

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 2
MEMORIA DE CÁLCULO

PROY.	J.R.	ESCALAS : -	FECHA: 30/10/2016	N°: VFBS-PE-ES-MC-0116-00
ELAB.	N.S.			
APROB.	R.P.			

ÍNDICE

1. Generalidades.
2. Esquemáticos
3. Análisis de Cargas.
4. Cálculo de Solicitaciones y dimensionamiento de Secciones

1.- GENERALIDADES

1.1.- Alcance

La presente memoria de cálculo contiene el diseño estructural de la pila tipo P2 en el Viaducto Ferroviario del Ferrocarril Belgrano Sur, Ciudad de Buenos Aires.

Comprende el cálculo de solicitaciones y dimensionamiento de las secciones de la infraestructura y sus fundaciones, debiendo soportar las cargas provenientes de los tramos del viaducto.

La estructura se compone de elementos de Hormigón Armado "in situ".

Las fundaciones indirectas con pilotes ejecutadas in situ, han sido proyectadas en base a los estudios de suelos específicamente realizados al efecto.

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

1.2.- Antecedentes

Estudio de Suelos : INFORME GEOTÉCNICO N° 4498.271/39 , " Viaducto Belgrano Sur - Buenos Aires" ,del ing. José Luis Guerrero.

1.3.- Bibliografía

CIRSOC 101/82	Cargas y Sobrecargas Gravitatorias para el Cálculo de las esestructuras de Edificios
INPRES - CIRSOC 103/83	Normas Argentinas para Construcciones Sismoresistentes
CIRSOC 201/82	Proyecto, cálculo y Ejecución de Estructuras de Hormigón Armado y Pretensado
CIRSOC 301/05	Reglamento Argentino de Estructuras de Acero para Edificios
CUADERNO 220	Dimensionamiento de los elementos de Hormigón y Hormigón Armado
CUADERNO 240	Métodos Auxiliares para el cálculo de las solicitaciones y Deformaciones de estructuras de Hormigón Armado

1.4.-Software Utilizado

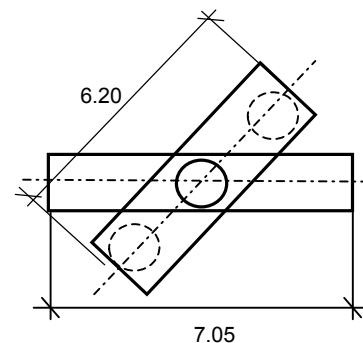
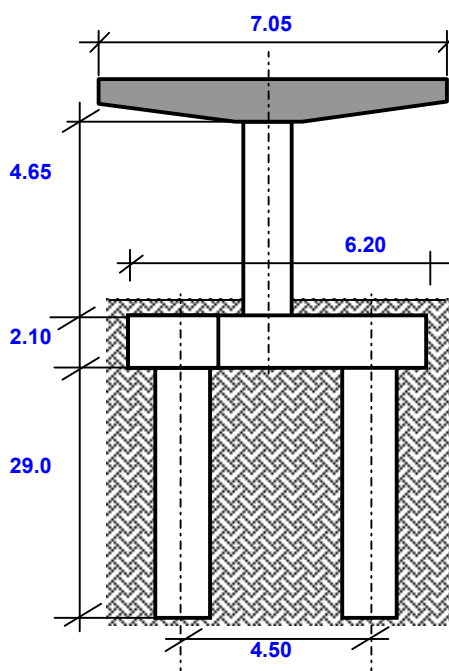
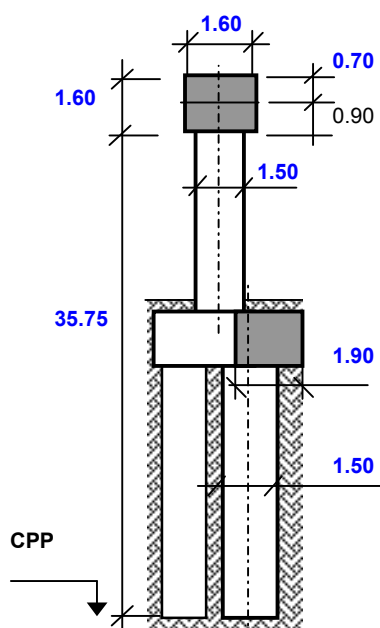
Staad Pro 2005

1.5.- Materiales

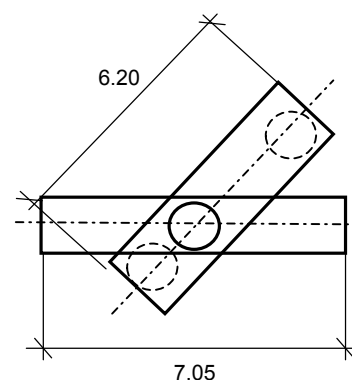
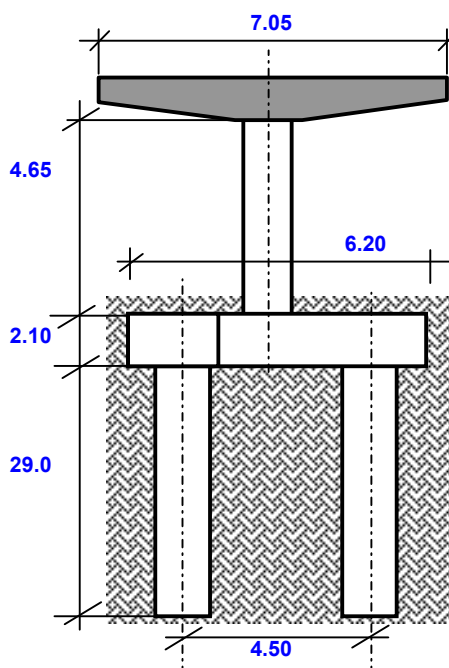
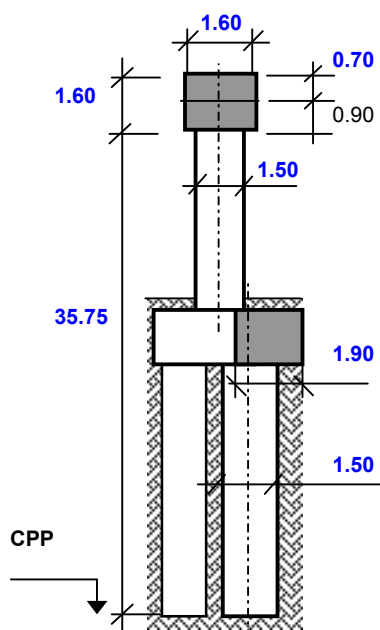
Los materiales previstos en este proyecto son:

Hormigón	H- 30	$\sigma'_{bk} =$	30	MPa	
Hormigón de Fundaciones	H- 21	$\sigma'_{bk} =$	21	MPa	
Acero para Hormigón	ADN-420	$\beta_s =$	420	MPa	(Conformado en barras)

2.- ESQUEMÁTICOS



Nº PILOTES = **2**



Nº PILOTES = **2**

3.- ANÁLISIS DE CARGAS

3.1 Cargas Gravitacionales

3.1.1. Cargas Permanentes

3.1.1.1. Peso Propio

Se calcula en forma automática para cada elemento teniendo en cuenta el peso específico del material.

3.1.1.2. Cargas Permanentes en Viaducto

Tramo Oeste (por tablero)

Luz entre apoyos	$L =$	20.9	m
Carga Permanentes de Viaducto	$qD_2 =$	8.29	ton/m
Peso de Riostra	$D_{riostra} =$	2.50	ton
Carga de Viaducto a Pila	$D_{T1} =$	89.13	ton

Tramo Este (por tablero)

Luz entre apoyos	$L =$	30.26	m
Carga Permanentes de Viaducto	$qD_2 =$	9.75	ton/m
Peso de Riostra	$D_{riostra} =$	2.50	ton
Carga de Viaducto a Pila	$D_{T2} =$	150.02	ton

3.1.2 Sobrecargas

Carga Distribuida Equivalente	$p' =$	8.05	t/m
Coeficiente de Impacto Tramo Oeste	$\Phi =$	1.00	
Sobrecarga por Tramo Oeste	$L_{T1} =$	0.00	ton

Carga Distribuida Equivalente	$p' =$	8.05	t/m
Coeficiente de Impacto Tramo Este	$\Phi =$	1.00	
Sobrecarga por Tramo Oeste	$L_{T2} =$	0.00	ton

3.2. Cargas Longitudinales

3.2.1 Frenado (por tablero)

Sumatoria de Cargas de ejes	$\Sigma P =$	168.00	ton
Carga de Frenado a pila	$F =$	12.00	ton

3.2.2 Carga por Variación de Longitud

Carga por Variación en Tramo Oeste	$Qv1 =$	6.41	ton
Carga por Variación en Tramo Este	$Qv1 =$	11.73	ton
Resultante por Variación de Longitud	$Qv =$	5.32	ton

3.3. Cargas Transversales

3.3.1. Balanceo

Carga de Eje más pesado	$P =$	16.00	ton
Carga de Balanceo	$B =$	4.00	ton

4.- PARÁMETROS GEOTÉCNICOS

Se utilizan los parámetros del suelo provenientes del Sondeo N°2 del Informe Geotécnico.

4.1 Coeficiente de Balasto Horizontal

Separación entre nodos en el modelo de cálculo

li = **0.50** m

Profundidad Inicial	Profundidad Final	kh [ton/m³]	k _{rh} [ton/m]
-1.5	-10.0	250.00	187.50
-10.0	-22.0	250.00	187.50
-22.0	< -22.0	2000.00	1500.00

4.2. Tensiones admisibles

Pv7

Tensión admisible por punta:

(EL PILOTE DEBE EJECUTARSE CON CELDA DE PRECARGA)

$\sigma_{adm.punta} = 400$ ton/m²

Tensión admisible por fricción:

Profundidad Inicial	Profundidad Final	$\sigma_{adm.fricción}$ [ton/m²]	L _{Fricc.} [m]
-1.5	-10.0	1.0	8.5
-10.0	-22.0	1.5	12.0
-22.0	-	3.0	9.4

Pv8

Tensión admisible por punta:

(EL PILOTE DEBE EJECUTARSE CON CELDA DE PRECARGA)

$\sigma_{adm.punta} = 400$ ton/m²

Tensión admisible por fricción:

Profundidad Inicial	Profundidad Final	$\sigma_{adm.fricción}$ [ton/m²]	L _{Fricc.} [m]
-1.5	-10.0	1.0	8.5
-10.0	-22.0	1.5	12.0
-22.0	-	3.0	9.4

4.3. Recomendaciones

Longitud mínima de pilote

Diámetro mínimo de pilote

L_{pil.min} = 25.00 m

Ø_{pil.min} = 1.00 m

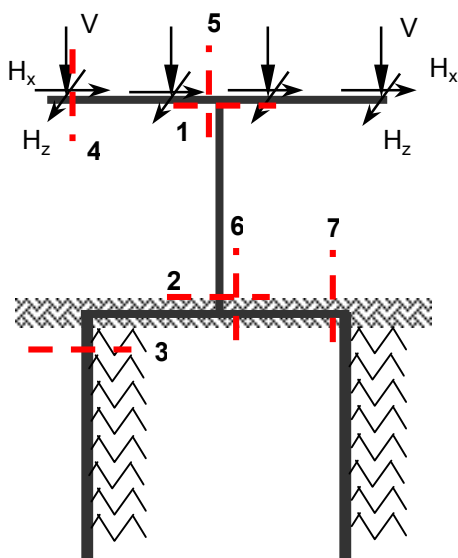
5.- CÁLCULO DE SOLICITACIONES Y DIMENSIONAMIENTO DE SECCIONES

5.1 Modelo para el Cálculo Computacional

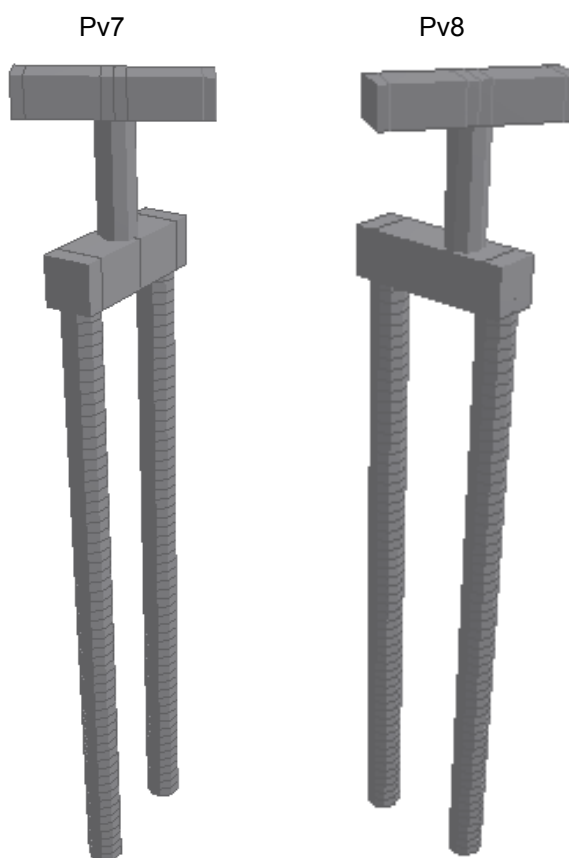
Se realiza un modelo estructural mediante el Software Staad Pro 2005

Los efectos de segundo orden son tenidos en cuenta por medio del análisis P-Δ

Esquemático



Render 3D



5.2 Combinaciones de Carga

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.

5.3 Verificación a la Capacidad Portante

Pila Pv7

Carga máxima en pilote $P_{\text{máx}} = 695.6 \text{ ton}$

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

Sección del pilote $A_{\text{pil}} = 1.77 \text{ m}^2$

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

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

$P_{\text{adm}} = 965 \text{ ton} > P_{\text{máx}} \Rightarrow \text{Verifica}$

Pila Pv8

Carga máxima en pilote $P_{\text{máx}} = 806.8 \text{ ton}$

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

Sección del pilote $A_{\text{pil}} = 1.77 \text{ m}^2$

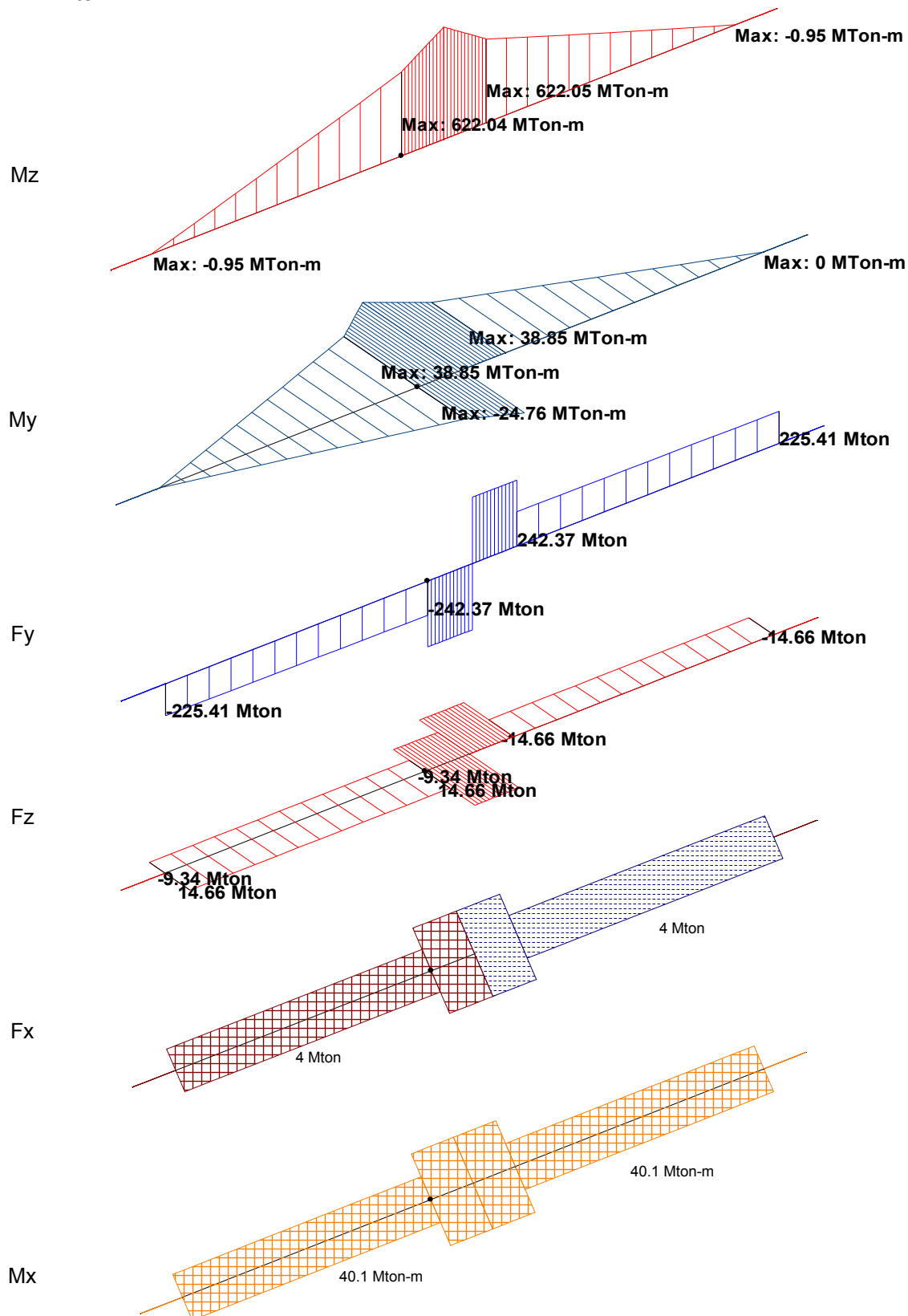
Perímetro del pilotes $\text{Per.pil} = 4.71 \text{ m}$

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

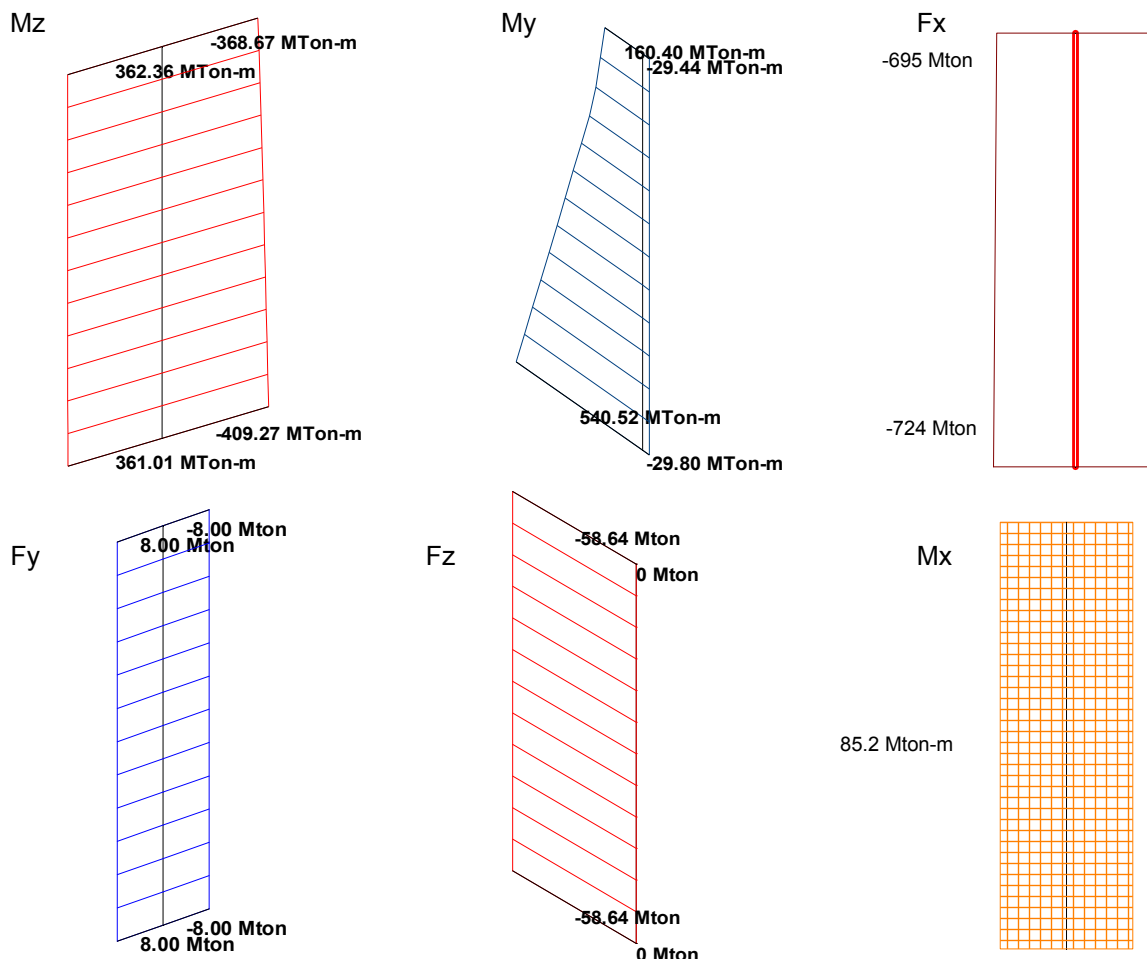
$P_{\text{adm}} = 965 \text{ ton} > P_{\text{máx}} \Rightarrow \text{Verifica}$

5.4 Diagramas de Características

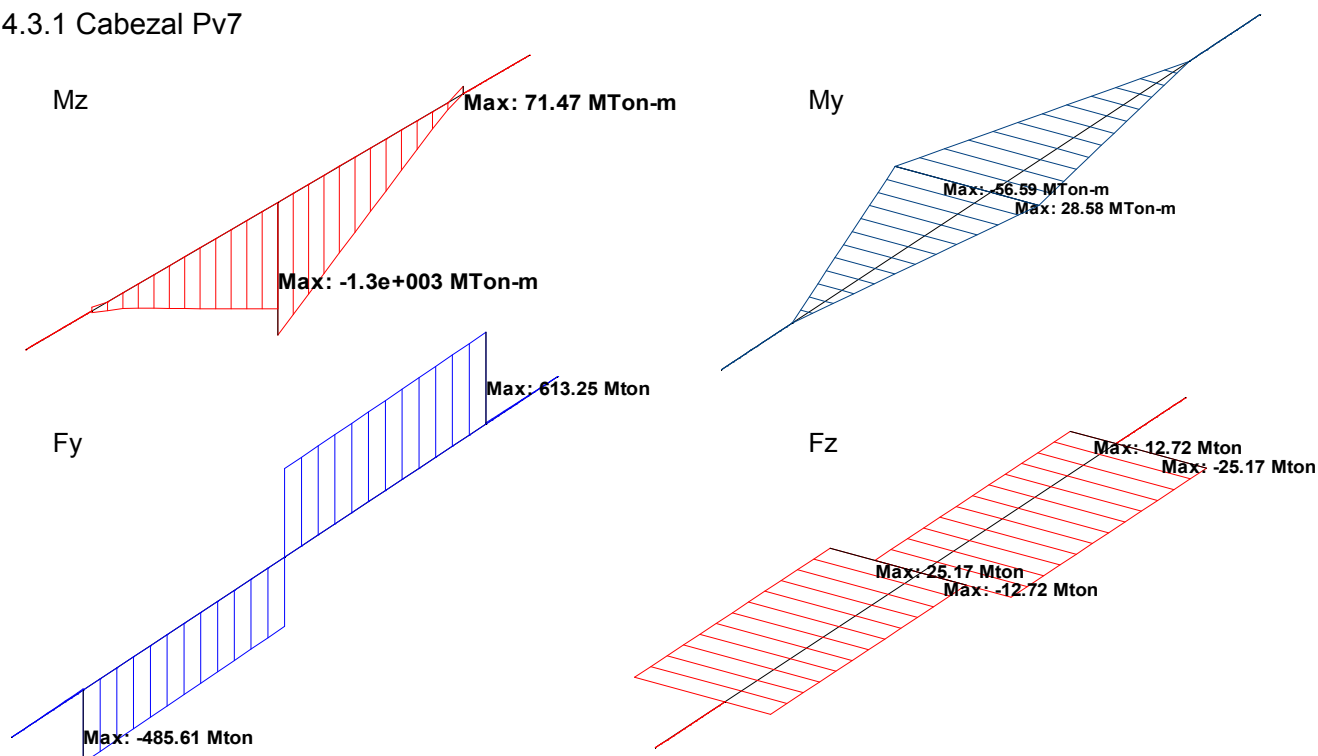
5.4.1 Dintel

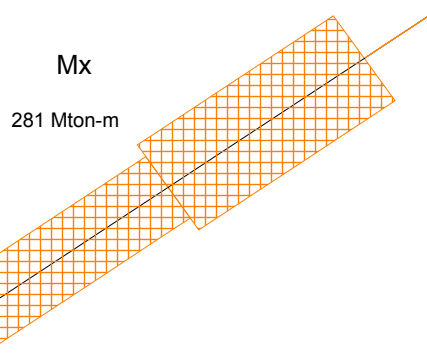
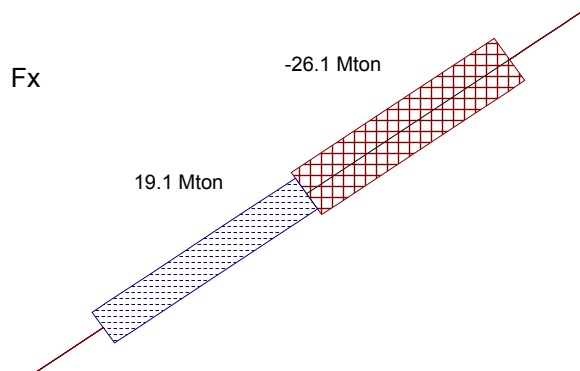


5.4.2 Columna

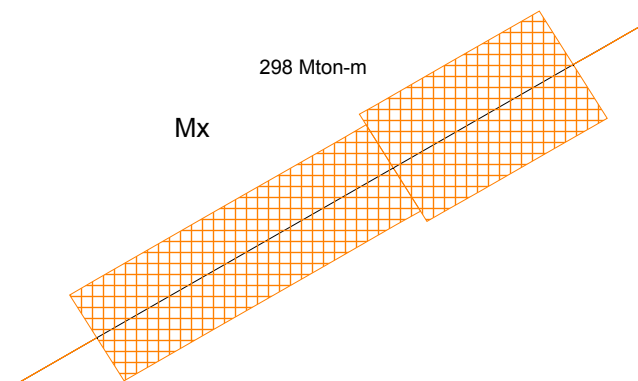
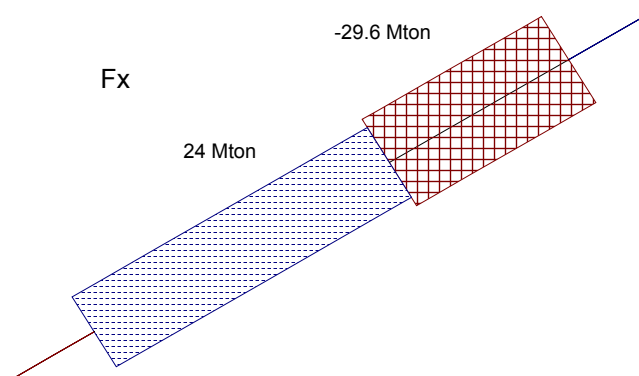
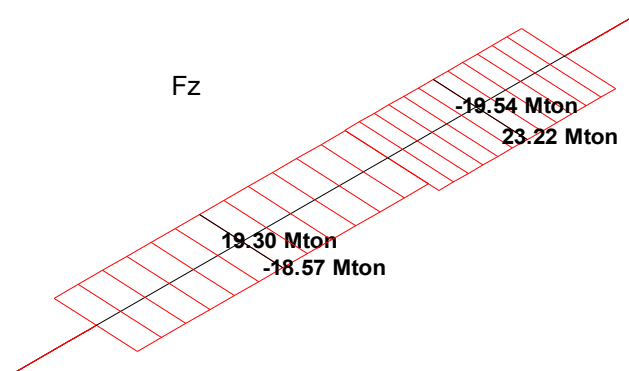
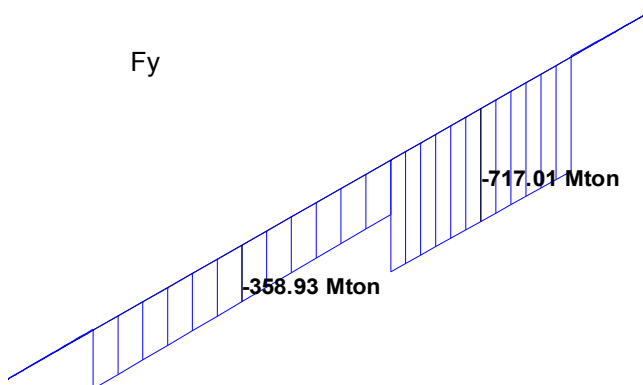
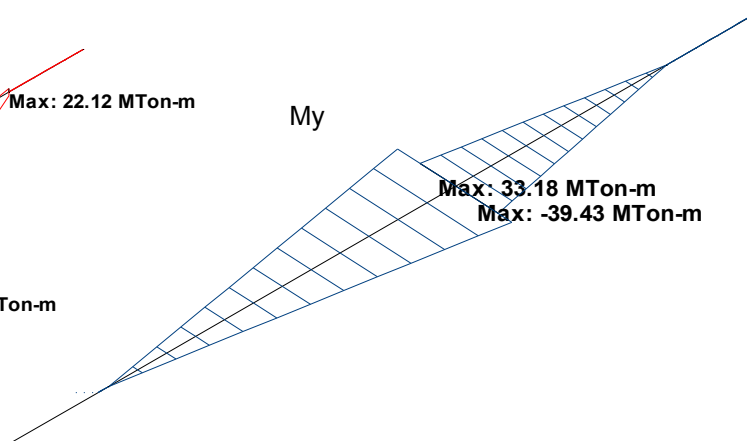
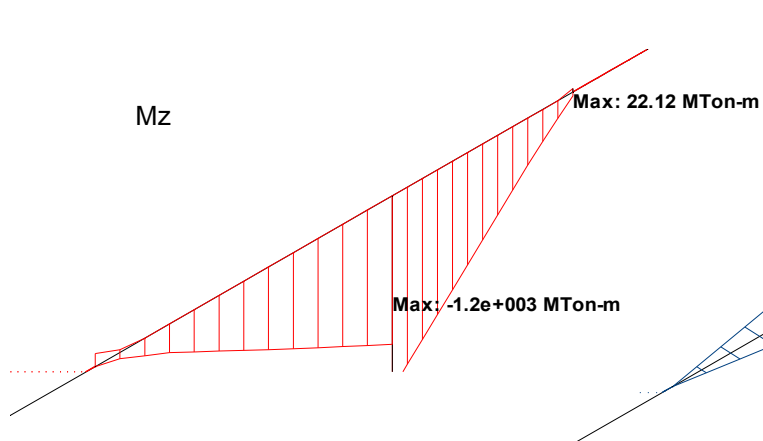


5.4.3.1 Cabezal Pv7

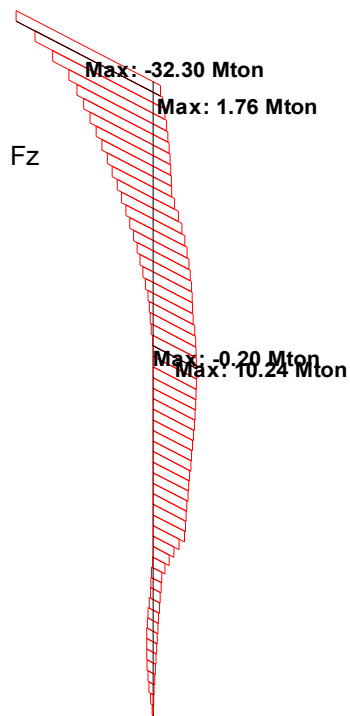
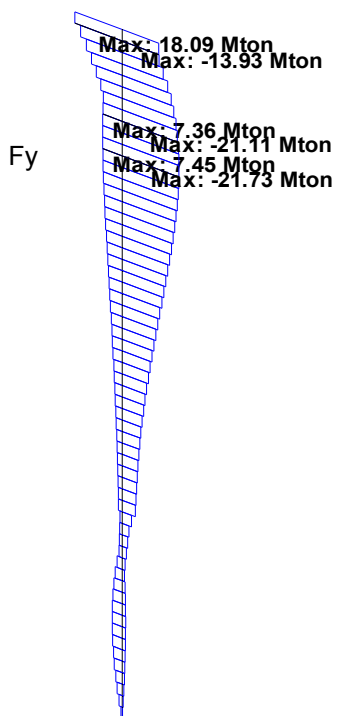
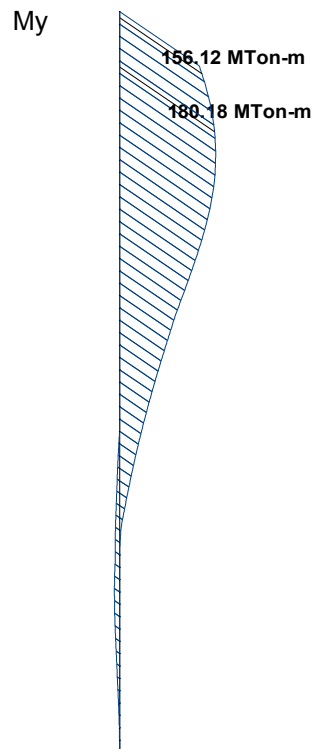
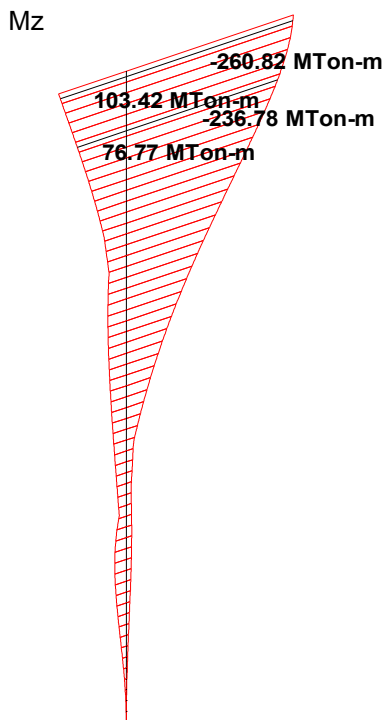




5.4.3.2 Cabezal Pv8



5.4.4 Pilotes



5.3. Dimensionamiento del pilote y columna

5.3.1. Flexión en estados de Servicio

Diámetro Columna sección 1 y 2 = **1.50** m \Rightarrow Area = 1.766 m²

Diámetro Pilote sección 3 = **1.50** m \Rightarrow Area = 1.766 m²

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	m	n	ω_o	μ	fe _{nec.}	ϕ	Cant	fe _{adop}
1	379.13	-729.6	0.062	-0.18	0.07	0.008	141.30	25	28.79	60Ø25
1	243.54	-648.4	0.040	-0.16	0.00	0.008	141.30	25	28.79	60Ø25
2	541.12	-761.5	0.089	-0.19	0.27	0.015	260.59	25	53.09	60Ø25
2	171.65	-967.4	0.028	-0.24	0.00	0.008	141.30	25	28.79	60Ø25
3	296.85	-564.1	0.049	-0.14	0.03	0.008	141.30	25	28.79	30Ø25
3	274.50	275.3	0.045	0.07	0.13	0.008	141.30	25	28.79	30Ø25

5.3.2. Corte en estados de Servicio

nº ramas = **2**

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	fe (rama)	sep	adop
1	59.18	0.00	1.50	44.67	Zona I	17.87	0.45	0.10	Ø12c/10
2	13.31	0.00	1.50	10.05	Zona I	4.02	0.10	0.10	Ø12c/10
3	34.45	0.00	1.50	26.01	Zona I	10.40	0.78	0.30	Ø10c/30

5.4.5. 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]		
1 / 2	85.2	128.6	10.0	ok	13.3	4.0	1.3	132.59	ok	E° Ø12 c/10cm

Armatura 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]
1	85.2	128.6	47.3	141.30	294.52	---
2	42.6	64.3	23.7	260.59	294.52	---

5.4. Dimensionamiento del Dintel

5.4.1. Flexión Vertical en estados de Servicio

Armadura mínima $f_{e \min} = 24.00 \text{ cm}^2$ ($\mu_{\min} = 0.15\%$)

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e \text{ nec}}$	$f_{e \text{ calc}}$	ϕ	cant	$f_{e \text{ adop}}$
4	-2.25	2.00	1.00	1.35	103.42	1.41	24.00	25	4.89	5Ø25 (sup)
5	-551	2.00	1.60	549.70	8.47	158.09	158.09	25	32.22	36Ø25 (sup)

5.4.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

SECCION	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	$f_{e \text{ nec}}$	$f_{e \text{ calc}}$	ϕ	cant	$f_{e \text{ adop}}$
4	0.00	-1.95	1.60	1.46	128.17	0	0	16	0	3Ø16
5	38.80	2.00	1.60	37.30	32.10	10.89	10.89	16	5.42	8Ø16

5.4.3. 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
4	225.41	1.60	1.00	146.10	Zona II	88.94	0.56	0.08	Ø10c/7.5cm
5	240.45	1.60	1.60	103.49	Zona II	44.62	0.28	0.08	Ø10c/7.5cm (*)

(*) Esfuerzo tomado a filo de apoyo

5.4.4. 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
4	14.70	1.00	1.60	9.64	Zona I	3.86	0.02	0.08	Ø10c/7.5cm
5	14.70	1.60	1.60	5.96	Zona I	2.39	0.01	0.08	Ø10c/7.5cm

5.4.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	d/b	β
4	1.6	0.246
5	1.0	0.221

(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]		
4	40.1	101.9	5.4	ok	160	57.7	4.8	159.55	ok	Ø10 c/7.5cm
5	40.1	44.3	3.4	ok	192	35.3	2.9	79.59	ok	Ø10 c/7.5cm

Armadura Longitudinal de Torsión

SECCION	MT	τ_T	Fe_T	$\Sigma Fe_{\text{necesaria flex}}$	$\Sigma Fe_{\text{adoptada flex}}$	Fe a agregar
	[ton.m]	[ton/m ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]	[cm ²]
4	40.1	101.9	27.7	1.41	36.61	---
5	40.1	44.3	21.2	179.87	208.88	---

5.5. Dimensionamiento del Cabezal

5.5.1. Flexión Vertical en estados de Servicio

Armadura mínima $fe_{min} = 59.85 \text{ cm}^2$ ($\mu_{min} = 0.15\%$)

PILA	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	fe_{nec}	fe_{calc}	ϕ	cant	fe_{adop}
Pv7	1287.00	-26.20	2.10	1313.20	7.80	276.98	276.98	25	56.43	68Ø25 (inf)
Pv8	1217.35	-29.90	2.10	1247.25	8.00	260.98	260.98	25	53.17	68Ø25 (inf)

5.5.2. Flexión Horizontal en estados de Servicio

PILA	SOLICITACIONES				ARMADURAS					
	M	N	d	Me	kh	fe_{nec}	fe_{calc}	ϕ	cant	fe_{adop}
Pv7	56.20	9.60	1.90	47.56	38.87	14.78	14.78	16	7.35	10Ø16
Pv8	61.80	9.60	1.90	53.16	36.77	16.05	16.05	16	7.98	10Ø16

5.5.3. Corte Vertical en estados de Servicio

nº ramas = 8

PILA	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	$fe_{(rama)}$	sep	adop
Pv7	613.52	1.90	2.10	161.1	Zona II	108.08	1.07	0.1	Ø12c/10cm
Pv8	0.00	1.90	2.10	0.0	Zona I	0.00	0.00	0.1	Ø12c/10cm (*)

(*) Se tiene en cuenta el viaje directo de las cargas

5.5.4 Corte Horizontal en estados de Servicio

nº ramas = 2

PILA	SOLICITACIONES				ARMADURAS				
	Q	b	d	τ_o	Zona	τ_{red}	$fe_{(rama)}$	sep	adop
Pv7	21.90	2.10	1.90	6.58	Zona I	2.63	0.12	0.1	Ø12c/10cm
Pv8	21.10	2.10	1.90	6.34	Zona I	2.54	0.11	0.1	Ø12c/10cm

5.5.5. Torsión en estados de servicio

SECCION	d/b	β
-	1.1	0.221

(S/ Cuaderno 220)

PILA	M_T [ton.m]	τ_T [ton/m ²]	Fe_T [cm ² /m]	$\tau_T < \tau_{02}$	Q [ton]	τ_C [ton/m ²]	Fe_C rama [cm ² /m]	$\tau_C + \tau_T$ [ton/m ²]	$\tau_C + \tau_T < 1.3\tau_{02}$	Estribo Externo
Pv7	281.00	167.72	15.2	ok	400.0	58.0	5.7	225.68	ok	E° Ø16 c/10cm
Pv8	298.00	177.87	16.1	ok	0.0	0.0	0.0	177.87	ok	E° Ø16 c/10cm (*)

(*) Se tiene en cuenta el viaje directo de las cargas

Armadura Longitudinal de Torsión

PILA	MT [ton.m]	τ_T [ton/m ²]	Fe_T [cm ²]	$\Sigma Fe_{necesaria}^{flex}$ [cm ²]	$\Sigma Fe_{adoptada}^{flex}$ [cm ²]	Armadura [cm ²]
6	281.0	167.7	120.4	291.75	432.91	12Ø25 (sup)
6	298.0	177.9	127.7	277.02	432.91	12Ø25 (sup)