

00	30/10/2016	EMISIÓN ORIGINAL	J.R.	J.R.	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
INGENIERÍA

atec
Ingenieros Consultores

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

TÍTULO:

INFRAESTRUCTURA - PILA TIPO 7
MEMORIA DE CÁLCULO

PROY.	J.R.	ESCALAS : -	FECHA: 30/10/2016	N°: VFBS-PE-ES-MC-0126-00
ELAB.	J.R.			
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 la pila P7 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 es de hormigón armado *in-situ* y está compuesta por un dintel postesado con los apoyos elastoméricos que soportan las vigas, apoyado en dos columnas conformado un pórtico. Cada una de estas columnas apoya sobre un monopilote.

Se estudia la situación en la que se apoyan sobre la pila una sección metálica tipo "S4" de 41.00 m y una sección de hormigón tipo "S2" de 25.00m.

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.

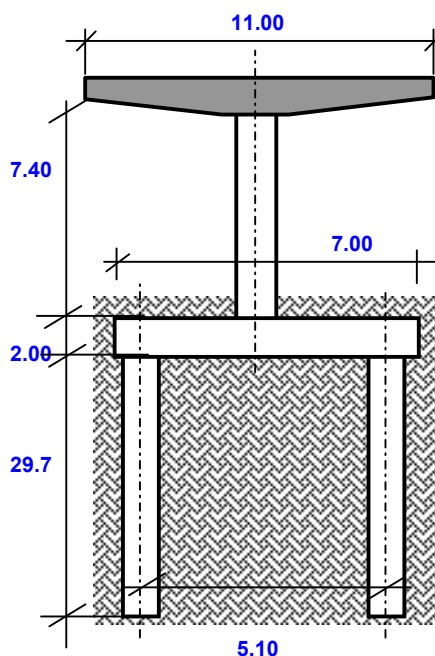
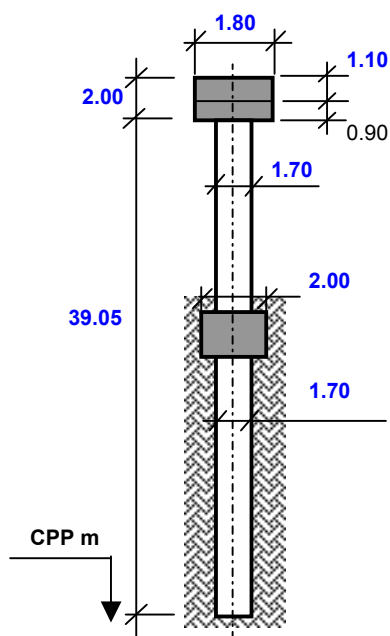
El dimensionamiento de las estructuras se realiza de acuerdo con el cuerpo de Reglamentos C.I.R.S.O.C.

Los materiales previstos en este anteproyecto son:

Hormigón Dintel:	H- 30	$\sigma'_{bk} = 300 \text{ kg/cm}^2$	
Hormigón Columnas:	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/m³

ELEMENTO	SECCIÓN	PESO (Ge)
	m ²	ton
Dintel	3.60	99.0
Cabezal	4.00	70.0
Columna	2.27	42.0
Pilote	2.27	336.5
Totales/Resultante	-	547.5

2.2. Cargas Provenientes de tablero

Las cargas que actúan sobre la pila corresponden a 2 tramos, un tramo cuya luz entre ejes de apoyos es igual a 25.00 m, y otro cuya luz entre ejes es de 41.00 m

Las cargas indicadas a continuación corresponden a la reacción de 1 viga de hormigón sobre la pila.

Tipo de carga	V	H _{transv.}	H _{long.}
	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	110.5	-	-
Sobrecarga	91.3	-	-
Frenado	-	-	14.4
Balanceo	-	3.9	-
Viento	±5.5	7.4	-

Las cargas indicadas a continuación corresponden a la reacción de 1 viga metálica sobre la pila.

Tipo de carga	V	H _{transv.}	H _{long.}
	[ton]	[ton]	[ton]
Peso Propio del tablero	91.4	-	-
Sobrecarga	299.5	-	-
Frenado	-	-	42.8
Balanceo	-	12.0	-
Viento	±2.6	12.1	-

3. Parámetros geotécnicos

Se adopta el sondeo n° 8

3.1. Coeficiente de balasto horizontal

Separación entre nodos en el modelo de cálculo

li = **0.50** m

Profundidad Inicial	Profundidad Final	kh	k _{rh}
		[ton/m³]	[ton/m]
-3.0	-9.0	350	298
-9.0	-15.0	500	425
-15.0	-20.0	400	340
-20.0	<-20	2000	1700

3.2. Tensiones admisibles

Tensión admisible por punta:

$$\sigma_{\text{adm.punta}} = 180 \text{ ton/m}^2$$

Tensión admisible por fricción:

$\sigma_{\text{adm.fricción}}$ [ton/m ²]	Cota de inicio	Cota de fin	$L_{\text{Fricc.}}$ [m]
2.0	3.0	9.0	6.0
3.0	9.0	15.0	6.0
2.0	15.0	20.0	5.0
3.0	20.0	-	9.7

3.3. Recomendaciones

Longitud mínima de pilote

$$L_{\text{pil.mín}} = 25.00 \text{ m}$$

Diámetro mínimo de pilote

$$\varnothing_{\text{pil.mín}} = 1.00 \text{ m}$$

4. Verificación de la capacidad portante de los pilotes

Carga máxima en pilote

$$P_{\text{máx}} = 783.4 \text{ ton}$$

Diámetro de pilote adoptado

$$\varnothing_{\text{pil}} = 1.70 \text{ m}$$

Sección del pilote

$$A_{\text{pil}} = 2.27 \text{ m}^2$$

Perímetro del pilotes

$$\text{Per.pil} = 5.34 \text{ m}$$

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

$$P_{\text{adm}} = 777 \text{ ton} < P_{\text{máx}} \implies \text{Verifica}$$

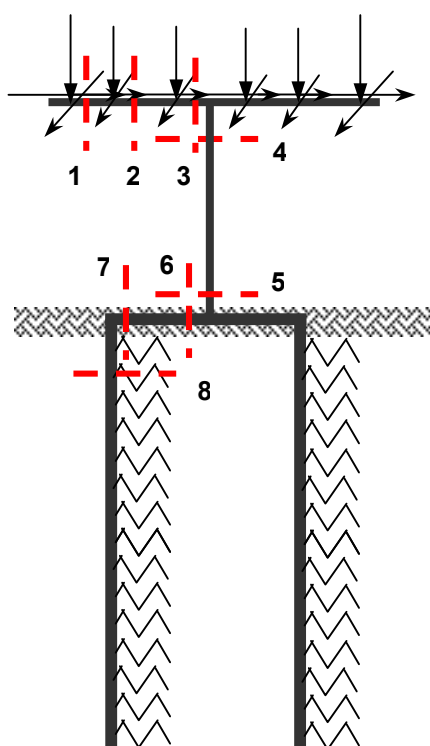
5. Calculo de solicitaciones y dimensionamiento de secciones

5.1. Modelo para el cálculo electrónico

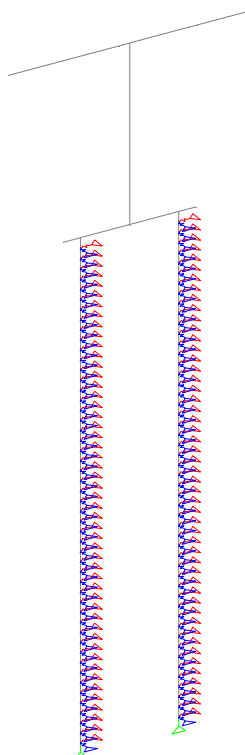
Portico espacial, mediante proceso STAAD PRO 2005.

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

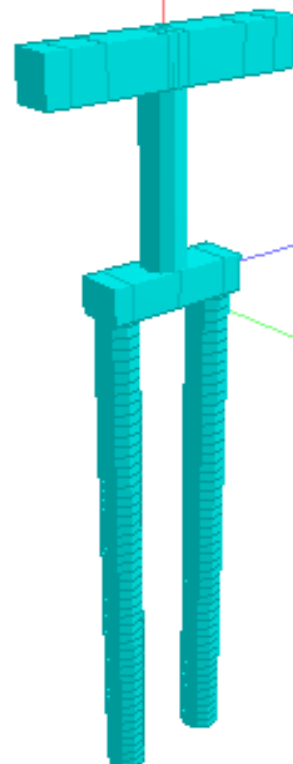
Esquema del Modelo



Vista del Modelo



Render 3D



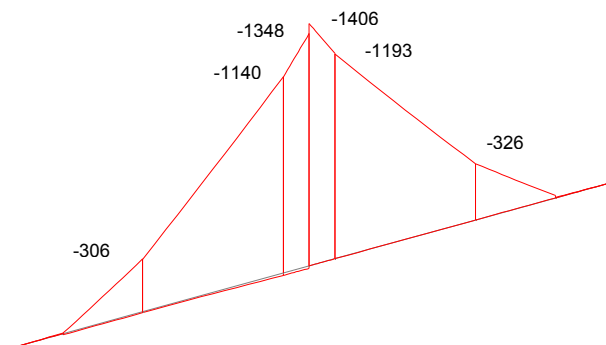
Se consideran 6 estados de carga diferentes teniendo en cuenta:

- i) Estados completos con mayor carga gravitatoria y mayor fuerza horizontal de frenado.
- ii) Estados de sobrecarga desbalanceada transversalmente.
- ii) Estados completos con mayor carga gravitatoria y fuerza de frenado invertida (máxima torsión en columna).

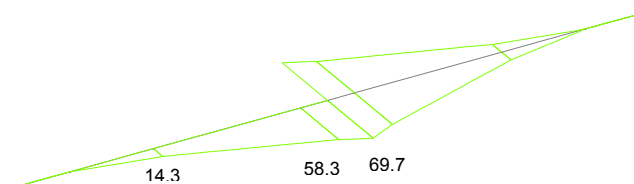
5.2. Diagramas de características envolvente obtenidos a partir del modelo de cálculo.

5.2.1 Diagrama de Características del Dintel

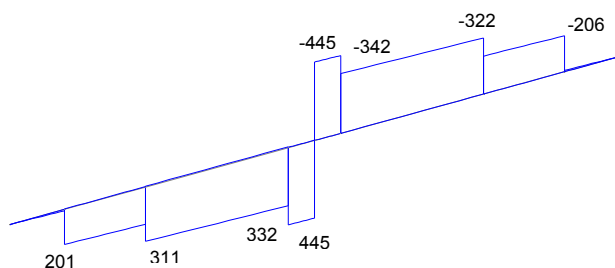
Flexión en z M_z [ton.m]



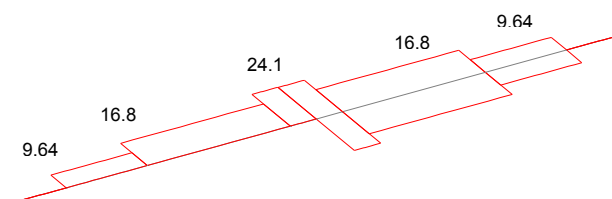
Flexión en y M_y [ton.m]



Corte en y Q_y [ton]

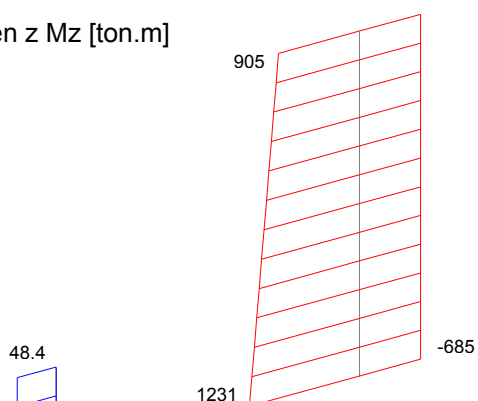


Corte en z Q_z [ton]

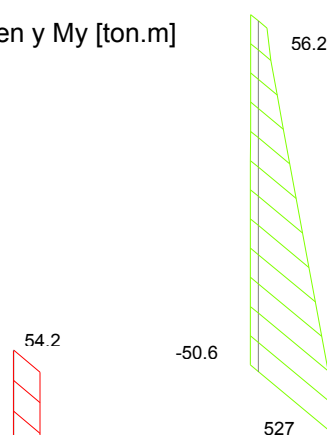


5.2.2 Diagrama de Características de la Columna

Flexión en z M_z [ton.m]



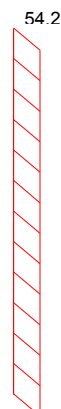
Flexión en y M_y [ton.m]



Corte en y Q_y [ton]

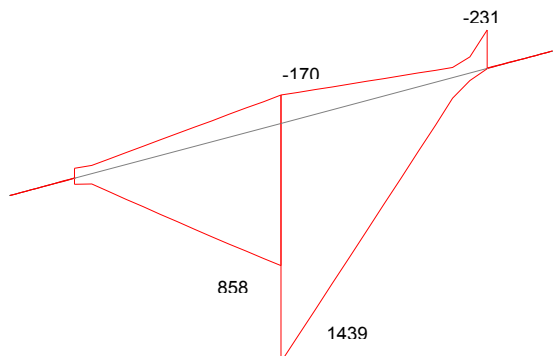


Corte en z Q_z [ton]

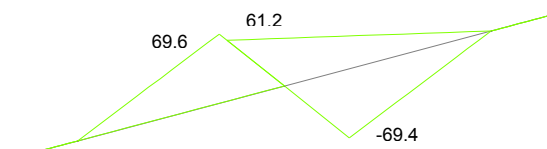


5.2.3 Diagrama de Características del cabezal

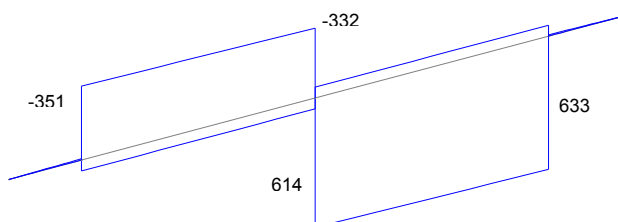
Flexión en z Mz [ton.m]



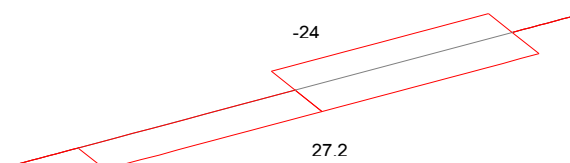
Flexión en y My [ton.m]



Corte en y Qy [ton]

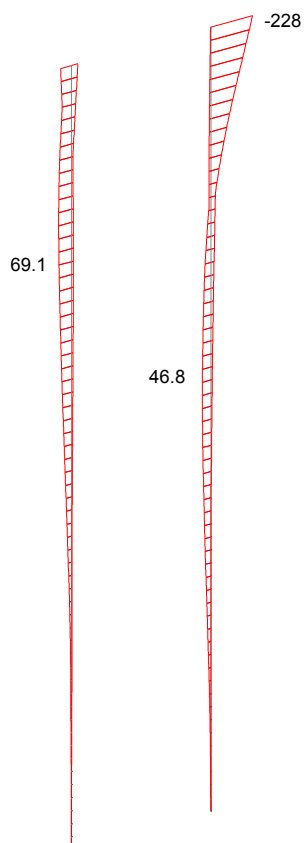


Corte en z Qz [ton]

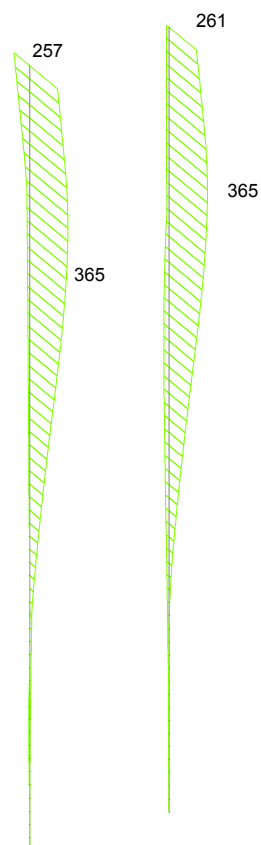


5.2.4 Diagrama de Características de los Pilotes

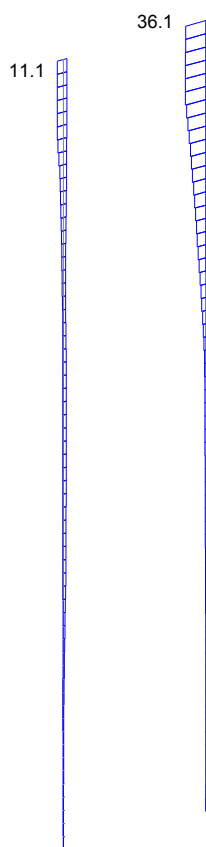
Flexión en z Mz [ton.m]



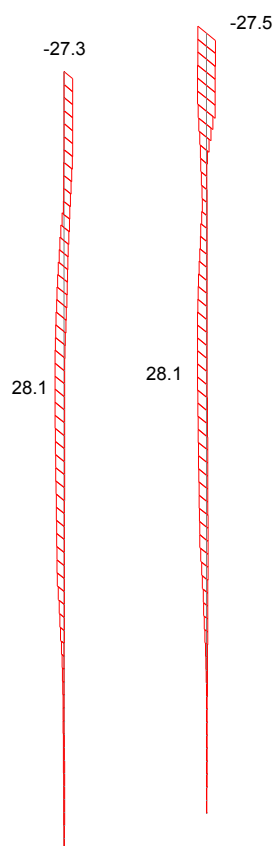
Flexión en y My [ton.m]



Corte en y Qy [ton]



Corte en z Qz [ton]



5.3. Dimensionamiento del Dintel

5.3.1. Flexión Vertical en estados de Servicio

Armadura mínima $f_{e\ min} = 29.70\ cm^2$ ($\mu_{min} = 0.15\%$)

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	ϕ	cant	$f_{e\ adop}$
1	4.0	0.0	1.10	4.00	70.44	1.56	29.70	25	6.05	28Ø25 [sup]
2	326.5	15.9	1.38	316.35	10.01	111	111.06	25	22.64	28Ø25 [sup]
3	1189.5	15.9	2.00	1174.40	7.63	280	280.06	25	57.08	58Ø25 [sup]

5.3.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	ϕ	cant	$f_{e\ adop}$
2	31.7	12.0	1.80	21.50	44.29	10	10	25	2	3Ø25
3	106.4	19.6	1.80	89.76	26.12	29.89	29.89	25	6.09	7Ø25

5.3.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas= **6**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	$f_{e\ (rama)}$	sep	Adoptado
1	8.0	1.80	1.10	4.9	Zona I	1.95	0.02	0.08	Ø12c/7.5cm
2	217.8	1.80	1.38	105.7	Zona II	46.53	0.44	0.08	Ø12c/7.5cm
3	342.3	1.80	2.00	113.6	Zona II	53.74	0.50	0.08	Ø12c/7.5cm

5.3.4. Corte Horizontal en estados de Servicio

nº ramas= **2**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	$f_{e\ (rama)}$	sep	Adoptado
2	21.5	1.38	1.80	10.38	Zona I	4.15	0.09	0.08	Ø12c/7.5cm
3	28.7	2.00	1.80	9.54	Zona I	3.82	0.12	0.08	Ø12c/7.5cm

5.3.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	d/b	β
2	1.31	0.231
3	0.90	0.208

(S/ Cuaderno 220)

SECCION	M_T	τ_T	Fe_T	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	τ_C	$Fe_{C\text{rama}}$	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ² /m]		[ton]	[ton/m ²]	[cm ² /m]	[ton/m ²]		
2	94.7	120.1	8.3	ok	217.8	44.5	5.6	164.6	ok	Ø12 c/7.5cm
3	63.0	46.7	3.8	ok	342.3	52.1	6.5	98.9	ok	Ø12 c/7.5cm

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	τ_T	Fe_T	$\Sigma Fe_{\text{necesaria flex}}$	$\Sigma Fe_{\text{adoptada flex}}$	$Fe \text{ a agregar}$
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
2	94.7	120.1	52.3	111.06	166.90	---
3	63.0	42.1	28.5	280.06	353.43	---

5.4. Columna y pilote

5.4.1.Flexión en estados de Servicio

Diámetro Columna sección 4 y 5 = **1.70** m \Rightarrow Area = 2.27 m²
 Diámetro Pilote sección 7 = **1.70** m \Rightarrow Area = 2.27 m²

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	m	n	ω_o	μ	fe _{nec.}	ϕ	Cant	fe _{adop}
4	905	-895	0.10	-0.17	0.35	0.019	434.11	32	53.98	54Ø32
5	1252	-946	0.14	-0.18	0.65	0.036	806.21	32	100.24	101Ø32
8	378	-664.0	0.06	-0.17	0.10	0.008	181.58	25	36.99	37Ø25

5.4.2. Corte en estados de Servicio

nº ramas = **2**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	fe (rama)	sep	adop
4	94.19	0.00	1.70	55.33	Zona I	22.13	0.31	0.05	Ø12c/5
5	94.19	0.00	1.70	55.33	Zona I	22.13	0.31	0.05	Ø12c/5
8	45.26	0.00	1.70	26.59	Zona I	10.63	0.45	0.15	Ø10c/15

5.4.3. Torsión en estados de servicio

SECCION	M _T	τ_T	Fe _T	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	τ_C	Fe _C rama	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ² /m]		[ton]	[ton/m ²]	[cm ² /m]	[ton/m ²]		
4/5	139.0	144.1	12.8	ok	94.2	22.1	7.8	166.22	ok	E° Ø12 c/5cm
8	0.0	0.0	0.0	ok	45.3	10.6	3.8	10.63	ok	E° Ø10 c/15cm

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	τ_T	Fe _T	Σ Fe _{necesaria} flex	Σ Fe _{adoptada} flex	Fe a agregar
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
4	139.0	144.1	68.1	181.58	434.29	---
5	139.0	144.1	68.1	181.58	812.29	---
8	0.0	0.0	0.0	181.58	181.62	---

5.5. Dimensionamiento del Cabezal

5.5.1. Flexión Vertical en estados de Servicio

Armadura mínima $f_{e\ min} = 60.00\ cm^2$ ($\mu_{min} = 0.15\%$)

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	ϕ	cant	$f_{e\ adop}$
6	1083	7.0	2.00	1076.34	8.4	248.6	248.6	25	50.68	51Ø25 [inf]
7	-231	32.6	2.00	200.03	19.50	57.13	60.00	25	12.23	15Ø25 [sup]

5.5.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e\ nec}$	$f_{e\ calc}$	ϕ	cant	$f_{e\ adop}$
6	69.60	10.70	2.00	59.44	35.77	17.2	17.2	20	5	6Ø20

5.5.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas= 8

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_0	Zona	τ_{red}	f_e (rama)	sep	Adoptado
6/7	610.0	2.00	2.00	182.14	Zona II	138.24	1.92	0.10	Ø16c/10cm

5.5.4. Corte Horizontal en estados de Servicio

nº ramas= 2

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_0	Zona	τ_{red}	f_e (rama)	sep	Adoptado
6/7	27.20	2.00	2.00	8.12	Zona I	3.25	0.14	0.10	Ø16c/10cm

5.5.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	d/b	β
1	1.00	0.221

(S/ Cuaderno 220)

SECCION	M_T	τ_T	Fe_T	$\tau_T < \tau_{02}$	Q	τ_C	Fe_C rama	$\tau_C + \tau_T$	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ² /m]							
6	261.0	147.6	14.0	ok	426.0	65.4	6.8	213.04	ok	Ø16 c/10cm

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	τ_T	Fe_T	$\Sigma Fe_{necesaria}$ flex	$\Sigma Fe_{adoptada}$ flex	Fe a agregar
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
6	261.0	147.6	111.5	248.63	361.68	---