

00	07/12/2016	EMISIÓN ORIGINAL	J.R.	M.M.	R.P.
00	30/10/2016	EMISIÓN ORIGINAL	J.R.	N.S.	R.P.
REV.	FECHA	DESCRIPCION DE LA REVISION	PROY. POR	ELAB. POR	APROB. POR



GOBIERNO DE LA CIUDAD  
AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES  
DIRECCIÓN GENERAL DE  
PLANIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD

**IATASA**  
I N G E N I E R Í A

**ntec**  
Ingenieros Consultores

PROYECTO EJECUTIVO  
**VIADUCTO FC BELGRANO SUR**  
TRAMO CALLE DIÓGENES TABORDA - ESTACIÓN CONSTITUCIÓN

TÍTULO:

INFRAESTRUCTURA - PILA TIPO 4A, 4B, 4C  
MEMORIA DE CÁLCULO

PROY.	J.R.	ESCALAS : -	FECHA: 30/10/2016	N°: VFBS-PE-ES-MC-0122-01
ELAB.	N.S.			
APROB.	R.P.			

## **INDICE**

### **I.- GENERALIDADES**

### **II.- INFRAESTRUCTURA**

#### **1.- Geometría**

#### **2.- Análisis de carga**

#### **3.- Parámetros geotécnicos**

#### **4.- Verificación de la capacidad portante de los pilotes**

#### **5.- Calculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones**

## I.- GENERALIDADES

La presente Memoria de Cálculo contiene el diseño estructural de las pilas tipo "P4" del viaducto ferroviario de las vías del Belgrano Sur, en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Dicha estructura tiene como fin brindar apoyo a la estructura de soporte ferroviario (vigas), transmitiendo las cargas sobre esta hacia el suelo de fundación. La pila tipo 4A soporta las cargas de dos secciones de viaducto tipo S1. La pila tipo 4B soporta las cargas de la sección de viaducto tipo S1 del lado Diogenes Taborda, y de la sección tipo S3 del lado Constitución. La pila tipo 4C soporta las cargas de dos secciones tipo S3.

La pila es de hormigón armado *in-situ* y está compuesta por un dintel con los apoyos elastoméricos que soportan las vigas, unido mediante una única columna central a las fundaciones, formadas por un cabezal y dos pilotes transversales.

Se dimensionan para una separación entre ejes de 20.5 m.

### Reglamentos

El cálculo de cargas y solicitaciones se realiza de acuerdo con los lineamientos del "Reglamento para Puentes Ferroviarios de Hormigón Armado" de Ferrocarriles Argentinos.

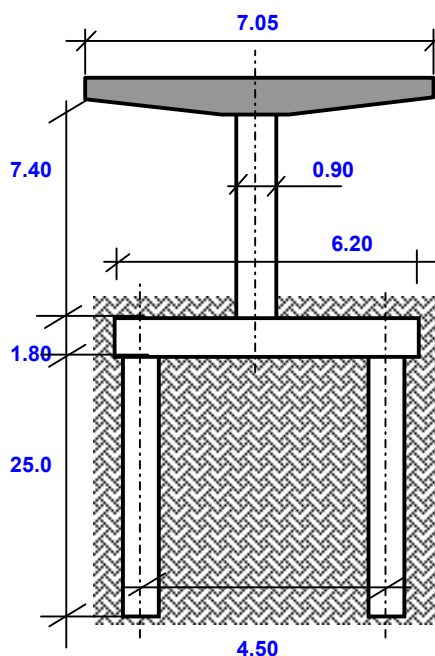
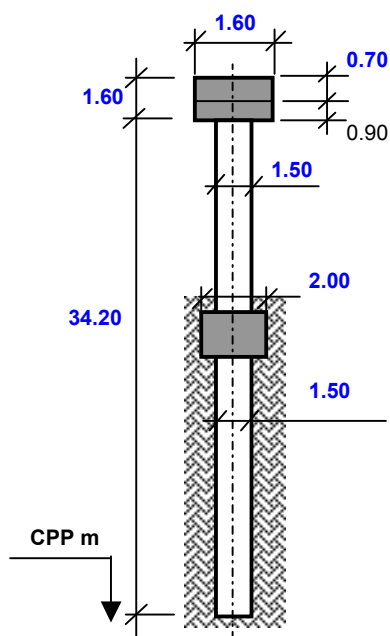
El dimensionamiento de las estructuras se realiza de acuerdo con el cuerpo de Reglamentos C.I.R.S.O.C.

Los materiales previstos en este proyecto son:

Hormigón Superestructura:	H- 30	$\sigma'_{bk} = 300 \text{ kg/cm}^2$	
Hormigón Pilotes H-21	H- 21	$\sigma'_{bk} = 210 \text{ kg/cm}^2$	
Acero para Hormigón	ADN-420	$\beta_s = 4200 \text{ kg/cm}^2$	(Conformado en barras)

## II.- INFRAESTRUCTURA

### 1. Geometría



Nº PILOTES = **2**

### 2. Análisis de Cargas

#### 2.1. Cargas Permanentes (Peso propio pila)

Peso específico = **2.50** ton/m<sup>3</sup>

ELEMENTO	SECCIÓN	PESO (Ge)
	m <sup>2</sup>	ton
Dintel	2.56	45.12
Cabezal	3.60	55.80
Columna ovalada	<b>1.08</b>	19.98
Pilote	1.77	220.89
Totales/Resultante	-	341.79

## 2.2. Cargas Provenientes de tablero

Las cargas que actúan sobre los tres tipos de pilas corresponden a tramos de 20 m de luz entre apoyos.

Las cargas indicadas en la planilla corresponden a la reacción de 1 tablero de seccion S1 sobre la pila.

Tipo de carga	V	H <sub>transv.</sub>	H <sub>long.</sub>
	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	85.40	-	-
Sobrecarga	92.88	-	-
Frenado	-	-	10.43
Balanceo	-	4.00	-
Viento	±9.62	6.00	-

Las cargas indicadas en la planilla corresponden a la reacción de 1 tablero de seccion S3 sobre la pila.

Tipo de carga	V	H <sub>transv.</sub>	H <sub>long.</sub>
	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	114.66	-	-
Sobrecarga	92.88	-	-
Frenado	-	-	10.43
Balanceo	-	4.00	-
Viento	±7.58	6.00	-

### 3. Parámetros geotécnicos

Según sondeo n°10

#### 3.1. Coeficiente de balasto horizontal

Separación entre nodos en el modelo de cálculo

$l_i = 0.50$  m

Profundidad Inicial	Profundidad Final	kh [ton/m³]	$k_{rh}$ [ton/m]
-1.5	-10.0	250	188
-10.0	-17.0	500	375
-17.0	-21.0	500	375
-21.0	< -21.0	2000	1500

#### 3.2. Tensiones admisibles

Tensión admisible por punta:

$\sigma_{adm.punta} = 200$  ton/m²

Tensión admisible por fricción:

$\sigma_{adm.fricción}$ [ton/m²]	Cota de inicio	Cota de fin	$L_{Fricc.}$ [m]
1.0	1.5	10.0	8.5
3.0	10.0	17.0	7.0
3.0	17.0	-	8.0

#### 3.3. Recomendaciones

Longitud mínima de pilote

$L_{pilmin} = 25.00$  m

Diámetro mínimo de pilote

$\emptyset_{pil.min} = 1.00$  m

#### 4. Verificación de la capacidad portante de los pilotes

Carga máxima en pilote  $P_{\text{máx}} = 590.0$  ton

Diámetro de pilote adoptado  $\varnothing_{\text{pil}} = 1.50$  m

Sección del pilote  $A_{\text{pil}} = 1.77$  m<sup>2</sup>

Perímetro del pilotes  $\text{Per.pil} = 4.71$  m

Capacidad admisible  $P_{\text{adm}} = \sigma_{\text{adm.punta}} \times A_{\text{pil}} + \sigma_{\text{adm.fricción}} \times \text{Per}_{\text{pil.}} \times L_{\text{Fricc.}}$

$P_{\text{adm}} = 606$  ton  $> P_{\text{máx}} \Rightarrow \text{Verifica}$

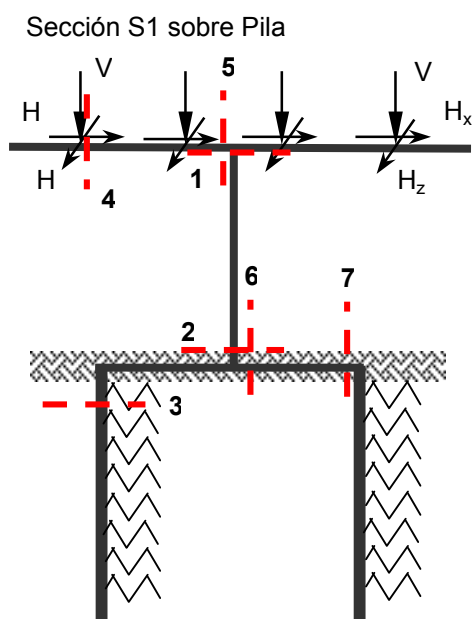
## 5. Calculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones

### 5.1. Modelo para el cálculo electrónico

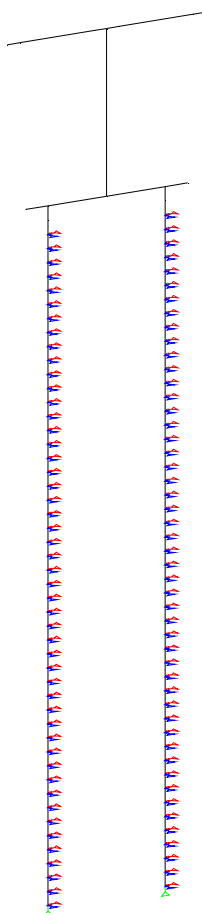
Portico espacial, mediante proceso STAAD PRO 2005.

Se considera el efecto de segundo orden mediante el método P-D.

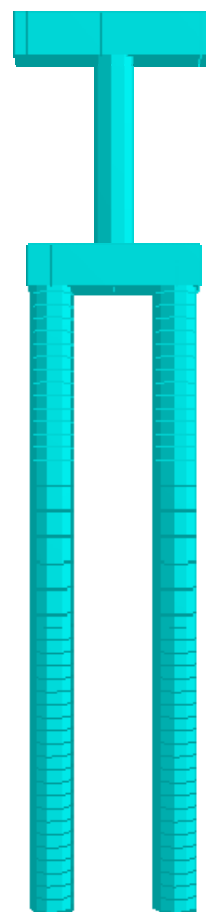
Esquema del Modelo



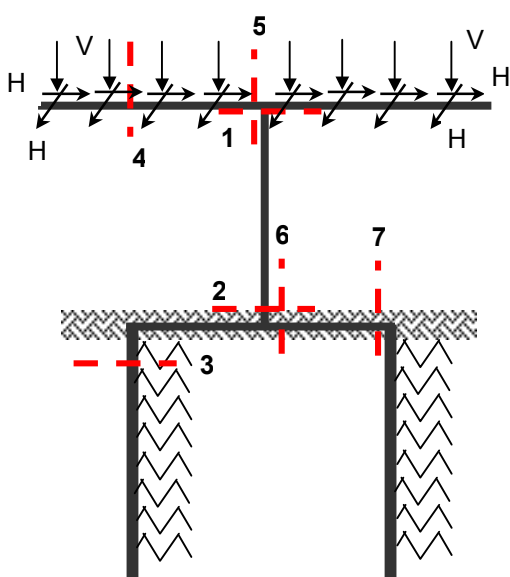
Vista del Modelo



Render 3D



Sección S3 sobre Pila





Se consideran 6 estados de carga diferentes teniendo en cuenta:

- i ) Estados completos con mayor carga gravitatoria y mayor fuerza horizontal de frenado.
- ii ) Estados completos con mayor carga gravitatoria y frenado contra sentido, generando torsión.
- iii ) Estados de sobrecarga desbalanceada transversalmente.
- iv ) Estados de sobrecarga desbalanceada longitudinalmente.
- v ) Estados de sobrecarga desbalanceada transversal y longitudinalmente.
- vi ) Estados de sobrecarga y frenado generando mayor torsión.

## 5.2. Diagramas de características envolvente obtenidos a partir de los modelos de cálculo.

### 5.2.1 Diagrama de Características del Dintel

Flexión en z  $M_z$  [ton.m]

Flexión en y  $M_y$  [ton.m]

P4A

-684

-512

P4A

20.9

15.6

P4B

-874

-685

P4B

24.0

19.3

P4C

-1036

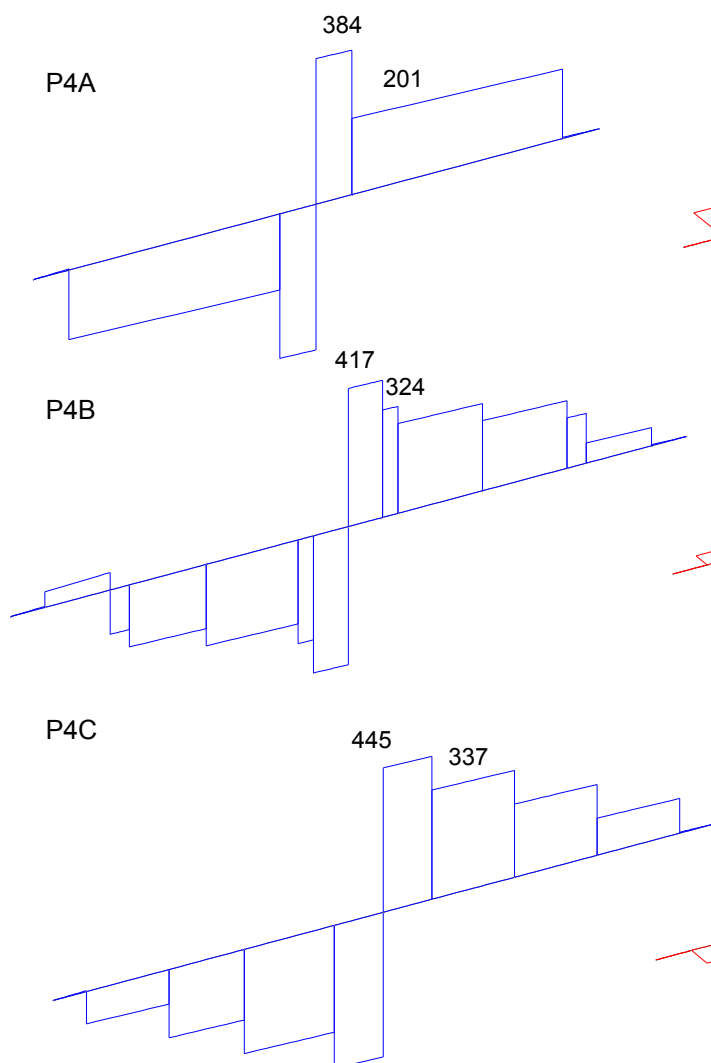
-744

P4C

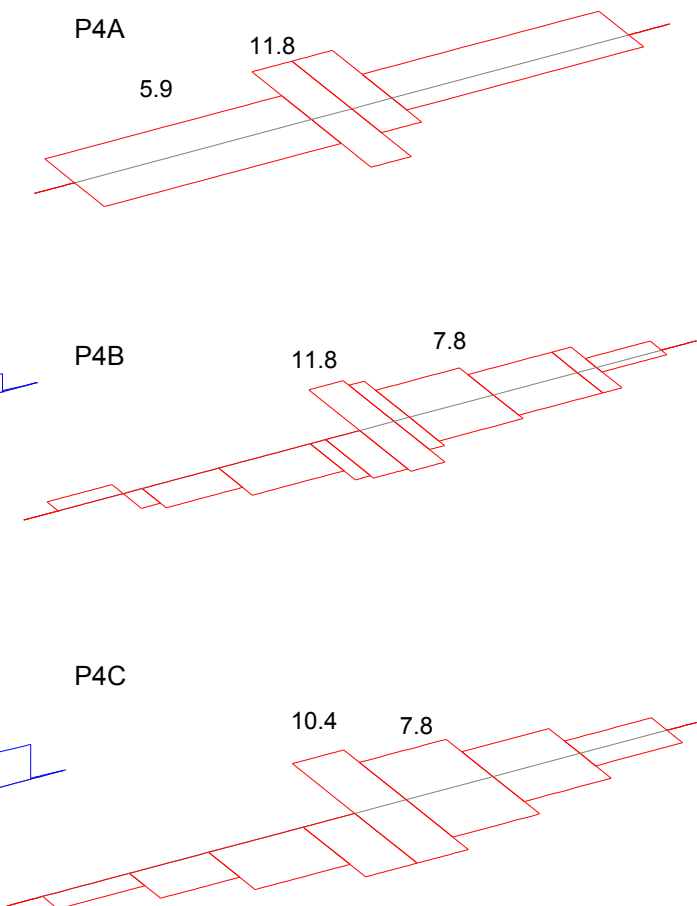
-24.4

-17.2

Corte en z Qz [ton]

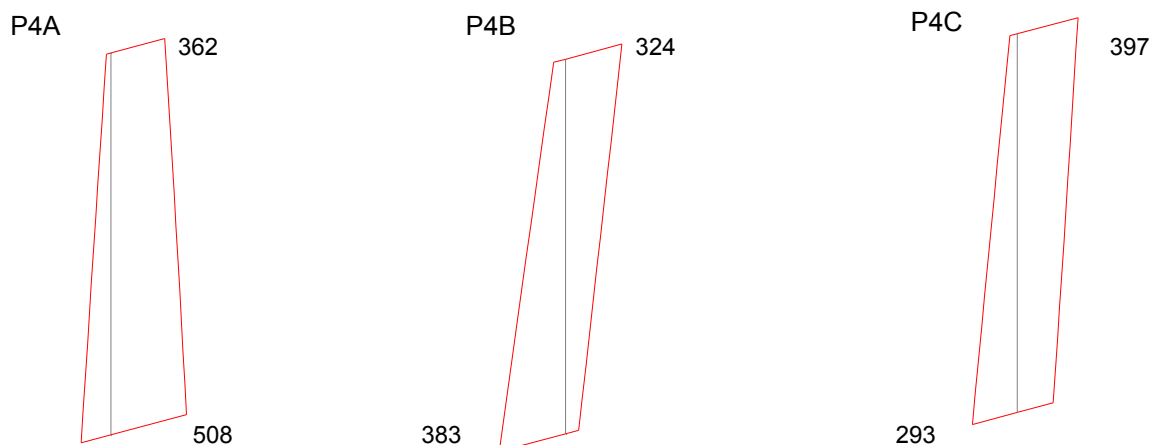


Corte en y Qy [ton]



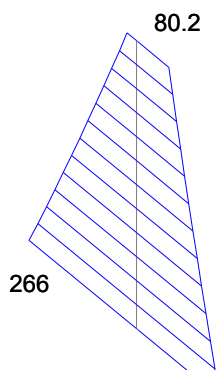
## 5.2.2 Diagrama de Características de la Columna

Flexión en z Mz [ton.m]

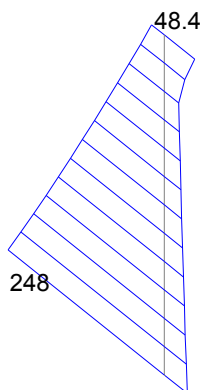


Flexión en y My [ton.m]

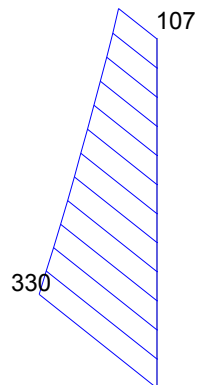
P4A



P4B

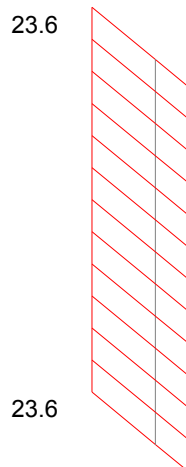


P4C

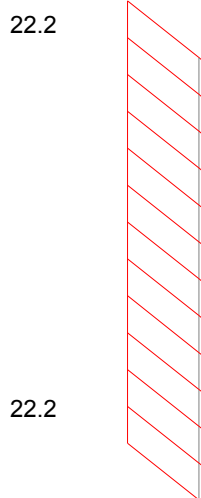


Corte en z Qz [ton]

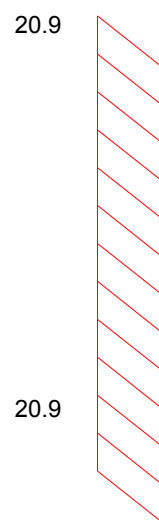
P4A



P4B

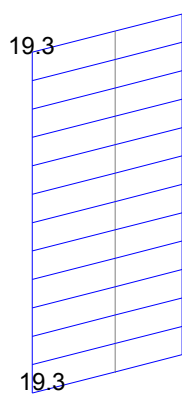


P4C

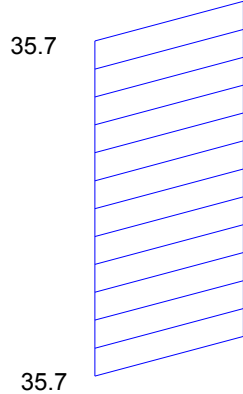


Corte en y Qy [ton]

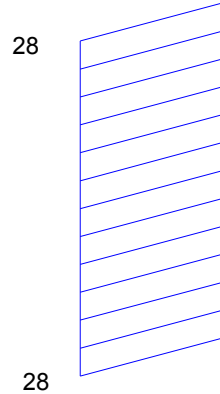
P4A



P4B



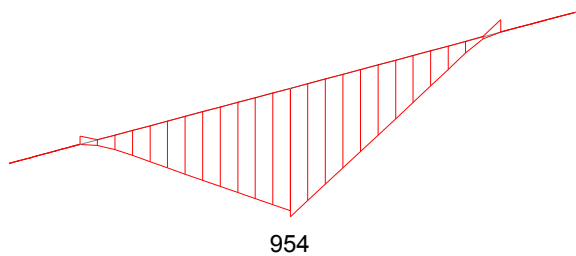
P4C



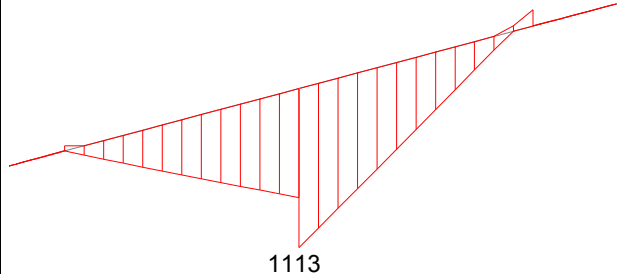
### 5.2.3 Diagrama de Características del Cabezal

Flexión en z Mz [ton.m]

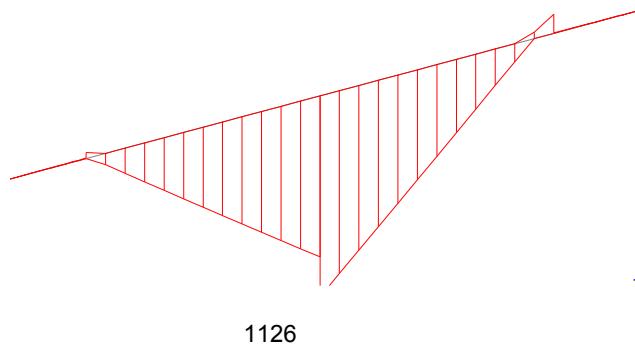
P4A



P4B

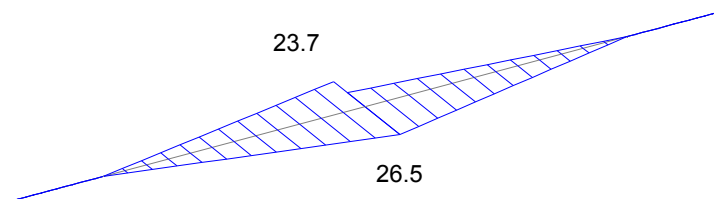


P4C

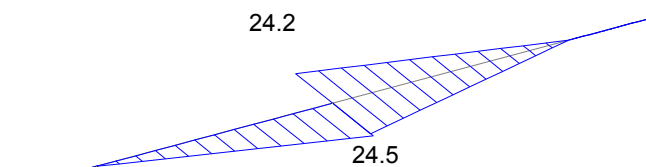


Flexión en y My [ton.m]

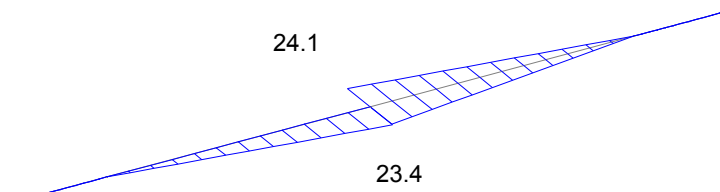
P4A



P4B

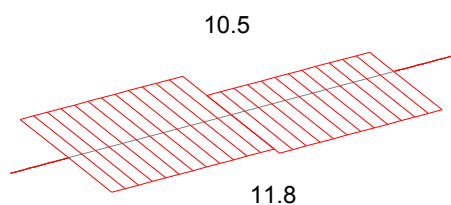


P4C

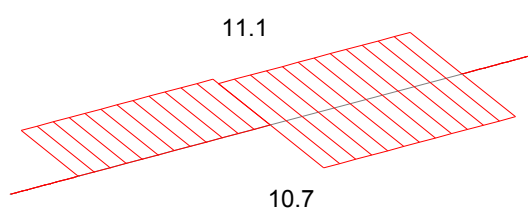


Corte en z Qz [ton]

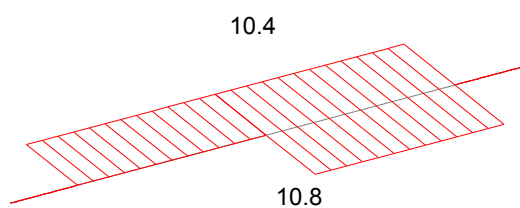
P4A



P4B

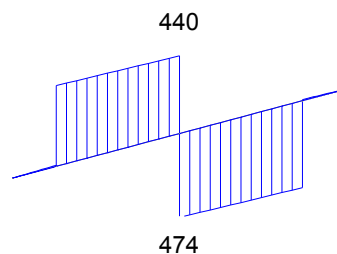


P4C

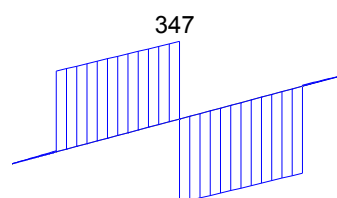


Corte en y Qy [ton]

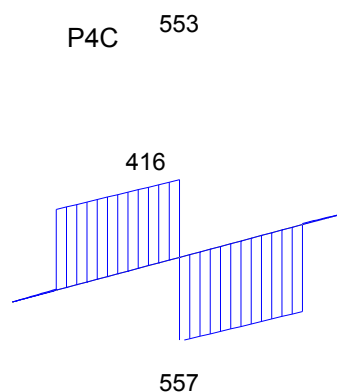
P4A



P4B



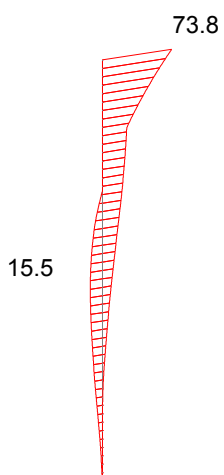
P4C



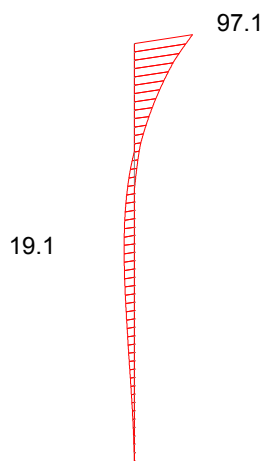
#### 5.2.4 Diagrama de Características de los Pilotes

Flexión en z Mz [ton.m]

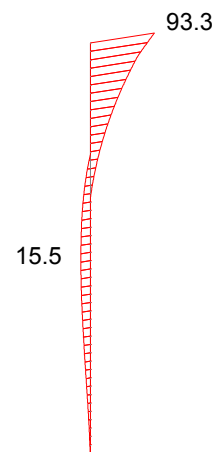
P4A



P4B

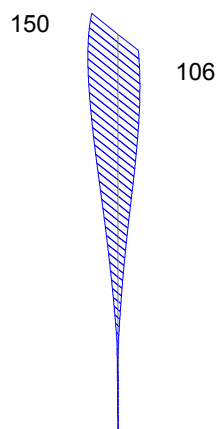


P4C

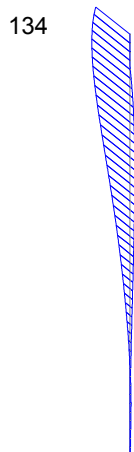


Flexión en y My [ton.m]

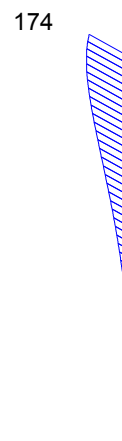
P4A



P4B

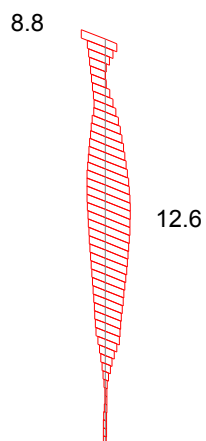


P4C

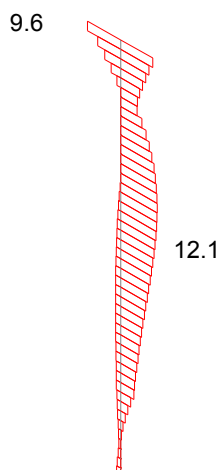


Corte en z Qz [ton]

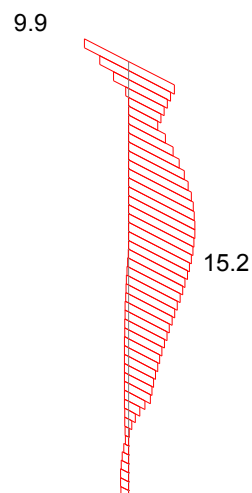
P4A



P4B

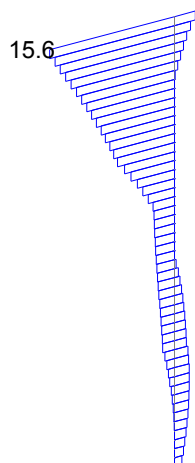


P4C

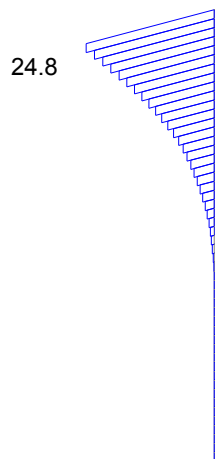


Corte en y Qy [ton]

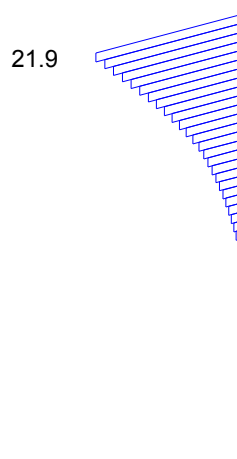
P4A



P4B



P4C



### 5.3. Dimensionamiento del pilotes

#### 5.3.1.Flexión en estados de Servicio

Diámetro Pilote sección 3 = **1.50** m  $\Rightarrow$  Area = 1.766 m<sup>2</sup>

PILA	SECCION	SOLICITACIONES					ARMADURAS				
		M	N	m	n	$\omega_o$	$\mu$	fe <sub>nec.</sub>	$\phi$	Cant	fe <sub>adop</sub>
P4A	3	<b>158.18</b>	<b>-448.0</b>	0.032	-0.13	<b>0.00</b>	0.008	141.30	25	28.8	<b>30Ø25</b>
P4A	3	<b>113.16</b>	<b>-348.0</b>	0.023	-0.10	<b>0.00</b>	0.008	141.30	25	28.8	<b>30Ø25</b>
P4B	3	<b>165.60</b>	<b>-559.3</b>	0.027	-0.14	<b>0.00</b>	0.008	141.30	25	28.8	<b>30Ø25</b>
P4B	3	<b>138.80</b>	<b>-288.5</b>	0.023	-0.07	<b>0.00</b>	0.008	141.30	25	28.8	<b>30Ø25</b>
P4C	3	<b>198.80</b>	<b>-471.4</b>	0.040	-0.13	<b>0.00</b>	0.008	141.30	25	28.8	<b>30Ø25</b>
P4C	3	<b>132.60</b>	<b>-362.9</b>	0.027	-0.10	<b>0.00</b>	0.008	141.30	25	28.8	<b>30Ø25</b>

#### 5.3.2. Corte en estados de Servicio

nº ramas = **2**

PILA	SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
		Q	b	d	$\tau_o$	Zona	$\tau_{red}$	fe (rama)	sep	adop
P4A	3	<b>20.70</b>	<b>0.00</b>	<b>1.50</b>	15.63	Zona I	6.25	0.47	0.30	<b>Ø10c/30</b>
P4B	3	<b>28.82</b>	<b>0.00</b>	<b>1.50</b>	21.76	Zona I	8.70	0.65	0.30	<b>Ø10c/30</b>
P4C	3	<b>27.42</b>	<b>0.00</b>	<b>1.50</b>	20.70	Zona I	8.28	0.62	0.30	<b>Ø10c/30</b>

### 5.4. Dimensionamiento del Dintel

#### 5.4.1. Flexión Vertical en estados de Servicio

Armadura mínima  $fe_{min} = 16.80$  cm<sup>2</sup> ( $\mu_{min} = 0.15\%$ )

PILA	SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
		M	N	d	Me	kh	fe <sub>nec</sub>	fe <sub>calc</sub>	$\phi$	cant	fe <sub>adop</sub>
P4A	4	<b>-2.11</b>	<b>0.00</b>	<b>0.70</b>	2.11	56.60	1.31	16.80	25	3.42	<b>30Ø25 (sup)</b>
P4A	5	<b>-461</b>	<b>0.00</b>	<b>1.60</b>	461.00	9.13	131.88	131.88	25	26.9	<b>30Ø25 (sup)</b>
P4B	4	<b>-2.30</b>	<b>0.00</b>	<b>0.70</b>	2.30	54.21	1.42	16.80	25	3.42	<b>42Ø25 (sup)</b>
P4B	5	<b>-685</b>	<b>0.00</b>	<b>1.60</b>	685.00	7.49	199.86	199.86	25	40.7	<b>42Ø25 (sup)</b>
P4C	4	<b>-4.50</b>	<b>0.00</b>	<b>0.70</b>	4.50	38.76	2.82	16.80	25	3.42	<b>52Ø25 (sup)</b>
P4C	5	<b>-836</b>	<b>0.00</b>	<b>1.60</b>	836.34	6.78	247.20	247.20	25	50.4	<b>52Ø25 (sup)</b>

#### 5.4.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

PILA	SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
		M	N	d	Me	kh	fe <sub>nec</sub>	fe <sub>calc</sub>	φ	cant	fe <sub>adop</sub>
P4A	4	0.98	0.00	1.60	0.98	131.00	0.26	0.26	16	0.13	3Ø16
P4A	5	20.90	0.00	1.60	20.90	42.89	5.64	5.64	16	2.8	5Ø16
P4B	4	1.11	0.00	1.60	1.11	123.09	0.30	0.30	16	0.15	3Ø16
P4B	5	22.50	0.00	1.60	22.50	41.33	6.07	6.07	16	3.02	5Ø16
P4C	4	1.11	0.00	1.60	1.11	123.09	0.30	0.30	16	0.15	3Ø16
P4C	5	24.01	0.00	1.60	24.01	40.01	6.47	6.47	16	3.22	5Ø16

#### 5.4.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas= 6

PILA	SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
		Q	b	d	τ <sub>O</sub>	Zona	τ <sub>red</sub>	fe (rama)	sep	Adoptado
P4A	4	164	1.60	0.70	55.32	Zona I	22.1	0.18	0.08	Ø10c/7.5cm
P4A	5	201	1.60	1.60	94.14	Zona I	37.7	0.31	0.08	Ø10c/7.5cm (*)
P4B	4	58	1.60	0.70	55.32	Zona I	22.1	0.25	0.10	4r.intØ12+2r.extØ16c/10cm
P4B	5	324	1.60	1.60	151.74	Zona II	95.9	1.07	0.10	4r.intØ12+2r.extØ16c/10cm (*)
P4C	4	58	1.60	0.70	55.32	Zona I	22.1	0.25	0.10	4r.intØ12+2r.extØ16c/10cm
P4C	5	337	1.60	1.60	157.83	Zona II	104	1.15	0.10	4r.intØ12+2r.extØ16c/10cm (*)

(\*) Esfuerzo tomado a filo de apoyo

#### 5.4.4. Corte Horizontal en estados de Servicio

nº ramas= 2

PILA	SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
		Q	b	d	τ <sub>O</sub>	Zona	τ <sub>red</sub>	fe (rama)	sep	Adoptado
P4A	4	5.9	0.70	1.60	6.32	Zona I	2.53	0.01	0.08	Ø10c/7.5cm
P4A	5	11.8	1.60	1.60	5.53	Zona I	2.21	0.02	0.08	Ø10c/7.5cm
P4B	4	5.6	0.70	1.60	5.94	Zona I	2.38	0.01	0.10	Ø16c/10cm
P4B	5	11.1	1.60	1.60	5.20	Zona I	2.08	0.02	0.10	Ø16c/10cm
P4C	4	5.2	0.70	1.60	5.57	Zona I	2.23	0.01	0.10	Ø16c/10cm
P4C	5	10.4	1.60	1.60	4.87	Zona I	1.95	0.02	0.10	Ø16c/10cm



#### 5.4.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	d/b	$\beta$
4	2.3	0.261
5	1.0	0.221

(S/ Cuaderno 220)

PILA	SECCION	$M_T$	$\tau_T$	$Fe_T$	$\tau_T < \tau_{02}$	$Q$	$\tau_C$	$Fe_{C\text{rama}}$	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
		[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]		[ton]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]	[ton/m <sup>2</sup> ]		
P4A	4	20.1	98.2	3.98	ok	135.3	84.2	9.4	182.39	ok	Ø16 c/10cm
P4A	5	20.1	22.2	1.74	ok	151.2	27.8	3.1	50.00	ok	Ø16 c/10cm
P4B	4	17.1	83.6	3.39	ok	135.3	84.1	9.3	167.72	ok	Ø16 c/10cm
P4B	5	57.5	63.5	4.99	ok	304.0	81.3	9.0	144.84	ok	Ø16 c/10cm
P4C	4	17.1	83.6	3.39	ok	135.3	84.1	9.3	167.72	ok	Ø16 c/10cm
P4C	5	53.7	59.3	4.66	ok	348.0	106.6	11.8	165.89	ok	Ø16 c/10cm

#### Armadura Longitudinal de Torsión

PILA	SECCION	MT	$\tau_T$	$Fe_T$	$\Sigma Fe_{\text{necesaria flex}}$	$\Sigma Fe_{\text{adoptada flex}}$	Fe a agregar	Fe Adoptado
		[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	
P4B	4	20.1	98.2	18.3	1.83	159.33	---	---
P4B	5	20.1	22.2	10.8	143.15	167.37	---	12Ø16inf
P4B	4	17.1	83.6	15.6	2.02	218.23	---	---
P4B	5	57.5	63.5	30.9	212.00	226.27	16.64	12Ø16inf
P4B	4	17.1	83.6	15.6	3.41	267.32	---	---
P4B	5	53.7	59.3	28.9	260.14	275.36	13.65	12Ø16inf

## 5.5. Dimensionamiento del Cabezal

### 5.5.1. Flexión Vertical en estados de Servicio

Armadura mínima  $f_{e\ min} = 54.00\ cm^2$  ( $\mu_{min} = 0.15\%$ )

PILA	SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
		M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	$\phi$	cant	$f_{e\ adop}$
P4A	6	885.0	0.0	1.80	885.00	8.32	226.72	226.72	25	46.2	60Ø25 (inf)
P4A	7	-85.7	0.0	1.80	85.70	28.26	20.51	54.00	25	11.0	12Ø25 (sup)
P4B	6	1113.0	0.0	1.80	1113.00	7.42	288.25	288.25	25	58.7	60Ø25 (inf)
P4B	7	-113.0	0.0	1.80	113.00	24.61	27.36	54.00	25	11.0	12Ø25 (sup)
P4C	6	1126.0	0.0	1.80	1126.00	7.38	291.62	291.62	25	59.4	60Ø25 (inf)
P4C	7	-136.0	0.0	1.80	136.00	22.43	32.93	54.00	25	11.0	12Ø25 (sup)

### 5.5.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

PILA	SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
		M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	$\phi$	cant	$f_{e\ adop}$
P4A	6	26.5	0.0	2.00	26.50	50.82	5.70	5.70	16	2.84	8Ø16
P4B	6	25.1	0.0	2.00	25.10	52.22	5.34	5.34	16	2.65	8Ø16
P4C	6	24.1	0.0	2.00	24.10	53.29	5.12	5.12	16	2.55	8Ø16

### 5.5.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas = 8

PILA	SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
		Q	b	d	$\tau_0$	Zona	$\tau_{red}$	$f_e$ (rama)	sep	adop
P4A	7	440	2.00	1.80	129.9	Zona II	70.28	0.73	0.1	6r.intØ12+2r.ext Ø16c/10cm
P4B	7	548	2.00	1.80	161.7	Zona II	109.01	1.14	0.1	6r.intØ12+2r.ext Ø16c/10cm
P4C	7	551	2.00	1.80	161.7	Zona II	109.01	1.14	0.1	6r.intØ12+2r.ext Ø16c/10cm

#### 5.5.4 Corte Horizontal en estados de Servicio

nº ramas = 2

PILA	SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
		Q	b	d	$\tau_o$	Zona	$\tau_{red}$	fe (rama)	sep	adop
P4A	6	11.8	1.80	2.00	3.92	Zona I	1.57	0.06	0.1	Ø16c/10cm
P4B	6	11.1	1.80	2.00	3.69	Zona I	1.48	0.06	0.1	Ø16c/10cm
P4C	6	10.8	1.80	2.00	3.59	Zona I	1.44	0.05	0.1	Ø16c/10cm

#### 5.5.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	d/b	$\beta$
6	1.1	0.221

(S/ Cuaderno 220)

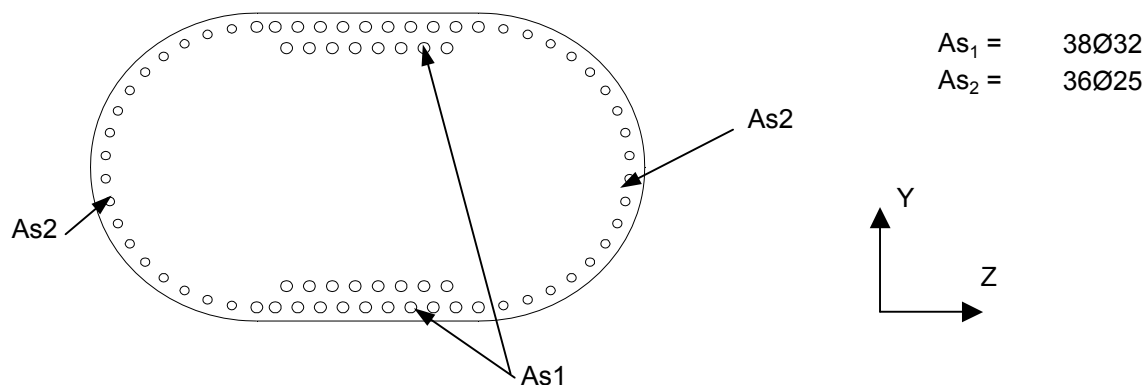
PILA	SECCION	$M_T$	$\tau_T$	$Fe_T$	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	$\tau_C$	$Fe_C$ rama	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
		[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]		[ton]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]	[ton/m <sup>2</sup> ]		
P4A	6	134.0	93.6	8.0	ok	440.0	86.1	9.0	179.72	ok	Ø16c/10cm
P4B	6	123.0	85.9	7.4	ok	548.0	133.6	13.9	219.52	ok	Ø16c/10cm
P4C	6	165.0	115.2	9.9	ok	447.0	88.9	9.3	204.13	ok	Ø16c/10cm

#### Armadura Longitudinal de Torsión

PILA	SECCION	MT	$\tau_T$	$Fe_T$	$\Sigma Fe$ necesaria flex	$\Sigma Fe$ adoptada flex	Fe a agregar
		[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> ]
P4A	6	134.0	93.6	60.5	232.42	385.60	---
P4B	6	123.0	85.9	55.6	293.59	385.60	---
P4C	6	165.0	115.2	74.5	296.75	385.60	---

## 5.6. Dimensionamiento columna

La sección de la columna y su armadura es la siguiente



Se efectúa una verificación a rotura haciendo uso del Programa de Secciones de ATEC S.A.

Se analizan los 6 estados de carga, para cada pila

HIPOTESIS	PILA 4A			PILA 4B			PILA 4C		
	Mz	My	N	Mz	My	N	Mz	My	N
I	227.3	266.8	-712.6	382.9	248.1	-861.4	292.2	255.6	917
II	227.3	0	-712.6	382.9	-24.2	-861.4	292.2	0	917
III	-310.1	-94.5	-484.6	324.4	0.5	-647.3	235.6	123.4	731.2
IV	-484.6	-129.7	-560.6	295.4	146.3	-672.7	292.8	324.4	731.2
V	144.2	0	-560.6	71.7	237.7	-674.2	292.8	246.8	731.2
VI	144.2	-191.7	-560.6	71.7	-36.7	-674.2	292.8	0	731.2

(\*) esfuerzo tomado a filo de apoyo

La entrada de datos es la siguiente (la misma para las tres pilas):

\*\*\*\*\*  
C21AS. CALCULO DE SECCIONES DE HORMIGON ARMADO CON GRADO DE PRETENSADO VARIABLE  
VBC4B - VIADUCTO BELGRANO SUR PILA P4B - COL OVALADA DIN 1045 PAG. 1  
ATEC S.A. Ingenieros Consultores 14:47 HS, NOVIEMBRE 8,2016

\*\*\*\*\*

UNIDADES DE LONGITUD Y FUERZA: m to

CARACTERISTICAS DE LA SECCION INYECTADA:

COORDENADAS REFERIDAS AL SISTEMA TRASLADADO

CORRIMIENTOS: SEGUN X: .000 SEGUN Y: .000

AREA BRUTA DE LA SECCION:	AH	.11750E+01
AREA TOTAL DE ARMADURA:	AFE	.48723E-01
AREA DE ARMADURA PASIVA:	AFEP	.48723E-01
AREA DE ARMADURA ACTIVA:	AFEA	.00000E+00
AREA HOMOGENEIZADA DE LA SECCION:	AHOM	.14673E+01
CUANTIA TOTAL DE ARMADURA PASIVA:	RMUP	.41467E-01
CUANTIA TOTAL DE ARMADURA ACTIVA:	RMUA	.00000E+00
MOMENTOS ESTATICOS DE LA SECCION HOMOGENEIZADA:	SXHOM	.76181E-03
	SYHOM	.41991E-02
COORD DEL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SECCION HOMOGENEIZADA	XGHOM	.28617E-02
	YGHOM	.51918E-03
MOMENTOS DE INERCIA DE LA SECCION HOMOGENEIZADA:	JX	.22158E+00
	JY	.10464E+00
	JXY	-.17897E-02
FIBRAS EXTREMAS REFERIDAS AL CENTRO DE GRAVEDAD DE LA SECCION HOMOGENEIZADA:	XINF	-.45193E+00
	XSUP	.44620E+00
	YINF	-.75052E+00
	YSUP	.74948E+00
MOMENTOS DE INERCIA DE LA SECCION HOMOGENEIZADA RESPECTO DE SUS EJES BARICENTRICOS:	JXG	.22158E+00
	JYG	.10463E+00
MODULOS RESISTENTES DE LA SECCION HOMOGENEIZADA		
RESPECTO DE SUS EJES BARICENTRICOS:	WXGSUP	.29565E+00
	WXGINF	-.29524E+00
	WYGSUP	.23449E+00
	WYGINF	-.23152E+00
MOMENTOS DE PRETENSADO RESPECTO DEL BARICENTRO DE LA SECCION HOMOGENEIZADA:	RMXPRE	.00000E+00
	RMPRE	.00000E+00
ESFUERZO TOTAL DE PRETENSADO:	RNPRET	.00000E+00

La salida de datos es la siguiente:

**P4A:**

\*\*\*\*\*

C21AS. CALCULO DE SECCIONES DE HORMIGON ARMADO CON GRADO DE PRETENSADO VARIABLE  
 CALCULO DE CURVAS DE INTERACCION

VIADUCTO BELGRANO SUR PILA P4 - COL OVALADA CLAVE: VBSCOLOV

NORMA DE CALCULO DIN 1045 UNIDADES: to m PAG. 1

ATEC S.A. Ingenieros Consultores 12:13 HS, NOVIEMBRE 20,2015

\*\*\*\*\*

TIPO DE ACERO 1 DUREZA NATURAL

LIMITE ELASTICO: Bs= .4200E+05

MODULO DE ELASTICIDAD: Es= .2100E+08

RESISTENCIA DE CALCULO DEL HORMIGON: (Br) .2100E+04

MODULO DE ELASTICIDAD: (Ec) .3000E+07

+-----+-----+-----+-----+-----+				
	CONJUNTO	N	-713.00	-713.00   -485.00
	DE VALORES	Mx	267.00	.00   95.00
	A VERIFICAR	My	227.00	227.00   310.00
+-----+-----+-----+-----+-----+				
	Angulo del Plano de cargas		310.37	.00   342.96
+-----+-----+-----+-----+-----+				
	Coef.seg. necesario		1.8635	1.9776   1.8173
CUANTIA	Coef.seguridad real		2.4401	3.1576   2.7798
EXISTENTE	Ang. del eje neutro		231.55	271.31   258.90
P= 4.147%	Deform.del Hormigon		-3.50E-3	-3.50E-3   -3.50E-3
A= .000%	Deform.del Acero		2.03E-3	1.05E-3   2.42E-3
	Cuant.Arm.Pas.Trac.		1.82%	1.69%   1.90%
+-----+-----+-----+-----+-----+				
	CONJUNTO	N	-560.00	-560.00   -560.00
	DE VALORES	Mx	130.00	.00   192.00
	A VERIFICAR	My	485.00	144.00   144.00
+-----+-----+-----+-----+-----+				
	Angulo del Plano de cargas		345.00	.00   306.87
+-----+-----+-----+-----+-----+				
	Coef.seg. necesario		1.7500	2.0157   1.8905
CUANTIA	Coef.seguridad real		1.8322	4.5183   3.4427
EXISTENTE	Ang. del eje neutro		259.71	271.21   228.03
P= 4.147%	Deform.del Hormigon		-3.50E-3	-3.50E-3   -3.50E-3
A= .000%	Deform.del Acero		3.22E-3	.72E-3   1.80E-3
	Cuant.Arm.Pas.Trac.		1.94%	1.65%   1.61%
+-----+-----+-----+-----+-----+				

**P4B:**

\*\*\*\*\*

C21AS. CALCULO DE SECCIONES DE HORMIGON ARMADO CON GRADO DE PRETENSADO VARIABLE

VIADUCTO BELGRANO SUR PILA P4B - COL OVALADA

CLAVE: VBC4B

NORI

ATEC S.A. Ingenieros Consultores

15:12 HS, NOVIEMBRE 8,2016

\*\*\*\*\*

TIPO DE ACERO 1 DUREZA NATURAL

LIMITE ELASTICO: Bs= .4200E+05

MODULO DE ELASTICIDAD: Es= .2100E+08

RESISTENCIA DE CALCULO DEL HORMIGON: (Br) .2100E+04

MODULO DE ELASTICIDAD: (Ec) .3000E+07

CONJUNTO	N	-861.40	-861.40	-647.30
DE VALORES	Mx	248.10	-24.20	.50
A VERIFICAR	My	382.90	382.90	324.40

Angulo del Plano de cargas	327.06	3.62	359.91
----------------------------	--------	------	--------

Coef.seg. necesario	1.8538	1.9075	1.8936
CUANTIA Coef.seguridad real	1.8928	2.1042	2.5961
EXISTENTE Ang. del eje neutro	246.90	273.96	271.45
P= 4.147% Deform.del Hormigon	-3.50E-3	-3.50E-3	-3.50E-3
A= .000% Deform.del Acero	2.11E-3	1.65E-3	1.77E-3
Cuant.Arm.Pas.Trac.	1.86%	1.78%	1.82%

CONJUNTO	N	-672.70	-674.20	-674.20
DE VALORES	Mx	146.30	237.70	-36.70
A VERIFICAR	My	295.40	71.70	71.70

Angulo del Plano de cargas	333.65	286.79	27.11
----------------------------	--------	--------	-------

Coef.seg. necesario	1.8732	1.9240	2.0998
CUANTIA Coef.seguridad real	2.5551	3.2081	5.0825
EXISTENTE Ang. del eje neutro	252.23	202.77	289.48
P= 4.147% Deform.del Hormigon	-3.50E-3	-3.50E-3	-3.50E-3
A= .000% Deform.del Acero	1.94E-3	1.51E-3	.00E-3

**P4C:**

\*\*\*\*\*

C21AS. CALCULO DE SECCIONES DE HORMIGON ARMADO CON GRADO DE PRETENSADO VARIABLE

VIADUCTO BELGRANO SUR PILA P4B - COL OVALADA

CLAVE: VBC4B

NORI

ATEC S.A. Ingenieros Consultores

15:43 HS, NOVIEMBRE 9,2016

\*\*\*\*\*

TIPO DE ACERO 1 DUREZA NATURAL

LIMITE ELASTICO: Bs= .4200E+05

MODULO DE ELASTICIDAD: Es= .2100E+08

RESISTENCIA DE CALCULO DEL HORMIGON: (Br) .2100E+04

MODULO DE ELASTICIDAD: (Ec) .3000E+07

+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
	CONJUNTO		N		-861.40		-861.40		-647.30	
	DE VALORES		Mx		248.10		-24.20		.50	
	A VERIFICAR		My		382.90		382.90		324.40	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+

	Angulo del Plano de cargas		327.06		3.62		359.91			
--	----------------------------	--	--------	--	------	--	--------	--	--	--

+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
			Coef.seg. necesario		1.8538		1.9075		1.8936	
	CUANTIA		Coef.seguridad real		1.8928		2.1042		2.5961	
	EXISTENTE		Ang. del eje neutro		246.90		273.96		271.45	
	P= 4.147%		Deform.del Hormigon		-3.50E-3		-3.50E-3		-3.50E-3	
	A= .000%		Deform.del Acero		2.11E-3		1.65E-3		1.77E-3	
			Cuant.Arm.Pas.Trac.		1.86%		1.78%		1.82%	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+

+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
	CONJUNTO		N		-672.70		-674.20		-674.20	
	DE VALORES		Mx		146.30		237.70		-36.70	
	A VERIFICAR		My		295.40		71.70		71.70	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+

	Angulo del Plano de cargas		333.65		286.79		27.11			
--	----------------------------	--	--------	--	--------	--	-------	--	--	--

+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+
			Coef.seg. necesario		1.8732		1.9240		2.0998	
	CUANTIA		Coef.seguridad real		2.5551		3.2081		5.0825	
	EXISTENTE		Ang. del eje neutro		252.23		202.77		289.48	
	P= 4.147%		Deform.del Hormigon		-3.50E-3		-3.50E-3		-3.50E-3	
	A= .000%		Deform.del Acero		1.94E-3		1.51E-3		.00E-3	
			Cuant.Arm.Pas.Trac.		1.86%		.98%		.04%	
+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+	-----	+

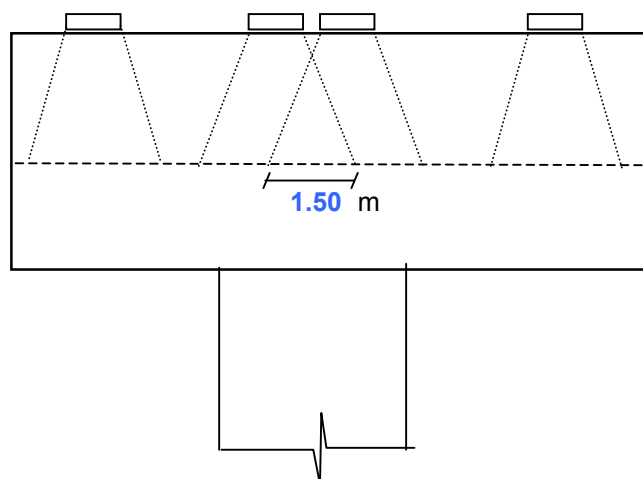


### 5.6.1 Verificación a Torsión en estado de servicio

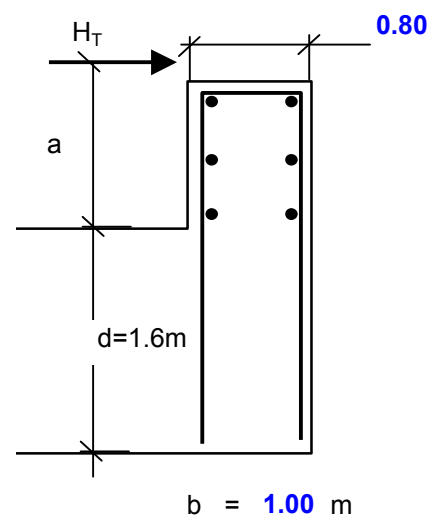
PILA	SECCION	$M_T$	$\tau_T$	$Fe_T$	$\tau_T < \tau_{02}$	$Q$	$\tau_C$	$Fe_c$ rama	$\tau_c + \tau_T$	$\tau_c + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
		[ton.m]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]		[ton]	[ton/m <sup>2</sup> ]	[cm <sup>2</sup> /m]	[ton/m <sup>2</sup> ]		
P4A	6	<b>41.9</b>	175.6	<b>9.2</b>	ok	<b>19.3</b>	6.7	2.1	<b>182.36</b>	ok	E° Ø12 c/7.5cm
P4B	6	<b>45.3</b>	189.9	<b>9.9</b>	ok	<b>35.7</b>	12.4	3.9	<b>202.33</b>	ok	E° Ø12 c/7.5cm
P4C	6	<b>48.3</b>	202.5	<b>10.6</b>	ok	<b>28.0</b>	9.8	3.1	<b>212.22</b>	ok	E° Ø12 c/7.5cm

### 5.7. Dimensionamiento del Apoyo de la Sección S1 en el Dintel

Vista Frontal



Vista Lateral



$H = 5.22$  ton      Esfuerzo de frenado sobre 1 apoyo

$H = 6.96$  ton/m      Esfuerzo de frenado por superposición de dos apoyos próximos

$a = 1.15$  m

$z = 0.61$  m

$Z = 13.07$  ton/m

$Fe = 3.11$  cm<sup>2</sup>/m      **Adoptado:**  $\phi$  **12** c/ 20 cm = 5.65 cm<sup>2</sup>/m

Verificación de la biela comprimida:

$\sigma_b = 154.247$  ton/m<sup>2</sup> <  $\sigma_{admisible} = 1095.24$  ton/m<sup>2</sup>  $\Rightarrow$  **Verifica**