

Cálculo del ancho de fisura: Cara inferior (Código Estructural, Artículo A19.7.3.4)

Se debe satisfacer:

$$W_k \leq W_{\max}$$

$$0.235 \text{ mm} \leq 0.300 \text{ mm} \quad \checkmark$$

La máxima abertura de fisura se produce en un punto situado a una distancia de 2.364 m del nudo P1, para la combinación de acciones PP+CM+0.3·Qa. El punto pésimo de la sección transversal se encuentra en las coordenadas X = 0.00 mm, Y = -102.00 mm.

Donde:

W_{\max} : Abertura máxima de fisura definida en la tabla A19.7.1N.

$$W_{\max} : \underline{0.300} \text{ mm}$$

Clase de exposición: XC3

W_k : Abertura de fisura.

$$W_k : \underline{0.235} \text{ mm}$$

$$W_k = s_{r,\max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm})$$

Siendo:

$s_{r,\max}$: Separación máxima entre fisuras.

$$s_{r,\max} : \underline{306.59} \text{ mm}$$

$$s_{r,\max} = k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\emptyset}{\rho_{p,\text{eff}}}$$

Donde:

c: Recubrimiento de las armaduras traccionadas.

$$c : \underline{38.00} \text{ mm}$$

k_1 : Coeficiente que tiene en cuenta la capacidad de adherencia de la armadura.

$$k_1 : \underline{0.800}$$

$$k_1 = 0.8$$

k_2 : Coeficiente que tiene en cuenta la distribución de tensiones de tracción en la sección transversal.

$$k_2 : \underline{0.498}$$

$$k_2 = \frac{\sigma_{ctm}}{f_{ctm,fl}}$$

Donde:

σ_{ctm} : Tensión media de tracción del área de hormigón traccionado en la sección no fisurada (estado I).

$$\sigma_{ctm} : \underline{1.87} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{ctm} = \frac{F_{ct}}{A_{ct}}$$

Donde:

F_{ct} : Resultante de tensiones de la zona traccionada del hormigón en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I).

$$F_{ct} : \underline{138.50} \text{ kN}$$

A_{ct} : Área de hormigón traccionado en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I).

$$A_{ct} : \underline{73932.68} \text{ mm}^2$$

$f_{ctm,fl}$: Resistencia media a flexotracción del hormigón.

$$f_{ctm,fl} : \underline{3.77} \text{ MPa}$$

k_3 : Coeficiente.

$$k_3 : \underline{3.400}$$

k_4 : Coeficiente.

$$k_4 : \underline{0.425}$$

\emptyset : Diámetro de la barra traccionada o diámetro equivalente en el caso de una sección con varios diámetros.

$$\emptyset : \underline{14.35} \text{ mm}$$

$$\emptyset = \frac{\sum_{i=1}^n \emptyset_i^2}{\sum_{i=1}^n \emptyset_i}$$

Donde:

\varnothing_i : Diámetro de la barra traccionada con índice 'i'.

$r_{p,eff}$: Relación entre el área de la armadura traccionada y el área eficaz de hormigón sometido a tracción.

$$r_{p,eff} : \underline{0.01}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{\sum A_s}{\sum A_{c,eff}}$$

Donde:

$\hat{a}A_{c,eff}$: Área eficaz de hormigón traccionado en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I).

$$\hat{a}A_{c,eff} : \underline{56010.00} \text{ mm}^2$$

$\hat{a}A_s$: Área de la armadura de tracción.

$$\hat{a}A_s : \underline{766.56} \text{ mm}^2$$

El cálculo de $(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm})$ correspondiente a la barra crítica es el siguiente:

$$(\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ctm}}{\rho_{p,eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p,eff})}{E_s} \geq 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \quad (\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}) : \underline{0.000765}$$

Donde:

ϵ_{sm} : Deformación media en la armadura bajo la correspondiente combinación de cargas, incluyendo el efecto de las deformaciones impuestas y teniendo en cuenta los efectos de la rigidez a tracción.

ϵ_{cm} : Deformación media en el hormigón entre las fisuras.

E_s : Módulo de deformación longitudinal del acero.

$$E_s : \underline{200000.00} \text{ MPa}$$

k_t : Coeficiente que depende de la duración de la carga.

$$k_t : \underline{0.40}$$

σ_s : Tensión en la armadura de tracción calculada considerando la sección fisurada.

$$\sigma_s : \underline{226.58} \text{ MPa}$$

$f_{ctm,fl}$: Resistencia media a flexotracción del hormigón.

$$f_{ctm,fl} : \underline{3.77} \text{ MPa}$$

$r_{p,eff}$: Relación entre el área de la armadura traccionada y el área eficaz de hormigón sometido a tracción.

$$r_{p,eff} : \underline{0.02}$$

$$\rho_{p,eff} = \frac{A_s}{A_{c,eff}}$$

Donde:

$A_{c,eff}$: Área eficaz de hormigón traccionado en el instante previo a la fisuración del hormigón (estado I).

$$A_{c,eff} : \underline{13440.00} \text{ mm}^2$$

A_s : Área de la armadura de tracción.

$$A_s : \underline{314.16} \text{ mm}^2$$

α_e : Relación entre el módulo de elasticidad de la armadura pasiva y el módulo de elasticidad secante del hormigón.

$$\alpha_e : \underline{6.09}$$

$$\alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}}$$

Donde:

E_{cm} : Módulo de elasticidad secante del hormigón.

$$E_{cm} : \underline{32837.00} \text{ MPa}$$

Equilibrio de la sección en el instante previo a la fisuración del hormigón:

N_{td}, M_{td} : Esfuerzos que originan que la fibra más traccionada del hormigón alcance la resistencia a tracción con el mismo esfuerzo axial solicitante.

N_{td} : Esfuerzo axial (valores positivos indican compresión).

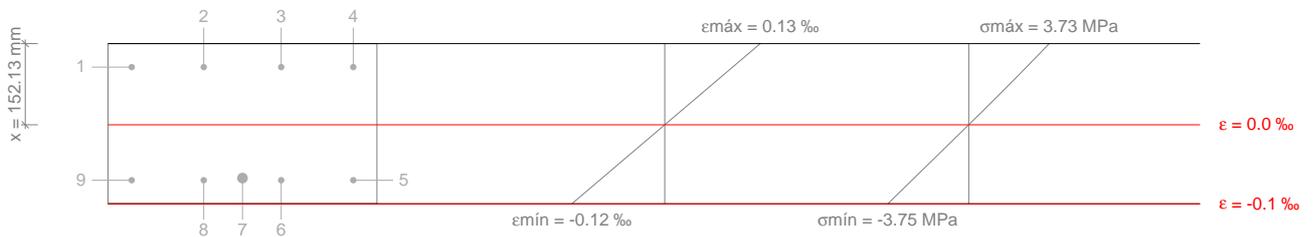
$$N_{td} : \underline{0.00} \text{ kN}$$

$M_{td,x}$: Momento flector alrededor del eje 'X'.

$$M_{td,x} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$M_{td,Y}$: Momento flector alrededor del eje 'Y'.

$M_{td,Y}$: 30.41 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	S_s^I (MPa)	e
5	Ø12	206.00	-106.00	-17.54	-0.000088
6	Ø12	72.00	-106.00	-17.54	-0.000088
7	Ø20	0.00	-102.00	-16.87	-0.000084
8	Ø12	-72.00	-106.00	-17.54	-0.000088
9	Ø12	-206.00	-106.00	-17.54	-0.000088

Equilibrio de la sección en el instante en que se fisura el hormigón:

N_{td}, M_{td} Esfuerzos que originan que la fibra más traccionada del hormigón alcance la resistencia a tracción con el mismo esfuerzo axial solicitante.

N_{td} : Esfuerzo axial (valores positivos indican compresión).

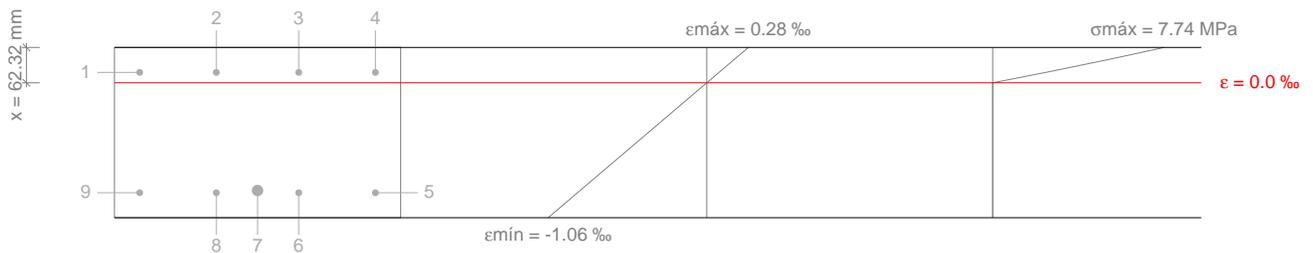
N_{td} : 0.00 kN

$M_{td,X}$: Momento flector alrededor del eje 'X'.

$M_{td,X}$: 0.00 kN·m

$M_{td,Y}$: Momento flector alrededor del eje 'Y'.

$M_{td,Y}$: 30.41 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	S_{sr} (MPa)	e
5	Ø12	206.00	-106.00	-172.42	-0.000862
6	Ø12	72.00	-106.00	-172.42	-0.000862
7	Ø20	0.00	-102.00	-168.86	-0.000844
8	Ø12	-72.00	-106.00	-172.42	-0.000862
9	Ø12	-206.00	-106.00	-172.42	-0.000862

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes sin considerar la resistencia a tracción del hormigón:

N_{ed}, M_{ed} Esfuerzos solicitantes.

N_{ed} : Esfuerzo axial solicitante (valores positivos indican compresión).

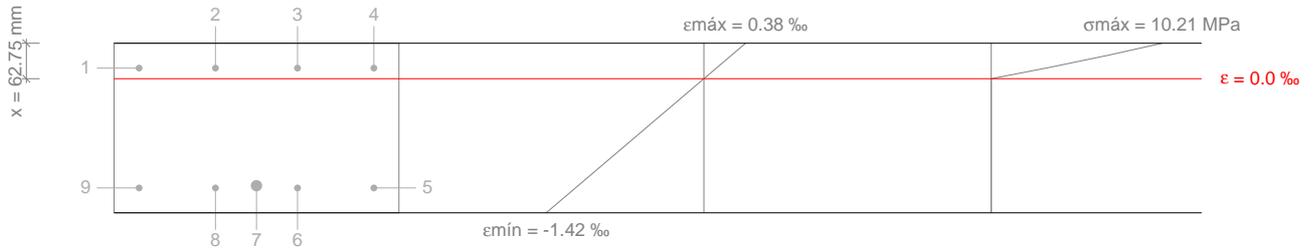
N_{ed} : 0.00 kN

$M_{ed,x}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'X'.

$M_{ed,x}$: 0.00 kN·m

$M_{ed,y}$: Momento flector solicitante alrededor del eje 'Y'.

$M_{ed,y}$: 40.76 kN·m



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	S_s (MPa)	e
5	Ø12	206.00	-106.00	-231.37	-0.001157
6	Ø12	72.00	-106.00	-231.37	-0.001157
7	Ø20	0.00	-102.00	-226.58	-0.001133
8	Ø12	-72.00	-106.00	-231.37	-0.001157
9	Ø12	-206.00	-106.00	-231.37	-0.001157