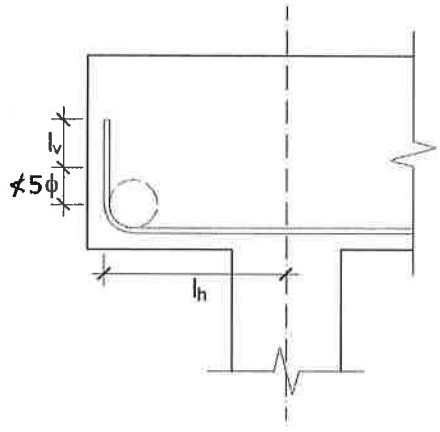


$l_{b,neta}$: Longitud neta de anclaje. $l_{b,neta}$: *379.0* mm

Siendo:

l_{bI}: Longitud básica de anclaje (Para barras en posición I) l_{bI} : *600.0* mm

Donde:

Ø: Diámetro de la barra. **Ø** : *20.0* mm

m: Coeficiente numérico, con los valores indicados en la tabla 69.5.1.2.a en función del tipo de acero, obtenido a partir de los resultados experimentales realizados con motivo del ensayo de adeherencia de las barras. **m** : *1.5*

f_{yk}: Límite elástico garantizado del acero. f_{yk} : *500.00* N/mm²

β: Factor de reducción definido en la tabla 69.5.1.2.b. β : *0.7*

σ_{sd}: Tensión de trabajo de la armadura que se desea anclar, en la hipótesis de carga más desfavorable, en la sección desde la que se determinará la longitud de anclaje. σ_{sd} : *360.98* N/mm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : *400.00* N/mm²

La longitud neta de anclaje definida en 69.5.1.2 y 69.5.1.4 no podrá adoptar valores inferiores al mayor de los tres siguientes:

a) 10 Ø;

b) 150 mm;

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

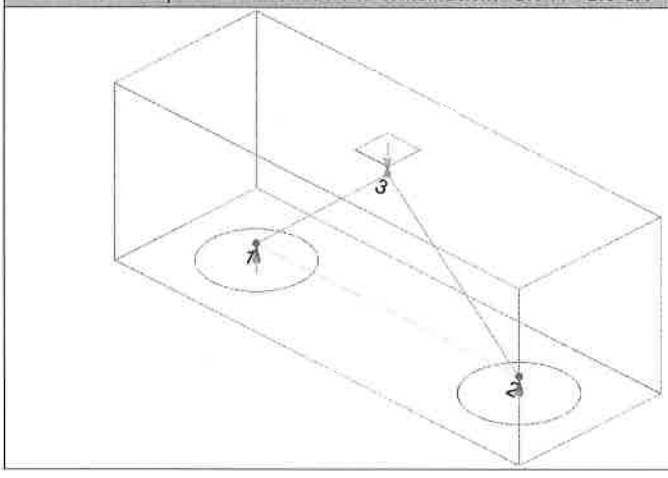
TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

c) La tercera parte de la longitud básica de anclaje para barras traccionadas y los dos tercios de dicha longitud para barras comprimidas.;

Elemento	m	Ø (mm)	f_{yk} (N/mm²)	l_b (mm)	β	σ_{sd} (N/mm²)	f_{yd} (N/mm²)	$l_{b,neta}$ (mm)	l_{disp} (mm)	η	Cumple
1 - 2	**1.5**	**20.0**	**500.00**	**600.0**	**0.7**	**360.98**	**400.00**	**379.0**	**1308.6**	**0.29**	✓

13.- AGOTAMIENTO DEL TIRANTE

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.6·PP+1.6·CM"



Elemento: 1 - 2

Nudo inicial	Nudo final
1	2
Reacciones (kN)	Solicitaciones (kN)
R1 = 1135.52 R2 = 1135.52	P1 = 2271.04

La tensión calculada en el tirante no ha de superar su capacidad resistente de cálculo (EHE-08, 40.2).

360.98 N/mm² ≤ 400.00 N/mm² ✓

Donde:

σ_{sd}: Tensión calculada en el tirante — σ_{sd} : *360.98* N/mm²

Siendo:

F_s: Fuerza calculada en el elemento — **F_s** : *1360.85* kN

A_s: Área asignada al elemento — **A_s** : *3769.92* mm²

Se considerará como resistencia de cálculo del acero f_{yd} el valor (EHE-08, 38.3):

f_{yd} : *400.00* N/mm²

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TE SUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

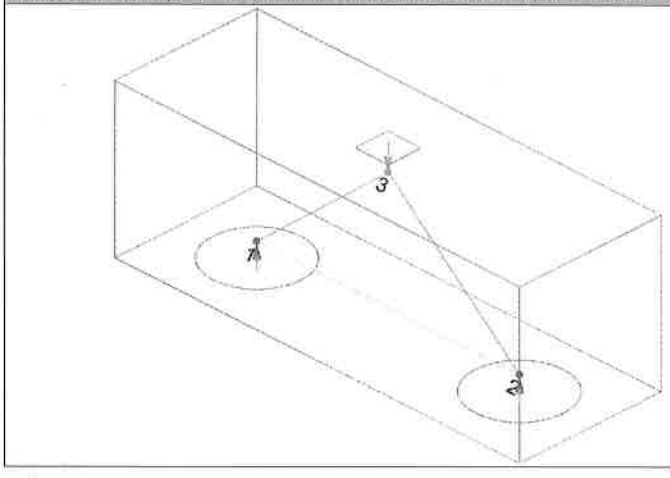
f_{yk}: Límite elástico característico — f_{yk} : *500.00* N/mm²

γ_s: Coeficiente parcial de seguridad definido en el Artículo 15° — γ_s : *1.15*

Elemento	f_{yd} (N/mm²)	A. real (mm²)	A. nec. (mm²)	F_s (kN)	σ_s (N/mm²)	η_s	Cumple
1 - 2	**400.00**	**3769.92**	**3402.13**	**1360.85**	**360.98**	**0.902**	✓

14.- AGOTAMIENTO DE LA BIELA

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.6·PP+1.6·CM"



Elemento: 3 - 1

Nudo inicial	Nudo final
3	1
Reacciones (kN)	Solicitaciones (kN)
R1 = 1135.52 R2 = 1135.52	P1 = 2271.04

La compresión en la biela no ha de superar su capacidad (EHE-08, 40.3).

7.56 N/mm² ≤ 11.67 N/mm² ✓

Donde:

σ_{cd}: Tensión calculada en la biela — σ_{cd} : *7.56* N/mm²

Siendo:

F_c: Fuerza calculada en el elemento — F_c : *1772.38* kN

A_c: Área asignada al elemento — A_c : *234417.60* mm²

f_{1cd}: Capacidad resistente de la biela (EHE-08, 40.3) — f_{1cd} : *11.67* N/mm²

β: Coeficiente de capacidad resistente — β : *0.70*

Se considerará como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor (EHE-08, 39.4):

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

f_{cd} : *16.67* N/mm²

α_{cc}: Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración. En esta Instrucción se adopta, con carácter general, el valor α_{cc} = 1. α_{cc} : *1.00*

f_{ck}: Resistencia característica de proyecto f_{ck} : *25.00* N/mm²

γ_c: Coeficiente parcial de seguridad que adopta los valores indicados en el Artículo 15° γ_c : *1.50*

Elemento	A. real (mm²)	A. nec. (mm²)	F_c (kN)	σ_c (N/mm²)	η_c	Cumple
3 - 1	**234417.60**	**151874.89**	**1772.38**	**7.56**	**0.648**	✓
3 - 2	234417.60	151874.89	1772.38	7.56	0.648	✓

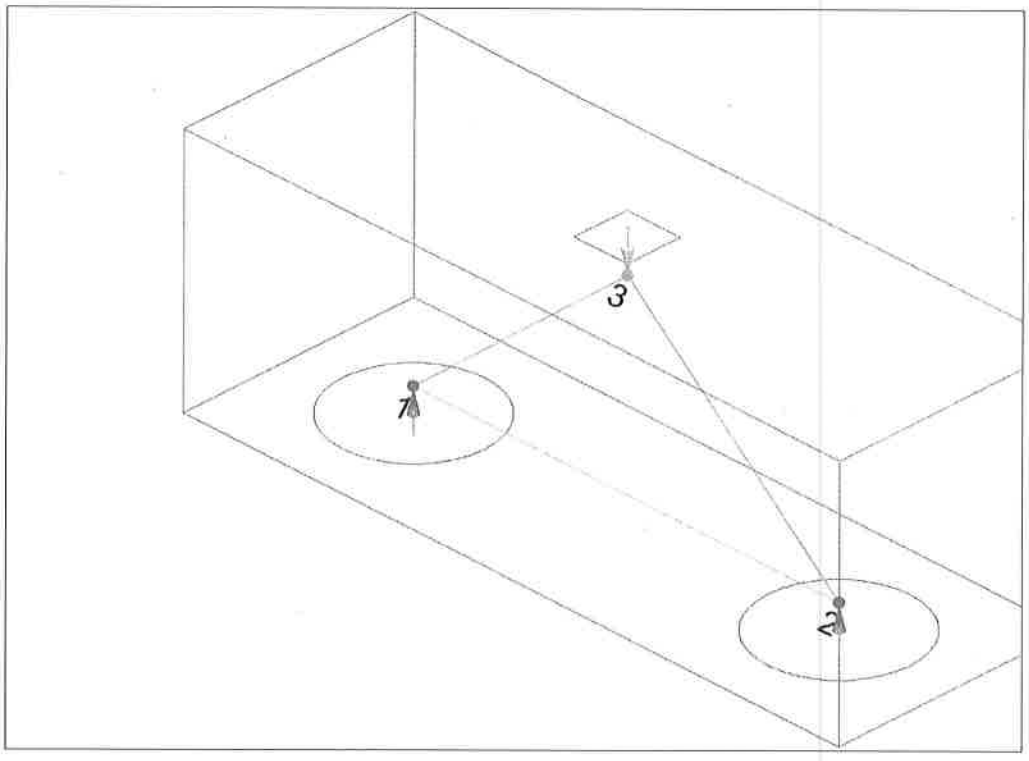
15.- NUDOS

Modelo de bielas y tirantes

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio A. Pongrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal



Los nudos deben estar concebidos, dimensionados y armados de tal forma que todos los esfuerzos actuantes estén equilibrados y los tirantes convenientemente anclados (EHE-08, 40.4.1).

El dimensionamiento y la disposición de nudos concentrados son críticos para determinar su capacidad resistente (UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.5.4(3)).

5.37 N/mm² ≤ 11.67 N/mm² ✓

Donde:

σ_{cd}: Tensión de compresión en el hormigón. σ_{cd} : *5.37* N/mm²

F_{cd}: Fuerza que actúa en el nudo (UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.5.4). F_{cd} : *1772.38* kN

A_c: Área de la sección transversal del hormigón (UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.5.4). A_c : *329838.5* mm²

Nudos con tirantes anclados (EHE-08, 40.4.3).

La capacidad resistente a compresión en este tipo de nudos es:

f_{2cd} : *11.67* N/mm²

Se considerará como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor (EHE-08, 39.4):

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. [illegible]
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

JULIO MANUEL ALVAREZ B.
INGENIERO CIVIL

ALVAREZ INGENIERIA

f_{cd} : *16.67* N/mm²

α_{cc}: Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración. En esta Instrucción se adopta, con carácter general, el valor $\alpha_{cc} = 1$.

α_{cc} : *1.00*

f_{ck}: Resistencia característica de proyecto

f_{ck} : *25.00* N/mm²

γ_c: Coeficiente parcial de seguridad que adopta los valores indicados en el Artículo 15°

γ_c : *1.50*

Nudos multicomprimidos (EHE-08, 40.4.2).
En nudos que conectan sólo bielas comprimidas:

Elemento	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_{cd} (N/mm²)	f_{2cd} (N/mm²)	Combinación de acciones	Cumple
3 - 1	**1772.38**	**234417.6**	**7.56**	**16.67**	**1.6·PP+1.6·CM**	✓
3 - 2	1772.38	234417.6	7.56	16.67	1.6·PP+1.6·CM	✓

Nudos con tirantes anclados (EHE-08, 40.4.3).
La capacidad resistente a compresión en este tipo de nudos es:

Elemento	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_{cd} (N/mm²)	f_{2cd} (N/mm²)	Combinación de acciones	Cumple
1	**1772.38**	**329838.5**	**5.37**	**11.67**	**1.6·PP+1.6·CM**	✓
2	1772.38	329838.5	5.37	11.67	1.6·PP+1.6·CM	✓

16.- CONSIDERACIONES DEL EFECTO GRUPO

De forma general, para el cálculo de los pilotes, no se considerará el efecto grupo para una separación entre ejes de pilotes igual o mayor a 3 diámetros (CTE DB-SE-C, 5.3.4.1.4).

2400.0 mm ≥ 2400.0 mm ✓

Separación entre ejes de pilotes : *2400.0* mm
Diámetro del pilote : *800.0* mm

17.- CAPACIDAD PORTANTE DEL PILOTE

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TESUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Se considera que el cortante se transmite, por medio de los encepados y las vigas centradoras y de atado existentes, directamente a la cabeza de los pilotes.

Se debe satisfacer:

Donde:

$N_{Ed,s}$: Esfuerzo normal máximo en servicio.

$N_{Rd,s}$: Axil máximo resistido.

Situación	Combinación de acciones	$N_{Ed,s}$ (t)	$N_{Rd,s}$ (t)	Cumple
Persistentes o transitorias	PP+CM	80.16	115.00	✓

CABEZAL 14

1.- CANTO MÍNIMO DEL ENCEPADO

El canto total mínimo en el borde de los elementos de cimentación de hormigón armado no será inferior a 25 cm si se apoyan sobre el terreno, ni a 40 cm si se trata de encepados sobre pilotes. Además, en este último caso el espesor no será, en ningún punto, inferior al diámetro del pilote (EHE-08, 58.8.1).

1000.0 mm ≥ 800.0 mm ✓

Donde:

h: Canto total. **h** : *1000.0* mm

h_{min}: Canto total mínimo. Se calcula como el mayor de los siguientes valores: **h_{min}** : *800.0* mm

$h_{min,1}$: *400.0* mm

$h_{min,2}$: *800.0* mm

Siendo:

a: Mayor dimensión de la sección del pilote. **a** : *800.0* mm

2.- VUELO LIBRE MÍNIMO DEL ENCEPADO

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

JULIO MANUEL ALVAREZ B.
INGENIERO CIVIL

La distancia existente entre cualquier punto del perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado no será inferior a 25 cm (EHE-08, 58.8.1).

250.0 mm ≥ 250.0 mm ✓

Donde:

v: Distancia existente entre el perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado. **v** : *250.0* mm

v_{min}: Distancia mínima entre el perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado. **v_{min}** : *250.0* mm

3.- DIMENSIONES MÍNIMAS DE LOS PILOTES

Los pilotes ejecutados en obra deberán tener su dimensión mínima mayor o igual a 25 cm (EHE-08, 58.6).

800.0 mm ≥ 250.0 mm ✓

Donde:

a: Dimensión del pilote. **a** : *800.0* mm

a_{min}: Dimensión mínima del pilote. **a_{min}** : *250.0* mm

4.- DISTANCIA LIBRE MÍNIMA ENTRE BARRAS PARALELAS

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a a_{min} (EHE-08, 69.4.1.1):

155.6 mm ≥ 20.0 mm ✓

El resultado pésimo se produce para las barras del siguiente grupo: Estribos xy.

Donde:

a: Distancia libre. **a** : *155.6* mm

a_{min}: Distancia mínima libre, obtenida como el mayor de los siguientes valores: **a_{min}** : *20.0* mm

a_1 : *20.0* mm

a_2 : *18.8* mm

a_3 : *12.0* mm

Siendo:

Ø: Diámetro de la barra. **Ø** : *12.0* mm

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio M. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

d_a: Tamaño máximo del árido. d_a : *15.0* mm

5.- DISTANCIA MÁXIMA ENTRE CENTROS DE BARRAS PARALELAS

La armadura dispuesta en las caras superior, inferior y laterales no distará más de 30 cm (EHE-08, 58.8.2).

220.8 mm ≤ 300.0 mm ✓

El resultado pésimo se produce para las barras del siguiente grupo: Estribos xz.

Donde:

s: Espaciamiento. s : *220.8* mm

s_{max}: Espaciamiento máximo. s_{max} : *300.0* mm

6.- RECUBRIMIENTOS

La instrucción establece unos recubrimientos mínimos de hormigón en función de la resistencia del mismo y de la clase de exposición (EHE-08, 37.2.4).

80.0 mm ≥ 80.0 mm ✓

Donde:

c: Recubrimiento. c : *80.0* mm

r_{nom}: Recubrimiento nominal. r_{nom} : *80.0* mm

Siendo:

r_{min}: Recubrimiento mínimo. r_{min} : *70.0* mm

Δr: Margen de recubrimiento del hormigón, en función del nivel de control de ejecución. Δr : *10.0* mm

Para cualquier clase de armaduras pasivas (incluso estribos) o armaduras activas pretesas, el recubrimiento no será, en ningún punto, inferior a los valores mínimos recogidos en las tablas 37.2.4.1.a, 37.2.4.1.b y 37.2.4.1.c ($r_{min,1}$).

Cuando se trate de superficies límites de hormigonado que en situación definitiva queden embebidas en la masa del hormigón, el recubrimiento no será menor que el diámetro de la barra o diámetro equivalente cuando se trate de grupo de barras ($r_{min,2}$), ni que 0,8 veces el tamaño máximo del árido ($r_{min,3}$).

En piezas hormigonadas contra el terreno, el recubrimiento mínimo será 70 mm ($r_{min,4}$), salvo que se haya preparado el terreno y dispuesto un hormigón de limpieza.

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio M. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Siendo:

Clase de exposición: IIa

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. f_{ck} : *25.00* N/mm²

t_g: Vida útil de proyecto, en años. t_g : *50 años*

d_a: Tamaño máximo del árido. d_a : *15.0* mm

Cara	$r_{min,1}$ (mm)	$r_{min,2}$ (mm)	$r_{min,3}$ (mm)	$r_{min,4}$ (mm)	r_{min} (mm)	Δr (mm)	r_{nom} (mm)	c (mm)	Cumple
Superior	15.0	12.0	12.0	-	15.0	10.0	25.0	50.0	✓
Inferior	15.0	12.0	12.0	-	15.0	10.0	25.0	100.0	✓
Lateral	**15.0**	**12.0**	**12.0**	**70.0**	**70.0**	**10.0**	**80.0**	**80.0**	✓

7.- ARMADURAS TRANSVERSALES

Los tirantes T_d indicados en la figura 61.1.b se dimensionarán para la tracción de cálculo indicada en las siguientes expresiones (EHE-08, 61.3).

361.92 kN ≥ 89.05 kN ✓

361.92 kN ≥ 89.05 kN ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.6·PP+1.6·CM.

T_{ad} : *89.05* kN

en sentido paralelo a *a*, y

T_{bd} : *89.05* kN

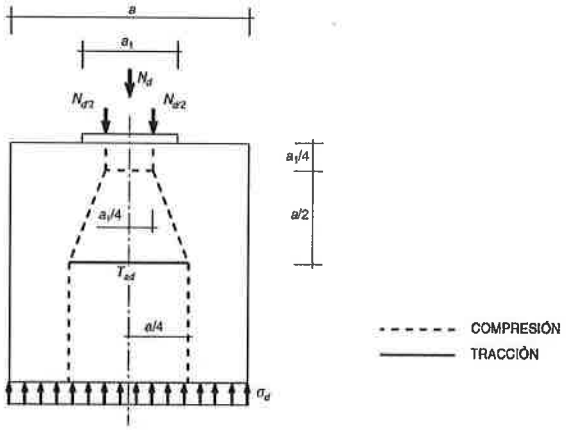
en sentido paralelo a *b*, con $f_{yd} \leq 400$ N/mm² (apartado 40.2)

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernandez
Representante Legal

JULIO MANUEL ALVAREZ B.
INGENIERO CIVIL



f_{yd} : 400.00 N/mm²
N_d : 569.94 kN
a : 800.0 mm
b : 800.0 mm
a_1 : 300.0 mm
b_1 : 300.0 mm
A_s : 904.8 mm²

8.- CAPACIDAD PORTANTE DEL PILOTE

Se debe satisfacer:

Donde:

$N_{Ed,s}$: Esfuerzo normal máximo en servicio.
$N_{Rd,s}$: Axil máximo resistido.

Situación	Combinación de acciones	$N_{Ed,s}$ (t)	$N_{Rd,s}$ (t)	Cumple
Persistentes o transitorias	PP+CM	40.54	115.00	✓

CABEZAL 9

1.- CANTO MÍNIMO DEL ENCEPADO

El canto total mínimo en el borde de los elementos de cimentación de hormigón armado no será inferior a 25 cm si se apoyan sobre el terreno, ni a 40 cm si se trata de encepados sobre pilotes. Además, en este último caso el espesor no será, en ningún punto, inferior a

l diámetro del pilote (EHE-08, 58.8.1).

1300.0 mm ≥ 800.0 mm ✓

Donde:

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Fangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

JULIO MANUEL ALVAREZ B.
INGENIERO CIVIL

h: Canto total. **h** : *1300.0* mm

h_{min}: Canto total mínimo. Se calcula como el mayor de los siguientes valores:

h_{min} : *800.0* mm

$h_{min,1}$: *400.0* mm

$h_{min,2}$: *800.0* mm

Siendo:

a: Mayor dimensión de la sección del pilote. **a** : *800.0* mm

2.- DISTANCIA MÁXIMA ENTRE EL PILOTE Y EL ARRANQUE

Dentro del grupo de cimentaciones rígidas se encuentran los encepados cuyo vuelo 'v' en la dirección principal de mayor vuelo es menor que '2·h' (EHE-08, 58.2.1).

1050.0 mm ≤ 2600.0 mm ✓

Donde:

h: Canto total. **h** : *1300.0* mm

v_{max}: Mayor distancia entre el perímetro del pilar y el eje del pilote. v_{max} : *1050.0* mm

3.- VUELO LIBRE MÍNIMO DEL ENCEPADO

La distancia existente entre cualquier punto del perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado no será inferior a 25 cm (EHE-08, 58.8.1).

250.0 mm ≥ 250.0 mm ✓

Donde:

v: Distancia existente entre el perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado. **v** : *250.0* mm

v_{min}: Distancia mínima entre el perímetro del pilote y el contorno exterior de la base del encepado. v_{min} : *250.0* mm

4.- DIMENSIONES MÍNIMAS DE LOS PILOTES

Los pilotes ejecutados en obra deberán tener su dimensión mínima mayor o igual a 25 cm (EHE-08, 58.6).

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

800.0 mm ≥ 250.0 mm ✓

Donde:

a: Dimensión del pilote. **a** : *800.0* mm

a_{min}: Dimensión mínima del pilote. a_{min} : *250.0* mm

5.- DIÁMETRO MÍNIMO DE LA ARMADURA LONGITUDINAL

Se recomienda que el diámetro de las armaduras a disponer en un elemento de cimentación no sea inferior a 12 mm (EHE-08, 58.8.2).

12.0 mm ≥ 12.0 mm ✓

El resultado pésimo se produce para las barras del siguiente grupo: Viga - Armado superior.

Donde:

Ø: Diámetro de la barra. **Ø** : *12.0* mm

$Ø_{min}$: Diámetro mínimo de la barra. $Ø_{min}$: *12.0* mm

6.- DISTANCIA LIBRE MÍNIMA ENTRE BARRAS PARALELAS

La distancia libre, horizontal y vertical, entre dos barras aisladas consecutivas debe ser igual o superior a a_{min} (EHE-08, 69.4.1.1):

68.0 mm ≥ 20.0 mm ✓

El resultado pésimo se produce para las barras del siguiente grupo: Viga - Estribos verticales.

Donde:

a: Distancia libre. **a** : *68.0* mm

a_{min}: Distancia mínima libre, obtenida como el mayor de los siguientes valores: a_{min} : *20.0* mm

a_1 : *20.0* mm

a_2 : *18.8* mm

a_3 : *12.0* mm

Siendo:

Ø: Diámetro de la barra. **Ø** : *12.0* mm

d_a: Tamaño máximo del árido. d_a : *15.0* mm

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernandez
Representante Legal

7.- DISTANCIA MÁXIMA ENTRE CENTROS DE BARRAS PARALELAS

La armadura dispuesta en las caras superior, inferior y laterales no distará más de 30 cm (EHE-08, 58.8.2).

103.1 mm ≤ 300.0 mm ✓

El resultado pésimo se produce para las barras del siguiente grupo: Viga - Estribos horizontales.

Donde:

s: Espaciamiento.	**s** : *103.1* mm
s_{max}: Espaciamiento máximo.	s_{max} : *300.0* mm

8.- CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA DE LOS ESTRIBOS HORIZONTALES

En los encepados sobre dos pilotes se debe adoptar una armadura horizontal y vertical dispuesta en retícula en las caras laterales. La cuantía de estas armaduras, referida al área de la sección de hormigón perpendicular a su sección, será, como mínimo, de 0.0040. Si el ancho supera la mitad del canto, la sección de referencia se toma con un ancho igual a la mitad del canto (EHE-08, Artículo 58.4.1.2.1.2). Aunque este artículo no sería estrictamente aplicable en este caso, se considera que esta limitación también se debe aplicar a los encepados lineales sobre varios pilotes, dado que, tal como se indica en los comentarios al artículo, esta armadura está prevista para absorber las posibles excentricidades que se pueden producir en el encepado, por un desplazamiento accidental de los pilotes con respecto a su posición teórica, o por la presencia de un momento flector transversal en el pilar.

0.0048 ≥ 0.0040 ✓

Donde:

ρ: Cuantía geométrica.	**ρ** : *0.0048*

Siendo:

A_s: Área de la sección de la armadura.	A_s : *4021.2* mm²
A_c: Área de la sección del hormigón.	A_c : *845000.0* mm²
ρ_{min}: Cuantía geométrica mínima.	ρ_{min} : *0.0040*

9.- CUANTÍA GEOMÉTRICA MÍNIMA DE LOS ESTRIBOS VERTICALES

En los encepados sobre dos pilotes se debe adoptar una armadura horizontal y vertical dispuesta en retícula en las caras laterales. La cuantía de estas armaduras, referida al

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernandez
Representante Legal

área de la sección de hormigón perpendicular a su sección, será, como mínimo, de 0.0040. Si el ancho supera la mitad del canto, la sección de referencia se toma con un ancho igual a la mitad del canto (EHE-08, Artículo 58.4.1.2.1.2). Aunque este artículo no sería estrictamente aplicable en este caso, se considera que esta limitación también se debe aplicar a los encepados lineales sobre varios pilotes, dado que, tal como se indica en los comentarios al artículo, esta armadura está prevista para absorber las posibles excentricidades que se pueden producir en el encepado, por un desplazamiento accidental de los pilotes con respecto a su posición teórica, o por la presencia de un momento flector transversal en el pilar.

0.0043 ≥ 0.0040 ✓

Donde:

ρ: Cuantía geométrica. **ρ** : *0.0043*

Siendo:

A_s: Área de la sección de la armadura. **A_s** : *10405.2* mm²

A_c: Área de la sección del hormigón. **A_c** : *2405000.0* mm²

ρ_{min}: Cuantía geométrica mínima. **ρ_{min}** : *0.0040*

10.- RECUBRIMIENTOS

La instrucción establece unos recubrimientos mínimos de hormigón en función de la resistencia del mismo y de la clase de exposición (EHE-08, 37.2.4).

80.0 mm ≥ 80.0 mm ✓

Donde:

c: Recubrimiento. **c** : *80.0* mm

r_{nom}: Recubrimiento nominal. **r_{nom}** : *80.0* mm

Siendo:

r_{min}: Recubrimiento mínimo. **r_{min}** : *70.0* mm

Δr: Margen de recubrimiento del hormigón, en función del nivel de control de ejecución. **Δr** : *10.0* mm

Para cualquier clase de armaduras pasivas (incluso estribos) o armaduras activas pretesas, el recubrimiento no será, en ningún punto, inferior a los valores mínimos recogidos en las tablas 37.2.4.1.a, 37.2.4.1.b y 37.2.4.1.c ($r_{min,1}$).

Cuando se trate de superficies límites de hormigonado que en situación definitiva queden embebidas en la masa del hormigón, el recubrimiento no será menor que el diámetro de la barra o diámetro equivalente cuando se trate de grupo de barras ($r_{min,2}$), ni que 0,8 veces el tamaño máximo del árido ($r_{min,3}$).

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

En piezas hormigonadas contra el terreno, el recubrimiento mínimo será 70 mm ($r_{min,4}$), salvo que se haya preparado el terreno y dispuesto un hormigón de limpieza.

Siendo:

Clase de exposición: IIa

f_{ck}: Resistencia característica del hormigón. **f_{ck}** : *25.00* N/mm²

t_g: Vida útil de proyecto, en años. **t_g** : *50 años*

d_a: Tamaño máximo del árido. **d_a** : *15.0* mm

Cara	$r_{min,1}$ (mm)	$r_{min,2}$ (mm)	$r_{min,3}$ (mm)	$r_{min,4}$ (mm)	r_{min} (mm)	Δr (mm)	r_{nom} (mm)	c (mm)	Cumple
Superior	15.0	12.0	12.0	-	15.0	10.0	25.0	50.0	✓
Inferior	15.0	20.0	12.0	-	20.0	10.0	30.0	112.0	✓
Lateral	**15.0**	**12.0**	**12.0**	**70.0**	**70.0**	**10.0**	**80.0**	**80.0**	✓

11.- CAPACIDAD MECÁNICA DE LA ARMADURA SUPERIOR

Se dispondrá una armadura longitudinal dispuesta en la cara superior del encepado y extendida, sin escalonar, en toda la longitud del mismo. Su capacidad mecánica no será inferior a 1/10 de la capacidad mecánica de la armadura inferior (EHE-08, 58.4.1.2.1.2).

542.88 kN ≥ 100.53 kN ✓

Donde:

$A_{s,inf}$: Área de la sección de la armadura, situada en la cara inferior del encepado. **$A_{s,Inf}$** : *2513.3* mm²

$A_{s,sup}$: Área de la sección de la armadura, situada en la cara superior del encepado. **$A_{s,sup}$** : *1357.2* mm²

Se considerará como resistencia de cálculo del acero f_{yd} el valor (EHE-08, 38.3):

f_{yd} : *400.00* N/mm²

f_{yk}: Límite elástico característico **f_{yk}** : *500.00* N/mm²

γ_s: Coeficiente parcial de seguridad definido en el Artículo 15° γ_s : *1.15*

12.- LONGITUD DE ANCLAJE

Para barras con patilla se debe cumplir (EHE-08, 69.5):

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

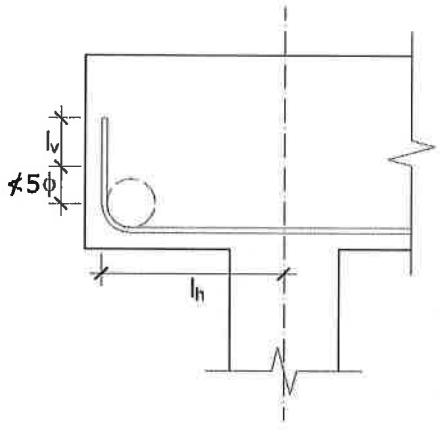
Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

1308.6 mm ≥ 379.0 mm ✓

Donde:

l_{disp}: Longitud de anclaje disponible. **l_{disp}** : *1308.6* mm



$l_{b,neta}$: Longitud neta de anclaje. **$l_{b,neta}$** : *379.0* mm

Siendo:

l_{bI}: Longitud básica de anclaje (Para barras en posición I) **l_{bI}** : *600.0* mm

Donde:

Ø: Diámetro de la barra. **Ø** : *20.0* mm

m: Coeficiente numérico, con los valores indicados en la tabla 69.5.1.2.a en función del tipo de acero, obtenido a partir de los resultados experimentales realizados con motivo del ensayo de adeherencia de las barras. **m** : *1.5*

f_{yk}: Límite elástico garantizado del acero. **f_{yk}** : *500.00* N/mm²

β: Factor de reducción definido en la tabla 69.5.1.2.b. β : *0.7*

σ_{sd}: Tensión de trabajo de la armadura que se desea anclar, en la hipótesis de carga más desfavorable, en la sección desde la que se determinará la longitud de anclaje. **σ_{sd}** : *360.98* N/mm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{yd}** : *400.00* N/mm²

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante L

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

La longitud neta de anclaje definida en 69.5.1.2 y 69.5.1.4 no podrá adoptar valores inferiores al mayor de los tres siguientes:

a) 10 Ø;

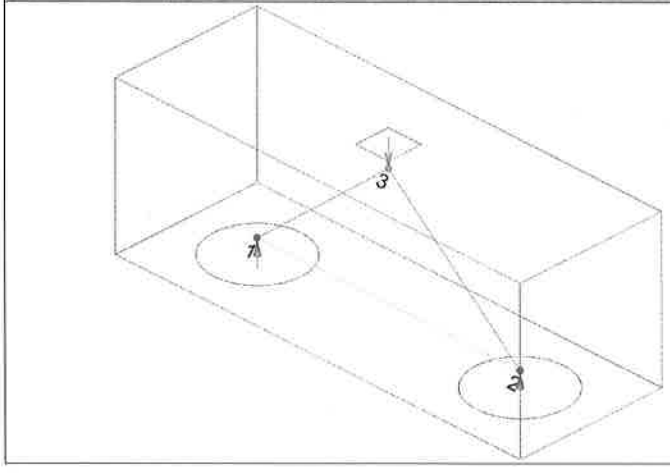
b) 150 mm;

c) La tercera parte de la longitud básica de anclaje para barras traccionadas y los dos tercios de dicha longitud para barras comprimidas.;

Elemento	m	Ø (mm)	f_{yk} (N/mm²)	l_b (mm)	β	σ_{sd} (N/mm²)	f_{yd} (N/mm²)	$l_{b,neta}$ (mm)	l_{disp} (mm)	η	Cumple
1 - 2	**1.5**	**20.0**	**500.00**	**600.0**	**0.7**	**360.98**	**400.00**	**379.0**	**1308.6**	**0.29**	✓

13.- AGOTAMIENTO DEL TIRANTE

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.6·PP+1.6·CM"



Elemento: 1 - 2

Nudo inicial	Nudo final
1	2
Reacciones (kN)	Solicitaciones (kN)
R1 = 1135.52 R2 = 1135.52	P1 = 2271.04

La tensión calculada en el tirante no ha de superar su capacidad resistente de cálculo (EHE-08, 40.2).

360.98 N/mm² ≤ 400.00 N/mm² ✓

Donde:

σ_{sd}: Tensión calculada en el tirante σ_{sd} : *360.98* N/mm²

Siendo:

F_s: Fuerza calculada en el elemento F_s : *1360.85* kN

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

A_s: Área asignada al elemento **A_s** : *3769.92* mm²

Se considerará como resistencia de cálculo del acero f_{yd} el valor (EHE-08, 38.3):

f_{yd} : *400.00* N/mm²

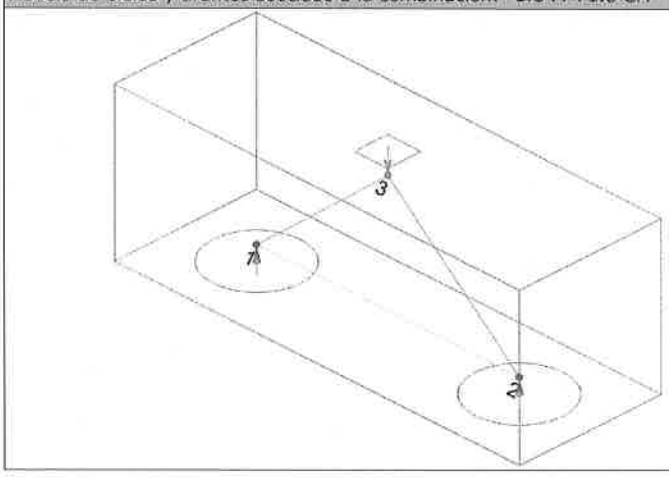
f_{yk}: Límite elástico característico **f_{yk}** : *500.00* N/mm²

γ_s: Coeficiente parcial de seguridad definido en el Artículo 15° γ_s : *1.15*

Elemento	f_{yd} (N/mm²)	A. real (mm²)	A. nec. (mm²)	F_s (kN)	σ_s (N/mm²)	η_s	Cumple
1 - 2	**400.00**	**3769.92**	**3402.13**	**1360.85**	**360.98**	**0.902**	✓

14.- AGOTAMIENTO DE LA BIELA

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.6·PP+1.6·CM"



Elemento: 3 - 1

Nudo inicial	Nudo final
3	1
Reacciones (kN)	Solicitaciones (kN)
R1 = 1135.52 R2 = 1135.52	P1 = 2271.04

La compresión en la biela no ha de superar su capacidad (EHE-08, 40.3).

7.56 N/mm² ≤ 11.67 N/mm² ✓

Donde:

σ_{cd}: Tensión calculada en la biela σ_{cd} : *7.56* N/mm²

Siendo:

F_c: Fuerza calculada en el elemento **F_c** : *1772.38* kN

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio [illegible] Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernandez
Representante Legal

$\mathbf{A_c}$: Área asignada al elemento — $\mathbf{A_c}$: *234417.60* mm²

$\mathbf{f_{1cd}}$: Capacidad resistente de la biela (EHE-08, 40.3) — $\mathbf{f_{1cd}}$: *11.67* N/mm²

β: Coeficiente de capacidad resistente — β : *0.70*

Se considerará como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor (EHE-08, 39.4):

$\mathbf{f_{cd}}$: *16.67* N/mm²

α_{cc}: Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración. En esta Instrucción se adopta, con carácter general, el valor α_{cc} = 1. — α_{cc} : *1.00*

$\mathbf{f_{ck}}$: Resistencia característica de proyecto — $\mathbf{f_{ck}}$: *25.00* N/mm²

γ_c: Coeficiente parcial de seguridad que adopta los valores indicados en el Artículo 15° — γ_c : *1.50*

Elemento	A. real (mm²)	A. nec. (mm²)	F_c (kN)	σ_c (N/mm²)	η_c	Cumple
3 - 1	**234417.60**	**151874.89**	**1772.38**	**7.56**	**0.648**	✓
3 - 2	234417.60	151874.89	1772.38	7.56	0.648	✓

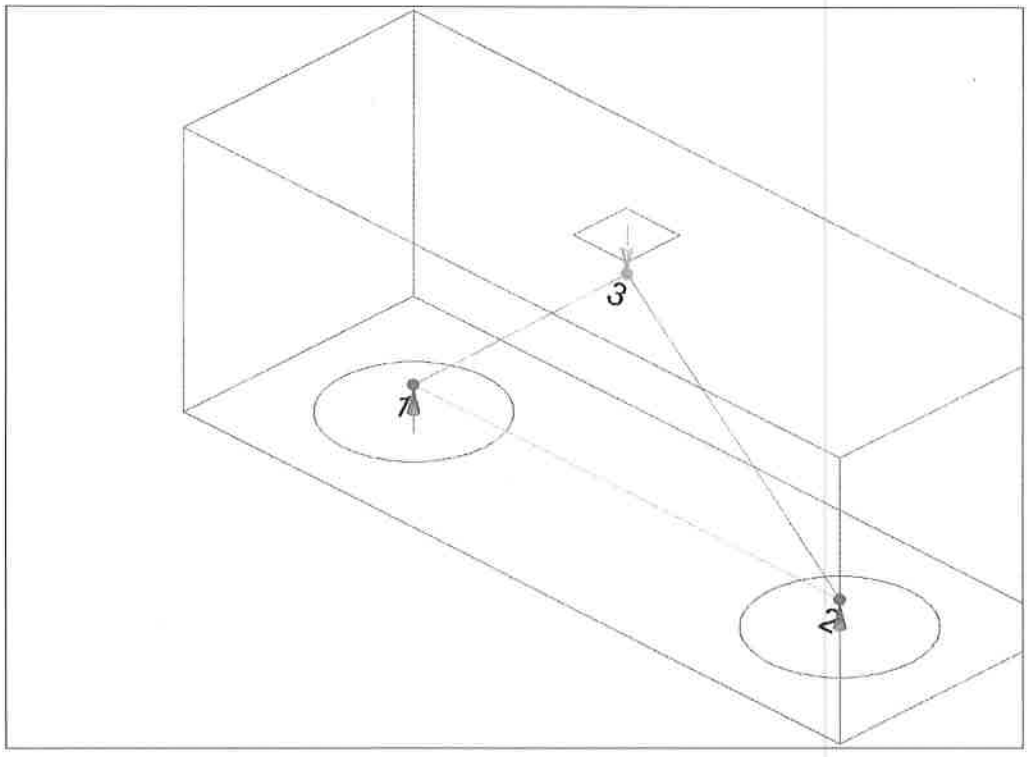
15.- NUDOS

Modelo de bielas y tirantes

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal



Los nudos deben estar concebidos, dimensionados y armados de tal forma que todos los esfuerzos actuantes estén equilibrados y los tirantes convenientemente anclados (EHE-08, 40.4.1).

El dimensionamiento y la disposición de nudos concentrados son críticos para determinar su capacidad resistente (UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.5.4(3)).

5.37 N/mm² ≤ 11.67 N/mm² ✓

Donde:

σ_{cd}: Tensión de compresión en el hormigón. σ_{cd} : *5.37* N/mm²

F_{cd}: Fuerza que actúa en el nudo (UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.5.4). **F_{cd}** : *1772.38* kN

A_c: Área de la sección transversal del hormigón (UNE-EN 1992-1-1:2010, 6.5.4). **A_c** : *329838.5* mm²

Nudos con tirantes anclados (EHE-08, 40.4.3).

La capacidad resistente a compresión en este tipo de nudos es:

f_{2cd} : *11.67* N/mm²

Se considerará como resistencia de cálculo del hormigón en compresión el valor (EHE-08, 39.4):

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

f_{cd} : *16.67* N/mm²

α_{cc}: Factor que tiene en cuenta el cansancio del hormigón cuando está sometido a altos niveles de tensión de compresión debido a cargas de larga duración. En esta Instrucción se adopta, con carácter general, el valor $\alpha_{cc} = 1$. α_{cc} : *1.00*

f_{ck}: Resistencia característica de proyecto f_{ck} : *25.00* N/mm²

γ_c: Coeficiente parcial de seguridad que adopta los valores indicados en el Artículo 15° γ_c : *1.50*

Nudos multicomprimidos (EHE-08, 40.4.2).
En nudos que conectan sólo bielas comprimidas:

Elemento	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_{cd} (N/mm²)	f_{2cd} (N/mm²)	Combinación de acciones	Cumple
3 - 1	**1772.38**	**234417.6**	**7.56**	**16.67**	**1.6·PP+1.6·CM**	✓
3 - 2	1772.38	234417.6	7.56	16.67	1.6·PP+1.6·CM	✓

Nudos con tirantes anclados (EHE-08, 40.4.3).
La capacidad resistente a compresión en este tipo de nudos es:

Elemento	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_{cd} (N/mm²)	f_{2cd} (N/mm²)	Combinación de acciones	Cumple
1	**1772.38**	**329838.5**	**5.37**	**11.67**	**1.6·PP+1.6·CM**	✓
2	1772.38	329838.5	5.37	11.67	1.6·PP+1.6·CM	✓

16.- CONSIDERACIONES DEL EFECTO GRUPO

De forma general, para el cálculo de los pilotes, no se considerará el efecto grupo para una separación entre ejes de pilotes igual o mayor a 3 diámetros (CTE DB-SE-C, 5.3.4.1.4).

2400.0 mm ≥ 2400.0 mm ✓

Separación entre ejes de pilotes : *2400.0* mm
Diámetro del pilote : *800.0* mm

17.- CAPACIDAD PORTANTE DEL PILOTE

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Recr...

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Se considera que el cortante se transmite, por medio de los encepados y las vigas centradoras y de atado existentes, directamente a la cabeza de los pilotes.

Se debe satisfacer:

Donde:

$N_{Ed,s}$: Esfuerzo normal máximo en servicio.
$N_{Rd,s}$: Axil máximo resistido.

Situación	Combinación de acciones	$N_{Ed,s}$ (t)	$N_{Rd,s}$ (t)	Cumple
Persistentes o transitorias	PP+CM	80.16	115.00	✓

2.- LISTADO DE VIGAS CANTILEVER

2.1.- Comprobación

Referencia: V1 [C2 - C1] (Viga cantilever)
-Dimensiones: 40.0 cm x 100.0 cm
-Armado superior: 8Ø25
-Armadura de piel: 2x2Ø12
-Armado inferior: 8Ø25
-Estribos: 1xØ10c/20

Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 8 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*		
- Armado superior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 3 cm	Cumple
- Armado inferior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Mínimo: 2 cm Calculado: 23.9 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Fangrazio

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Referencia: V1 [C2 - C1] (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 100.0 cm -Armado superior: 8Ø25 -Armadura de piel: 2x2Ø12 -Armado inferior: 8Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior:	Calculado: 3 cm	Cumple
- Armado inferior:	Calculado: 3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 23.9 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 3.14 cm²/m Calculado: 7.85 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0028	
- Armado inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0098	Cumple
- Armado superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0098	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)*	Calculado: 39.27 cm²	
- Armado inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.68 cm²	Cumple
- Armado superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 6.13 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 4.44 t·m Axil: ± 0.00 t Momento flector: -26.57 t·m Axil: ± 0.00 t	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Referencia: V1 [C2 - C1] (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 100.0 cm -Armado superior: 8Ø25 -Armadura de piel: 2x2Ø12 -Armado inferior: 8Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 30 cm Calculado: 31 cm	cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 39.81 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Referencia: V2 [P4 - P3] (Viga cantilever) -Dimensiones: 80.0 cm x 130.0 cm -Armado superior: 11Ø20 -Armadura de piel: 5x2Ø12 -Armado inferior: 11Ø20 -Estribos: 1xØ10c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm Calculado: 14 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08* - Armado superior: - Armado inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 2 cm Calculado: 4.8 cm Calculado: 4.8 cm Calculado: 18 cm	 Cumple Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

Referencia: V2 [P4 - P3] (Viga cantilever) -Dimensiones: 80.0 cm x 130.0 cm -Armado superior: 11Ø20 -Armadura de piel: 5x2Ø12 -Armado inferior: 11Ø20 -Estribos: 1xØ10c/15		
Comprobación	Valores	Estado
-Armado superior:	Calculado: 4.8 cm	Cumple
-Armado inferior:	Calculado: 4.8 cm	Cumple
-Armadura de piel:	Calculado: 18 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: -Situaciones persistentes: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 6.29 cm²/m Calculado: 10.47 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0028	
-Armado inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0033	Cumple
-Armado superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0033	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)*	Calculado: 34.55 cm²	
-Armado inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 12.13 cm²	Cumple
-Armado superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 7.39 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 56.87 t·m Axil: ± 0.00 t	Cumple
	Momento flector: -30.80 t·m Axil: ± 0.00 t	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: -Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 28 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: -Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 20 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: -Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 15 cm Calculado: 90 cm	Cumple

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Sarmiento
Representante Legal

Referencia: V3 [P5 - P6] (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 100.0 cm -Armado superior: 8Ø25 -Armadura de piel: 2x2Ø12 -Armado inferior: 8Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado superior:	Calculado: 3 cm	Cumple
- Armado inferior:	Calculado: 3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 23.9 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 3.14 cm²/m Calculado: 7.85 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0028	
- Armado inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0098	Cumple
- Armado superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0098	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)*	Calculado: 39.27 cm²	
- Armado inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 1.66 cm²	Cumple
- Armado superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 6.13 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 4.38 t·m Axil: ± 0.00 t Momento flector: -26.58 t·m Axil: ± 0.00 t	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

Referencia: V3 [P5 - P6] (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 100.0 cm -Armado superior: 8Ø25 -Armadura de piel: 2x2Ø12 -Armado inferior: 8Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 44 cm Calculado: 44 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 31 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 15 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 39.79 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: V5 (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 70.0 cm -Armado superior: 6Ø25 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armado inferior: 6Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 8 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08* - Armado superior: - Armado inferior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 3 cm Mínimo: 2.5 cm Calculado: 3 cm	Cumple Cumple

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernandez
Representante Legal

Referencia: V5 (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 70.0 cm -Armado superior: 6Ø25 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armado inferior: 6Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armadura de piel:	Mínimo: 2 cm Calculado: 26.9 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado superior:	Calculado: 3 cm	Cumple
- Armado inferior:	Calculado: 3 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 26.9 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 3.14 cm²/m Calculado: 7.85 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0028	
- Armado inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0105	Cumple
- Armado superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0105	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)*	Calculado: 29.45 cm²	
- Armado inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.15 cm²	Cumple
- Armado superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 4.29 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 0.27 t·m Axil: ± 0.00 t Momento flector: -52.33 t·m Axil: ± 0.00 t	Cumple Cumple
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

Referencia: V5 (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 70.0 cm -Armado superior: 6Ø25 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armado inferior: 6Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 30 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 30 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 29.90 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: V7 (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 70.0 cm -Armado superior: 6Ø25 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armado inferior: 6Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 8 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm Calculado: 19 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08* - Armado superior:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 3 cm	Cumple

Ing. Antonio Mangrazio
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Referencia: V7 (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 70.0 cm -Armado superior: 6Ø25 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armado inferior: 6Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior: - Armadura de piel:	Mínimo: 2.5 cm Calculado: 3 cm Mínimo: 2 cm Calculado: 26.9 cm	Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	 Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm	 Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08* - Armado superior: - Armado inferior: - Armadura de piel:	 Máximo: 30 cm Calculado: 3 cm Calculado: 3 cm Calculado: 26.9 cm	 Cumple Cumple Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	 Mínimo: 3.14 cm²/m Calculado: 7.85 cm²/m	 Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5* - Armado inferior (Situaciones persistentes): - Armado superior (Situaciones persistentes):	 Mínimo: 0.0028 Calculado: 0.0105 Calculado: 0.0105	 Cumple Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)* - Armado inferior (Situaciones persistentes): - Armado superior (Situaciones persistentes):	 Calculado: 29.45 cm² Mínimo: 0.15 cm² Mínimo: 4.29 cm²	 Cumple Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	 Momento flector: 0.27 t·m Axil: ± 0.00 t Momento flector: -52.33 t·m Axil: ± 0.00 t	 Cumple Cumple

Ing. Antonio Pangrazio

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Referencia: V7 (Viga cantilever) -Dimensiones: 40.0 cm x 70.0 cm -Armado superior: 6Ø25 -Armadura de piel: 1x2Ø12 -Armado inferior: 6Ø25 -Estribos: 1xØ10c/20		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 30 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 25 cm Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 30 cm Calculado: 31 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 29.90 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Referencia: V6 (Viga cantilever) -Dimensiones: 80.0 cm x 130.0 cm -Armado superior: 11Ø20 -Armadura de piel: 5x2Ø12 -Armado inferior: 11Ø20 -Estribos: 1xØ10c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 10 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm Calculado: 14 cm	Cumple

Ing. Antonio M. Fangrazio

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Referencia: V6 (Viga cantilever) -Dimensiones: 80.0 cm x 130.0 cm -Armado superior: 11Ø20 -Armadura de piel: 5x2Ø12 -Armado inferior: 11Ø20 -Estribos: 1xØ10c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: *Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08*	Mínimo: 2 cm	
- Armado superior:	Calculado: 4.8 cm	Cumple
- Armado inferior:	Calculado: 4.8 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 18 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Situaciones persistentes: *Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: *Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08*	Máximo: 30 cm	
- Armado superior:	Calculado: 4.8 cm	Cumple
- Armado inferior:	Calculado: 4.8 cm	Cumple
- Armadura de piel:	Calculado: 18 cm	Cumple
Cuantía mínima para los estribos: - Situaciones persistentes: *Norma EHE-08. Artículo 44.2.3.4.1*	Mínimo: 6.29 cm²/m Calculado: 10.47 cm²/m	Cumple
Cuantía geométrica mínima armadura traccionada: *Norma EHE-08. Artículo 42.3.5*	Mínimo: 0.0028	
- Armado inferior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0033	Cumple
- Armado superior (Situaciones persistentes):	Calculado: 0.0033	Cumple
Armadura mínima por cuantía mecánica de flexión compuesta: *Se aplica la reducción del artículo 42.3.2 (norma EHE-08)*	Calculado: 34.55 cm²	
- Armado inferior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 3.84 cm²	Cumple
- Armado superior (Situaciones persistentes):	Mínimo: 0.1 cm²	Cumple
Comprobación de armadura necesaria por cálculo a flexión compuesta: Situaciones persistentes:	Momento flector: 15.00 t·m Axil: ± 0.00 t Momento flector: -0.37 t·m Axil: ± 0.00 t	Cumple Cumple

Ing. Antonio M. Pangrazio
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
Ing. Joaquín Hernández
Representante Legal

Referencia: V6 (Viga cantilever) -Dimensiones: 80.0 cm x 130.0 cm -Armado superior: 11Ø20 -Armadura de piel: 5x2Ø12 -Armado inferior: 11Ø20 -Estribos: 1xØ10c/15		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje barras superiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 28 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel origen: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 15 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras superiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 28 cm Calculado: 57 cm	Cumple
Longitud de anclaje barras inferiores extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 20 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Longitud de anclaje de las barras de piel extremo: - Situaciones persistentes: *El anclaje se realiza a partir del eje de las columnas*	Mínimo: 15 cm Calculado: 43 cm	Cumple
Comprobación de cortante: - Situaciones persistentes:	Cortante: 10.29 t	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

Ing. Antonio V. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

ANEXO 7

Memoria de cálculo vigas pretensadas y losetas

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

RDA ingeniería de calidad

ROTESMA
VIGAS PREFABRICADAS PRETENSADAS 20m
Memoria de cálculo
10/3/21 – REV. 00

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

REGISTRO DE REVISIONES

Rev.	Fecha	Autor	Descripción
00	10/03/2021	AS	Emisión Memoria de cálculo

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Frangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

ÍNDICE

1. ANTECEDENTES Y OBJETO 4
2. DATOS DE PARTIDA 4
3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS ELEMENTOS 4
4. BASES DE CÁLCULO 6
4.1. Normativa aplicable 6
4.2. Materiales 6
4.2.1. Condiciones de durabilidad 6
4.2.2. Recubrimientos 6
4.2.3. Hormigones 7
4.2.4. Aceros 7
4.3. Hipótesis de carga 7
4.3.1. Peso propio y cargas muertas 8
4.3.2. Fuerzas debidas a deformaciones superimpuestas. 8
4.3.3. Cargas vivas, componentes verticales. 11
4.4. BASES DE PROYECTO 13
4.4.1. FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES DE CARGA. 13
4.4.2. COMBINACIÓN DE ACCIONES 13
5. VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL 15
5.1. Vigas longitudinales 15
5.2. Prelosas 16
6. ANEXOS DE CÁLCULO 17

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

1. ANTECEDENTES Y OBJETO

La empresa ROTESMA, a través del Ing. Fernando Radío, solicitó a RDA ingeniería la redacción del proyecto ejecutivo de unas vigas prefabricadas pretensadas de 20m de longitud, calculadas con los criterios y geometrías presentados en los tableros del manual del MOPC, de modo que sirvan como alternativa a las vigas postensadas presentadas en dicho manual.

En este documento se describen las bases de cálculo y los procesos que se emplean en el dimensionamiento y comprobación de los distintos elementos estructurales y la metodología de análisis que se utiliza para cada uno de ellos.

En los Anexos se presentan los resultados de los cálculos que justifican las soluciones que se adoptan.

2. DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida para la realización del proyecto son:

- MANUAL CON DISEÑOS ESTRUCTURALES ESTANDARIZADOS PARA PUENTES DE HORMIGÓN ARMADO DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES.

3. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS ELEMENTOS

Se trata de vigas prefabricadas pretensadas, con un canto de 1.25m y una longitud total de 19.95m. El ancho de las alas tanto superior como inferior es de 0.40m.

A continuación se muestra una sección de la viga:

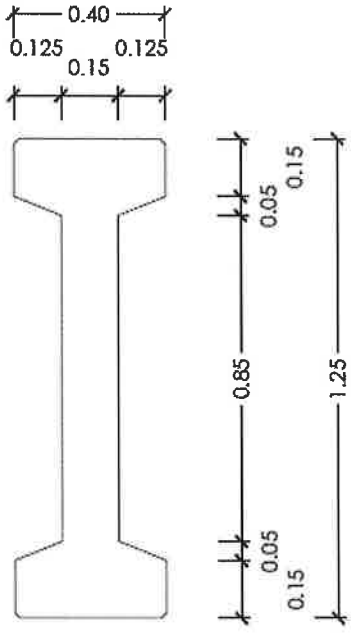


Figura 1 - Sección de la viga

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

La armadura activa se compone de 12 cordones de 0.6" de diámetro, de acero Y 1860 S7.

Como ya se mencionó, sustituirán a las vigas postensadas del tablero de 20m presentado en el manual estandarizado del MOPC. Dicho tablero tiene un ancho de 10m, con 4 vigas colocadas con una separación a eje de 2.40m y los extremos en voladizo. La losa tiene un espesor de 22cm, y el manual presenta 2 opciones, tanto hacerlo enteramente in situ como con prelosas de 8cm colaborantes y los restantes 14cm vaciados in situ con la armadura restante.

Se muestra a continuación una sección del tablero extraída del manual.

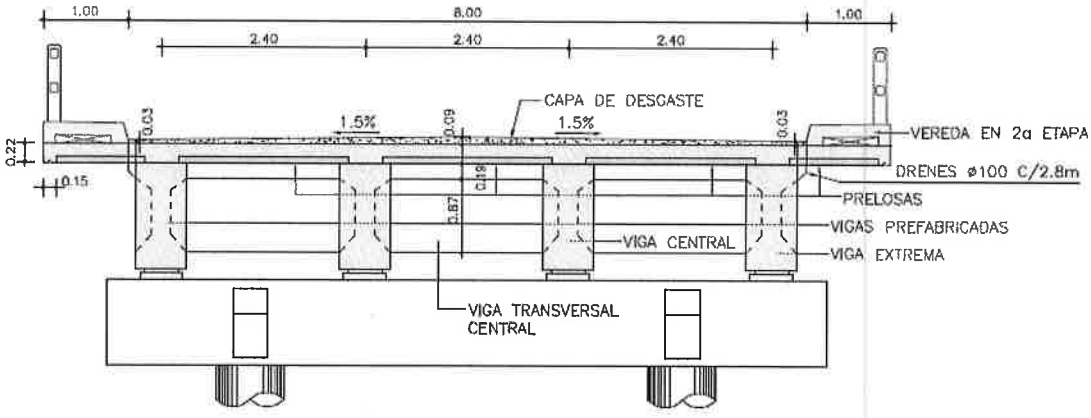


Figura 2 - Sección de tablero de 20m extraída del manual estandarizado, opción con prelosas

Las vigas postensadas presentadas en el manual tienen un ancho de ala superior de 0.60m, es decir 0.20m mayor al de la sección planteada en este caso. Por lo tanto, para el caso con prelosas, las presentadas en el manual son incompatibles con esta sección y por lo tanto se presentan en este proyecto unas con geometría ajustada.

Se muestran a continuación dichas prelosas:

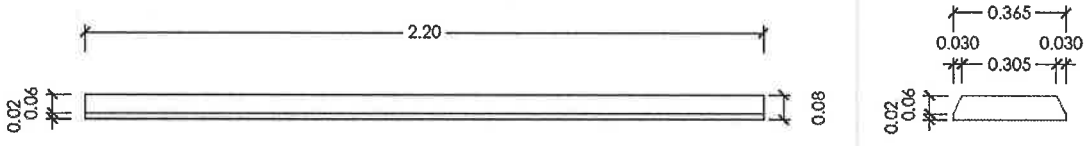


Figura 3 - Prelosas centrales

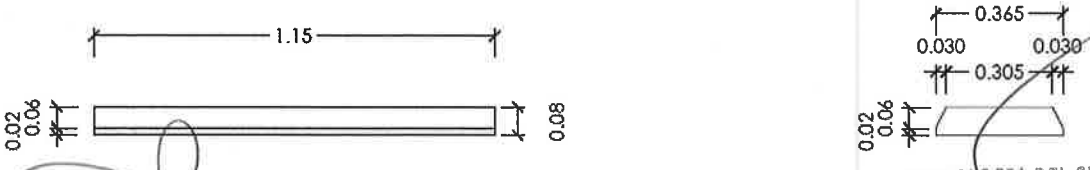


Figura 4 - Prelosas extremas

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio M. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

4. BASES DE CÁLCULO

4.1. Normativa aplicable

La normativa a emplear para el diseño estructural se regirá por las especificaciones de la Asociación Americana de Oficiales de Transporte y Carreteras (AASHTO), en concreto la versión 2012 de la Norma AASHTO LRFD. El modelo nocional de carga viva será el HL93.

4.2. Materiales

4.2.1. Condiciones de durabilidad

Se considera una vida útil de la estructura de 100 años.

Desde el punto de vista de la clase de exposición del hormigón a la corrosión se trata de una estructura con elementos expuestos a la lluvia. Se trata por lo tanto de una situación bastante favorable desde el tipo de la corrosión, que no requiere la adopción de medidas especiales.

En cualquier caso, y en lo que al hormigón respecta, se debe resaltar que las prescripciones se deben orientar a asegurar que:

- Se dosifique el hormigón con una mínima cantidad de cemento.
- Se emplee una relación agua/cemento que no supere los máximos indicados (ambas cuestiones se definen en las tablas 37.3.2.a y 37.3.2.b);
- En el caso particular de esta estructura:
  - En los elementos de hormigón armado, la relación agua-cemento máxima utilizada será a/c = 0.60 y el contenido mínimo de cemento será de 275 kg/m^3.
  - Para los elementos de hormigón pretensado, la relación agua-cemento máxima utilizada será a/c = 0.60 y el contenido mínimo de cemento será de 300 kg/m^3.
- Se disponen separadores para garantizar que los recubrimientos son al menos los consignados en los planos (como se indica en el artículo 66.2).
- Se efectúan una correcta puesta en obra del hormigón y un curado suficiente (artículos 70° a 75°).

Todo ello se refleja oportunamente en los planos, al igual que el recubrimiento nominal consignado de las armaduras.

Ing. Antonio R. Pangrazio
Representante Legal

4.2.2. Recubrimientos

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Se deberá de verificar que cualquier armadura pasiva (incluso estribos) cumpla que la distancia entre la superficie exterior de la armadura y la superficie del hormigón más cercana sea igual o superior al valor:

$r_{nom} = r_{min} + \Delta r$

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

r_{nom} : Recubrimiento nominal que depende de la clase de exposición e incluye un margen de tolerancia durante su colocación en función del nivel de control de ejecución. Este valor es el que debe definirse en proyecto.

$r_{mín}$: Recubrimiento mínimo según tipo de exposición ambiental.

Δr: Margen de recubrimiento según el nivel de control de ejecución (en mm):

En base a los conceptos anteriormente definidos, se indica a continuación el valor a adoptar para el recubrimiento nominal en función de la resistencia del hormigón, clase de exposición y tipo de elemento estructural:

- Elementos ejecutados mediante hormigón in situ: 30 mm.
- Elementos ejecutados mediante hormigón prefabricado: 30 mm.

4.2.3. Hormigones

Los hormigones a emplear en la estructura del proyecto tendrán las siguientes características:

- Hormigón en prelosas — fc'-25 MPa (HA)/ F/ 12
- Hormigón en vigas longitudinales — fc '50 MPa (HP)/ F / 12

La tipificación del hormigón tiene el significado siguiente:

- *HA, HP:* Hormigón armado; Hormigón pretensado.
- *25,50:* Resistencia característica en N/mm2;
- *F:* Consistencia fluida
- *12:* Tamaño máximo del agregado;

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

4.2.4. Aceros

El tipo de acero a emplear en las armaduras pasivas será del tipo AP 500 DN, con un límite elástico de 500 N/mm².

El tipo de acero a emplear en las armaduras activas será del tipo Y 1860 S7, con un límite elástico de 1860 N/mm².

Ing. Antonio M. Pangrazio
Representante Legal

4.3. Hipótesis de carga

Para la determinación de acciones se han seguido los criterios especificados en la *Norma AASTO LFRD, en su sección 3. Las acciones a considerar en el Proyecto de este tablero se indican a continuación:*

CR: Retracción	IM: Coeficiente de impacto
DW: Carga permanente	LS: Sobrecarga distribuida

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

DC: Peso propio	LL: sobrecarga de vehículos
PS: Fuerzas secundarias del postensado.	PL: Sobrecarga de peatones
SH: Efectos de fluencia	TU: Variación uniforma de temperatura
TG: Gradiente térmico	

4.3.1. Peso propio y cargas muertas.

4.3.1.1. Peso propio de los componentes (DC).

Esta acción es la que corresponde al peso de los elementos estructurales, evaluado mediante el área teórica de las secciones multiplicada por el peso específico de los materiales. Para los elementos estructurales dispuestos en este proyecto se han considerado los siguientes pesos específicos:

- Hormigón armado y preesforzado: 25.00 kN/m³

4.3.1.2. Cargas permanentes (DW).

Son las debidas al peso de los elementos no estructurales que gravitan sobre los estructurales tales como: pavimentos de calzada y las barreras de seguridad e impostas dispuestas en los bordes del tablero.

- Pavimento en calzada: Se considera una densidad de 23 kN/m³. Se ha considerado un espesor promedio de 6 cm, que resulta en una carga distribuida de 1.38 kN/m².
- Acera prefabricada: Se considera la sección de la acera definida en el manual, resultando en una carga de 4.45 kN/m distribuida en el metro de ancho que esta ocupa.
- Barandas: Se consideran las barandas definidas en el manual, con una carga de 0.98 kN/m.

4.3.2. Fuerzas debidas a deformaciones superimpuestas.

4.3.2.1. Acción térmica.

4.3.2.1.1. Componente Uniforme de la Temperatura (TU).

A efectos de la determinación de los valores representativos de la acción térmica, se emplea el procedimiento B. Para un puente de hormigón, en un clima moderado, los valores a adoptar son los siguientes:

- $\Delta T_{MAX,\ DESIGN}$: 27.00 °C
- $\Delta T_{MIN,\ DESIGN}$: -12.00 °C

Ing. Antonio N. Fangrazio

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

4.3.2.1.2. Gradiente de Temperatura (TG).

Para un de hormigón, el gradiente de temperatura a considerar se obtiene de la figura indicada a continuación:

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

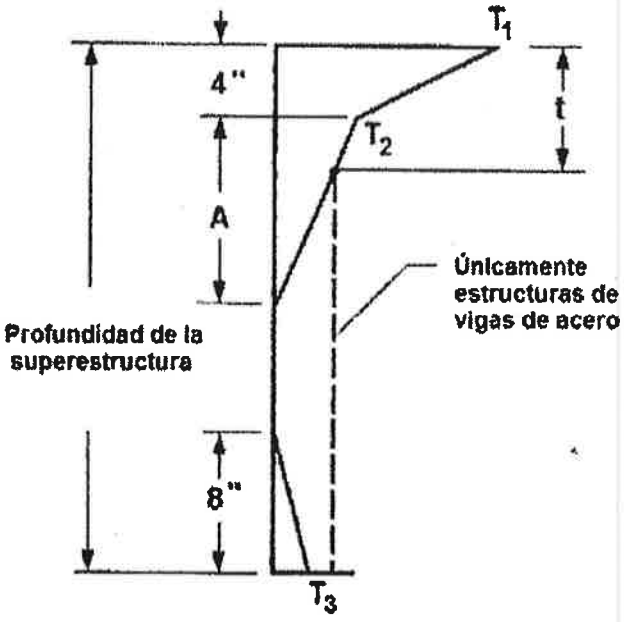


Figura 4.1: Gradiente de temperatura.

Se adoptan los siguientes valores para la temperatura (se adoptan los indicados en el Manual de Carreteras de Paraguay), para un puente con 5 cm de asfalto:

- T_1: 35 °C
- T_2: 15 °C
- T_3: 5.00 °C
- A: 300 mm.

4.3.2.2. Acciones reológicas:

La retracción diferencial y el flujo plástico se determinan según el apartado 5.4.2.3.2 de la LFRD:

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Parigrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

$$\psi(t,t_i) = 1.9 k_s k_{hc} k_f k_{td} t_i^{-0.118} \qquad (5.4.2.3.2\text{-}1)$$

in which:

$$k_s = 1.45 - 0.13(V/S) \geq 1.0 \qquad (5.4.2.3.2\text{-}2)$$

$$k_{hc} = 1.56 - 0.008H \qquad (5.4.2.3.2\text{-}3)$$

$$k_f = \frac{5}{1 + f'_{ci}} \qquad (5.4.2.3.2\text{-}4)$$

$$k_{td} = \left(\frac{t}{61 - 4f'_{ci} + t} \right) \qquad (5.4.2.3.2\text{-}5)$$

Dónde:

- H: Humedad relativa del aire en %, 85% en este caso.
- K_s: factor de ratio: Volumen-Superficie
- K_f: factor de la resistencia del concreto
- K_{hc}: factor del efecto de la humedad en retracción
- K_{td}: factor de tiempo
- t: edad del concreto desde su puesta en carga en días
- t_i: edad en días para la aplicación de la carga i.
- V/S: volumen por unidad de superficie en pulgadas. En la superficie se empleará la mitad de la interior si esta no está ventilada.
- f_{ci}: resistencia del hormigón en el momento de puesta en carga, si no hay datos se tomara 0.8 f´c

4.3.2.2.1. Retracción diferencial (CR).

La deformación por retracción se ha contemplado calculando la deformación unitaria en cada una de las zonas del tablero. Se ha estimado el siguiente valor para la deformación por retracción:

$$k_c = \left[\frac{t}{\frac{26\, e^{0.36(V/S)} + t}{t}} \right] \left[\frac{1.80 + 1.77\, e^{-0.54(V/S)}}{2.587} \right] \qquad (C5.4.2.3.2\text{-}1)$$

La justificación de los valores se adjunta como anexo en el apartado de hipótesis de carga.

4.3.2.2.2. Flujo Plástico (SE).

Se ha calculado la deformación por flujo plástico en el hormigón, que es una deformación diferida dependiente de la tensión, en el instante t, para una tensión constante aplicada en to:

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio Fernández
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

$$k_s = \left[\frac{t}{\frac{26e^{0.36(V/S)}+t}{45+t}}\right]\left[\frac{1064-94(V/S)}{923}\right]$$

(C5.4.2.3.2-2)

La justificación de los cálculos se adjunta como anexo en el apartado de hipótesis de carga.

4.3.2.3. Pretensado (PS).

Las acciones debidas al postensado se deducen de las fuerzas de postensado de los tendones que constituyen su armadura activa. Estas acciones varían a lo largo de su trazado y en el transcurso del tiempo.

En cada tendón se aplica una fuerza de tesado, que en la zona de anclaje adopta el valor P_0. Se obtienen los valores de las pérdidas instantáneas (ΔP_i) y diferidas (ΔP_{dif}) de este valor inicial de la fuerza de tesado. El valor característico de la fuerza de pretensado en una sección y fase cualquiera será: $P_k=P_o- \Delta Pi - \Delta P_{dif.}$

La justificación de estas fuerzas se adjunta como Anexo en el apartado correspondiente de este documento.

4.3.3. Cargas vivas, componentes verticales.

4.3.3.1. Carga viva vehicular (ll).

En el caso particular de esta estructura, con un ancho de calzada de 8.00 m se obtienen dos carriles virtuales de 3.66 m.

- Según se ha comentado, el camión adoptado corresponderá al modelo HL93, que tiene una carga total de 325 kN, distribuida en tres ejes de, respectivamente, 145, 145 y 35 kN. En este caso, el espaciamiento más desfavorable entre los dos ejes de 145 kN es, en todo caso, el correspondiente a 4.30 m.
    - Los efectos estáticos del camión se incrementarán amplificarse para considerar la acción dinámica de la carga. En este caso:
        - Estado Límite de Fatiga (Coeficiente de Amplificación Dinámica): 1.15.
        - Resto de Estados Límite (Coeficiente de Amplificación Dinámica): 1.33.

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

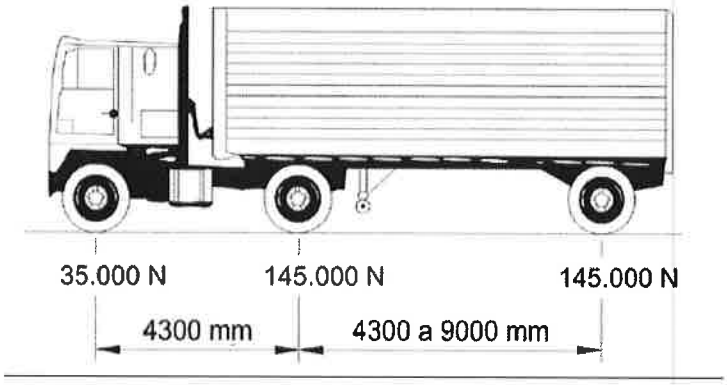


Figura 4.2: Tren de carga a considerar, alzado.

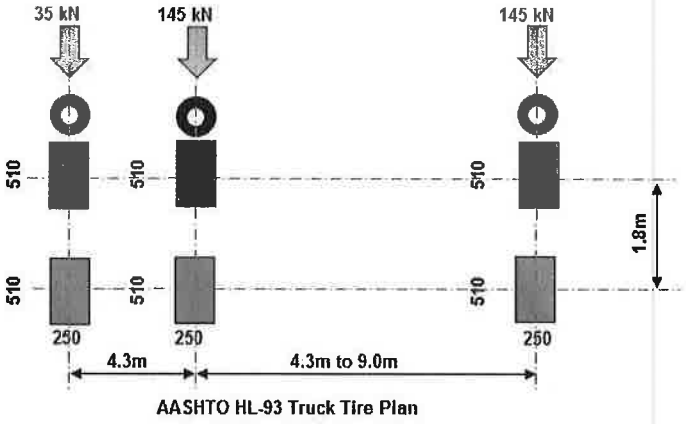


Figura 4.3: Tren de carga a considerar, planta.

- Se considera, asimismo, la posible actuación (en lugar del camión), de un tándem de diseño de 220 kN, distribuidos en dos ejes de 110 kN cada uno, separados longitudinalmente 1.20 m entre sí, y 1.80 m transversalmente. A este tándem se aplican los mismos factores de amplificación dinámica indicados en el apartado anterior para el camión.

- Se adopta una sobrecarga uniforme de 9.70 kN/m en el carril de diseño, distribuida en un ancho de 3.00 m (localizada en la posición más desfavorable para el elemento objeto de estudio). No se consideran efectos dinámicos para esta sobrecarga.

En todos los casos, se investiga la posible actuación de múltiples sobrecargas, considerando para ello el factor de presencia múltiple (m), definido en la tabla 4.3.2.2.1 de las Normas para Estructuras y Puentes.

4.3.3.2. Carga de Fatiga.

Para la carga de fatiga, el camión adoptado será el mismo que el definido en el apartado anterior, con una separación de ejes de 9.00 m, y la carga se amplificará, como se ha comentado, con un coeficiente de amplificación dinámica de 1.15.

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

4.3.3.3. Cargas en Zonas de Uso Peatonal (PL).

En este caso, en las zonas de uso peatonal (aceras), debe aplicarse una carga peatonal de 3.6 kN/m², considerada simultáneamente con la carga vehicular de diseño en el carril para vehículos.

4.4. BASES DE PROYECTO.

4.4.1. FACTORES DE CARGA Y COMBINACIONES DE CARGA.

Las fuerzas totales para el dimensionamiento de los elementos estructurales pueden obtenerse a partir de la siguiente ecuación (Sección 3.4.1 AASTO 2012)

$$Q = \sum \eta_i \cdot \gamma_i \cdot Q_i$$

Siendo:

- η_i: Modificador de carga especificado en el artículo 1.3.2 de la AASHTO 2012
- γ_i: Efectos de fuerza de las cargas especificadas.
- Q_i: Factores de carga especificados en las Tablas 3.4.1-1 y 3.4.1-2 de la AASHTO 2012.

En los siguientes apartados se definen los casos de carga analizados, específicamente, para cada uno de los diferentes estados límites a analizar.

4.4.2. COMBINACIÓN DE ACCIONES.

4.4.2.1. ESTADOS LÍMITE DE RESISTENCIA (E.L.r.)

Los componentes del puente y sus conexiones han sido analizados para los siguientes estados límites de resistencia (s/AASTHO):

- Resistencia I: Combinación básica de cargas relacionada con el uso vehicular normal del puente sin viento.
- Resistencia III: Combinación de carga relacionada con la exposición del puente a varios vientos con velocidades en exceso de 90 km/h.
- Resistencia IV: Combinación de carga relacionada con los efectos de relaciones muy altas de carga muerta sobre carga viva.
- Resistencia V: Combinación de carga relacionada con el uso vehicular normal del puente con vientos de 90 km/h de velocidad.

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez: EQ	BL	IC	CT	CV
Resistencia I (a menos que se indique)	γ_p	1.75	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA ESTRUCTURAL S.A.E.
TECESOL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernandez
Representante Legal

Resistencia III	γ_p	-	1.00	1.40	-	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Resistencia IV	γ_p	-	1.00	-	-	1.00	0.50/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Resistencia V	γ_p	1.35	1.00	0.40	1.0	1.00	0.50/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-

La combinación de resistencia II, de la tabla 3.4.1.1 de la AASTHO LFRD 2012 quedará incluida dentro de la de Resistencia I, por no considerarse vehículos excepcionales mayores a los de la HL-93.

La combinación de resistencia IV, que considera el efecto de las avenidas sin sobrecargas en el tablero, se considerará como una variante de la de resistencia I, con esa particularidad, a efectos de combinaciones de cálculo.

4.4.2.2. ESTADO LÍMITE DE EVENTO EXTREMO (E.E.)

- Evento Extremo II: Combinación de carga relacionada con carga de hielo, colisión de embarcaciones y de vehículos, inundaciones de verificación, y ciertos eventos hidráulicos con una carga viva reducida diferente a aquella que hace parte de la carga de colisión vehicular.

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez: EQ	BL	IC	CT	CV
Evento Extremo II	γ_p	0.50	1.00	-	-	1.00	-	-	-	-	1.00	1.00	1.00	1.00

4.4.2.3. ESTADOS LÍMITE DE SERVICIO (s.L.S.)

- Servicio I: Combinación de carga relacionada con la operación normal de uso del puente con un viento de 90 km/h y con todas las cargas tomadas en sus valores nominales.
- Servicio II: Combinación de carga para controlar fluencia de estructuras de acero y deslizamiento de conexiones a deslizamiento critico debido a carga viva vehicular.
- Servicio III: Combinación de carga para análisis longitudinal relacionado con tracción en superestructuras de concreto preesforzado con el objetivo de control de fisuras y de la tracción principal en las almas de vigas de concreto por segmentos.

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio M. Frangrazio
Representante Legal

TECNOLOGÍA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez EQ	BL	IC	CT	CV
Servicio I	1.00	1.00	1.00	0.30	1.0	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-
Servicio II	1.00	1.30	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	-	-	-	-	-	-	-
Servicio III	1.00	0.80	1.00	-	-	1.00	1.00/1.20	γ_{TG}	γ_{SE}	-	-	-	-	-

La combinación de servicio IV no aplica en este puente, al carecer de columnas de concreto preesforzado.

4.4.2.4. ESTADO LÍMITE DE FATIGA (E.L.F.)

- Fatiga I: Combinación de carga para fatiga y fractura relacionada con la vida útil de fatiga inducida por carga infinita.
- Fatiga II: Combinación de fatiga y fractura relacionada con la vida útil inducida por la carga de fatiga.

Estado Límite de la Combinación de carga	DC DD DW EH EV ES EL PS CR SH	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU	TG	SE	Use uno de estos a la vez EQ	BL	IC	CT	CV
Fatiga I- Sólo LL, IM & CE	-	1.50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fatiga I II- Sólo LL, IM & CE	-	0.75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

5. VERIFICACIÓN ESTRUCTURAL

5.1. Vigas longitudinales

Las vigas longitudinales se diseñan y verifican mediante el modelo de Civil Estudio. El módulo de tablero de vigas de este software realiza las comprobaciones pertinentes al pretensado de manera exhaustiva, verificando el estado tensional en cada sección para cada etapa de la vida de la pieza para cada combinación de servicio pertinente, así como los estados límites de

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

flexión, cortante, torsión, rasante, deformaciones, fisuración y fatiga. En el anexo se presentan las hipótesis ingresadas al programa, así como las comprobaciones realizadas para la viga 2, que resulta el caso más determinante.

5.2. Prelosas

Se verifica que para la nueva luz de las prelosas, la armadura existente resista el caso transitorio de llenado. Se realiza un estudio a mano para determinar el esfuerzo máximo y se realiza un análisis seccional con el programa Fagus.

Por RDA ingeniería:

Ing. Alejandro Somoza

Ing. Martín Ihlenfeld

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio Pergrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

6. ANEXOS DE CÁLCULO

A- Vigas longitudinales

B- Prelosas

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Ing. Antonio V. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

Este documento, y toda la información en él contenida, son propiedad exclusiva de RDA ingeniería S.R.L. estando absolutamente prohibida su utilización y/o reproducción total o parcial sin la autorización expresa de esta.

RDA ingeniería de calidad

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

Uruguay **(+598) 2705 8350**

Paraguay **(+595) 994 736 153**

Estados Unidos **(+1) 631 204 6096**

España **(+34) 917 617 884**

info@rdaingenieria.com

rdaingenieria.com

Ing. Antonio N. Pangrazio
Representante Legal

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUR S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal

ANEXO 8

Apartado de Planos

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquin Fernández
Representante Legal

ANEXO 8

Planialtimetría

Ing. Mieszko Tyrakowski
Supervisor de Obras
M.O.P.C.

TECNOLOGIA DEL SUR S.A.E.
TECSUL S.A.E.
Ing. Joaquín Fernández
Representante Legal