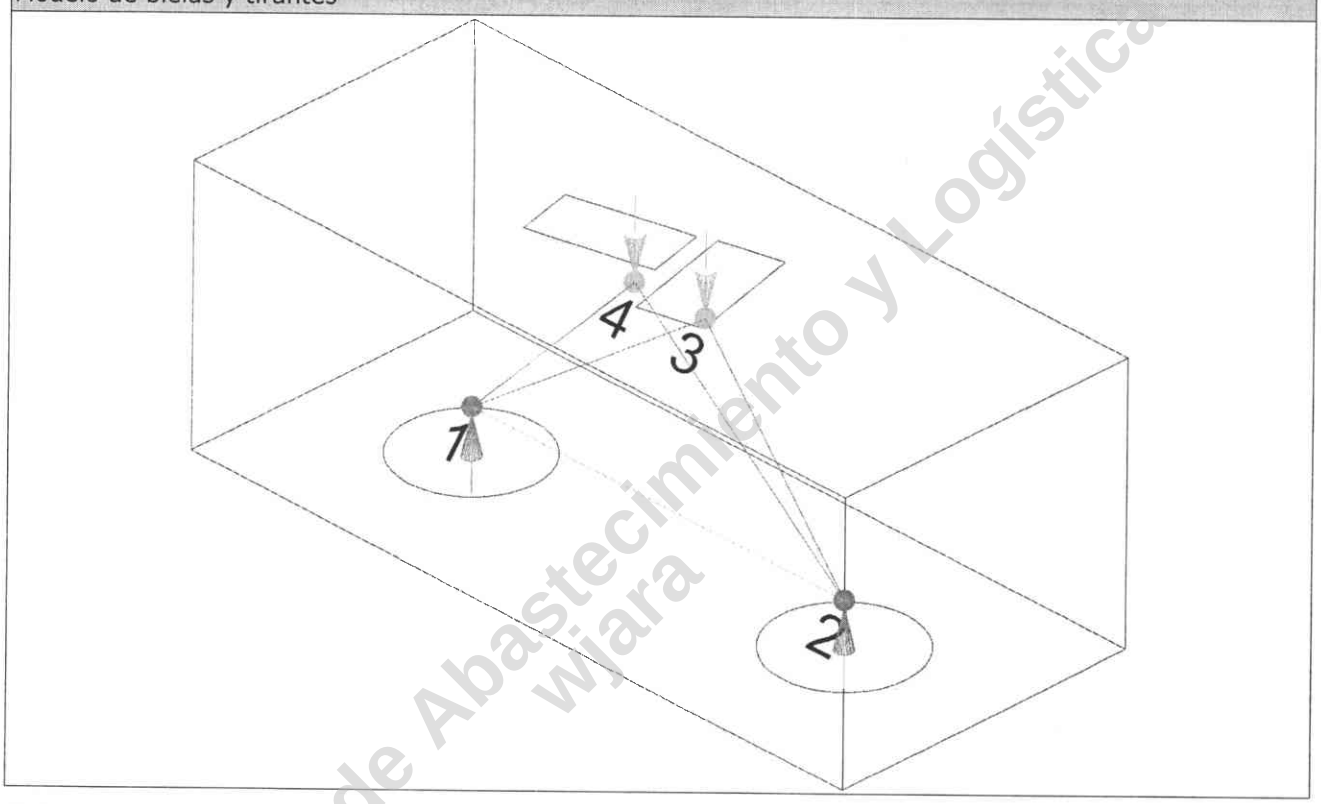
Biela	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_c (MPa)	η	Cumple
3 - 1	87.65	73097.6	1.20	0.163	✓
3 - 2	110.08	95442.3	1.15	0.156	✓
4 - 1	208.79	89700.6	2.33	0.317	✓
4 - 2	**197.25**	**77615.8**	**2.54**	**0.345**	✓
4 - 5	15.46	50649.8	0.31	0.042	✓
5 - 1	11.59	76121.3	0.15	0.020	✓

8.- NUDOS

Modelo de bielas y tirantes



Gerencia de Abastecimiento y Logística Wiara

El dimensionamiento y la disposición de nudos concentrados son críticos para determinar su capacidad resistente (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(3)).

$\sigma_c \leq \sigma_{Rd,max}$ **3.63 MPa ≤ 10.42 MPa** ✓

donde:

σ_c: Tensión de compresión en el hormigón. σ_c : *3.63* MPa

$$\sigma_c = \frac{F_{cd}}{A_c}$$

F_{cd}: Valor de cálculo de la fuerza de compresión del hormigón. **F_{cd}** : *305.94* kN

A_c: Área de la sección transversal del hormigón. **A_c** : *84383.8* mm²

Los valores de cálculo para las tensiones de compresión dentro de los nudos se pueden obtener (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(4)):

b) en nudos sometidos a compresión y tracción, con tirantes anclados dispuestos en una dirección (véase la figura 6.27):

$\sigma_{Rd,max} = k_2 \cdot \nu' \cdot f_{cd}$ (6.61) **$\sigma_{Rd,ma}$** : *10.42* MPa

NOTA El valor de k_2 para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 0,85.

NOTA El valor de ν' para su uso en un Estado puede encontrarse en su anexo nacional. El valor recomendado viene dado por la ecuación (6.57N):

$\nu' = 1 - f_{ck}/250$ (6.57N) **ν'** : *0.92*

LUIS F. GONZALEZ
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

2020-07-23 09:09:42.453386-04

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días. f_{ck} : 20.00 MPa

El valor del cálculo de la resistencia a compresión se define como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 3.1.6(1)P):

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c$$

f_{cd} : 13.33 MPa

γ_c: es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4. γ_c : 1.50

α_{cc}: Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a compresión y los efectos desfavorables que resultan de la manera en que se aplica la carga. α_{cc} : 1.00

NOTA El valor de α_{cc} para su uso en un Estado debería estar comprendido entre 0,8 y 1,0 y se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1.

a) en nudos sometidos a compresión, donde no haya tirantes anclados al nudo (véase la figura 6.26):

Referencia	k_1	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_c (MPa)	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	Combinación de acciones	η	Cumple
3 - 1	**1.00**	**87.65**	**73097.6**	**1.20**	**12.26**	**1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa**	**0.098**	✓
3 - 2	1.00	110.08	95442.3	1.15	12.26	1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa	0.094	✓

Referencia	k_1	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_c (MPa)	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	Combinación de acciones	η	Cumple
4 - 1	1.00	208.79	89700.6	2.33	12.26	1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa	0.190	✓
4 - 2	**1.00**	**197.25**	**77615.8**	**2.54**	**12.26**	**1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa**	**0.207**	✓

b) en nudos sometidos a compresión y tracción, con tirantes anclados dispuestos en una dirección (véase la figura 6.27):

Referencia	k_2	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_c (MPa)	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	Combinación de acciones	η	Cumple
1	0.85	307.03	84740.6	3.62	10.42	1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa	0.347	✓
2	**0.85**	**305.94**	**84383.8**	**3.63**	**10.42**	**1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa**	**0.348**	✓

9.- CAPACIDAD DEL PILOTE

Se debe satisfacer:

$$N_{Ed,s} \leq N_{Rd,s}$$

Situación	Combinación de acciones	$N_{Ed,s}$ (t)	$N_{Rd,s}$ (t)	Cumple
Persistentes o transitorias	PP+CM+1.3·Qa	29.00	29.00	✓

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Wjara

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

2020-07-23 09:09:42.453386-04

3Ø40

1.- INTERACCIÓN ENTRE LOS PILOTES

Cuando los pilotes se coloquen en varias filas, se debería evaluar la acción sobre cada pilote teniendo en cuenta la interacción entre los pilotes (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 5.1.2 (4)).

Se puede ignorar esta interacción cuando la distancia libre entre pilotes es mayor que dos veces el diámetro del pilote (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 5.1.2 (5)).

800.0 mm ≥ 800.0 mm ✓

donde:

Distancia libre entre pilotes : *800.0* mm
Diámetro del pilote : *400.0* mm

2.- DIÁMETRO MÍNIMO DE BARRA

La armadura de tracción principal para resistir los efectos de las acciones se debería concentrar en las zonas de tensión entre las cabezas de los pilotes. Se debería disponer un diámetro mínimo de barra $Ø_{min}$ (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 9.8.1(3)).

NOTA El valor de $Ø_{min}$ para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 8 mm.

$\phi \geq \phi_{min}$

12.0 mm ≥ 8.0 mm ✓

Referencia	Diámetro de la barra (mm)	Cumple
Viga lateral - Armado inferior	**12.0**	✓

3.- SEPARACIÓN ENTRE BARRAS

La distancia libre (horizontal y vertical) entre barras aisladas paralelas o capas horizontales de barras paralelas no debe ser menor que el máximo entre: k_1·(diámetro de la barra), (d_g + k_2 mm), o 20 mm, donde d_g es el tamaño máximo del árido (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 8.2(2)).

NOTA El valor de k_1 y k_2 para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. Los valores recomendados son 1 mm y 5 mm, respectivamente.

Tamaño máximo del árido: 19.0 mm

Referencia	Diámetro de la barra (mm)	Distancia libre (mm)		
Viga lateral - Armado inferior	**12.0**	**66.0**	**66.0 mm ≥ 24.0 mm**	✓
Parrilla superior - Barras paralelas X	8.0	192.0	192.0 mm ≥ 24.0 mm	✓
Parrilla superior - Barras paralelas Y	8.0	192.0	192.0 mm ≥ 24.0 mm	✓
Parrilla inferior - Barras paralelas X	16.0	144.0	144.0 mm ≥ 24.0 mm	✓
Parrilla inferior - Barras paralelas Y	12.0	78.0	78.0 mm ≥ 24.0 mm	✓
Armado perimetral	8.0	650.0	650.0 mm ≥ 24.0 mm	✓

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Wjara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

4.- RECUBRIMIENTO DE HORMIGÓN

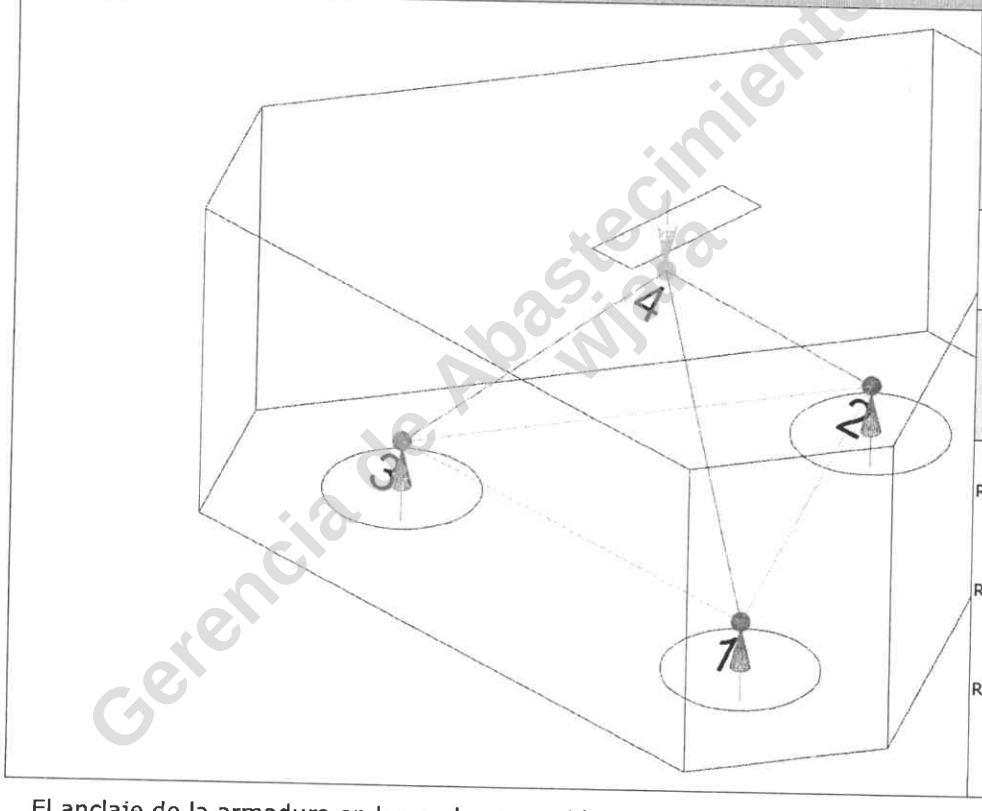
En el caso de hormigón encofrado con superficies irregulares, generalmente se debería aumentar el recubrimiento nominal en el proyecto para incluir mayores desviaciones. El aumento debería cumplir con la diferencia producida por las irregularidades, pero el recubrimiento nominal debería ser al menos k_1 mm para hormigón encofrado contra un terreno preparado (incluido el cegado) y k_2 mm para hormigón encofrado directamente contra el suelo (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 4.4.1.3(4)).

NOTA Los valores de k_1 y k_2 para su uso en cada Estado pueden encontrarse en su anexo nacional. Los valores recomendados son de 40 mm y 75 mm.

Cara		Cumple
Inferior	40.0 mm ≥ 40.0 mm	✓
Superior	40.0 mm ≥ 40.0 mm	✓
Lateral	**75.0 mm ≥ 75.0 mm**	✓

5.- ANCLAJE DE LA ARMADURA LONGITUDINAL

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa"



Elemento: 3 - 1

Nudo inicial	Nudo final
3	1
Reacciones (kN)	**Solicitaciones (kN)**
R1 = 213.77	P1 = 609.42
R2 = 182.45	
R3 = 213.20	

El anclaje de la armadura en los nudos sometidos a compresión y tracción empieza al principio del nudo, por ejemplo, en el caso de un anclaje de un apoyo empieza en su cara interna (véase la figura 6.27). La longitud del anclaje se debería extender sobre la longitud total del nudo. En ciertos casos, la armadura puede estar anclada también después del nudo. Para anclaje y doblado de armadura, véase desde el apartado 8.4 hasta el apartado 8.6 (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(7)).

$l_b \geq l_{b,eq}$

494.35 mm ≥ 165.31 mm ✓

donde:

l_b: Longitud de anclaje disponible

l_b : 494.35 mm

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística Wjera

2020-07-23 09:09:42.453386-04

051

58

Como una alternativa simplificada al punto (1) del apartado 8.4.4, se puede disponer una longitud de anclaje equivalente, $l_{b,eq}$, en lugar de los anclajes en tracción de ciertas formas que se indican en la figura 8.1. Se define $l_{b,eq}$ en esta figura y se puede tomar como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 8.4.4(2)):

- α_1 $l_{b,rqd}$ para formas indicadas en la figura 8.1b a 8.1d (véase la tabla 8.2 para los valores de α_1).

$$l_{b,eq} = \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$l_{b,eq}$: 165.31 mm

α_1 evalúa el efecto de la forma de las barras suponiendo un recubrimiento adecuado (véase la figura 8.1).

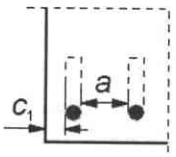
$$c_d \leq 3 \cdot \phi$$

Tipo de anclaje : *Patilla*

α_1 : *1.0*

$$c_d = \min(a/2, c_1)$$

c_d : *33.0* mm



a: 66.0 mm
c_1: 75.0 mm

$l_{b,rqd}$ se calcula a partir de la ecuación (8.3).

$$l_{b,rqd} = (\phi/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) \qquad (8.3)$$

$l_{b,rqd}$: *165.31* mm

Donde σ_{sd} es la tensión de cálculo de la barra en la posición a partir de la cual se mide el anclaje.

Ø : *12.0* mm

σ_{sd} : *186.25* MPa

El valor de cálculo de la tensión última de adherencia f_{bd} para barras corrugadas se puede tomar como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 8.4.2(2)):

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

f_{bd} : *3.38* MPa

donde:

f_{ctd}: es el valor de cálculo de la resistencia del hormigón a tracción conforme al punto (2)P del apartado 3.1.6.

f_{ctd} : *1.03* MPa

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c$$

γ_c: es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4.

γ_c : *1.5*

α_{ct}: Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a tracción y los efectos desfavorables, consecuencia de la forma en que se aplica la carga.

α_{ct} : *1.00*

NOTA El valor de α_{ct} para su uso en cada Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1,0.

$$f_{ctk,0,05} = 0,7 \cdot f_{ctm}$$

$f_{ctk,0,0}$: *1.55* MPa

f_{ctm}: Valor medio de la resistencia del hormigón a tracción.

f_{ctm} : *2.21* MPa

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} \quad \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1 + (f_{cm}/10)) \quad > C50/60$$

f_{cm}: Valor medio de la resistencia a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica.

f_{cm} : *28.00* MPa

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
wjara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

052

57

$f_{cm} = f_{ck} + 8(MPa)$

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días. **f_{ck} :** *20.00* MPa

η_1: es un coeficiente relacionado con la calidad de la condición de adherencia y la posición de la barra durante el vertido del hormigón (véase la figura 8.2). **η_1 :** *1.0*

η_1 = 1,0 cuando se obtienen "buenas" condiciones.
η_1 = 0,7 para todos los demás casos, y para barras en elementos estructurales construidos con encofrados deslizantes, a menos que pueda demostrarse que existen "buenas" condiciones de adherencia.

η_2: está relacionado con el diámetro de la barra. **η_2 :** *1.0*

η_2 = 1,0 para Ø ≤ 32 mm
η_2 = (132 - Ø)/100 para Ø > 32 mm

$l_{b,min}$: es la longitud mínima de anclaje si no se aplica ninguna otra limitación. **$l_{b,min}$:** *120.00* mm

- para anclajes en tracción

$$l_{b,min} \geq \max\{0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \phi; 100\ mm\} \qquad (8.6)$$

$0,3 \cdot l_{b,rqd}$: *49.59* mm
$10 \cdot Ø$: *120.00* mm

Tirante	Ø (mm)	σ_{sd} (MPa)	$l_{b,rqd}$ (mm)	$l_{b,min}$ (mm)	l_b (mm)	$l_{b,eq}$ (mm)	Cumple
1 - 2	12.0	159.39	141.47	120.00	494.35	141.47	✓
2 - 3	12.0	158.97	141.10	120.00	494.35	141.10	✓
3 - 1	**12.0**	**186.25**	**165.31**	**120.00**	**494.35**	**165.31**	✓

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Wjara

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

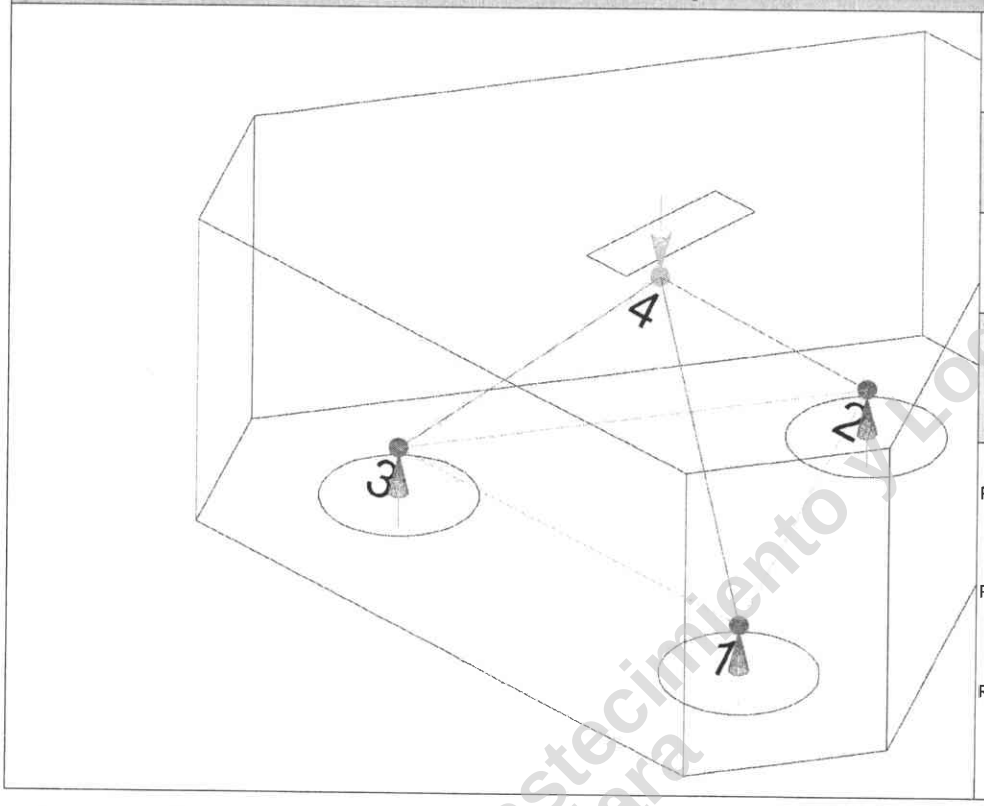
2020-07-23 09:09:42.453386-04

053

56

6.- TIRANTES

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa"



Elemento: 3 - 1

Nudo inicial	Nudo final
3	1
Reacciones (kN)	**Solicitaciones (kN)**
R1 = 213.77	P1 = 609.42
R2 = 182.45	
R3 = 213.20	

Se debería limitar la resistencia última de cálculo de los tirantes transversales y de la armadura conforme a los apartados 3.2 y 3.3 (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.3(1)).

La armadura de tracción principal para resistir los efectos de las acciones se debería concentrar en las zonas de tensión entre las cabezas de los pilotes (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 9.8.1(3)).

$A_s \cdot f_{yd} \geq F_{td}$

275.38 kN ≥ 147.46 kN ✓

donde:

A_s: Área de la sección transversal de la armadura pasiva.
f_{yd}: Límite elástico de cálculo del acero de la armadura pasiva.
F_{td}: Valor de cálculo de la fuerza de tracción.

A_s : *791.7* mm²
f_{yd} : *347.83* MPa
F_{td} : *147.46* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	F_{td} (kN)	η	Cumple
1 - 2	791.7	347.83	126.19	0.458	✓
2 - 3	791.7	347.83	125.86	0.457	✓
3 - 1	**791.7**	**347.83**	**147.46**	**0.535**	✓

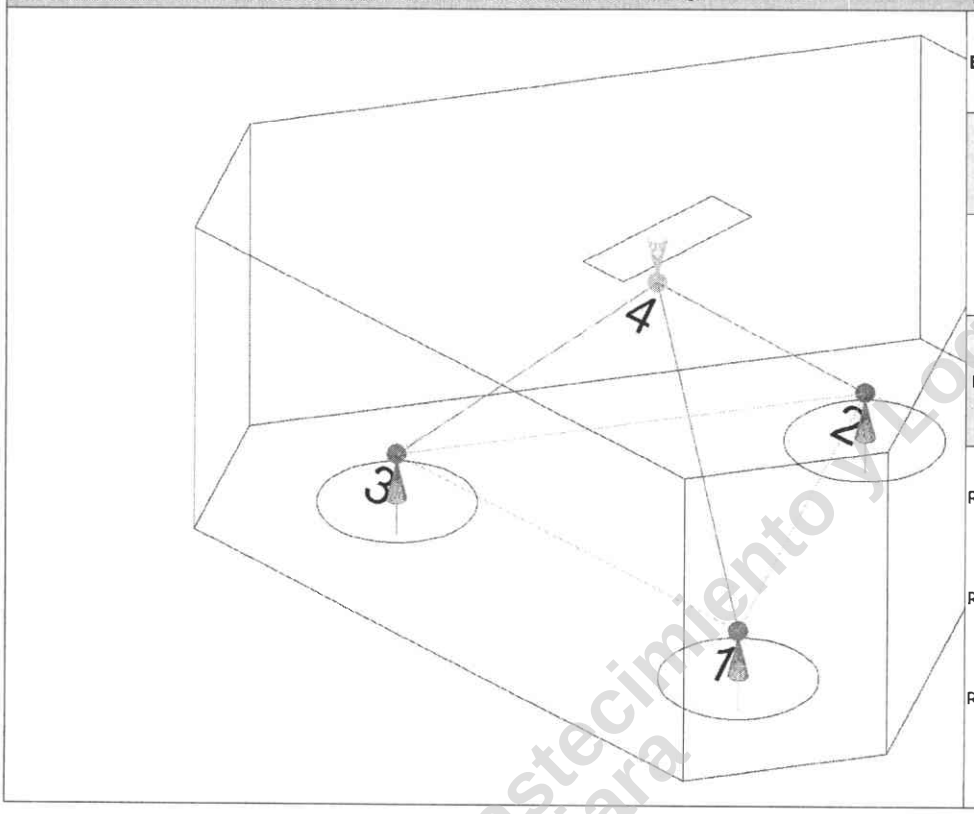
LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Viñara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

7.- BIELAS

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa"



Elemento: 4 - 1

Nudo inicial	Nudo final
4	1
Reacciones (kN)	**Solicitaciones (kN)**
R1 = 213.77	P1 = 609.42
R2 = 182.45	
R3 = 213.20	

Se debería reducir la resistencia de cálculo para las bielas de hormigón en las zonas fisuradas por compresión y, a menos que se use una metodología más rigurosa, se puede calcular a partir de la ecuación (6.56) (véase la figura 6.24) (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.2(2)).

$\sigma_c \leq \sigma_{Rd,max}$ **3.82 MPa ≤ 7.36 MPa** ✓

donde:

σ_c: Tensión de compresión en el hormigón. σ_c : *3.82* MPa

$$\sigma_c = \frac{F_{cd}}{A_c}$$

F_{cd}: Valor de cálculo de la fuerza de compresión del hormigón. F_{cd} : *319.33* kN

A_c: Área de la sección transversal del hormigón. A_c : *83696.0* mm²

$\sigma_{Rd,max} = 0.60 \cdot \nu' \cdot f_{cd}$ (6.56) $\sigma_{Rd,ma}$: *7.36* MPa

NOTA El valor de ν' para su uso en un Estado puede encontrarse en su anexo nacional. El valor recomendado viene dado por la ecuación (6.57N):

$\nu' = 1 - f_{ck}/250$ (6.57N) ν' : *0.92*

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días. f_{ck} : *20.00* MPa

El valor del cálculo de la resistencia a compresión se define como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 3.1.6(1)P):

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c$ f_{cd} : *13.33* MPa

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística Ujara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

γ_c: es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4. γ_c : *1.50*

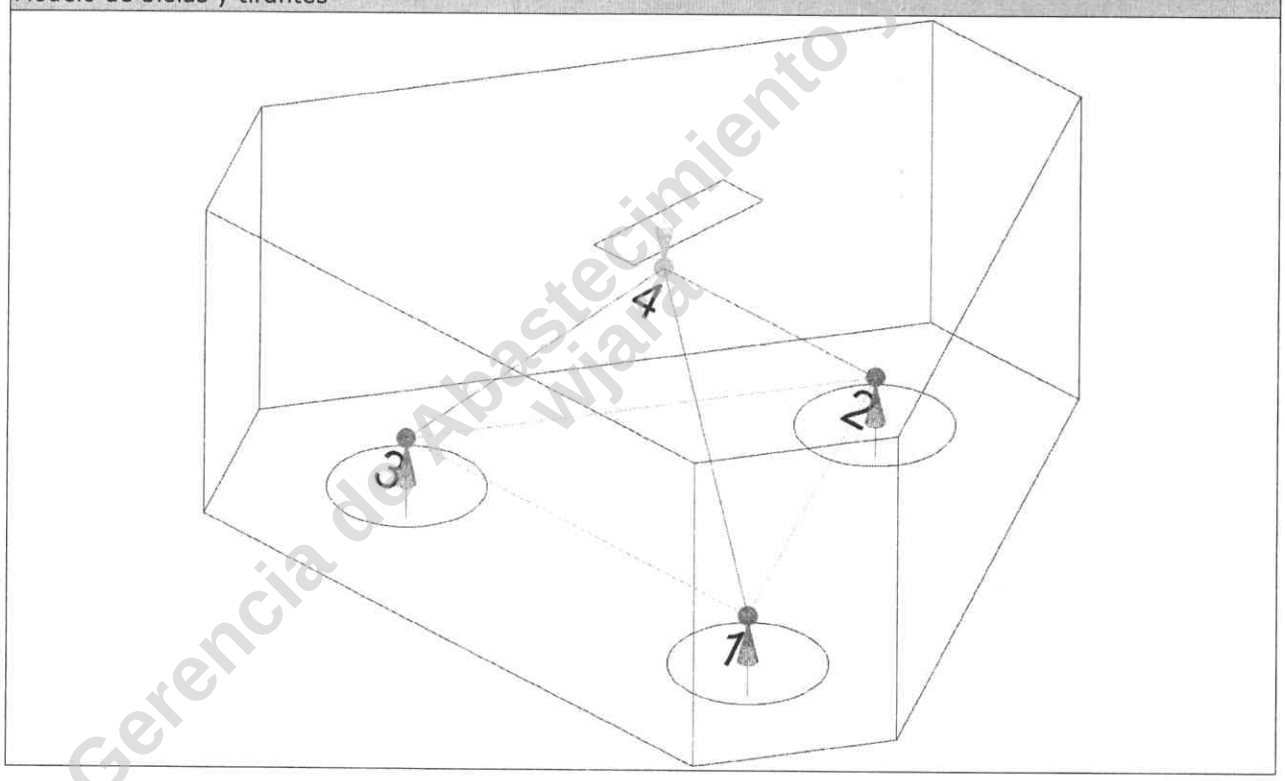
α_{cc}: Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a compresión y los efectos desfavorables que resultan de la manera en que se aplica la carga. α_{cc} : *1.00*

NOTA El valor de α_{cc} para su uso en un Estado debería estar comprendido entre 0,8 y 1,0 y se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1.

Biela	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_c (MPa)	η	Cumple
4 - 1	**319.33**	**83696.0**	**3.82**	**0.519**	✓
4 - 2	284.49	80183.8	3.55	0.482	✓
4 - 3	318.74	83628.9	3.81	0.518	✓

8.- NUDOS

Modelo de bielas y tirantes



El dimensionamiento y la disposición de nudos concentrados son críticos para determinar su capacidad resistente (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(3)).

$\sigma_c \leq \sigma_{Rd,max}$ **3.82 MPa ≤ 12.26 MPa** ✓

donde:

σ_c: Tensión de compresión en el hormigón. σ_c : *3.82* MPa

$$\sigma_c = \frac{F_{cd}}{A_c}$$

F_{cd}: Valor de cálculo de la fuerza de compresión del hormigón. **F_{cd}** : *319.33* kN

A_c: Área de la sección transversal del hormigón. **A_c** : *83696.0* mm²

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Wjara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

056

53

Los valores de cálculo para las tensiones de compresión dentro de los nudos se pueden obtener (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(4)):
a) en nudos sometidos a compresión, donde no haya tirantes anclados al nudo (véase la figura 6.26):

$\sigma_{Rd,max} = k_1 \cdot \nu' \cdot f_{cd}$ (6.60)

$\sigma_{Rd,ma}$: 12.26 MPa

NOTA El valor de k_1 para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1,0.
NOTA El valor de ν' para su uso en un Estado puede encontrarse en su anexo nacional. El valor recomendado viene dado por la ecuación (6.57N):

$\nu' = 1 - f_{ck}/250$ (6.57N)

ν' : 0.92

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días.

f_{ck} : 20.00 MPa

El valor del cálculo de la resistencia a compresión se define como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 3.1.6(1)P):

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c$

f_{cd} : 13.33 MPa

γ_c: es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4.

γ_c : 1.50

α_{cc}: Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a compresión y los efectos desfavorables que resultan de la manera en que se aplica la carga.

α_{cc} : 1.00

NOTA El valor de α_{cc} para su uso en un Estado debería estar comprendido entre 0,8 y 1,0 y se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1.

a) en nudos sometidos a compresión, donde no haya tirantes anclados al nudo (véase la figura 6.26):

Referencia	k_1	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_c (MPa)	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	Combinación de acciones	η	Cumple
4 - 1	**1.00**	**319.33**	**83696.0**	**3.82**	**12.26**	**1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa**	**0.311**	✓
4 - 2	1.00	284.49	80183.8	3.55	12.26	1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa	0.289	✓
4 - 3	1.00	318.74	83628.9	3.81	12.26	1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa	0.311	✓

9.- CAPACIDAD DEL PILOTE

Se debe satisfacer:

$N_{Ed,s} \leq N_{Rd,s}$

Situación	Combinación de acciones	$N_{Ed,s}$ (t)	$N_{Rd,s}$ (t)	Cumple
Persistentes o transitorias	PP+CM+1.3·Qa	29.00	29.00	✓

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Wiesa

2020-07-23 09:09:42.453386-04

057

52

4Ø40

1.- INTERACCIÓN ENTRE LOS PILOTES

Cuando los pilotes se coloquen en varias filas, se debería evaluar la acción sobre cada pilote teniendo en cuenta la interacción entre los pilotes (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 5.1.2 (4)).

Se puede ignorar esta interacción cuando la distancia libre entre pilotes es mayor que dos veces el diámetro del pilote (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 5.1.2 (5)).

800.0 mm ≥ 800.0 mm ✓

donde:

Distancia libre entre pilotes : *800.0* mm
Diámetro del pilote : *400.0* mm

2.- DIÁMETRO MÍNIMO DE BARRA

La armadura de tracción principal para resistir los efectos de las acciones se debería concentrar en las zonas de tensión entre las cabezas de los pilotes. Se debería disponer un diámetro mínimo de barra $Ø_{min}$ (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 9.8.1(3)).

NOTA El valor de $Ø_{min}$ para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 8 mm.

$\phi \geq \phi_{min}$

12.0 mm ≥ 8.0 mm ✓

Referencia	Diámetro de la barra (mm)	Cumple
Viga paralela X - Armado inferior	**12.0**	✓
Viga paralela Y - Armado inferior	12.0	✓

3.- SEPARACIÓN ENTRE BARRAS

La distancia libre (horizontal y vertical) entre barras aisladas paralelas o capas horizontales de barras paralelas no debe ser menor que el máximo entre: k_1·(diámetro de la barra), (d_g + k_2 mm), o 20 mm, donde d_g es el tamaño máximo del árido (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 8.2(2)).

NOTA El valor de k_1 y k_2 para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. Los valores recomendados son 1 mm y 5 mm, respectivamente.

Tamaño máximo del árido: 19.0 mm

Referencia	Diámetro de la barra (mm)	Distancia libre (mm)		
Viga paralela X - Armado inferior	12.0	146.7	146.7 mm ≥ 24.0 mm	✓
Viga paralela X - Estribos verticales	6.0	94.0	94.0 mm ≥ 24.0 mm	✓
Viga paralela Y - Armado inferior	12.0	146.7	146.7 mm ≥ 24.0 mm	✓
Viga paralela Y - Estribos verticales	6.0	94.0	94.0 mm ≥ 24.0 mm	✓
Parrilla superior - Barras paralelas X	10.0	190.0	190.0 mm ≥ 24.0 mm	✓
Parrilla superior - Barras paralelas Y	10.0	190.0	190.0 mm ≥ 24.0 mm	✓
Parrilla inferior - Barras paralelas X	**16.0**	**74.0**	**74.0 mm ≥ 24.0 mm**	✓
Parrilla inferior - Barras paralelas Y	16.0	74.0	74.0 mm ≥ 24.0 mm	✓
Armado perimetral	8.0	792.0	792.0 mm ≥ 24.0 mm	✓

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Wiara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

4.- RECUBRIMIENTO DE HORMIGÓN

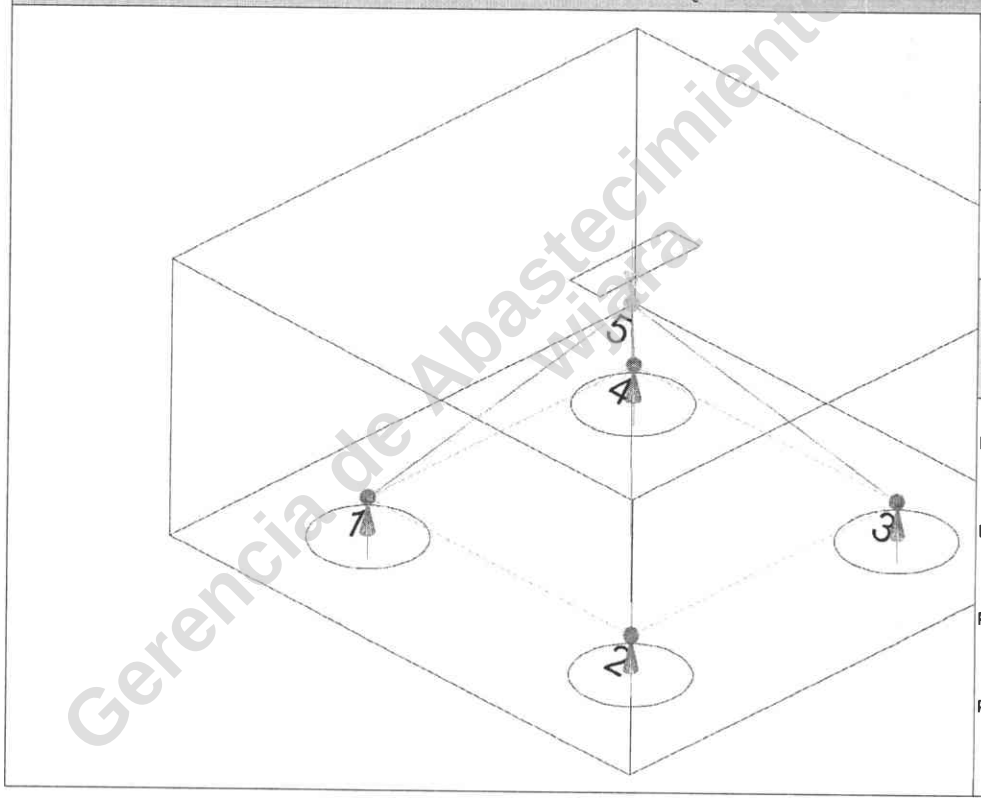
En el caso de hormigón encofrado con superficies irregulares, generalmente se debería aumentar el recubrimiento nominal en el proyecto para incluir mayores desviaciones. El aumento debería cumplir con la diferencia producida por las irregularidades, pero el recubrimiento nominal debería ser al menos k_1 mm para hormigón encofrado contra un terreno preparado (incluido el cegado) y k_2 mm para hormigón encofrado directamente contra el suelo (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 4.4.1.3(4)).

NOTA Los valores de k_1 y k_2 para su uso en cada Estado pueden encontrarse en su anexo nacional. Los valores recomendados son de 40 mm y 75 mm.

Cara		Cumple
Inferior	40.0 mm ≥ 40.0 mm	✓
Superior	40.0 mm ≥ 40.0 mm	✓
Lateral	**75.0 mm ≥ 75.0 mm**	✓

5.- ANCLAJE DE LA ARMADURA LONGITUDINAL

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa"



Elemento: 2 - 3

Nudo inicial	Nudo final
2	3
Reacciones (kN)	**Solicitaciones (kN)**
R1 = 110.54	P1 = 432.92
R2 = 116.16	
R3 = 105.77	
R4 = 100.44	

El anclaje de la armadura en los nudos sometidos a compresión y tracción empieza al principio del nudo, por ejemplo, en el caso de un anclaje de un apoyo empieza en su cara interna (véase la figura 6.27). La longitud del anclaje se debería extender sobre la longitud total del nudo. En ciertos casos, la armadura puede estar anclada también después del nudo. Para anclaje y doblado de armadura, véase desde el apartado 8.4 hasta el apartado 8.6 (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(7)).

$l_b \geq l_{b,eq}$ **574.90 mm ≥ 179.13 mm** ✓

donde:

l_b: Longitud de anclaje disponible l_b : *574.90* mm

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística Wiara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

Como una alternativa simplificada al punto (1) del apartado 8.4.4, se puede disponer una longitud de anclaje equivalente, $l_{b,eq}$, en lugar de los anclajes en tracción de ciertas formas que se indican en la figura 8.1. Se define $l_{b,eq}$ en esta figura y se puede tomar como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 8.4.4(2)):

- α_1 $l_{b,rqd}$ para formas indicadas en la figura 8.1b a 8.1d (véase la tabla 8.2 para los valores de α_1).

$$l_{b,eq} = \alpha_1 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{b,min}$$

$l_{b,eq}$: 179.13 mm

α_1 evalúa el efecto de la forma de las barras suponiendo un recubrimiento adecuado (véase la figura 8.1).

Tipo de anclaje : *Prolongación recta*

α_1 : 1.0

$l_{b,rqd}$ se calcula a partir de la ecuación (8.3).

$$l_{b,rqd} = (\phi/4) \cdot (\sigma_{sd}/f_{bd}) \qquad (8.3)$$

$l_{b,rqd}$: 179.13 mm

Donde σ_{sd} es la tensión de cálculo de la barra en la posición a partir de la cual se mide el anclaje.

Ø : 12.0 mm

σ_{sd} : 201.82 MPa

El valor de cálculo de la tensión última de adherencia f_{bd} para barras corrugadas se puede tomar como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 8.4.2(2)):

$$f_{bd} = 2.25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd}$$

f_{bd} : 3.38 MPa

donde:

f_{ctd}: es el valor de cálculo de la resistencia del hormigón a tracción conforme al punto (2)P del apartado 3.1.6.

f_{ctd} : 1.03 MPa

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}/\gamma_c$$

γ_c: es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4.

γ_c : 1.5

α_{ct}: Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a tracción y los efectos desfavorables, consecuencia de la forma en que se aplica la carga.

α_{ct} : 1.00

NOTA El valor de α_{ct} para su uso en cada Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1,0.

$$f_{ctk,0,05} = 0,7 \cdot f_{ctm}$$

$f_{ctk,0,0}$: 1.55 MPa

f_{ctm}: Valor medio de la resistencia del hormigón a tracción.

f_{ctm} : 2.21 MPa

$$f_{ctm} = 0,30 \cdot f_{ck}^{(2/3)} \quad \leq C50/60$$

$$f_{ctm} = 2,12 \cdot \ln(1 + (f_{cm}/10)) \quad > C50/60$$

f_{cm}: Valor medio de la resistencia a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica.

f_{cm} : 28.00 MPa

$$f_{cm} = f_{ck} + 8(MPa)$$

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días.

f_{ck} : 20.00 MPa

η_1: es un coeficiente relacionado con la calidad de la condición de adherencia y la posición de la barra durante el vertido del hormigón (véase la figura 8.2).

η_1 : 1.0

η_1 = 1,0 cuando se obtienen "buenas" condiciones.
η_1 = 0,7 para todos los demás casos, y para barras en elementos estructurales construidos con encofrados deslizantes, a menos que pueda demostrarse que existen "buenas" condiciones de adherencia.

η_2: está relacionado con el diámetro de la barra.

η_2 : 1.0

η_2 = 1,0 para Ø ≤ 32 mm

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Vigía

2020-07-23 09:09:42.453386-04

η_2 = (132 - Ø)/100 para Ø > 32 mm

$l_{b,min}$: es la longitud mínima de anclaje si no se aplica ninguna otra limitación.

$l_{b,min}$: *120.00* mm

- para anclajes en tracción

$$l_{b,min} \geq \max\{0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \phi; 100\ mm\} \qquad (8.6)$$

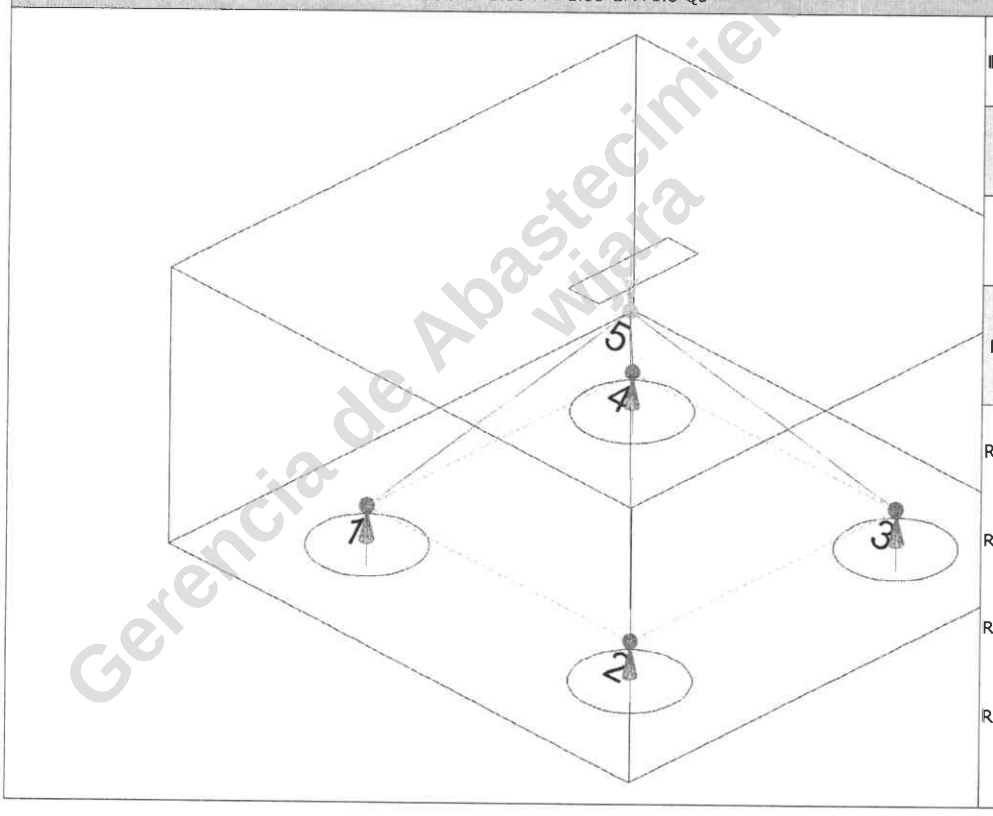
$0,3 \cdot l_{b,rqd}$: *53.74* mm

$10 \cdot Ø$: *120.00* mm

Tirante	Ø (mm)	σ_{sd} (MPa)	$l_{b,rqd}$ (mm)	$l_{b,min}$ (mm)	l_b (mm)	$l_{b,eq}$ (mm)	Cumple
1 - 2	12.0	206.49	183.28	120.00	574.90	128.30	✓
2 - 3	**12.0**	**201.82**	**179.13**	**120.00**	**574.90**	**179.13**	✓
3 - 4	12.0	187.82	166.70	120.00	574.90	120.00	✓
4 - 1	12.0	191.86	170.29	120.00	574.90	170.29	✓

6.- TIRANTES

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa"



Elemento: 1 - 2

Nudo inicial	Nudo final
1	2
Reacciones (kN)	**Solicitaciones (kN)**
R1 = 110.54	P1 = 432.92
R2 = 116.16	
R3 = 105.77	
R4 = 100.44	

Se debería limitar la resistencia última de cálculo de los tirantes transversales y de la armadura conforme a los apartados 3.2 y 3.3 (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.3(1)).

La armadura de tracción principal para resistir los efectos de las acciones se debería concentrar en las zonas de tensión entre las cabezas de los pilotes (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 9.8.1(3)).

$$A_s \cdot f_{yd} \geq F_{td}$$

157.36 kN ≥ 93.42 kN ✓

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
wtara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

donde:

A_s: Área de la sección transversal de la armadura pasiva. **A_s :** *452.4* mm²

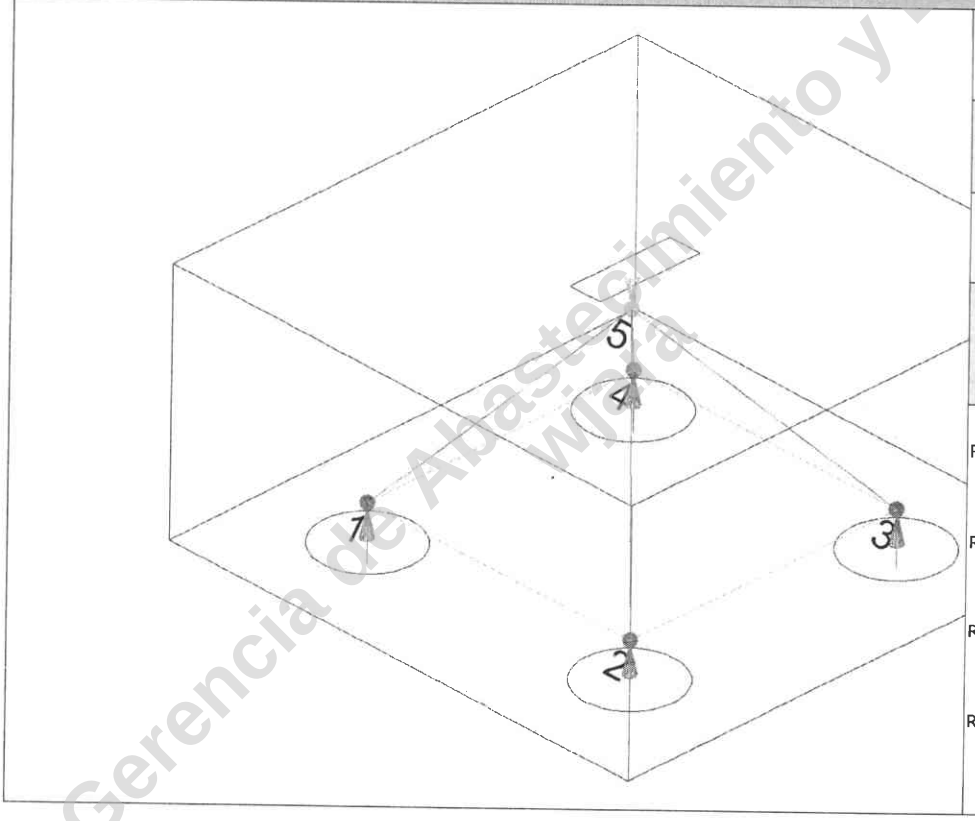
f_{yd}: Límite elástico de cálculo del acero de la armadura pasiva. **f_{yd} :** *347.83* MPa

F_{td}: Valor de cálculo de la fuerza de tracción. **F_{td} :** *93.42* kN

Tirante	A_s (mm²)	f_{yd} (MPa)	F_{td} (kN)	η	Cumple
1 - 2	**452.4**	**347.83**	**93.42**	**0.594**	✓
2 - 3	452.4	347.83	91.30	0.580	✓
3 - 4	452.4	347.83	84.97	0.540	✓
4 - 1	452.4	347.83	86.80	0.552	✓

7.- BIELAS

Modelo de bielas y tirantes asociado a la combinación: "1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa"



Elemento: 5 - 2

Nudo inicial	Nudo final
5	2
Reacciones (kN)	**Solicitaciones (kN)**
R1 = 110.54	P1 = 432.92
R2 = 116.16	
R3 = 105.77	
R4 = 100.44	

Se debería reducir la resistencia de cálculo para las bielas de hormigón en las zonas fisuradas por compresión y, a menos que se use una metodología más rigurosa, se puede calcular a partir de la ecuación (6.56) (véase la figura 6.24) (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.2(2)).

$$\sigma_c \leq \sigma_{Rd,max}$$

2.10 MPa ≤ 7.36 MPa ✓

donde:

σ_c: Tensión de compresión en el hormigón. **σ_c :** *2.10* MPa

$$\sigma_c = \frac{F_{cd}}{A_c}$$

F_{cd}: Valor de cálculo de la fuerza de compresión del hormigón. **F_{cd} :** *174.76* kN

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
wijara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

A_c: Área de la sección transversal del hormigón. A_c : 83107.3 mm²

$\sigma_{Rd,max} = 0.60 \cdot \nu' \cdot f_{cd}$ (6.56) $\sigma_{Rd,ma}$: 7.36 MPa

NOTA El valor de ν' para su uso en un Estado puede encontrarse en su anexo nacional. El valor recomendado viene dado por la ecuación (6.57N):

$\nu' = 1 - f_{ck}/250$ (6.57N) ν' : 0.92

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días. f_{ck} : 20.00 MPa

El valor del cálculo de la resistencia a compresión se define como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 3.1.6(1)P):

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c$ f_{cd} : 13.33 MPa

γ_c: es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4. γ_c : 1.50

α_{cc}: Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a compresión y los efectos desfavorables que resultan de la manera en que se aplica la carga. α_{cc} : 1.00

NOTA El valor de α_{cc} para su uso en un Estado debería estar comprendido entre 0,8 y 1,0 y se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1.

Biela	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_c (MPa)	η	Cumple
5 - 1	168.81	81873.0	2.06	0.280	✓
5 - 2	**174.76**	**83107.3**	**2.10**	**0.285**	✓
5 - 3	163.58	80839.4	2.02	0.274	✓
5 - 4	157.56	79702.0	1.98	0.269	✓

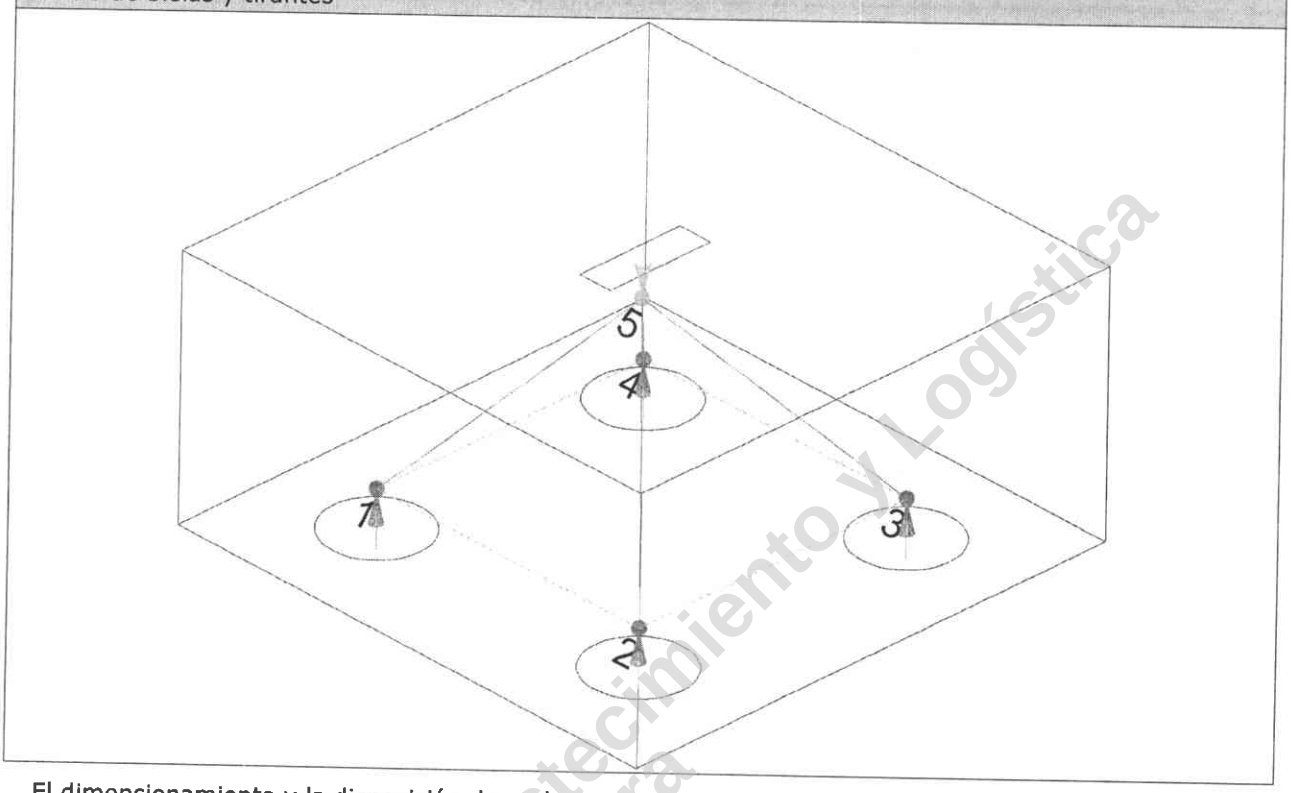
Gerencia de Abastecimiento y Logística
wjara

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

2020-07-23 09:09:42.453386-04

8.- NUDOS

Modelo de bielas y tirantes



El dimensionamiento y la disposición de nudos concentrados son críticos para determinar su capacidad resistente (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(3)).

$\sigma_c \leq \sigma_{Rd,max}$

2.10 MPa ≤ 12.26 MPa ✓

donde:

σ_c: Tensión de compresión en el hormigón. σ_c : 2.10 MPa

$$\sigma_c = \frac{F_{cd}}{A_c}$$

F_{cd}: Valor de cálculo de la fuerza de compresión del hormigón. F_{cd} : 174.76 kN

A_c: Área de la sección transversal del hormigón. A_c : 83107.3 mm²

Los valores de cálculo para las tensiones de compresión dentro de los nudos se pueden obtener (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 6.5.4(4)):

a) en nudos sometidos a compresión, donde no haya tirantes anclados al nudo (véase la figura 6.26):

$$\sigma_{Rd,max} = k_1 \cdot \nu' \cdot f_{cd} \qquad (6.60)$$

$\sigma_{Rd,ma}$: 12.26 MPa

NOTA El valor de k_1 para su uso en un Estado se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1,0.

NOTA El valor de ν' para su uso en un Estado puede encontrarse en su anexo nacional. El valor recomendado viene dado por la ecuación (6.57N):

$$\nu' = 1 - f_{ck}/250 \qquad (6.57N)$$

ν' : 0.92

f_{ck}: Resistencia característica a compresión del hormigón ensayado en probeta cilíndrica a 28 días. f_{ck} : 20.00 MPa

El valor del cálculo de la resistencia a compresión se define como (EN 1992-1-1:2004/AC:2008, 3.1.6(1)P):

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Gerencia de Abastecimiento y Logística
wjara

2020-07-23 09:09:42.453386-04

$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c$

f_{cd} : 13.33 MPa

γ_c: es el coeficiente parcial de seguridad para hormigón, véase el apartado 2.4.2.4.

γ_c : 1.50

α_{cc}: Es el coeficiente que tiene en cuenta los efectos a largo plazo en la resistencia a compresión y los efectos desfavorables que resultan de la manera en que se aplica la carga.

α_{cc} : 1.00

NOTA El valor de α_{cc} para su uso en un Estado debería estar comprendido entre 0,8 y 1,0 y se puede encontrar en su anexo nacional. El valor recomendado es 1.

a) en nudos sometidos a compresión, donde no haya tirantes anclados al nudo (véase la figura 6.26):

Referencia	k_1	F_{cd} (kN)	A_c (mm²)	σ_c (MPa)	$\sigma_{Rd,max}$ (MPa)	Combinación de acciones	η	Cumple
5 - 1	1.00	168.81	81873.0	2.06	12.26	1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa	0.168	✓
5 - 2	**1.00**	**174.76**	**83107.3**	**2.10**	**12.26**	**1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa**	**0.171**	✓
5 - 3	1.00	163.58	80839.4	2.02	12.26	1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa	0.165	✓
5 - 4	1.00	157.56	79702.0	1.98	12.26	1.35·PP+1.35·CM+1.5·Qa	0.161	✓

9.- CAPACIDAD DEL PILOTE

Se debe satisfacer:

$N_{Ed,s} \leq N_{Rd,s}$

Situación	Combinación de acciones	$N_{Ed,s}$ (t)	$N_{Rd,s}$ (t)	Cumple
Persistentes o transitorias	PP+CM+1.3·Qa	29.00	29.00	✓

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Wjara

LUIS F. GONZALEZ
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO

2020-07-23 09:09:42.453386-04

constructora ECO s.a.

RUBRO QUE NO SE EJECUTARA

6	72131601-003	CIMENTACIONES	Unidad de Medida	Cantidad	Precio unit.	Precio Total
6,2		Fundación de zapatas	m3	269,62	2.928.994	789.715.362

RUBROS NUEVOS

6	72131601-003	CIMENTACIONES	Unidad de Medida	Cantidad	Precio unit.	Precio Total
6,2		PILOTES	m3	201,9301	1.367.946	276.229.472
6,2,1		CABEZALES	m3	375,37	1.367.946	513.485.890
						789.715.362

Gerencia de Abastecimiento y Logística
Wjara

LUIS F. GONZALEZ G.
Representante Legal
CONSTRUCTORA ECO S.A.

Cap. Rivarola N° 933 c/ Teodoro S. Mongelós - Email.: constructoraecosa@constructoraeco.com.py - Telefax.: 227 190 - 234 194
Asunción - Paraguay

2020-07-23 09:09:42.453386-04