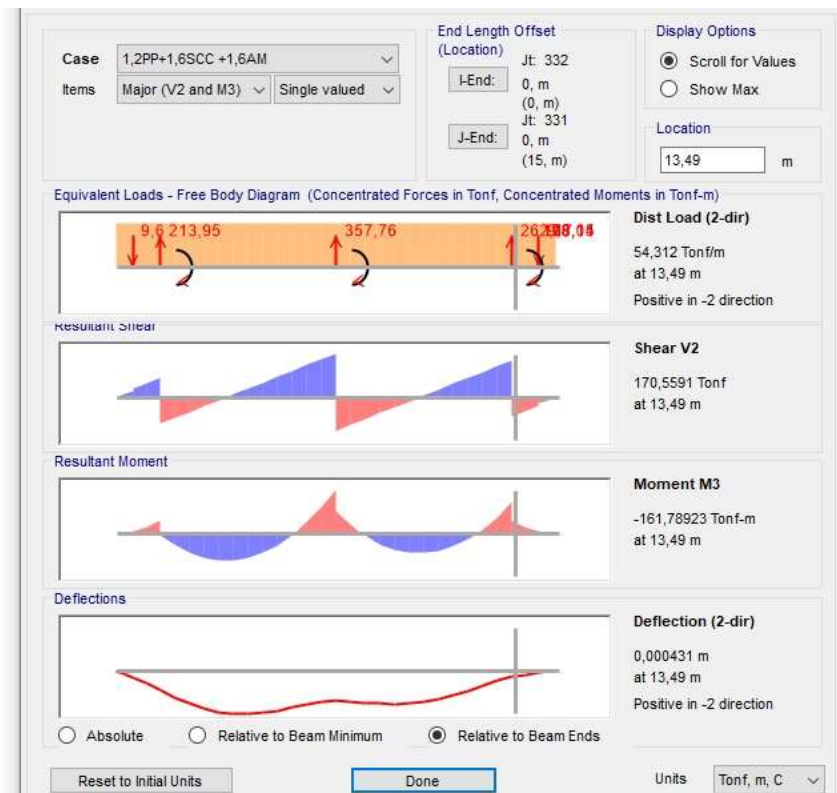
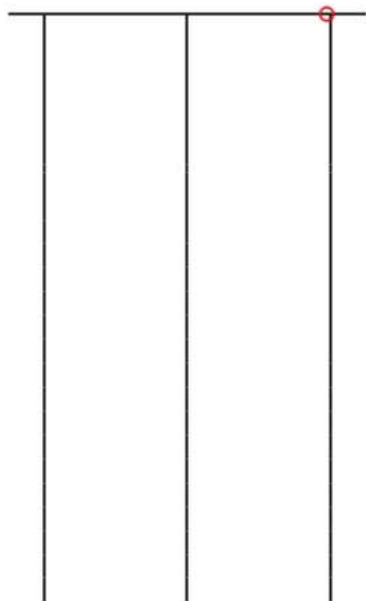


Fig. 9: Momento y corte Máximo en apoyo extremo lado riacho.

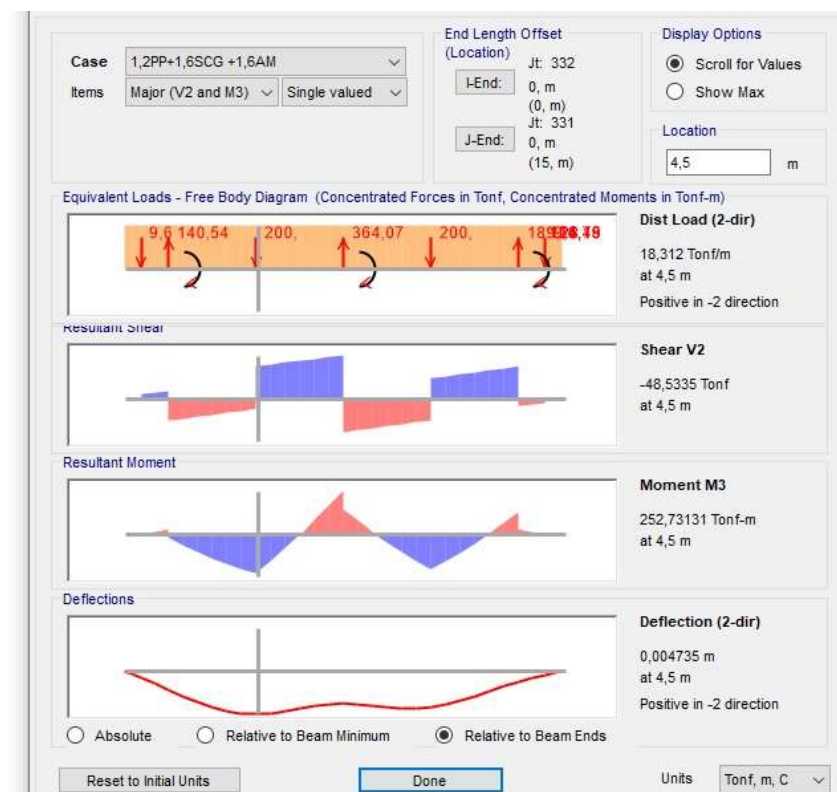
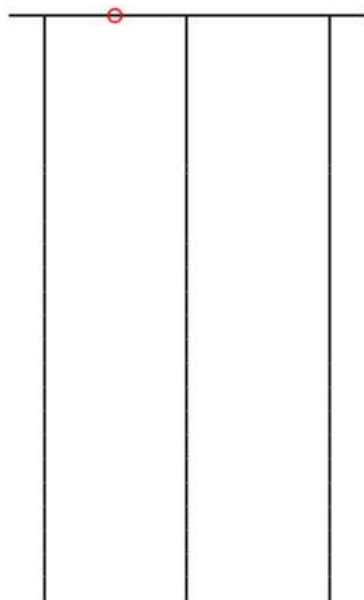


Fig. 10: Momento Máximo en tramo suelo.

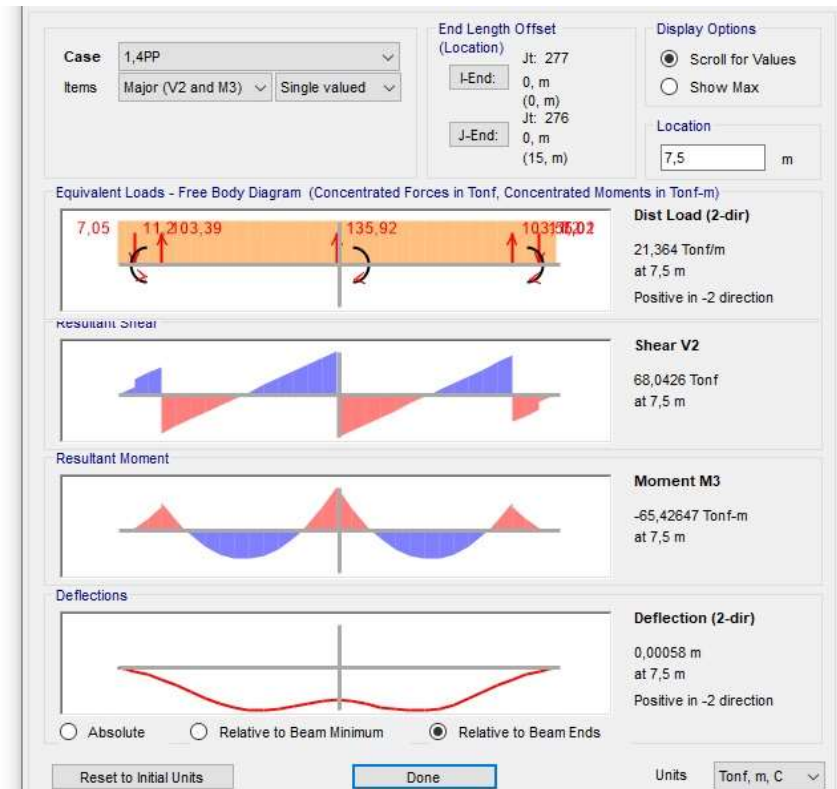
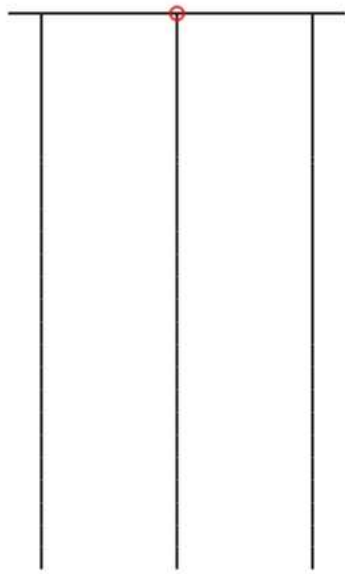


Fig. 11: Momento Máximo y corte en apoyo central. Etapa Constructiva.

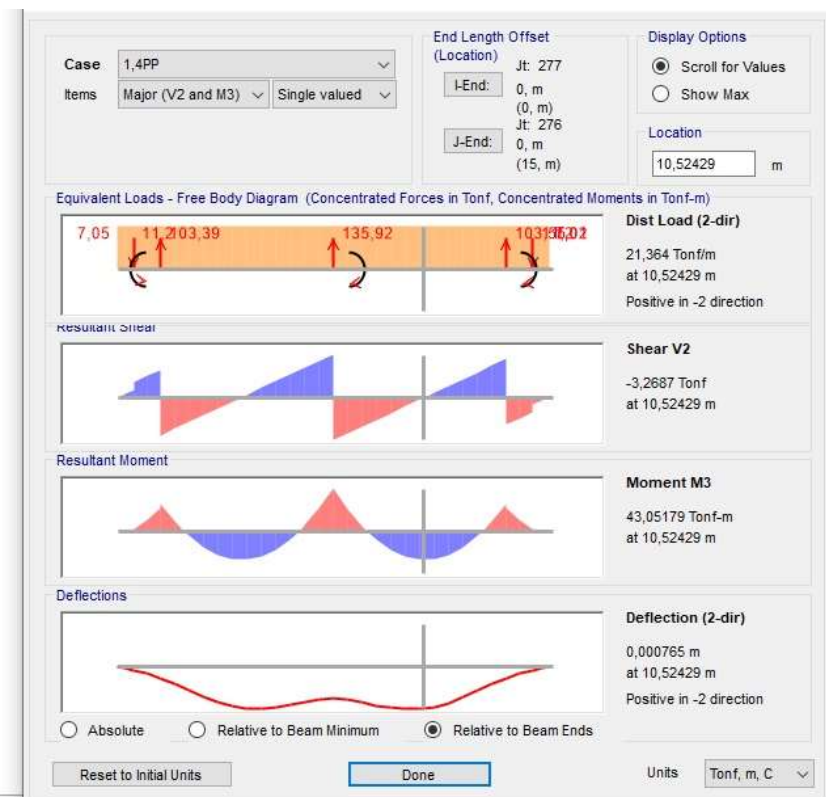
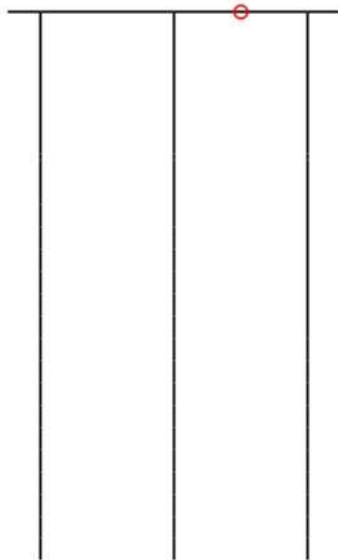


Fig. 12: Momento Máximo en tramo. Etapa Constructiva.

Dimensionamiento



En Etapa Operativa

En apoyo central

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

$M_u = 284 \text{ tm}$

$Q_u = 206 \text{ t}$

En apoyo extremo

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

$M_u = 214 \text{ tm}$

$Q_u = 182 \text{ t}$

Flexión

Se adopta armadura 14  $\varphi 25$  (68,7cm<sup>2</sup>)

$\varphi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\varphi M_n$ (tm )	$M_u$ (tm )	Verifica
0,9	4,2	1,92	68,7	289	0,65	360	324	284	Verifica

En tramo

$M_u = 253 \text{ tm}$

Flexión

Se adopta armadura 14  $\varphi 25$  (68,7cm<sup>2</sup>)

$\varphi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\varphi M_n$ (tm )	$M_u$ (tm )	Verifica
0,9	4,2	1,92	68,7	289	0,65	360	324	253	Verifica

Corte

$\varphi$	$f_c'$ (MPa)	$b_w$ (m)	$d$ (m)	$V_u$ (t)	$V_n$ (t)	$V_c$ (t)	$V_s$ (t)	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$A_{sv}$ (cm <sup>2</sup> /m)
0,75	35	0,7	1,92	206	274,67	132,62	142,04	4,2	17,60
0,75	35	0,7	1,92	182	242,67	132,62	110,04	4,2	13,64

Se adopta armadura  $e^\circ \varphi 20 \text{ c}/20 + e^\circ \varphi 16 \text{ c}/20$  (51,5 cm<sup>2</sup>/m)

En Etapa Constructiva

En apoyo central

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

$$M_u = 65 \text{ tm}$$

$$Q_u = 68 \text{ t}$$

### Flexión

Se adopta armadura 12  $\phi 20$  (37,7cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	T (t)	$\beta$	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  $\phi 25$  (68,7cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	T (t)	$\beta$	Mn(tm )	$\phi Mn(tm)$	Mu (tm )	Verifica
0,9	4,2	0,92	68,7	289	0,85	226	203	43	Verifica

### Corte

$\phi$	$f_c'$ (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 cm<sup>2</sup>/m)

### Verificación de Momento transmitido por Espolón

$$H = 90 \text{ t}$$

$$H_u = 90,00 \text{ t} * 1,60 = 144,00 \text{ t}$$

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

$$M_u = 144 \text{ t} * 2,45 \text{ m} = 353 \text{ tm}$$

Se adopta armadura 14  $\phi 25$  (68,7cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	d (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	T (t)	$\beta$	Mn(tm )	$\phi Mn(tm)$	Mu (tm )	Verifica
0,9	4,2	1,92	68,7	289	0,85	471	424	353	Verifica

### Resumen de armado:

Armadura Superior

14  $\phi 25$

Armadura Inferior	14 $\phi$ 25
Armadura Intermedia	12 $\phi$ 20
Armadura de piel	$\phi$ 20 c/20cm
Armadura interior	$\phi$ 16 c/40cm
Estribos	2 $\phi$ 20 c/20cm + 2 $\phi$ 16 c/20cm interiores

### Pilotes

$\phi$  = 1,10m

A = 0,95 m<sup>2</sup>

L<sub>p</sub> = 23,65 m

Rec = 7,50 cm

### Solicitaciones

Se muestran a continuación las solicitaciones máximas

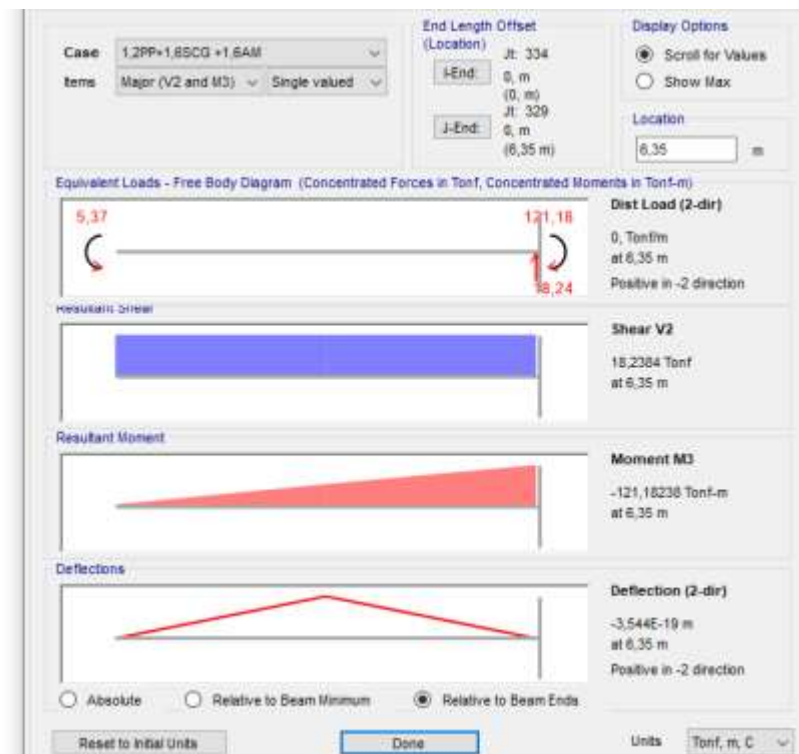
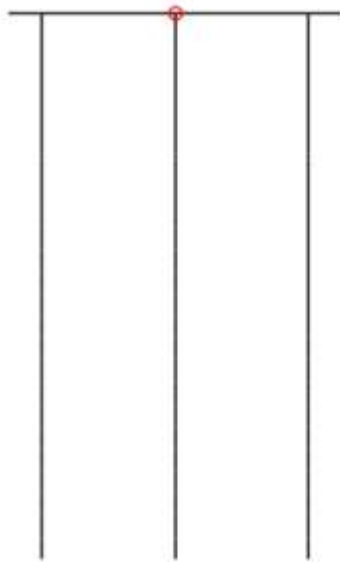


Fig. 13: Momento Máximo Superior.

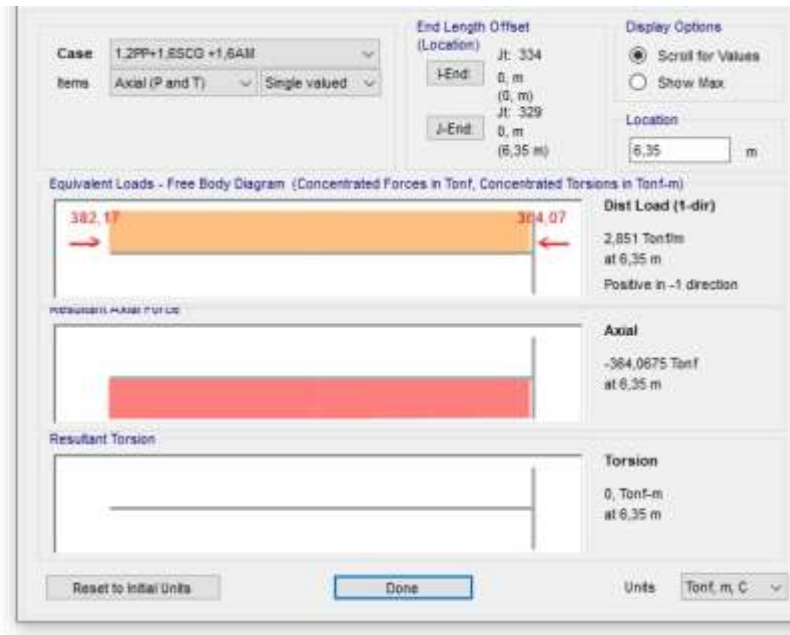
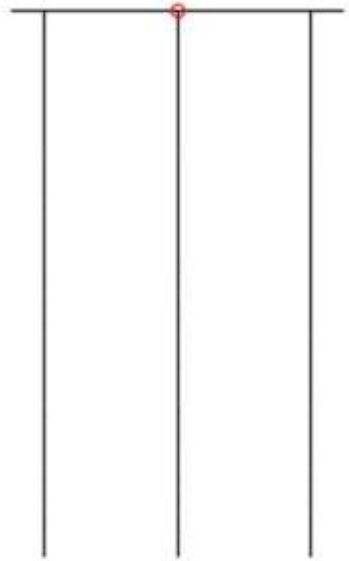


Fig. 14: Esfuerzo Normal Superior.

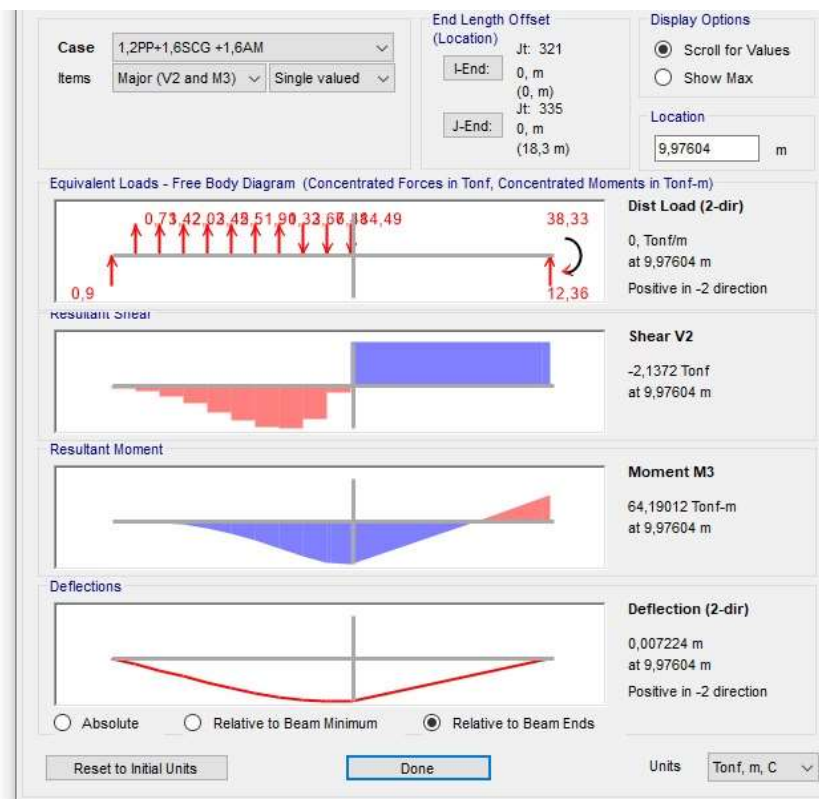
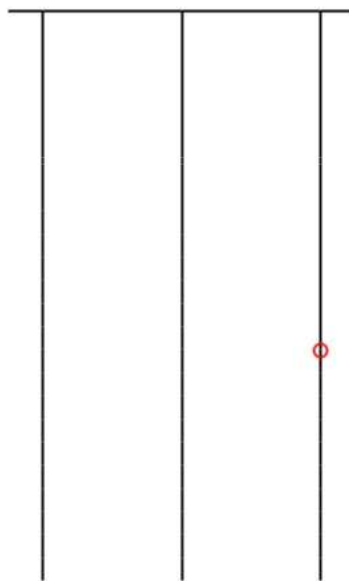


Fig. 15: Momento Máximo en tramo.

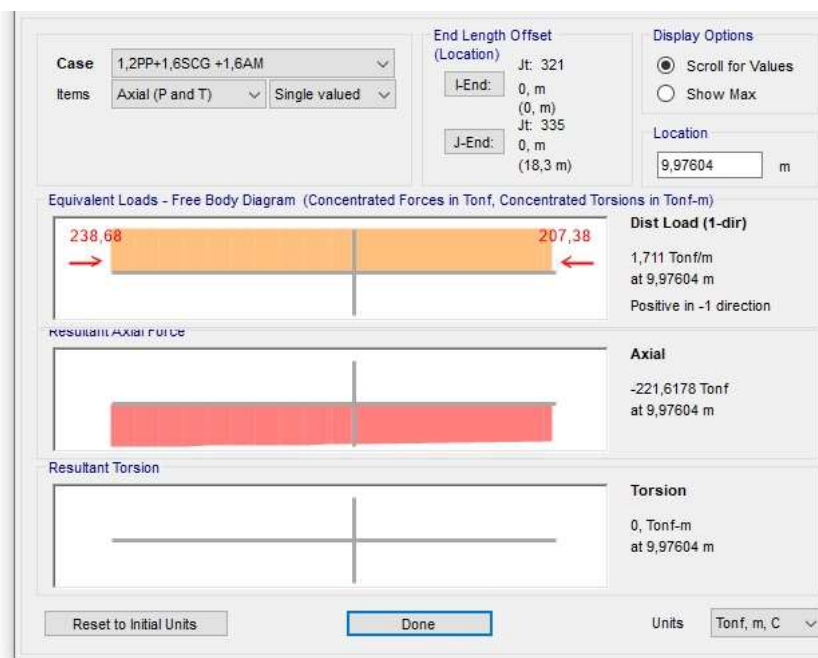
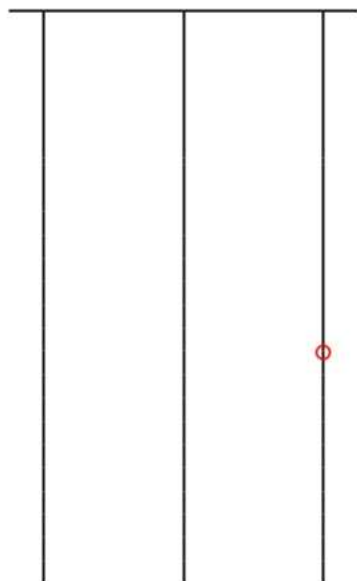


Fig. 16: Esfuerzo Normal en Tramo.

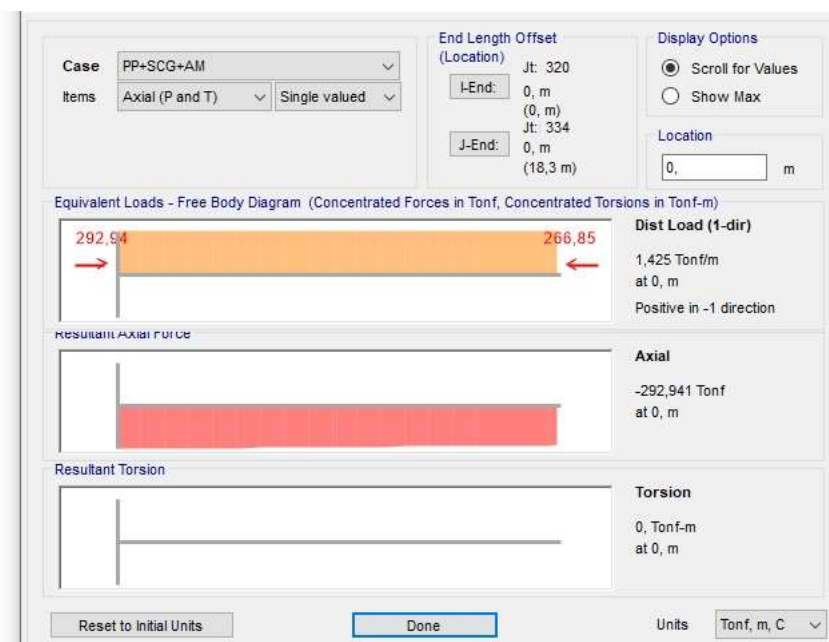
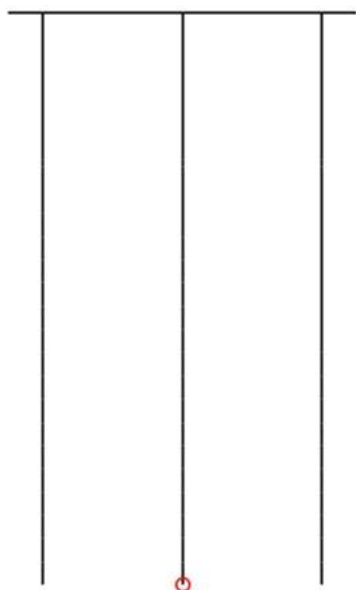


Fig. 17: Esfuerzo Normal máximo en punta Pilote Central. Servicio.

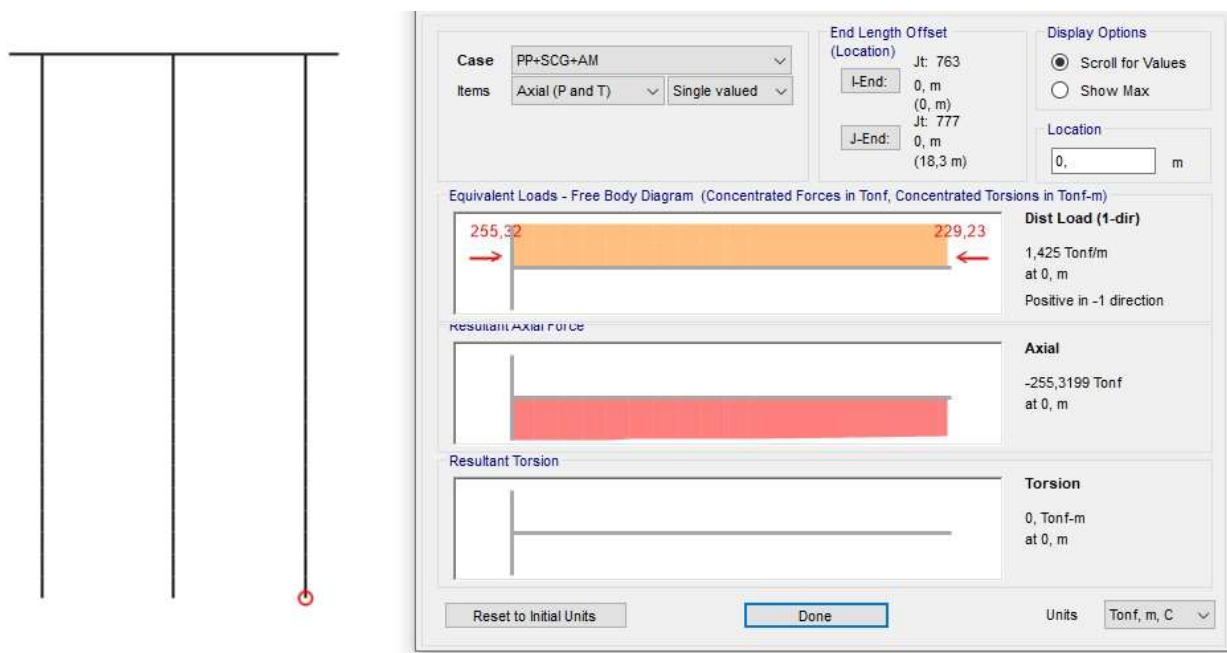


Fig. 18: Esfuerzo Normal máximo en punta Pilote Extremo Tierra. Servicio.

### Dimensionamiento

#### Pilote Central

$\Phi_{pil}$	1,10	m
J	0,07	m <sup>4</sup>
A	0,95	m <sup>2</sup>
i	0,28	m
sk	14,00	m
$\lambda$	51,00	

#### Pilote Extremo de lado del riacho

$\Phi_{pil}$	1,10	m
J	0,07	m <sup>4</sup>
A	0,95	m <sup>2</sup>
i	0,28	m
sk	17,00	m
$\lambda$	62,00	

Se debe hacer un análisis de segundo orden para ambos pilotes

#### Superior en Pilote Central

Mu = 121 tm

Nu = 364 t

$$e = 121 \text{ tm} / 364 \text{ t} = 0,33$$

$$e/d = 0,33$$

$$f = 1,10 \text{ m} \times (51 - 20) / 160 = 0,21 \text{ m}$$

$$\Delta M = 364 \text{ t} \times 0,21 \text{ m} = 77 \text{ tm}$$

$$\text{Mull} = 121 \text{ tm} + 77 \text{ tm} = 198 \text{ tm}$$

Flexión

$$\text{As mín} = 1\% \text{ Ab} = 0,01 \times 9503 \text{ cm}^2 = 95,0 \text{ cm}^2$$

Se adopta armadura

$$20 \varphi 25 + \text{Ref. } 10 \varphi 20 (129,6 \text{ cm}^2) + e^o \varphi 12 \text{ c}/20-10 (11,31 \text{ cm}^2/\text{m})$$

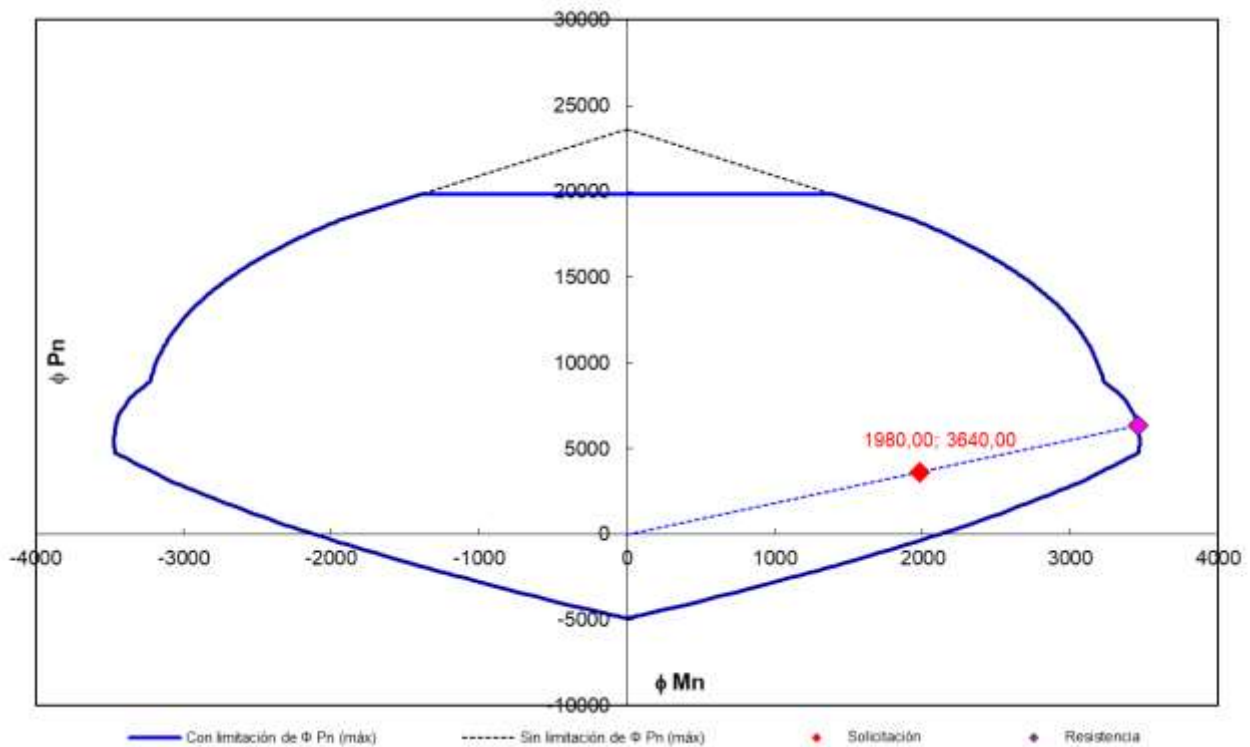


Fig. 19: Diagrama de interacción resultante para la armadura adoptada.

En tramo para Pilote Extremo del lado del riacho

$$M_u = 64 \text{ tm}$$

$$N_u = 222 \text{ t}$$

$$N_{sup} = 190 \text{ t}$$

$$e = 64 \text{ tm} / 190 \text{ t} = 0,34$$

$$e/d = 0,34$$

$$f = 1,10 \text{ m} \times (62 - 20) / 160 = 0,29 \text{ m}$$

$$\Delta M = 190 \text{ t} \times 0,29 \text{ m} = 56 \text{ tm}$$

$$\text{Mull} = 64 \text{ tm} + 56 \text{ tm} = 120 \text{ tm}$$

Flexión

$$\text{As mín} = 1\% \text{ Ab} = 0,01 \times 9503 \text{ cm}^2 = 95,0 \text{ cm}^2$$

Se adopta armadura

20  $\phi 25$  (98,2 cm<sup>2</sup>) + e°  $\phi 12$  c/20-10 (11,31 cm<sup>2</sup>/m)

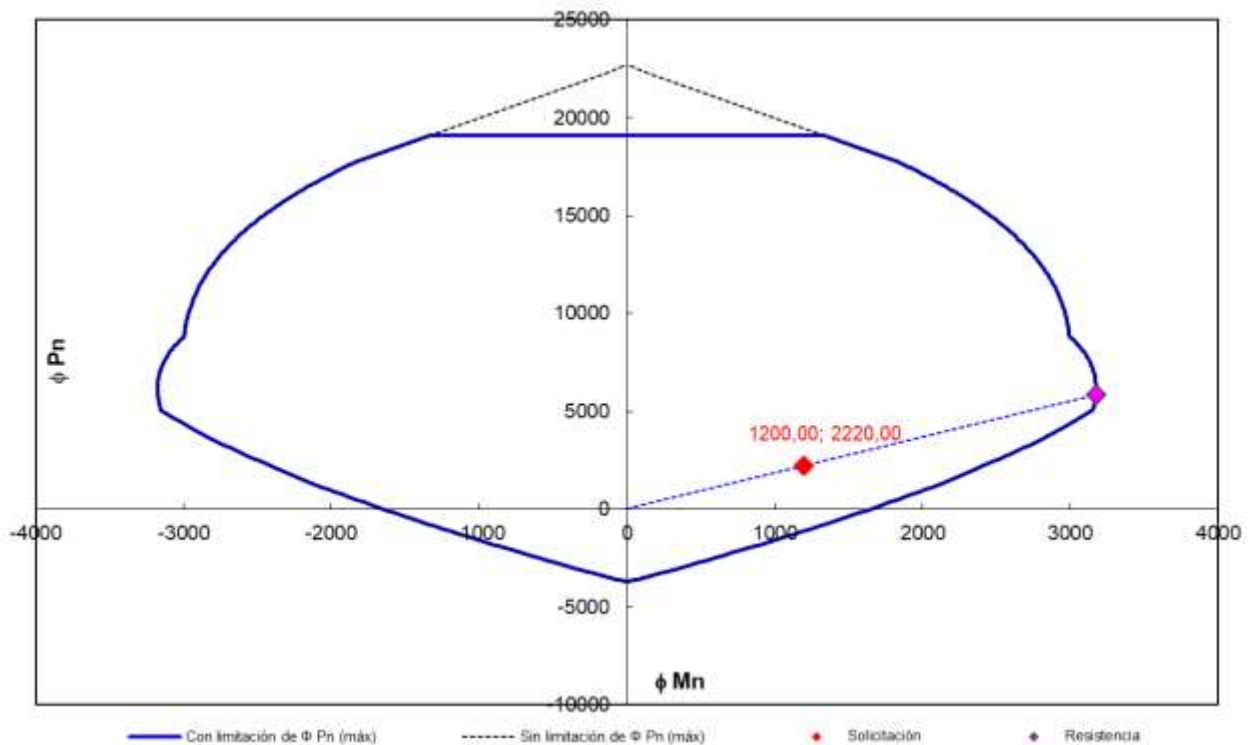


Fig. 20: Diagrama de interacción resultante para la armadura adoptada.

### Fundación

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

### Pilote Central

$N_p = -293$  t

$\sigma_{adm} = 225$  t/m<sup>2</sup> punta

$f = 2,25$  t/m<sup>2</sup> fuste en 13,00m

$N_p$ (t)	$\phi_{pil}$ (m)	A (m <sup>2</sup> )	f (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{adm}$ (t/m <sup>2</sup> )	cf (t)	cp (t)	cp + cf	Verifica
293,00	1,10	0,95	2,25	225,00	101,08	213,82	314,91	Verifica

### Pilote Extremo

$N_p = -255$  t

$\sigma_{adm} = 225$  t/m<sup>2</sup> punta

$f = 2,25$  t/m<sup>2</sup> fuste en 9,00m

$N_p$ (t)	$\phi_{pil}$ (m)	A (m <sup>2</sup> )	f (t/m <sup>2</sup> )	$\sigma_{adm}$ (t/m <sup>2</sup> )	cf (t)	cp (t)	cp + cf	Verifica
255,00	1,10	0,95	2,25	225,00	69,98	213,82	283,80	Verifica

Resumen de armado:



Armadura Principal  
Estribos

20  $\phi$ 25 + Refuerzo 20  $\phi$ 20 superior  
 $\phi$ 12 c/20 o 10cm

### 1.1.1. Espolón

$h = 0,90$  m  
 $b = 2,00$  m  
 $y = 1,50$  m

#### Solicitaciones

$H = 90,00$  t máxima carga de atraque  
 $Q_u = 1,60 \times 90,00$  t = 144,00 t  
 $M_u = 1,60 \times 90,00$  t x 1,50 m = 216,00 tm

#### Dimensionamiento

##### Flexión

Se adopta armadura 28  $\phi$ 20 (88,0 cm<sup>2</sup>)

$\phi$	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$d$ (m)	$A_s$ (cm <sup>2</sup> )	$T$ (t)	$\beta$	$M_n$ (tm )	$\phi M_n$ (tm )	$M_u$ (tm )	Verifica
0,9	4,2	0,82	88,0	369	0,85	258	<b>232</b>	<b>216</b>	<b>Verifica</b>

##### Corte

$\phi$	$f_c'$ (MPa)	$b_w$ (m)	$d$ (m)	$V_u$ (t)	$V_n$ (t)	$V_c$ (t)	$V_s$ (t)	$f_y$ (t/cm <sup>2</sup> )	$A_{sv}$ (cm <sup>2</sup> /m)
0,75	35	1,4	1,27	<b>144</b>	<b>192</b>	176	<b>16</b>	4,2	<b>3,09</b>

Se adopta armadura  $e^o$   $\phi$ 20 c/10 (62,8 cm<sup>2</sup>/m)

#### Resumen de armado:

Armadura Vertical en cara al río  $\phi$ 20 c/10cm en dos capas  
Armadura Vertical en cara posterior  $\phi$ 20 c/10cm  
Armadura Vertical en caras laterales  $\phi$ 20 c/20cm  
Armadura intermedia  $\phi$ 20 c/40cm  
Estribos  $\phi$ 20 c/10cm +  $\phi$ 16 c/20cm internos