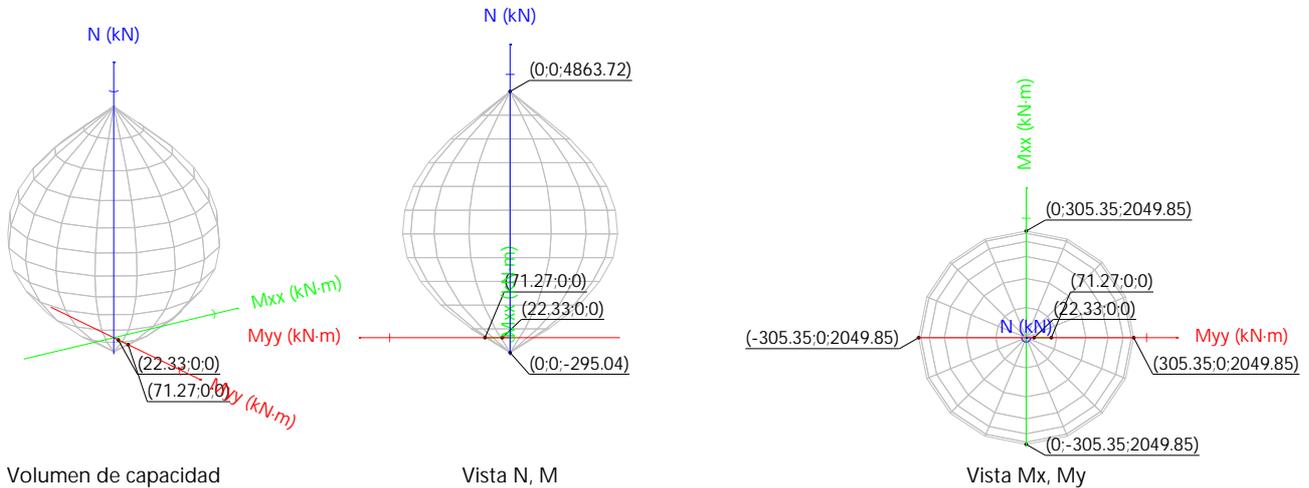


Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en 'Pilote #3', para la combinación de hipótesis "[4] 1.6·PP+1.6·CM+1.6·Qa (M Mín., N Mín.)".

Se debe satisfacer:

$$\eta_1 = \sqrt{\frac{N_{Ed}^2 + M_{Ed,x}^2 + M_{Ed,y}^2}{N_{Rd}^2 + M_{Rd,x}^2 + M_{Rd,y}^2}} \leq 1$$

$\eta_1$  : 0.313 ✓



Comprobación de resistencia de la sección ( $\eta_1$ )

$N_{Ed}, M_{Ed}$  son los esfuerzos de cálculo de primer orden, incluyendo, en su caso, la excentricidad mínima según A19.6.1(4):

$N_{Ed}$ : Esfuerzo normal de cálculo.

$M_{Ed}$ : Momento de cálculo de primer orden.

$N_{Ed}$  : 0.00 kN  
 $M_{Ed,x}$  : 0.00 kN·m  
 $M_{Ed,y}$  : 22.33 kN·m

$N_{Rd}, M_{Rd}$  son los esfuerzos que producen el agotamiento de la sección con las mismas excentricidades que los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos.

$N_{Rd}$ : Axil de agotamiento.

$M_{Rd}$ : Momentos de agotamiento.

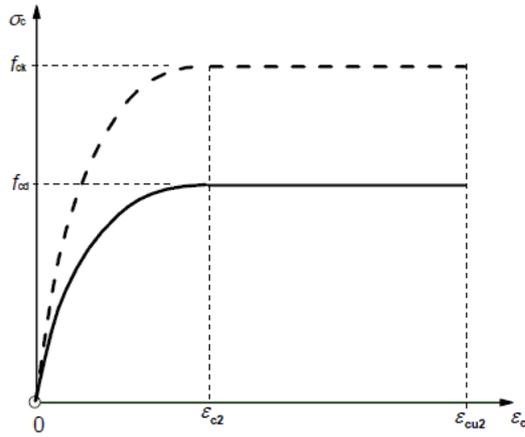
$N_{Rd}$  : 0.00 kN  
 $M_{Rd,x}$  : 0.00 kN·m  
 $M_{Rd,y}$  : 71.27 kN·m

Cálculo de la capacidad resistente

El cálculo de la capacidad resistente última de las secciones se efectúa a partir de las hipótesis generales siguientes (Artículo A19.6.1):

- (a) El agotamiento se caracteriza por el valor de la deformación en determinadas fibras de la sección, definidas por los dominios de deformación de agotamiento.
- (b) Las deformaciones del hormigón siguen una ley plana.
- (c) Las deformaciones  $\epsilon_s$  de las armaduras pasivas se mantienen iguales a las del hormigón que las envuelve.
- (d) Las tensiones en el hormigón comprimido se derivan del diagrama de cálculo tensión-deformación indicado en el apartado A19.3.1.7(1).

El diagrama de cálculo tensión-deformación del hormigón es del tipo parábola rectángulo. No se considera la resistencia del hormigón a tracción.



$\epsilon_{cu2}$ : Deformación unitaria última conforme a Tabla A19.3.1.

$$\epsilon_{cu2} : \underline{0.0035}$$

$\epsilon_{c2}$ : Deformación unitaria bajo carga máxima, conforme a Tabla A19.3.1.

$$\epsilon_{c2} : \underline{0.0020}$$

$f_{cd}$ : Resistencia de cálculo a compresión del hormigón.

$$f_{cd} : \underline{16.67} \text{ MPa}$$

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

Siendo:

$\alpha_{cc}$ : 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.

$$\alpha_{cc} : \underline{1.00}$$

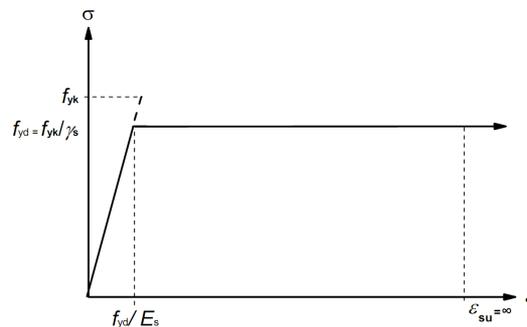
$f_{ck}$ : Resistencia característica a compresión del hormigón.

$$f_{ck} : \underline{25.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_c$ : Coeficiente parcial de seguridad para el hormigón.

$$\gamma_c : \underline{1.5}$$

(e) Las tensiones en las armaduras se obtienen del diagrama dado en: Artículo A19.3.2, Figura A19.3.8



$\epsilon_{su}$ : Deformación unitaria última conforme a Artículo A19.3.2.7(2.b).

$$\epsilon_{su} : \underline{0.0100}$$

$f_{yd}$ : Límite elástico de la armadura.

$$f_{yd} : \underline{434.78} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$$

Siendo:

$f_{yk}$ : Resistencia característica del acero.

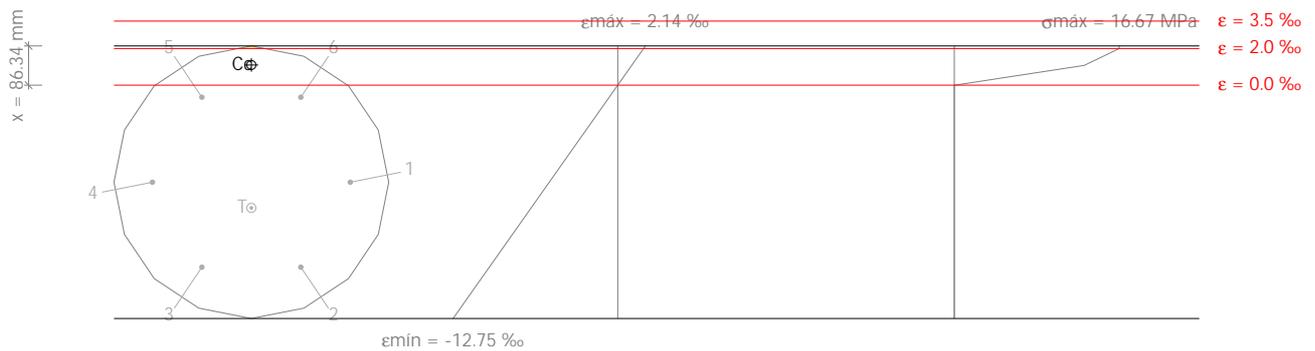
$$f_{yk} : \underline{500.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_s$ : Coeficiente parcial de seguridad para el acero.

$$\gamma_s : \underline{1.15}$$

(e) Se aplican a las resultantes de tensiones en la sección las ecuaciones generales de equilibrio de fuerzas y de momentos.

Equilibrio de la sección para los esfuerzos de agotamiento, calculados con las mismas excentricidades que los esfuerzos de cálculo p<sub>s</sub>imos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	S <sub>s</sub> (MPa)	e
1	Ø12	0.00	-216.00	-434.78	-0.005305
2	Ø12	-187.06	-108.00	-434.78	-0.009950
3	Ø12	-187.06	108.00	-434.78	-0.009950
4	Ø12	0.00	216.00	-434.78	-0.005305
5	Ø12	187.06	108.00	-132.11	-0.000661
6	Ø12	187.06	-108.00	-132.11	-0.000661

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
C <sub>c</sub>	226.58	258.01	0.00
C <sub>s</sub>	0.00	0.00	0.00
T	226.58	-56.52	0.00

$$N_{Rd} = C_c + C_s - T$$

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

$$M_{Rd,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} - T \cdot e_{T,y}$$

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

$$M_{Rd,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} - T \cdot e_{T,x}$$

$$M_{Rd,y} : \underline{71.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C<sub>c</sub>: Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : \underline{226.58} \text{ kN}$$

C<sub>s</sub>: Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : \underline{0.00} \text{ kN}$$

T: Resultante de tracciones en el acero.

$$T : \underline{226.58} \text{ kN}$$

e<sub>cc</sub>: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : \underline{258.01} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

e<sub>cs</sub>: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

e<sub>T</sub>: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : \underline{-56.52} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

e<sub>cmax</sub>: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$e_{cmax} : \underline{0.0021}$$

e<sub>smax</sub>: Deformación de la barra de acero más traccionada.

$$e_{smax} : \underline{0.0099}$$

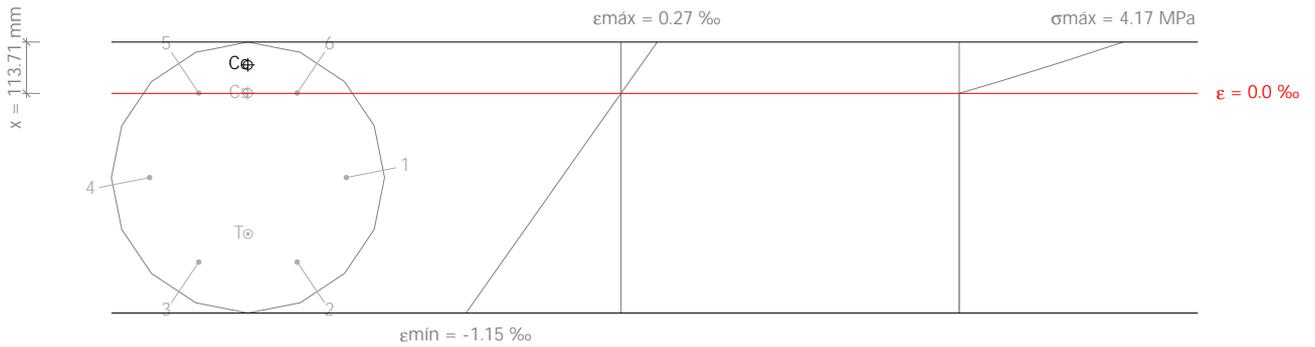
S<sub>cmax</sub>: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$S_{cmax} : \underline{16.67} \text{ MPa}$$

S<sub>smax</sub>: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$S_{smax} : \underline{434.78} \text{ MPa}$$

Equilibrio de la sección para los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos:



Barra	Designación	Coord. X (mm)	Coord. Y (mm)	S <sub>s</sub> (MPa)	e
1	Ø12	0.00	-216.00	-87.89	-0.000439
2	Ø12	-187.06	-108.00	-176.14	-0.000881
3	Ø12	-187.06	108.00	-176.14	-0.000881
4	Ø12	0.00	216.00	-87.89	-0.000439
5	Ø12	187.06	108.00	+0.36	+0.000002
6	Ø12	187.06	-108.00	+0.36	+0.000002

	Resultante (kN)	e.x (mm)	e.y (mm)
C <sub>c</sub>	59.64	249.27	0.00
C <sub>s</sub>	0.08	187.06	0.00
T	59.72	-124.79	0.00

$$N_{Ed} = C_c + C_s - T$$

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

$$M_{Ed,x} = C_c \cdot e_{cc,y} + C_s \cdot e_{cs,y} + T \cdot e_{T,y}$$

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

$$M_{Ed,y} = C_c \cdot e_{cc,x} + C_s \cdot e_{cs,x} + T \cdot e_{T,x}$$

$$M_{Ed,y} : \underline{22.33} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

C<sub>c</sub>: Resultante de compresiones en el hormigón.

$$C_c : \underline{59.64} \text{ kN}$$

C<sub>s</sub>: Resultante de compresiones en el acero.

$$C_s : \underline{0.08} \text{ kN}$$

T: Resultante de tracciones en el acero.

$$T : \underline{59.72} \text{ kN}$$

e<sub>cc</sub>: Excentricidad de la resultante de compresiones en el hormigón en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cc,x} : \underline{249.27} \text{ mm}$$

$$e_{cc,y} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

e<sub>cs</sub>: Excentricidad de la resultante de compresiones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{cs,x} : \underline{187.06} \text{ mm}$$

$$e_{cs,y} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

e<sub>T</sub>: Excentricidad de la resultante de tracciones en el acero en la dirección de los ejes X e Y.

$$e_{T,x} : \underline{-124.79} \text{ mm}$$

$$e_{T,y} : \underline{0.00} \text{ mm}$$

e<sub>cmax</sub>: Deformación de la fibra más comprimida de hormigón.

$$e_{cmax} : \underline{0.0003}$$

e<sub>smax</sub>: Deformación de la barra de acero más traccionada.

$$e_{smax} : \underline{0.0009}$$

S<sub>cmax</sub>: Tensión de la fibra más comprimida de hormigón.

$$S_{cmax} : \underline{4.17} \text{ MPa}$$

S<sub>smax</sub>: Tensión de la barra de acero más traccionada.

$$S_{smax} : \underline{176.14} \text{ MPa}$$