Passera per a bicicletes i vianants a Can Sant Joan a Sant Cugat del Vallés

Municipi
Sant Cugat del Vallès

Tipus d'actuació
Obra civil: Obra nova

Expedient
902644/22

Data
Juliol 2025

Tipus de document
Projecte d'execució

Gestió
Direcció de Serveis de l'Espai Públic

Redacció de projecte
BSB ESTRUCTURES D'EDIFICACIÓ I PONTS

Relació de documents i volums

01-10. Memòria i Annexos
11-20. Plànols
21. Plec de Prescripcions Tècniques
22. Pressupost

06/22

Índex de volums

D1 Memòria i annexos

01-10

01
Memòria
Annex 01. Antecedents
Annex 02. Planejament

02
Annex 03. Topografia

03
Annex 04. Geologia i geotècnia

04
Annex 05. Definició geomètrica i replanteig
Annex 06. Moviment de terres
Annex 07. Climatologia, hidrologia i drenatge
Annex 08. Xarxa de clavegueram
Annex 10. Ferms i paviments

05
Annex 11. Estructures i murs (part 1)

06
Annex 11. Estructures i murs (part 2)

07
Annex 12. Enllumenat
Annex 13. Xarxa de reg i abastament d'aigua pel reg
Annex 14. Plantacions
Annex 15. Senyalització, abalisament i seguretat vial

08
Annex 17. Serveis existents i serveis afectats

09
Annex 20. Pla de control de qualitat
Annex 21. Estudi de seguretat i salut
Annex 22. Aspectes ambientals
Annex 23. Estudi de gestió de residus de construcció i demolició
Annex 24. Accessibilitat

10
Annex 25. Desviaments de trànsit i fases d'execució
Annex 26. Pla d'obra
Annex 27. Justificació de preus
Annex 28. Pla de consum i manteniment de l'obra acabada
Annex 29. Pressupost per al coneixement de l'Administració
Annex 30. Fitxa resum de les característiques del projecte

D2 Plànols

11-20

11
SG.01 Índex i situació general
SG.02 Emplaçament
SG.03 Planta general de la proposta
SG.04 Planta de detall

12
SG.05 Planejament
SG.06 Aixecament topogràfic
SG.07 Connexions carril bici
EN. Enderrocs i elements a retirar
DG. Definició geomètrica

13
PV. Paviments

14
DC. Drenatge i clavegueram
EM. Obres de fàbrica, estructures i murs

15
EP. Enllumenat

16
PL. Plantacions i reg

17
MU. Mobiliari urbà ,tancaments i edificacions auxiliars
SV.01 Senyalització i seguretat viària. Planta
SV.02 Senyalització i seguretat viària. Detalls

18
SV.03 Senyalització i seguretat viària. Afectacions al trànsit
SV.04 Senyalització i seguretat viària. Desviament trànsit nocturn
SV.05 Senyalització i seguretat viària. Sistemes de contenció

19
SE.01 Serveis. Planta serveis existents

20
SE.02 Serveis. Planta serveis afectats i reposicions
SE.03 Serveis. Treballs de protecció

D3 Plec de prescripcions tècniques

21

21
01. Plec de prescripcions tècniques generals
02. Plec de prescripcions tècniques particulars
03. Plec de prescripcions de muntatge de l'estructura metàl·lica

D4 Pressupost

22

22
01. Amidaments auxiliars
02. Amidaments
03. Estadística de partides
04. Quadre de preus nº1
05. Quadre de preus nº2
06. Pressupost
07. Resum de pressupost
08. Últim full

Annex 11

Estructures i murs (part 2)

APÈNDIX 4 – PILES

4.1 PILONS

PILA 1. PILONS

$N_{sd} = -2505 / +881$ kN

$M_{ysd} = 232$ mkN
$M_{zsd} = 25$ mkN
$M_{sd} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 235$ mkN

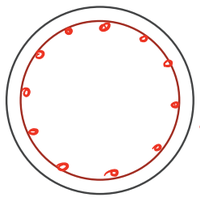
$V_{zsd} = 40$ kN
$V_{ysd} = 140$ kN
$V_{sd} = \sqrt{V_y^2 + V_z^2} = 145^{(*)}$ kN

(*) CONGRUITANTES.

Quasi-permanent

$N_{cp} = -49 / -1136$ kN

$M_{y.cp} = 80$ mkN
$M_{zcp} = 10$ mkN
$M_{cp} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} =$ mkN



12Φ20
CΦ12/0.15

PILA 2. PILONS

$N_{sd} = -5181 / +1544$ kN

$M_{ysd} = 748$ mkN
$M_{zsd} = 1700$ mkN
$M_{sd} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 1860$ mkN

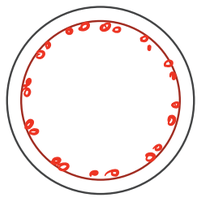
$V_{zsd} = 443$ kN
$V_{ysd} = 450$ kN
$V_{sd} = \sqrt{V_y^2 + V_z^2} = 630^{(*)}$ kN

(*) CONGRUITANTES.

Quasi-permanent

$N_{cp} = -311 / -2467$ kN

$M_{y.cp} = 265$ mkN
$M_{zcp} = 593$ mkN
$M_{cp} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 650$ mkN



As.
2x15Φ25
CΦ16/0.15

PILA 3 · PILONS

$N_{sd} = -2791 / +1174$ kN

$M_{ysd} = 263$ mkN
$M_{zsd} = 43$ mkN
$M_{sd} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 265$ mkN

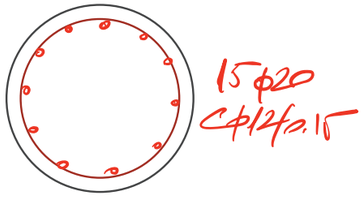
$V_{zsd} = 166$ kN
$V_{ysd} = 48$ kN
$V_{sd} = \sqrt{V_y^2 + V_z^2} = 173$ (*) kN

(*) ENGRIMITANTES.

Quasi-permanent

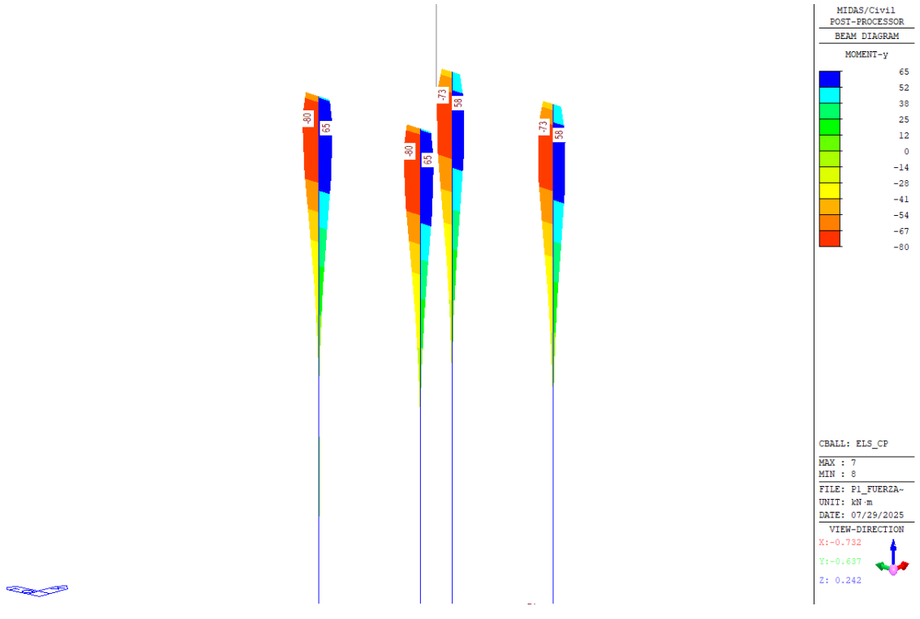
$N_{cp} = +69 / -1248$ kN

$M_{y.cp} = 91$ mkN
$M_{zcp} = 15$ mkN
$M_{cp} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 95$ mkN

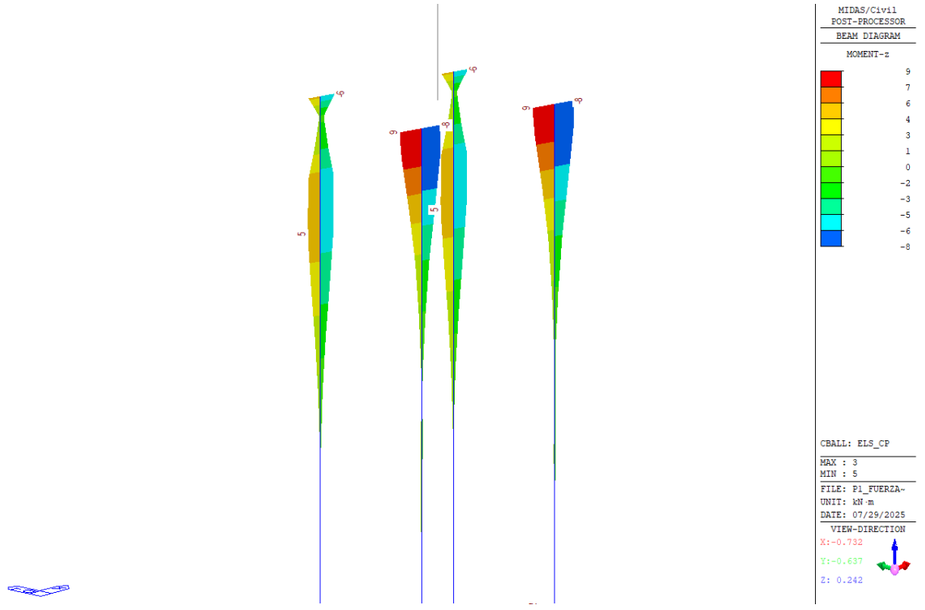


FONAMENTACIONS

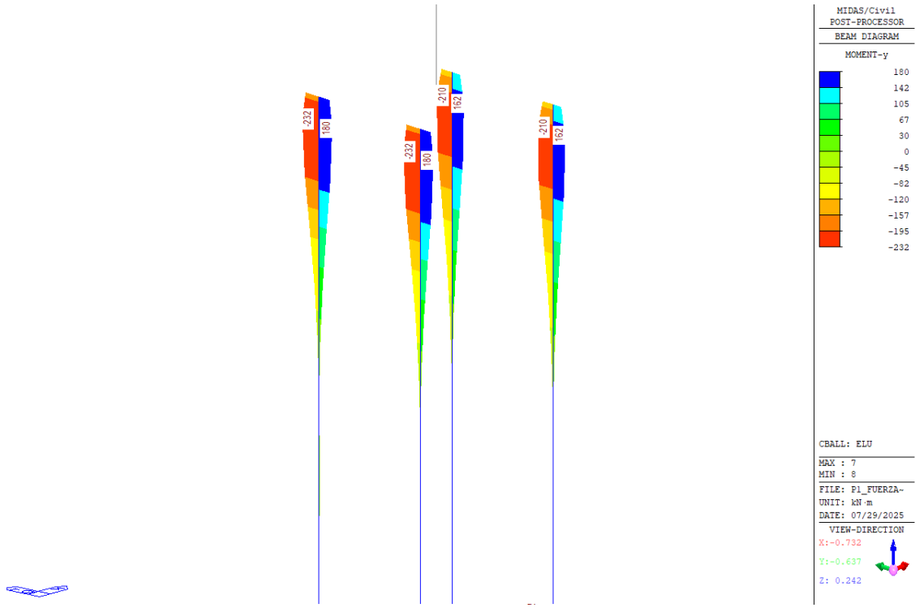
PILA 1



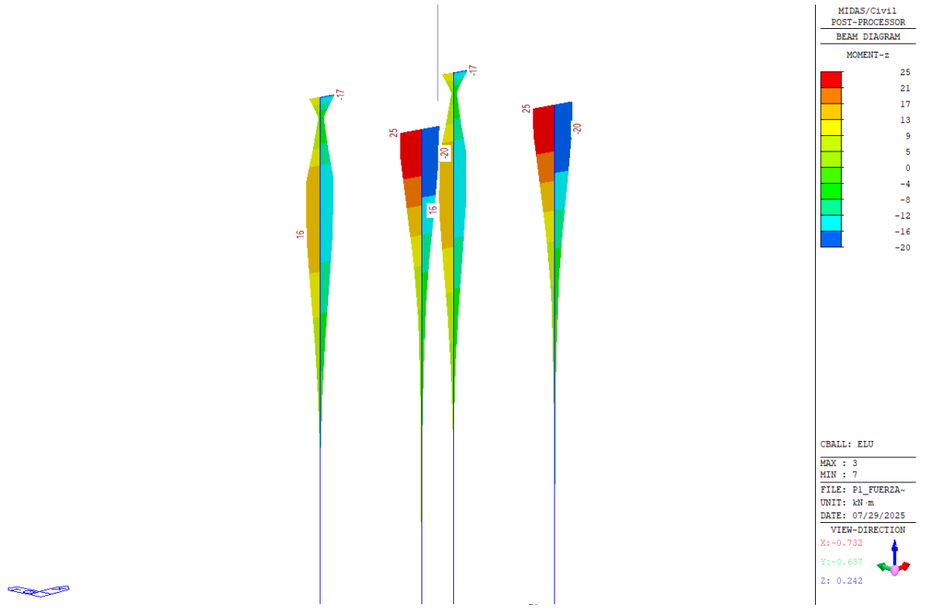
1 Pila1_Mycp



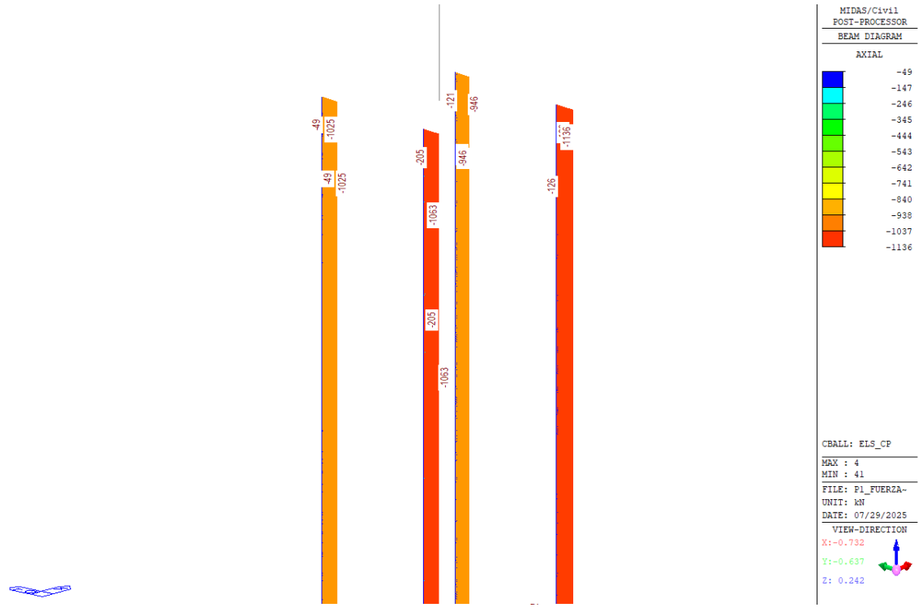
3 Pila1_Mzcp



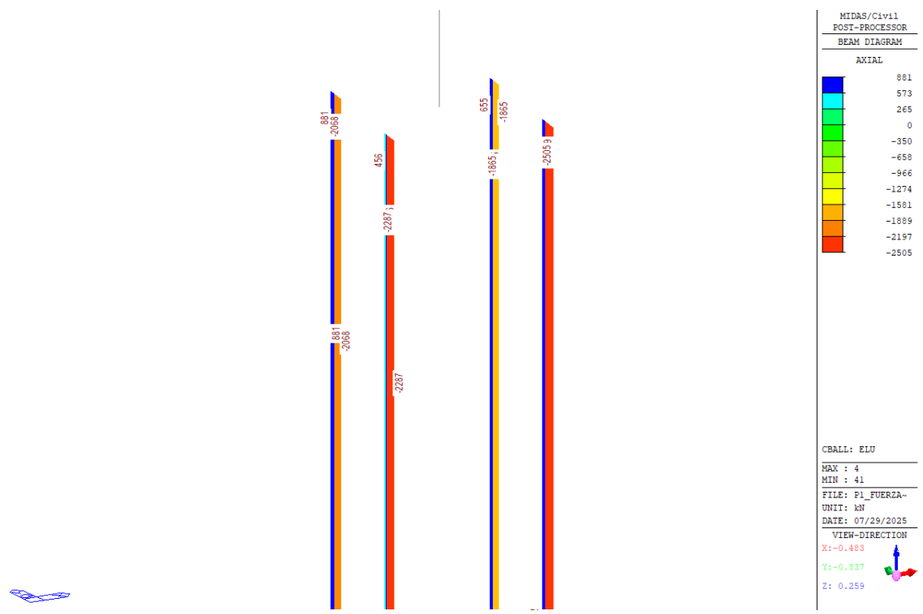
2 Pila1_MySd



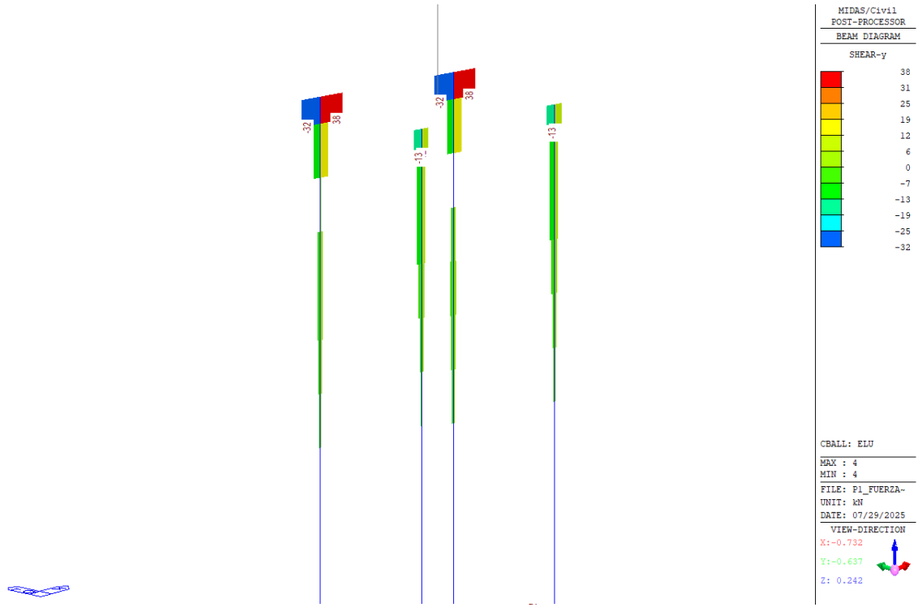
4 Pila1_MzSd



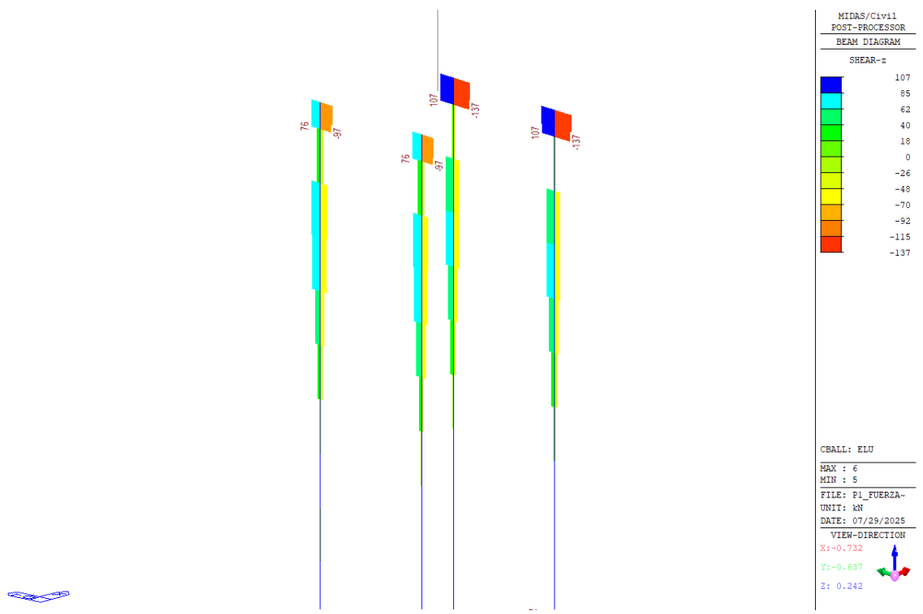
5 Pila1_Ncp



6 Pila1_NSd

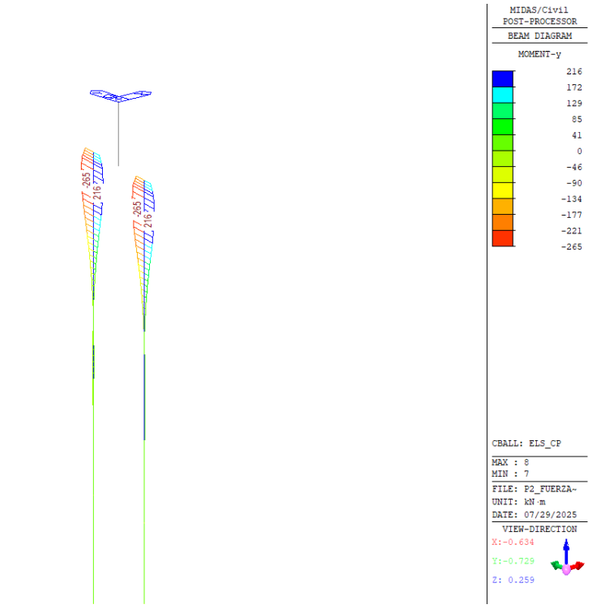


7 Pila1_VySd

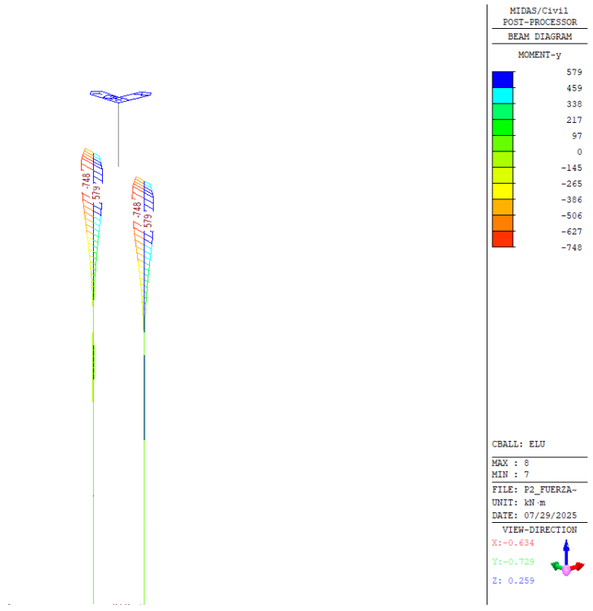


8 Pila1_VzSd

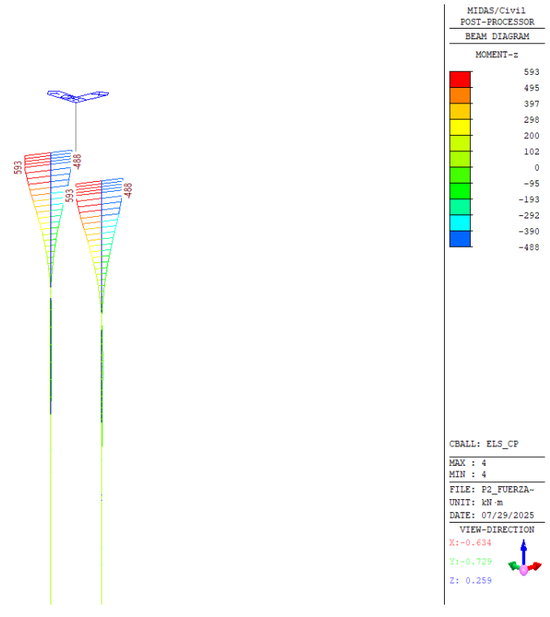
PILA 2



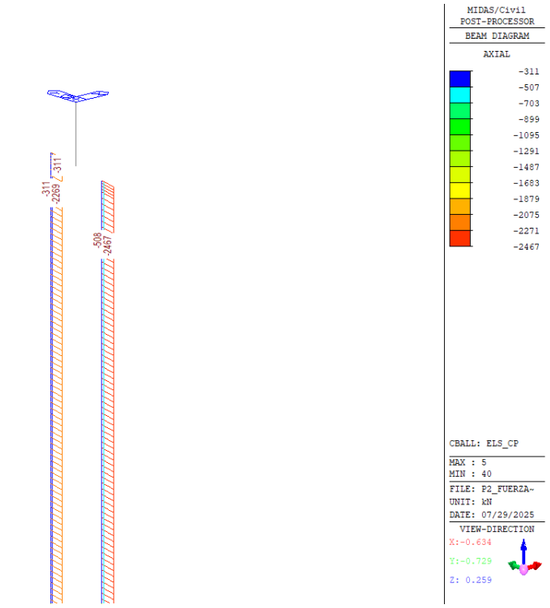
9 Pila2_Mycp



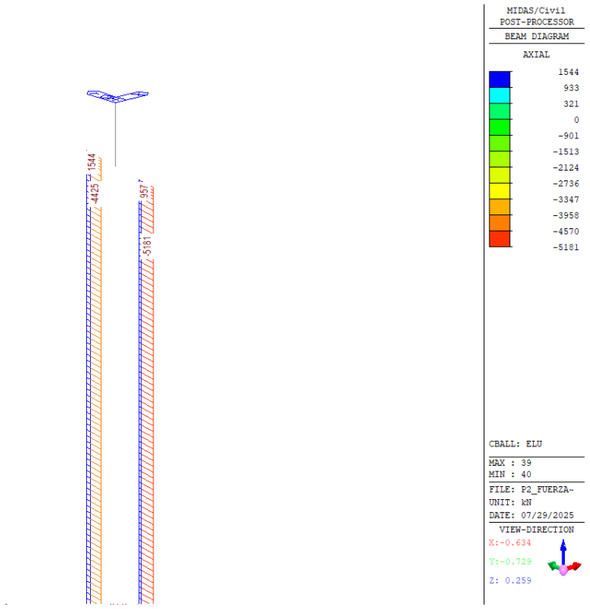
10 Pila2_MySd



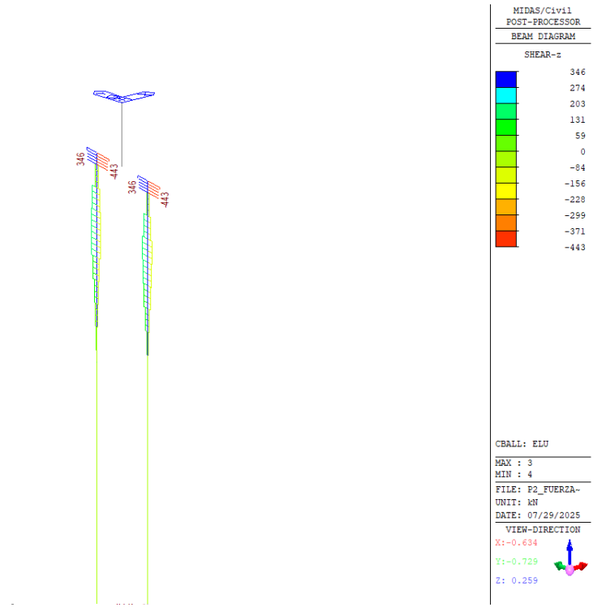
11 Pila2_Mzcp



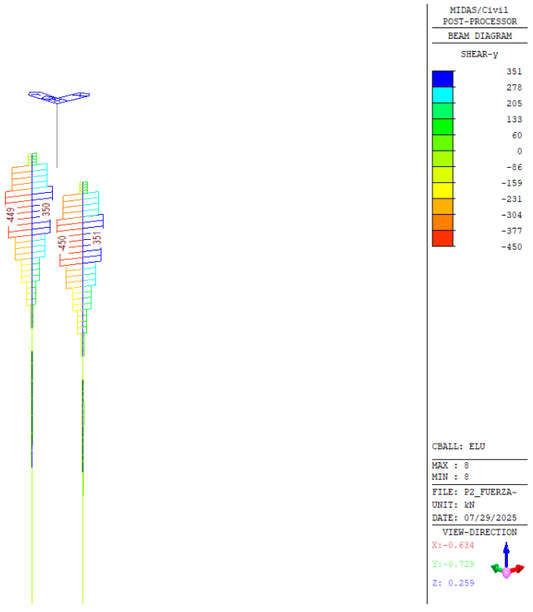
12 Pila2_Ncp



13 Pila2_NSd

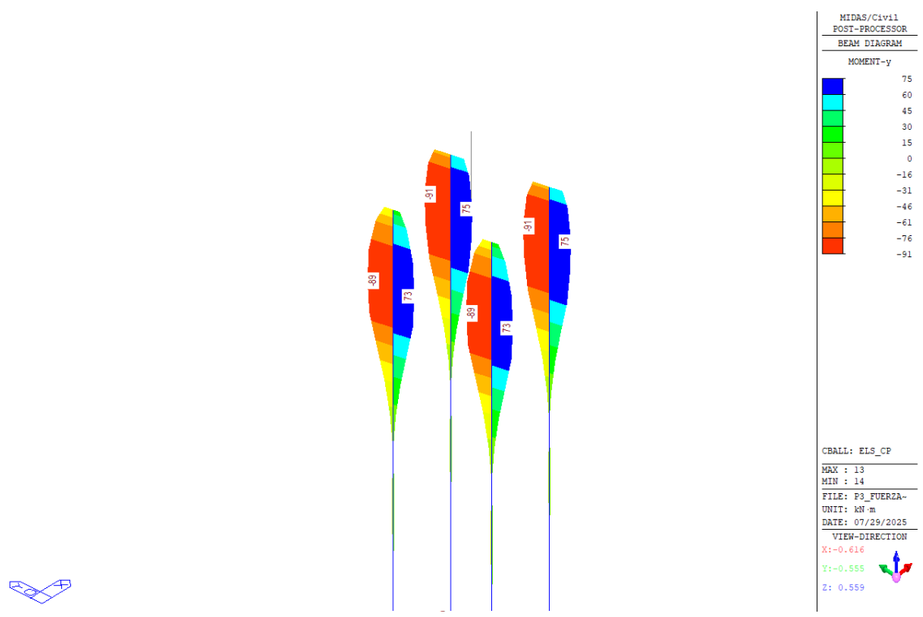


15 Pila2_VzSd

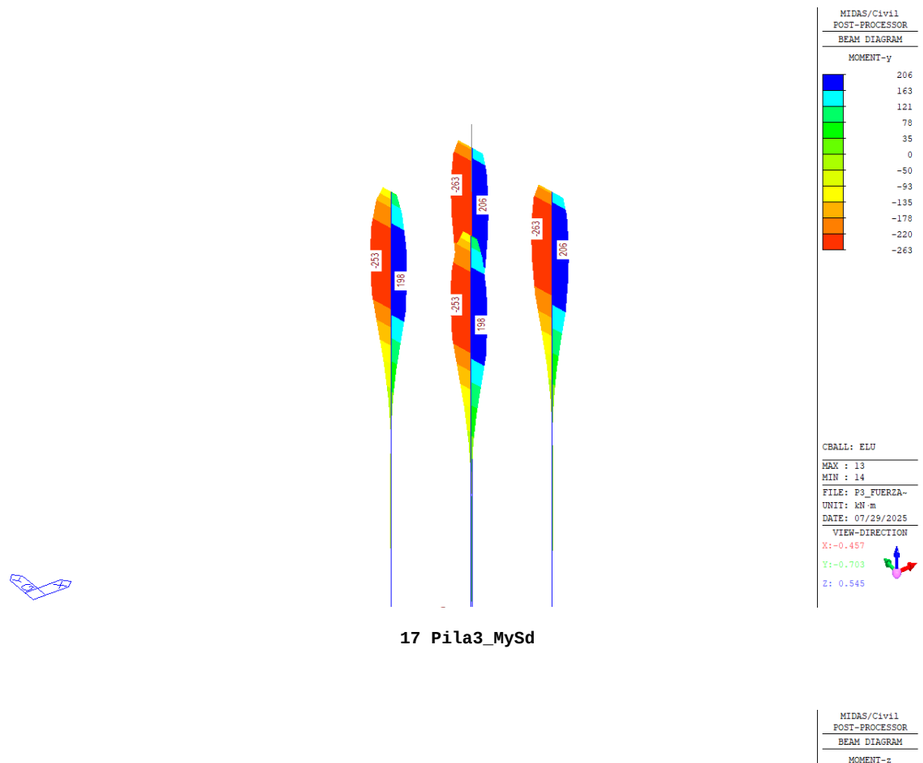


14 Pila2_VySd

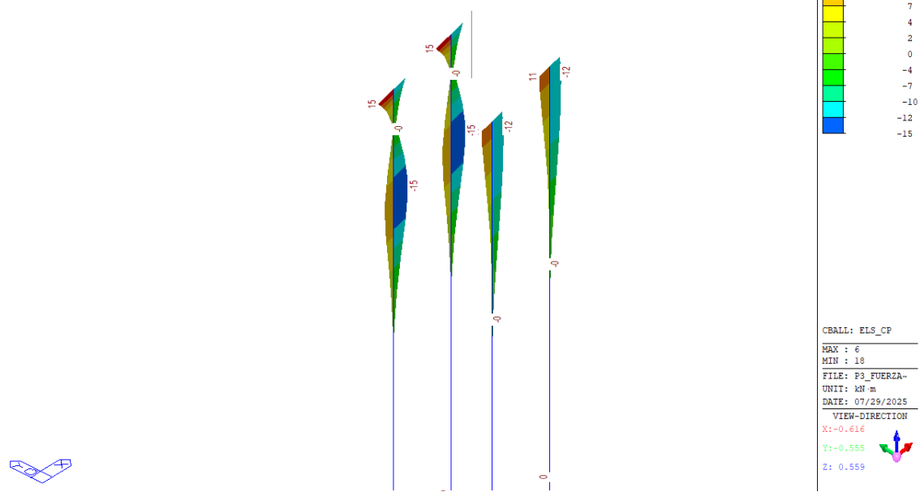
PILA 3



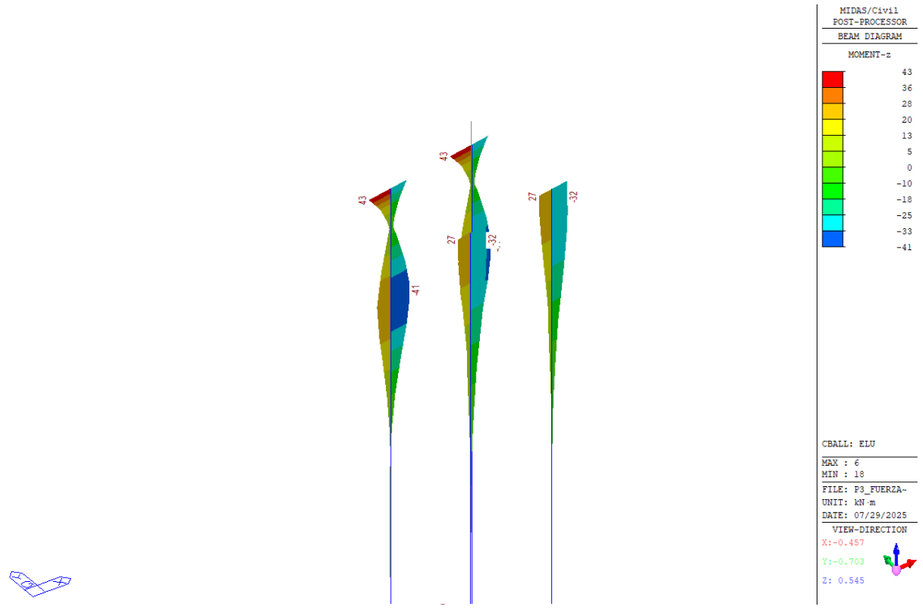
16 Pila3_Mycp



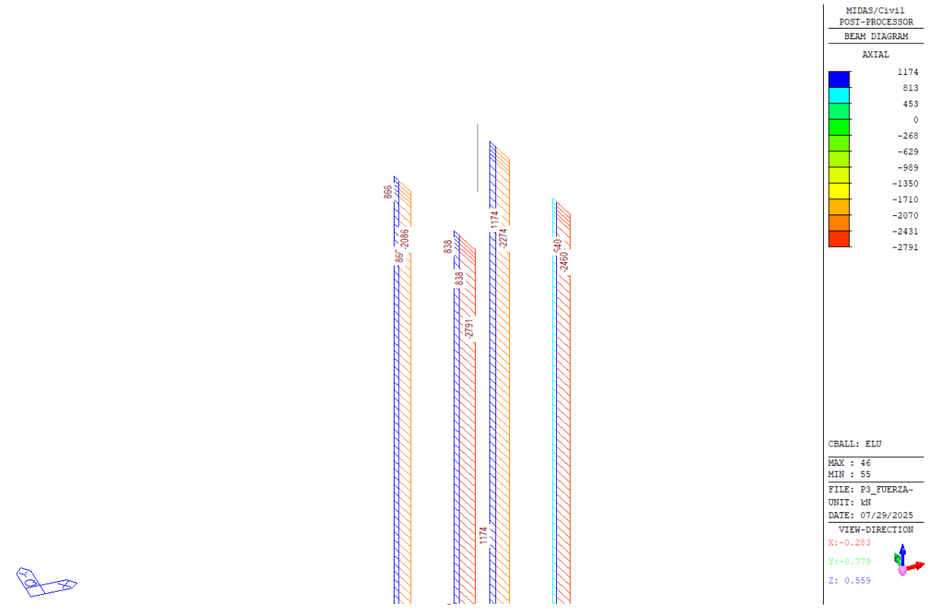
17 Pila3_MySd



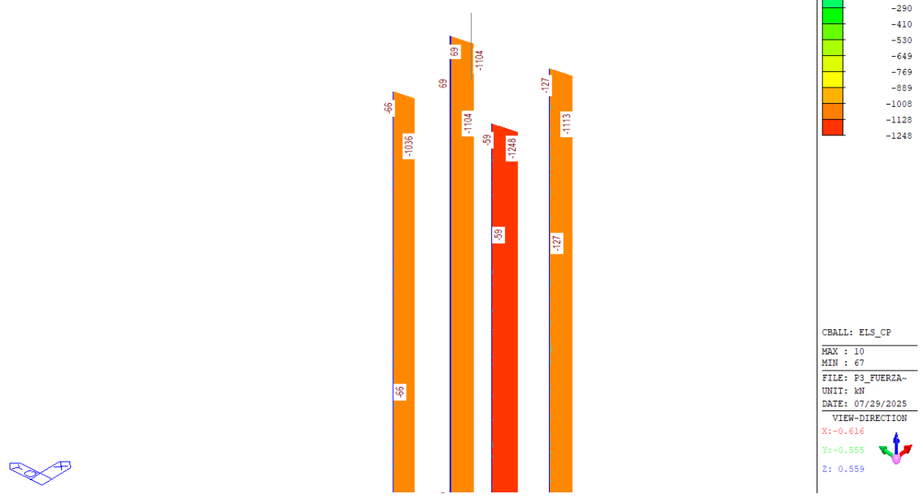
18 Pila3_Mzcp



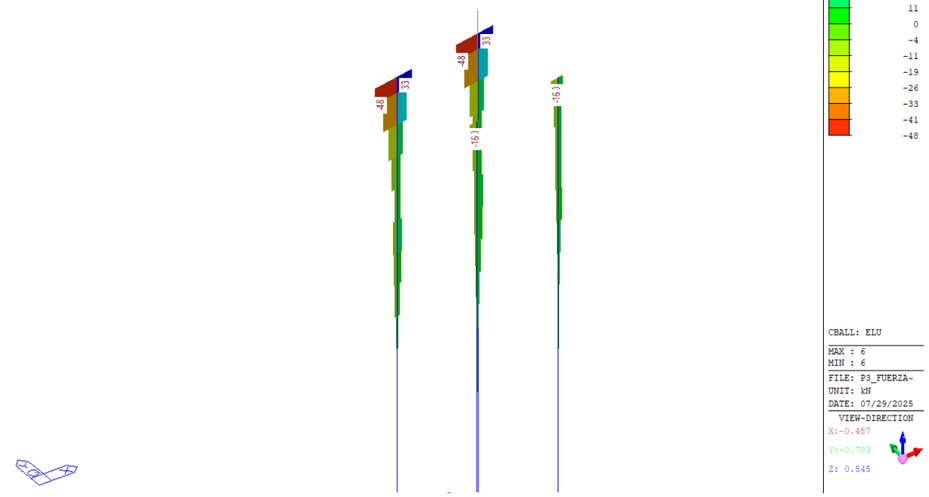
19 Pila3_MzSd



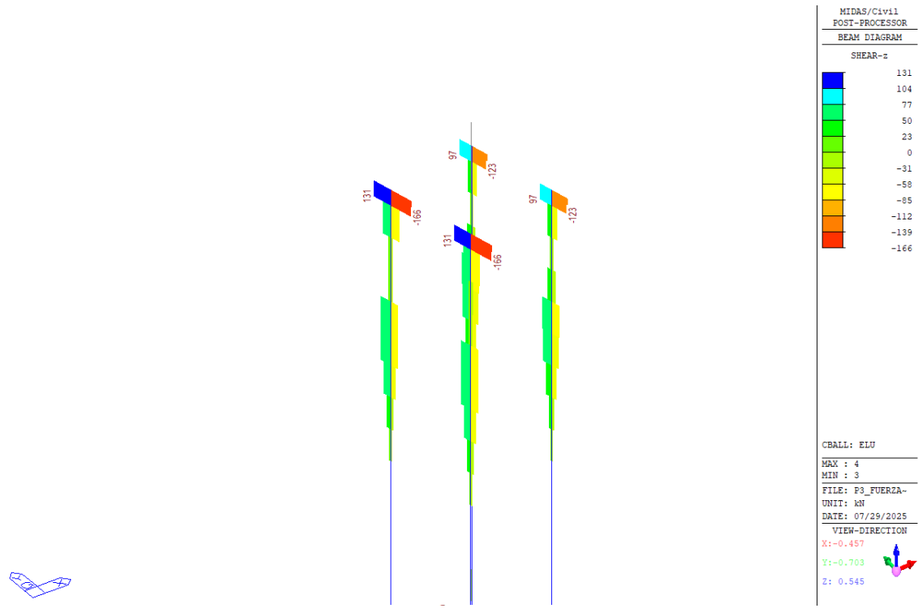
21 Pila3_NSd



20 Pila3_Ncp



22 Pila3_VySd



23 Pila3_VzSd

PILA 1

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.00\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 0\ m = [0]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 12\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 12\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (NM2 - Argil·lites)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 12\ m$

$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 12\ m \end{bmatrix}$

CAPACIDAD PORTANTE TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [57]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$ punta en NM2

CARGA DE HUNDIMIENTO

Resistencia por punta

$A_p := \left(\frac{D_p^{\,2} \cdot \pi}{4}\right) = 0.79\ m^2$ Área de la punta

$Q_p := A_p \cdot \sigma_{p.NM2} = 2681\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR PUNTA

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix} kPa$ resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 12 \end{bmatrix} m$ longitud del pilote en cada estrato

$Q_f := \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 2903\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR FUSTE

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	$\gamma_b := 1.45$
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	$\gamma_s := 1.15$
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	1,15[4)]

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo γ_{Rd} para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo (γ_{Rd}) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_s \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

$\gamma_b \cdot \gamma_{Rd} = 2.03$ coeficiente efectivo Punta

Carga de hundimiento total

Para pilotes excavados cuya punta no se empotra en roca, se toma la carga de hundimiento igual a la suma de las cargas correspondientes a fuste y punta

$R_h := Q_f + Q_p = 5583\ kN$

$R_d := \frac{Q_f}{\gamma_s \cdot \gamma_{Rd}} + \frac{Q_p}{\gamma_b \cdot \gamma_{Rd}} = 3123\ kN$

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.00\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 0\ m = [0]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 12\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 12\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (NM2 - Argil·lites)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 12\ m$

$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 12\ m \end{bmatrix}$

CAPACIDAD A TRACCIÓN DEL TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [57]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$

CARGA DE ARRANQUE

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}$ kPa resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 12 \end{bmatrix}$ m longitud del pilote en cada estrato

$$Q_{f.t} := 0.7 \cdot \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 2032 \text{ kN}$$

CARGA DE ARRANQUE POR FUSTE
0.7·Q.compresion
(Guia de Cimentaciones §5.11)

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	1,45[1)]
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	1,15[1)]
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	$\gamma_{s.t} := 1.15$

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo γ_{Rd} para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo (γ_{Rd}) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

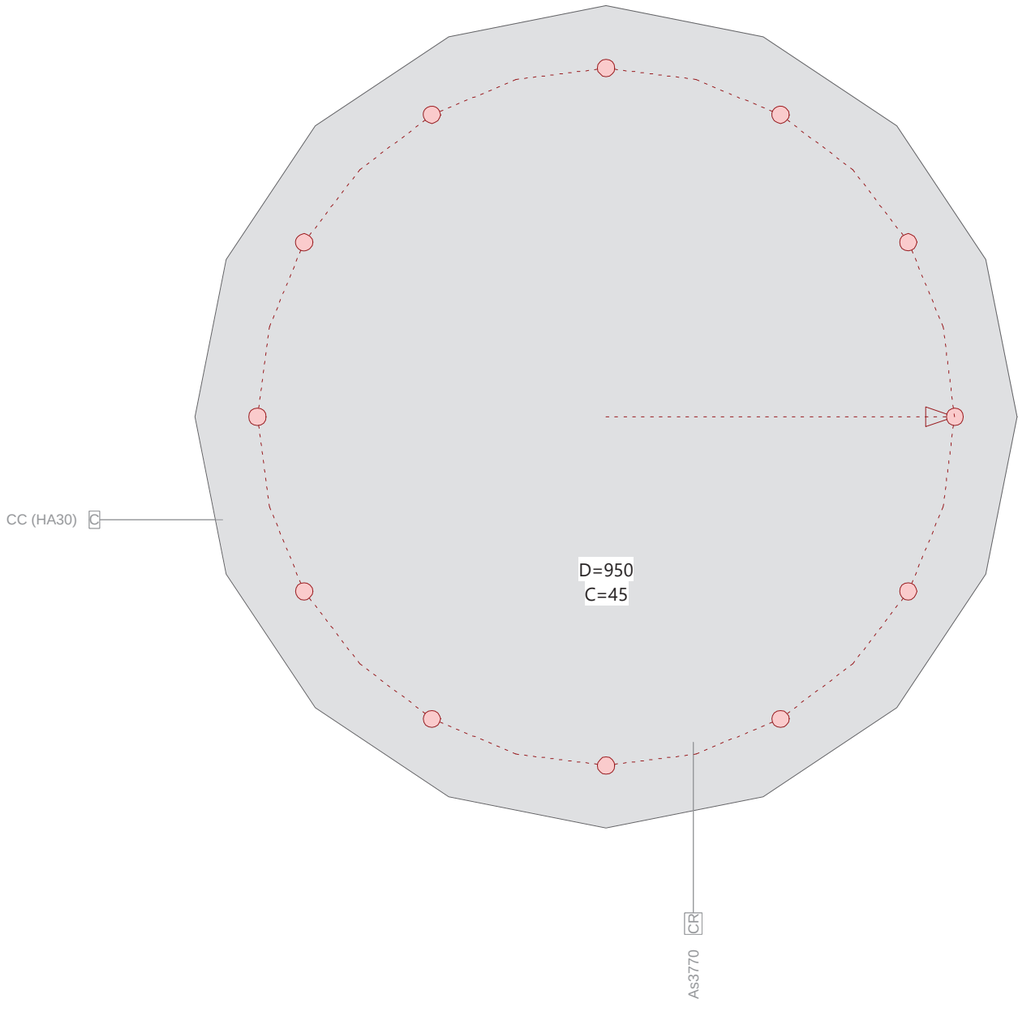
Carga de arranque total (pilote aislado)

Se toma la carga de arranque igual a la carga correspondiente a fuste a tracción:

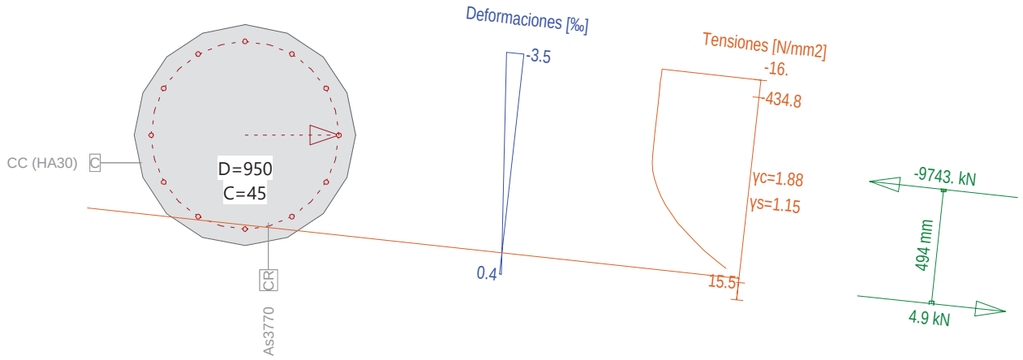
$R_t := Q_{f.t} = 2032$ kN

$$R_{t.d} := \frac{Q_{f.t}}{\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd}} = 1262 \text{ kN}$$

Sección transversal P1_PIL100 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras, Sin paredes de cortante Escala 1 :6.7



Sección transversal P1_PIL100 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-2505.0;My=232.0;Mz=25.0; eff(M,N)=0.26 OK Escala 1 :24.8



Cálc. capacidad última Sección (Columna): P1_PIL100

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.26 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	ELU_PIL		-2505.0	232.0	25.0	0.26					

Parámetros de análisis ELU_PIL Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELU_P	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	20.		1.	1.88	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

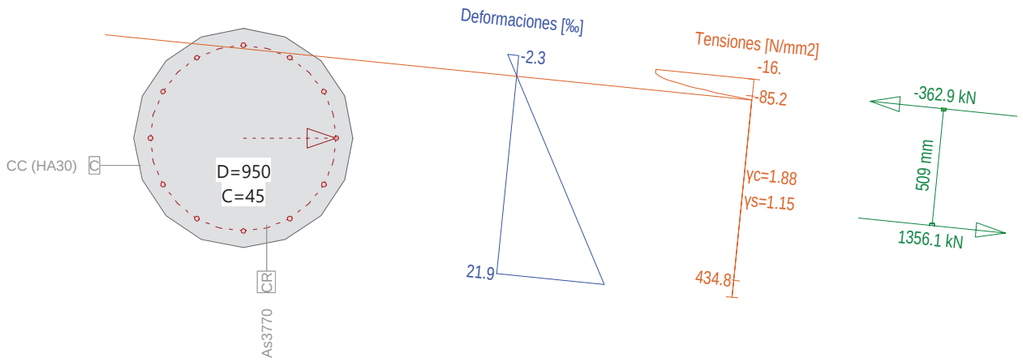
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	51	472	-3.5	-16.	1.88
C	HA30	-51	-472	0.4	0.	1.88
CR	B500S	0	403	-3.2	-434.8	1.15
CR	B500S	0	-403	0.1	15.5	1.15

Estado Último "ELU_PIL"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-9738.1	901.6	97.2	-1.6	4.1	0.4	6237263.65	222204.85	220402.46

Sección transversal P1_PIL100 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=881.0;My=232.0;Mz=25.0; eff(M,N)=0.89 OK Escala 1 :25.1



Cálc. capacidad última Sección (Columna): P1_PIL100

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.89 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	ELU_PIL		881.0	232.0	25.0	0.89					

Parámetros de análisis ELU_PIL Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELU_P	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	20.		1.	1.88	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

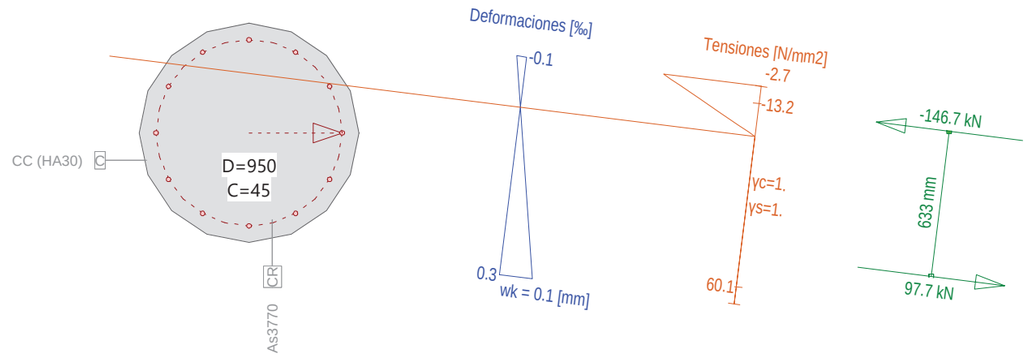
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	47	473	-2.3	-16.	1.88
C	HA30	-47	-473	21.9	0.	1.88
CR	B500S	0	403	-0.4	-85.2	1.15
CR	B500S	0	-403	20.	434.8	1.15

Estado Último "ELU_PIL"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
993.2	261.6	28.2	9.8	25.3	2.5	101378.05	10334.42	11108.42

Sección transversal P1_PIL100 (HA30;B500S): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-49.0;My=80.0;Mz=10.0; Escala 1 :25.0



Verif. estado de tens. Sección (Columna): P1_PIL100

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-49.0	80.0	10.0				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	59	471	-0.1	-2.7	1.00
C	HA30	-59	-471	0.3	0.	1.00
CR	B500S	0	403	-0.1	-13.2	1.00
CR	B500S	0	-403	0.3	60.1	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm²]	
C	1.	59	471	-1.	
C	1.	-59	-471	0.9	

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-49.	80.	10.	0.1	0.4	0.1	439099.72	184695.19	185064.36

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	**EN 1992-1-1 7.3**		
Sección			
h	950 mm	zona compresión (no fisurado)	509 mm
d	726 mm	h-d	224 mm
Recubrimiento c	65 mm	$h_{c,eff}$	147 mm
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	69679 mm²	= Min[2.5 (h-d);(h-x)/3; h/2]	
Hormigón		**Parámetros adicionales**	
E_c	29 kN/mm²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_e (E_s/E_c)	7.349	Factor de adherencia k1	0.8
Coef. de fluencia φ	0.	Distribución de deformación	0.5
f_{ctm}	2.9 N/mm²	k3	3.4
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm²	k4	0.425
Armadura		**Resultados**	
E_s	210 kN/mm²	Momento	80.6 kNm
A_s (zona de tracción)	628 mm²	Tensión en la armadura σ_s	60.1 N/mm²

Texto	Valor	Texto	Valor
Diámetro $\varnothing_{eq}$	20 mm	ε_{sm}-ε_{cm} (7.9)	0.172 o/oo
ρ_{eff}	0.902 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	**598 mm**
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	**0.1 mm**

INIGIA_Functions

EC2-1-1:2013

$f_{ck} := 30\ MPa$

$k_f := 1.25$ coeficiente parcial adicional pilotes in situ sin encamisado (§2.4.2.5(2)

$\gamma_c := \gamma_c \cdot k_f = 1.88$

$D := 1.00\ m - 50\ mm = 0.95\ m$ diámetro del pilote in situ (EC-2 §2.3.4.2(2))

$b_0 := 0.8 \cdot D = 0.76\ m$ ancho

$A_c := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.7088\ m^2$ área de la sección transversal de hormigón

$r_l := 70\ mm$ recubrimiento mecánico de las armaduras longitudinales

$d := 0.8 \cdot D = 0.76\ m$ canto útil

$b_w := b_0 = 0.76\ m$ menor anchura de la sección en la zona de tracción y compresión

$z := 0.8 \cdot d = 0.608\ m$ brazo mecánico correspondiente al momento flector normalmente se puede usar el valor aproximado 0.9d

$A_{sl} := 6 \cdot \Phi 20 = 18.85\ cm^2$ área de armadura de tracción la cual se extiende una longitud ≥(lbd+d) de la sección considerada

$A_{s'} := 6 \cdot \Phi 20 = 18.85\ cm^2$ área de armadura de compresión

$A_p := 0$ área de armadura activa adherente

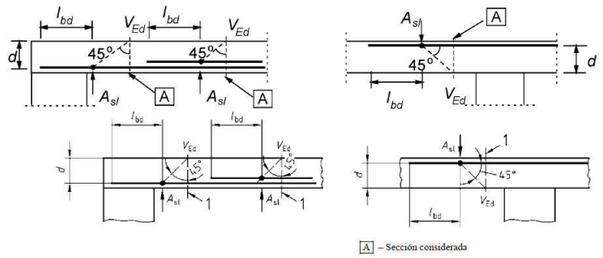


Figura 6.3 – Definición de A_{sl} en la ecuación (6.2)

$A_{sw} := 2 \cdot \Phi 12 = 2.26\ cm^2$

$\alpha := 90\ deg$ ángulo entre armadura de cortante y eje de la viga

$s := 150\ mm$

$f_{ywd} := f_{yd} = 434.8\ MPa$ se adopta fyd y reducción de ν1 según §6.2.3

$\frac{A_{sw}}{s} = 15.1\ \frac{cm^2}{m}$

SOLICITACIONES

$N_{Ed} := 2505\ kN = 2505\ kN$ axil debido a la carga o al pretensado COMPRESIÓN POSITIVA

$V_{Ed} := \sqrt{40^2 + 140^2}\ kN = 146\ kN$ ESFUERZO CORTANTE en la sección analizada que proviene de una carga externa y del pretensado (adherente o no adherente)

EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.2 Elementos que no requieren armadura de cortante

$k := \text{Min}\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}\ ;\ 2\right) = 1.51$

$\rho_l := \text{Min}\left(\frac{A_{sl} + A_p}{b_w \cdot d}\ ;\ 0.02\right) = 0.0033$

$\sigma_{cp} := \text{Min}\left(\frac{N_{Ed}}{A_c}\ ;\ 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 3.53\ \text{MPa}$

$C_{Rd.c} := \frac{0.18}{\gamma_c}$ Anejo nacional

$k_1 := 0.15$ Anejo nacional

$\nu_{min} := \frac{0.075}{\gamma_c} \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \text{Min}\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\ ;\ 60\right)^{\frac{1}{2}}\ \text{MPa} = 0.41\ \text{MPa}$ Anejo nacional

$V_{Rd.c} := \left(C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot \frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\text{MPa}}\right) \cdot \frac{b_w}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} \cdot 1\ \text{N} = 485.66\ \text{kN}$

$V_{Rd.c.min} := \left(\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot b_w \cdot d = 541.69\ \text{kN}$

Resistencia a cortante sin armadura

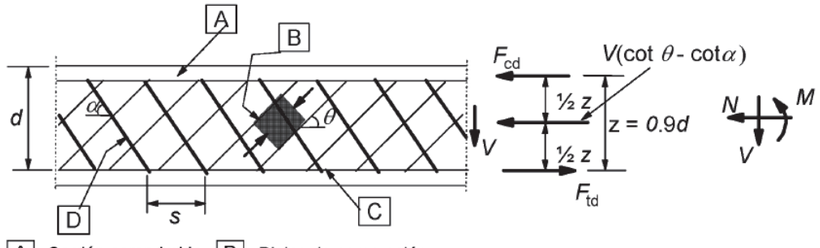
$V_{Rd.c} := \text{Max}\left(V_{Rd.c}\ ;\ V_{Rd.c.min}\right) = 542\ \text{kN}$

$\textit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.c}\right) = \text{"OK"}$

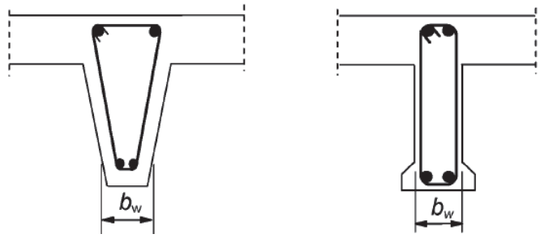
EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.3 Elementos que requieren armadura de cortante

El cálculo de elementos con armadura de cortante se basa en un modelo de celosía plana.



A - Cordón comprimido, B - Bielas de compresión,
C - Cordón de tracción, D - Armadura de cortante



Los valores límite para el ángulo θ de las bielas inclinadas en el alma son los indicados en el Anejo nacional (0.5<cotθ<2)

$\theta := 40\ \text{deg}$ ángulo entre la biela comprimida y eje de la viga

$\cot(\theta) = 1.19$

Agotamiento por tracción en el alma

$\chi := 0.85$ factor de eficiencia de cercos circulares

$$V_{Rd.s} := \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \left(\cot(\theta) + \cot(\alpha)\right) \cdot \sin(\alpha) \cdot \chi = 404\ kN$$

$verifica\left(V_{Ed} \le V_{Rd.s}\right) = "OK"$

Agotamiento por compresión oblicua en el alma

$$\rho := \frac{A_{sl} + A_{s'}}{A_c} = 0.005 \qquad \varphi_{oo} := 1.80 \qquad n_s := \frac{E_s}{E_c \cdot \left(1 + \varphi_{oo}\right)} = 2.18$$

$$\sigma'_{cp} := \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot \left(1 - \rho + n_s \cdot \rho\right)} = 3.51\ MPa$$

tensión media de compresión (positiva) debida a la fuerza axil de cálculo, como promedio en la sección de hormigón teniendo en cuenta la armadura

coeficiente estadio tensional cordón comprimido

$$\alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) := \text{if } \left(0 \le \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.25 \cdot f_{cd}\right) \; 1 + \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}} \text{ else if } \left(0.25 \cdot f_{cd} < \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.50 \cdot f_{cd}\right) \; 1.25 \text{ else } 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}}\right)$$

$\alpha_{cw} := \alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) = 1.18$

$$\nu_1 := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250\ MPa}\right) = 0.528$$

$$V_{Rd.max} := \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} = 2824.6\ kN$$

$verifica\left(V_{Ed} \le V_{Rd.max}\right) = "OK"$

$$A_{sw.max} := \frac{1}{2} \cdot \frac{\alpha_{cw} \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\sin(\alpha)} \cdot \frac{b_w}{f_{ywd}} = 108.5\ \frac{cm^2}{m}$$

$V_{Rd} := \text{Min}\left(V_{Rd.s}; V_{Rd.max}\right) = 403.8\ kN$ ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO

$verifica\left(V_{Ed} \le V_{Rd}\right) = "OK"$

EC2 − 1 − 1 − 2013

§9.2.2 Armadura de cortante

La armadura de cortante debería formar un ángulo entre 45º y 90º respecto al eje longitudinal del elemento estructural

$verifica\left(\left(45\ deg \le \alpha\right) \wedge \left(\alpha \le 90\ deg\right)\right) = "OK"$

La armadura de cortante puede ser una combinación de:

- cercos o estribos envolviendo la armadura longitudinal de tracción y la zona de compresión
- barras levantadas
- una combinación de ambas recomendaciones

Se deberían disponer al menos 0.33 de la armadura de cortante en forma de cercos (Anejo Nacional)

$$\rho_w := \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)} = 0.002$$ cuantía dispuesta de armadura de cortante

$$\rho_{w.min} := \frac{f_{ctm}}{7.5 \cdot f_y} = 0.0008$$ cuantía mínima de armadura de cortante (Anejo nacional)

$$A_{sw.min} := \rho_{w.min} \cdot b_w \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{1}{\chi} = 6.91\ \frac{cm^2}{m}$$ armadura mínima de cortante

$verifica\left(\rho_w \ge \rho_{w.min}\right) = "OK"$

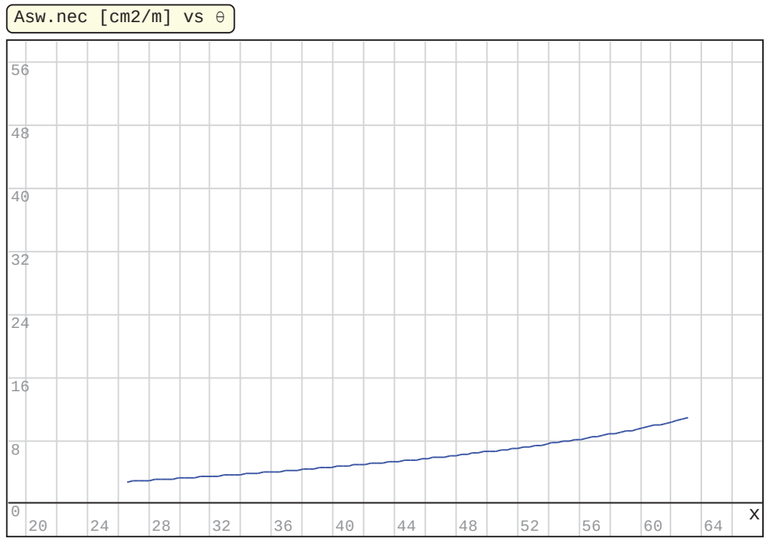
separación longitudinal máxima entre armaduras de cortante

$$s_{l.max} := \text{if } V_{Rd} \le \frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} \; \text{Min}\left(0.75 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 600\ mm\right) \text{ else if } \left(\frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} < V_{Rd}\right) \wedge \left(V_{Rd} \le \frac{2}{3} \cdot V_{Rd.max}\right) \; \text{Min}\left(0.60 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 450\ mm\right) \text{ else } \text{Min}\left(0.30 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 300\ mm\right) = 0.57\ m$$

$verifica\left(s \le s_{l.max}\right) = "OK"$

Dimensionamiento - Armadura de cortante

GRÁFICO Asw.nec - Theta



$\theta = 40\ \text{deg}$

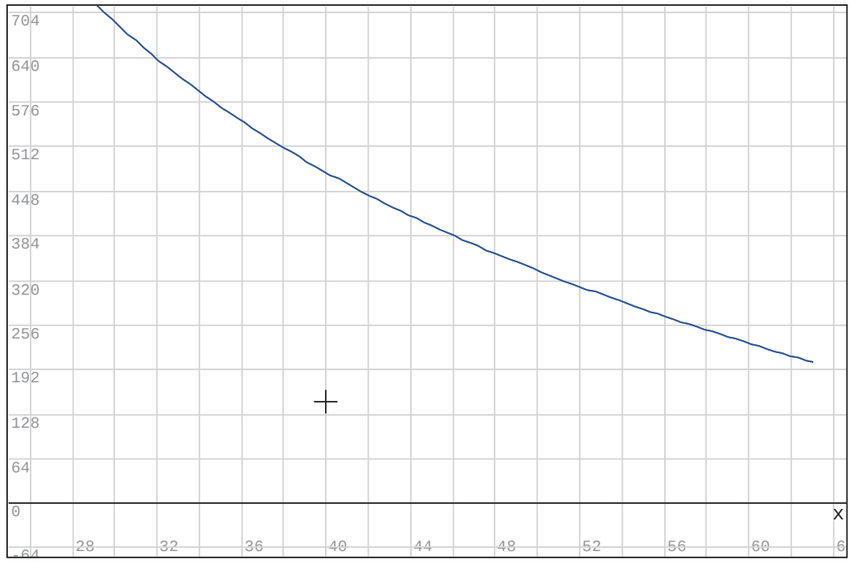
$A_{sw.nec.\theta}(\theta) \cdot \frac{1}{\chi} = 5.4\ \frac{cm^2}{m}$

$A_{sw.nec.\theta}(\text{acot}(2)) \cdot \frac{1}{\chi} = 3.2\ \frac{cm^2}{m}$ Armadura de cortante necesaria para cotθ=2 (θ=26.6º)

$A_{sw.nec.\theta}(45\ \text{deg}) \cdot \frac{1}{\chi} = 6.5\ \frac{cm^2}{m}$ armadura de cortante necesaria para cotθ=1 (θ=45º)

Dimensionamiento - Cortante último

GRÁFICO V-Theta



multi

$\theta = 40\ \text{deg}$

$V_{Ed} = 146\ \text{kN}$

$V_{Rd} = 403.8\ \text{kN}$

$\textit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd}\right) = \text{"OK"}$

Esfuerzo de tracción adicional debido al cortante

$\Delta F_{td} := 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot \left(\cot(\theta) - \cot(\alpha)\right) = 87\ \text{kN}$

$s_d := \frac{z}{2} \cdot \left(\cot(\theta) - \cot(\alpha)\right) = 0.36\ \text{m}$ decalaje de la ley de momentos

$\frac{s_d}{d} = 0.48$ decalaje de la ley de momentos (relativo al canto útil)

PILA 2

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.20\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 0\ m = [0]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 19\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 19\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (NM2 - Argil·lites)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 19\ m$ $\quad L = \begin{bmatrix} 0 \\ 19\ m \end{bmatrix}$

CAPACIDAD PORTANTE TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [57]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$ punta en NM2

CARGA DE HUNDIMIENTO

Resistencia por punta

$A_p := \left(\frac{D_p{}^2 \cdot \pi}{4}\right) = 1.13\ m^2$ Área de la punta

$Q_p := A_p \cdot \sigma_{p.NM2} = 3860\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR PUNTA

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix} kPa$ resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 19 \end{bmatrix} m$ longitud del pilote en cada estrato

$Q_f := \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 5515\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR FUSTE

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	$\gamma_b := 1.45$
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	$\gamma_s := 1.15$
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	1,15[4)]

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo γ_{Rd} para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo (γ_{Rd}) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_s \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

$\gamma_b \cdot \gamma_{Rd} = 2.03$ coeficiente efectivo Punta

Carga de hundimiento total

Para pilotes excavados cuya punta no se empotra en roca, se toma la carga de hundimiento igual a la suma de las cargas correspondientes a fuste y punta

$R_h := Q_f + Q_p = 9375\ kN$

$R_d := \frac{Q_f}{\gamma_s \cdot \gamma_{Rd}} + \frac{Q_p}{\gamma_b \cdot \gamma_{Rd}} = 5327\ kN$

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.20\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 0\ m = [0]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 19\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 0 \\ 19\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (NM2 - Argil·lites)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 19\ m$

$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 19\ m \end{bmatrix}$

CAPACIDAD A TRACCIÓN DEL TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [57]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$

CARGA DE ARRANQUE

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}$ kPa resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 19 \end{bmatrix}$ m longitud del pilote en cada estrato

$$Q_{f.t} := 0.7 \cdot \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 3861 \text{ kN}$$

CARGA DE ARRANQUE POR FUSTE
0.7·Q.compresion
(Guia de Cimentaciones §5.11)

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	1,45[1)]
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	1,15[1)]
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	$\gamma_{s.t} := 1.15$

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo γ_{Rd} para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo (γ_{Rd}) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

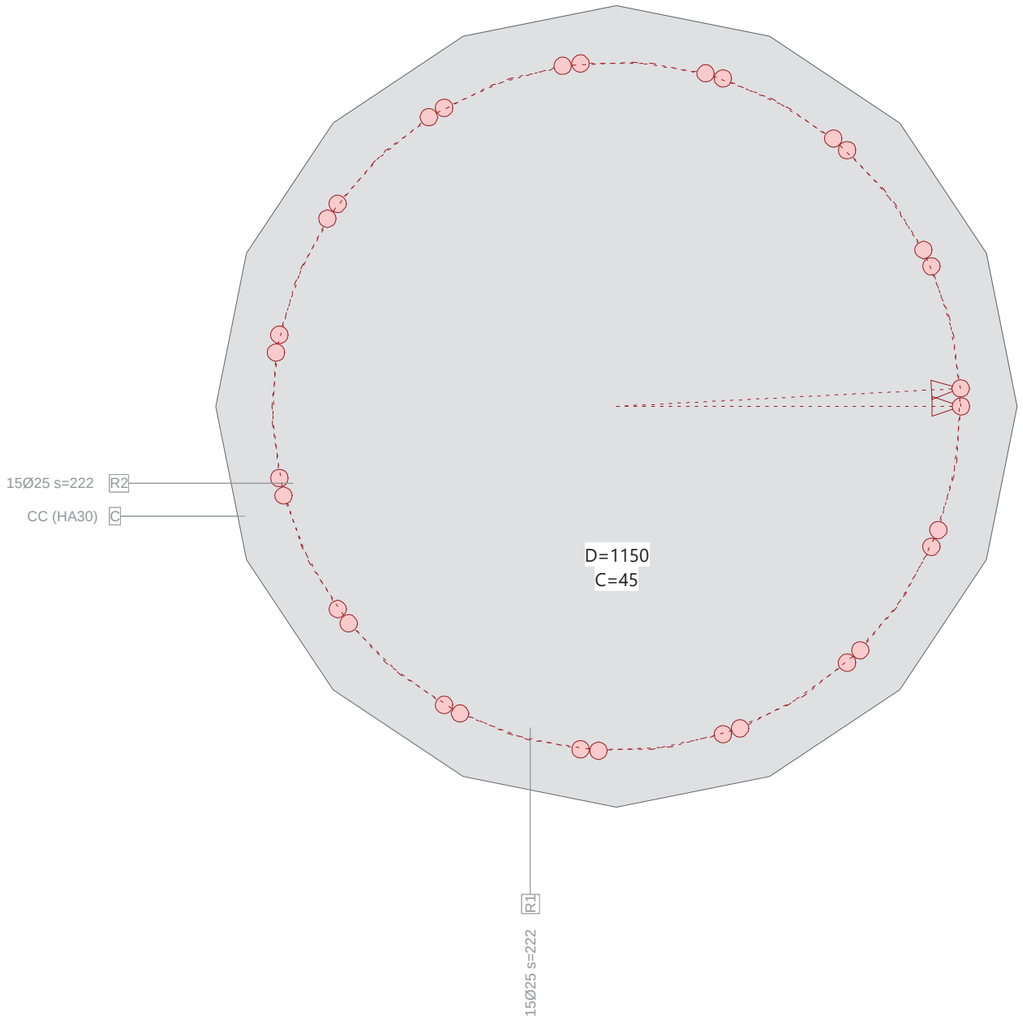
Carga de arranque total (pilote aislado)

Se toma la carga de arranque igual a la carga correspondiente a fuste a tracción:

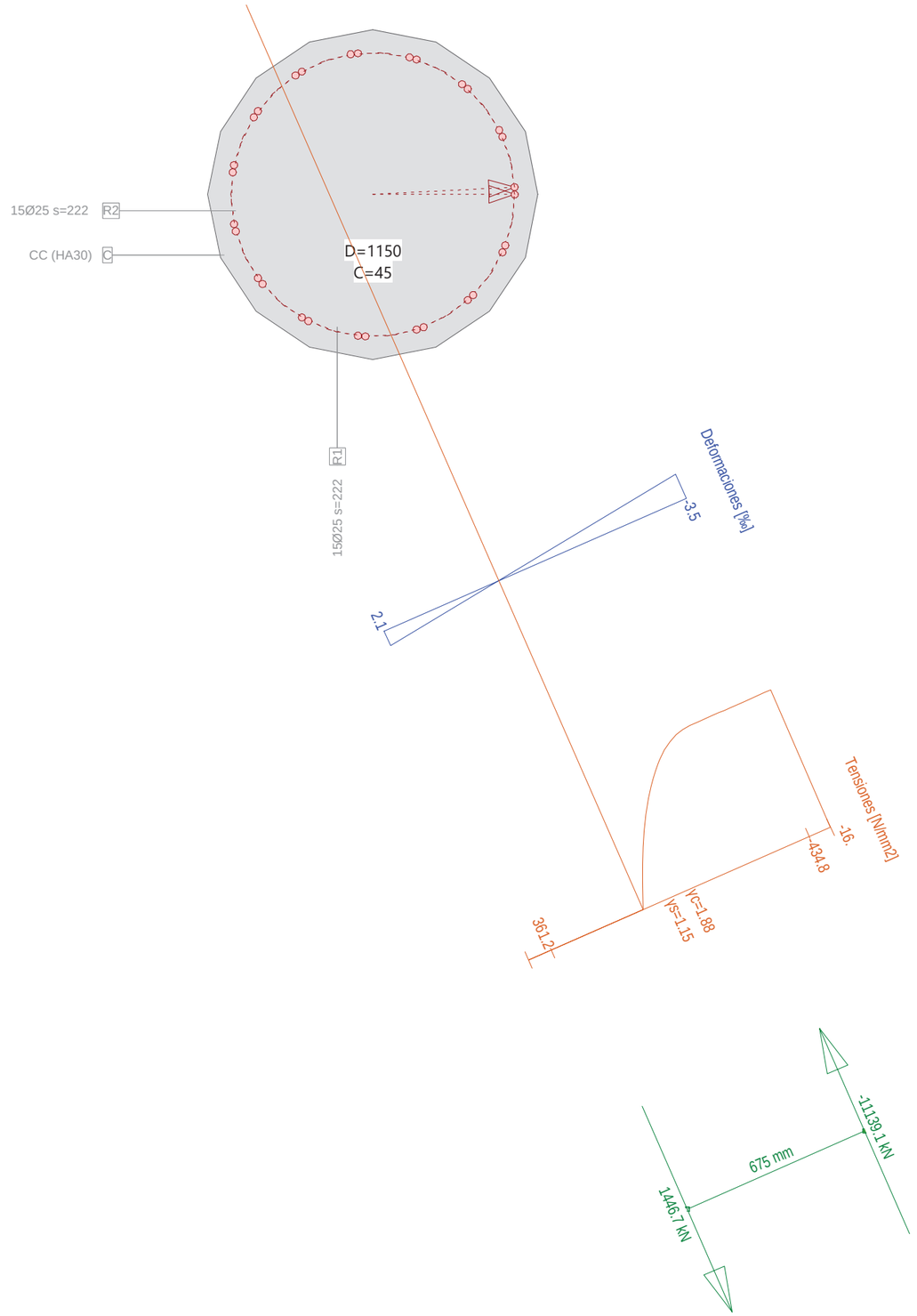
$R_t := Q_{f.t} = 3861$ kN

$$R_{t.d} := \frac{Q_{f.t}}{\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd}} = 2398 \text{ kN}$$

Sección transversal P2_PIL120_TOP (HA30;B500S): Contorno, Armaduras, Sin paredes de cortante Escala 1 :8.3



Sección transversal P2_PIL120_TOP (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-5181.0;My=748.0;Mz=1700.0; eff(M,N)=0.53 OK Escala 1 :17.9



Cálc. capacidad última Sección (Columna): P2_PIL120_TOP

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.53 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	ELU_PIL		-5181.0	748.0	1700.0	0.53					

Parámetros de análisis ELU_PIL Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELU_P	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	20.		1.	1.88	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

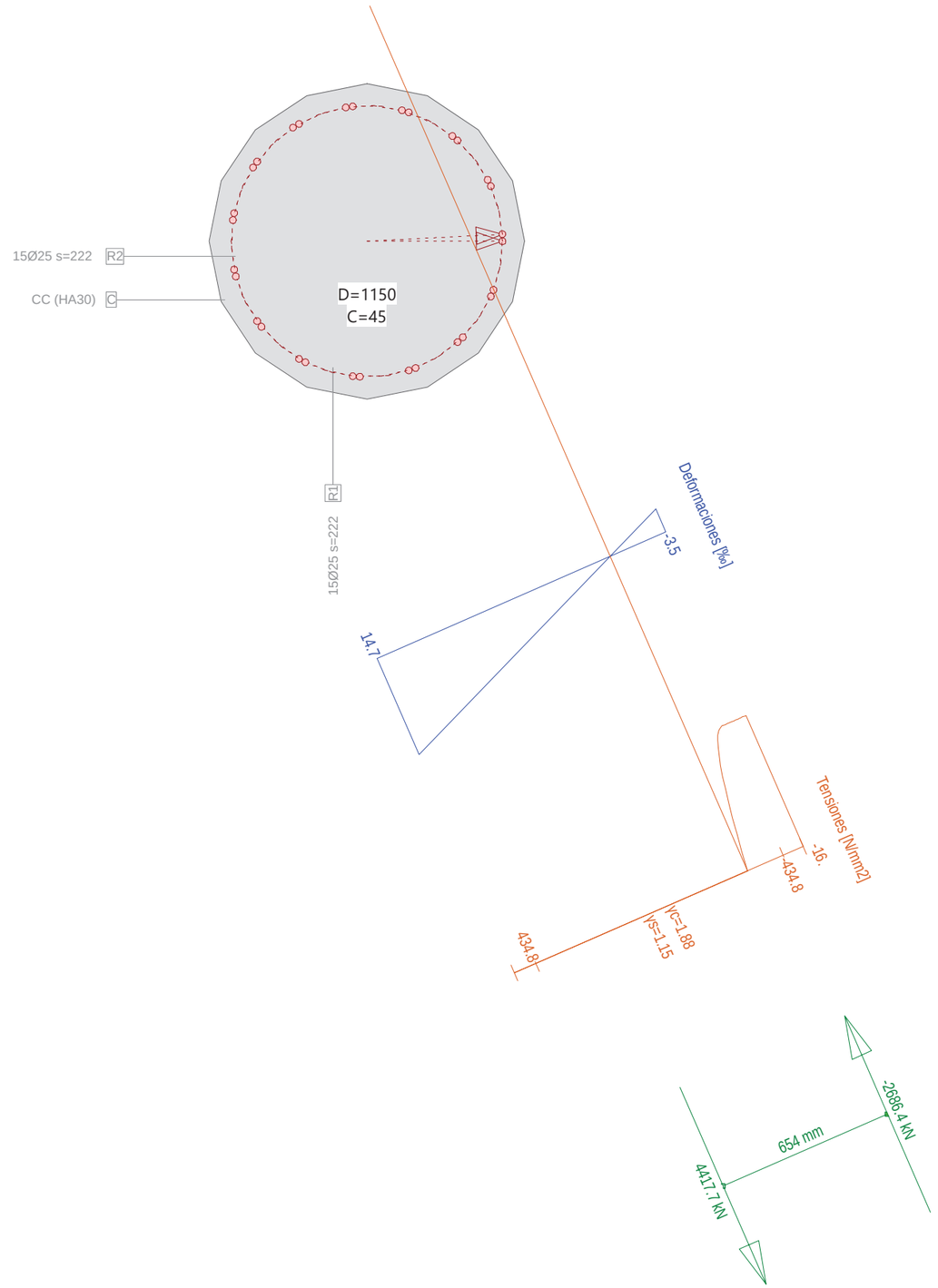
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	526	231	-3.5	-16.	1.88
C	HA30	-526	-231	2.1	0.	1.88
R1	B500S	452	201	-3.1	-434.8	1.15
R2	B500S	-478	-128	1.7	361.2	1.15

Estado Último "ELU_PIL"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-9692.5	1398.9	3179.2	-0.7	2.0	4.5	14285181.0	708965.95	707787.16

Sección transversal P2_PIL120_TOP (HA30;B500S): Eficiencia Nx=1544.0;My=748.0;Mz=1700.0; eff(M,N)=0.89 OK Escala 1 :19.1



Cálc. capacidad última Sección (Columna): P2_PIL120_TOP

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.89 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	ELU_PIL		1544.0	748.0	1700.0	0.89					

Parámetros de análisis ELU_PIL Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELU_P	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	20.		1.	1.88	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

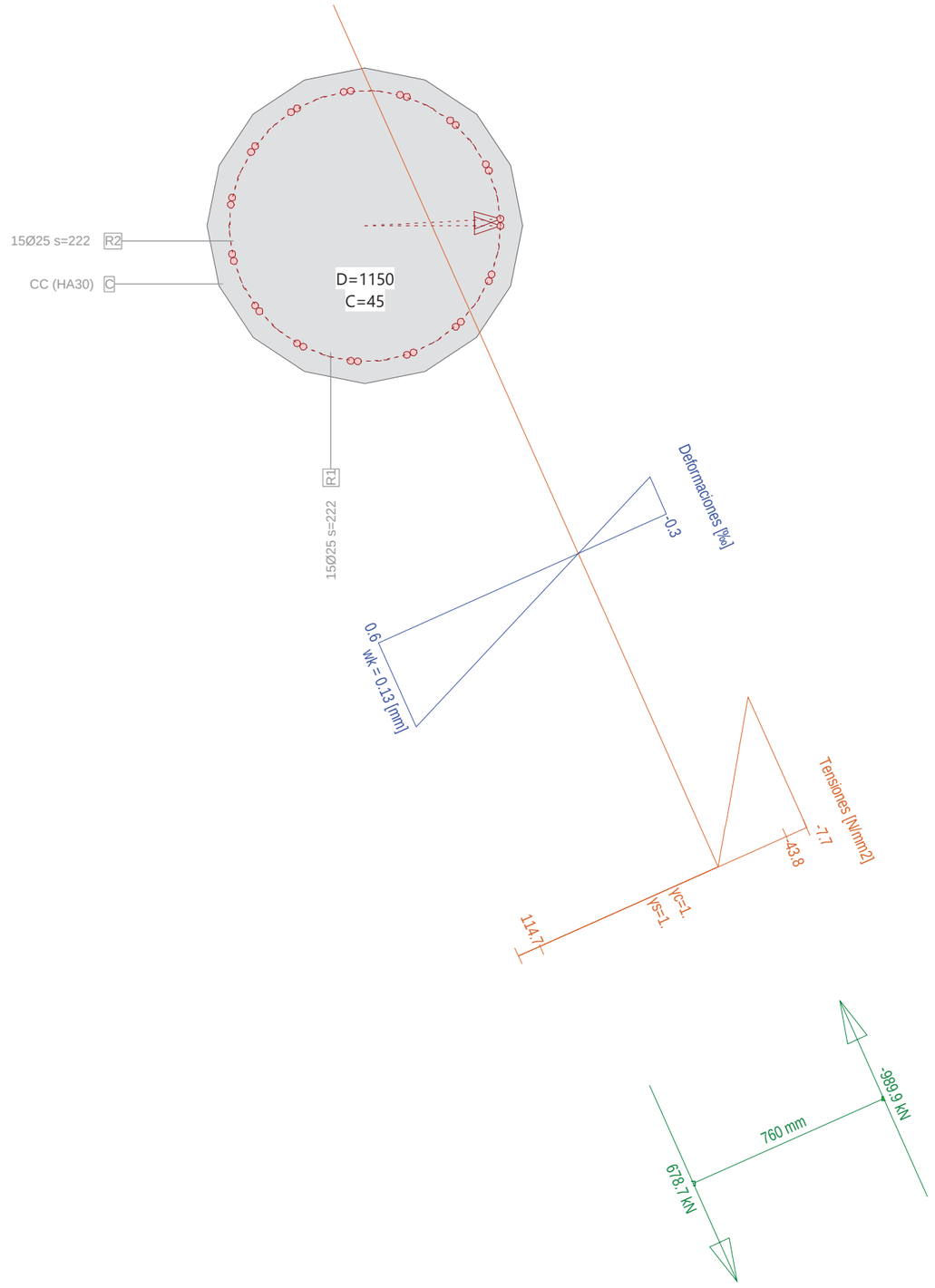
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	527	230	-3.5	-16.	1.88
C	HA30	-527	-230	14.7	0.	1.88
R1	B500S	452	201	-2.2	-434.8	1.15
R2	B500S	-478	-128	13.3	434.8	1.15

Estado Último "ELU_PIL"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
1731.3	839.	1906.7	5.6	6.3	14.5	309831.61	132613.62	131645.77

Sección transversal P2_PIL120_TOP (HA30;B500S): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-311.0;My=265.0;Mz=593.0; Escala 1 :19.1



Verif. estado de tens. Sección (Columna): P2_PIL120_TOP

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-311.0	265.0	593.0				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	525	235	-0.3	-7.7	1.00
C	HA30	-525	-235	0.6	0.	1.00
R1	B500S	452	201	-0.2	-43.8	1.00
R2	B500S	-478	-128	0.5	114.7	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm²]	
C	1.	525	235	-4.6	
C	1.	-525	-235	4.	

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-311.2	265.	593.	0.2	0.3	0.7	1818111.65	845562.62	845675.56

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	**EN 1992-1-1 7.3**		
Sección			
h	1150 mm	zona compresión (no fisurado)	615 mm
d	907 mm	h-d	243 mm
Recubrimiento c	74 mm	$h_{c,eff}$	178 mm
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	102657 mm²	= Min[2.5 (h-d);(h-x)/3; h/2]	
Hormigón		**Parámetros adicionales**	
E_c	29 kN/mm²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_e (E_s/E_c)	7.349	Factor de adherencia k1	0.8
Coef. de fluencia φ	0.	Distribución de deformación	0.5
f_{ctm}	2.9 N/mm²	k3	3.4
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm²	k4	0.425
Armadura		**Resultados**	
E_s	210 kN/mm²	Momento	649.5 kNm
A_s (zona de tracción)	3436 mm²	Tensión en la armadura σ_s	114.7 N/mm²
Diámetro $\varnothing_{eq}$	25 mm	ε_{sm}-ε_{cm} (7.9)	0.341 o/oo
ρ_{eff}	3.347 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	**379 mm**
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	**0.13 mm**

INIGIA_Functions

EC2-1-1:2013

$f_{ck} := 30\ MPa$

$k_f := 1.25$ coeficiente parcial adicional pilotes in situ sin encamisado (§2.4.2.5(2)

$\gamma_c := \gamma_c \cdot k_f = 1.88$

$D := 1.20\ m - 50\ mm = 1.15\ m$ diámetro del pilote in situ (EC-2 §2.3.4.2(2))

$b_0 := 0.8 \cdot D = 0.92\ m$ ancho

$A_c := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 1.0387\ m^2$ área de la sección transversal de hormigón

$r_l := 75\ mm$ recubrimiento mecánico de las armaduras longitudinales

$d := 0.8 \cdot D = 0.92\ m$ canto útil

$b_w := b_0 = 0.92\ m$ menor anchura de la sección en la zona de tracción y compresión

$z := 0.8 \cdot d = 0.736\ m$ brazo mecánico correspondiente al momento flector normalmente se puede usar el valor aproximado 0.9d

$A_{sl} := 12 \cdot \Phi 25 = 58.9\ cm^2$ área de armadura de tracción la cual se extiende una longitud ≥(lbd+d) de la sección considerada

$A_{s'} := 12 \cdot \Phi 25 = 58.9\ cm^2$ área de armadura de compresión

$A_p := 0$ área de armadura activa adherente

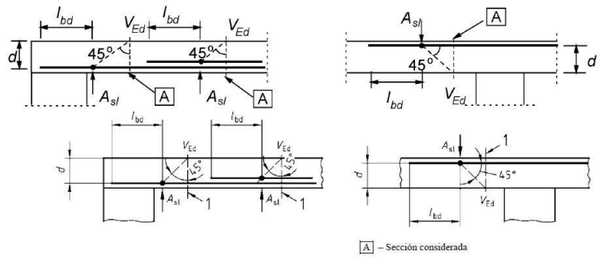


Figura 6.3 – Definición de A_{sl} en la ecuación (6.2)

$A_{sw} := 2 \cdot \Phi 16 = 4.02\ cm^2$

$\alpha := 90\ deg$ ángulo entre armadura de cortante y eje de la viga

$s := 150\ mm$

$f_{ywd} := f_{yd} = 434.8\ MPa$ se adopta fyd y reducción de ν1 según §6.2.3

$\frac{A_{sw}}{s} = 26.8\ \frac{cm^2}{m}$

SOLICITACIONES

$N_{Ed} := 5181\ kN = 5181\ kN$ axil debido a la carga o al pretensado COMPRESIÓN POSITIVA

$V_{Ed} := \sqrt{443^2 + 450^2}\ kN = 631\ kN$ ESFUERZO CORTANTE en la sección analizada que proviene de una carga externa y del pretensado (adherente o no adherente)

EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.2 Elementos que no requieren armadura de cortante

$$k := \text{Min}\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}\ ;\ 2\right) = 1.47$$

$$\rho_l := \text{Min}\left(\frac{A_{sl} + A_p}{b_w \cdot d}\ ;\ 0.02\right) = 0.007$$

$$\sigma_{cp} := \text{Min}\left(\frac{N_{Ed}}{A_c}\ ;\ 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 4\ \text{MPa}$$

$$C_{Rd.c} := \frac{0.18}{\gamma_c}$$ Anejo nacional

$$k_1 := 0.15$$ Anejo nacional

$$\nu_{min} := \frac{0.075}{\gamma_c} \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \text{Min}\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\ ;\ 60\right)^{\frac{1}{2}}\ \text{MPa} = 0.39\ \text{MPa}$$ Anejo nacional

$$V_{Rd.c} := \left(C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot \frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\text{MPa}}\right) \cdot \frac{b_w}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} \cdot 1\ \text{N} = 835.9\ \text{kN}$$

$$V_{Rd.c.min} := \left(\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot b_w \cdot d = 837.08\ \text{kN}$$

Resistencia a cortante sin armadura

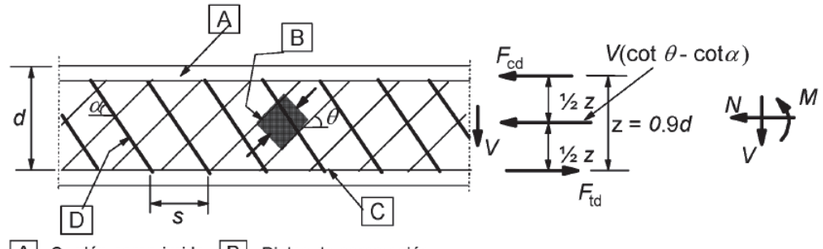
$$V_{Rd.c} := \text{Max}\left(V_{Rd.c}\ ;\ V_{Rd.c.min}\right) = 837\ \text{kN}$$

$$\textit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.c}\right) = \text{"OK"}$$

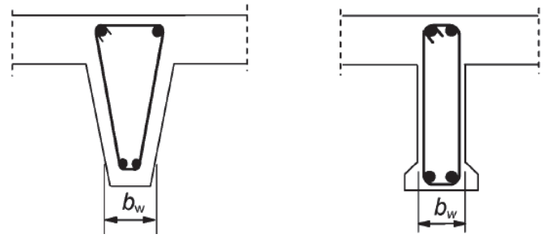
EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.3 Elementos que requieren armadura de cortante

El cálculo de elementos con armadura de cortante se basa en un modelo de celosía plana.



A - Cordón comprimido, B - Bielas de compresión,
C - Cordón de tracción, D - Armadura de cortante



Los valores límite para el ángulo θ de las bielas inclinadas en el alma son los indicados en el Anejo nacional (0.5<cotθ<2)

$$\theta := 40\ \text{deg}$$ ángulo entre la biela comprimida y eje de la viga

$$\cot\left(\theta\right) = 1.19$$

Agotamiento por tracción en el alma

$\chi := 0.85$ factor de eficiencia de cercos circulares

$$V_{Rd.s} := \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \left(\cot(\theta) + \cot(\alpha)\right) \cdot \sin(\alpha) \cdot \chi = 869\ \text{kN}$$

$\mathit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.s}\right) = \text{"OK"}$

Agotamiento por compresión oblicua en el alma

$$\rho := \frac{A_{sl} + A_{s'}}{A_c} = 0.011 \qquad \varphi_{oo} := 1.80 \qquad n_s := \frac{E_s}{E_c \cdot \left(1 + \varphi_{oo}\right)} = 2.18$$

$$\sigma'_{cp} := \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot \left(1 - \rho + n_s \cdot \rho\right)} = 4.92\ \text{MPa}$$

tensión media de compresión (positiva) debida a la fuerza axil de cálculo, como promedio en la sección de hormigón teniendo en cuenta la armadura

coeficiente estadio tensional cordón comprimido

$$\alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) := \text{if } \left(0 \le \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.25 \cdot f_{cd}\right) \; 1 + \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}} \text{ else if } \left(0.25 \cdot f_{cd} < \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.50 \cdot f_{cd}\right) \; 1.25 \text{ else } 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}}\right)$$

$\alpha_{cw} := \alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) = 1.25$

$$\nu_1 := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250\ \text{MPa}}\right) = 0.528$$

$$V_{Rd.max} := \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} = 4387.4\ \text{kN}$$

$\mathit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.max}\right) = \text{"OK"}$

$$A_{sw.max} := \frac{1}{2} \cdot \frac{\alpha_{cw} \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\sin(\alpha)} \cdot \frac{b_w}{f_{ywd}} = 139.2\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$V_{Rd} := \text{Min}\left(V_{Rd.s}\ ;\ V_{Rd.max}\right) = 869\ \text{kN}$ ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO

$\mathit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd}\right) = \text{"OK"}$

EC2 − 1 − 1 − 2013

§9.2.2 Armadura de cortante

La armadura de cortante debería formar un ángulo entre 45º y 90º respecto al eje longitudinal del elemento estructural

$\mathit{verifica}\left(\left(45\ \text{deg} \le \alpha\right) \wedge \left(\alpha \le 90\ \text{deg}\right)\right) = \text{"OK"}$

La armadura de cortante puede ser una combinación de:

- cercos o estribos envolviendo la armadura longitudinal de tracción y la zona de compresión
- barras levantadas
- una combinación de ambas recomendaciones

Se deberían disponer al menos 0.33 de la armadura de cortante en forma de cercos (Anejo Nacional)

$$\rho_w := \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)} = 0.0029$$ cuantía dispuesta de armadura de cortante

$$\rho_{w.min} := \frac{f_{ctm}}{7.5 \cdot f_y} = 0.0008$$ cuantía mínima de armadura de cortante (Anejo nacional)

$$A_{sw.min} := \rho_{w.min} \cdot b_w \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{1}{\chi} = 8.36\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$ armadura mínima de cortante

$\mathit{verifica}\left(\rho_w \ge \rho_{w.min}\right) = \text{"OK"}$

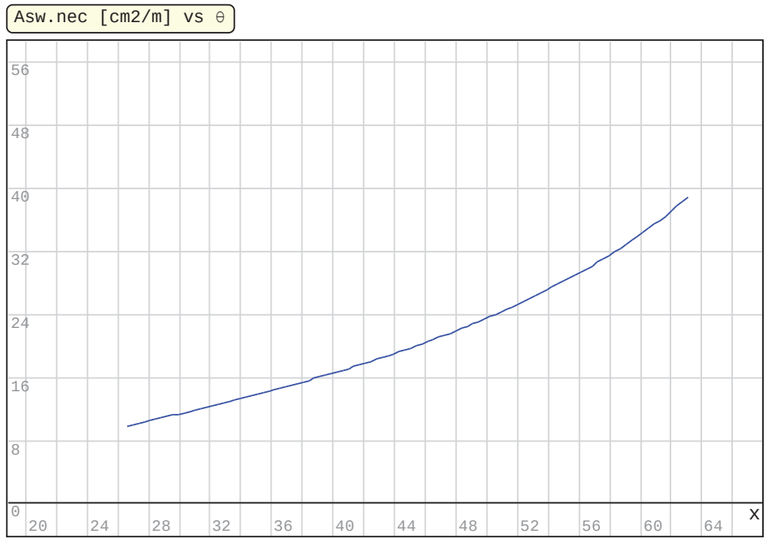
separación longitudinal máxima entre armaduras de cortante

$$s_{l.max} := \text{if } V_{Rd} \le \frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} \; \text{Min}\left(0.75 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 600\ \text{mm}\right) \text{ else if } \left(\frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} < V_{Rd}\right) \wedge \left(V_{Rd} \le \frac{2}{3} \cdot V_{Rd.max}\right) \; \text{Min}\left(0.60 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 450\ \text{mm}\right) \text{ else } \text{Min}\left(0.30 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 300\ \text{mm}\right) = 0.6\ \text{m}$$

$\mathit{verifica}\left(s \le s_{l.max}\right) = \text{"OK"}$

Dimensionamiento - Armadura de cortante

GRÁFICO Asw.nec - Theta



$\theta = 40\ \text{deg}$

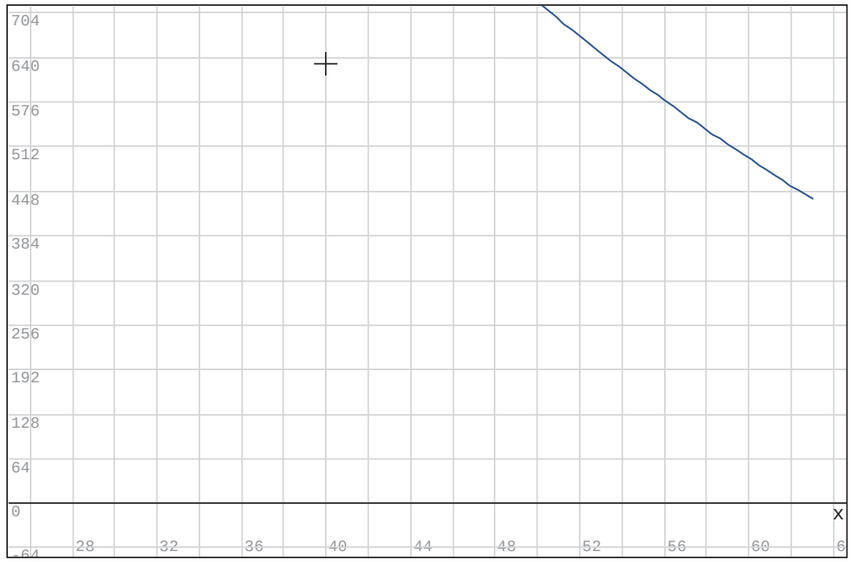
$A_{sw.nec.\theta}(\theta) \cdot \frac{1}{\chi} = 19.5\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$A_{sw.nec.\theta}(\text{acot}(2)) \cdot \frac{1}{\chi} = 11.6\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ Armadura de cortante necesaria para cotθ=2 (θ=26.6º)

$A_{sw.nec.\theta}(45\ \text{deg}) \cdot \frac{1}{\chi} = 23.2\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ armadura de cortante necesaria para cotθ=1 (θ=45º)

Dimensionamiento - Cortante último

GRÁFICO V-Theta



multi

$\theta = 40\ \text{deg}$

$V_{Ed} = 631\ \text{kN}$

$V_{Rd} = 869\ \text{kN}$

verifica $(V_{Ed} \le V_{Rd}) = \text{"OK"}$

Esfuerzo de tracción adicional debido al cortante

$\Delta F_{td} := 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 376\ \text{kN}$

$s_d := \frac{z}{2} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 0.44\ \text{m}$ decalaje de la ley de momentos

$\frac{s_d}{d} = 0.48$ decalaje de la ley de momentos (relativo al canto útil)

PILA 3

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.00\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 3\ m = [\ 3\ m\ ]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 15\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 3\ m \\ 12\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (NM2 - Argil·lites)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 15\ m$

$L = \begin{bmatrix} 3\ m \\ 12\ m \end{bmatrix}$

$L_1 := L_1 - 3\ m$

Estudi geotècnic:
"No comptabilitzar el fust dels elements profunds o especials en el tram corresponent als dos-tres metres superiors del terreny"

CAPACIDAD PORTANTE TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [\ 57\ ]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$ punta en NM2

CARGA DE HUNDIMIENTO

Resistencia por punta

$A_p := \left(\frac{D_p{}^2 \cdot \pi}{4} \right) = 0.79\ m^2$ Área de la punta

$Q_p := A_p \cdot \sigma_{p.NM2} = 2681\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR PUNTA

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix} kPa$ resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 12 \end{bmatrix} m$ longitud del pilote en cada estrato

$Q_f := \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 2903\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR FUSTE

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	$\gamma_b := 1.45$
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	$\gamma_s := 1.15$
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	1,15[4)]

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo $\gamma_{R;d}$ para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo ($\gamma_{R;d}$) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_s \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

$\gamma_b \cdot \gamma_{Rd} = 2.03$ coeficiente efectivo Punta

Carga de hundimiento total

Para pilotes excavados cuya punta no se empotra en roca, se toma la carga de hundimiento igual a la suma de las cargas correspondientes a fuste y punta

$R_h := Q_f + Q_p = 5583\ kN$

$R_d := \frac{Q_f}{\gamma_s \cdot \gamma_{Rd}} + \frac{Q_p}{\gamma_b \cdot \gamma_{Rd}} = 3123\ kN$

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.00\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 3\ m = [\ 3\ m\ ]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 15\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 3\ m \\ 12\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (NM2 - Argil·lites)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 15\ m$

$L = \begin{bmatrix} 3\ m \\ 12\ m \end{bmatrix}$

$L_1 := L_1 - 3\ m$

Estudi geotècnic:
"No comptabilitzar el fust dels elements profunds o especials en el tram corresponent als dos-tres metres superiors del terreny"

CAPACIDAD A TRACCIÓN DEL TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [\ 57\ ]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$

CARGA DE ARRANQUE

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}$ kPa resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 0 \\ 12 \end{bmatrix}$ m longitud del pilote en cada estrato

$$Q_{f.t} := 0.7 \cdot \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 2032 \text{ kN}$$

CARGA DE ARRANQUE POR FUSTE
0.7·Q.compresion
(Guia de Cimentaciones §5.11)

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	1,45[1)]
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	1,15[1)]
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	$\gamma_{s.t} := 1.15$

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo γ_{Rd} para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo (γ_{Rd}) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

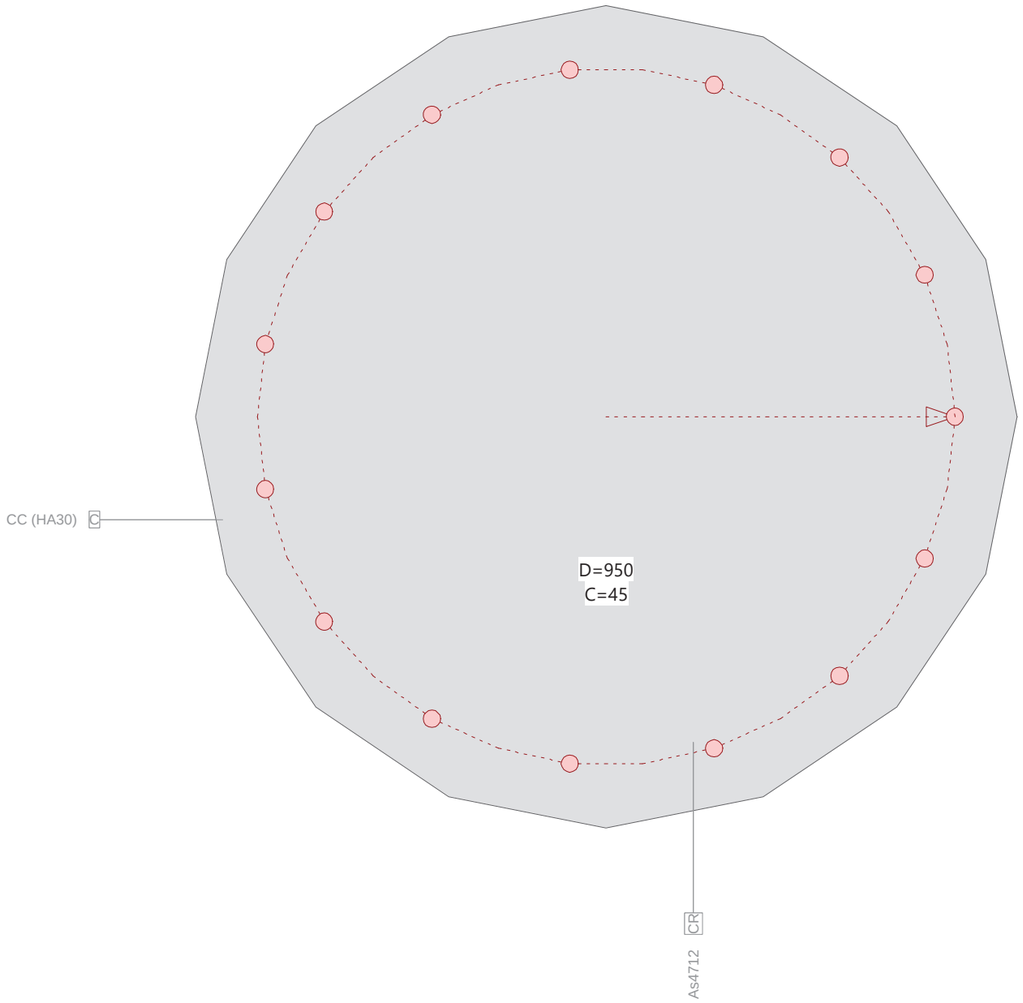
Carga de arranque total (pilote aislado)

Se toma la carga de arranque igual a la carga correspondiente a fuste a tracción:

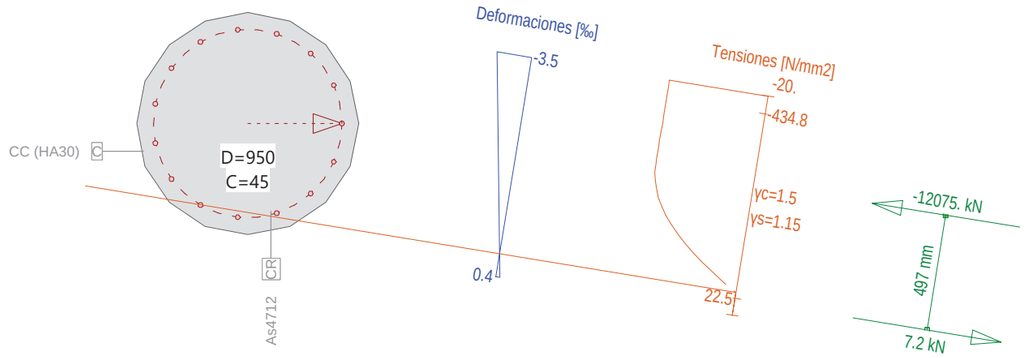
$R_t := Q_{f.t} = 2032$ kN

$$R_{t.d} := \frac{Q_{f.t}}{\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd}} = 1262 \text{ kN}$$

Sección transversal P3_PIL100 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras, Sin paredes de cortante Escala 1 :6.7



Sección transversal P3_PIL100 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-2791.0;My=263.0;Mz=43.0; eff(M,N)=0.23 OK Escala 1 :24.7



Cálc. capacidad última Sección (Columna): P3_PIL100

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.23 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-2791.0	263.0	43.0	0.23					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

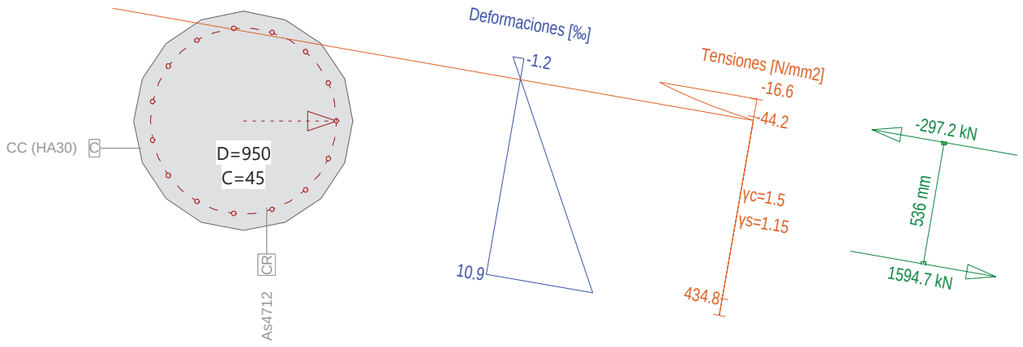
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	77	469	-3.5	-20.	1.50
C	HA30	-77	-469	0.4	0.	1.50
CR	B500S	125	383	-3.2	-434.8	1.15
CR	B500S	-42	-401	0.1	22.5	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-12067.8	1136.8	185.8	-1.5	4.1	0.7	7800690.07	280157.34	280107.29

Sección transversal P3_PIL100 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=1174.0;My=263.0;Mz=43.0; eff(M,N)=0.9 OK Escala 1 :25.1



Cálc. capacidad última Sección (Columna): P3_PIL100

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.9 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		1174.0	263.0	43.0	0.90					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

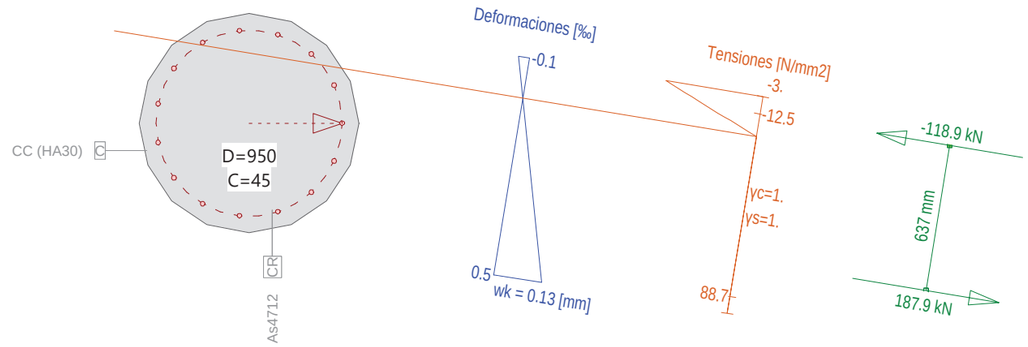
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	82	468	-1.2	-16.6	1.50
C	HA30	-82	-468	10.9	0.	1.50
CR	B500S	125	383	-0.2	-44.2	1.15
CR	B500S	-42	-401	10.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
1297.5	290.8	47.5	4.9	12.6	2.2	266123.76	23162.46	21657.9

Sección transversal P3_PIL100 (HA30;B500S): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=69.0;My=91.0;Mz=15.0; Escala 1 :25.0



Verif. estado de tens. Sección (Columna): P3_PIL100

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		69.0	91.0	15.0				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.		

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	77	469	-0.1	-3.	1.00
C	HA30	-77	-469	0.5	0.	1.00
CR	B500S	125	383	-0.1	-12.5	1.00
CR	B500S	-42	-401	0.4	88.7	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm²]	
C	1.	77	469	-1.	
C	1.	-77	-469	1.2	

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
69.	91.	15.	0.2	0.6	0.1	382552.64	153240.79	153125.41

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	**EN 1992-1-1 7.3**		
Sección			
h	950 mm	zona compresión (no fisurado)	433 mm
d	713 mm	h-d	237 mm
Recubrimiento c	63 mm	$h_{c,eff}$	172 mm
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	87812 mm²	= Min[2.5 (h-d);(h-x)/3; h/2]	
Hormigón		**Parámetros adicionales**	
E_c	29 kN/mm²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_e (E_s/E_c)	7.349	Factor de adherencia k1	0.8
Coef. de fluencia φ	0.	Distribución de deformación	0.5
f_{ctm}	2.9 N/mm²	k3	3.4
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm²	k4	0.425
Armadura		**Resultados**	
E_s	210 kN/mm²	Momento	92.2 kNm
A_s (zona de tracción)	942 mm²	Tensión en la armadura σ_s	88.7 N/mm²
Diámetro $\varnothing_{eq}$	20 mm	ε_{sm}-ε_{cm} (7.9)	0.253 o/oo

Texto	Valor	Texto	Valor
ρ_{eff}	1.073 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$ Ancho de fisuras w_k (7.8)	**530 mm** **0.13 mm**

INIGIA_Functions

EC2-1-1:2013

$f_{ck} := 30\ MPa$

$k_f := 1.25$ coeficiente parcial adicional pilotes in situ sin encamisado (§2.4.2.5(2)

$\gamma_c := \gamma_c \cdot k_f = 1.88$

$D := 1.00\ m - 50\ mm = 0.95\ m$ diámetro del pilote in situ (EC-2 §2.3.4.2(2))

$b_0 := 0.8 \cdot D = 0.76\ m$ ancho

$A_c := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 0.7088\ m^2$ área de la sección transversal de hormigón

$r_l := 70\ mm$ recubrimiento mecánico de las armaduras longitudinales

$d := 0.8 \cdot D = 0.76\ m$ canto útil

$b_w := b_0 = 0.76\ m$ menor anchura de la sección en la zona de tracción y compresión

$z := 0.8 \cdot d = 0.608\ m$ brazo mecánico correspondiente al momento flector normalmente se puede usar el valor aproximado 0.9d

$A_{sl} := 6 \cdot \Phi 20 = 18.85\ cm^2$ área de armadura de tracción la cual se extiende una longitud ≥(lbd+d) de la sección considerada

$A_{s'} := 6 \cdot \Phi 20 = 18.85\ cm^2$ área de armadura de compresión

$A_p := 0$ área de armadura activa adherente

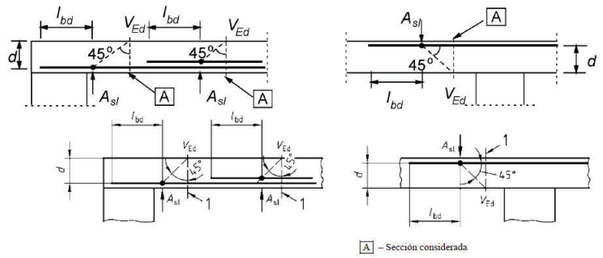


Figura 6.3 – Definición de A_{sl} en la ecuación (6.2)

$A_{sw} := 2 \cdot \Phi 12 = 2.26\ cm^2$

$\alpha := 90\ deg$ ángulo entre armadura de cortante y eje de la viga

$s := 150\ mm$

$f_{ywd} := f_{yd} = 434.8\ MPa$ se adopta fyd y reducción de ν1 según §6.2.3

$\frac{A_{sw}}{s} = 15.1\ \frac{cm^2}{m}$

SOLICITACIONES

$N_{Ed} := 1174\ kN = 1174\ kN$ axil debido a la carga o al pretensado COMPRESIÓN POSITIVA

$V_{Ed} := \sqrt{48^2 + 166^2}\ kN = 173\ kN$ ESFUERZO CORTANTE en la sección analizada que proviene de una carga externa y del pretensado (adherente o no adherente)

EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.2 Elementos que no requieren armadura de cortante

$$k := \text{Min}\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}\ ;\ 2\right) = 1.51$$

$$\rho_l := \text{Min}\left(\frac{A_{sl} + A_p}{b_w \cdot d}\ ;\ 0.02\right) = 0.0033$$

$$\sigma_{cp} := \text{Min}\left(\frac{N_{Ed}}{A_c}\ ;\ 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 1.66\ \text{MPa}$$

$$C_{Rd.c} := \frac{0.18}{\gamma_c}$$ Anejo nacional

$$k_1 := 0.15$$ Anejo nacional

$$\nu_{min} := \frac{0.075}{\gamma_c} \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \text{Min}\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\ ;\ 60\right)^{\frac{1}{2}}\ \text{MPa} = 0.41\ \text{MPa}$$ Anejo nacional

$$V_{Rd.c} := \left(C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot \frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\text{MPa}}\right) \cdot \frac{b_w}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} \cdot 1\ \text{N} = 322.97\ \text{kN}$$

$$V_{Rd.c.min} := \left(\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot b_w \cdot d = 379\ \text{kN}$$

Resistencia a cortante sin armadura

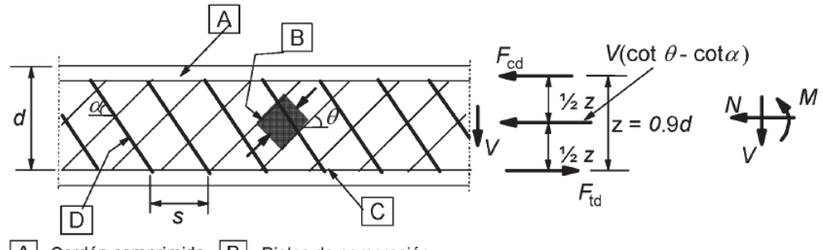
$$V_{Rd.c} := \text{Max}\left(V_{Rd.c}\ ;\ V_{Rd.c.min}\right) = 379\ \text{kN}$$

$$\textit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.c}\right) = \text{"OK"}$$

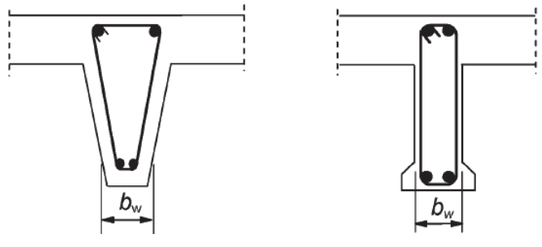
EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.3 Elementos que requieren armadura de cortante

El cálculo de elementos con armadura de cortante se basa en un modelo de celosía plana.



A - Cordón comprimido, B - Bielas de compresión,
C - Cordón de tracción, D - Armadura de cortante



Los valores límite para el ángulo θ de las bielas inclinadas en el alma son los indicados en el Anejo nacional (0.5<cotθ<2)

$\theta := 40\ \text{deg}$ ángulo entre la biela comprimida y eje de la viga

$$\cot(\theta) = 1.19$$

Agotamiento por tracción en el alma

$\chi := 0.85$ factor de eficiencia de cercos circulares

$$V_{Rd.s} := \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \left(\cot(\theta) + \cot(\alpha)\right) \cdot \sin(\alpha) \cdot \chi = 404\ kN$$

$$verifica\left(V_{Ed} \le V_{Rd.s}\right) = "OK"$$

Agotamiento por compresión oblicua en el alma

$$\rho := \frac{A_{sl} + A_{s'}}{A_c} = 0.005 \qquad \varphi_{oo} := 1.80 \qquad n_s := \frac{E_s}{E_c \cdot \left(1 + \varphi_{oo}\right)} = 2.18$$

$$\sigma'_{cp} := \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot \left(1 - \rho + n_s \cdot \rho\right)} = 1.65\ MPa$$

tensión media de compresión (positiva) debida a la fuerza axil de cálculo, como promedio en la sección de hormigón teniendo en cuenta la armadura

coeficiente estadio tensional cordón comprimido

$$\alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) := \text{if } \left(0 \le \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.25 \cdot f_{cd}\right)$$
$$1 + \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}}$$
$$\text{else}$$
$$\text{if } \left(0.25 \cdot f_{cd} < \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.50 \cdot f_{cd}\right)$$
$$1.25$$
$$\text{else}$$
$$2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}}\right)$$

$$\alpha_{cw} := \alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) = 1.08$$

$$\nu_1 := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250\ MPa}\right) = 0.528$$

$$V_{Rd.max} := \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} = 2600.5\ kN$$

$$verifica\left(V_{Ed} \le V_{Rd.max}\right) = "OK"$$

$$A_{sw.max} := \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha_{cw} \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\sin(\alpha)} \cdot \frac{b_w}{f_{ywd}} = 99.9\ \frac{cm^2}{m}$$

$V_{Rd} := \text{Min}\left(V_{Rd.s}; V_{Rd.max}\right) = 403.8\ kN$ ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO

$$verifica\left(V_{Ed} \le V_{Rd}\right) = "OK"$$

EC2 − 1 − 1 − 2013

§9.2.2 Armadura de cortante

La armadura de cortante debería formar un ángulo entre 45º y 90º respecto al eje longitudinal del elemento estructural

$$verifica\left(\left(45\ deg \le \alpha\right) \wedge \left(\alpha \le 90\ deg\right)\right) = "OK"$$

La armadura de cortante puede ser una combinación de:

- cercos o estribos envolviendo la armadura longitudinal de tracción y la zona de compresión
- barras levantadas
- una combinación de ambas recomendaciones

Se deberían disponer al menos 0.33 de la armadura de cortante en forma de cercos (Anejo Nacional)

$\rho_w := \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)} = 0.002$ cuantía dispuesta de armadura de cortante

$\rho_{w.min} := \frac{f_{ctm}}{7.5 \cdot f_y} = 0.0008$ cuantía mínima de armadura de cortante (Anejo nacional)

$A_{sw.min} := \rho_{w.min} \cdot b_w \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{1}{\chi} = 6.91\ \frac{cm^2}{m}$ armadura mínima de cortante

$$verifica\left(\rho_w \ge \rho_{w.min}\right) = "OK"$$

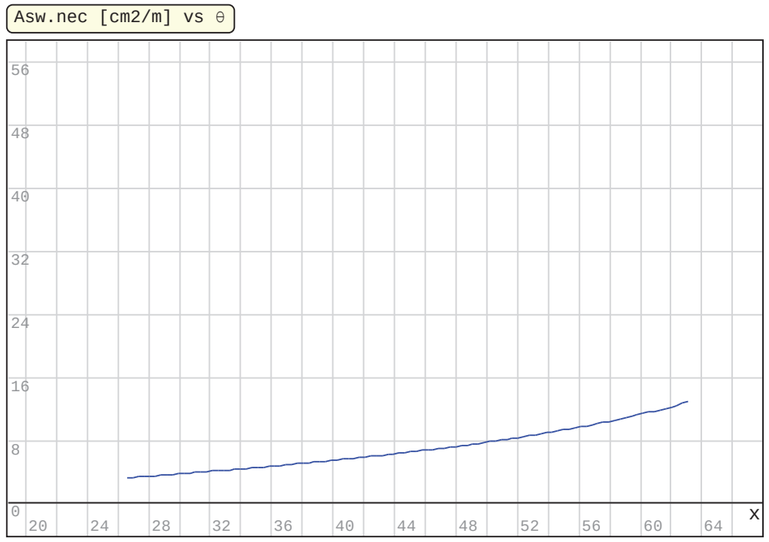
separación longitudinal máxima entre armaduras de cortante

$$s_{l.max} := \text{if } V_{Rd} \le \frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} = 0.57\ m$$
$$\text{Min}\left(0.75 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 600\ mm\right)$$
$$\text{else}$$
$$\text{if } \left(\frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} < V_{Rd}\right) \wedge \left(V_{Rd} \le \frac{2}{3} \cdot V_{Rd.max}\right)$$
$$\text{Min}\left(0.60 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 450\ mm\right)$$
$$\text{else}$$
$$\text{Min}\left(0.30 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 300\ mm\right)$$

$$verifica\left(s \le s_{l.max}\right) = "OK"$$

Dimensionamiento - Armadura de cortante

GRÁFICO Asw.nec - Theta



$\theta = 40\ \text{deg}$

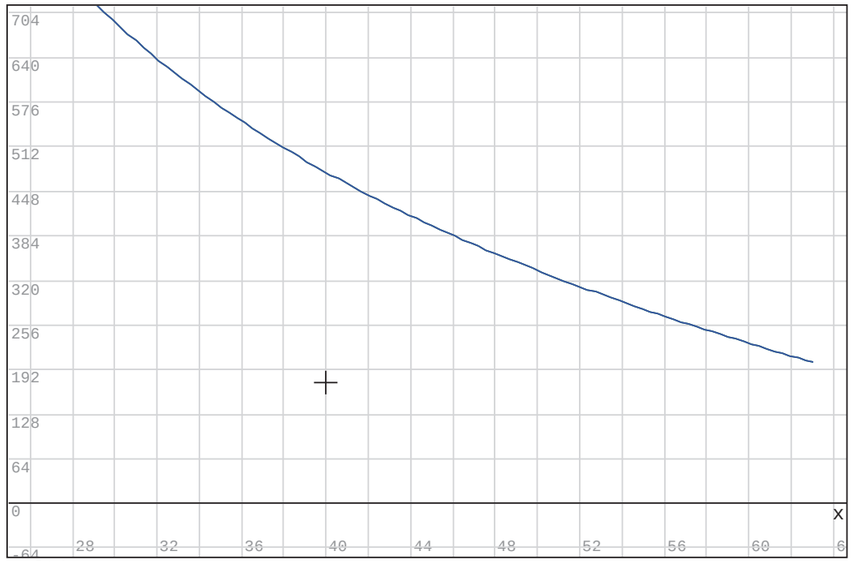
$A_{sw.nec.\theta}(\theta) \cdot \frac{1}{\chi} = 6.5\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$A_{sw.nec.\theta}(\text{acot}(2)) \cdot \frac{1}{\chi} = 3.8\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ Armadura de cortante necesaria para cotθ=2 (θ=26.6º)

$A_{sw.nec.\theta}(45\ \text{deg}) \cdot \frac{1}{\chi} = 7.7\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ armadura de cortante necesaria para cotθ=1 (θ=45º)

Dimensionamiento - Cortante último

GRÁFICO V-Theta



multi

$\theta = 40\ \text{deg}$

$V_{Ed} = 173\ \text{kN}$

$V_{Rd} = 403.8\ \text{kN}$

verifica $(V_{Ed} \le V_{Rd}) = \text{"OK"}$

Esfuerzo de tracción adicional debido al cortante

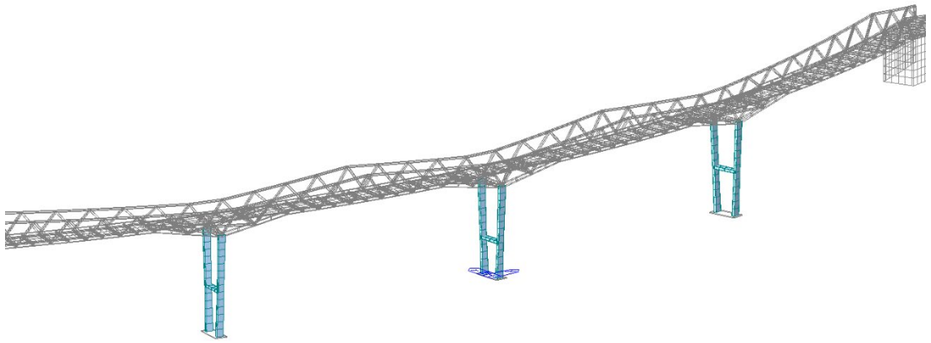
$\Delta F_{td} := 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 103\ \text{kN}$

$s_d := \frac{z}{2} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 0.36\ \text{m}$ decalaje de la ley de momentos

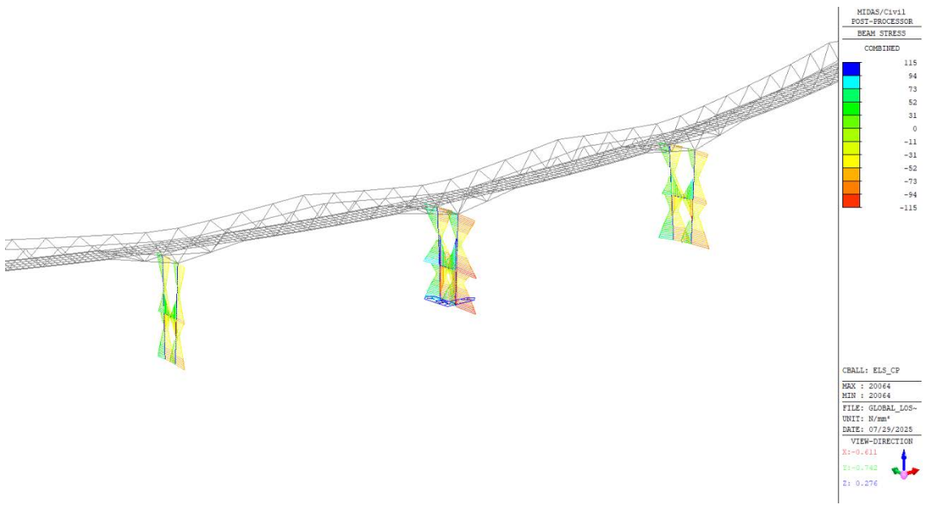
$\frac{s_d}{d} = 0.48$ decalaje de la ley de momentos (relativo al canto útil)

4.2 FUSTS METÀL·LICS

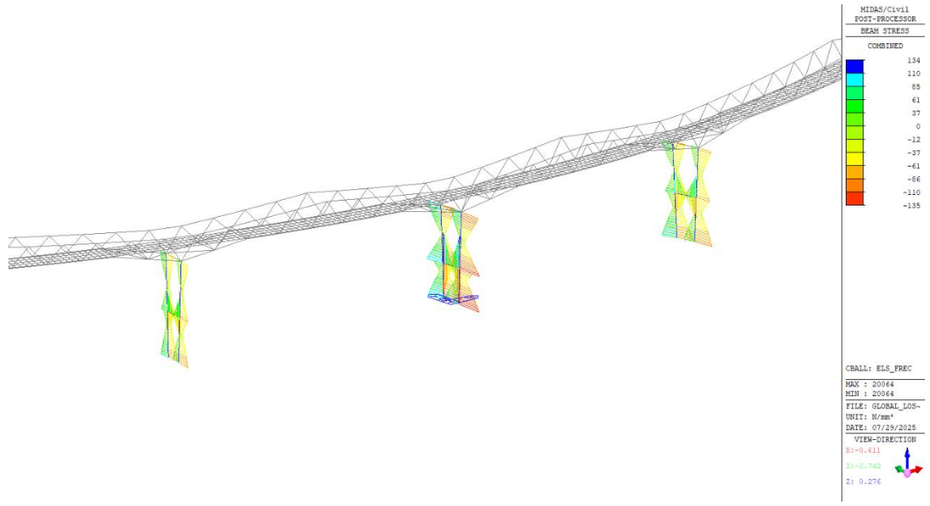
FUSTS METÀL·LICS



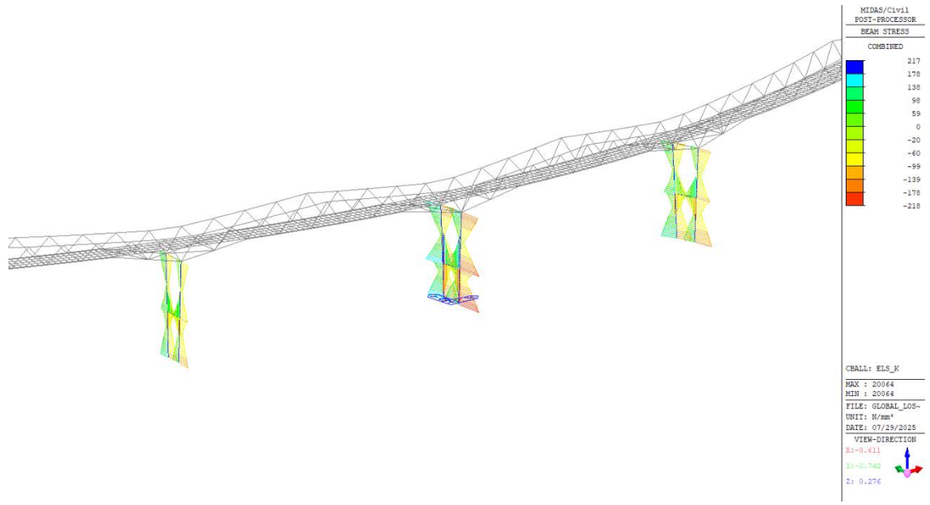
1 Piles_Model EF



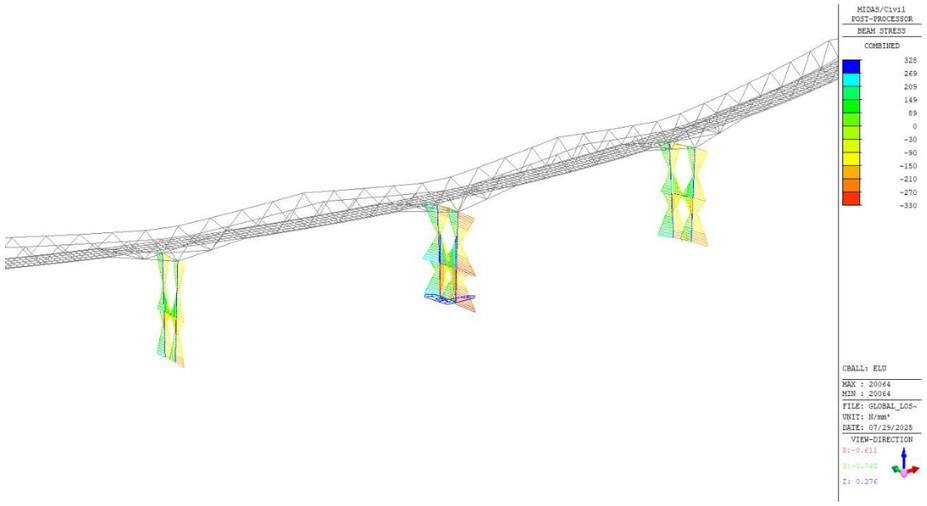
2 Piles_TensionsELScp



3 Piles_TensionsELSfrec



4 Piles_TensionsELSk



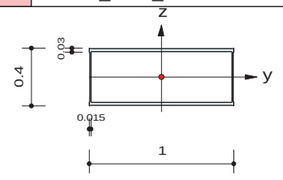
5 Piles_TensionsELU

MIDAS/Civil Steel Checking Result

MIDAS	Company		Project Title	
	Author	rmm	File Name	Global_Losa_AMB Sant Cugat.mcb

1. Design Information

Design Code Eurocode3-2:05(Recommended)
Unit System kN, m
Member No 492
Material S355 (No:20)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name P_CordonVAR_inc (No:55)
Position I BB 400x800x15/30 (Tapered Section)
Position J : BB 400x1000x15/30
Member Length : 8.00888



Depth	0.40000	Web Thick	0.01500
Flg Width	1.00000	Top F Thick	0.03000
Web Center	0.98500	Bot.F Thick	0.03000
Area	0.07020	Asz	0.01200
Qyb	0.19945	Qzb	0.16686
Iyy	0.00216	Izz	0.00747
Ybar	0.50000	Zbar	0.20000
Wely	0.01078	Welz	0.01495
ry	0.17526	rz	0.32630

2. Member Forces

Axial Force Fxx = -2609.7 (LCB: 60-FZ, POS:J)
Bending Moments My = 2177.86, Mz = 184.215
End Moments Myi = -2001.9, Myj = 2177.86 (for Lb)
Myi = -2001.9, Myj = 2177.86 (for Ly)
Mzi = -236.97, Mzj = 184.215 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -52.800 (LCB: 60-MZ, POS:I)
Fzz = -523.07 (LCB: 60-MY, POS:I)

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 8.00888, Lz = 8.00888, Lb = 8.00888
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Moment Factor / Bending Coefficient
Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, Cb = 1.00

4. Checking Result

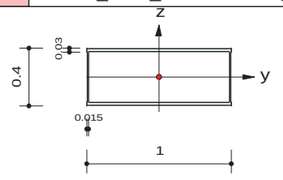
Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 2609.7/15082.8 = 0.173 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 2177.86/3389.24 = 0.643 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 184.22/4848.41 = 0.038 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γM1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γM1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wply*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Wplz*fy/γM1)
Rmax = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM), MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.890 < 1.000 .. O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.006 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.219 < 1.000 ..... O.K

MIDAS/Civil Steel Checking Result

MIDAS	Company		Project Title	
	Author	rmm	File Name	Global_Losa_AMB Sant Cugat.mcb

1. Design Information

Design Code Eurocode3-2:05(Recommended)
Unit System kN, m
Member No 269
Material S355 (No:20)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name P_CordonVAR_dec (No:56)
Position I BB 400x1000x15/30 (Tapered Section)
Position J : BB 400x800x15/30
Member Length : 5.02627



Depth	0.40000	Web Thick	0.01500
Flg Width	1.00000	Top F Thick	0.03000
Web Center	0.98500	Bot.F Thick	0.03000
Area	0.07020	Asz	0.01200
Qyb	0.19945	Qzb	0.16686
Iyy	0.00216	Izz	0.00747
Ybar	0.50000	Zbar	0.20000
Wely	0.01078	Welz	0.01495
ry	0.17526	rz	0.32630

2. Member Forces

Axial Force Fxx = -4277.5 (LCB: 60-MY, POS:I)
Bending Moments My = -2291.6, Mz = -500.12
End Moments Myi = -2291.6, Myj = -682.71 (for Lb)
Myi = -2291.6, Myj = -682.71 (for Ly)
Mzi = -500.12, Mzj = 179.145 (for Lz)
Shear Forces Fyy = -52.630 (LCB: 60-MZ, POS:J)
Fzz = -628.80 (LCB: 60-MY, POS:I)

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 5.02627, Lz = 5.02627, Lb = 5.02627
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Moment Factor / Bending Coefficient
Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, Cb = 1.00

4. Checking Result

Axial Resistance
N_Ed/MIN[Nc_Rd, Nb_Rd] = 4277.5/23734.3 = 0.180 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 2291.62/3645.11 = 0.629 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 500.12/5054.03 = 0.099 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rc.LT1 = N_Ed/(χy*A*fy/γ_M1)
Rb.LT1 = (kyy*M_Edy)/(χLT*Wely*fy/γM1) + (kyz*M_Edz)/(Welz*fy/γM1)
Rc.LT2 = N_Ed/(χz*A*fy/γ_M1)
Rb.LT2 = (Kzy*M_Edy)/(χLT*Wely*fy/γM1) + (Kzz*M_Edz)/(Welz*fy/γM1)
Rmax = MAX[R.byN+R.byM, MAX(Rc.LT1+Rb.LT1, Rc.LT2+Rb.LT2)] = 0.968 < 1.000 ... O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.005 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.263 < 1.000 ..... O.K

■ MEMBER NAME : Brace 492 P_CordonVAR_inc (ID : 55)

1. Member Information

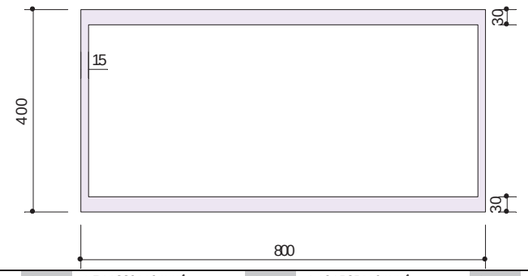
1) Design Code
EN 1993-2: 2006 (NA:Recommended)

2) Material
f_y = 355.000MPa, E_s = 210,000.000MPa

3) Length
L = 8.009m

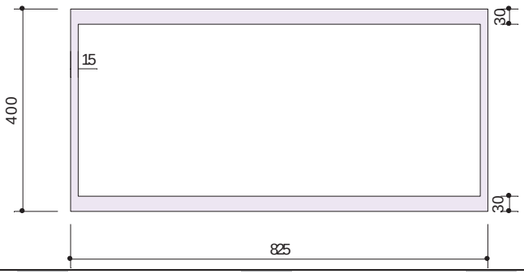
4) Partial factors
γ_{M0} = 1.050 γ_{M1} = 1.100 γ_{M2} = 1.250

5) Section Properties
-Position I



A	58,200.000mm²	I_y	1.744660e+9mm⁴	I_z	4.131565e+9mm⁴	I_{yz}	0.000mm⁴
C_y	400.000mm	C_z	200.000mm	i_y	173.139mm	i_z	266.438mm
$W_{el.y}$	8,723,300.000mm³	$W_{el.z}$	10,328,912.500mm³	$W_{pl.y}$	9,747,000.000mm³	$W_{pl.z}$	13,603,500.000mm³
I_T	3.319129e+9mm⁴	I_w	1.779494e+14mm⁶				

-Position J



A	59,700.000mm²	I_y	1.796110e+9mm⁴	I_z	4.480824e+9mm⁴	I_{yz}	0.000mm⁴
C_y	412.500mm	C_z	200.000mm	i_y	173.452mm	i_z	273.963mm
$W_{el.y}$	8,980,550.000mm³	$W_{el.z}$	10,862,604.545mm³	$W_{pl.y}$	10,024,500.000mm³	$W_{pl.z}$	14,340,375.000mm³
I_T	3.476907e+9mm⁴	I_w	1.908677e+14mm⁶				

2. Check Axial Resistance (Sector J, 1.00L)

Axial	LCB	ELU_09-FZ	
	N_{Ed} / N_{Rd}	2,609.719kN / 15,082.786kN = 0.173	OK

** ELU_09-FZ : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{Lim1-2}	λ_{Lim2-3}	λ_{Lim3-4}	Class
internal top-flange	26.500	273.346	248.588	0.814	26.849	30.917	35.435	Class 1
internal bottom-flange	26.500	-161.161	-185.918	0.814	-	-	-	Class 1
left web	22.667	215.533	-153.797	0.814	31.635	36.428	82.179	Class 1
right web	22.667	241.225	-128.105	0.814	31.635	36.428	69.726	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Check slenderness ratio of compressive member

$\frac{KL}{i}$ = 46.173 < 200.000 → O.K

3) Calculate design resistance of cross section

$N_{c.Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$ = 20,184.286kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.4 (2)*

4) Calculate design resistance for flexural buckling (y-y axis)

Non-dimensional slenderness

K_y = 1.000

$N_{cr.y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2}$ = 58,037.439kN

$\lambda_b = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr.y}}}$ = 0.604 *EN 1993-1-1:2005, 6.3.1.3 (1)*

Design resistance for flexural buckling

α = 0.490 (Buckling curve: c) *EN 1993-1-1:2005, Table 6.1*

ø = 0.5 [1 + α(α_b - 0.2) + λ_b ^{2}] = 0.782

χ = **¡Error!** = 0.783 *EN 1993-1-1:2005, 6.3.1.2 (1)*

$N_{b.y.Rd} = \frac{\chi A F_y}{\gamma_{M1}}$ = 15,082.786kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.4 (2)*

5) Calculate design resistance for torsional buckling

Non-dimensional slenderness

$G = \frac{E}{2 (1 + v)}$ = 80,769.231MPa *EN 1993-1-1:2005, 3.2.6*

y_o = 0.000mm, z_o = 0.000mm (Shear center from centroid)

$a = \sqrt{y_o^2 + z_o^2}$ = 0.000mm

$i_s = \sqrt{i_y^2 + i_z^2 + a^2}$ = 324.255mm

$N_{cr.T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 E I_z a^2}{L_T^2} + \frac{\pi^2 E I_w}{L_T^2} + G I_T \right)$ = 2,729,608.789kN

$\beta = 1 - (y_o / i_s)^2$ = 1.000

$N_{cr.TF} = \frac{N_{cr.y}}{2\beta} \left(1 + \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}} - \sqrt{(1 - \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}})^2 + 4 (\frac{y_o}{i_s})^2 \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}}} \right)$ = 58,037.439kN *EN 1993-1-3:2006, 6.2.3 (7)*

N_{cr} = min ($N_{cr.T}$, $N_{cr.TF}$) = 58,037.439kN

$\lambda_b = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr}}}$ = 0.604 *EN 1993-1-1:2005, 6.3.1.3 (1)*

Design resistance for Torsion and torsional-flexural buckling

α = 0.490 (Buckling curve: c) *EN 1993-1-1:2005, Table 6.1*

ø = 0.5 [1 + α (λ_b - 0.2) + λ_b ^{2}] = 0.782

χ = **¡Error!** = 0.783 *EN 1993-1-1:2005, 6.3.1.2 (1)*

$N_{b.Rd.TF} = \frac{\chi A F_y}{\gamma_{M1}}$ = 15,082.786kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.4 (2)*

6) Design resistance of a compression member

N_{Rd} = min ($N_{c.Rd}$, $N_{b.y.Rd}$, $N_{b.Rd.TF}$) = 15,082.786kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.3*

3. Check design resistance for shear about major axis (Sector I, 0.00R)

Shear	LCB	ELU_09-MY	
	$V_{z.Ed}$ / $V_{c.z.Rd}$	523.075kN / 2,389.240kN = 0.219	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design plastic shear resistance

$A_{vz} = \eta \sum h_w t_w$ = 12,240.000mm² *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (3)*

$V_{pl.z.Rd} = \frac{A_{vz} (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$ = 2,389.240kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (2)*

2) Determine whether to consider shear buckling *EN 1993-1-5:2006, 5.1 (2)*

$\eta = 1.200$

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0.814$

$\frac{h_w}{t} = 22.667 \le \frac{72}{\eta}\varepsilon = 48.817$ (Unstiffened)

∴ No need to check shear buckling

3) Calculate design shear resistance

$V_{c.z.Rd} = V_{pl.z.Rd} = 2{,}389.240\text{kN}$

4. Check design resistance for shear about minor axis (Sector I, 0.00R)

Shear	LCB	ELU_09-MZ	
	$V_{y.Ed} / V_{c.y.Rd}$	52.800kN / 9,369.570kN = 0.006	OK

** ELU_09-MZ : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design plastic shear resistance

$A_{vy} = A - 2h_w t_w = 48{,}000.000\text{mm}^2$

$V_{pl.y.Rd} = \frac{A_{vy}\left(f_y/\sqrt{3}\right)}{\gamma_{M0}} = 9{,}369.570\text{kN}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (3)*, *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (2)*

2) Determine whether to consider shear buckling — *EN 1993-1-5:2006, 5.1 (2)*

$\eta = 1.200$

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0.814$

$\frac{h_w}{t} = 25.667 \le \frac{72}{\eta}\varepsilon = 48.817$ (Unstiffened)

∴ No need to check shear buckling

3) Calculate design shear resistance

$V_{c.y.Rd} = V_{pl.y.Rd} = 9{,}369.570\text{kN}$

5. Check design resistance for bending about major axis (Sector J, 1.00L)

Moment	LCB	ELU_09-FZ	
	$M_{y.Ed} / M_{c.y.Rd}$	2,177.856kN·m / 3,389.236kN·m = 0.643	OK
	Sectional class	Class 2 ≤ Class 1, 2, 3, or 4 (DCL)	OK

** ELU_09-FZ : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification — *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{Lim1-2}	λ_{Lim2-3}	λ_{Lim3-4}	Class
internal top-flange	26.500	273.346	248.588	0.814	26.849	30.917	35.435	Class 1
internal bottom-flange	26.500	-161.161	-185.918	0.814	-	-	-	Class 1
left web	22.667	215.533	-153.797	0.814	31.635	36.428	82.179	Class 1
right web	22.667	241.225	-128.105	0.814	31.635	36.428	69.726	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Calculate design resistance of cross section

$M_{c.y.Rd} = M_{pl.y.Rd} = \frac{W_{pl.y} f_y}{\gamma_{M0}} = 3{,}389.236\text{kN·m}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

6. Check design resistance for bending about minor axis (Sector J, 1.00L)

Moment	LCB	ELU_09-FZ	
	$M_{z.Ed} / M_{c.z.Rd}$	184.215kN·m / 4,848.413kN·m = 0.038	OK
	Sectional class	Class 2 ≤ Class 1, 2, 3, or 4 (DCL)	OK

** ELU_09-FZ : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification — *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{Lim1-2}	λ_{Lim2-3}	λ_{Lim3-4}	Class
internal top-flange	26.500	273.346	248.588	0.814	26.849	30.917	35.435	Class 1
internal bottom-flange	26.500	-161.161	-185.918	0.814	-	-	-	Class 1
left web	22.667	215.533	-153.797	0.814	31.635	36.428	82.179	Class 1
right web	22.667	241.225	-128.105	0.814	31.635	36.428	69.726	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Calculate design resistance of cross section

$M_{c.z.Rd} = M_{pl.z.Rd} = \frac{W_{pl.z} f_y}{\gamma_{M0}} = 4{,}848.413\text{kN·m}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

7. Check design resistance for lateral-torsional buckling (Sector J, 1.00L)

Moment	LCB	ELU_09-FZ	
	$M_{y.Ed} / M_{b.Rd}$	0.000kN·m / 0.000kN·m = 0.000	OK

** ELU_09-FZ : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design resistance for lateral-torsional buckling

Buckling slenderness

$C_1 = 1.285$

$M_{cr.0} = \frac{\pi^2 E I_z}{L_b^{\,2}}\sqrt{\frac{I_w}{I_T} + \frac{L_b^{\,2} G I_T}{\pi^2 E I_z}} = 203{,}846.589\text{kN·m}$ — *ENV 1993-1-1:1992, F.1.1*

$M_{cr} = C_1 M_{cr.0} = 261{,}942.867\text{kN·m}$ — *ENV 1993-1-1:1992, F.1.3*

$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl.y} f_y}{M_{cr}}} = 0.117$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.3 (1)*

$\lambda_{LT} \le \lambda_{LT.0}$ and $\frac{M_{y.Ed}}{M_{cr}} \le \lambda_{LT.0}^{\,2}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (4)*

∴ No need to check LTB

8. Check Interaction ratios (Sector J, 1.00L)

Interaction	LCB	ELU_09-FZ	
	R_{max}	0.890	OK

** ELU_09-FZ : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Applied forces for interaction ratio

$N_{Ed} = -2{,}609.719\text{kN}$

$M_{y.Ed} = 2{,}177.856\text{kN·m}$, $M_{z.Ed} = 184.215\text{kN·m}$

$V_{y.Ed} = -52.590\text{kN}$, $V_{z.Ed} = -520.628\text{kN}$

$T_{Ed} = 0.228\text{kN·m}$

2) Reduced moment resistance for high shear about major axis

$M_{c.y.Rd} = \frac{W_{pl.y} f_y}{\gamma_{M0}} = 3{,}389.236\text{kN·m}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

$V_{z.Ed} < 0.5\, V_{pl.z.Rd} = 353{,}408.472\text{kN}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$M_{y.Rd} = M_{c.y.Rd} = 3{,}389.236\text{kN·m}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*

3) Reduced moment resistance for high shear about minor axis

$M_{c.z.Rd} = \frac{W_{pl.z} f_y}{\gamma_{M0}} = 4{,}848.413\text{kN·m}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$V_{y.Ed} < 0.5\, V_{pl.y.Rd} = 4{,}831.185\text{kN}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$M_{z.Rd} = M_{c.z.Rd} = 4{,}848.413\text{kN·m}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*

4) Calculate interaction ratio of bending and axial force

$R_{max1} = \frac{N_{Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y.Ed}}{M_{y.Rd}} + \frac{M_{z.Ed}}{M_{z.Rd}} = 0.810$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*, *EN 1993-1-1:2005, 6.2.1 (7)*

5) Calculate interaction ratio of a Class 1 and 2 cross-section (Bending and Compression)

$N_{pl.Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = 20{,}184.286\text{kN}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.4 (2)*

$M_{pl.y.Rd} = 3{,}389.236\text{kN·m}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

$M_{pl.z.Rd} = 4{,}848.413\text{kN·m}$

$n = N_{Ed} / N_{pl.Rd} = 0.129$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (5)*

$a_y = \min(\,(A - b\, t_{f1} - b\, t_{f2}) / A\,,\, 0.5\,) = 0.171$

$a_z = \min(\,(A - 2\, b\, t_w) / A\,,\, 0.5\,) = 0.500$

$N_{Ed.y.lim} = \min(\, 0.25\, M_{pl.Rd}\,,\, \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}\,) = 1{,}724.286\text{kN}$

$N_{Ed.z.lim} = \frac{2\, h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = 3{,}448.571\text{kN}$

$N_{Ed} > N_{Ed.y.lim}$; — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (4)*

$M_{N.y.Rd} = \min(\, M_{pl.y.Rd}\,(\,1 - n\,)/(\,1 - 0.5\, a_y\,)\,,\, M_{pl.y.Rd}\,) = 3{,}226.671\text{kN·m}$ — *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (5)*

$N_{Ed} \le N_{Ed.y.lim}$; *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (4)*

$M_{N.z.Rd} = M_{pl.z.Rd} = 4{,}848.413\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (5)*

$\alpha = \beta = \min\left(\frac{1.66}{1 - 1.13\, n^2} , 6.0 \right) = 1.692$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (6)*

$R_{max2} = \left[\left(\frac{M_{y.Ed}}{M_{N.y.Rd}} \right)^{\alpha} + \left[\left(\frac{M_{z.Ed}}{M_{N.z.Rd}} \right)^{\beta} \right. \right. = 0.518$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (6)*

6) Calculate interaction ratio of a buckling resistance (Bending and Axial force)

Reduction factors for buckling *EN 1993-1-1:2005, 6.3.1.2 (1)*

$\chi_y = 0.783$, $\chi_z = 1.000$, $\chi_{LT} = 1.000$

Efficiency factor *EN 1993-1-1:2005 Table A.1*

$\mu_y = \frac{1 - N_{Ed} / N_{cr.y}}{1 - \chi_y N_{Ed} / N_{cr.y}} = 0.990$, $\mu_z = \frac{1 - N_{Ed} / N_{cr.z}}{1 - \chi_z N_{Ed} / N_{cr.z}} = 1.000$

Buckling force

$N_{cr.y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2} = 58{,}037.439\text{kN}$

$N_{cr.z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(K_z L_z)^2} = 144{,}788.221\text{kN}$

G = **¡Error!** *EN 1993-1-1:2005, 3.2.6*

$y_o = 0.000\text{mm}$, $z_o = 0.000\text{mm}$ (Shear center from centroid)

$i_s = \sqrt{i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2} = 324.255\text{mm}$

$N_{cr.T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 E I_z a^2}{L_T^2} + \frac{\pi^2 E I_w}{L_T^2} + G I_T \right) = 2{,}729{,}608.789\text{kN}$

$\beta = 1 - (y_o / i_s)^2 = 1.000$

$N_{cr.TF} = \frac{N_{cr.y}}{2\beta} \left(1 + \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}} - \sqrt{\left(1 - \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}}\right)^2 + 4 \left(\frac{y_o}{i_s}\right)^2 \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}}} \right) =$ *EN 1993-1-3:2006, 6.2.3 (7)*

58,037.439kN

Buckling resistance moment

$C_1 = 1.285$

$M_{cr.0} = \frac{\pi^2 E I_z}{L_b^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_T} + \frac{L_b^2 G I_T}{\pi^2 E I_z}} = 203{,}846.589\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.1*

$M_{cr} = C_1 M_{cr.0} = 261{,}942.867\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.3*

Non-dimensional slenderness

$\lambda_y = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr.y}}} = 0.604$, $\lambda_z = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr.z}}} = 0.383$

$\lambda_{max} = \max(\lambda_y , \lambda_z) = 0.604$

$\lambda_0 = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr.0}}} = 0.132$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (1)*

$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = 0.117$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (1)*

Equivalent uniform moment factors *EN 1993-1-1:2005 Table A.1,2*

$\psi_y = -0.919$

$C_{my.0} = 0.79 + 0.21 \psi_y + 0.36 (\psi_y - 0.33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr.y}} = 0.577$

$\psi_z = -0.777$

$C_{mz.0} = 0.79 + 0.21 \psi_z + 0.36 (\psi_z - 0.33) \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}} = 0.620$

$\lambda_{0.Lim} = 0.2 \sqrt{C_1} \left[\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}} \right) \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.TF}} \right) \right)^{1/4} = 0.223$

$\lambda_0 \le \lambda_{0.Lim}$:

C_{my} = 1.000 (Default or User defined)

C_{mz} = 1.000 (Default or User defined)

C_{mLT} = 1.000 ((Default or User defined))

Auxiliary terms *EN 1993-1-1:2005 Table A.1*

$w_y = \min\left(\frac{W_{pl.y}}{W_{el.y}} , 1.5 \right) = 1.116$

$w_z = \min\left(\frac{W_{pl.z}}{W_{el.z}} , 1.5 \right) = 1.320$

$N_{Rk} = 21{,}193.500\text{kN}$

$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M0}} = 0.129$

$a_{LT} = \max\left(1 - \frac{I_T}{I_y} , 0 \right) = 0.000$

$b_{LT} = 0.5\, a_{LT}\, \lambda_0^2 \frac{M_{y.Ed}}{\chi_{LT} M_{pl.y.Rd}} \frac{M_{z.Ed}}{M_{pl.z.Rd}} = 0.000$

$c_{LT} = 10\, a_{LT} \frac{\lambda_0^2}{5 + \lambda_z^4} \frac{M_{y.Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl.y.Rd}} = 0.000$

$d_{LT} = 2\, a_{LT} \frac{\lambda_0}{0.1 + \lambda_z^4} \frac{M_{y.Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl.y.Rd}} \frac{M_{z.Ed}}{C_{mz} M_{pl.z.Rd}} = 0.000$

$e_{LT} = 1.7\, a_{LT} \frac{\lambda_0^2}{0.1 + \lambda_z^4} \frac{M_{y.Ed}}{C_{my} \chi_{LT} M_{pl.y.Rd}} = 0.000$

$C_{yy} = \max\left(1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \lambda_{max} - \frac{1.6}{w_y} C_{my}^2 \lambda_{max}^2 \right) n_{pl} - b_{LT} \right) , \frac{W_{el.y}}{W_{pl.y}} \right) = 1.009$

$C_{yz} = \max\left(1 + (w_z - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{mz}^2 \lambda_{max}^2}{w_z^5} \right) n_{pl} - c_{LT} \right) , 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} \frac{W_{el.z}}{W_{pl.z}} \right) = 1.030$

$C_{zy} = \max\left(1 + (w_y - 1) \left[\left(2 - 14 \frac{C_{my}^2 \lambda_{max}^2}{w_y^5} \right) n_{pl} - d_{LT} \right) , 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} \frac{W_{el.y}}{W_{pl.y}} \right) = 0.986$

$C_{zz} = \max\left(1 + (w_z - 1) \left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \lambda_{max} - \frac{1.6}{w_z} C_{mz}^2 \lambda_{max}^2 - b_{LT} \right) , \frac{W_{el.z}}{W_{pl.z}} \right) = 1.034$

Interaction factors k_{ij} *EN 1993-1-1:2005 Table A.1*

$k_{yy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.y}}} \frac{1}{C_{yy}} = 1.027$

$k_{yz} = C_{mz} \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}}} \frac{1}{C_{yz}} 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} = 0.639$

$k_{zy} = C_{my} C_{mLT} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.y}}} \frac{1}{C_{zy}} 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} = 0.586$

$k_{zz} = C_{mz} \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}}} \frac{1}{C_{zz}} = 0.985$

Interaction values *EN 1993-1-1:2005 Table 6.7*

$N_{Rk} = f_y A = 21{,}193.500\text{kN}$

$M_{y.Rk} = f_y W_{pl.y} = 3{,}558.697\text{kN·m}$

$M_{z.Rk} = f_y W_{pl.z} = 5{,}090.833\text{kN·m}$

$\Delta M_{y.Ed} = 0.000\text{kN·m}$

$\Delta M_{z.Ed} = 0.000\text{kN·m}$

Interaction ratios *EN 1993-1-1:2005 6.3.3 (4)*

$R_{max3} = \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz} \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.890$

$R_{max4} = \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT} \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz} \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.569$

7) Calculate maximum interaction ratio

$R_{max} = \max(R_{max1} , R_{max2} , R_{max3} , R_{max4}) = 0.890$

9. Check Deflection (Sector J, 1.00L)

Deflection	LCB	ELS_cp_01-MZ	
	$\delta_{max} / \delta_{allow}$	0.000mm / 32.036mm = 0.000	OK

** ELS_cp_01-MZ : ELS casi-permanente*

1) Calculate allowable deflection

L = 8,008.881mm

$\delta_{allow} = \frac{L}{250} = 32.036\text{mm}$

2) Calculate maximum deflection

Maximum deflection position 0.000mm from i-end.
Deflection Amplification Factor (DAF) = 1.000
δ = 0.000mm
δ_{max} = δ * DAF = 0.000mm

■ MEMBER NAME : Brace 269 P_CordonVAR_dec (ID : 56)

1. Member Information

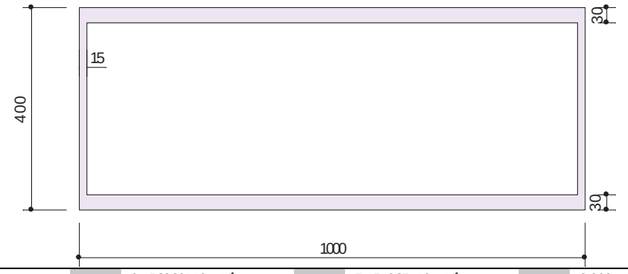
1) Design Code
EN 1993-2: 2006 (NA:Recommended)

2) Material
f_y = 355.000MPa, E_s = 210,000.000MPa

3) Length
L = 5.026m

4) Partial factors
γ_{M0} = 1.050 γ_{M1} = 1.100 γ_{M2} = 1.250

5) Section Properties
-Position I



A	70,200.000mm²	I_y	2.156260e+9mm⁴	I_z	7.474265e+9mm⁴	I_{yz}	0.000mm⁴
C_y	500.000mm	C_z	200.000mm	i_y	175.260mm	i_z	326.299mm
$W_{el.y}$	10,781,300.000mm³	$W_{el.z}$	14,948,530.000mm³	$W_{pl.y}$	11,967,000.000mm³	$W_{pl.z}$	20,023,500.000mm³
I_T	4.619958e+9mm⁴	I_w	2.967782e+14mm⁶				

-Position J

A	67,800.000mm²	I_y	2.073940e+9mm⁴	I_z	6.701085e+9mm⁴	I_{yz}	0.000mm⁴
C_y	480.000mm	C_z	200.000mm	i_y	174.897mm	i_z	314.382mm
$W_{el.y}$	10,369,700.000mm³	$W_{el.z}$	13,960,593.750mm³	$W_{pl.y}$	11,523,000.000mm³	$W_{pl.z}$	18,643,500.000mm³
I_T	4.353298e+9mm⁴	I_w	2.701074e+14mm⁶				

2. Check Axial Resistance (Sector I, 0.00R)

Axial	LCB	ELU_09-MY	
	N_{Ed} / N_{Rd}	4,277.529kN / 23,734.286kN = 0.180	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{Lim1-2}	λ_{Lim2-3}	λ_{Lim3-4}	Class
internal top-flange	32.333	-106.335	-154.789	0.814	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	32.333	305.941	241.037	0.814	26.849	30.917	36.744	Class 3
left web	22.667	248.681	-76.861	0.814	26.849	30.917	60.323	Class 1
right web	22.667	198.728	-126.814	0.814	26.849	30.917	80.004	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 3

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Check slenderness ratio of compressive member

$\frac{KL}{i}$ = 28.679 < 200.000 → O.K

3) Calculate design resistance of cross section

$N_{c.Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$ = 23,734.286kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.4 (2)*

4) Design resistance of a compression member

$N_{Rd} = N_{c.Rd}$ = 23,734.286kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.3*

3. Check design resistance for shear about major axis (Sector I, 0.00R)

Shear	LCB	ELU_09-MY	
	$V_{z.Ed}$ / $V_{c.z.Rd}$	628.802kN / 2,389.240kN = 0.263	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design plastic shear resistance

$A_{vz} = \eta \sum h_w t_w$ = 12,240.000mm² *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (3)*

$V_{pl.z.Rd} = \frac{A_{vz} \left(f_y / \sqrt{3} \right)}{\gamma_{M0}}$ = 2,389.240kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (2)*

2) Determine whether to consider shear buckling *EN 1993-1-5:2006, 5.1 (2)*

η = 1.200

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ = 0.814

$\frac{h_w}{t}$ = 22.667 ≤ $\frac{72}{\eta}$ ε = 48.817 (Unstiffened)

∴ No need to check shear buckling

3) Calculate design shear resistance

$V_{c.z.Rd} = V_{pl.z.Rd}$ = 2,389.240kN

4. Check design resistance for shear about minor axis (Sector J, 1.00L)

Shear	LCB	ELU_09-MZ	
	$V_{y.Ed}$ / $V_{c.y.Rd}$	52.630kN / 11,243.484kN = 0.005	OK

** ELU_09-MZ : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design plastic shear resistance

$A_{vy} = A - 2h_w t_w$ = 57,600.000mm² *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (3)*

$V_{pl.y.Rd} = \frac{A_{vy} \left(f_y / \sqrt{3} \right)}{\gamma_{M0}}$ = 11,243.484kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (2)*

2) Determine whether to consider shear buckling *EN 1993-1-5:2006, 5.1 (2)*

η = 1.200

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ = 0.814

$\frac{h_w}{t}$ = 31.000 ≤ $\frac{72}{\eta}$ ε = 48.817 (Unstiffened)

∴ No need to check shear buckling

3) Calculate design shear resistance

$V_{c.y.Rd} = V_{pl.y.Rd}$ = 11,243.484kN

5. Check design resistance for bending about major axis (Sector I, 0.00R)

Moment	LCB	ELU_09-MY	
	$M_{y.Ed}$ / $M_{c.y.Rd}$	2,291.625kN·m / 3,645.106kN·m = 0.629	OK
	Sectional class	Class 3 > Class 1, 2, 3, or 4 (DCL)	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{Lim1-2}	λ_{Lim2-3}	λ_{Lim3-4}	Class

internal top-flange	32.333	-106.335	-154.789	0.814	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	32.333	305.941	241.037	0.814	26.849	30.917	36.744	Class 3
left web	22.667	248.681	-76.861	0.814	26.849	30.917	60.323	Class 1
right web	22.667	198.728	-126.814	0.814	26.849	30.917	80.004	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 3

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Calculate design resistance of cross section

$M_{c.y.Rd} = M_{el.y.Rd} = \frac{W_{el.y} f_y}{\gamma_{M0}} = 3{,}645.106\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

6. Check design resistance for bending about minor axis (Sector I, 0.00R)

Moment	LCB	ELU_09-MY	
	$M_{z.Ed} / M_{c.z.Rd}$	500.119kN·m / 5,054.027kN·m = 0.099	OK
	Sectional class	Class 3 > Class 1, 2, 3, or 4 (DCL)	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{Lim1-2}	λ_{Lim2-3}	λ_{Lim3-4}	Class
internal top-flange	32.333	-106.335	-154.789	0.814	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	32.333	305.941	241.037	0.814	26.849	30.917	36.744	Class 3
left web	22.667	248.681	-76.861	0.814	26.849	30.917	60.323	Class 1
right web	22.667	198.728	-126.814	0.814	26.849	30.917	80.004	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 3

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Calculate design resistance of cross section

$M_{c.z.Rd} = M_{el.z.Rd} = \frac{W_{el.z} f_y}{\gamma_{M0}} = 5{,}054.027\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

7. Check design resistance for lateral-torsional buckling (Sector I, 0.00R)

Moment	LCB	ELU_09-MY	
	$M_{y.Ed} / M_{b.Rd}$	0.000kN·m / 0.000kN·m = 0.000	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design resistance for lateral-torsional buckling

Buckling slenderness

$C_1 = 1.285$

$M_{cr.0} = \frac{\pi^2 E I_z}{L_b^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_T} + \frac{L_b^2 G I_T}{\pi^2 E I_z}} = 493{,}702.671\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.1*

$M_{cr} = C_1 M_{cr.0} = 634{,}407.932\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.3*

$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el.y} f_y}{M_{cr}}} = 0.0777$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.3 (1)*

$\lambda_{LT} \le \lambda_{LT.0}$ and $\frac{M_{y.Ed}}{M_{cr}} \le \lambda_{LT.0}^2$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (4)*

∴ No need to check LTB

8. Check Interaction ratios (Sector I, 0.00R)

Interaction	LCB	ELU_09-MY	
	R_{max}	0.968	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Applied forces for interaction ratio

N_{Ed} = -4,277.529kN

$M_{y.Ed}$ = -2,291.625kN·m , $M_{z.Ed}$ = -500.119kN·m

$V_{y.Ed}$ = -52.423kN , $V_{z.Ed}$ = -628.802kN

T_{Ed} = 3.830kN·m

2) Reduced moment resistance for high shear about major axis

$M_{c.y.Rd} = \frac{W_{el.y} f_y}{\gamma_{M0}} = 3{,}645.106\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

$V_{z.Ed} < 0.5\, V_{pl.z.Rd} = 353{,}408.472\text{kN}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$M_{y.Rd} = M_{c.y.Rd} = 3{,}645.106\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*

3) Reduced moment resistance for high shear about minor axis

$M_{c.z.Rd} = \frac{W_{el.z} f_y}{\gamma_{M0}} = 5{,}054.027\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (4)*

$V_{y.Ed} < 0.5\, V_{pl.y.Rd} = 5{,}855.981\text{kN}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$M_{z.Rd} = M_{c.z.Rd} = 5{,}054.027\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*

4) Calculate interaction ratio of bending and axial force

$R_{max1} = \frac{N_{Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y.Ed}}{M_{y.Rd}} + \frac{M_{z.Ed}}{M_{z.Rd}} = 0.908$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5) EN 1993-1-1:2005, 6.2.1 (7)*

5) Calculate interaction ratio of a buckling resistance (Bending and Axial Force)

Reduction factors for buckling *EN 1993-1-1:2005, 6.3.1.2 (1)*

$\chi_y = 1.000$, $\chi_z = 1.000$, $\chi_{LT} = 1.000$

Efficiency factor *EN 1993-1-1:2005 Table A.1*

$\mu_y = \frac{1 - N_{Ed} / N_{cr.y}}{1 - \chi_y N_{Ed} / N_{cr.y}} = 1.000$, $\mu_z = \frac{1 - N_{Ed} / N_{cr.z}}{1 - \chi_z N_{Ed} / N_{cr.z}} = 1.000$

Buckling force

$N_{cr.y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2} = 176{,}900.216\text{kN}$

$N_{cr.z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(K_z L_z)^2} = 613{,}190.939\text{kN}$

G = **¡Error!** *EN 1993-1-1:2005, 3.2.6*

$y_o = 0.000\text{mm}$, $z_o = 0.000\text{mm}$ (Shear center from centroid)

$i_s = \sqrt{i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2} = 370.388\text{mm}$

$N_{cr.T} = \frac{1}{i_s^2}\left(\frac{\pi^2 E I_z a^2}{L_T^2} + \frac{\pi^2 E I_w}{L_T^2} + G I_T\right) = 2{,}897{,}492.853\text{kN}$

$\beta = 1 - (y_o / i_s)^2 = 1.000$

$N_{cr.TF} = \frac{N_{cr.y}}{2\beta}\left(1 + \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}} - \sqrt{\left(1 - \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}}\right)^2 + 4\left(\frac{y_o}{i_s}\right)^2 \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}}}\right) =$ *EN 1993-1-3:2006, 6.2.3 (7)*

176,900.216kN

Buckling resistance moment

$C_1 = 1.285$

$M_{cr.0} = \frac{\pi^2 E I_z}{L_b^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_T} + \frac{L_b^2 G I_T}{\pi^2 E I_z}} = 493{,}702.671\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.1*

$M_{cr} = C_1 M_{cr.0} = 634{,}407.932\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.3*

Non-dimensional slenderness

$\lambda_y = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr.y}}} = 0.375$, $\lambda_z = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr.z}}} = 0.202$

$\lambda_{max} = \max(\lambda_y, \lambda_z) = 0.375$

$\lambda_0 = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr.0}}} = 0.0880$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (1)*

$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = 0.0777$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (1)*

Equivalent uniform moment factors *EN 1993-1-1:2005 Table A.1,2*

$\delta_x = 0.000$

$M_{y.Ed}(x) = 2.291625e{+}9$

$C_{my.0} = 1 + \left(\frac{s^2 E I_y |\pi_x|}{L^2 |M_{y.Ed}(x)|} - 1\right)\frac{N_{Ed}}{N_{cr.y}} = \delta$

$\delta_x = 0.000$

$M_{z.Ed}(x) = 500{,}119{,}454.953$

$C_{mz.0} = 1 + \left(\frac{s^2 E I_z |\pi_x|}{L^2 |M_{z.Ed}(x)|} - 1\right)\frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}} = \delta$

$\lambda_{0.Lim} = 0.2\sqrt{C_1}\left[\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}}\right)\left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.TF}}\right)\right)^{1/4} = 0.225$

$\lambda_0 \le \lambda_{0.Lim}$:

C_{my} = 1.000 (Default or User defined)

C_{mz} = 1.000 (Default or User defined)

C_{mLT} = 1.000 ((Default or User defined))

Auxiliary terms *EN 1993-1-1:2005 Table A.1*

$w_y = \min(\frac{W_{pl.y}}{W_{el.y}} , 1.5) = 1.110$

$w_z = \min(\frac{W_{pl.z}}{W_{el.z}} , 1.5) = 1.339$

$N_{Rk} = 24{,}921.000\text{kN}$

$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M0}} = 0.180$

$a_{LT} = \max(1 - \frac{I_T}{I_y} , 0) = 0.000$

$b_{LT} = 0.5\, a_{LT}\, \lambda_0^{\,2}\, \frac{M_{y.Ed}}{\chi_{LT}\, M_{pl.y.Rd}}\, \frac{M_{z.Ed}}{M_{pl.z.Rd}} = 0.000$

$c_{LT} = 10\, a_{LT}\, \frac{\lambda_0^{\,2}}{5 + \lambda_z^{\,4}}\, \frac{M_{y.Ed}}{C_{my}\, \chi_{LT}\, M_{pl.y.Rd}} = 0.000$

$d_{LT} = 2\, a_{LT}\, \frac{\lambda_0}{0.1 + \lambda_z^{\,4}}\, \frac{M_{y.Ed}}{C_{my}\, \chi_{LT}\, M_{pl.y.Rd}}\, \frac{M_{z.Ed}}{C_{mz}\, M_{pl.z.Rd}} = 0.000$

$e_{LT} = 1.7\, a_{LT}\, \frac{\lambda_0^{\,2}}{0.1 + \lambda_z^{\,4}}\, \frac{M_{y.Ed}}{C_{my}\, \chi_{LT}\, M_{pl.y.Rd}} = 0.000$

$C_{yy} = \max(1+(w_y -1) [((2 - \frac{1.6}{w_y}\, C_{my}^{\,2}\, \lambda_{max} - \frac{1.6}{w_y}\, C_{my}^{\,2}\, \lambda_{max}^{\,2})\, n_{pl} - b_{LT}) , \frac{W_{el.y}}{W_{pl.y}}) = 1.025$

$C_{yz} = \max(1+(w_z -1) [((2 - 14\, \frac{C_{mz}^{\,2}\, \lambda_{max}^{\,2}}{w_z^{\,5}})\, n_{pl} - c_{LT}) , 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}\, \frac{W_{el.z}}{W_{pl.z}}) = 1.094$

$C_{zy} = \max(1+(w_y -1) [((2 - 14\, \frac{C_{my}^{\,2}\, \lambda_{max}^{\,2}}{w_y^{\,5}})\, n_{pl} - d_{LT}) , 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}\, \frac{W_{el.y}}{W_{pl.y}}) = 1.016$

$C_{zz} = \max(1+(w_z -1) [(2 - \frac{1.6}{w_z}\, C_{mz}^{\,2}\, \lambda_{max} - \frac{1.6}{w_z}\, C_{mz}^{\,2}\, \lambda_{max}^{\,2} - b_{LT}) , \frac{W_{el.z}}{W_{pl.z}}) = 1.085$

Interaction factors k_{ij} *EN 1993-1-1:2005 Table A.1*

$k_{yy} = C_{my}\, C_{mLT}\, \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.y}}} = 1.025$

$k_{yz} = C_{mz}\, \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}}} = 1.007$

$k_{zy} = C_{my}\, C_{mLT}\, \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.y}}} = 1.025$

$k_{zz} = C_{mz}\, \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}}} = 1.007$

Interaction values *EN 1993-1-1:2005 Table 6.7*

$N_{Rk} = f_y\, A = 24{,}921.000\text{kN}$
$M_{y.Rk} = f_y\, W_y = 3{,}827.361\text{kN·m}$
$M_{z.Rk} = f_y\, W_z = 5{,}306.728\text{kN·m}$
$\Delta M_{y.Ed} = 0.000\text{kN·m}$
$\Delta M_{z.Ed} = 0.000\text{kN·m}$

Interaction ratios *EN 1993-1-1:2005 6.3.3 (4)*

$R_{max2} = \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y\, N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\, \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\frac{\chi_{LT}\, M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\, \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.968$

$R_{max3} = \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z\, N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\, \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\frac{\chi_{LT}\, M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\, \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.968$

6) Calculate maximum interaction ratio

$R_{max} = \max (R_{max1} , R_{max2} , R_{max3}) = 0.968$

9. Check Deflection (Sector J, 1.00L)

Deflection	LCB	ELS_cp_01-MZ	
	$\delta_{max} / \delta_{allow}$	0.000mm / 20.105mm = 0.000	OK

** ELS_cp_01-MZ : ELS casi-permanente*

1) Calculate allowable deflection

L = 5,026.271mm

$\delta_{allow} = \frac{L}{250} = 20.105\text{mm}$

2) Calculate maximum deflection

Maximum deflection position 0.000mm from i-end.
Deflection Amplification Factor (DAF) = 1.000
$\delta = 0.000\text{mm}$
$\delta_{max} = \delta * DAF = 0.000\text{mm}$

4.3 BIGUES TRANSVERSALS INFERIORS

BIGUES TRAVESSES INFERIORS

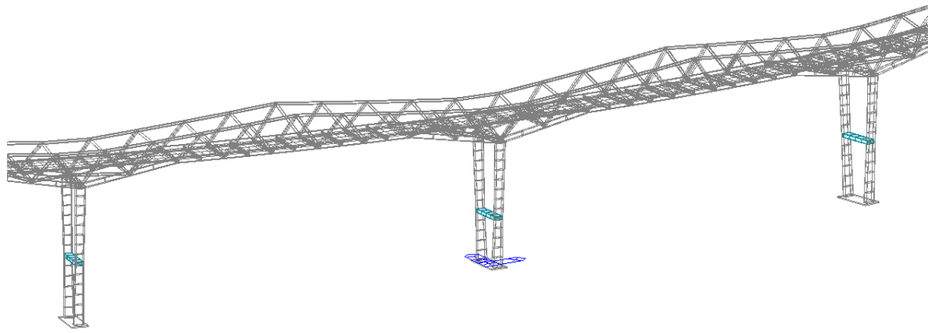


Ilustración 1 Piles_TravessesINF_Model.bmp

BIGUES TRAVESSES SUPERIORS

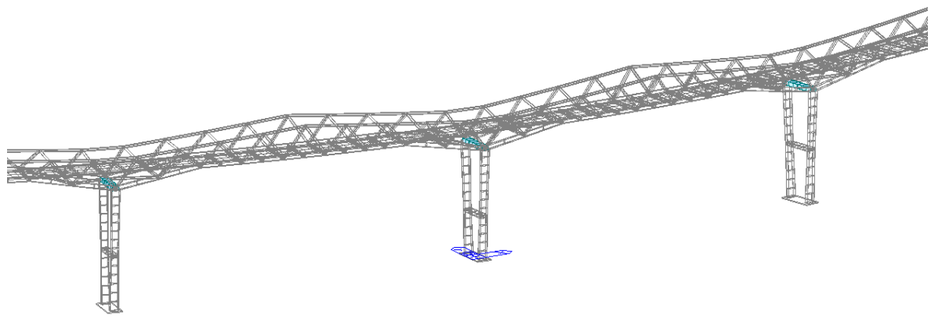


Ilustración 2 Piles_TravessesSUP_Model.bmp

■ MEMBER NAME : Beam 493 P_Traviesa_INF (ID : 52)

1. Member Information

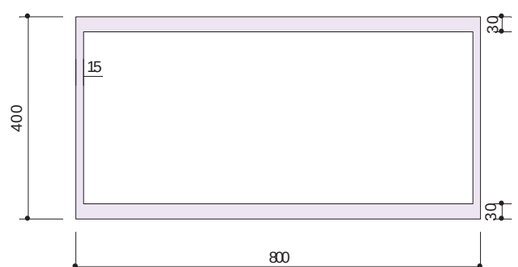
1) Design Code
EN 1993-2: 2006 (NA:Recommended)

2) Material
f_y = 355.000MPa, E_s = 210,000.000MPa

3) Length
L = 3.593m

4) Partial factors
γ_{M0} = 1.050 γ_{M1} = 1.100 γ_{M2} = 1.250

5) Section Properties



A	58,200.000mm²	I_y	1.744660e+9mm⁴	I_z	4.131565e+9mm⁴	I_{yz}	0.000mm⁴
C_y	400.000mm	C_z	200.000mm	i_y	173.139mm	i_z	266.438mm
$W_{el.y}$	8,723,300.000mm³	$W_{el.z}$	10,328,912.500mm³	$W_{pl.y}$	9,747,000.000mm³	$W_{pl.z}$	13,603,500.000mm³
I_T	3.319129e+9mm⁴	I_w	0.000mm⁶				

2. Check Axial Resistance (Sector J, 1.00L)

Axial	LCB	ELU_09-MY	
	N_{Ed} / N_{Rd}	31.699kN / 19,677.143kN = 0.002	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{Lim1-2}	λ_{Lim2-3}	λ_{Lim3-4}	Class
internal top-flange	25.667	-293.323	-293.835	0.814	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	25.667	294.924	294.412	0.814	26.849	30.917	34.195	Class 1
left web	22.667	250.815	-249.195	0.814	57.981	66.765	99.887	Class 1
right web	22.667	250.284	-249.726	0.814	57.981	66.765	100.370	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Check slenderness ratio of compressive member

$\frac{KL}{i}$ = 20.754 < 200.000 → O.K

3) Calculate design resistance of cross section

$N_{c.Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}}$ = 19,677.143kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.4 (2)*

4) Design resistance of a compression member

$N_{Rd} = N_{c.Rd}$ = 19,677.143kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.3*

3. Check design resistance for shear about major axis (Sector J, 1.00L)

Shear	LCB	ELU_09-MY	
	$V_{z.Ed}$ / $V_{c.z.Rd}$	1,584.045kN / 2,389.240kN = 0.663	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design plastic shear resistance

$A_{vz} = \eta \sum h_w t_w$ = 12,240.000mm² *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (3)*

$V_{pl.z.Rd} = \frac{A_{vz} (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$ = 2,389.240kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (2)*

2) Determine whether to consider shear buckling *EN 1993-1-5:2006, 5.1 (2)*

η = 1.200

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ = 0.814

$\frac{h_w}{t}$ = 22.667 ≤ $\frac{72}{\eta}\varepsilon$ = 48.817 (Unstiffened)

∴ No need to check shear buckling

3) Calculate design shear resistance

$V_{c.z.Rd} = V_{pl.z.Rd}$ = 2,389.240kN

4. Check design resistance for shear about minor axis (Sector I, 0.00R)

Shear	LCB	ELU_05+FY	
	$V_{y.Ed}$ / $V_{c.y.Rd}$	2.481kN / 9,369.570kN = 0.000	OK

** ELU_05+FY : ELU Viento Long-sin-sc dominante*

1) Calculate design plastic shear resistance

$A_{vy} = A - 2h_w t_w$ = 48,000.000mm² *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (3)*

$V_{pl.y.Rd} = \frac{A_{vy} (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$ = 9,369.570kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (2)*

2) Determine whether to consider shear buckling *EN 1993-1-5:2006, 5.1 (2)*

η = 1.200

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ = 0.814

$\frac{h_w}{t}$ = 25.667 ≤ $\frac{72}{\eta}\varepsilon$ = 48.817 (Unstiffened)

∴ No need to check shear buckling

3) Calculate design shear resistance

$V_{c.y.Rd} = V_{pl.y.Rd}$ = 9,369.570kN

5. Check design resistance for bending about major axis (Sector J, 1.00L)

Moment	LCB	ELU_09-MY	
	$M_{y.Ed}$ / $M_{c.y.Rd}$	2,866.822kN·m / 3,295.414kN·m = 0.870	OK
	Sectional class	Class 2 ≤ Class 1, 2, 3, or 4 (DCL)	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{Lim1-2}	λ_{Lim2-3}	λ_{Lim3-4}	Class
internal top-flange	25.667	-293.323	-293.835	0.814	-	-	-	Class 1
internal bottom-flange	25.667	294.924	294.412	0.814	26.849	30.917	34.195	Class 1
left web	22.667	250.815	-249.195	0.814	57.981	66.765	99.887	Class 1
right web	22.667	250.284	-249.726	0.814	57.981	66.765	100.370	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Calculate design resistance of cross section

$M_{c.y.Rd} = M_{pl.y.Rd} = \frac{W_{pl.y} f_y}{\gamma_{M0}}$ = 3,295.414kN·m *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

6. Check design resistance for bending about minor axis (Sector J, 1.00L)

Moment	LCB	ELU_09-MY	
	$M_{z.Ed}$ / $M_{c.z.Rd}$	3.614kN·m / 4,599.279kN·m = 0.001	OK
	Sectional class	Class 2 ≤ Class 1, 2, 3, or 4 (DCL)	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{Lim1-2}	λ_{Lim2-3}	λ_{Lim3-4}	Class
internal top-flange	25.667	-293.323	-293.835	0.814	-	-	-	Class 1

internal bottom-flange	25.667	294.924	294.412	0.814	26.849	30.917	34.195	Class 1
left web	22.667	250.815	-249.195	0.814	57.981	66.765	99.887	Class 1
right web	22.667	250.284	-249.726	0.814	57.981	66.765	100.370	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Calculate design resistance of cross section

$M_{c.z.Rd} = M_{pl.z.Rd} = \frac{W_{pl.z} f_y}{\gamma_{M0}} = 4{,}599.279\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

7. Check design resistance for lateral-torsional buckling (Sector J, 1.00L)

Moment	LCB	ELU_09-MY	
	$M_{y.Ed} / M_{b.Rd}$	0.000kN·m / 0.000kN·m = 0.000	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design resistance for lateral-torsional buckling

Buckling slenderness

$C_1 = 1.285$

$M_{cr.0} = \frac{\pi^2 E I_z}{L_b^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_T} + \frac{L_b^2 G I_T}{\pi^2 E I_z}} = 421{,}656.568\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.1*

$M_{cr} = C_1 M_{cr.0} = 541{,}828.690\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.3*

$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl.y} f_y}{M_{cr}}} = 0.0799$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.3 (1)*

$\lambda_{LT} \le \lambda_{LT.0}$ and $\frac{M_{y.Ed}}{M_{cr}} \le \lambda_{LT.0}^2$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (4)*

∴ No need to check LTB

8. Check Interaction ratios (Sector J, 1.00L)

Interaction	LCB	ELU_09-MY	
	R_{max}	0.913	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Applied forces for interaction ratio

$N_{Ed} = -31.699\text{kN}$
$M_{y.Ed} = -2{,}866.822\text{kN·m}$, $M_{z.Ed} = -3.614\text{kN·m}$
$V_{y.Ed} = -0.167\text{kN}$, $V_{z.Ed} = 1{,}584.045\text{kN}$
$T_{Ed} = 0.180\text{kN·m}$

2) Reduced moment resistance for high shear about major axis

$M_{c.y.Rd} = \frac{W_{pl.y} f_y}{\gamma_{M0}} = 3{,}295.414\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

$V_{z.Ed} < 0.5\, V_{pl.z.Rd} = 353{,}408.472\text{kN}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$M_{y.Rd} = M_{c.y.Rd} = 3{,}295.414\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*

3) Reduced moment resistance for high shear about minor axis

$M_{c.z.Rd} = \frac{W_{pl.z} f_y}{\gamma_{M0}} = 4{,}599.279\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$V_{y.Ed} < 0.5\, V_{pl.y.Rd} = 4{,}684.785\text{kN}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$M_{z.Rd} = M_{c.z.Rd} = 4{,}599.279\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*

4) Calculate interaction ratio of bending and axial force

$R_{max1} = \frac{N_{Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y.Ed}}{M_{y.Rd}} + \frac{M_{z.Ed}}{M_{z.Rd}} = 0.872$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*, *EN 1993-1-1:2005, 6.2.1 (7)*

5) Calculate interaction ratio of a Class 1 and 2 cross-section (Bending and Compression)

$N_{pl.Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = 19{,}677.143\text{kN}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.4 (2)*

$M_{pl.y.Rd} = 3{,}295.414\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

$M_{pl.z.Rd} = 4{,}599.279\text{kN·m}$

$N_{Ed.y.lim} = \min(0.25\, M_{pl.Rd} , \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}) = 1{,}724.286\text{kN}$

$N_{Ed.z.lim} = \frac{2 h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = 3{,}448.571\text{kN}$

$N_{Ed} \le N_{Ed.y.lim}$; *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (4)*

$M_{N.y.Rd} = M_{pl.y.Rd} = 3{,}295.414\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (5)*

$N_{Ed} \le N_{Ed.y.lim}$; *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (4)*

$M_{N.z.Rd} = M_{pl.z.Rd} = 4{,}599.279\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (5)*

$\alpha = \beta = \min(\frac{1.66}{1 - 1.13 n^2} , 6.0) = 1.660$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (6)*

$R_{max2} = [(\frac{M_{y.Ed}}{M_{N.y.Rd}})^{\alpha} + [(\frac{M_{z.Ed}}{M_{N.z.Rd}})^{\beta} = 0.794$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (6)*

6) Calculate interaction ratio of a buckling resistance (Bending and Axial force)

Reduction factors for buckling *EN 1993-1-1:2005, 6.3.1.2 (1)*

$\chi_y = 1.000$, $\chi_z = 1.000$, $\chi_{LT} = 1.000$

Efficiency factor *EN 1993-1-1:2005 Table A.1*

$\mu_y = \frac{1 - N_{Ed} / N_{cr.y}}{1 - \chi_y N_{Ed} / N_{cr.y}} = 1.000$, $\mu_z = \frac{1 - N_{Ed} / N_{cr.z}}{1 - \chi_z N_{Ed} / N_{cr.z}} = 1.000$

Buckling force

$N_{cr.y} = \frac{\pi^2 E I_y}{(K_y L_y)^2} = 280{,}055.327\text{kN}$

$N_{cr.z} = \frac{\pi^2 E I_z}{(K_z L_z)^2} = 663{,}204.743\text{kN}$

G = **¡Error!** *EN 1993-1-1:2005, 3.2.6*

$y_o = 0.000\text{mm}$, $z_o = 0.000\text{mm}$ (Shear center from centroid)

$i_s = \sqrt{i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2} = 317.752\text{mm}$

$N_{cr.T} = \frac{1}{i_s^2} \left(\frac{\pi^2 E I_z a^2}{L_T^2} + \frac{\pi^2 E I_w}{L_T^2} + G I_T \right) = 2{,}655{,}184.372\text{kN}$

$\beta = 1 - (y_o / i_s)^2 = 1.000$

$N_{cr.TF} = \frac{N_{cr.y}}{2\beta} (1 + \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}} - \sqrt{(1 - \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}})^2 + 4 (\frac{y_o}{i_s})^2 \frac{N_{cr.T}}{N_{cr.y}}}) =$ *EN 1993-1-3:2006, 6.2.3 (7)*

280,055.327kN

Buckling resistance moment

$C_1 = 1.285$

$M_{cr.0} = \frac{\pi^2 E I_z}{L_b^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_T} + \frac{L_b^2 G I_T}{\pi^2 E I_z}} = 421{,}656.568\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.1*

$M_{cr} = C_1 M_{cr.0} = 541{,}828.690\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.3*

Non-dimensional slenderness

$\lambda_y = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr.y}}} = 0.272$, $\lambda_z = \sqrt{\frac{A f_y}{N_{cr.z}}} = 0.177$

$\lambda_{max} = \max (\lambda_y , \lambda_z) = 0.272$

$\lambda_0 = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr.0}}} = 0.0906$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (1)*

$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = 0.0799$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (1)*

Equivalent uniform moment factors *EN 1993-1-1:2005 Table A.1,2*

$\delta_x = 0.000$

$M_{y.Ed} (x) = 2.866822e+9$

$C_{my.0} = 1 + \left(\frac{s^2 E I_y |\pi_x|}{L^2 |M_{y.Ed} (x)|} - 1 \right) \frac{N_{Ed}}{N_{cr.y}} = \delta$

$\delta_x = 0.000$

$M_{z.Ed} (x) = 3{,}764{,}139.316$

$C_{mz.0} = 1 + \left(\frac{s^2 E I_z |\pi_x|}{L^2 |M_{z.Ed} (x)|} - 1 \right) \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}} = \delta$

$\lambda_{0.Lim} = 0.2 \sqrt{C_1} [((1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}}) (1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.TF}}))^{1/4} = 0.227$

$\lambda_0 \le \lambda_{0.Lim}$:

$C_{my} = 1.000$ (Default or User defined)
$C_{mz} = 1.000$ (Default or User defined)
$C_{mLT} = 1.000$ ((Default or User defined))

Auxiliary terms *EN 1993-1-1:2005 Table A.1*

$w_y = \min\left(\frac{W_{pl.y}}{W_{el.y}}, 1.5\right) = 1.117$

$w_z = \min\left(\frac{W_{pl.z}}{W_{el.z}}, 1.5\right) = 1.317$

$N_{Rk} = 20{,}661.000\text{kN}$

$n_{pl} = \frac{N_{Ed}}{N_{Rk} / \gamma_{M0}} = 0.00161$

$a_{LT} = \max\left(1 - \frac{I_T}{I_y}, 0\right) = 0.000$

$b_{LT} = 0.5\, a_{LT}\, \lambda_0{}^2\, \frac{M_{y.Ed}}{\chi_{LT}\, M_{pl.y.Rd}}\, \frac{M_{z.Ed}}{M_{pl.z.Rd}} = 0.000$

$c_{LT} = 10\, a_{LT}\, \frac{\lambda_0{}^2}{5 + \lambda_z{}^4}\, \frac{M_{y.Ed}}{C_{my}\, \chi_{LT}\, M_{pl.y.Rd}} = 0.000$

$d_{LT} = 2\, a_{LT}\, \frac{\lambda_0}{0.1 + \lambda_z{}^4}\, \frac{M_{y.Ed}}{C_{my}\, \chi_{LT}\, M_{pl.y.Rd}}\, \frac{M_{z.Ed}}{C_{mz}\, M_{pl.z.Rd}} = 0.000$

$e_{LT} = 1.7\, a_{LT}\, \frac{\lambda_0{}^2}{0.1 + \lambda_z{}^4}\, \frac{M_{y.Ed}}{C_{my}\, \chi_{LT}\, M_{pl.y.Rd}} = 0.000$

$C_{yy} = \max\left(1 + (w_y - 1)\left[\left(2 - \frac{1.6}{w_y}\, C_{my}{}^2\, \lambda_{max} - \frac{1.6}{w_y}\, C_{my}{}^2\, \lambda_{max}{}^2\right) n_{pl} - b_{LT}\right], \frac{W_{el.y}}{W_{pl.y}}\right) = 1.000$

$C_{yz} = \max\left(1 + (w_z - 1)\left[\left(2 - 14\, \frac{C_{mz}{}^2\, \lambda_{max}{}^2}{w_z{}^5}\right) n_{pl} - c_{LT}\right], 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}}\, \frac{W_{el.z}}{W_{pl.z}}\right) = 1.001$

$C_{zy} = \max\left(1 + (w_y - 1)\left[\left(2 - 14\, \frac{C_{my}{}^2\, \lambda_{max}{}^2}{w_y{}^5}\right) n_{pl} - d_{LT}\right], 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}}\, \frac{W_{el.y}}{W_{pl.y}}\right) = 1.000$

$C_{zz} = \max\left(1 + (w_z - 1)\left[\left(2 - \frac{1.6}{w_z}\, C_{mz}{}^2\, \lambda_{max} - \frac{1.6}{w_z}\, C_{mz}{}^2\, \lambda_{max}{}^2 - b_{LT}\right), \frac{W_{el.z}}{W_{pl.z}}\right) = 1.001$

Interaction factors k_{ij} *EN 1993-1-1:2005 Table A.1*

$k_{yy} = C_{my}\, C_{mLT}\, \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.y}}}\, \frac{1}{C_{yy}} = 1.000$

$k_{yz} = C_{mz}\, \frac{\mu_y}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}}}\, \frac{1}{C_{yz}}\, 0.6 \sqrt{\frac{w_z}{w_y}} = 0.651$

$k_{zy} = C_{my}\, C_{mLT}\, \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.y}}}\, \frac{1}{C_{zy}}\, 0.6 \sqrt{\frac{w_y}{w_z}} = 0.553$

$k_{zz} = C_{mz}\, \frac{\mu_z}{1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr.z}}}\, \frac{1}{C_{zz}} = 0.999$

Interaction values *EN 1993-1-1:2005 Table 6.7*

$N_{Rk} = f_y\, A = 20{,}661.000\text{kN}$
$M_{y.Rk} = f_y\, W_{pl.y} = 3{,}460.185\text{kN·m}$
$M_{z.Rk} = f_y\, W_{pl.z} = 4{,}829.242\text{kN·m}$
$\Delta M_{y.Ed} = 0.000\text{kN·m}$
$\Delta M_{z.Ed} = 0.000\text{kN·m}$

Interaction ratios *EN 1993-1-1:2005 6.3.3 (4)*

$R_{max3} = \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y\, N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\, \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT}\, \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\, \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.913$

$R_{max4} = \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z\, N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\, \frac{M_{y.Ed} + \Delta M_{y.Ed}}{\chi_{LT}\, \frac{M_{y.Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\, \frac{M_{z.Ed} + \Delta M_{z.Ed}}{\frac{M_{z.Rk}}{\gamma_{M1}}} = 0.506$

7) Calculate maximum interaction ratio

$R_{max} = \max\left(R_{max1}, R_{max2}, R_{max3}, R_{max4}\right) = 0.913$

9. Check Deflection (Sector J, 1.00L)

Deflection	LCB	ELS_cp_01-MZ	
	$\delta_{max} / \delta_{allow}$	0.000mm / 14.373mm = 0.000	OK

** ELS_cp_01-MZ : ELS casi-permanente*

1) Calculate allowable deflection

L = 3,593.296mm

$\delta_{allow} = \frac{L}{250} = 14.373\text{mm}$

2) Calculate maximum deflection

Maximum deflection position 0.000mm from i-end.
Deflection Amplification Factor (DAF) = 1.000
$\delta = 0.000\text{mm}$
$\delta_{max} = \delta * DAF = 0.000\text{mm}$

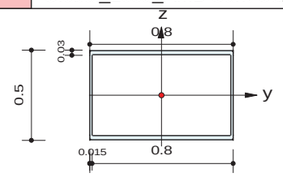
4.4 BIGUES TRANSVERSALS SUPERIORS

MIDAS/Civil Steel Checking Result

MIDAS	**Company**		**Project Title**	
	Author	rmm	**File Name**	Global_Losa_AMB Sant Cugat.mcb

1. Design Information

Design Code Eurocode3-2:05(Recommended)
Unit System kN, m
Member No 83
Material S355 (No:10)
(Fy = 355000, Es = 210000000)
Section Name V_Traviesa_SUP (No:22)
(Built-up Section).
Member Length : 4.39263



Depth	0.50000	Web Thick	0.01500
Flg Width	0.80000	Top F Thick	0.03000
Web Center	0.78500	Bot.F Thick	0.03000
Area	0.06120	Asz	0.01500
Qyb	0.21220	Qzb	0.12318
Iyy	0.00287	Izz	0.00459
Ybar	0.40000	Zbar	0.25000
Wely	0.01147	Welz	0.01148
ry	0.21645	rz	0.27397

2. Member Forces

Axial Force Fxx = 492.805 (LCB: 60+MY, POS:I)
Bending Moments My = 2114.20, Mz = -4.7663
End Moments Myi = 2114.20, Myj = 1686.13 (for Lb)
Myi = 2114.20, Myj = 1686.13 (for Ly)
Mzi = -4.7663, Mzj = 5.36357 (for Lz)
Shear Forces Fyy = 6.19093 (LCB: 56+FY, POS:J)
Fzz = 965.585 (LCB: 60-MY, POS:J)

3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 4.39263, Lz = 4.39263, Lb = 4.39263
Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00
Moment Factor / Bending Coefficient
Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, Cb = 1.00

4. Checking Result

Axial Resistance
N_Ed/Nt_Rd = 492.8/20691.4 = 0.024 < 1.000 ..... O.K
Bending Resistance
M_Edy/M_Rdy = 2114.20/4304.63 = 0.491 < 1.000 ..... O.K
M_Edz/M_Rdz = 4.77/4997.39 = 0.001 < 1.000 ..... O.K
Combined Resistance
R.MNRd = MAX[M_Edy/Mny_Rd, M_Edz/Mnz_Rd]
R.BiM = (M_Edy/Mny_Rd)^α + (M_Edz/Mnz_Rd)^β
R.byN = N_Ed/(A*fy/γM0), R.byM = M_Edy/My_Rd + M_Edz/Mz_Rd
Rmax = MAX[R.MNRd, R.BiM, (R.byN+R.byM)] = 0.516 < 1.000 ..... O.K
Shear Resistance
V_Edy/Vy_Rd = 0.001 < 1.000 ..... O.K
V_Edz/Vz_Rd = 0.312 < 1.000 ..... O.K

■ MEMBER NAME : Beam 83 V_Traviesa_SUP (ID : 22)

1. Member Information

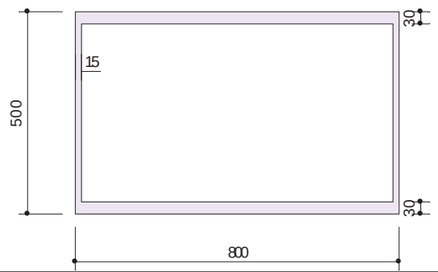
1) Design Code
EN 1993-2: 2006 (NA:Recommended)

2) Material
f_y = 355.000MPa, E_s = 210,000.000MPa

3) Length
L = 4.393m

4) Partial factors
γ_{M0} = 1.050 γ_{M1} = 1.100 γ_{M2} = 1.250

5) Section Properties



A	61,200.000mm²	I_y	2.867360e+9mm⁴	I_z	4.593790e+9mm⁴	I_{yz}	0.000mm⁴
C_y	400.000mm	C_z	250.000mm	i_y	216.454mm	i_z	273.974mm
$W_{el.y}$	11,469,440.000mm³	$W_{el.z}$	11,484,475.000mm³	$W_{pl.y}$	12,732,000.000mm³	$W_{pl.z}$	14,781,000.000mm³
I_T	4.734751e+9mm⁴	I_w	0.000mm⁶				

2. Check Axial Resistance (Sector I, 0.00R)

Axial	LCB	ELU_09+MY	
	N_{Ed} / N_{Rd}	492.805kN / 20,691.429kN = 0.024	OK

** ELU_09+MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	25.667	158.312	157.691	0.814	26.849	30.917	34.223	Class 1
internal bottom-flange	25.667	-173.796	-174.417	0.814	-	-	-	Class 1
left web	29.333	138.398	-153.857	0.814	52.105	59.999	110.981	Class 1
right web	29.333	137.753	-154.502	0.814	52.105	59.999	112.154	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Check slenderness ratio of tensile member

$\frac{L}{i}$ = 20.294 < 300.000 → O.K

3) Calculate design resistance of cross section

$N_{t.Rd} = N_{pl.Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$ = 20,691.429kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.3 (2)*

4) Design resistance of a tension member

$N_{Rd} = N_{t.Rd}$ = 20,691.429kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.3*

3. Check design resistance for shear about major axis (Sector J, 1.00L)

Shear	LCB	ELU_09-MY	
	$V_{z.Ed}$ / $V_{c.z.Rd}$	965.585kN / 3,091.958kN = 0.312	OK

** ELU_09-MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design plastic shear resistance

$A_{vz} = \eta \sum h_w t_w$ = 15,840.000mm² *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (3)*

$V_{pl.z.Rd} = \frac{A_{vz} \left(f_y / \sqrt{3} \right)}{\gamma_{M0}}$ = 3,091.958kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (2)*

2) Determine whether to consider shear buckling *EN 1993-1-5:2006, 5.1 (2)*

η = 1.200

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ = 0.814

$\frac{h_w}{t}$ = 29.333 ≤ $\frac{72}{\eta}$ ε = 48.817 (Unstiffened)

∴ No need to check shear buckling

3) Calculate design shear resistance

$V_{c.z.Rd} = V_{pl.z.Rd}$ = 3,091.958kN

4. Check design resistance for shear about minor axis (Sector J, 1.00L)

Shear	LCB	ELU_05+FY	
	$V_{y.Ed}$ / $V_{c.y.Rd}$	6.191kN / 9,369.570kN = 0.001	OK

** ELU_05+FY : ELU Viento Long-sin-sc dominante*

1) Calculate design plastic shear resistance

$A_{vy} = A - 2h_w t_w$ = 48,000.000mm² *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (3)*

$V_{pl.y.Rd} = \frac{A_{vy} \left(f_y / \sqrt{3} \right)}{\gamma_{M0}}$ = 9,369.570kN *EN 1993-1-1:2005, 6.2.6 (2)*

2) Determine whether to consider shear buckling *EN 1993-1-5:2006, 5.1 (2)*

η = 1.200

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$ = 0.814

$\frac{h_w}{t}$ = 25.667 ≤ $\frac{72}{\eta}$ ε = 48.817 (Unstiffened)

∴ No need to check shear buckling

3) Calculate design shear resistance

$V_{c.y.Rd} = V_{pl.y.Rd}$ = 9,369.570kN

5. Check design resistance for bending about major axis (Sector I, 0.00R)

Moment	LCB	ELU_09+MY	
	$M_{y.Ed}$ / $M_{c.y.Rd}$	2,114.199kN·m / 4,304.629kN·m = 0.491	OK
	Sectional class	Class 2 ≤ Class 1, 2, 3, or 4 (DCL)	OK

** ELU_09+MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	25.667	158.312	157.691	0.814	26.849	30.917	34.223	Class 1
internal bottom-flange	25.667	-173.796	-174.417	0.814	-	-	-	Class 1
left web	29.333	138.398	-153.857	0.814	52.105	59.999	110.981	Class 1
right web	29.333	137.753	-154.502	0.814	52.105	59.999	112.154	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Calculate design resistance of cross section

$M_{c.y.Rd} = M_{pl.y.Rd} = \frac{W_{pl.y} f_y}{\gamma_{M0}}$ = 4,304.629kN·m *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

6. Check design resistance for bending about minor axis (Sector I, 0.00R)

Moment	LCB	ELU_09+MY	
	$M_{z.Ed}$ / $M_{c.z.Rd}$	4.766kN·m / 4,997.386kN·m = 0.001	OK
	Sectional class	Class 2 ≤ Class 1, 2, 3, or 4 (DCL)	OK

** ELU_09+MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Section classification *EN 1993-1-1:2005, 5.5.2*

Part	WTR	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	ε	λ_{lim1-2}	λ_{lim2-3}	λ_{lim3-4}	Class
internal top-flange	25.667	158.312	157.691	0.814	26.849	30.917	34.223	Class 1
internal bottom-flange	25.667	-173.796	-174.417	0.814	-	-	-	Class 1

left web	29.333	138.398	-153.857	0.814	52.105	59.999	110.981	Class 1
right web	29.333	137.753	-154.502	0.814	52.105	59.999	112.154	Class 1
Class of cross-section	-	-	-	-	-	-	-	Class 1

$\varepsilon = \sqrt{235 / f_y}$

2) Calculate design resistance of cross section

$M_{c.z.Rd} = M_{pl.z.Rd} = \frac{W_{pl.z} f_y}{\gamma_{M0}} = 4{,}997.386\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

7. Check design resistance for lateral-torsional buckling (Sector I, 0.00R)

Moment	LCB	ELU_09+MY	
	$M_{y.Ed} / M_{b.Rd}$	0.000kN·m / 0.000kN·m = 0.000	OK

** ELU_09+MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Calculate design resistance for lateral-torsional buckling

Buckling slenderness

$C_1 = 1.285$

$M_{cr.0} = \frac{\pi^2 E I_z}{L_b^2} \sqrt{\frac{I_w}{I_T} + \frac{L_b^2 G I_T}{\pi^2 E I_z}} = 434{,}401.805\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.1*

$M_{cr} = C_1 M_{cr.0} = 558{,}206.320\text{kN·m}$ *ENV 1993-1-1:1992, F.1.3*

$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl.y} f_y}{M_{cr}}} = 0.0900$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.3 (1)*

$\lambda_{LT} \le \lambda_{LT.0}$ and $\frac{M_{y.Ed}}{M_{cr}} \le \lambda_{LT.0}^2$ *EN 1993-1-1:2005, 6.3.2.2 (4)*

∴ No need to check LTB

8. Check Interaction ratios (Sector I, 0.00R)

Interaction	LCB	ELU_09+MY	
	R_{max}	0.516	OK

** ELU_09+MY : ELU Temp dominante SC concomitante*

1) Applied forces for interaction ratio

N_{Ed} = 492.805kN
$M_{y.Ed}$ = 2,114.199kN·m , $M_{z.Ed}$ = -4.766kN·m
$V_{y.Ed}$ = 0.631kN , $V_{z.Ed}$ = 937.648kN
T_{Ed} = -0.356kN·m

2) Reduced moment resistance for high shear about major axis

$M_{c.y.Rd} = \frac{W_{pl.y} f_y}{\gamma_{M0}} = 4{,}304.629\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

$V_{z.Ed} < 0.5\ V_{pl.z.Rd} = 457{,}352.140\text{kN}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$M_{y.Rd} = M_{c.y.Rd} = 4{,}304.629\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*

3) Reduced moment resistance for high shear about minor axis

$M_{c.z.Rd} = \frac{W_{pl.z} f_y}{\gamma_{M0}} = 4{,}997.386\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$V_{y.Ed} < 0.5\ V_{pl.y.Rd} = 4{,}684.785\text{kN}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (4)*

$M_{z.Rd} = M_{c.z.Rd} = 4{,}997.386\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)*

4) Calculate interaction ratio of bending and axial force

$R_{max1} = \frac{N_{Ed}}{A f_y / \gamma_{M0}} + \frac{M_{y.Ed}}{M_{y.Rd}} + \frac{M_{z.Ed}}{M_{z.Rd}} = 0.516$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.8 (5)* *EN 1993-1-1:2005, 6.2.1 (7)*

5) Calculate interaction ratio of a Class 1 and 2 cross-section (Bending and Compression)

$N_{pl.Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = 20{,}691.429\text{kN}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.3 (2)*

$M_{pl.y.Rd} = 4{,}304.629\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.5 (2)*

$M_{pl.z.Rd} = 4{,}997.386\text{kN·m}$

$N_{Ed.y.lim} = \min(0.25\ M_{pl.Rd} , \frac{h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}}) = 2{,}231.429\text{kN}$

$N_{Ed.z.lim} = \frac{2\ h_w t_w f_y}{\gamma_{M0}} = 4{,}462.857\text{kN}$

$N_{Ed} \le N_{Ed.y.lim}$; *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (4)*

$M_{N.y.Rd} = M_{pl.y.Rd} = 4{,}304.629\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (5)*

$N_{Ed} \le N_{Ed.y.lim}$; *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (4)*

$M_{N.z.Rd} = M_{pl.z.Rd} = 4{,}997.386\text{kN·m}$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (5)*

$\alpha = \beta = \min(\frac{1.66}{1 - 1.13\ n^2} , 6.0) = 1.661$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (6)*

$R_{max2} = [(\frac{M_{y.Ed}}{M_{N.y.Rd}})^{\alpha} + [(\frac{M_{z.Ed}}{M_{N.z.Rd}})^{\beta} = 0.307$ *EN 1993-1-1:2005, 6.2.9.1 (6)*

6) Calculate maximum interaction ratio

$R_{max} = \max (R_{max1} , R_{max2}) = 0.516$

9. Check Deflection (Sector J, 1.00L)

Deflection	LCB	ELS_cp_01-MZ	
	$\delta_{max} / \delta_{allow}$	0.000mm / 17.571mm = 0.000	OK

** ELS_cp_01-MZ : ELS casi-permanente*

1) Calculate allowable deflection

L = 4,392.634mm

$\delta_{allow} = \frac{L}{250} = 17.571\text{mm}$

2) Calculate maximum deflection

Maximum deflection position 0.000mm from i-end.
Deflection Amplification Factor (DAF) = 1.000
$\delta = 0.000\text{mm}$
$\delta_{max} = \delta * DAF = 0.000\text{mm}$

4.5 BASE DE PILES

INIGIA_EC2

ANÁLISIS DEL PRETENSADO (CON BARRAS RECTAS)

$f_{ck} := 30\ \text{MPa}$

$E_c = 32837\ \text{MPa}$

$t_c := 28$ edad de transferencia

$f_{ctm.j}\left(t_c\right) = 2.9\ \text{MPa}$ $\quad \frac{f_{ctm.j}\left(t_c\right)}{f_{ctm}} = 1$

$f_{ck.j}\left(t_c\right) = 30\ \text{MPa}$ $\quad \frac{f_{ck.j}\left(t_c\right)}{f_{ck}} = 1$

$E_{cm.j}\left(t_c\right) = 32837\ \text{MPa}$ $\quad \frac{E_{cm.j}\left(t_c\right)}{E_{cm}} = 1$

$\varepsilon_{cs} := 0.2\ \frac{\text{mm}}{\text{m}}$

$\varphi := 2$

Análisis estructural del pretensado (EHE-08 §20)

$A_{p1} := 804\ \text{mm}^2$

$n_p := 14 = 14$

$A_p := n_p \cdot A_{p1} = 11256\ \text{mm}^2$

$f_{pk} := 1050\ \text{MPa}$

$f_{p01k} := 950\ \text{MPa}$

$E_p := 205\ \text{GPa}$

$\rho_{1000} := 3.0\ \%$

$\sigma_{p0} := 0.70 \cdot f_{pk} = 735\ \text{MPa}$ tensión de tesado inicial

$P_0 := \sigma_{p0} \cdot A_p = 8273\ \text{kN}$ fuerza de tesado inicial (total)

$P_{0.1} := \sigma_{p0} \cdot A_{p1} = 591\ \text{kN}$ fuerza de tesado inicial (unitaria)

PÉRDIDAS INSTANTÁNEAS

$\Delta P_1 := 0$ pérdidas por rozamiento

$\Delta\sigma_{p1} := \frac{\Delta P_1}{A_{p1}} = 0$

Pérdidas por deslizamiento de la tuerca

$\delta := 0.9\ mm$ deslizamiento de la tuerca al transmitir la carga del gato a la barra
Valor reducido tras tres ciclos de tesado-transferencia

$L_p := 1.7\ m$ Longitud de la barra entre anclajes activo-pasivo

$\varepsilon_{p2} := \frac{\delta}{L_p} = 0.0005$

$\Delta\sigma_{p2} := \varepsilon_{p2} \cdot E_p = 108.5\ MPa$

$\Delta P_2 := \Delta\sigma_{p2} \cdot A_p = 1222\ kN$ pérdidas por deslizamiento de la tuerca (total)

$\Delta P_{2.1} := \Delta\sigma_{p2} \cdot A_{p1} = 87\ kN$ pérdidas por deslizamiento de la tuerca (unitaria)

$\frac{\Delta P_2}{P_0} = 14.8\ \%$

Pérdidas por acortamiento elástico

Propiedades de la sección de hormigón en el momento de tesado

$A_{c.0} := 800\ mm \cdot 1400\ mm = 1.12\ m^2$

Tensión de compresión a nivel del CDG de las armaduras activas producida por la fuerza P0-ΔP1-ΔP2 y los esfuerzos debidos a las acciones actuantes en el momento de tesado

$\sigma_{cp.0} := \frac{P_0 - \Delta P_1 - \Delta P_2}{A_{c.0}} = 6.3\ MPa$

$t_c = 28$ edad de transferencia

$\frac{E_{cm.j}(t_c)}{E_c} = 1$

$j := \frac{n_p - 1}{2 \cdot n_p} = 0.46$ coeficiente que tiene en cuenta el tesado sucesivo de n.p barras de pretensado

pérdidas por acortamiento elástico (total)

$\Delta P_3 := A_p \cdot E_p \cdot \frac{j \cdot \sigma_{cp.0}}{E_{cm.j}(t_c)} = 205\ kN$

$\frac{\Delta P_3}{P_0} = 2.5\ \%$

pérdidas por acortamiento elástico (unitaria)

$\Delta P_{3.1} := A_{p1} \cdot E_p \cdot \frac{j \cdot \sigma_{cp.0}}{E_{cm.j}(t_c)} = 15\ kN$

$\Delta\sigma_{p3} := \frac{\Delta P_{3.1}}{A_{p1}} = 18\ MPa$

$\Delta P_i := \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 = 1427\ kN$

$P_0 - \Delta P_i = 6846\ kN$

$\frac{\Delta P_i}{P_0} = 17.2\ \%$

$\Delta P_{i.1} := \Delta P_1 + \Delta P_{2.1} + \Delta P_{3.1} = 102\ kN$

$P_{0.1} - \Delta P_{i.1} = 489\ kN$

PÉRDIDAS DIFERIDAS

$n := \frac{E_p}{E_c} = 6.24$

Propiedades de la sección homogeneizada

$A_c := A_{c.0} = 1.12\ m^2$

$y_p := 0$ $I_c := \frac{1}{12}(800\ mm)^3 \cdot 1400\ mm = 0.0597\ m^4$

$\chi := 0.8$

$\varphi = 2$

$\varepsilon_{cs} = 0.2\ \frac{mm}{m}$

$\sigma_{cp} := \frac{(P_0 - \Delta P_i)}{A_{c.0}} = 6.11\ MPa$

Tensión en el hormigón, en la fibra correspondiente al centro de gravedad de las armaduras activas, debida a la acción del pretensado, el peso propio y la carga muerta

$\rho_{1000} = 3\ \%$

$\rho_f := 2.9 \cdot \rho_{1000} = 8.7\ \%$

$\Delta\sigma_{pr} := \rho_f \cdot \frac{(P_0 - \Delta P_i)}{A_p} = 52.92\ MPa$

$$\Delta P_{dif} := \frac{n \cdot \varphi \cdot \sigma_{cp} + E_p \cdot |\varepsilon_{cs}| + 0.80 \cdot \Delta\sigma_{pr}}{1 + n \cdot \frac{A_p}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_p^2}{I_c}\right) \cdot (1 + \chi \cdot \varphi)} \cdot A_p = 1545\ kN$$

$\frac{\Delta P_{dif}}{P_0} = 18.7\ \%$

$\Delta\sigma_{dif} := \frac{\Delta P_{dif}}{A_p} = 137\ MPa$

$\Delta\sigma_i := \frac{\Delta P_i}{A_p} = 127\ MPa$

$\Delta\sigma_i + \Delta\sigma_{dif} = 264\ MPa$

$$\Delta P_{dif.1} := \frac{n \cdot \varphi \cdot \sigma_{cp} + E_p \cdot |\varepsilon_{cs}| + 0.80 \cdot \Delta\sigma_{pr}}{1 + n \cdot \frac{A_p}{A_c} \cdot \left(1 + \frac{A_c \cdot y_p^2}{I_c}\right) \cdot (1 + \chi \cdot \varphi)} \cdot A_{p1} = 110\ kN$$

$P_{oo} := P_0 - \Delta P_i - \Delta P_{dif} = 5301\ kN$

$P_{oo.1} := P_{0.1} - \Delta P_{i.1} - \Delta P_{dif.1} = 379\ kN$

Deformaciones de las armaduras activas (FAGUS)

$\sigma_{p0} = 735\ MPa$

$\varepsilon_0 := \frac{\sigma_{p0}}{E_p} = 3.59 \cdot 10^{-3}$

FAGUS calcula automáticamente las pérdidas elásticas en función de la fuerza de pretensado aplicada, el resto de esfuerzos y las características mecánicas de la sección:

hay que entrar con el valor de deformación inicial en los tendones y el programa calcula las pérdidas elásticas (en función de los esfuerzos existentes en la sección)

$$\varepsilon_{to} := \frac{\sigma_{p0} - \Delta\sigma_{p1} - \Delta\sigma_{p2} - 0 \cdot \Delta\sigma_{p3}}{E_p} = 3.06 \cdot 10^{-3}$$

$\sigma_{to} := E_p \cdot \varepsilon_{to} = 626\ MPa$

$A_{p1} \cdot \sigma_{to} = 503.6824\ kN$

$1 - \frac{\Delta P_1 + \Delta P_2 + 0 \cdot \Delta P_3}{P_0} = 0.85$

$$\varepsilon_{too} := \frac{\sigma_{p0} - (\Delta\sigma_{p1} + \Delta\sigma_{p2} + 0 \cdot \Delta\sigma_{p3}) - \Delta\sigma_{dif}}{E_p} = 2.39 \cdot 10^{-3}$$

$1 - \frac{\Delta P_{dif}}{P_0 - (\Delta P_1 + \Delta P_2 + 0 \cdot \Delta P_3)} = 0.78$

$\frac{\Delta P_i}{P_0} = 0.1725$

$\sigma_{too} := E_p \cdot \varepsilon_{too} = 489\ MPa$

$\frac{\Delta P_{dif}}{P_0 - \Delta P_i} = 0.2257$

$1 - \frac{\Delta P_i}{P_0} - \frac{\Delta P_{dif}}{P_0} = 0.64$

EC2:2013 §5.10.9 Efectos del pretensado en estado límite de servicio

$r_{sup} := 1.05$ armaduras pretesas

$r_{inf} := 0.95$ armaduras pretesas

$P_{k.sup} := r_{sup} \cdot P_{m.t}$ valor característico superior del pretensado

$P_{k.inf} := r_{inf} \cdot P_{m.t}$ valor característico inferior del pretensado

Valor inferior del pretensado: P.k.inf con pérdidas a tiempo infinito

$$r_{inf} \cdot \left(1 - \frac{\Delta P_{dif}}{P_0 - \Delta P_i}\right) = 0.74$$

Valor superior del pretensado: P.k.t0

$\varepsilon_{0.sup} := r_{sup} \cdot \varepsilon_0 = 3.76 \cdot 10^{-3}$

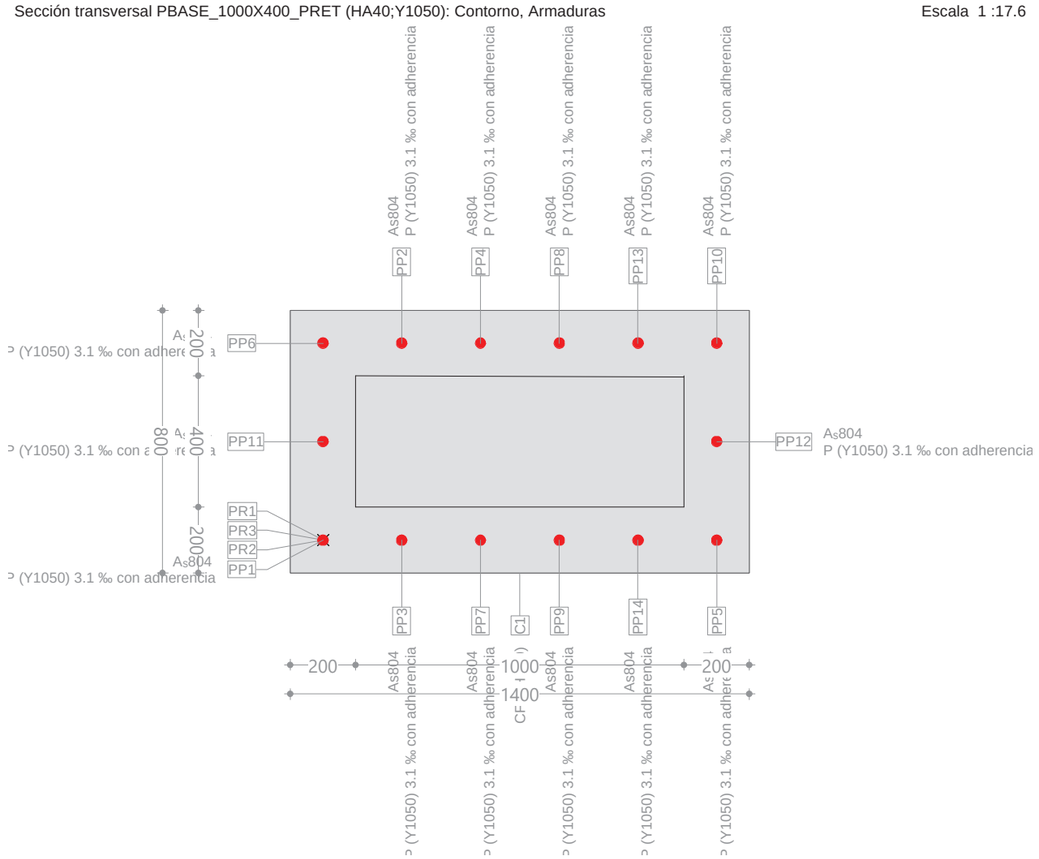
$\sigma_{p0.sup} := E_p \cdot \varepsilon_{0.sup} = 772\ MPa$

$$P_u := A_{p1} \cdot \frac{f_{p01k}}{\gamma_s}$$

ELU

Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Contorno, Armaduras

Escala 1 :17.6



Cálc. capacidad última Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.81 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		1691.0	1813.7	388.1	0.79					
2	!ELU		2256.8	1697.5	384.0	0.81					
3	!ELU		767.4	1136.3	95.0	0.47					
4	!ELU		973.6	1060.1	515.4	0.47					
5	!ELU		863.9	1328.2	76.9	0.54					
6	!ELU		1134.7	1245.6	447.9	0.55					
7	!ELU		-4277.5	-2291.6	-501.4	0.61					
8	!ELU		-3560.2	-2117.9	-499.9	0.57					
9	!ELU		-3093.5	-1427.3	-112.8	0.36					
10	!ELU		-2564.6	-1309.5	-439.6	0.35					
11	!ELU		-3214.8	-1656.2	-175.9	0.43					
12	!ELU		-2707.9	-1529.2	-637.7	0.43					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

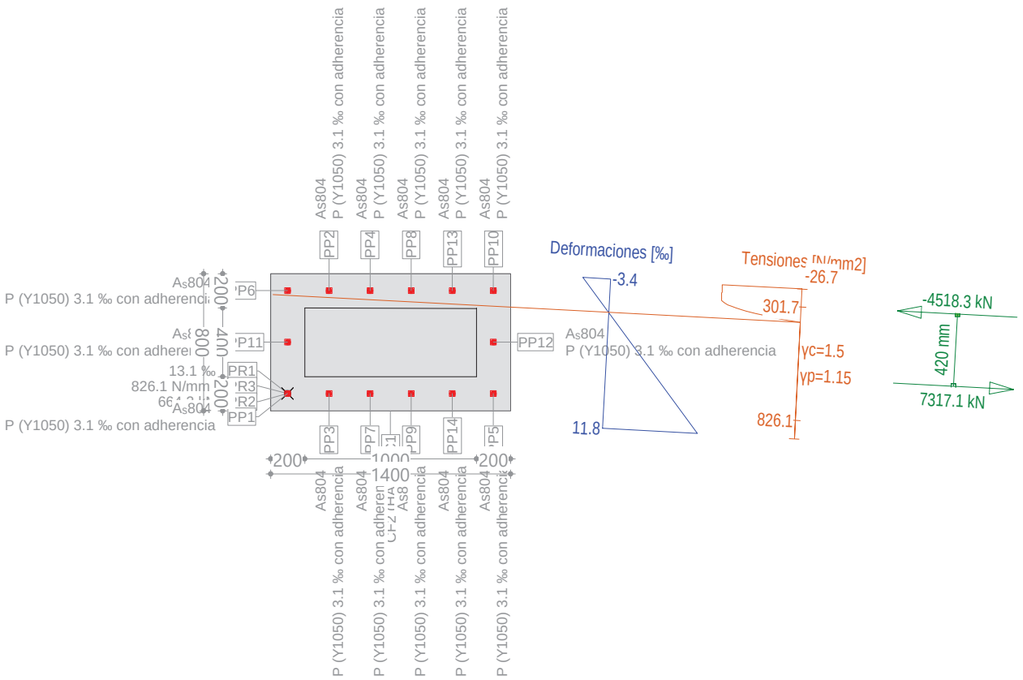
Deformaciónes y tensiones extremas (Resultados cálculo No 12)

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-3.5	-26.7	1.50
C1	HA40	1400	800	3.1	0.	1.50
PP1	Y1050	100	100	0.3	60.1	1.15
PP10	Y1050	1300	700	5.4	826.1	1.15

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	13.1	0.3	‰
N(PP1)	PR2	664.2	45.7	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	826.1	56.9	N/mm²
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	826.1	826.1	N/mm²
Δσ(PP1(100,100))	$\Delta\sigma_{PT}$	769.2	0.	N/mm²

Escala 1 :33.7
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Eficiencia Nx=2256.8;My=1697.5;Mz=384.0; eff(M,N)=0.81 OK



Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	13.1	13.1	‰
N(PP1)	PR2	664.2	664.2	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	826.1	826.1	N/mm²
σ(PP12(1300,400))	σ_{PT}	826.1	826.1	N/mm²
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm²

Cálc. capacidad última Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.81 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		2256.8	1697.5	384.0	0.81					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-3.4	-26.7	1.50
C1	HA40	0	0	11.8	0.	1.50
PP10	Y1050	1300	700	1.5	301.7	1.15
PP1	Y1050	100	100	13.1	826.1	1.15

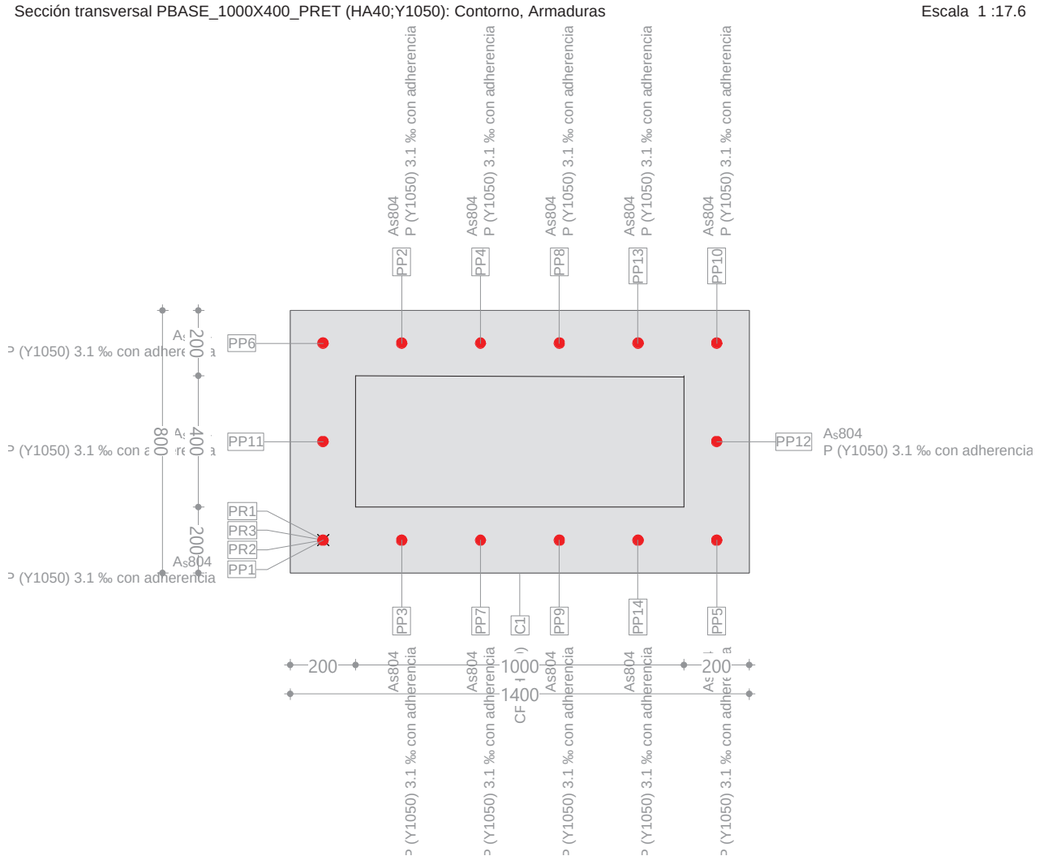
Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
2798.7	2106.2	476.6	4.2	17.5	0.9	665403.79	120588.61	515388.24

ELS FREQÜENT to

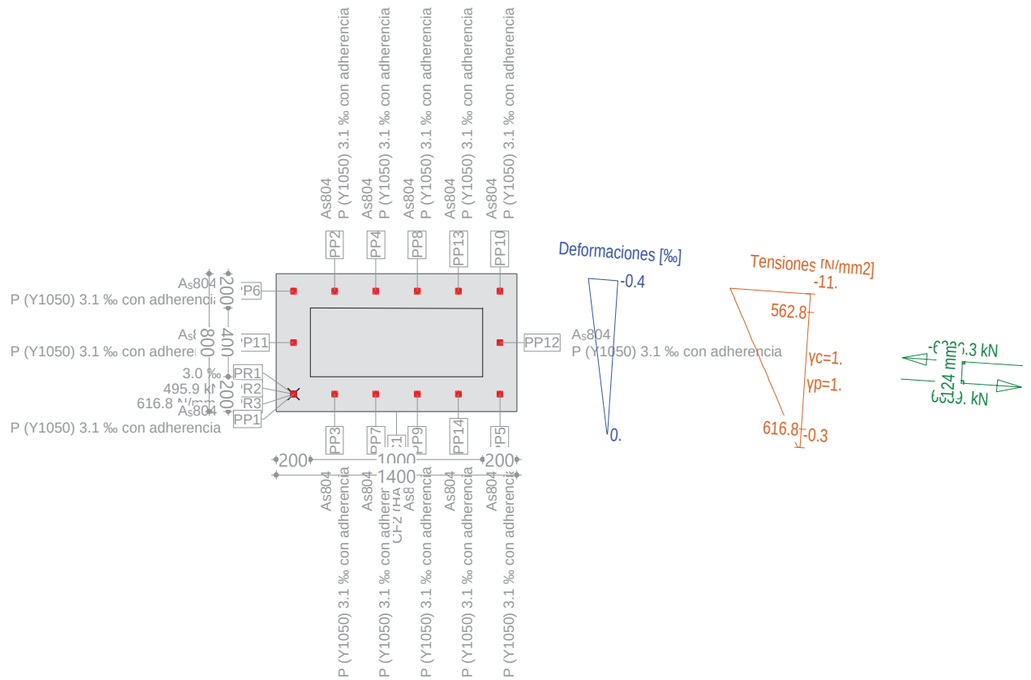
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Contorno, Armaduras

Escala 1 :17.6



Escala 1 :33.6

Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=311.5;My=779.7;Mz=161.9;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		311.5	779.7	161.9				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.4	-11.	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-0.3	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.7	562.8	1.00
PP1	Y1050	100	100	3.	616.8	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm²]	
C1	1.	1400	800	-11.9	
C1	1.	0	0	-0.2	

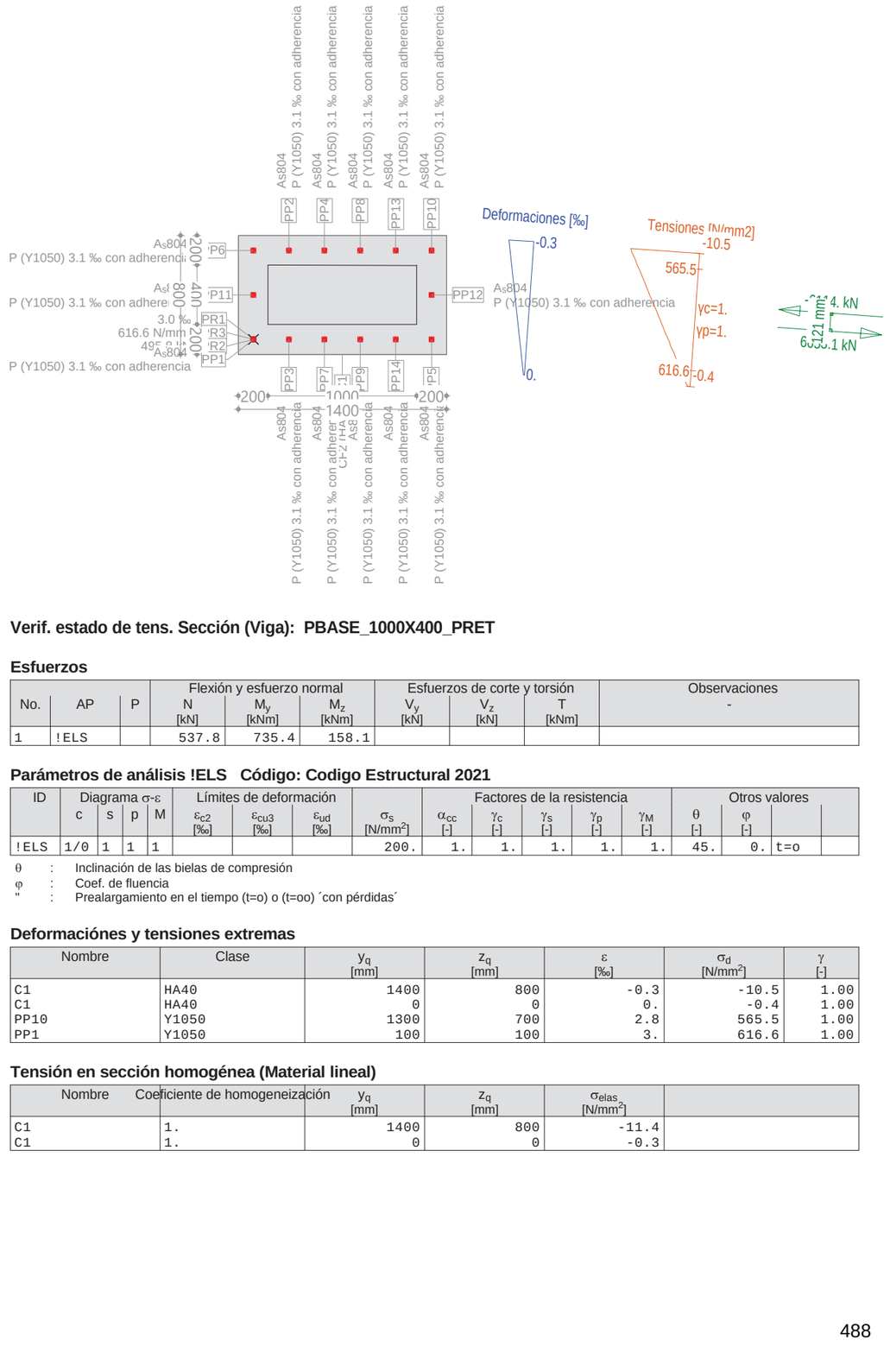
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
312.7	780.	161.9	-0.2	0.4	0.0	1709600.51	2024104.93	6103242.34

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	3.	3.	‰
N(PP1)	PR2	495.9	495.9	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	616.8	616.8	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	616.8	616.8	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=537.8;My=735.4;Mz=158.1;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		537.8	735.4	158.1				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.3	-10.5	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-0.4	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.8	565.5	1.00
PP1	Y1050	100	100	3.	616.6	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-11.4	
C1	1.	0	0	-0.3	

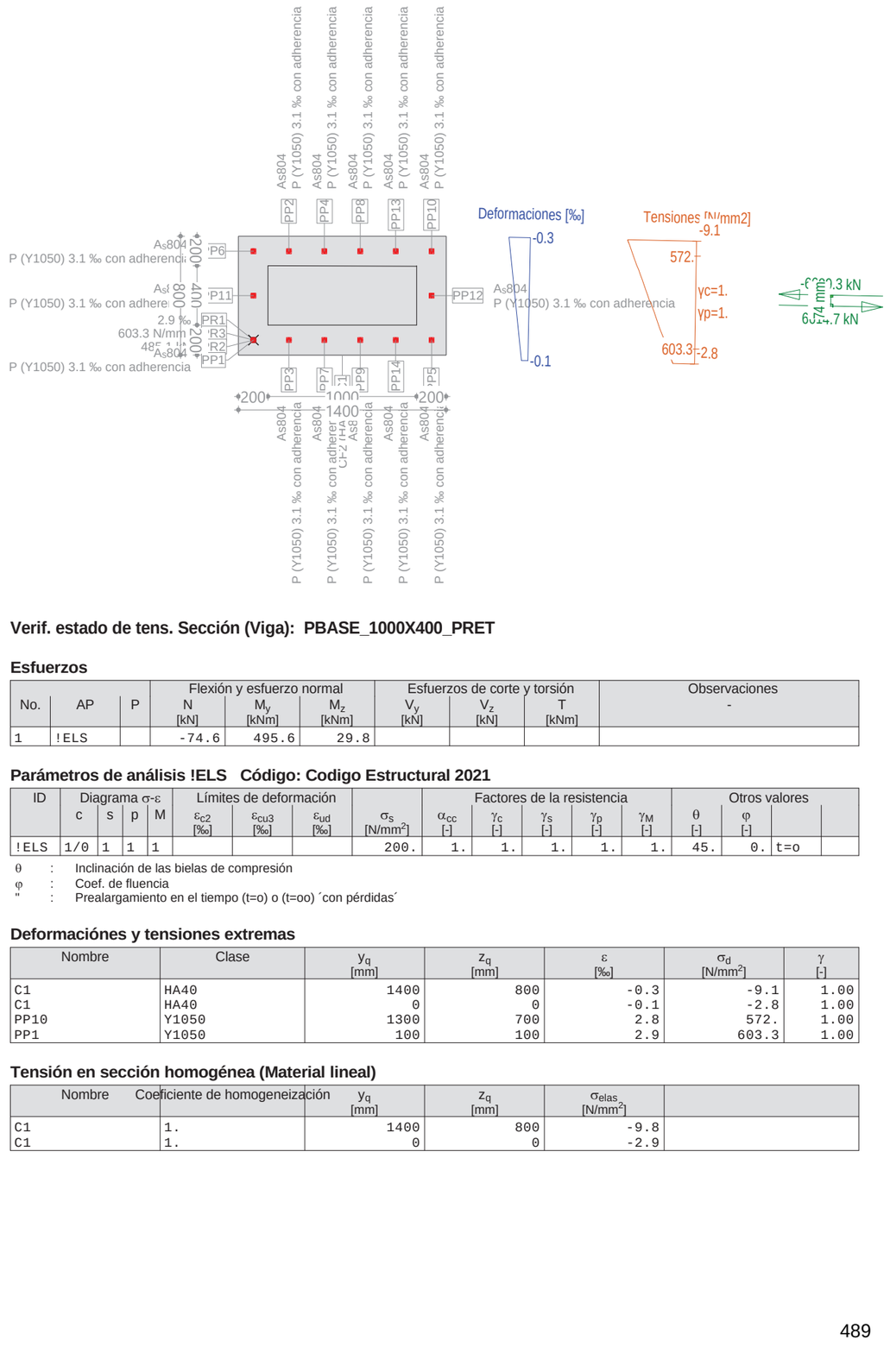
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
539.1	735.8	158.1	-0.2	0.4	0.0	3050002.33	2024236.59	6103440.65

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	3.	3.	‰
N(PP1)	PR2	495.8	495.8	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	616.6	616.6	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	616.6	616.6	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-74.6;My=495.6;Mz=29.8;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-74.6	495.6	29.8				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.3	-9.1	1.00
C1	HA40	0	0	-0.1	-2.8	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.8	572.	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.9	603.3	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-9.8	
C1	1.	0	0	-2.9	

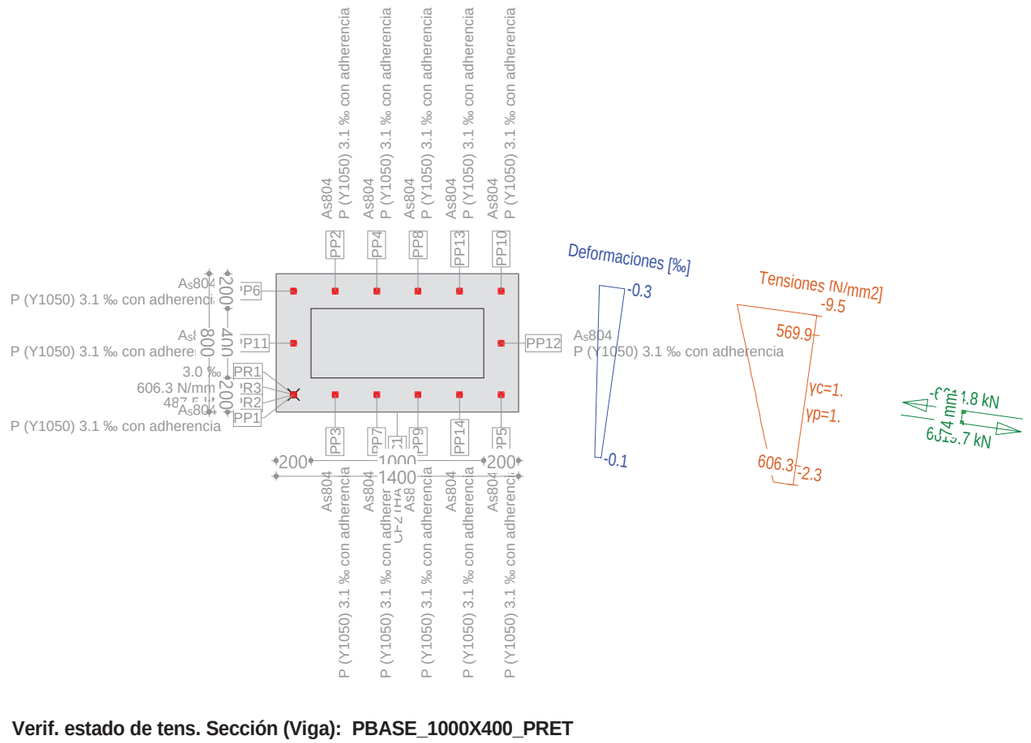
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-74.6	495.6	29.8	-0.2	0.2	0.0	385838.68	2023227.77	6101940.8

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.9	2.9	‰
N(PP1)	PR2	485.1	485.1	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	603.3	603.3	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	603.3	603.3	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.4
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=4.9;My=467.5;Mz=198.0;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		4.9	467.5	198.0				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación				Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.3	-9.5	1.00
C1	HA40	0	0	-0.1	-2.3	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.8	569.9	1.00
PP1	Y1050	100	100	3.	606.3	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-10.2	
C1	1.	0	0	-2.4	

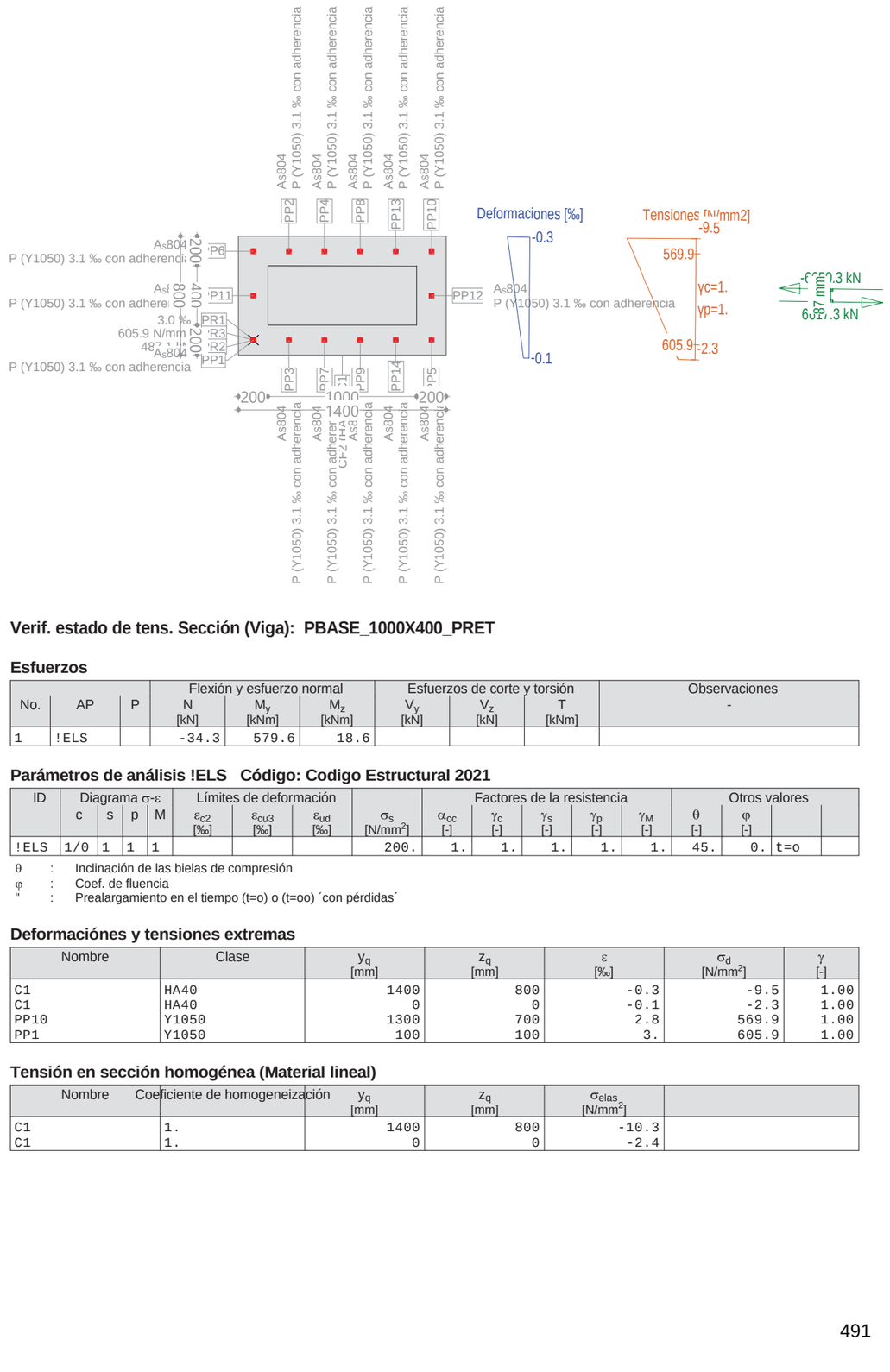
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
4.9	467.5	198.	-0.2	0.2	0.0	25649.27	2023218.12	6101853.6

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	3.	3.	‰
N(PP1)	PR2	487.5	487.5	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	606.3	606.3	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	606.3	606.3	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-34.3;My=579.6;Mz=18.6;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-34.3	579.6	18.6				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación				Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.3	-9.5	1.00
C1	HA40	0	0	-0.1	-2.3	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.8	569.9	1.00
PP1	Y1050	100	100	3.	605.9	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-10.3	
C1	1.	0	0	-2.4	

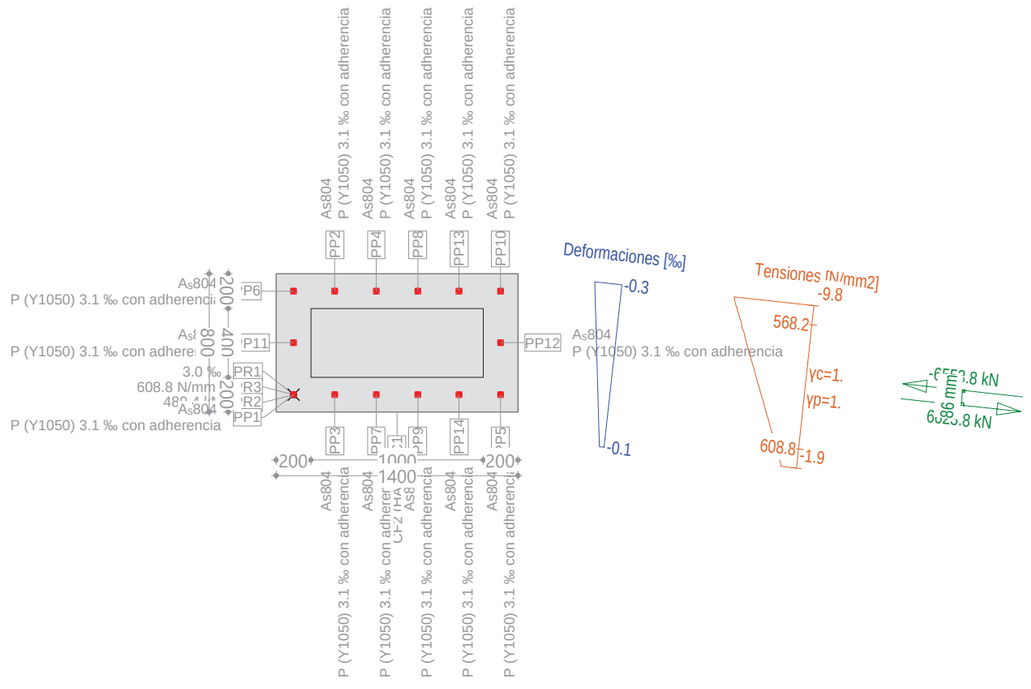
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-33.	580.	18.6	-0.2	0.3	0.0	171650.49	2024640.98	6104211.01

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	3.	3.	‰
N(PP1)	PR2	487.1	487.1	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	605.9	605.9	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	605.9	605.9	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.5
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=70.0;My=548.9;Mz=178.9;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		70.0	548.9	178.9				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.3	-9.8	1.00
C1	HA40	0	0	-0.1	-1.9	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.8	568.2	1.00
PP1	Y1050	100	100	3.	608.8	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-10.6	
C1	1.	0	0	-1.9	

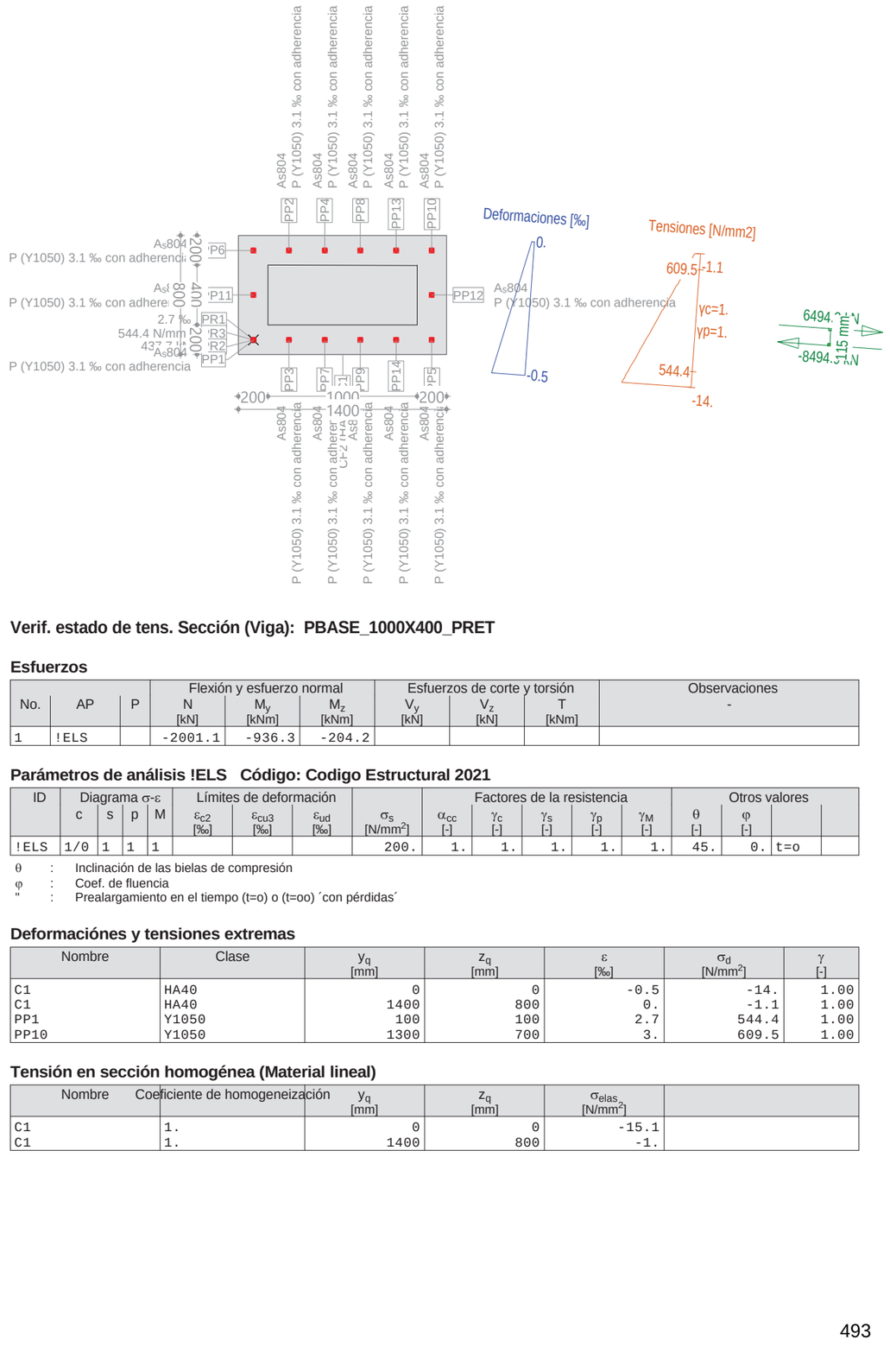
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
70.	548.9	178.9	-0.2	0.3	0.0	369534.3	2023227.8	6101940.84

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	3.	3.	‰
N(PP1)	PR2	489.4	489.4	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	608.8	608.8	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	608.8	608.8	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.5
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-2001.1;My=-936.3;Mz=-204.2;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	-
1	!ELS		-2001.1	-936.3	-204.2				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación				Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.5	-14.	1.00
C1	HA40	1400	800	0.	-1.1	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.7	544.4	1.00
PP10	Y1050	1300	700	3.	609.5	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-15.1	
C1	1.	1400	800	-1.	

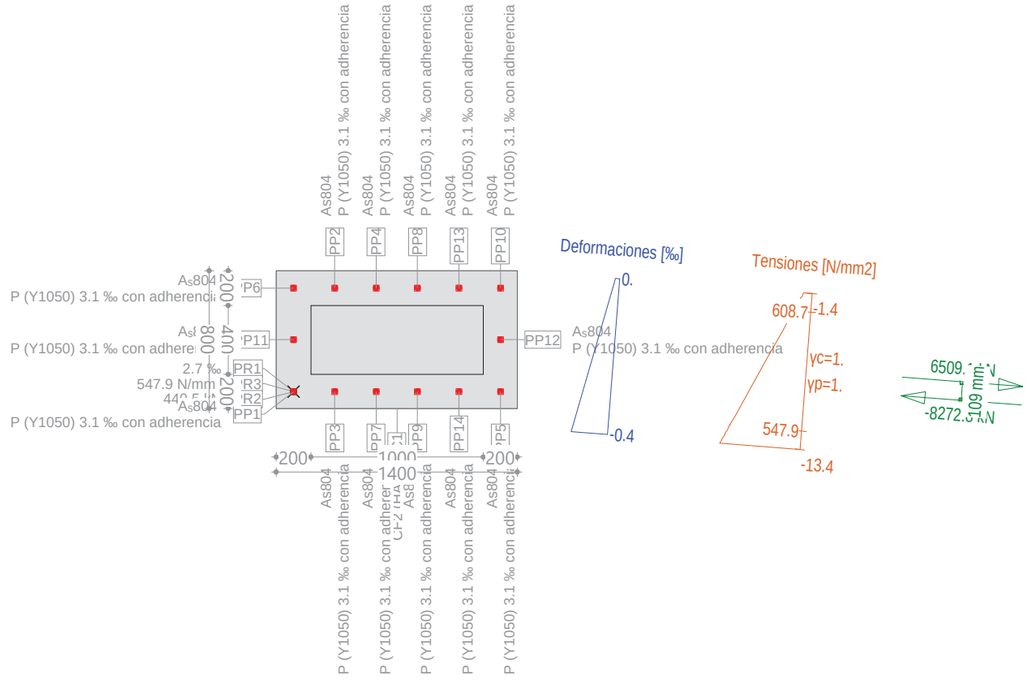
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-2000.6	-936.5	-204.2	-0.2	-0.5	-0.0	8147410.68	2023650.64	6102682.5

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.7	2.7	‰
N(PP1)	PR2	437.7	437.7	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	544.4	544.4	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	609.5	609.5	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.5
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1764.2;My=-865.5;Mz=-202.9;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	-
1	!ELS		-1764.2	-865.5	-202.9				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación				Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.4	-13.4	1.00
C1	HA40	1400	800	0.	-1.4	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.7	547.9	1.00
PP10	Y1050	1300	700	3.	608.7	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-14.5	
C1	1.	1400	800	-1.3	

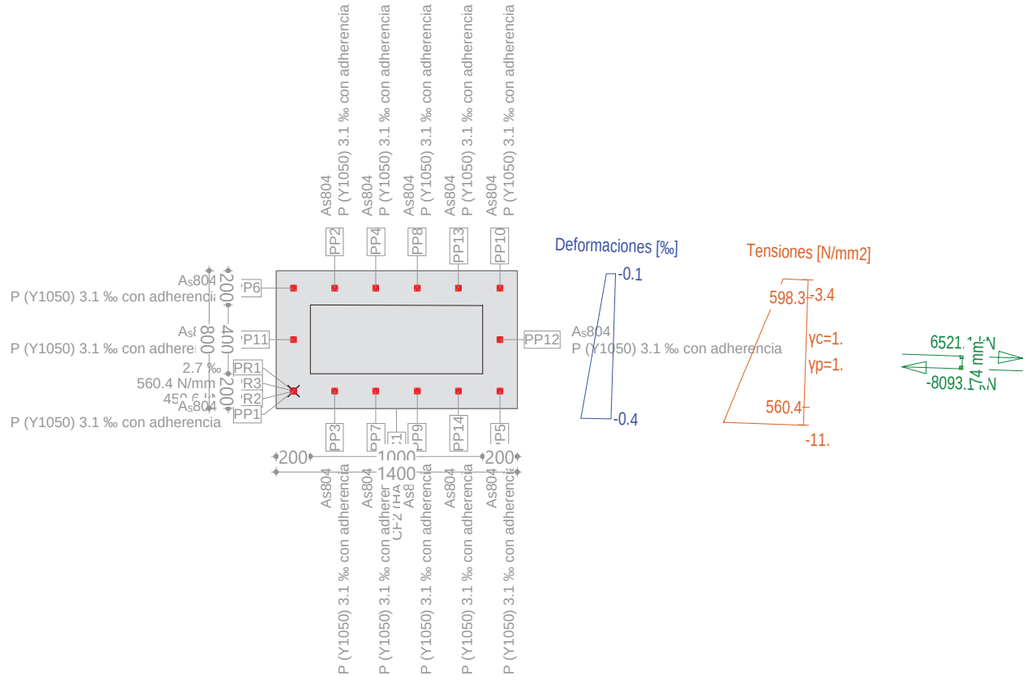
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1763.6	-865.7	-202.9	-0.2	-0.4	-0.0	7375256.81	2023718.23	6102809.69

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.7	2.7	‰
N(PP1)	PR2	440.5	440.5	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	547.9	547.9	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	608.7	608.7	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1572.5;My=-586.5;Mz=-55.8;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-1572.5	-586.5	-55.8				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.4	-11.	1.00
C1	HA40	1400	800	-0.1	-3.4	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.7	560.4	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.9	598.3	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-11.8	
C1	1.	1400	800	-3.6	

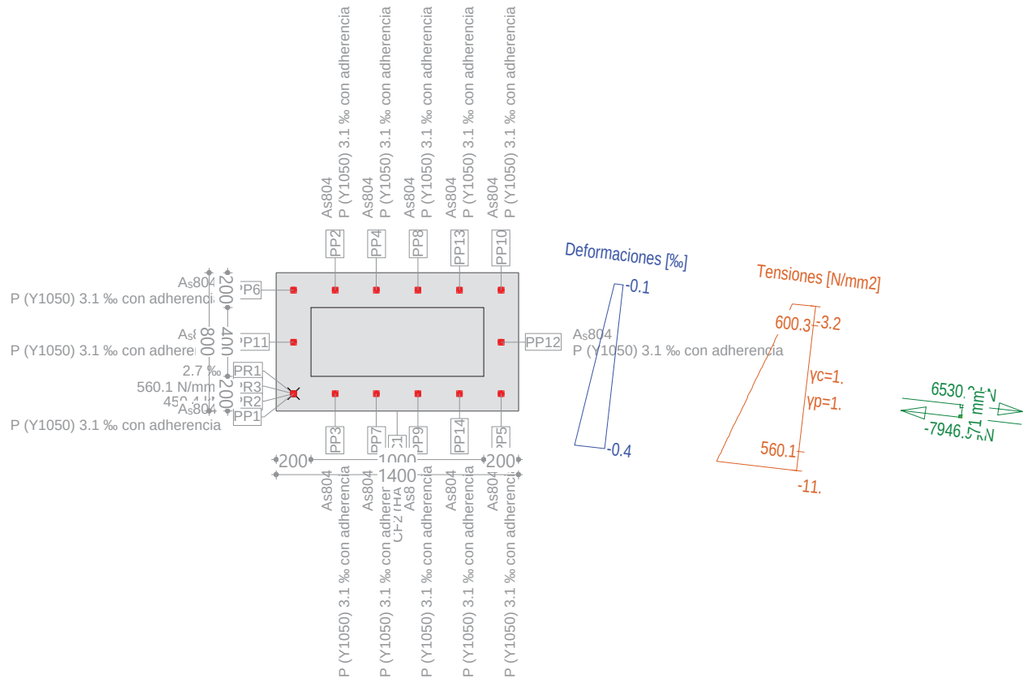
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1572.	-586.7	-55.8	-0.2	-0.3	-0.0	6719759.73	2023939.28	6103385.81

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.7	2.7	‰
N(PP1)	PR2	450.6	450.6	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	560.4	560.4	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	598.3	598.3	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.4
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1416.6;My=-537.8;Mz=-184.5;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-1416.6	-537.8	-184.5				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=o	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.4	-11.	1.00
C1	HA40	1400	800	-0.1	-3.2	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.7	560.1	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.9	600.3	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-11.9	
C1	1.	1400	800	-3.3	

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1416.1	-538.	-184.5	-0.2	-0.3	-0.0	6164583.03	2024013.33	6103561.52

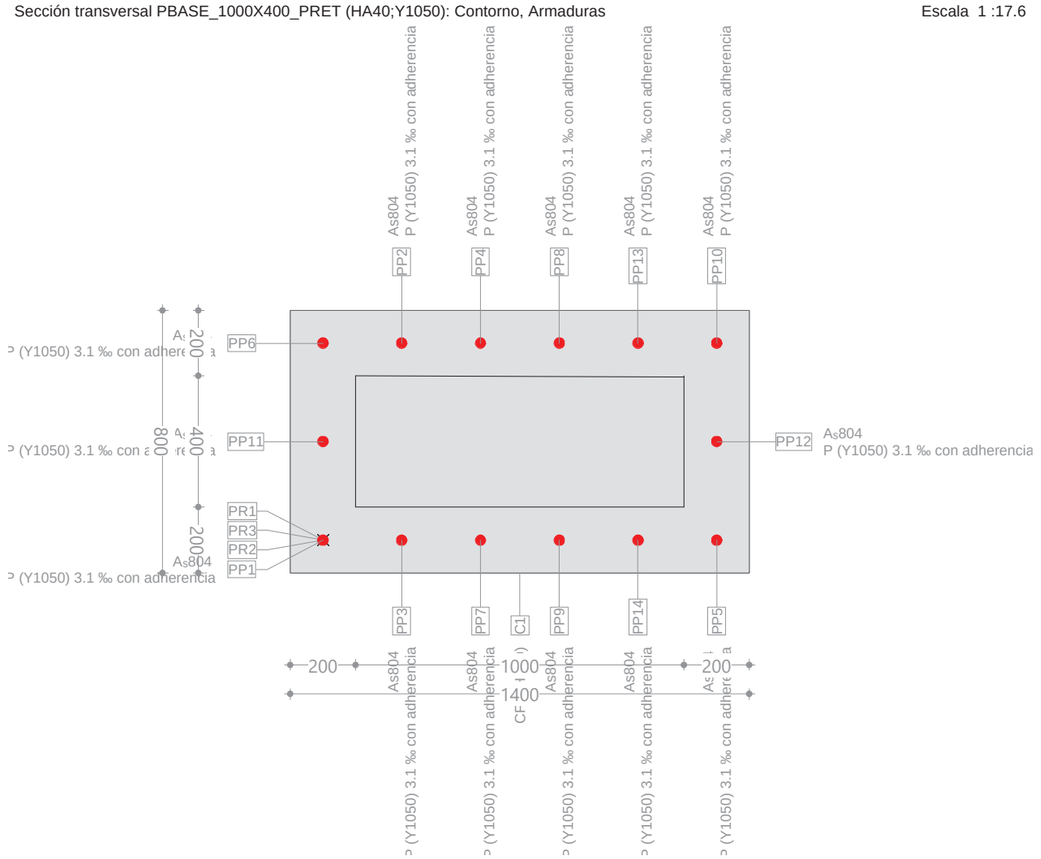
Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.7	2.7	‰
N(PP1)	PR2	450.4	450.4	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	560.1	560.1	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	600.3	600.3	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

ELS FREQÜENT too

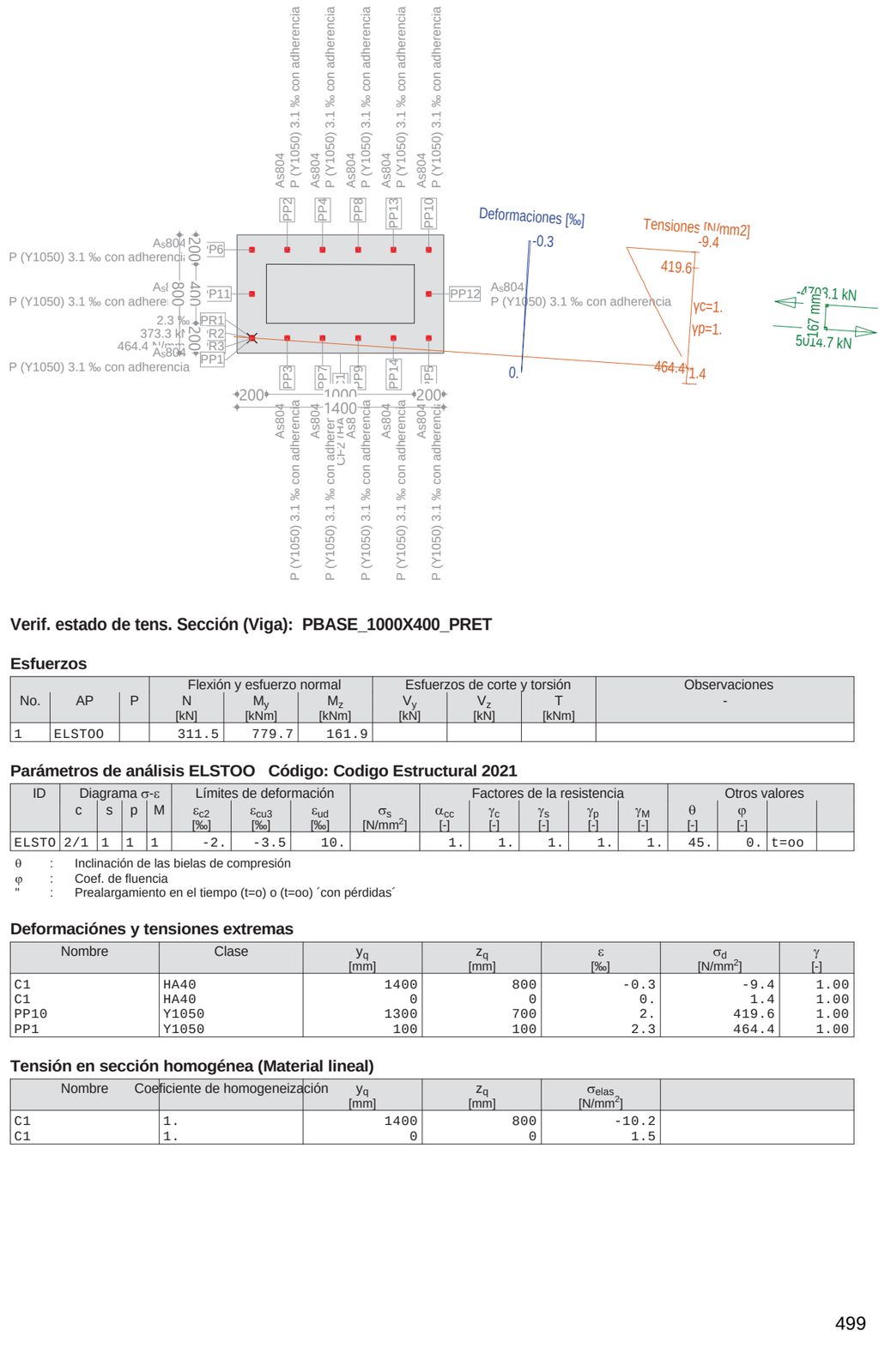
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Contorno, Armaduras

Escala 1 :17.6



Escala 1 :33.6

Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=311.5;My=779.7;Mz=161.9;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		311.5	779.7	161.9				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.3	-9.4	1.00
C1	HA40	0	0	0.	1.4	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.	419.6	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.3	464.4	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm²]	
C1	1.	1400	800	-10.2	
C1	1.	0	0	1.5	

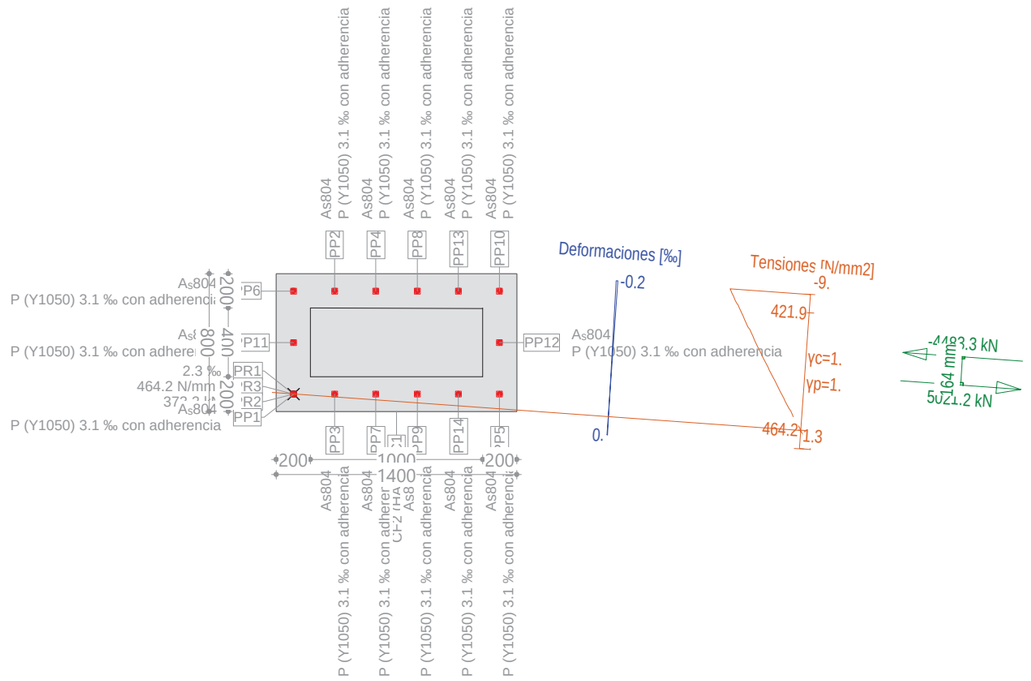
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
311.5	779.7	161.9	-0.1	0.3	0.0	2873827.53	2437368.86	7365651.42

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.3	2.3	‰
N(PP1)	PR2	373.3	373.3	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	464.4	464.4	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	464.4	464.4	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=537.8;My=735.4;Mz=158.1;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal			Esfuerzos de corte y torsión			Observaciones
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	-
1	ELSTOO		537.8	735.4	158.1				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación				Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-9.	1.00
C1	HA40	0	0	0.	1.3	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	421.9	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.3	464.2	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-9.7	
C1	1.	0	0	1.3	

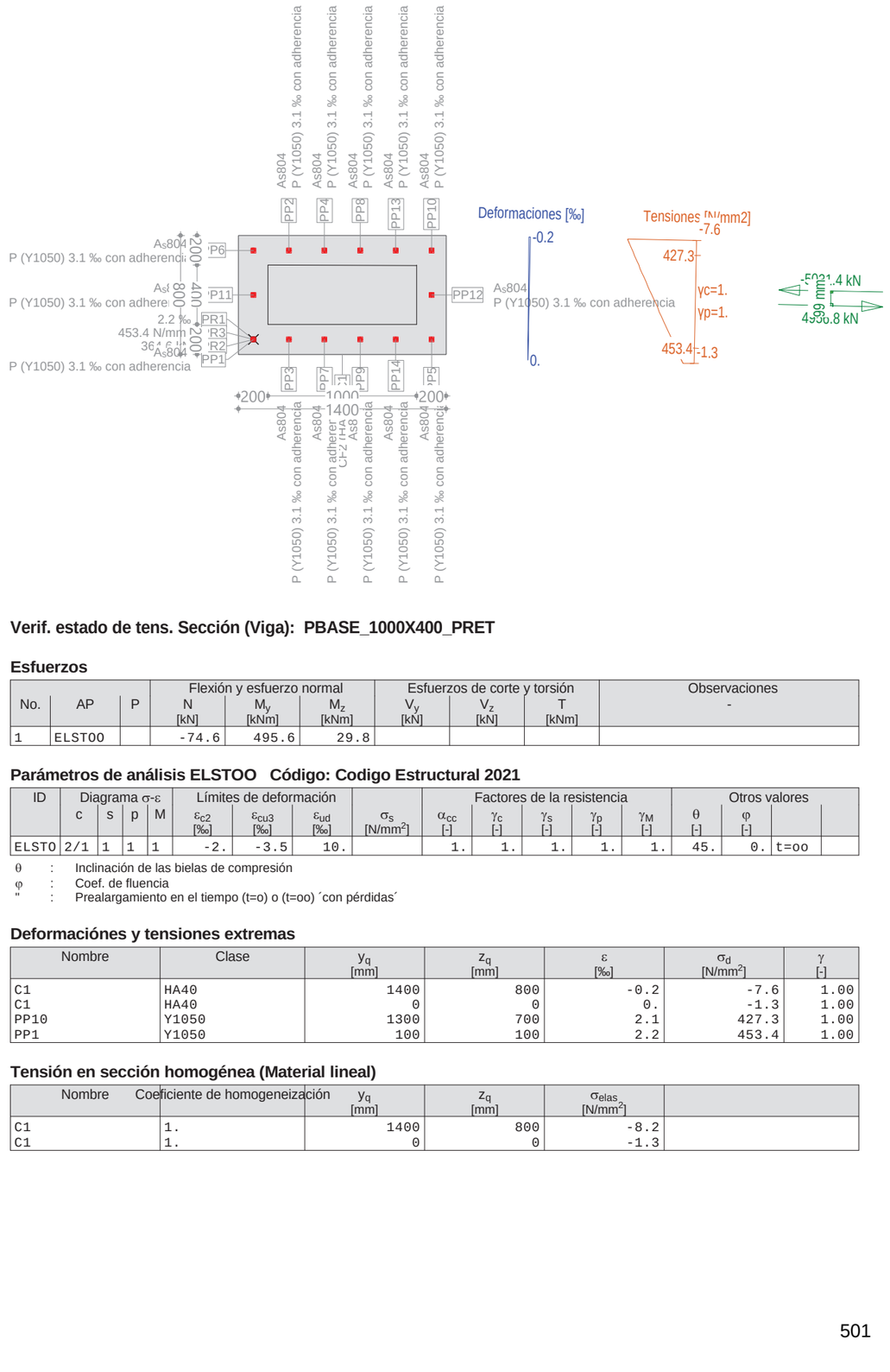
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
537.8	735.4	158.1	-0.1	0.3	0.0	5212062.62	2443665.46	7385551.52

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.3	2.3	‰
N(PP1)	PR2	373.2	373.2	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	464.2	464.2	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	464.2	464.2	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-74.6;My=495.6;Mz=29.8;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-74.6	495.6	29.8				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-7.6	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-1.3	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	427.3	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	453.4	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-8.2	
C1	1.	0	0	-1.3	

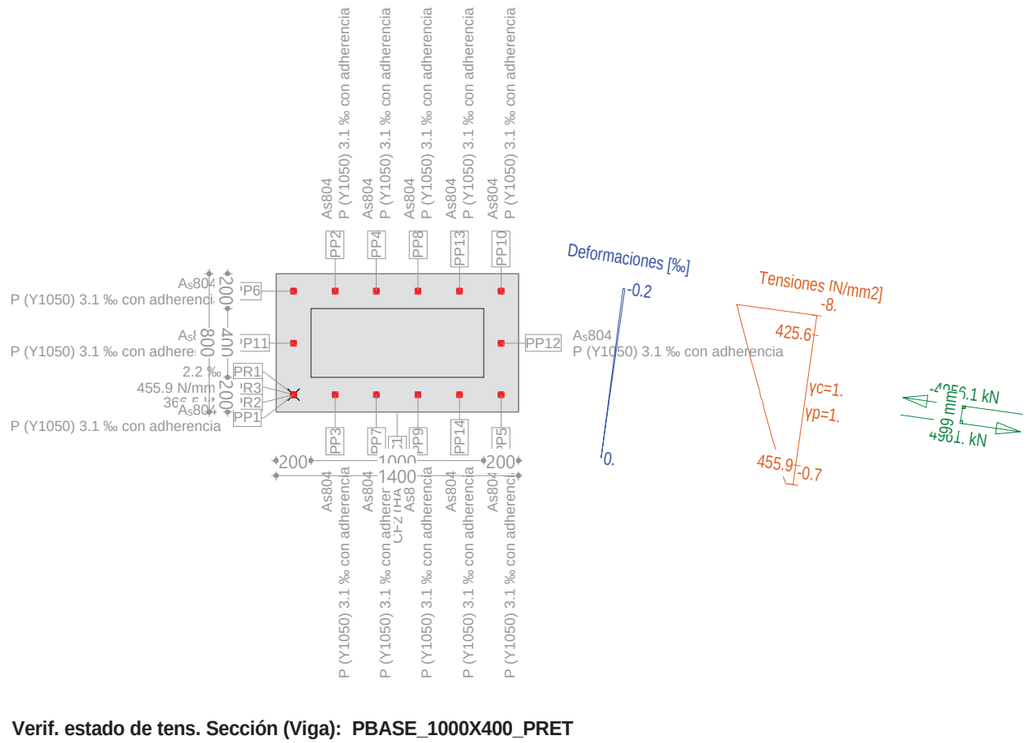
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-74.5	495.6	29.8	-0.1	0.2	0.0	641229.02	2428402.77	7342794.05

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	364.6	364.6	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	453.4	453.4	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	453.4	453.4	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.4
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=4.9;My=467.5;Mz=198.0;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		4.9	467.5	198.0				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-8.	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-0.7	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	425.6	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	455.9	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-8.5	
C1	1.	0	0	-0.8	

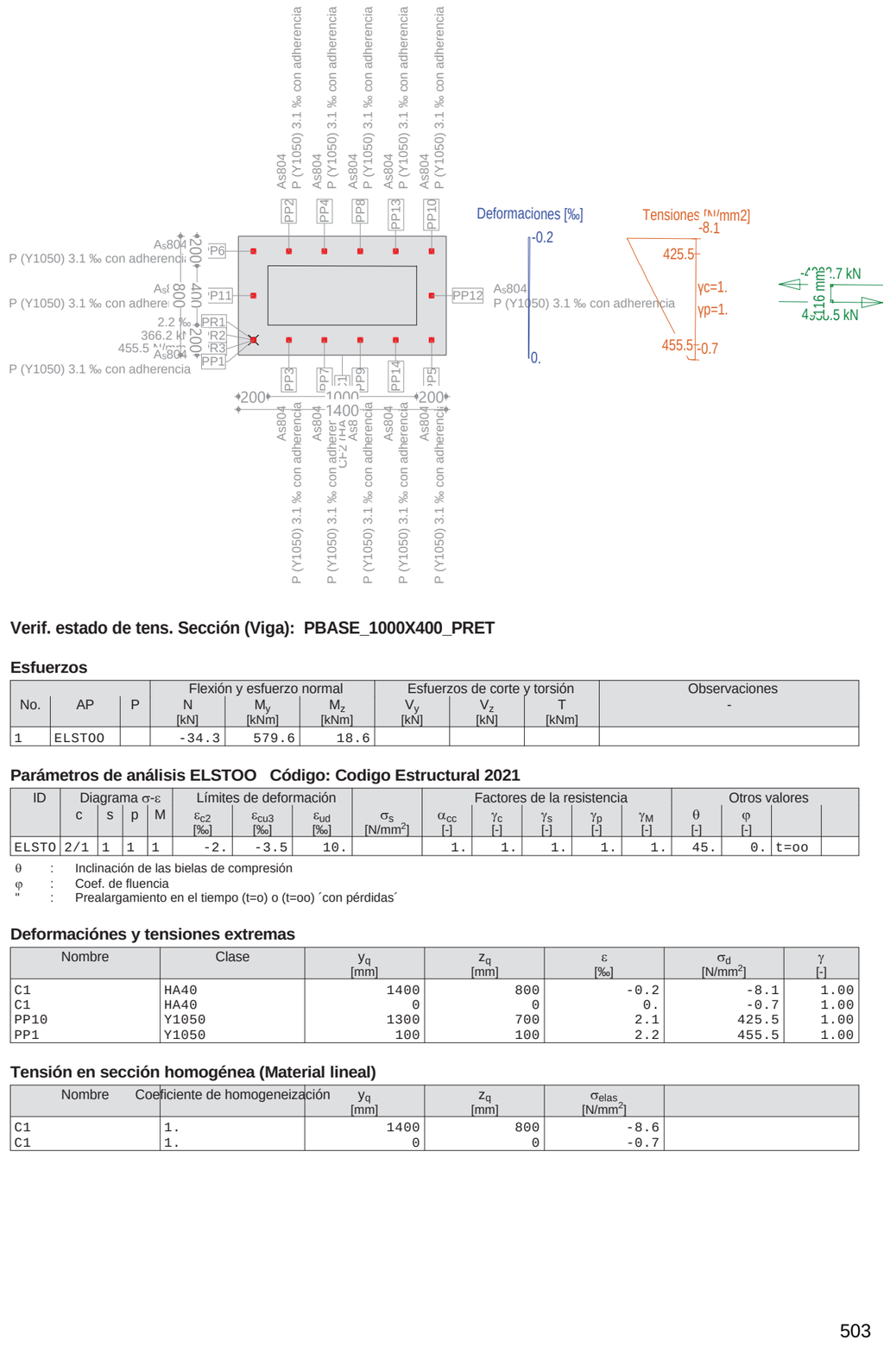
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
5.	467.5	198.	-0.1	0.2	0.0	43356.78	2430574.39	7349448.68

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	366.5	366.5	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	455.9	455.9	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	455.9	455.9	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-34.3;My=579.6;Mz=18.6;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-34.3	579.6	18.6				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-8.1	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-0.7	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	425.5	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	455.5	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-8.6	
C1	1.	0	0	-0.7	

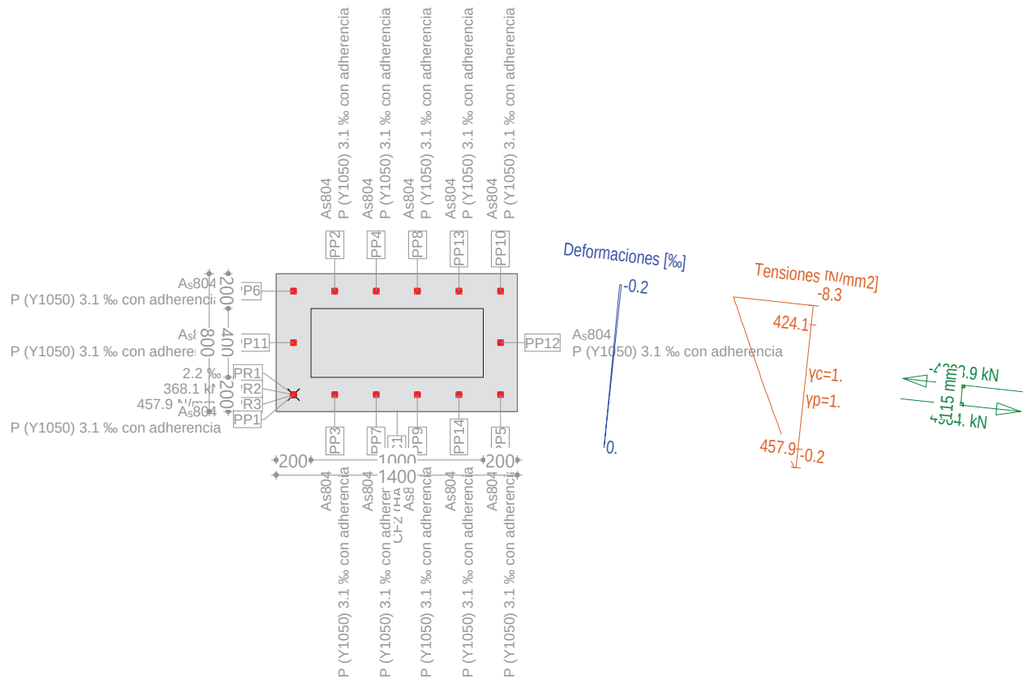
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-34.2	579.6	18.6	-0.1	0.2	0.0	296260.33	2429251.86	7345131.32

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	366.2	366.2	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	455.5	455.5	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	455.5	455.5	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.5
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=70.0;My=548.9;Mz=178.9;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		70.0	548.9	178.9				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-8.3	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-0.2	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	424.1	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	457.9	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-9.	
C1	1.	0	0	-0.2	

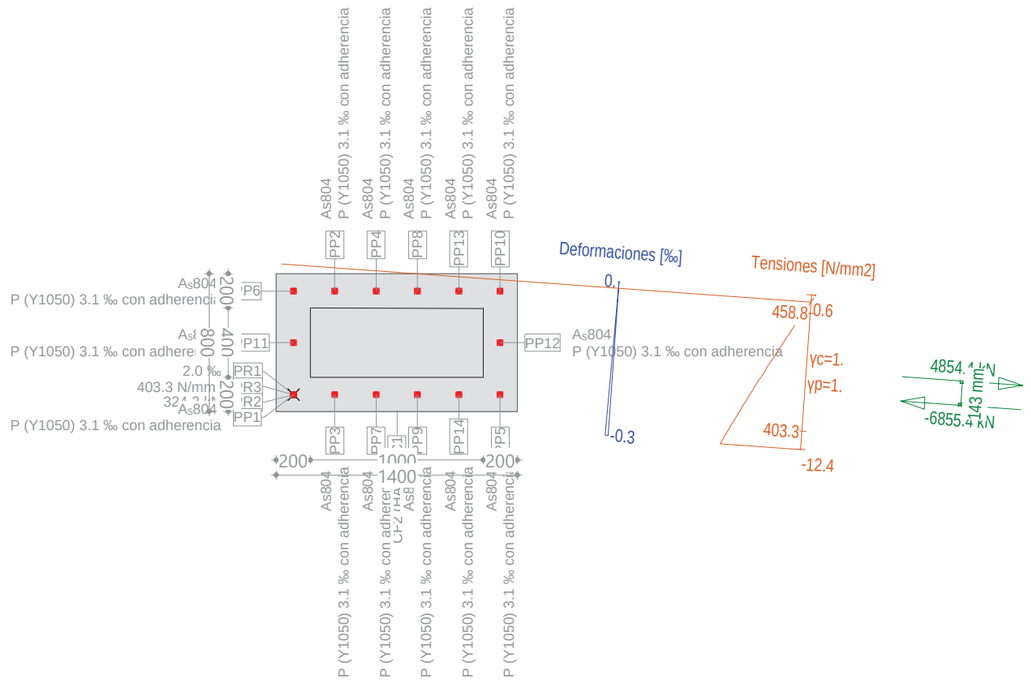
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
70.1	548.9	178.9	-0.1	0.2	0.0	619419.3	2432117.16	7354090.01

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	368.1	368.1	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	457.9	457.9	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	457.9	457.9	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.5
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-2001.1;My=-936.3;Mz=-204.2;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-2001.1	-936.3	-204.2				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.3	-12.4	1.00
C1	HA40	1400	800	0.	0.6	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.	403.3	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.2	458.8	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-13.5	
C1	1.	1400	800	0.6	

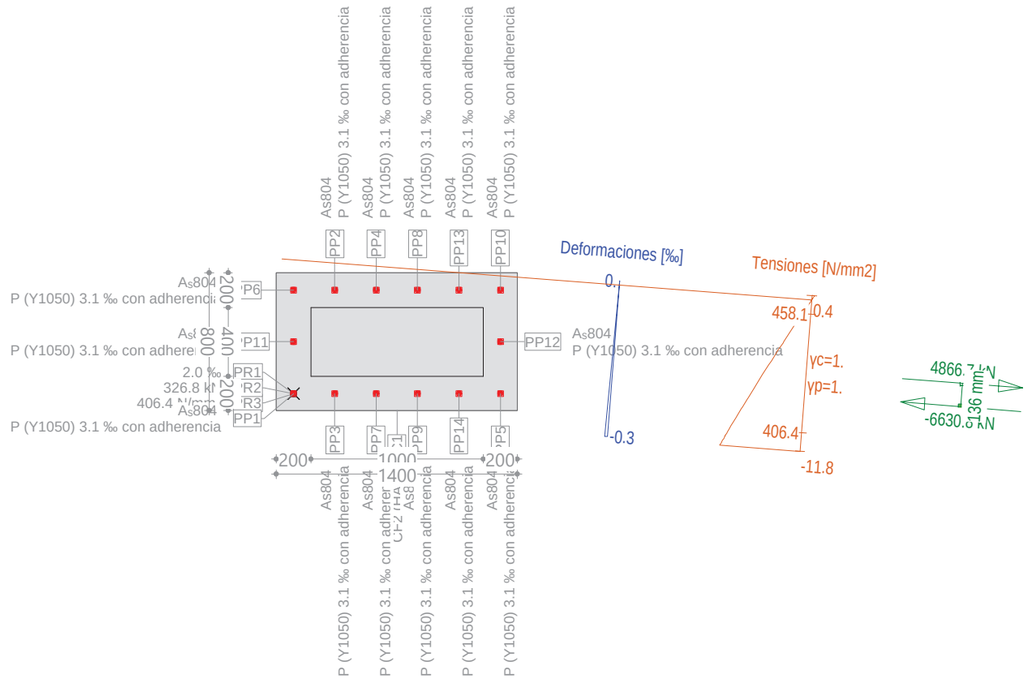
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-2001.	-936.3	-204.2	-0.2	-0.4	-0.0	12381608.8	2374198.62	7176538.33

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.	2.	‰
N(PP1)	PR2	324.3	324.3	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	403.3	403.3	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	458.8	458.8	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.5
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1764.2;My=-865.5;Mz=-202.9;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-1764.2	-865.5	-202.9				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.3	-11.8	1.00
C1	HA40	1400	800	0.	0.4	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.	406.4	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.2	458.1	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-12.8	
C1	1.	1400	800	0.3	

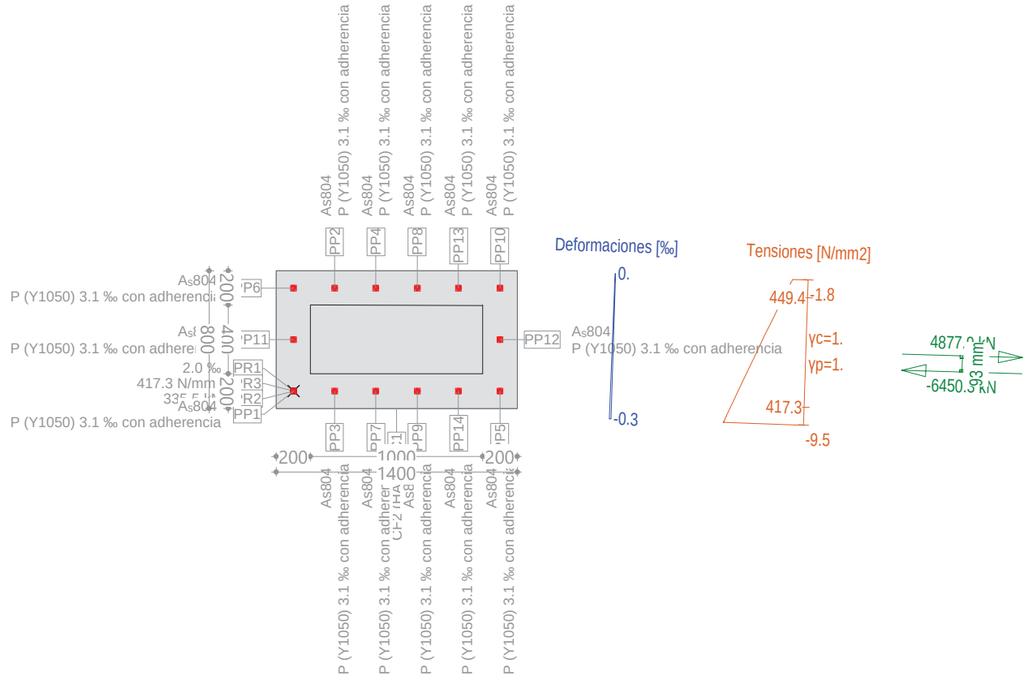
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1764.1	-865.5	-202.9	-0.2	-0.4	-0.0	11319250.7	2381089.98	7197754.82

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.	2.	‰
N(PP1)	PR2	326.8	326.8	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	406.4	406.4	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	458.1	458.1	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1572.5;My=-586.5;Mz=-55.8;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-1572.5	-586.5	-55.8				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.3	-9.5	1.00
C1	HA40	1400	800	0.	-1.8	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.	417.3	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.2	449.4	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-10.2	
C1	1.	1400	800	-1.9	

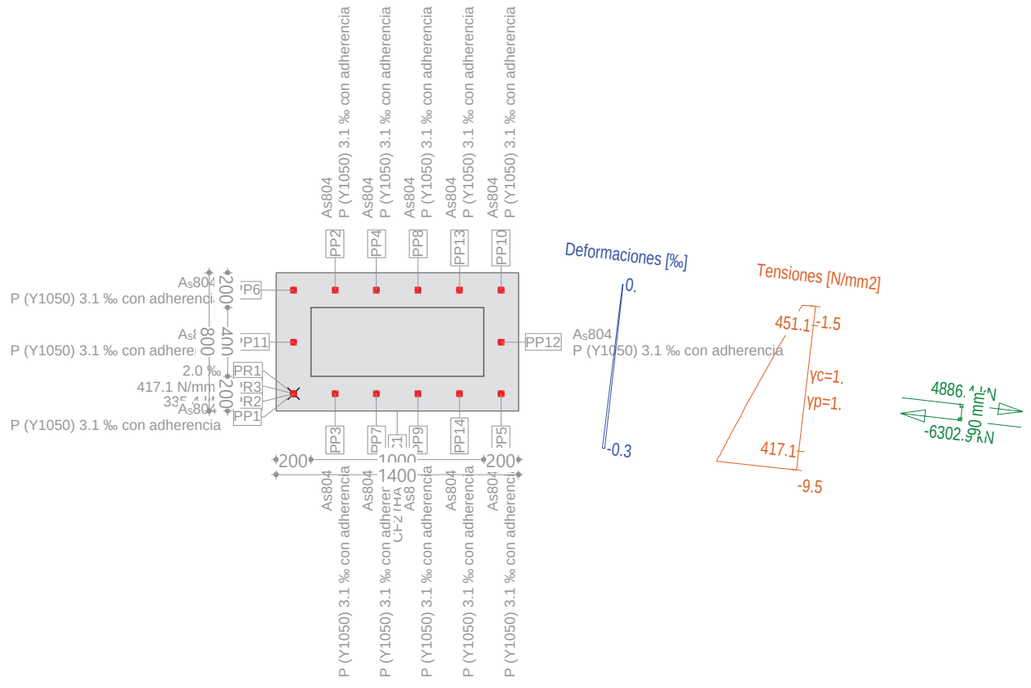
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1572.4	-586.5	-55.8	-0.2	-0.2	-0.0	10451582.9	2387539.35	7217560.71

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.	2.	‰
N(PP1)	PR2	335.5	335.5	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	417.3	417.3	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	449.4	449.4	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.4
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1416.6;My=-537.8;Mz=-184.5;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-1416.6	-537.8	-184.5				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación				Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.3	-9.5	1.00
C1	HA40	1400	800	0.	-1.5	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.	417.1	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.2	451.1	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-10.2	
C1	1.	1400	800	-1.6	

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1416.5	-537.8	-184.5	-0.1	-0.2	-0.0	9650771.17	2391921.91	7231040.5

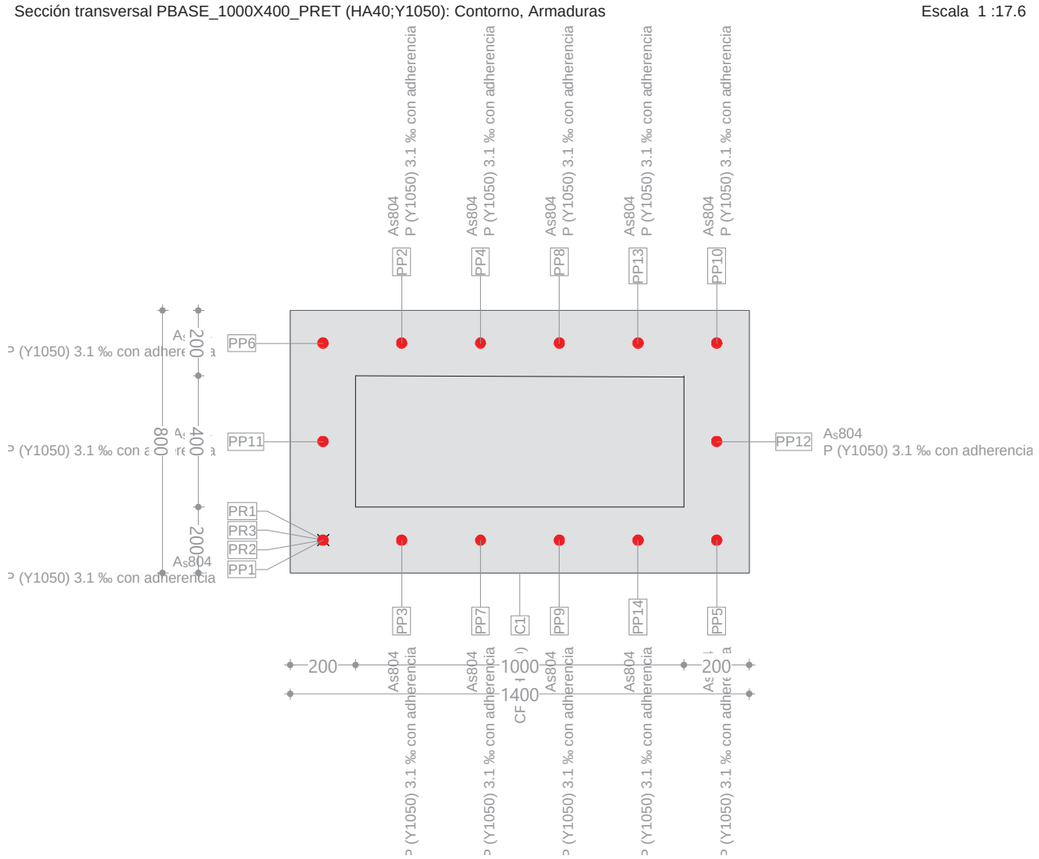
Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.	2.	‰
N(PP1)	PR2	335.4	335.4	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	417.1	417.1	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	451.1	451.1	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

ELS QUASI PERMANENT

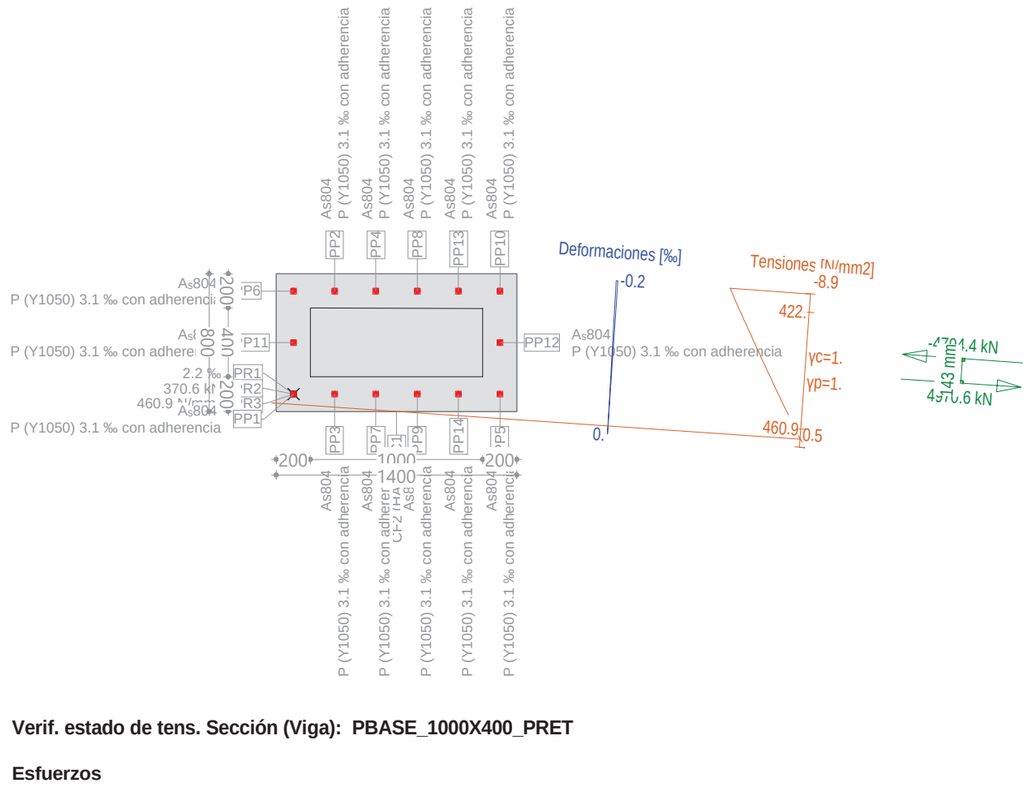
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Contorno, Armaduras

Escala 1 :17.6



Escala 1 :33.6

Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=176.0;My=677.6;Mz=140.6;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		176.0	677.6	140.6				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-8.9	1.00
C1	HA40	0	0	0.	0.5	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	422.	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	460.9	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm²]	
C1	1.	1400	800	-9.6	
C1	1.	0	0	0.6	

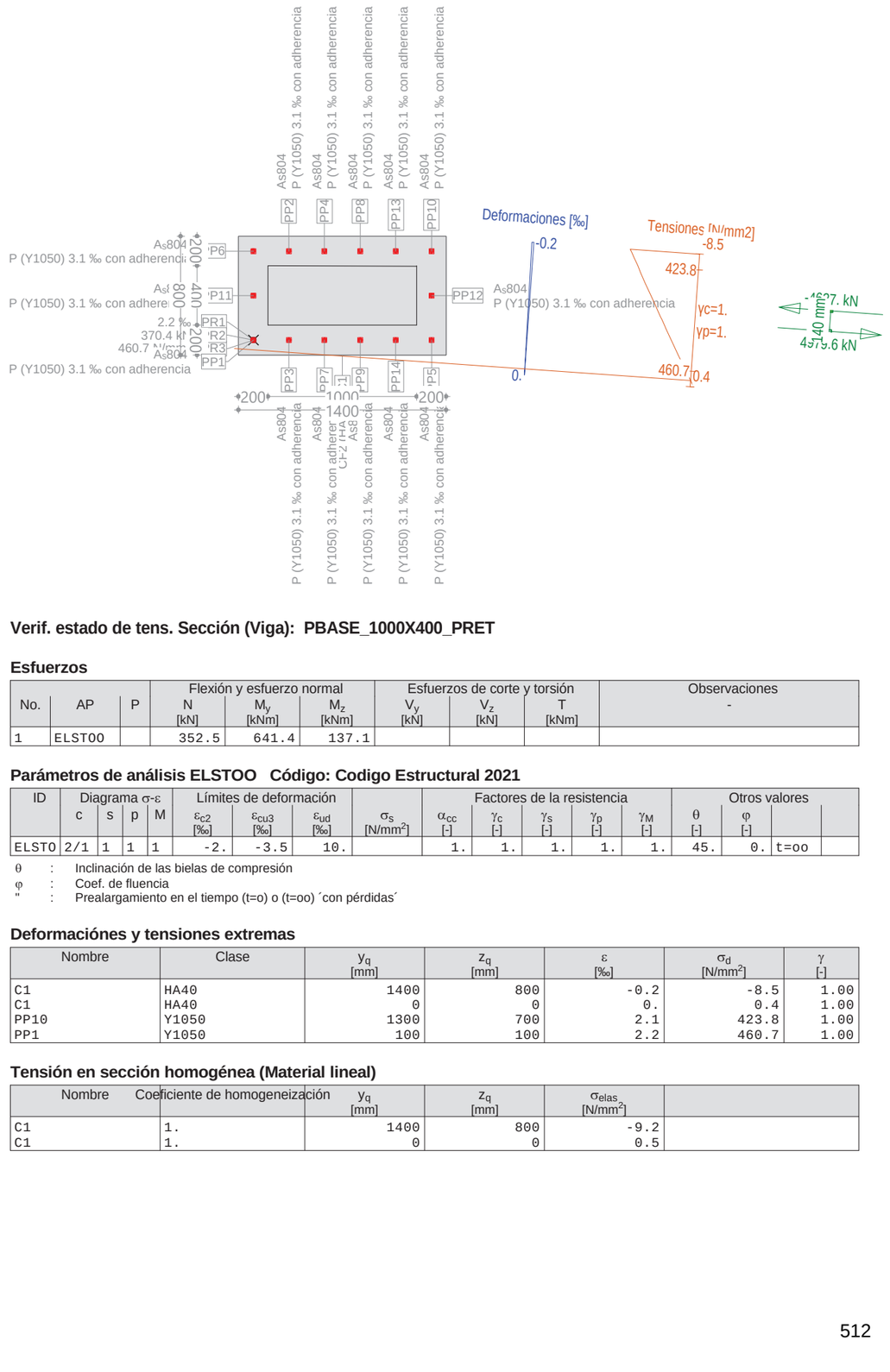
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
176.2	677.6	140.6	-0.1	0.3	0.0	1585397.7	2434581.11	7361305.18

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	370.6	370.6	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	460.9	460.9	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	460.9	460.9	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=352.5;My=641.4;Mz=137.1;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		352.5	641.4	137.1				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-8.5	1.00
C1	HA40	0	0	0.	0.4	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	423.8	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	460.7	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-9.2	
C1	1.	0	0	0.5	

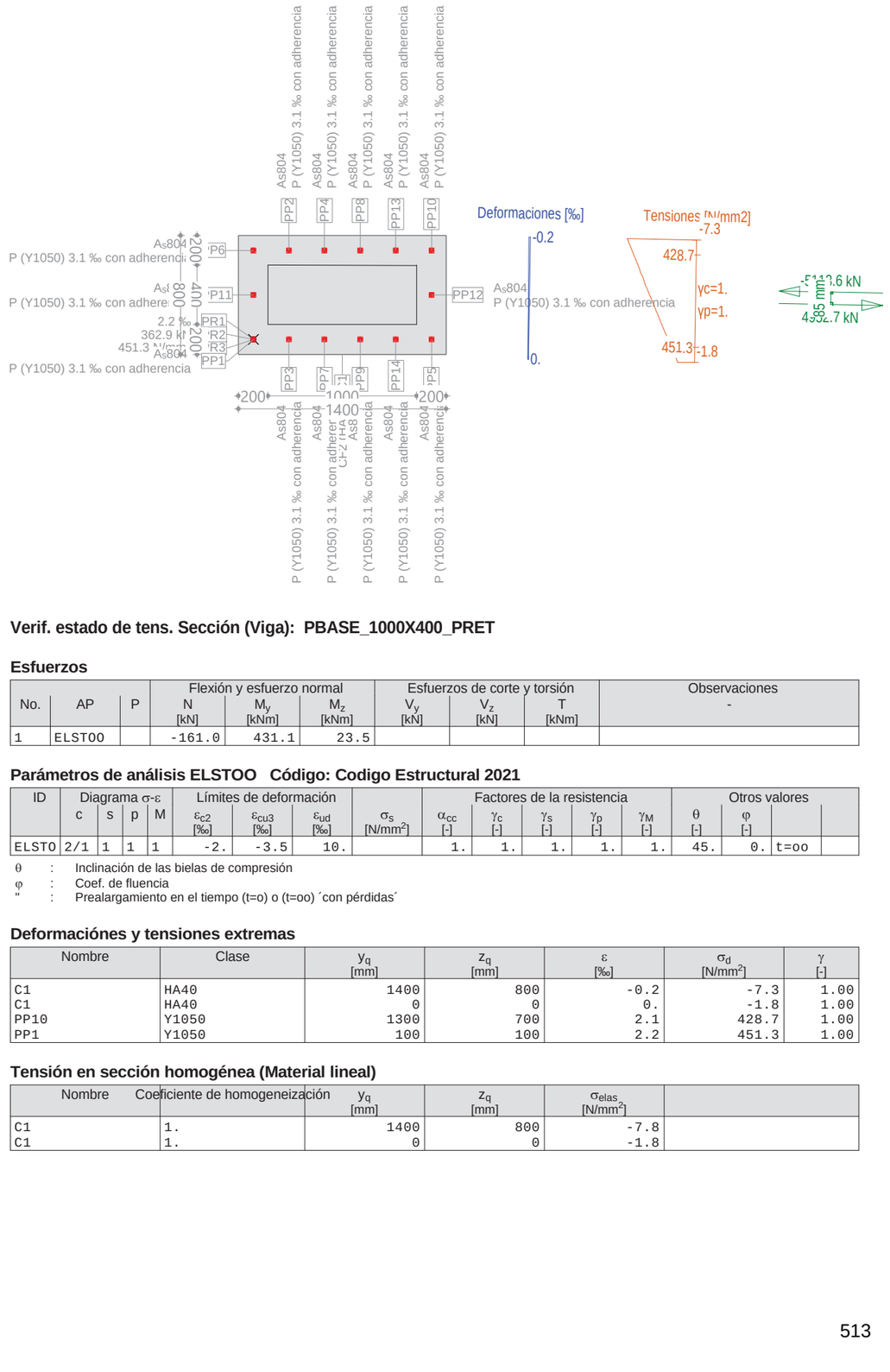
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
352.7	641.4	137.1	-0.1	0.3	0.0	3294451.82	2439451.6	7376289.74

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	370.4	370.4	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	460.7	460.7	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	460.7	460.7	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-161.0;My=431.1;Mz=23.5;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-161.0	431.1	23.5				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-7.3	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-1.8	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	428.7	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	451.3	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-7.8	
C1	1.	0	0	-1.8	

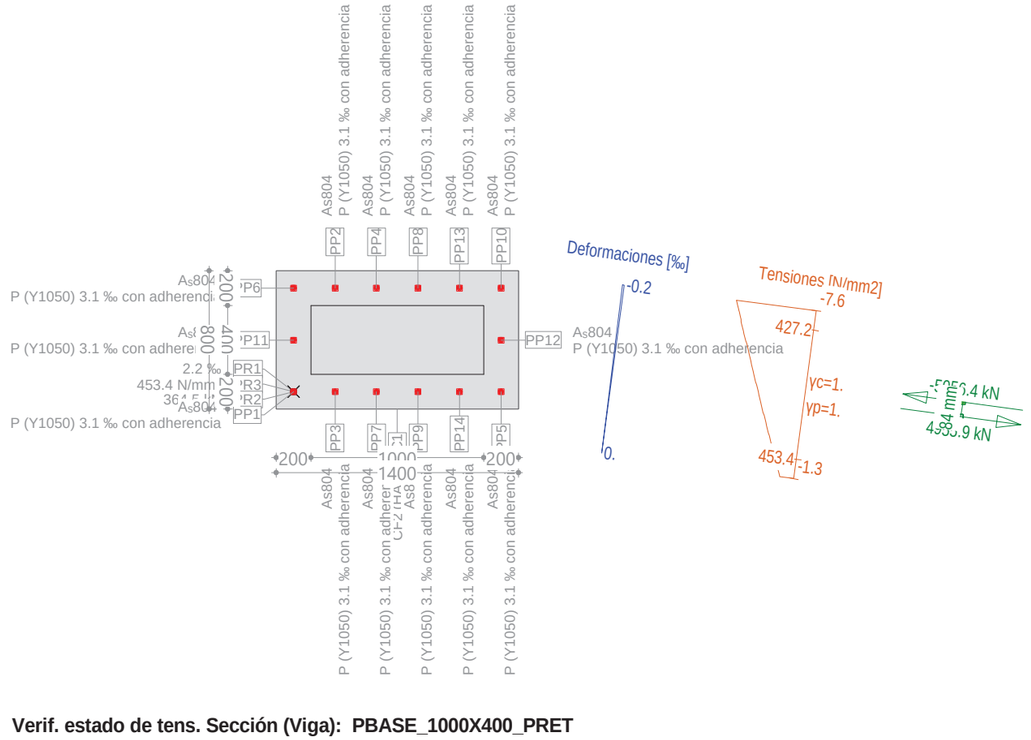
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-160.9	431.1	23.5	-0.1	0.2	0.0	1363322.01	2426233.45	7336129.36

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	362.9	362.9	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	451.3	451.3	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	451.3	451.3	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.4
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-100.6;My=408.2;Mz=165.8;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-100.6	408.2	165.8				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-7.6	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-1.3	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	427.2	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	453.4	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-8.1	
C1	1.	0	0	-1.4	

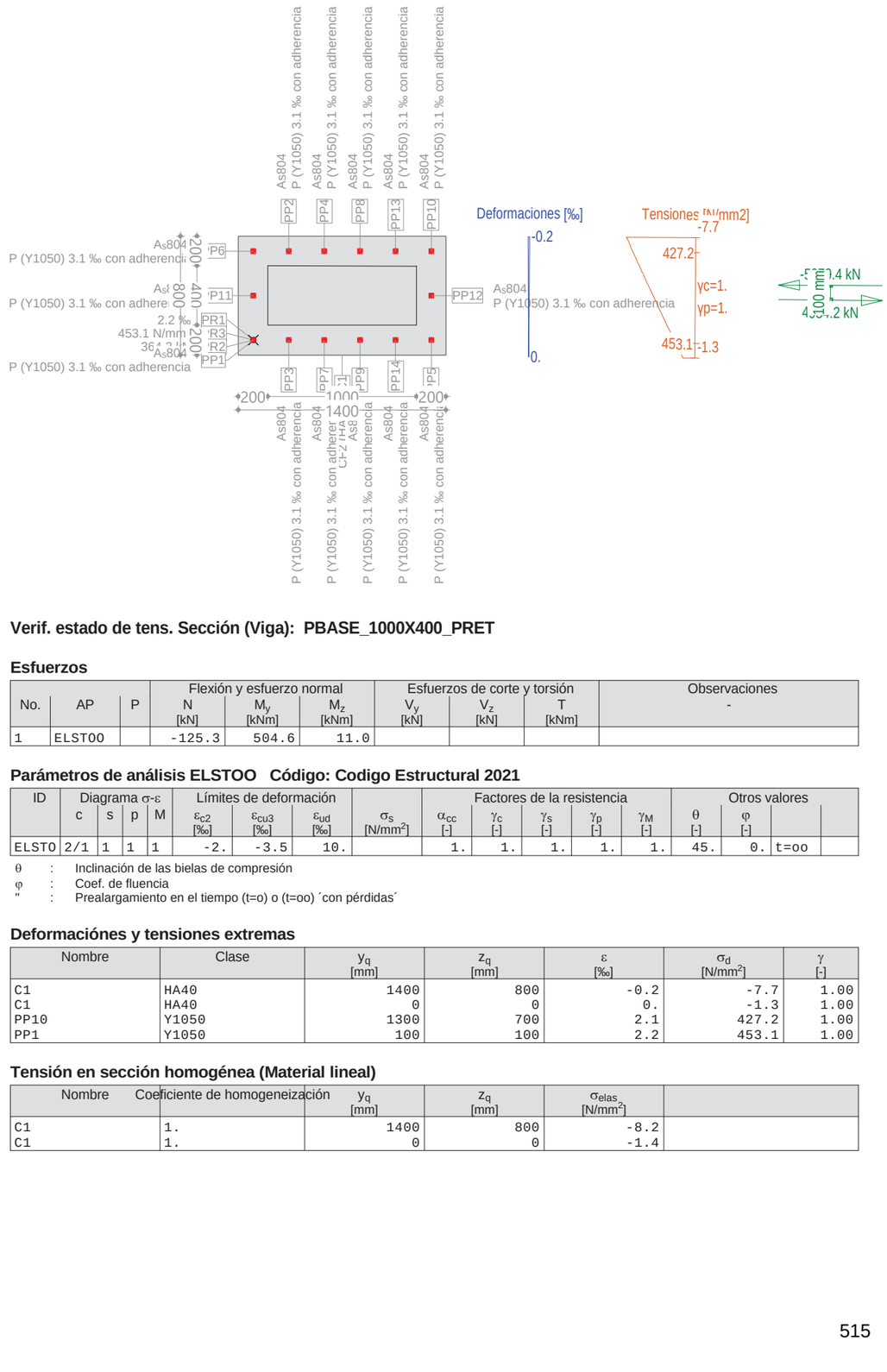
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-100.5	408.2	165.8	-0.1	0.2	0.0	861763.71	2427882.43	7341206.29

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	364.5	364.5	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	453.4	453.4	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	453.4	453.4	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-125.3;My=504.6;Mz=11.0;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-125.3	504.6	11.0				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-7.7	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-1.3	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	427.2	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	453.1	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-8.2	
C1	1.	0	0	-1.4	

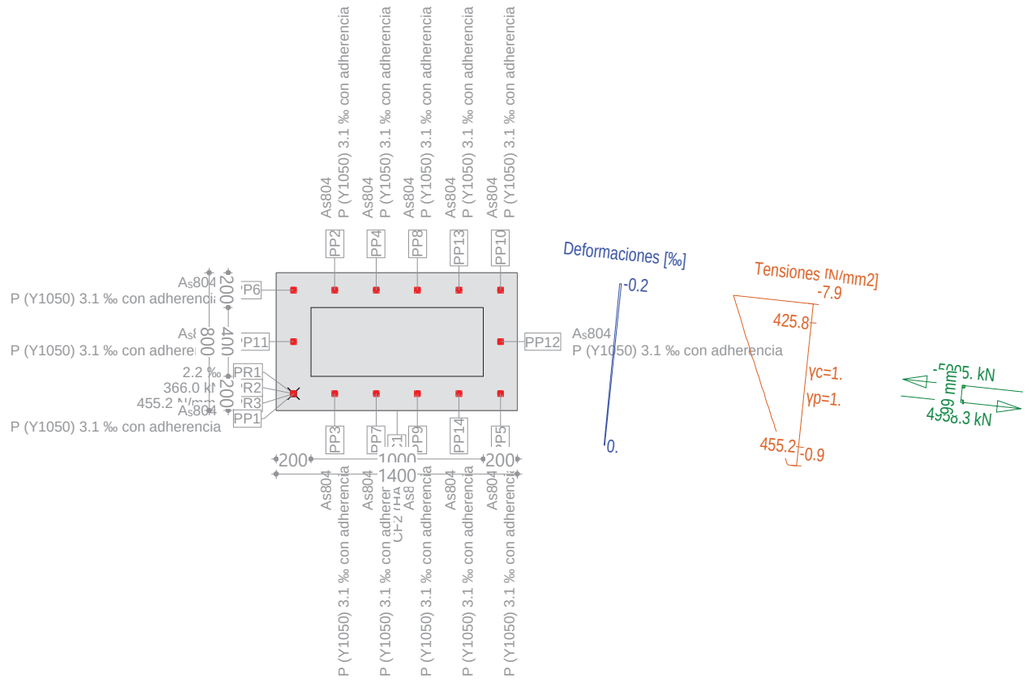
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-125.2	504.6	11.	-0.1	0.2	0.0	1066733.34	2427017.01	7338543.66

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	364.3	364.3	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	453.1	453.1	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	453.1	453.1	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.5
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-46.7;My=479.6;Mz=153.2;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-46.7	479.6	153.2				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	1400	800	-0.2	-7.9	1.00
C1	HA40	0	0	0.	-0.9	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.1	425.8	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.2	455.2	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	1400	800	-8.5	
C1	1.	0	0	-0.9	

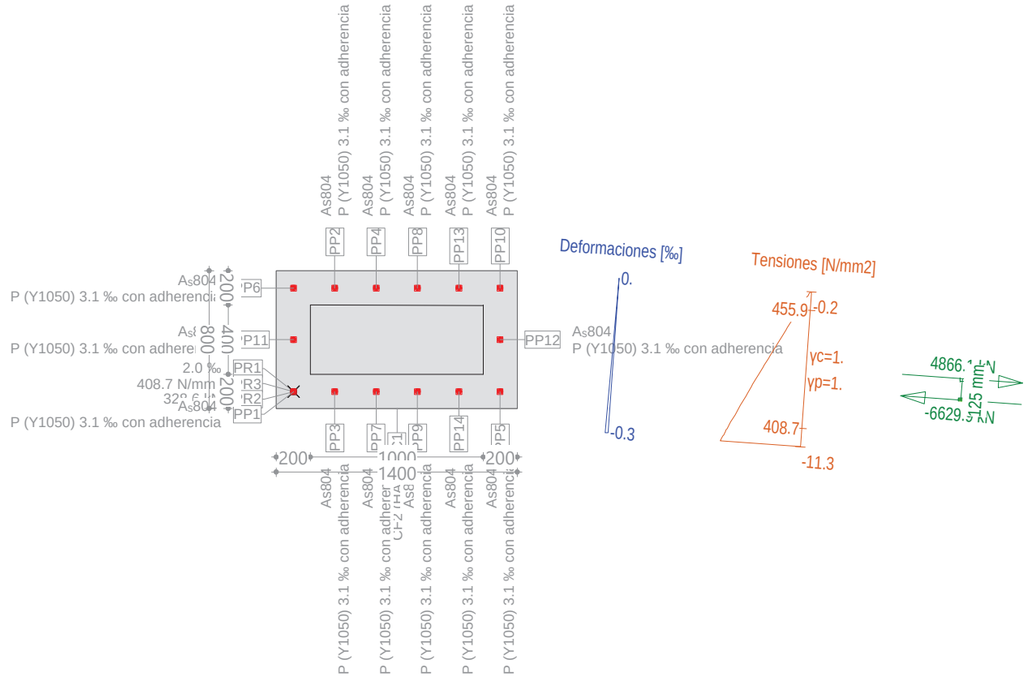
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-46.6	479.6	153.2	-0.1	0.2	0.0	403451.77	2429171.74	7345159.07

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.2	2.2	‰
N(PP1)	PR2	366.	366.	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	455.2	455.2	N/mm^2
σ(PP1(100,100))	σ_{PT}	455.2	455.2	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.5
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1763.9;My=-797.4;Mz=-175.3;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-1763.9	-797.4	-175.3				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.3	-11.3	1.00
C1	HA40	1400	800	0.	-0.2	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.	408.7	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.2	455.9	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-12.3	
C1	1.	1400	800	-0.2	

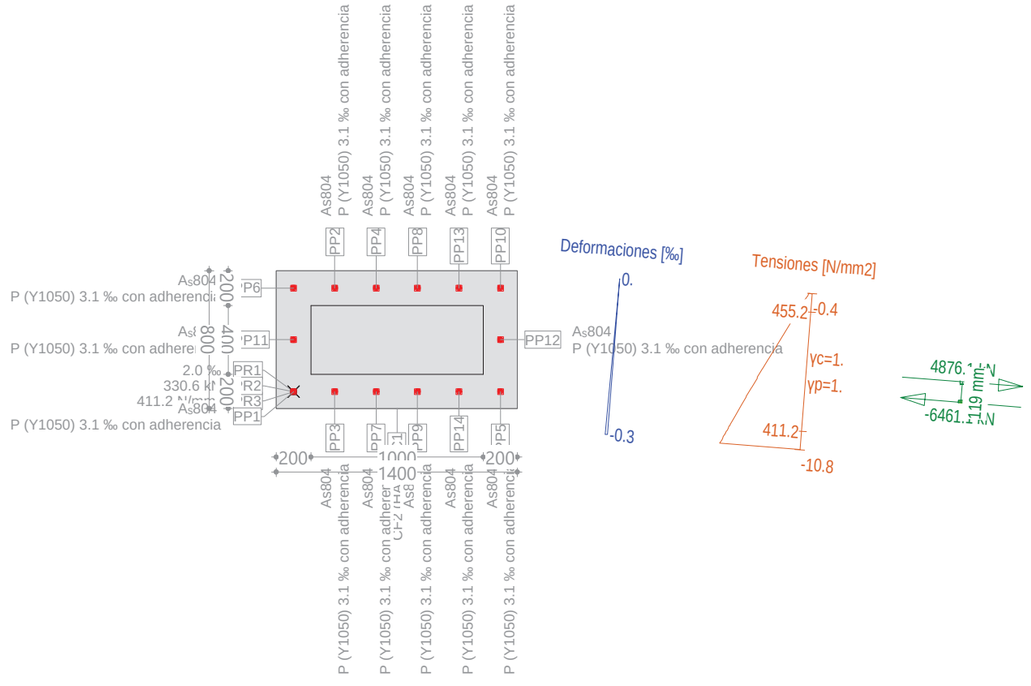
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1763.8	-797.4	-175.3	-0.2	-0.3	-0.0	11338431.9	2381435.72	7198827.45

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.	2.	‰
N(PP1)	PR2	328.6	328.6	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	408.7	408.7	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	455.9	455.9	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.5
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1585.1;My=-737.8;Mz=-174.4;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-1585.1	-737.8	-174.4				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.3	-10.8	1.00
C1	HA40	1400	800	0.	-0.4	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.	411.2	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.2	455.2	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-11.7	
C1	1.	1400	800	-0.5	

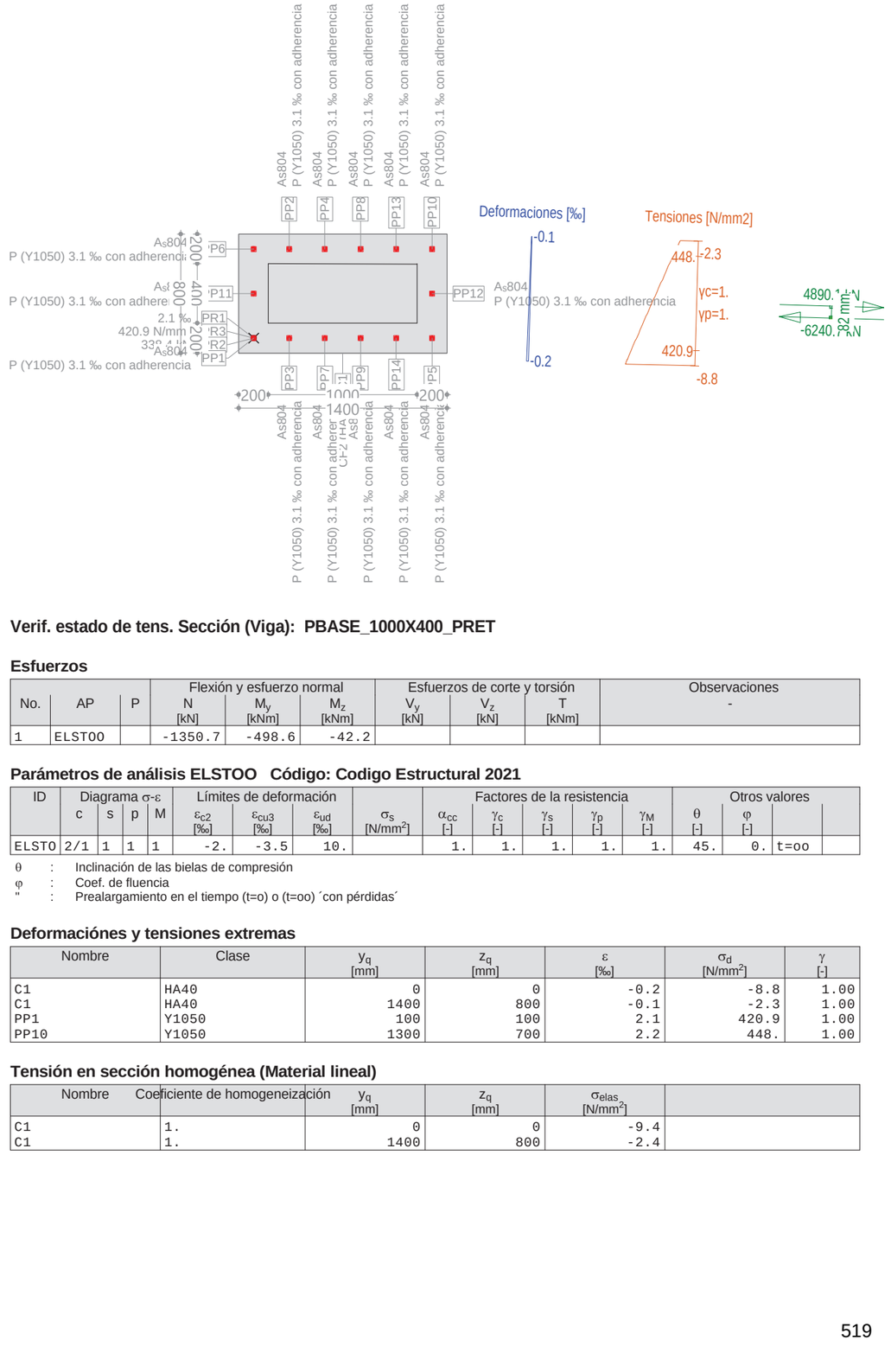
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1585.	-737.8	-174.4	-0.2	-0.3	-0.0	10480185.1	2386597.1	7214683.31

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.	2.	‰
N(PP1)	PR2	330.6	330.6	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	411.2	411.2	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	455.2	455.2	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.6
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1350.7;My=-498.6;Mz=-42.2;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-1350.7	-498.6	-42.2				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.2	-8.8	1.00
C1	HA40	1400	800	-0.1	-2.3	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.1	420.9	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.2	448.	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-9.4	
C1	1.	1400	800	-2.4	

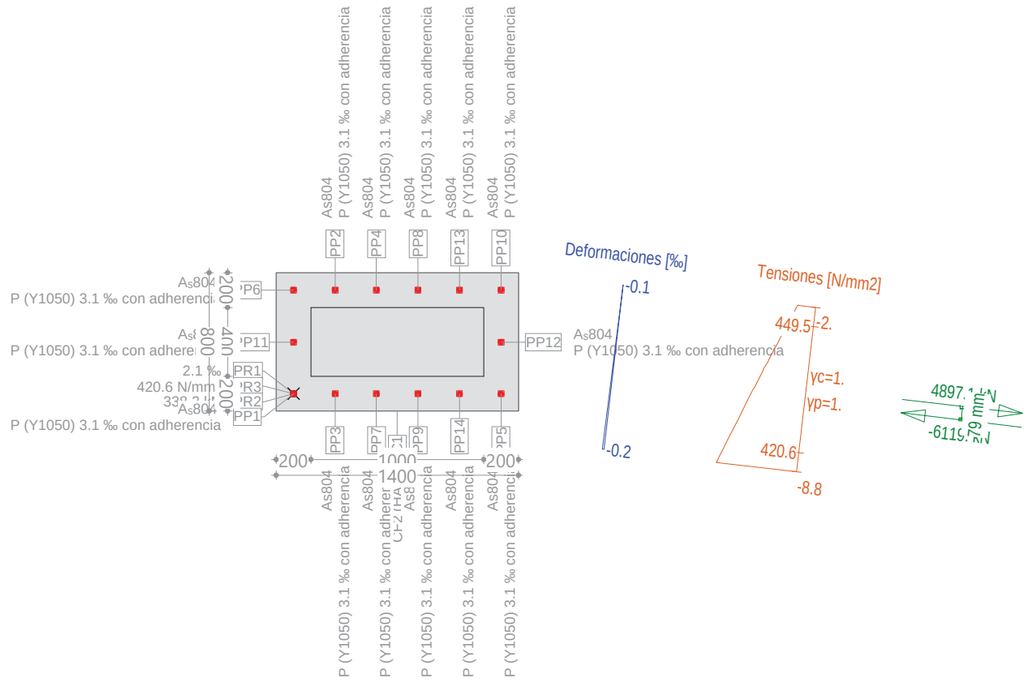
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1350.6	-498.6	-42.2	-0.1	-0.2	-0.0	9304923.37	2393864.45	7236920.52

Punto de resultados

Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.1	2.1	‰
N(PP1)	PR2	338.4	338.4	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	420.9	420.9	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	448.	448.	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

Escala 1 :33.4
Sección transversal PBASE_1000X400_PRET (HA40;Y1050): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-1222.0;My=-457.3;Mz=-160.8;



Verif. estado de tens. Sección (Viga): PBASE_1000X400_PRET

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	ELSTOO		-1222.0	-457.3	-160.8				

Parámetros de análisis ELSTOO Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación				Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
ELSTO	2/1	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.	t=oo	

θ : Inclinación de las bielas de compresión
φ : Coef. de fluencia
" : Prealargamiento en el tiempo (t=o) o (t=oo) ´con pérdidas´

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C1	HA40	0	0	-0.2	-8.8	1.00
C1	HA40	1400	800	-0.1	-2.	1.00
PP1	Y1050	100	100	2.1	420.6	1.00
PP10	Y1050	1300	700	2.2	449.5	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C1	1.	0	0	-9.4	
C1	1.	1400	800	-2.1	

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

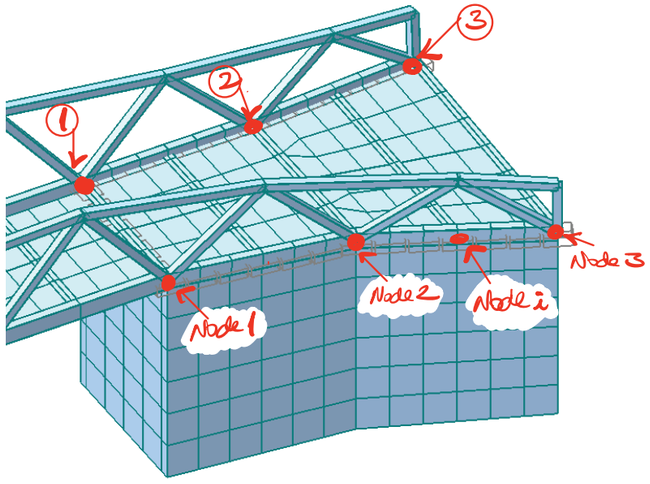
Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-1221.9	-457.3	-160.8	-0.1	-0.2	-0.0	8596441.21	2397456.66	7247984.03

Punto de resultados

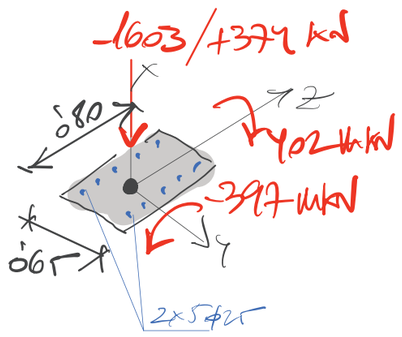
Fórmula / Resultado	Nombre	Max	Min	Valor
ε(PP1(100,100))	PR1	2.1	2.1	‰
N(PP1)	PR2	338.2	338.2	kN
σ(PP1(100,100))	PR3	420.6	420.6	N/mm^2
σ(PP10(1300,700))	σ_{PT}	449.5	449.5	N/mm^2
Δσ((700,400))	$\Delta\sigma_{PT}$	0.	0.	N/mm^2

APÈNDIX 5 – ESTREPS

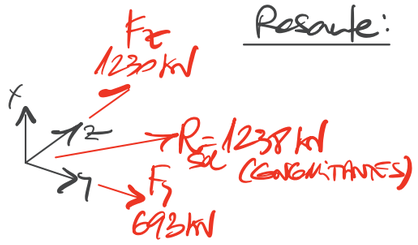
ESTREP 2



Node 1

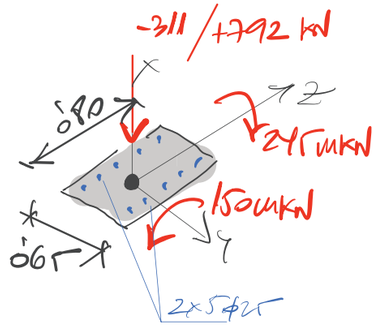


Resaute:

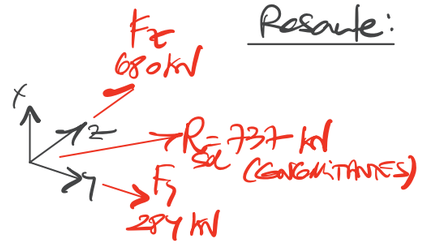


disponemos 16 pérnos Ø19
(2<150)
R_{Rd} = 16 x 81'7 kN/perno = 1307 kN

Node 2

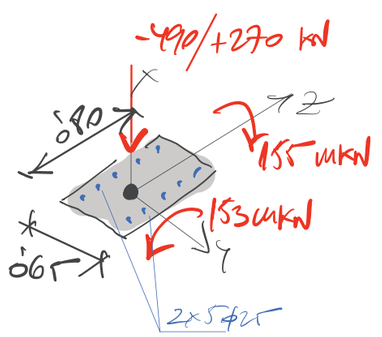


Resaute:

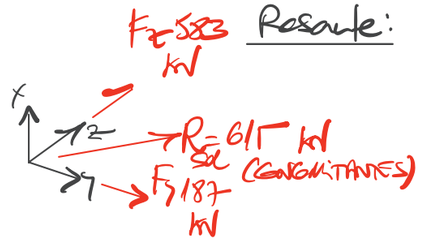


disponemos 16 pérnos Ø19
(2<150)
R_{Rd} = 16 x 81'7 kN/perno = 1307 kN

Node 3

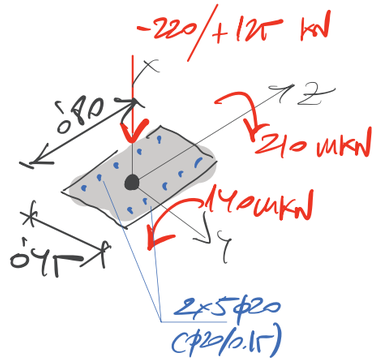


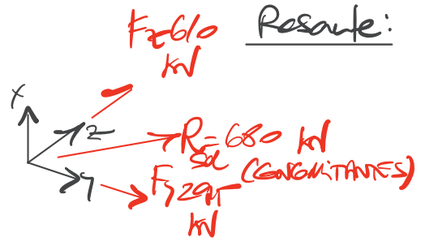
Resaute:



disponemos 16 pérnos Ø19
(2<150)
R_{Rd} = 16 x 81'7 kN/perno = 1307 kN

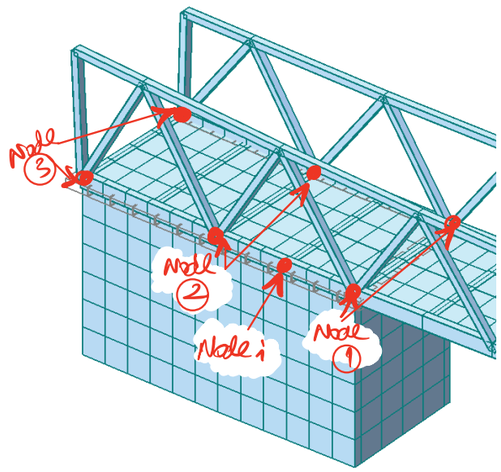
Node i



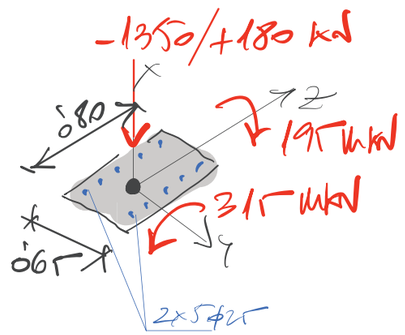


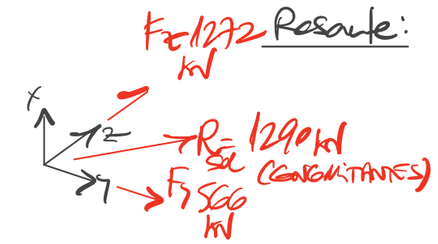
disponemos 12 pernos ϕ19
(2<150)
R_{Rd} = 12 x 81'7kN/perno = 980 kN

Estep 1



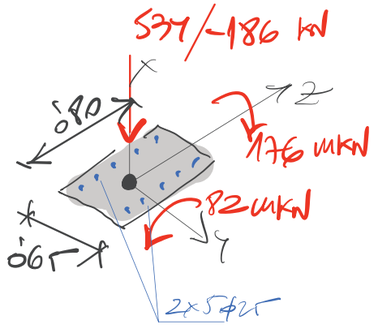
Node (1)

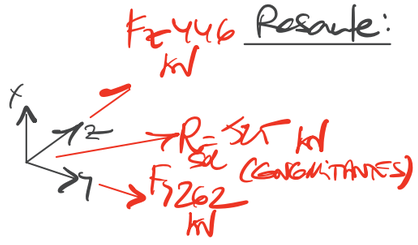




disponemos 16 pernos ϕ19
(2<150)
R_{Rd} = 16 x 81'7kN/perno = 1307 kN

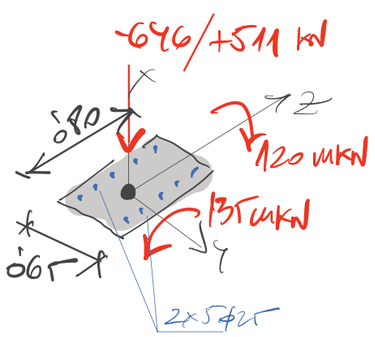
Node 2

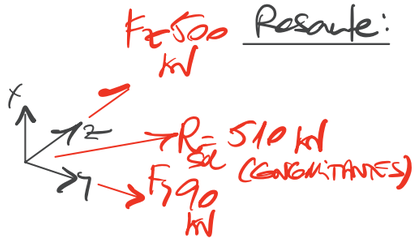




dispuemos 16 pernos φ19
(2<150)
R_{Rd} = 16 x 81'7kN/perno = 1307kN

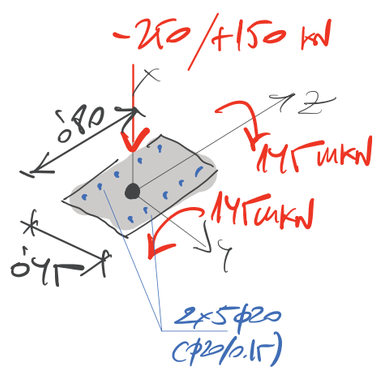
Node 3





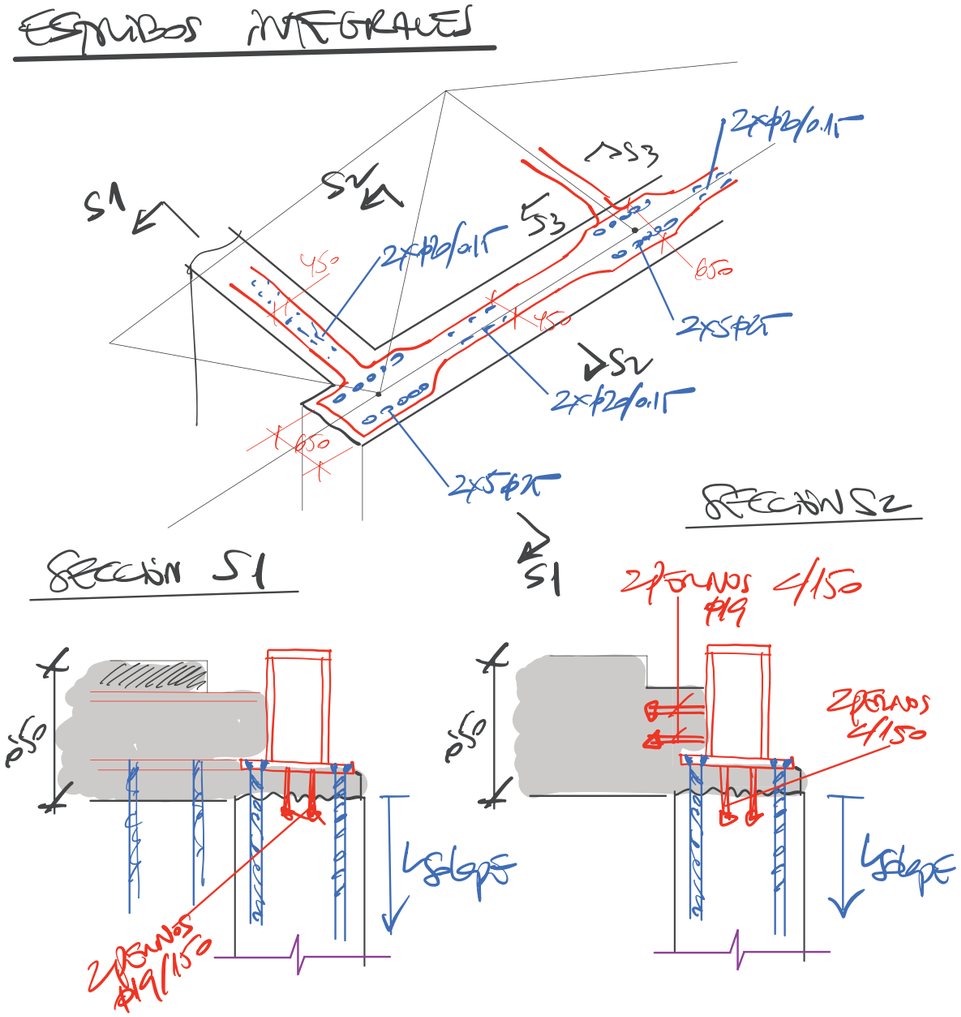
dispuemos 16 pernos φ19
(2<150)
R_{Rd} = 16 x 81'7kN/perno = 1307kN

Node 1



dispuemos 12 pernos φ19
(2<150)
R_{Rd} = 12 x 81'7kN/perno = 980 kN

ESTRIBOS INTEGRALES



SECCIÓN S1

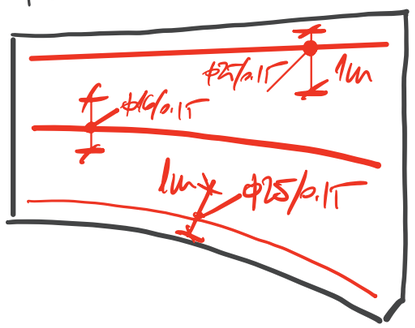
SECCIÓN S2

ESTREP 2 · ARMADURAS LOSA

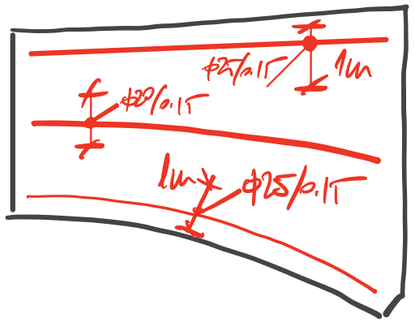
ARMADO "SHELL"

de acuerdo al dimensionado de armaduras automático en los elementos "Shell" del modelo.

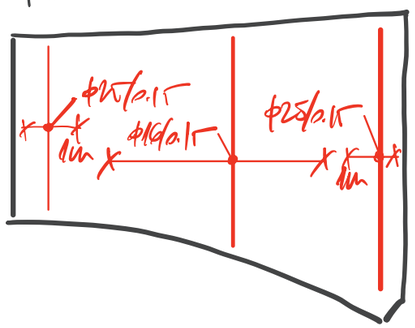
SUPERIOR LONGITUDINAL



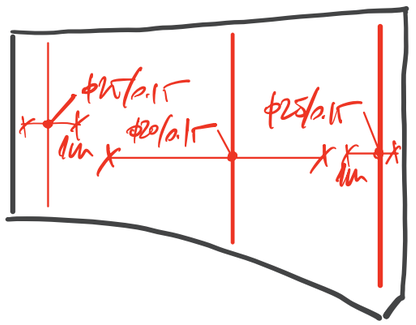
INFERIOR LONGITUDINAL



SUPERIOR TRANSVERSAL

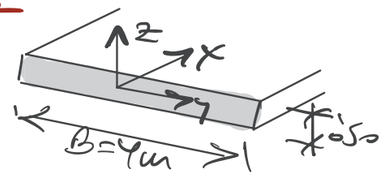


INFERIOR TRANSVERSAL

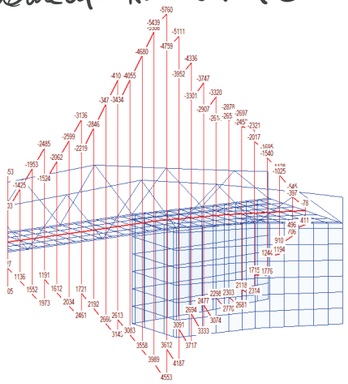


armado sobre modelos seccionales (integrador)

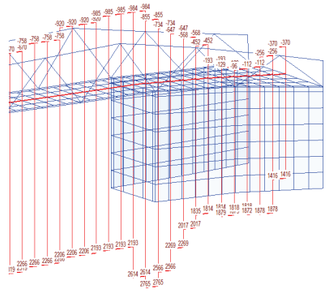
Sección parcial losa



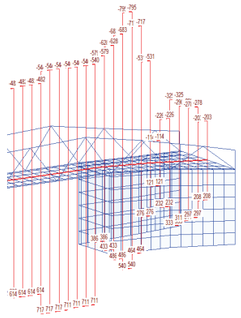
Momento transversal (ELU)



Esfuerzo axil (ELU)



Cortante Horizontal (ELU)



ELU

$N_{sd} = -985 / +2765$ kN

$M_{zsd} = -5760 / +4553$ mkN

$V_{ysd} = 795$ kN

eff(M,N) = 0'7 ok.

ELS cuasipermanente:

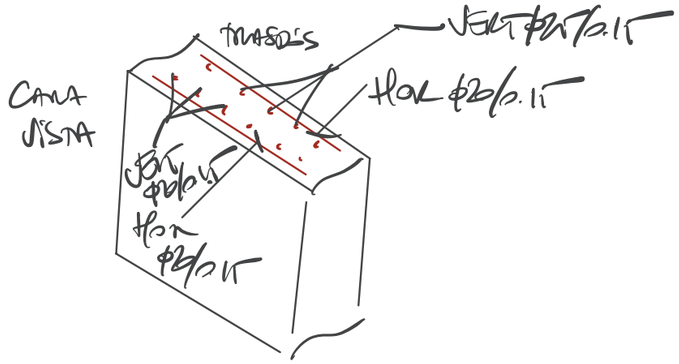
$N_{cp} = 1415$ kN

$M_{zcp} = -2011$ mkN

$\sigma_{cp} = 164$ MPa. $w < 0'2$ ok.

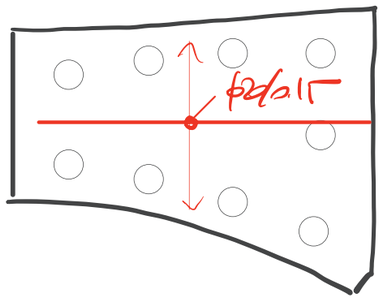
ESTREP 2 · ARMADURAS MUROS

de acuerdo al dimensionado de armaduras automático en los elementos "shell" del modelo.

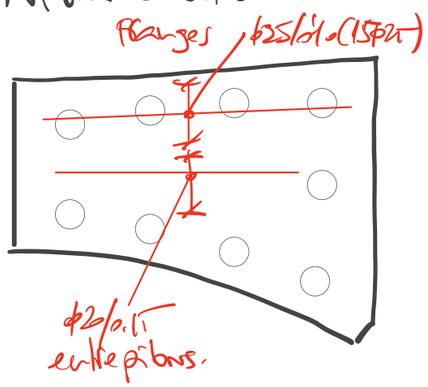


ESTREP 2. ARMADURES ENCEP

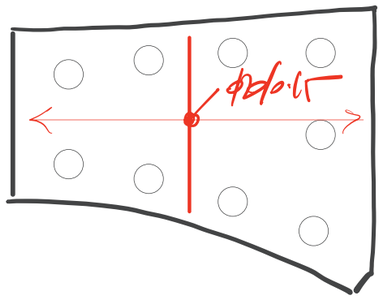
SUPERIOR LONGITUDINAL



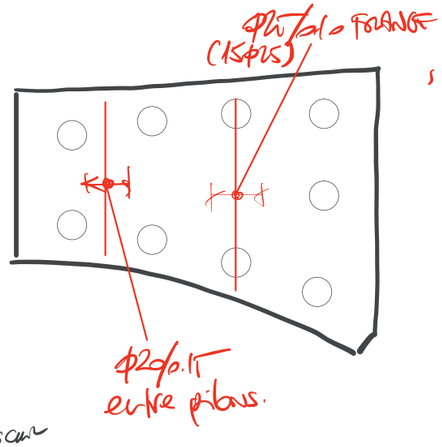
INFERIOR LONGITUDINAL



SUPERIOR TRANSVERSAL

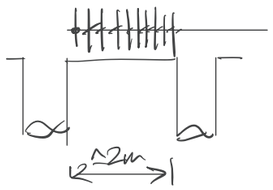


INFERIOR TRANSVERSAL



armadures verticals (entre pilons)

$N_d/3 \simeq \frac{4635\ kN}{3} = 1545\ kN \xrightarrow{400\ MPa} A_{s\,nec} \geq 386\ cm^2$



2CΦ12/0.15

$A_s = 4\ ramas\ \frac{\Phi 12}{0.15m}\ 2m$

$= 60\ cm^2 > A_{s\,nec}$

ESTREP 2. PILONS

$N_{sd} = -4620/+265\ kN$

$M_{y\,sd} = 1300\ mkN$
$M_{z\,sd} = 955\ mkN$
$M_{sd} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 1615\ mkN$

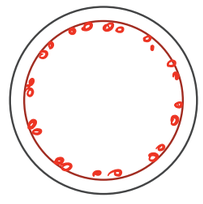
$V_{z\,sd} = 876\ kN$
$V_{y\,sd} = 603\ kN$
$V_{sd} = \sqrt{V_y^2 + V_z^2} = 958^{(*)}\ kN$

(*) LONGITUDINALES.

Quasi-permanent

$N_{cp} = -760/-2656\ kN$

$M_{y\,cp} = 612\ mkN$
$M_{z\,cp} = 400\ mkN$
$M_{cp} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 730\ mkN$



A_s.
2x12Φ25
CΦ10/0.15

ESTREP 1. PILONS

$N_{sd} = -4410 / +1054$ kN

$M_{ysd} = 1273$ mkN
$M_{zsd} = 1175$ mkN] $M_{sd} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 1732$ mkN

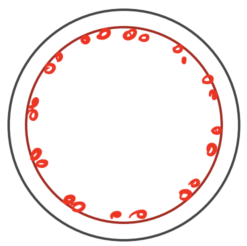
$V_{zsd} = 555$ kN
$V_{ysd} = 570$ kN] $V_{sd} = \sqrt{V_y^2 + V_z^2} = 795^{(**)}$ kN

(**) CONCOMITANTES.

Quasi-permanent

$N_{cp} = -525 / -2205$ kN

$M_{y.cp} = 572$ mkN
$M_{zcp} = 415$ mkN] $M_{cp} = \sqrt{M_y^2 + M_z^2} = 707$ mkN

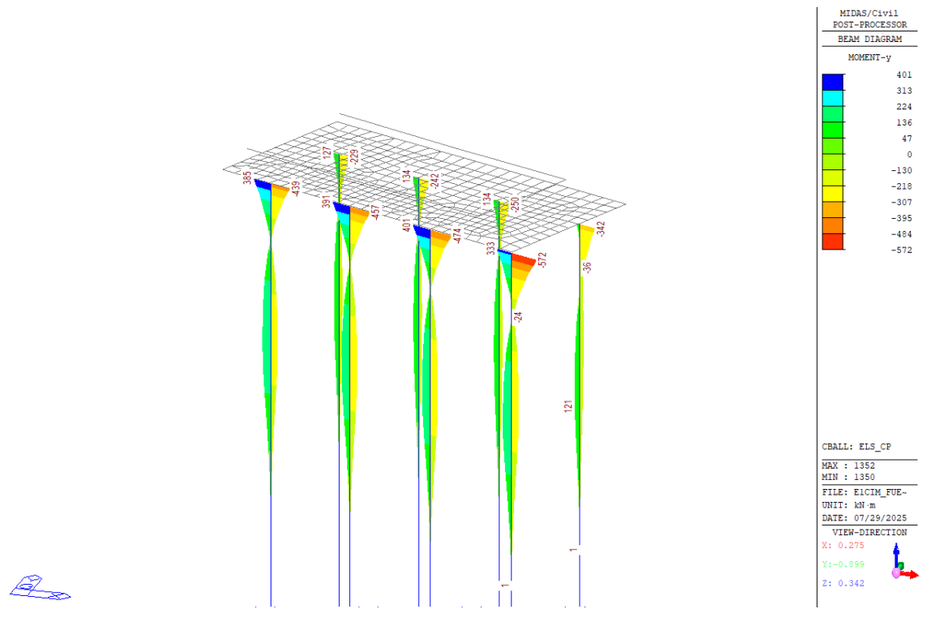


As.
2x12φ25
cφ16 a 0.15

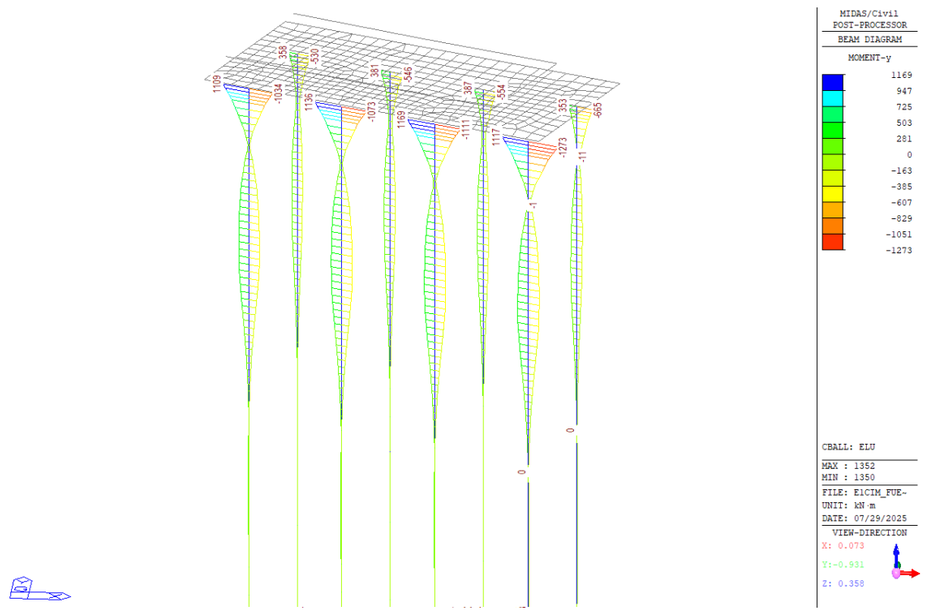
5.1 PILONS

FONAMENTACIONS

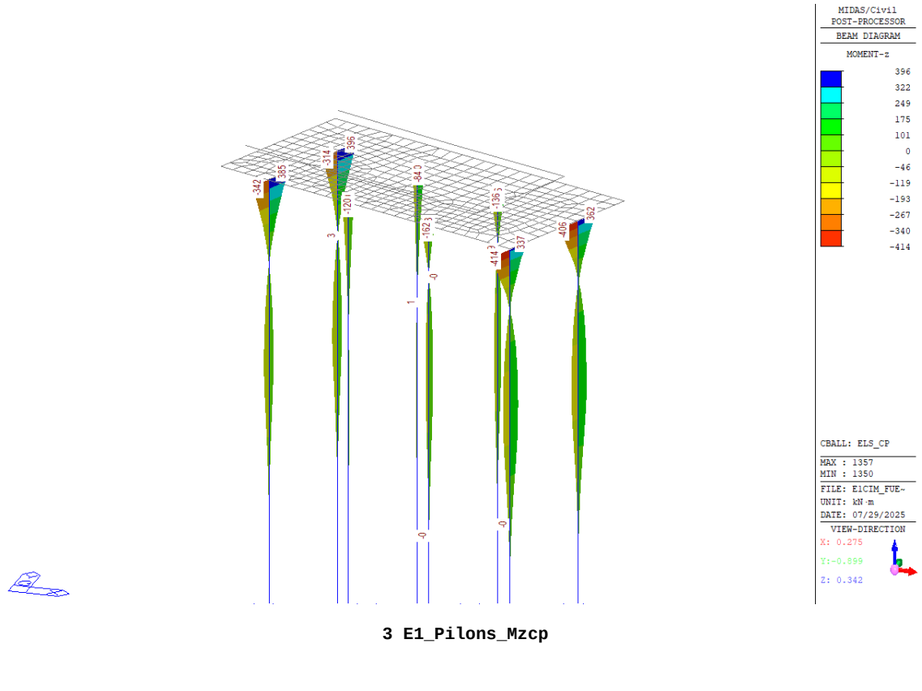
ESTREP 1



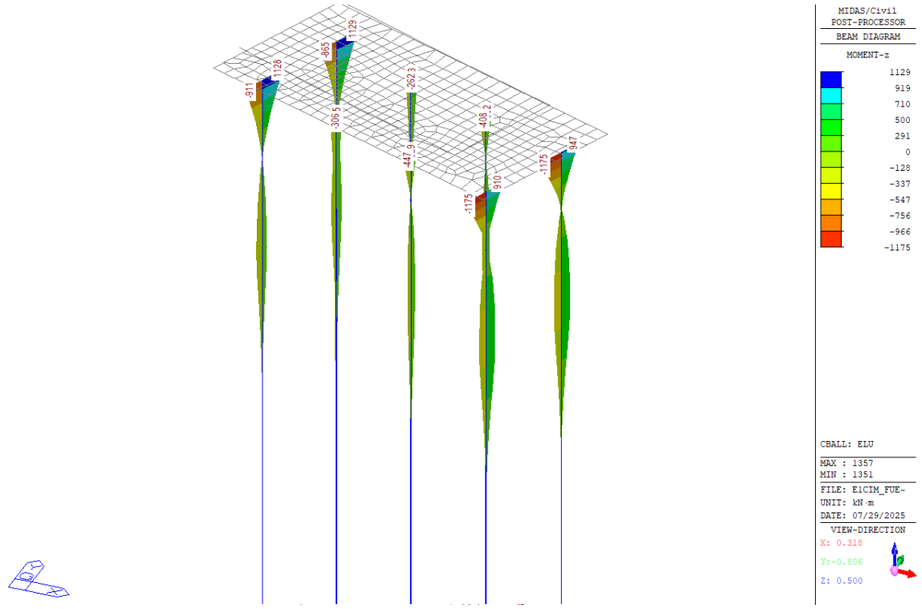
1 E1_Pilons_Mycp



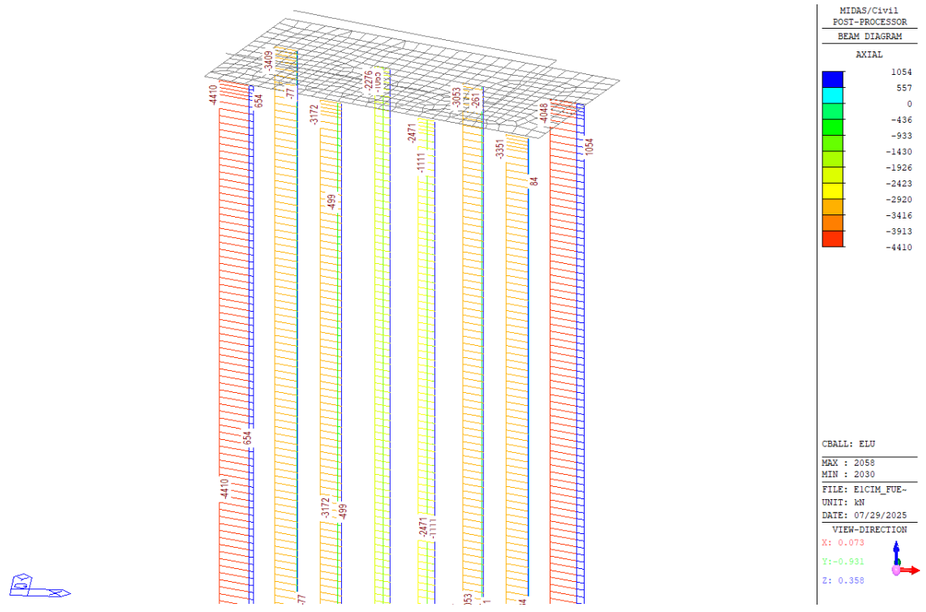
2 E1_Pilons_MySd



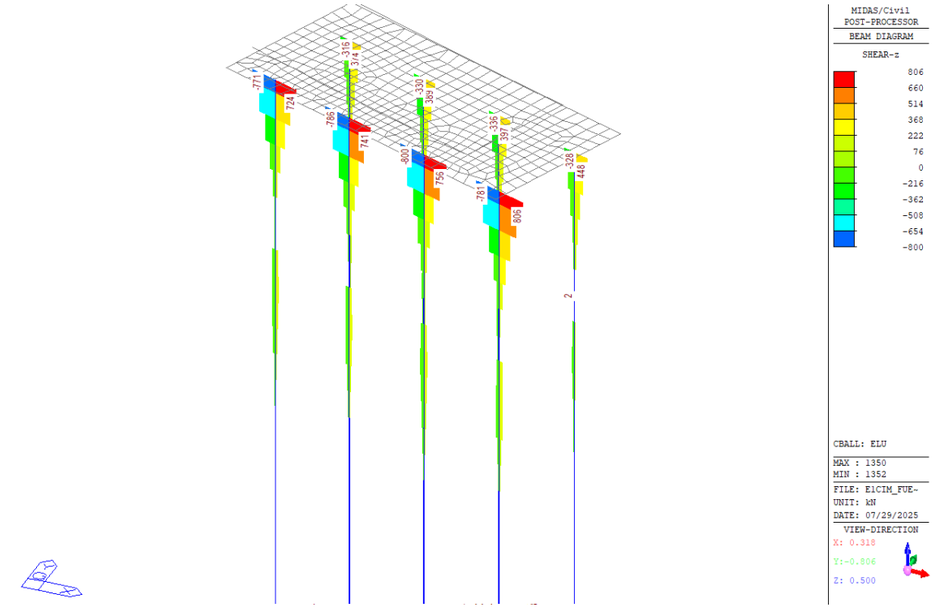
3 E1_Pilons_Mzcp



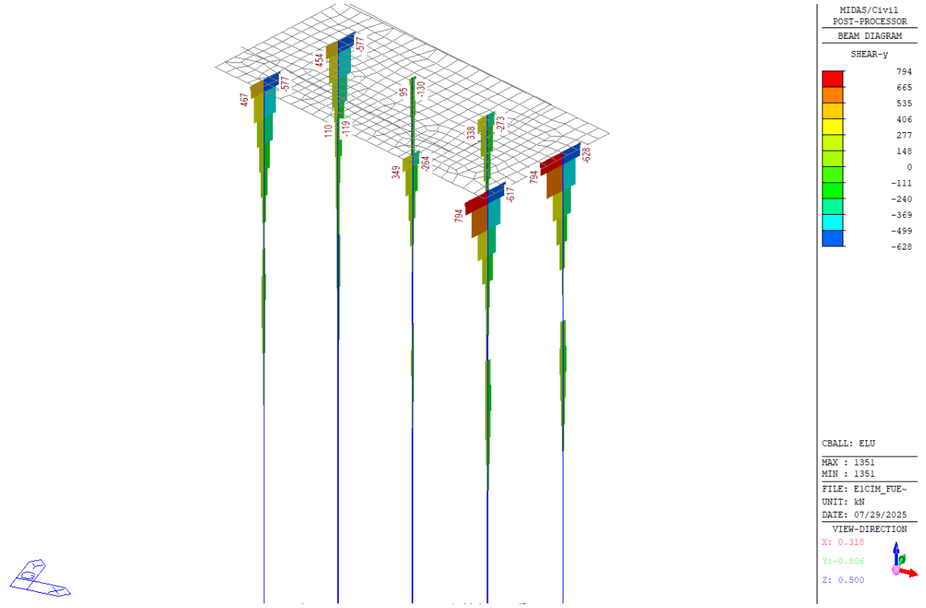
4 E1_Pilons_MzSd



5 E1_Pilons_NSd

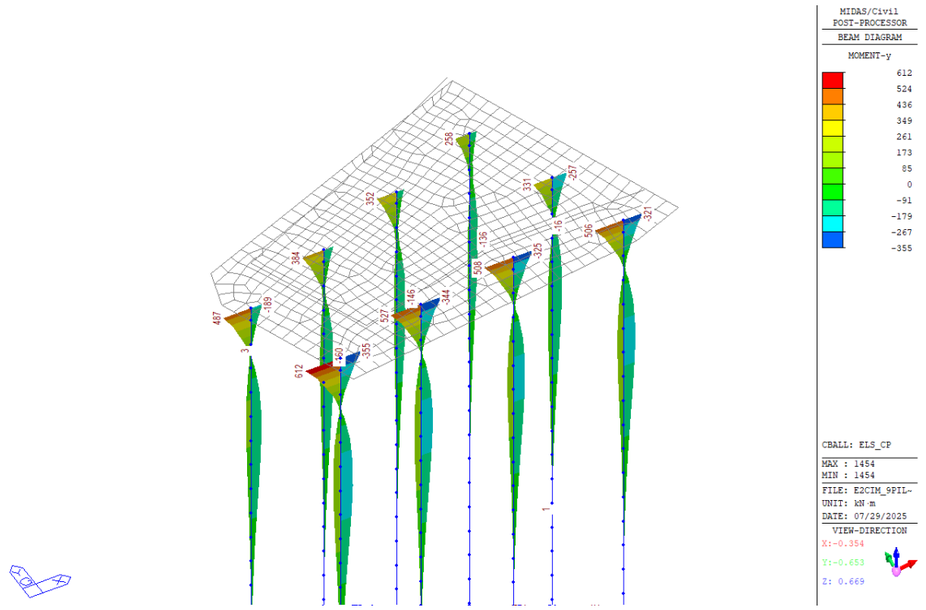


7 E1_Pilons_VzSd

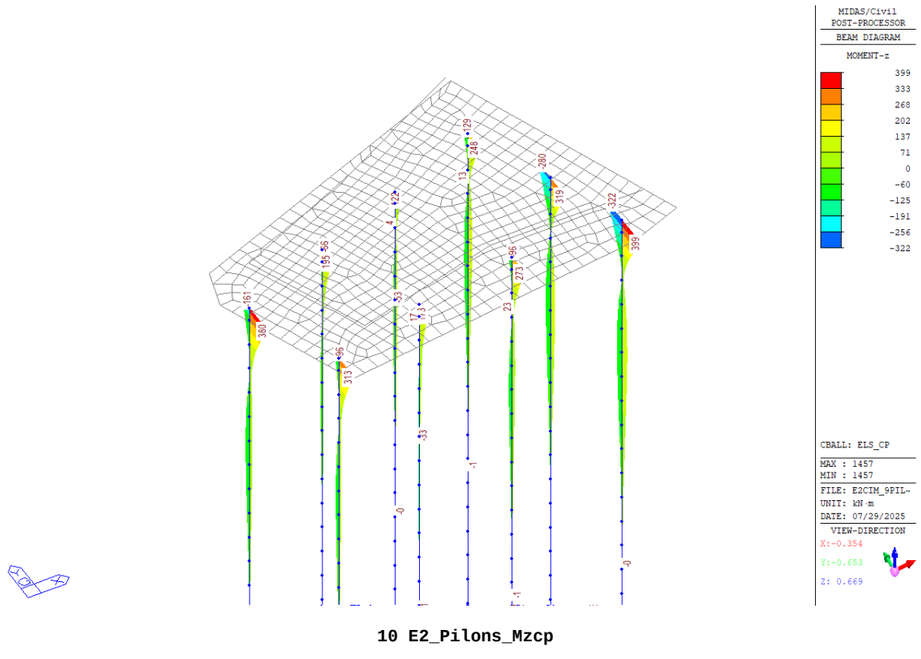


6 E1_Pilons_VySd

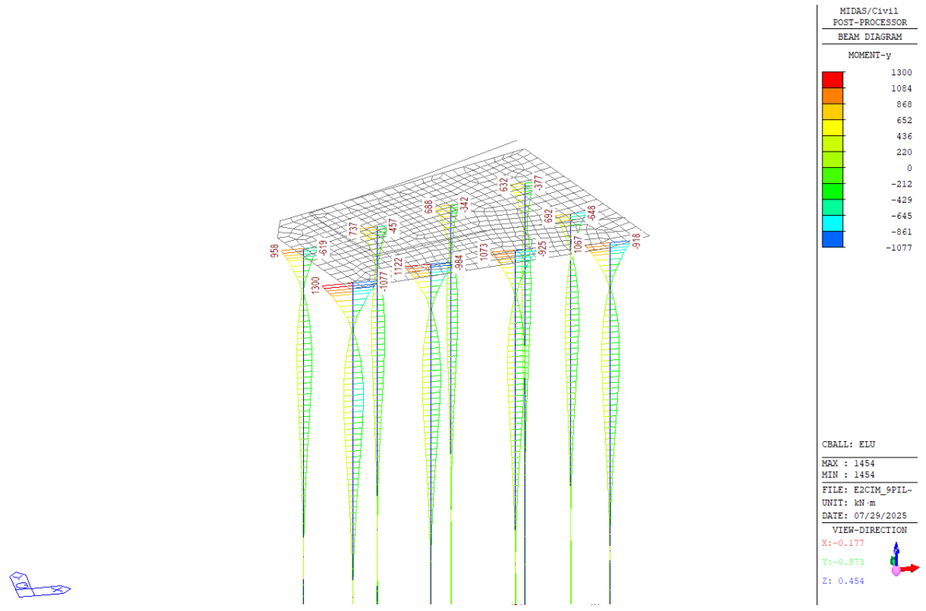
ESTREP 2



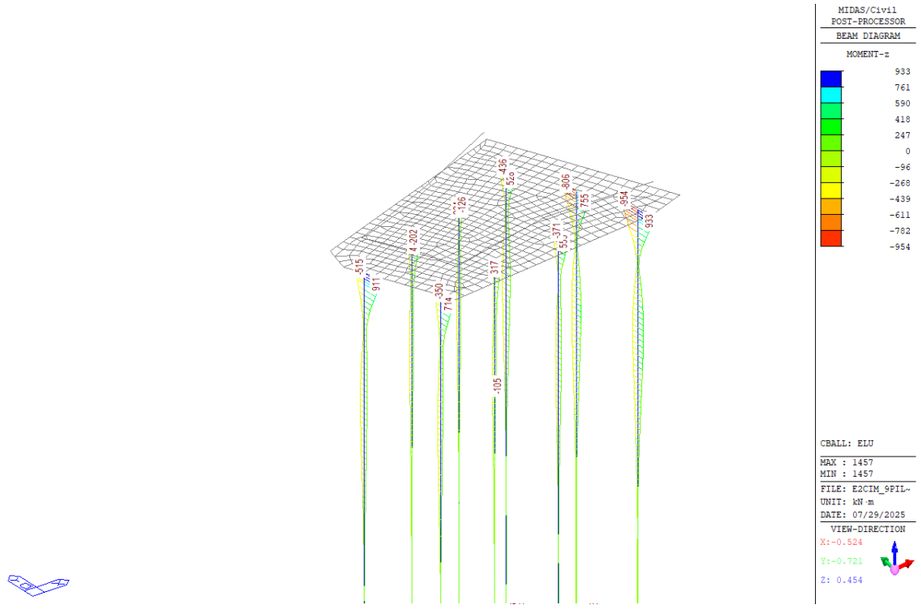
8 E2_Pilons_Mycp



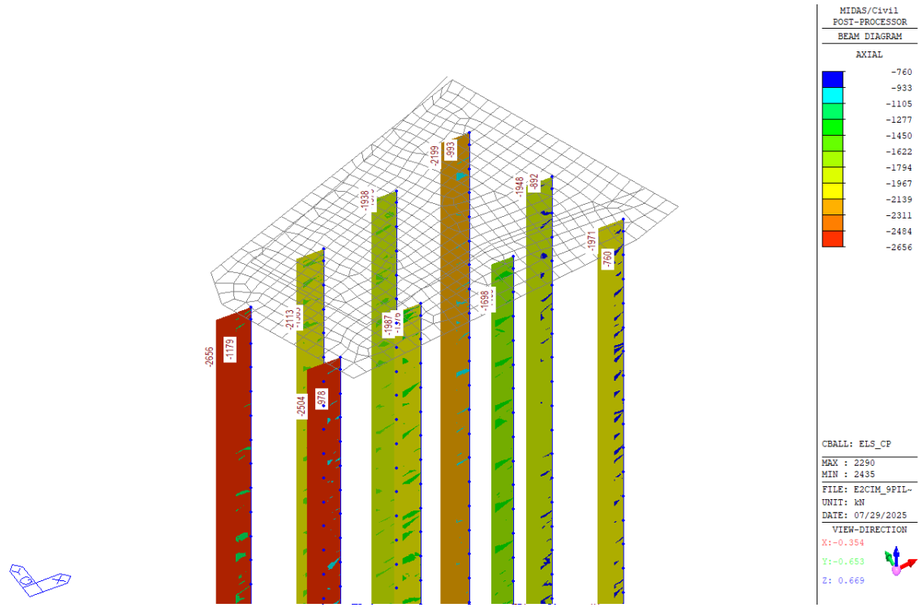
10 E2_Pilons_Mzcp



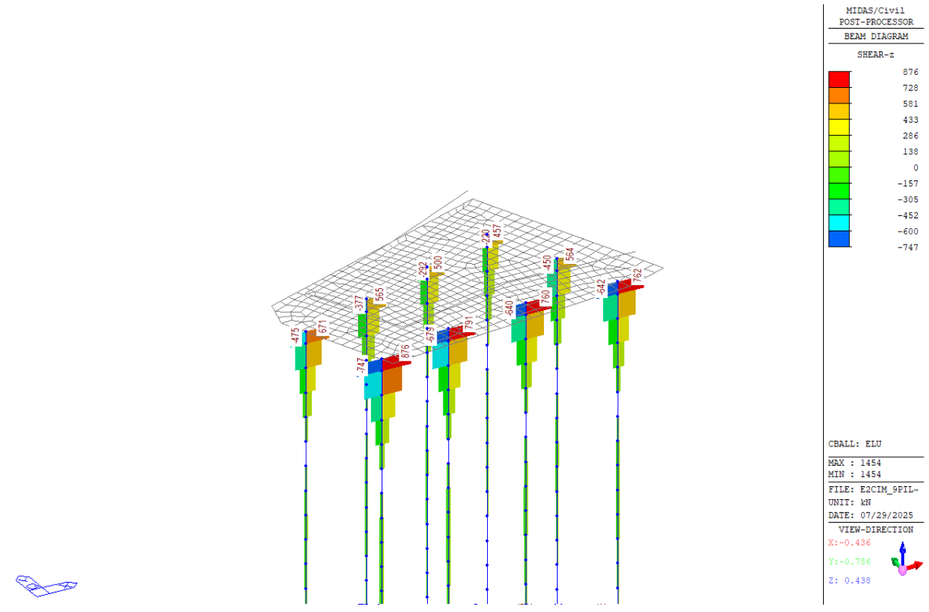
9 E2_Pilons_MySd



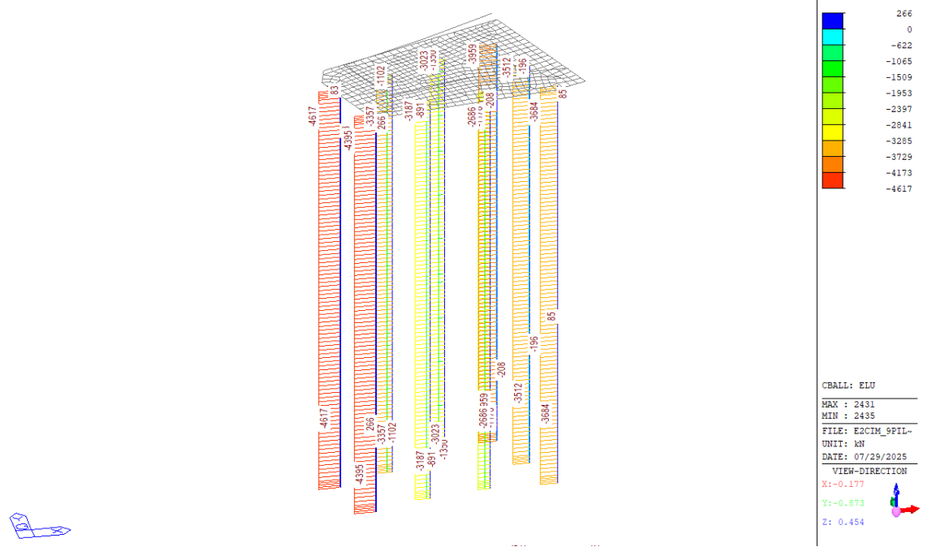
11 E2_Pilons_MzSd



12 E2_Pilons_Ncp



14 E2_Pilons_VzSd



13 E2_Pilons_NSd

ESTREP 1

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.20\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 168.3\ m - 161.7\ m = [\ 6.6\ m\ ]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 20\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 6.6\ m \\ 13.4\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (Dipòsits terciaris Ta)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 20\ m$

$L = \begin{bmatrix} 6.6\ m \\ 13.4\ m \end{bmatrix}$

$L_1 := L_1 - 3\ m$

Estudi geotècnic:
"No comptabilitzar el fust dels elements profunds o especials en el tram corresponent als dos-tres metres superiors del terreny"

CAPACIDAD PORTANTE TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [\ 57\ ]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$ punta en NM2

CARGA DE HUNDIMIENTO

Resistencia por punta

$A_p := \left(\frac{D_p{}^2 \cdot \pi}{4} \right) = 1.13\ m^2$ Área de la punta

$Q_p := A_p \cdot \sigma_{p.NM2} = 3860\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR PUNTA

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix} kPa$ resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 3.6 \\ 13.4 \end{bmatrix} m$ longitud del pilote en cada estrato

$Q_f := \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 4663\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR FUSTE

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	$\gamma_b := 1.45$
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	$\gamma_s := 1.15$
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	1,15[4)]

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo γ_{Rd} para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo (γ_{Rd}) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_s \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

$\gamma_b \cdot \gamma_{Rd} = 2.03$ coeficiente efectivo Punta

Carga de hundimiento total

Para pilotes excavados cuya punta no se empotra en roca, se toma la carga de hundimiento igual a la suma de las cargas correspondientes a fuste y punta

$R_h := Q_f + Q_p = 8523\ kN$

$R_d := \frac{Q_f}{\gamma_s \cdot \gamma_{Rd}} + \frac{Q_p}{\gamma_b \cdot \gamma_{Rd}} = 4798\ kN$

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.20\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 168.3\ m - 161.7\ m = [\ 6.6\ m\ ]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 20\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 6.6\ m \\ 13.4\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (Dipòsits terciaris Ta)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 20\ m$

$L = \begin{bmatrix} 6.6\ m \\ 13.4\ m \end{bmatrix}$

$L_1 := L_1 - 3\ m$

Estudi geotècnic:
"No comptabilitzar el fust dels elements profunds o especials en el tram corresponent als dos-tres metres superiors del terreny"

CAPACIDAD A TRACCIÓN DEL TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [\ 57\ ]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$

CARGA DE ARRANQUE

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}$ kPa resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 3.6 \\ 13.4 \end{bmatrix}$ m longitud del pilote en cada estrato

$$Q_{f.t} := 0.7 \cdot \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 3264 \text{ kN}$$

CARGA DE ARRANQUE POR FUSTE
0.7·Q.compresion
(Guia de Cimentaciones §5.11)

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	1,45[1)]
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	1,15[1)]
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	$\gamma_{s.t} := 1.15$

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo γ_{Rd} para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo (γ_{Rd}) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

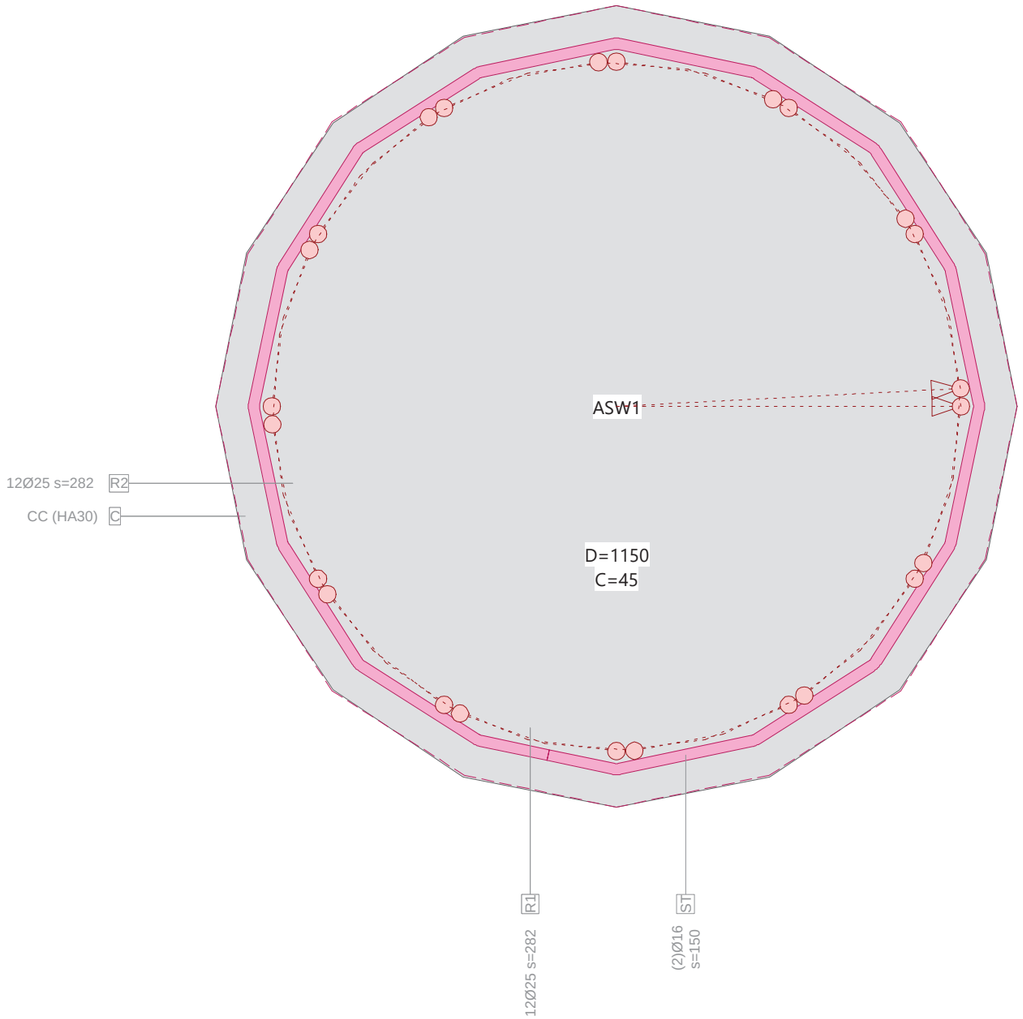
Carga de arranque total (pilote aislado)

Se toma la carga de arranque igual a la carga correspondiente a fuste a tracción:

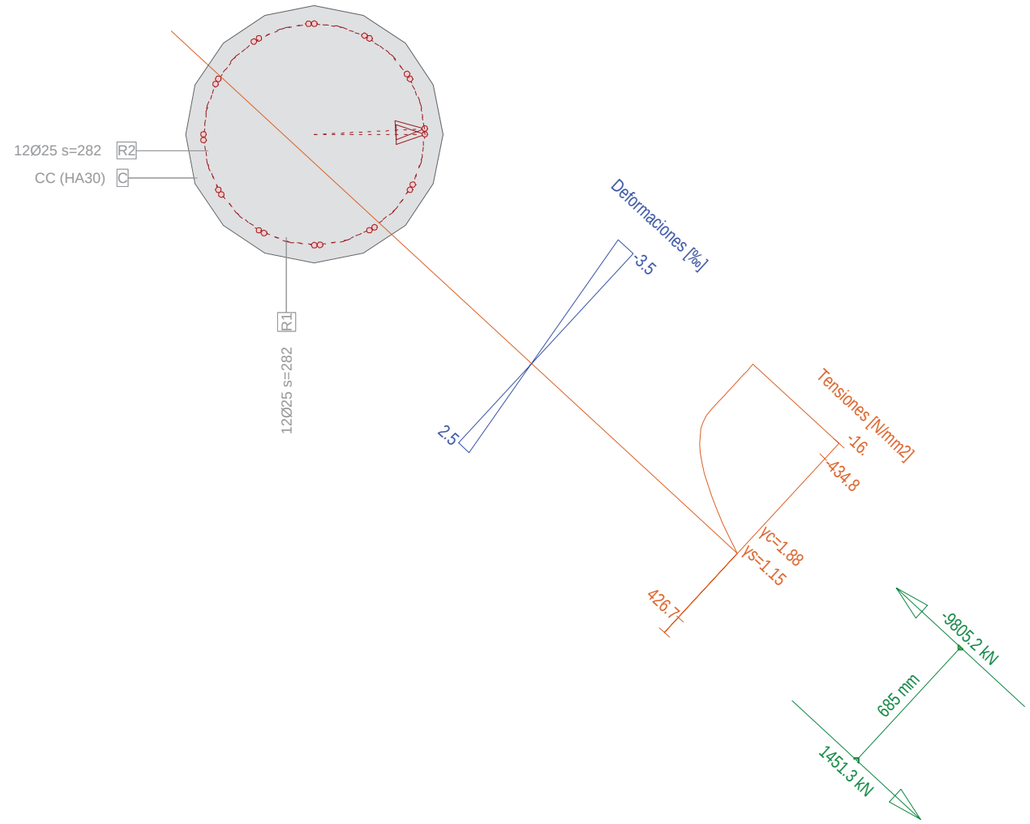
$R_t := Q_{f.t} = 3264$ kN

$$R_{t.d} := \frac{Q_{f.t}}{\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd}} = 2028 \text{ kN}$$

Sección transversal E1_PIL120_TOP (HA30;B500S): Contorno, Armaduras, Sin paredes de cortante Escala 1 :8.3



Sección transversal E1_PIL120_TOP (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-4410.0;My=1273.0;Mz=1175.0; eff(M,N)=0.53 OK Escala 1 :25.8



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_PIL120_TOP

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.53 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	ELU_PIL		-4410.0	1273.0	1175.0	0.53					

Parámetros de análisis ELU_PIL Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELU_P	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	20.		1.	1.88	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

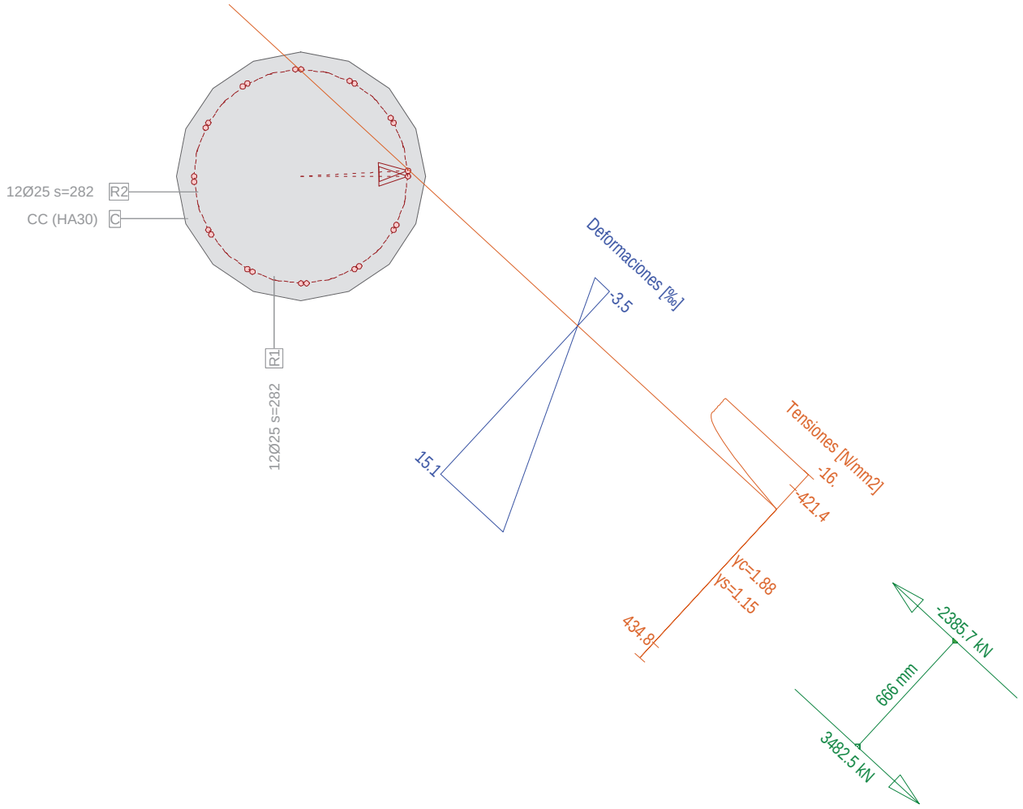
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	390	423	-3.5	-16.	1.88
C	HA30	-390	-423	2.5	0.	1.88
R1	B500S	247	428	-3.	-434.8	1.15
R1	B500S	-247	-428	2.	426.7	1.15

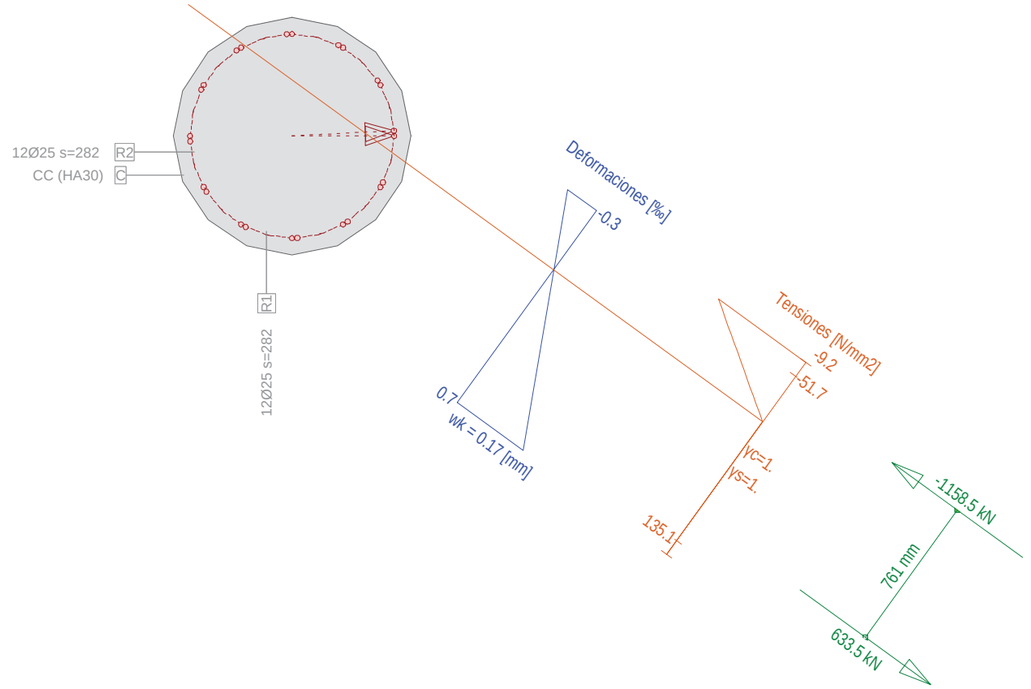
Estado Último "ELU_PIL"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-8353.8	2411.	2225.4	-0.5	3.8	3.5	16985144.3	627055.11	627429.32

Sección transversal E1_PIL120_TOP (HA30;B500S): Eficiencia Nx=1054.0;My=1273.0;Mz=1175.0; eff(M,N)=0.96 OK Escala 1 :26.7



Sección transversal E1_PIL120_TOP (HA30;B500S): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-525.0;My=572.0;Mz=415.0; Escala 1 :28.0



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_PIL120_TOP

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.96 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	ELU_PIL		1054.0	1273.0	1175.0	0.96					

Parámetros de análisis ELU_PIL Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELU_P	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	20.		1.	1.88	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	390	423	-3.5	-16.	1.88
C	HA30	-390	-423	15.1	0.	1.88
R1	B500S	247	428	-2.	-421.4	1.15
R1	B500S	-247	-428	13.6	434.8	1.15

Estado Último "ELU_PIL"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
1096.7	1325.6	1223.6	5.8	11.9	10.9	189394.81	111524.29	111786.31

Verif. estado de tens. Sección (Columna): E1_PIL120_TOP

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-525.0	572.0	415.0				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	338	465	-0.3	-9.2	1.00
C	HA30	-338	-465	0.7	0.	1.00
R1	B500S	247	428	-0.2	-51.7	1.00
R1	B500S	-247	-428	0.6	135.1	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm²]	
C	1.	338	465	-5.2	
C	1.	-338	-465	4.2	

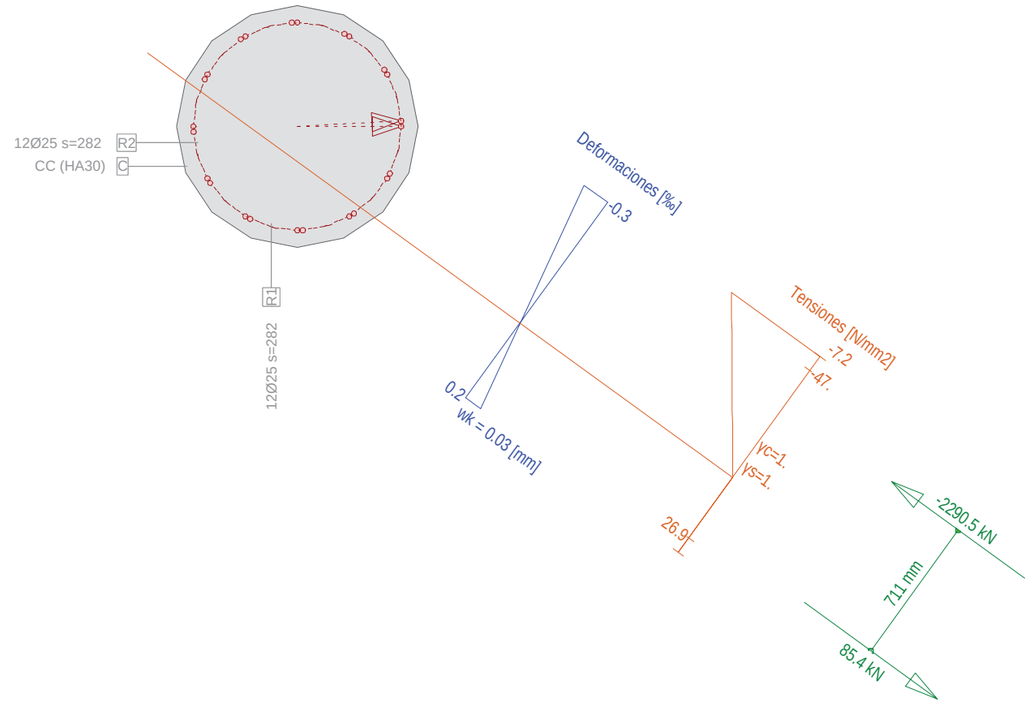
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-525.	572.	415.	0.2	0.7	0.5	2642667.79	781500.1	781067.15

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	**EN 1992-1-1 7.3**		
Sección			
h	1150 mm	zona compresión (no fisurado)	636 mm
d	909 mm	h-d	241 mm
Recubrimiento c	71 mm	$h_{c,eff}$	171 mm
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	96633 mm^2	= Min[2.5 (h-d);(h-x)/3; h/2]	
Hormigón		**Parámetros adicionales**	
E_c	29 kN/mm^2	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_e (E_s/E_c)	7.349	Factor de adherencia k1	0.8
Coef. de fluencia φ	0.	Distribución de deformación	0.5
f_{ctm}	2.9 N/mm^2	k3	3.4
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm^2	k4	0.425
Armadura		**Resultados**	
E_s	210 kN/mm^2	Momento	706.7 kNm
A_s (zona de tracción)	1963 mm^2	Tensión en la armadura σ_s	135.1 N/mm^2
Diámetro $\varnothing_{eq}$	25 mm	ε_{sm}-ε_{cm} (7.9)	0.386 o/oo
ρ_{eff}	2.032 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	**449 mm**
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	**0.17 mm**

Sección transversal E1_PIL120_TOP (HA30;B500S): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-2205.0;My=572.0;Mz=415.0; Escala 1 :27.5



Verif. estado de tens. Sección (Columna): E1_PIL120_TOP

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-2205.0	572.0	415.0				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
C	HA30	338	465	-0.3	-7.2	1.00
C	HA30	-338	-465	0.2	0.	1.00
R1	B500S	247	428	-0.2	-47.	1.00
R1	B500S	-247	-428	0.1	26.9	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm^2]	
C	1.	338	465	-6.8	
C	1.	-338	-465	2.6	

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-2205.1	572.	415.	-0.0	0.3	0.2	45929961.8	1976023.06	1976064.88

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	**EN 1992-1-1 7.3**		
Sección			
h	1150 mm	zona compresión (no fisurado)	833 mm
d	993 mm	h-d	157 mm
Recubrimiento c	71 mm	$h_{c,eff}$	106 mm
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	47720 mm^2	= Min[2.5 (h-d);(h-x)/3; h/2]	
Hormigón		**Parámetros adicionales**	
E_c	29 kN/mm^2	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_e (E_s/E_c)	7.349	Factor de adherencia k1	0.8
Coef. de fluencia φ	0.	Distribución de deformación	0.5
f_{ctm}	2.9 N/mm^2	k3	3.4
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm^2	k4	0.425
Armadura		**Resultados**	
E_s	210 kN/mm^2	Momento	706.7 kNm
A_s (zona de tracción)	982 mm^2	Tensión en la armadura σ_s	26.8 N/mm^2
Diámetro $\varnothing_{eq}$	25 mm	ε_{sm}-ε_{cm} (7.9)	0.077 o/oo
ρ_{eff}	2.057 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	**447 mm**
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	**0.03 mm**

INIGIA_Functions

EC2-1-1:2013

$f_{ck} := 30\ MPa$

$k_f := 1.25$ coeficiente parcial adicional pilotes in situ sin encamisado (§2.4.2.5(2)

$\gamma_c := \gamma_c \cdot k_f = 1.88$

$D := 1.20\ m - 50\ mm = 1.15\ m$ diámetro del pilote in situ (EC-2 §2.3.4.2(2))

$b_0 := 0.8 \cdot D = 0.92\ m$ ancho

$A_c := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 1.0387\ m^2$ área de la sección transversal de hormigón

$r_l := 75\ mm$ recubrimiento mecánico de las armaduras longitudinales

$d := 0.8 \cdot D = 0.92\ m$ canto útil

$b_w := b_0 = 0.92\ m$ menor anchura de la sección en la zona de tracción y compresión

$z := 0.8 \cdot d = 0.736\ m$ brazo mecánico correspondiente al momento flector normalmente se puede usar el valor aproximado 0.9d

$A_{sl} := 12 \cdot \Phi 25 = 58.9\ cm^2$ área de armadura de tracción la cual se extiende una longitud ≥(lbd+d) de la sección considerada

$A_{s'} := 12 \cdot \Phi 25 = 58.9\ cm^2$ área de armadura de compresión

$A_p := 0$ área de armadura activa adherente

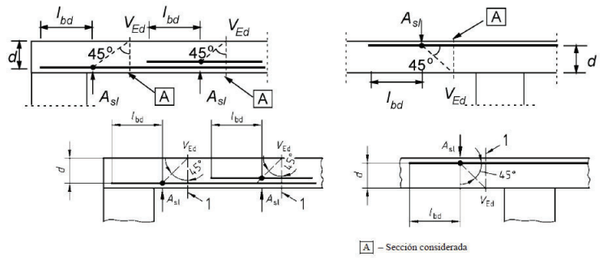


Figura 6.3 – Definición de A_{sl} en la ecuación (6.2)

$A_{sw} := 2 \cdot \Phi 16 = 4.02\ cm^2$

$\alpha := 90\ deg$ ángulo entre armadura de cortante y eje de la viga

$s := 150\ mm$

$f_{ywd} := f_{yd} = 434.8\ MPa$ se adopta fyd y reducción de ν1 según §6.2.3

$\frac{A_{sw}}{s} = 26.8\ \frac{cm^2}{m}$

SOLICITACIONES

$N_{Ed} := 4410\ kN = 4410\ kN$ axil debido a la carga o al pretensado COMPRESIÓN POSITIVA

$V_{Ed} := 795\ kN$ ESFUERZO CORTANTE en la sección analizada que proviene de una carga externa y del pretensado (adherente o no adherente)

EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.2 Elementos que no requieren armadura de cortante

$k := \text{Min}\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}\ ;\ 2\right) = 1.47$

$\rho_l := \text{Min}\left(\frac{A_{sl} + A_p}{b_w \cdot d}\ ;\ 0.02\right) = 0.007$

$\sigma_{cp} := \text{Min}\left(\frac{N_{Ed}}{A_c}\ ;\ 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 4\ \text{MPa}$

$C_{Rd.c} := \frac{0.18}{\gamma_c}$ Anejo nacional

$k_1 := 0.15$ Anejo nacional

$\nu_{min} := \frac{0.075}{\gamma_c} \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \text{Min}\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\ ;\ 60\right)^{\frac{1}{2}}\ \text{MPa} = 0.39\ \text{MPa}$ Anejo nacional

$V_{Rd.c} := \left(C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot \frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\text{MPa}}\right) \cdot \frac{b_w}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} \cdot 1\ \text{N} = 835.9\ \text{kN}$

$V_{Rd.c.min} := \left(\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot b_w \cdot d = 837.08\ \text{kN}$

Resistencia a cortante sin armadura

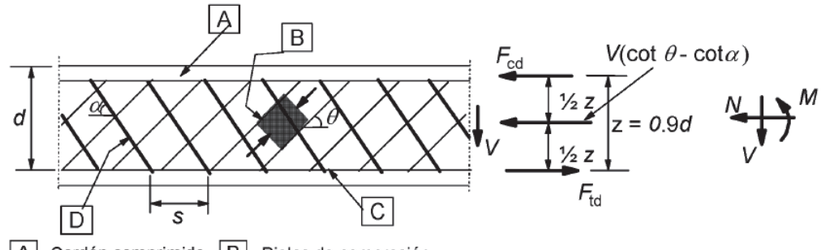
$V_{Rd.c} := \text{Max}\left(V_{Rd.c}\ ;\ V_{Rd.c.min}\right) = 837\ \text{kN}$

$\textit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.c}\right) = \text{"OK"}$

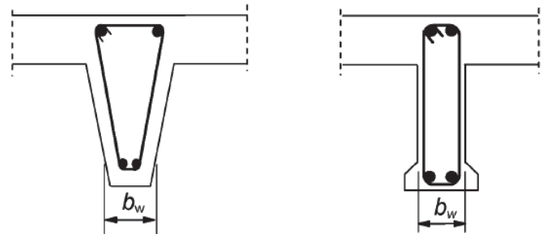
EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.3 Elementos que requieren armadura de cortante

El cálculo de elementos con armadura de cortante se basa en un modelo de celosía plana.



A - Cordón comprimido, B - Bielas de compresión,
C - Cordón de tracción, D - Armadura de cortante



Los valores límite para el ángulo θ de las bielas inclinadas en el alma son los indicados en el Anejo nacional (0.5<cotθ<2)

$\theta := 35\ \text{deg}$ ángulo entre la biela comprimida y eje de la viga

$\cot(\theta) = 1.43$

Agotamiento por tracción en el alma

$\chi := 0.85$ factor de eficiencia de cercos circulares

$$V_{Rd.s} := \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \left(\cot(\theta) + \cot(\alpha)\right) \cdot \sin(\alpha) \cdot \chi = 1041\ \text{kN}$$

$$\text{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.s}\right) = \text{"OK"}$$

Agotamiento por compresión oblicua en el alma

$$\rho := \frac{A_{sl} + A_{s'}}{A_c} = 0.011 \qquad \varphi_{oo} := 1.80 \qquad n_s := \frac{E_s}{E_c \cdot \left(1 + \varphi_{oo}\right)} = 2.18$$

$$\sigma'_{cp} := \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot \left(1 - \rho + n_s \cdot \rho\right)} = 4.19\ \text{MPa}$$

tensión media de compresión (positiva) debida a la fuerza axil de cálculo, como promedio en la sección de hormigón teniendo en cuenta la armadura

coeficiente estadio tensional cordón comprimido

$$\alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) := \text{if}\ \left(0 \le \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.25 \cdot f_{cd}\right)$$
$$1 + \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}}$$
$$\text{else}$$
$$\text{if}\ \left(0.25 \cdot f_{cd} < \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.50 \cdot f_{cd}\right)$$
$$1.25$$
$$\text{else}$$
$$2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}}\right)$$

$$\alpha_{cw} := \alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) = 1.21$$

$$\nu_1 := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250\ \text{MPa}}\right) = 0.528$$

$$V_{Rd.max} := \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} = 4063.4\ \text{kN}$$

$$\text{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.max}\right) = \text{"OK"}$$

$$A_{sw.max} := \frac{1}{2} \cdot \alpha_{cw} \cdot \nu_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{b_w}{f_{ywd}} = 135.1\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$V_{Rd} := \text{Min}\left(V_{Rd.s}; V_{Rd.max}\right) = 1041\ \text{kN}$ ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO

$$\text{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd}\right) = \text{"OK"}$$

EC2 − 1 − 1 − 2013

§9.2.2 Armadura de cortante

La armadura de cortante debería formar un ángulo entre 45º y 90º respecto al eje longitudinal del elemento estructural

$$\text{verifica}\left(\left(45\ \text{deg} \le \alpha\right) \wedge \left(\alpha \le 90\ \text{deg}\right)\right) = \text{"OK"}$$

La armadura de cortante puede ser una combinación de:

- cercos o estribos envolviendo la armadura longitudinal de tracción y la zona de compresión
- barras levantadas
- una combinación de ambas recomendaciones

Se deberían disponer al menos 0.33 de la armadura de cortante en forma de cercos (Anejo Nacional)

$\rho_w := \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)} = 0.0029$ cuantía dispuesta de armadura de cortante

$\rho_{w.min} := \frac{f_{ctm}}{7.5 \cdot f_y} = 0.0008$ cuantía mínima de armadura de cortante (Anejo nacional)

$A_{sw.min} := \rho_{w.min} \cdot b_w \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{1}{\chi} = 8.36\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ armadura mínima de cortante

$$\text{verifica}\left(\rho_w \ge \rho_{w.min}\right) = \text{"OK"}$$

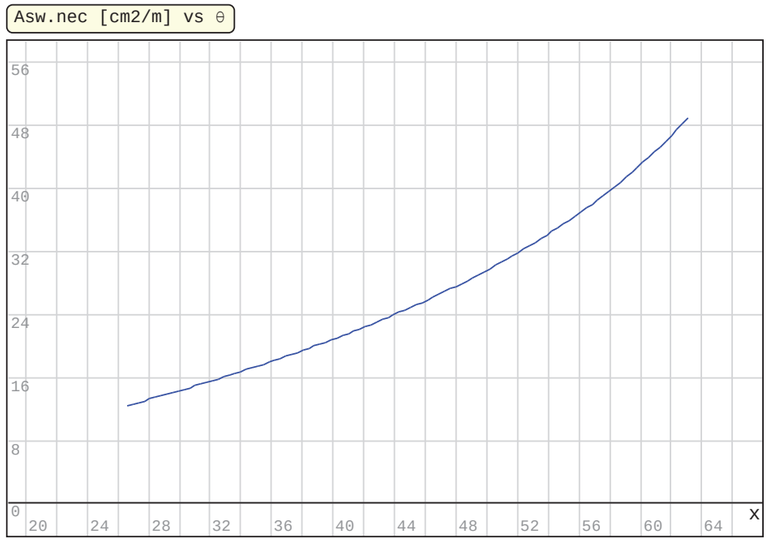
separación longitudinal máxima entre armaduras de cortante

$$s_{l.max} := \text{if}\ V_{Rd} \le \frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} = 0.45\ \text{m}$$
$$\text{Min}\left(0.75 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 600\ \text{mm}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\text{if}\ \left(\frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} < V_{Rd}\right) \wedge \left(V_{Rd} \le \frac{2}{3} \cdot V_{Rd.max}\right)$$
$$\text{Min}\left(0.60 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 450\ \text{mm}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\text{Min}\left(0.30 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right); 300\ \text{mm}\right)$$

$$\text{verifica}\left(s \le s_{l.max}\right) = \text{"OK"}$$

Dimensionamiento - Armadura de cortante

GRÁFICO Asw.nec - Theta



$\theta = 35\ \text{deg}$

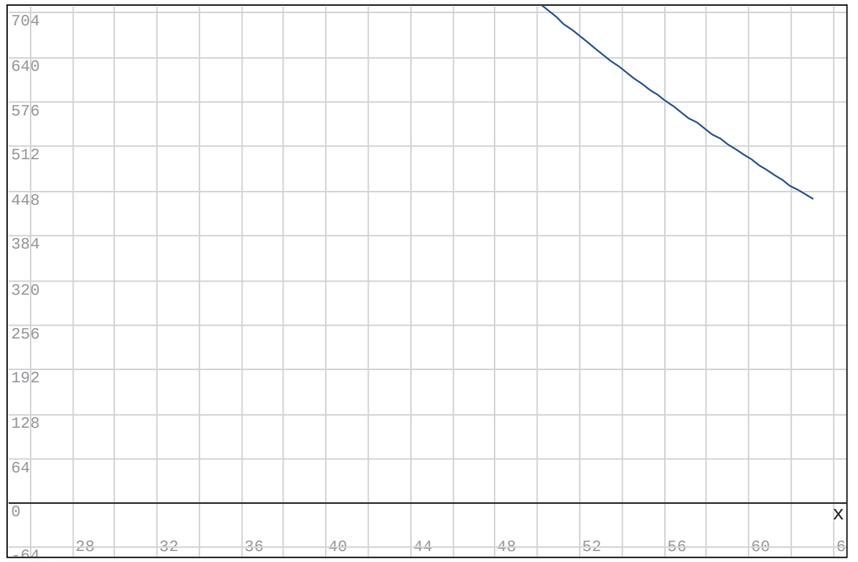
$A_{sw.nec.\theta}(\theta) \cdot \frac{1}{\chi} = 20.5\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$A_{sw.nec.\theta}(\text{acot}(2)) \cdot \frac{1}{\chi} = 14.6\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ Armadura de cortante necesaria para cotθ=2 (θ=26.6º)

$A_{sw.nec.\theta}(45\ \text{deg}) \cdot \frac{1}{\chi} = 29.2\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ armadura de cortante necesaria para cotθ=1 (θ=45º)

Dimensionamiento - Cortante último

GRÁFICO V-Theta



multi

$\theta = 35\ \text{deg}$

$V_{Ed} = 795\ \text{kN}$

$V_{Rd} = 1041.4\ \text{kN}$

verifica $(V_{Ed} \le V_{Rd}) = \text{"OK"}$

Esfuerzo de tracción adicional debido al cortante

$\Delta F_{td} := 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 568\ \text{kN}$

$s_d := \frac{z}{2} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 0.53\ \text{m}$ decalaje de la ley de momentos

$\frac{s_d}{d} = 0.57$ decalaje de la ley de momentos (relativo al canto útil)

ESTREP 2

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.20\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 166.3\ m - 151.3\ m = [\ 15\ m\ ]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 25\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 15\ m \\ 10\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (NM2)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 25\ m$

$L = \begin{bmatrix} 15\ m \\ 10\ m \end{bmatrix}$

$L_1 := L_1 - 3\ m$

Estudi geotècnic:
"No comptabilitzar el fust dels elements profunds o especials en el tram corresponent als dos-tres metres superiors del terreny"

CAPACIDAD PORTANTE TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [\ 57\ ]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$ punta en NM2

CARGA DE HUNDIMIENTO

Resistencia por punta

$A_p := \left(\frac{D_p{}^2 \cdot \pi}{4}\right) = 1.13\ m^2$ Área de la punta

$Q_p := A_p \cdot \sigma_{p.NM2} = 3860\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR PUNTA

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix} kPa$ resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 12 \\ 10 \end{bmatrix} m$ longitud del pilote en cada estrato

$Q_f := \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 5481\ kN$ CARGA DE HUNDIMIENTO POR FUSTE

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	$\gamma_b := 1.45$
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	$\gamma_s := 1.15$
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	1,15[4)]

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo $\gamma_{R;d}$ para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo ($\gamma_{R;d}$) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_s \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

$\gamma_b \cdot \gamma_{Rd} = 2.03$ coeficiente efectivo Punta

Carga de hundimiento total

Para pilotes excavados cuya punta no se empotra en roca, se toma la carga de hundimiento igual a la suma de las cargas correspondientes a fuste y punta

$R_h := Q_f + Q_p = 9341\ kN$

$R_d := \frac{Q_f}{\gamma_s \cdot \gamma_{Rd}} + \frac{Q_p}{\gamma_b \cdot \gamma_{Rd}} = 5306\ kN$

INIGIA_Functions

PILOTES

$D_p := 1.20\ m$ Diámetro del pilote

$L_1 := 166.3\ m - 151.3\ m = [\ 15\ m\ ]$ longitud del pilote (NM1 - Argiles)

$L_2 := 25\ m - L_1 = \begin{bmatrix} 15\ m \\ 10\ m \end{bmatrix}$ longitud del pilote (NM2)

$n := \text{length}(L)$

$L_{tot} := \sum_{i=1}^{n} L_i = 25\ m$

$L = \begin{bmatrix} 15\ m \\ 10\ m \end{bmatrix}$

$L_1 := L_1 - 3\ m$

Estudi geotècnic:
"No comptabilitzar el fust dels elements profunds o especials en el tram corresponent als dos-tres metres superiors del terreny"

CAPACIDAD A TRACCIÓN DEL TERRENO

"INFORME GEOTÈCNIC D'UNS TERRENYS SITUATS A CAN SANT JOAN (SANT CUGAT DEL VALLÈS, BARCELONA)", CECAM, FEBRER 2025

NM1 - Argiles, argiles margoses i argiles llimoses marrons

$\tau_{f_1} := 0.57\ \frac{kgf}{cm^2} = [\ 57\ ]\ kPa$

NM2 - Argil·lites, argil·lites margoses i gresos marrons

$\tau_{f_2} := 0.77\ \frac{kgf}{cm^2} = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}\ kPa$

$\sigma_{p.NM2} := 34.13\ \frac{kgf}{cm^2} = 3413\ kPa$

CARGA DE ARRANQUE

Resistencia por fuste

$n = 2$ número de estratos atravesados

$\tau_f = \begin{bmatrix} 57 \\ 77 \end{bmatrix}$ kPa resistencia unitaria por fuste de cada estrato

$L = \begin{bmatrix} 12 \\ 10 \end{bmatrix}$ m longitud del pilote en cada estrato

$$Q_{f.t} := 0.7 \cdot \sum_{i=1}^{n} \pi \cdot D_p \cdot \tau_{f\,i} \cdot L_i = 3837 \text{ kN}$$

CARGA DE ARRANQUE POR FUSTE
0.7·Q.compresion
(Guia de Cimentaciones §5.11)

Tabla A.8 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de pilotes de barrena continua (CFA) (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Punta	γ_b	1,55[1)]	1,45[1)]
Fuste (pilotes a compresión)	γ_s	1,55[1)]	1,15[1)]
Total/combinada (pilotes a compresión)	γ_t	1,40[2)]	1,30[2)]
Fuste (pilotes a tracción)[3)]	$\gamma_{s,t}$	1,80[4)]	$\gamma_{s.t} := 1.15$

1) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8).

2) Aplicable, según los casos, junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.2.3(8) o con los coeficientes de correlación (ξ) definidos en las tablas A.9, A.10 y A.11.

3) Se entiende que este coeficiente se aplica a la resistencia por fuste en pilotes a tracción (de acuerdo a la práctica habitual, esta resistencia es menor que la resistencia por fuste a compresión).

4) Aplicable junto con el coeficiente de modelo definido en el punto 7.6.3.3(6).

Tabla A.13 – Coeficientes parciales γ_R aplicables a las resistencias, en el cálculo de estructuras de contención (Conjunto R2)

Resistencia	Símbolo	Valor	
		Estructuras de edificación	Otras estructuras
Hundimiento	$\gamma_{R,v}$	Véase la tabla A.5	
Deslizamiento por la base	$\gamma_{R,h}$	Véase la tabla A.5	
Empuje pasivo en pantallas[1)]	$\gamma_{R,e}$	1,10	$\gamma_{R.e} := 1.10$
Empuje pasivo en muros[1)]	$\gamma_{R,e}$	2,00	2,00

1) En la cuantificación del empuje pasivo se debe tener en cuenta lo indicado en el apartado 9.3.2.2 sobre la cota del terreno resistente

7.6.2.3(8): Valor del coeficiente de modelo γ_{Rd} para la corrección de los coeficientes parciales γ_b y γ_s

El valor del coeficiente de modelo (γ_{Rd}) para la corrección de los coeficientes γ_b y γ_s, en caso de aplicar el procedimiento de cálculo establecido en el punto 7.6.2.3(8), debe ser 1,40.

$\gamma_{Rd} := 1.40$ Coeficiente de modelo EC-7-1:2016 §7.6.2.3(8) Anexo nacional

$\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd} = 1.61$ coeficiente efectivo Fuste

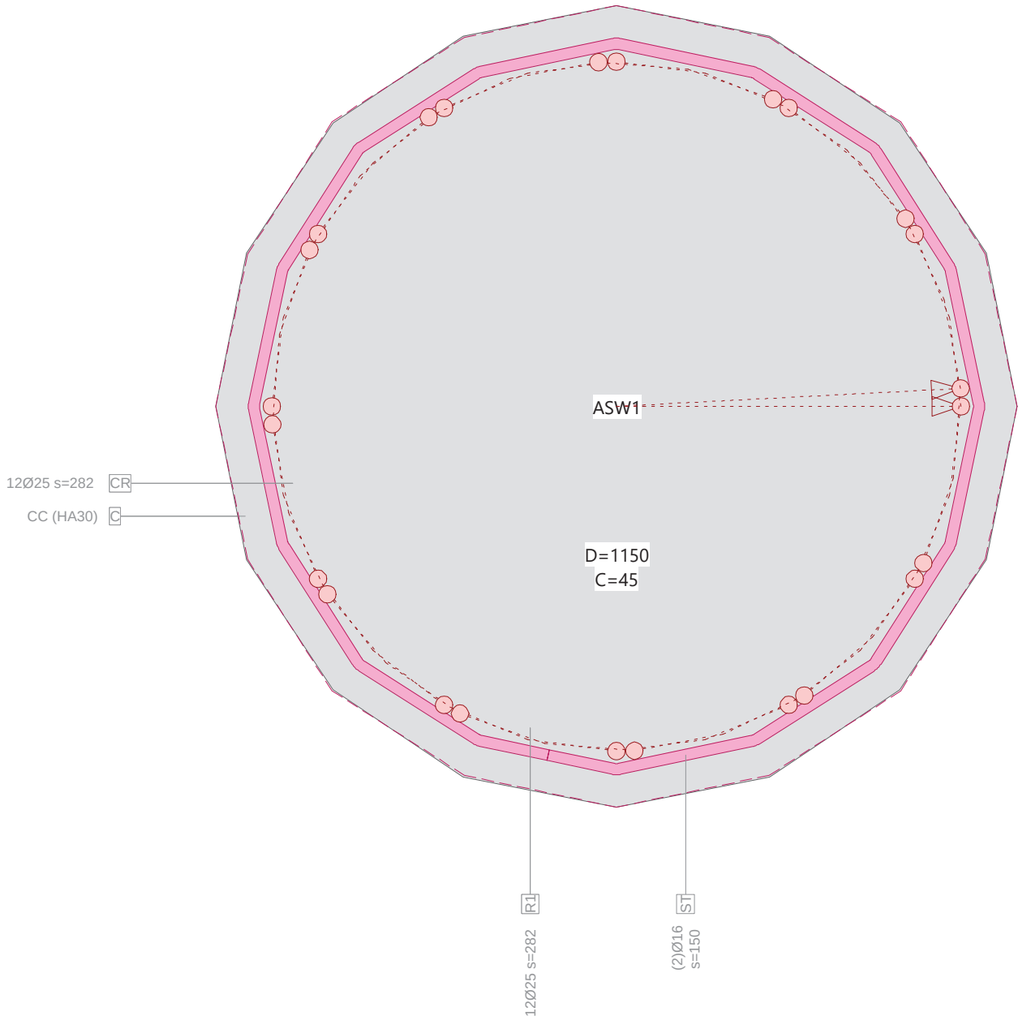
Carga de arranque total (pilote aislado)

Se toma la carga de arranque igual a la carga correspondiente a fuste a tracción:

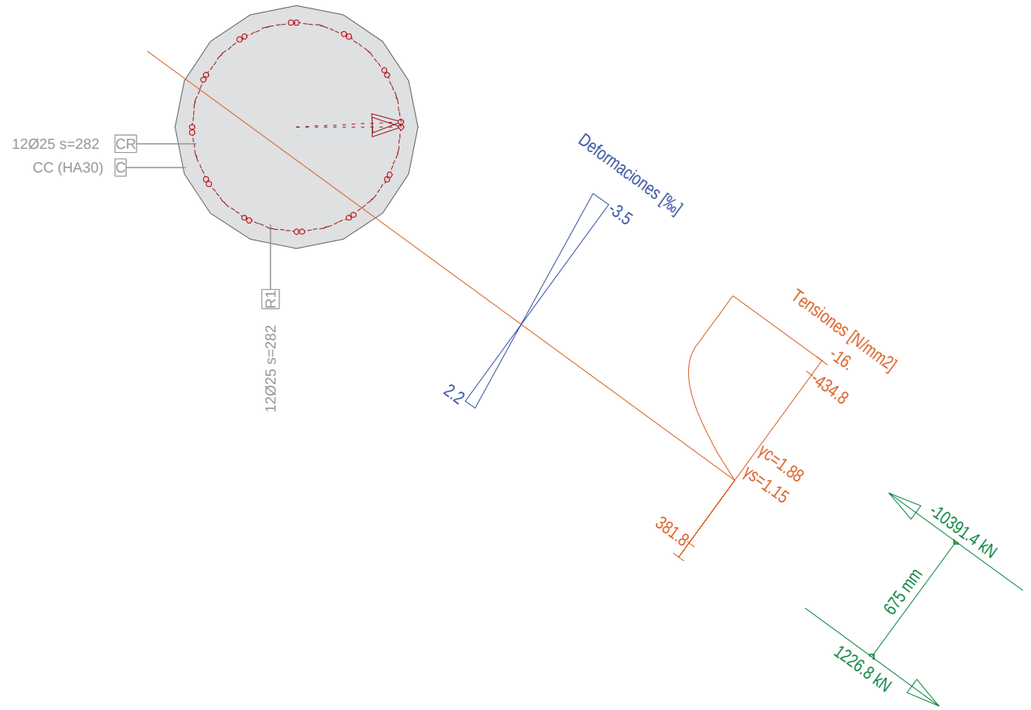
$R_t := Q_{f.t} = 3837$ kN

$$R_{t.d} := \frac{Q_{f.t}}{\gamma_{s.t} \cdot \gamma_{Rd}} = 2383 \text{ kN}$$

Sección transversal E2_PIL120 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras, Sin paredes de cortante Escala 1 :8.3



Sección transversal E2_PIL120 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-4620.0;My=1300.0;Mz=955.0; eff(M,N)=0.5 OK Escala 1 :27.4



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_PIL120

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.5 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	ELU_PIL		-4620.0	1300.0	955.0	0.50					

Parámetros de análisis ELU_PIL Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELU_P	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	20.		1.	1.88	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

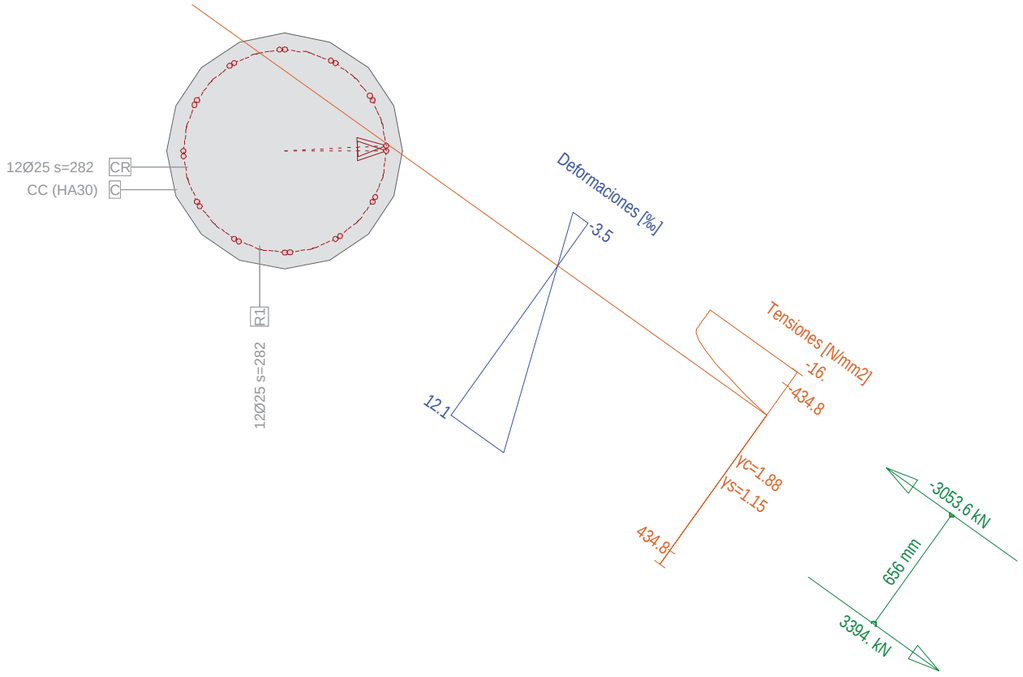
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	339	464	-3.5	-16.	1.88
C	HA30	-339	-464	2.2	0.	1.88
R1	B500S	247	428	-3.1	-434.8	1.15
R1	B500S	-247	-428	1.8	381.8	1.15

Estado Último "ELU_PIL"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-9164.6	2578.3	1894.1	-0.6	4.0	2.9	14476823.2	640592.22	643797.62

Sección transversal E2_PIL120 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=265.0;My=1300.0;Mz=955.0; eff(M,N)=0.78 OK Escala 1 :28.2



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_PIL120

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.78 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	ELU_PIL		265.0	1300.0	955.0	0.78					

Parámetros de análisis ELU_PIL Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
ELU_P	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	20.		1.	1.88	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

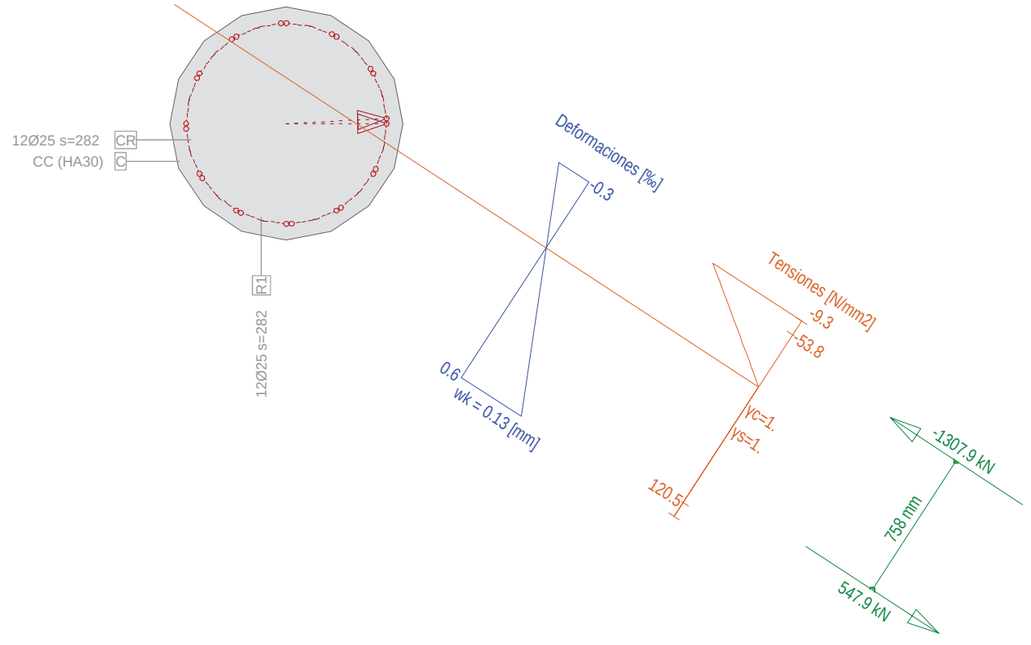
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	334	468	-3.5	-16.	1.88
C	HA30	-334	-468	12.1	0.	1.88
R1	B500S	247	428	-2.4	-434.8	1.15
R1	B500S	-247	-428	11.	434.8	1.15

Estado Último "ELU_PIL"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
340.4	1671.1	1227.6	4.3	11.1	7.9	78759.72	151001.75	155159.1

Sección transversal E2_PIL120 (HA30;B500S): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-760.0;My=612.0;Mz=400.0; Escala 1 :28.5



Verif. estado de tens. Sección (Columna): E2_PIL120

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-760.0	612.0	400.0				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	315	481	-0.3	-9.3	1.00
C	HA30	-315	-481	0.6	0.	1.00
R1	B500S	247	428	-0.3	-53.8	1.00
R1	B500S	-247	-428	0.6	120.5	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm²]	
C	1.	315	481	-5.6	
C	1.	-315	-481	4.2	

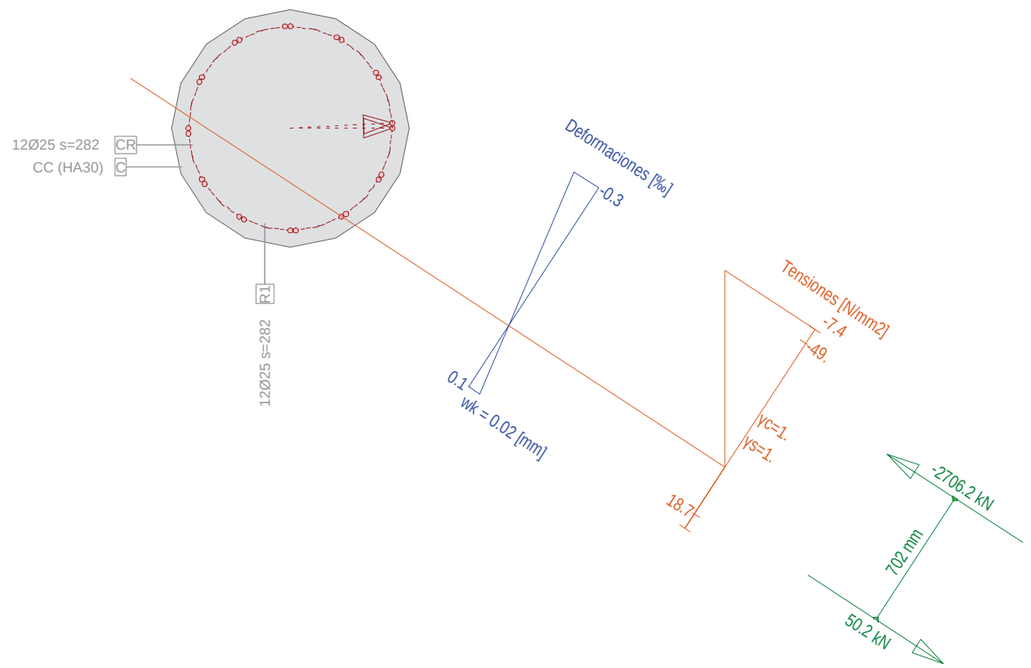
Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-760.	612.	400.	0.2	0.7	0.5	4781817.32	870303.85	869775.74

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	**EN 1992-1-1 7.3**		
Sección			
h	1150 mm	zona compresión (no fisurado)	661 mm
d	918 mm	h-d	232 mm
Recubrimiento c	69 mm	$h_{c,eff}$	163 mm
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	90001 mm²	= Min[2.5 (h-d);(h-x)/3; h/2]	
Hormigón		**Parámetros adicionales**	
E_c	29 kN/mm²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_e (E_s/E_c)	7.349	Factor de adherencia k1	0.8
Coef. de fluencia φ	0.	Distribución de deformación	0.5
f_{ctm}	2.9 N/mm²	k3	3.4
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm²	k4	0.425
Armadura		**Resultados**	
E_s	210 kN/mm²	Momento	731.1 kNm
A_s (zona de tracción)	2454 mm²	Tensión en la armadura σ_s	120.5 N/mm²
Diámetro $\varnothing_{eq}$	25 mm	ε_{sm}-ε_{cm} (7.9)	0.344 o/oo
ρ_{eff}	2.727 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	**389 mm**
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	**0.13 mm**

Sección transversal E2_PIL120 (HA30;B500S): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=-2656.0;My=612.0;Mz=400.0; Escala 1 :28.0



Verif. estado de tens. Sección (Columna): E2_PIL120

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		-2656.0	612.0	400.0				

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
C	HA30	315	481	-0.3	-7.4	1.00
C	HA30	-315	-481	0.1	0.	1.00
R1	B500S	247	428	-0.2	-49.	1.00
R1	B500S	-247	-428	0.1	18.7	1.00

Tensión en sección homogénea (Material lineal)

Nombre	Coeficiente de homogeneización	y_q [mm]	z_q [mm]	σ_{elas} [N/mm²]	
C	1.	315	481	-7.4	
C	1.	-315	-481	2.3	

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-2656.	612.	400.	-0.1	0.3	0.2	36893995.9	2240546.18	2241073.44

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	**EN 1992-1-1 7.3**		
Sección			
h	1150 mm	zona compresión (no fisurado)	876 mm
d	1015 mm	h-d	135 mm
Recubrimiento c	69 mm	$h_{c,eff}$	91 mm
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	38616 mm^2	= Min[2.5 (h-d);(h-x)/3; h/2]	
Hormigón		**Parámetros adicionales**	
E_c	29 kN/mm^2	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_e (E_s/E_c)	7.349	Factor de adherencia k1	0.8
Coef. de fluencia φ	0.	Distribución de deformación	0.5
f_{ctm}	2.9 N/mm^2	k3	3.4
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm^2	k4	0.425
Armadura		**Resultados**	
E_s	210 kN/mm^2	Momento	731.1 kNm
A_s (zona de tracción)	982 mm^2	Tensión en la armadura σ_s	18.7 N/mm^2
Diámetro $\varnothing_{eq}$	25 mm	ε_{sm}-ε_{cm} (7.9)	0.053 o/oo
ρ_{eff}	2.542 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	**401 mm**
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	**0.02 mm**

INIGIA_Functions

EC2-1-1:2013

$f_{ck} := 30\ MPa$

$k_f := 1.25$ coeficiente parcial adicional pilotes in situ sin encamisado (§2.4.2.5(2)

$\gamma_c := \gamma_c \cdot k_f = 1.88$

$D := 1.20\ m - 50\ mm = 1.15\ m$ diámetro del pilote in situ (EC-2 §2.3.4.2(2))

$b_0 := 0.8 \cdot D = 0.92\ m$ ancho

$A_c := \frac{\pi \cdot D^2}{4} = 1.0387\ m^2$ área de la sección transversal de hormigón

$r_l := 75\ mm$ recubrimiento mecánico de las armaduras longitudinales

$d := 0.8 \cdot D = 0.92\ m$ canto útil

$b_w := b_0 = 0.92\ m$ menor anchura de la sección en la zona de tracción y compresión

$z := 0.8 \cdot d = 0.736\ m$ brazo mecánico correspondiente al momento flector normalmente se puede usar el valor aproximado 0.9d

$A_{sl} := 12 \cdot \Phi 25 = 58.9\ cm^2$ área de armadura de tracción la cual se extiende una longitud ≥(lbd+d) de la sección considerada

$A_{s'} := 12 \cdot \Phi 25 = 58.9\ cm^2$ área de armadura de compresión

$A_p := 0$ área de armadura activa adherente

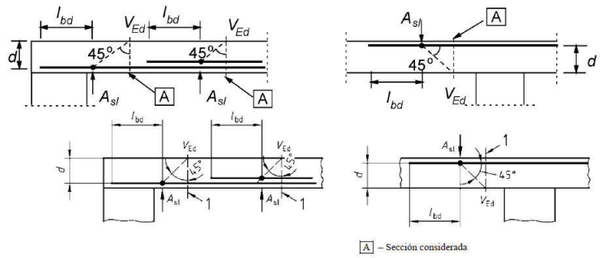


Figura 6.3 – Definición de A_{sl} en la ecuación (6.2)

$A_{sw} := 2 \cdot \Phi 16 = 4.02\ cm^2$

$\alpha := 90\ deg$ ángulo entre armadura de cortante y eje de la viga

$s := 150\ mm$

$f_{ywd} := f_{yd} = 434.8\ MPa$ se adopta fyd y reducción de ν1 según §6.2.3

$\frac{A_{sw}}{s} = 26.8\ \frac{cm^2}{m}$

SOLICITACIONES

$N_{Ed} := 4620\ kN = 4620\ kN$ axil debido a la carga o al pretensado COMPRESIÓN POSITIVA

$V_{Ed} := 958\ kN$ ESFUERZO CORTANTE en la sección analizada que proviene de una carga externa y del pretensado (adherente o no adherente)

EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.2 Elementos que no requieren armadura de cortante

$k := \text{Min}\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}\ ;\ 2\right) = 1.47$

$\rho_l := \text{Min}\left(\frac{A_{sl} + A_p}{b_w \cdot d}\ ;\ 0.02\right) = 0.007$

$\sigma_{cp} := \text{Min}\left(\frac{N_{Ed}}{A_c}\ ;\ 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 4\ \text{MPa}$

$C_{Rd.c} := \frac{0.18}{\gamma_c}$ Anejo nacional

$k_1 := 0.15$ Anejo nacional

$\nu_{min} := \frac{0.075}{\gamma_c} \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \text{Min}\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\ ;\ 60\right)^{\frac{1}{2}}\ \text{MPa} = 0.39\ \text{MPa}$ Anejo nacional

$V_{Rd.c} := \left(C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot \frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\text{MPa}}\right) \cdot \frac{b_w}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} \cdot 1\ \text{N} = 835.9\ \text{kN}$

$V_{Rd.c.min} := \left(\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot b_w \cdot d = 837.08\ \text{kN}$

Resistencia a cortante sin armadura

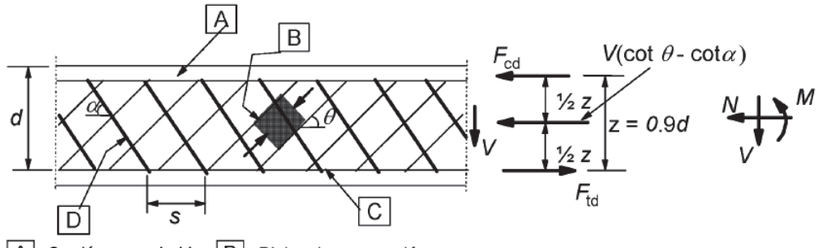
$V_{Rd.c} := \text{Max}\left(V_{Rd.c}\ ;\ V_{Rd.c.min}\right) = 837\ \text{kN}$

$\textit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.c}\right) = \text{"NO VERIFICA"}$

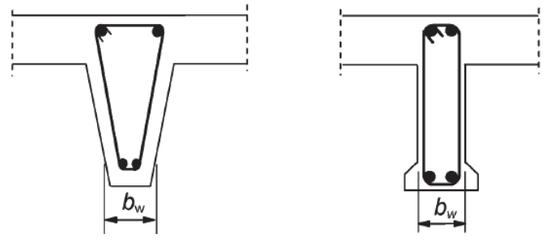
EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.3 Elementos que requieren armadura de cortante

El cálculo de elementos con armadura de cortante se basa en un modelo de celosía plana.



A - Cordón comprimido, B - Bielas de compresión,
C - Cordón de tracción, D - Armadura de cortante



Los valores límite para el ángulo θ de las bielas inclinadas en el alma son los indicados en el Anejo nacional (0.5<cotθ<2)

$\theta := 35\ \text{deg}$ ángulo entre la biela comprimida y eje de la viga

$\cot(\theta) = 1.43$

Agotamiento por tracción en el alma

$\chi := 0.85$ factor de eficiencia de cercos circulares

$$V_{Rd.s} := \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \left(\cot(\theta) + \cot(\alpha)\right) \cdot \sin(\alpha) \cdot \chi = 1041\ \text{kN}$$

$verifica\left(V_{Ed} \le V_{Rd.s}\right) = \text{"OK"}$

Agotamiento por compresión oblicua en el alma

$$\rho := \frac{A_{sl} + A_{s'}}{A_c} = 0.011 \qquad \varphi_{oo} := 1.80 \qquad n_s := \frac{E_s}{E_c \cdot \left(1 + \varphi_{oo}\right)} = 2.18$$

$$\sigma'_{cp} := \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot \left(1 - \rho + n_s \cdot \rho\right)} = 4.39\ \text{MPa}$$

tensión media de compresión (positiva) debida a la fuerza axil de cálculo, como promedio en la sección de hormigón teniendo en cuenta la armadura

coeficiente estadio tensional cordón comprimido

$$\alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) := \text{if } \left(0 \le \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.25 \cdot f_{cd}\right)$$
$$1 + \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}}$$
$$\text{else}$$
$$\text{if } \left(0.25 \cdot f_{cd} < \sigma'_{cp}\right) \wedge \left(\sigma'_{cp} \le 0.50 \cdot f_{cd}\right)$$
$$1.25$$
$$\text{else}$$
$$2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}}\right)$$

$$\alpha_{cw} := \alpha_{cw}\left(\sigma'_{cp}\right) = 1.22$$

$$\nu_1 := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250\ \text{MPa}}\right) = 0.528$$

$$V_{Rd.max} := \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\cot(\theta) + \tan(\theta)} = 4096.9\ \text{kN}$$

$verifica\left(V_{Ed} \le V_{Rd.max}\right) = \text{"OK"}$

$$A_{sw.max} := \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha_{cw} \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\sin(\alpha)} \cdot \frac{b_w}{f_{ywd}} = 136.2\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$

$V_{Rd} := \text{Min}\left(V_{Rd.s}\ ;\ V_{Rd.max}\right) = 1041\ \text{kN}$ ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO

$verifica\left(V_{Ed} \le V_{Rd}\right) = \text{"OK"}$

EC2 − 1 − 1 − 2013

§9.2.2 Armadura de cortante

La armadura de cortante debería formar un ángulo entre 45º y 90º respecto al eje longitudinal del elemento estructural

$verifica\left(\left(45\ \text{deg} \le \alpha\right) \wedge \left(\alpha \le 90\ \text{deg}\right)\right) = \text{"OK"}$

La armadura de cortante puede ser una combinación de:

- cercos o estribos envolviendo la armadura longitudinal de tracción y la zona de compresión
- barras levantadas
- una combinación de ambas recomendaciones

Se deberían disponer al menos 0.33 de la armadura de cortante en forma de cercos (Anejo Nacional)

$$\rho_w := \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)} = 0.0029$$ cuantía dispuesta de armadura de cortante

$$\rho_{w.min} := \frac{f_{ctm}}{7.5 \cdot f_y} = 0.0008$$ cuantía mínima de armadura de cortante (Anejo nacional)

$$A_{sw.min} := \rho_{w.min} \cdot b_w \cdot \sin(\alpha) \cdot \frac{1}{\chi} = 8.36\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$$ armadura mínima de cortante

$verifica\left(\rho_w \ge \rho_{w.min}\right) = \text{"OK"}$

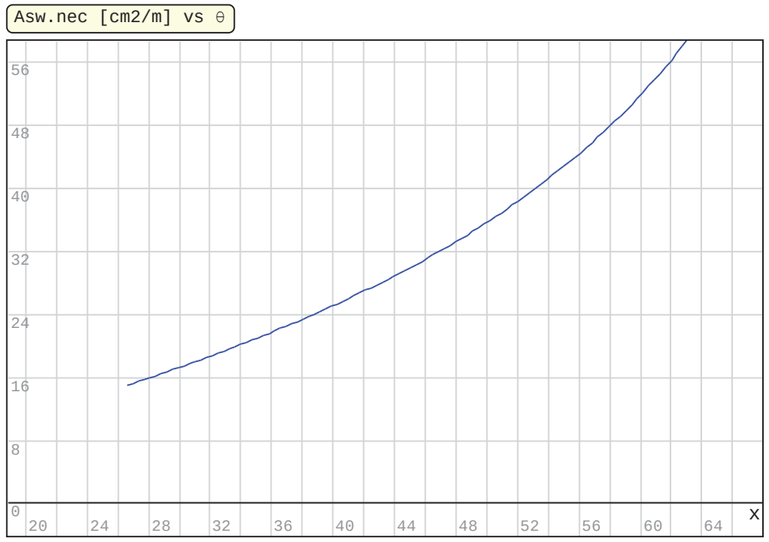
separación longitudinal máxima entre armaduras de cortante

$$s_{l.max} := \text{if } V_{Rd} \le \frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} = 0.45\ \text{m}$$
$$\text{Min}\left(0.75 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right);\ 600\ \text{mm}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\text{if } \left(\frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} < V_{Rd}\right) \wedge \left(V_{Rd} \le \frac{2}{3} \cdot V_{Rd.max}\right)$$
$$\text{Min}\left(0.60 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right);\ 450\ \text{mm}\right)$$
$$\text{else}$$
$$\text{Min}\left(0.30 \cdot d \cdot \left(1 + \cot(\alpha)\right);\ 300\ \text{mm}\right)$$

$verifica\left(s \le s_{l.max}\right) = \text{"OK"}$

Dimensionamiento - Armadura de cortante

GRÁFICO Asw.nec - Theta



$\theta = 35\ \text{deg}$

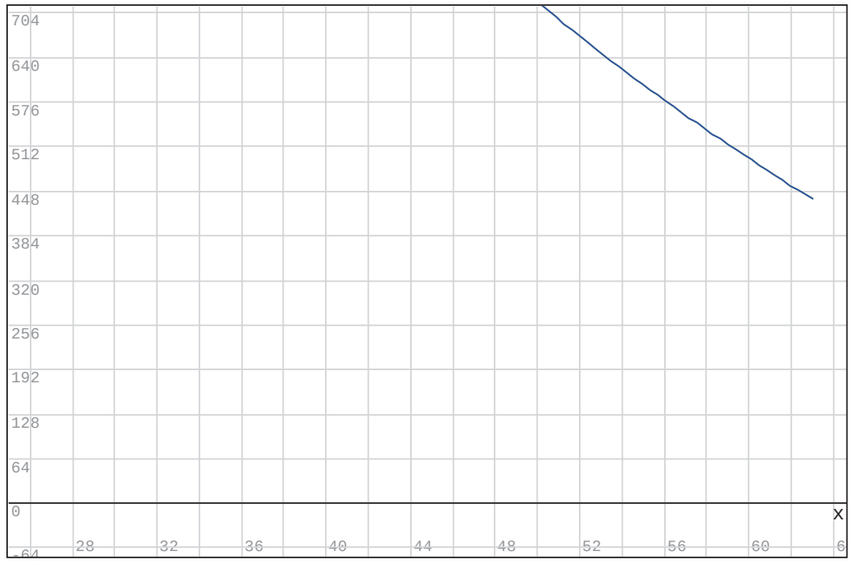
$A_{sw.nec.\theta}(\theta) \cdot \frac{1}{\chi} = 24.7\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$

$A_{sw.nec.\theta}(\text{acot}(2)) \cdot \frac{1}{\chi} = 17.6\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ Armadura de cortante necesaria para cotθ=2 (θ=26.6º)

$A_{sw.nec.\theta}(45\ \text{deg}) \cdot \frac{1}{\chi} = 35.2\ \frac{\text{cm}^2}{\text{m}}$ armadura de cortante necesaria para cotθ=1 (θ=45º)

Dimensionamiento - Cortante último

GRÁFICO V-Theta



multi

$\theta = 35\ \text{deg}$

$V_{Ed} = 958\ \text{kN}$

$V_{Rd} = 1041.4\ \text{kN}$

verifica $(V_{Ed} \le V_{Rd}) = \text{"OK"}$

Esfuerzo de tracción adicional debido al cortante

$\Delta F_{td} := 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 684\ \text{kN}$

$s_d := \frac{z}{2} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 0.53\ \text{m}$ decalaje de la ley de momentos

$\frac{s_d}{d} = 0.57$ decalaje de la ley de momentos (relativo al canto útil)

5.2 CONNEXIÓ TAULER-ESTREPS

CONEXIÓN - EC 4 – 1 – 1 §6.6

6.6.3 Pernos conectadores con cabeza en losas macizas y el hormigón envolvente

$f_{ck} := 30\ MPa$

$f_{cm} := f_{ck} + 8\ MPa$

$E_{cm} := 22 \cdot \left(\frac{f_{cm}}{10\ MPa} \right)^{0.3}\ GPa = 32.8\ GPa$

$f_u := 450\ MPa$

$\gamma_V := 1.25$

$d := 19\ mm$

$h_{sc} := 150\ mm$

$\alpha := \text{Min}\left(0.2 \cdot \left(\frac{h_{sc}}{d} + 1\right); 1\right) = 1$

$P_{Rd.1} := \frac{0.8 \cdot f_u \cdot \pi \cdot \frac{d^2}{4}}{\gamma_V} = 81.66\ kN$

$P_{Rd.2} := \frac{0.29 \cdot \alpha \cdot d^2 \cdot \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}}{\gamma_V} = 83.13\ kN$

$P_{Rd} := \text{Min}\left(P_{Rd.1}; P_{Rd.2}\right) = 81.7\ kN$

INIGIA_Functions

EC2

$f_{ck} := 30\ MPa$

ESFUERZO RASANTE DE CÁLCULO

$R_d := 675\ kN = 675\ kN$

$P_d := 0$

$rugosidad := "RUGOSA"$

$k_{dinamico} := 1$ EC2-2:2013 (Puentes) §62.5 En las comprobaciones dinámicas o de fatiga, los valores de "c" deberían ser cero

$p := 0.6\ m$

$d := 1\ m$

$$\nu_{Ed} := \frac{R_d}{p \cdot d} = 1.12\ MPa$$

$$\sigma_n := \frac{P_d}{p \cdot d} = 0$$

6.2.5 Rasante en la junta entre hormigones de diferentes edades

$A_{st} := 7 \cdot \Phi 20 + 7 \cdot \Phi 20 = 44\ cm^2$

$\alpha := 90\ deg$

$$\rho := \frac{A_{st}}{p \cdot d} = 0.73\ \%$$

```
c(rugosidad) := if rugosidad = "MUY LISA"
                  0.025
                else
                  if rugosidad = "LISA"
                    0.20
                  else
                    if rugosidad = "RUGOSA"
                      0.4
                    else
                      if rugosidad = "DENTADA"
                        0.5
                      else
                        "ERROR"
```

$c := k_{dinamico} \cdot c(rugosidad) = 0.4$

```
μ(rugosidad) := if rugosidad = "MUY LISA"
                  0.50
                else
                  if rugosidad = "LISA"
                    0.60
                  else
                    if rugosidad = "RUGOSA"
                      0.7
                    else
                      if rugosidad = "DENTADA"
                        0.9
                      else
                        "ERROR"
```

$\mu := \mu(rugosidad) = 0.7$

$$\nu_{Rd} := c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin(\alpha) + \cos(\alpha)) = 2.77\ MPa$$

$$\nu_{Rd.max} := 0.5 \cdot 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250\ MPa}\right) \cdot f_{cd} = 5.28\ MPa$$

$\nu_{Rd} := \min(\nu_{Rd}; \nu_{Rd.max}) = 2.77\ MPa$

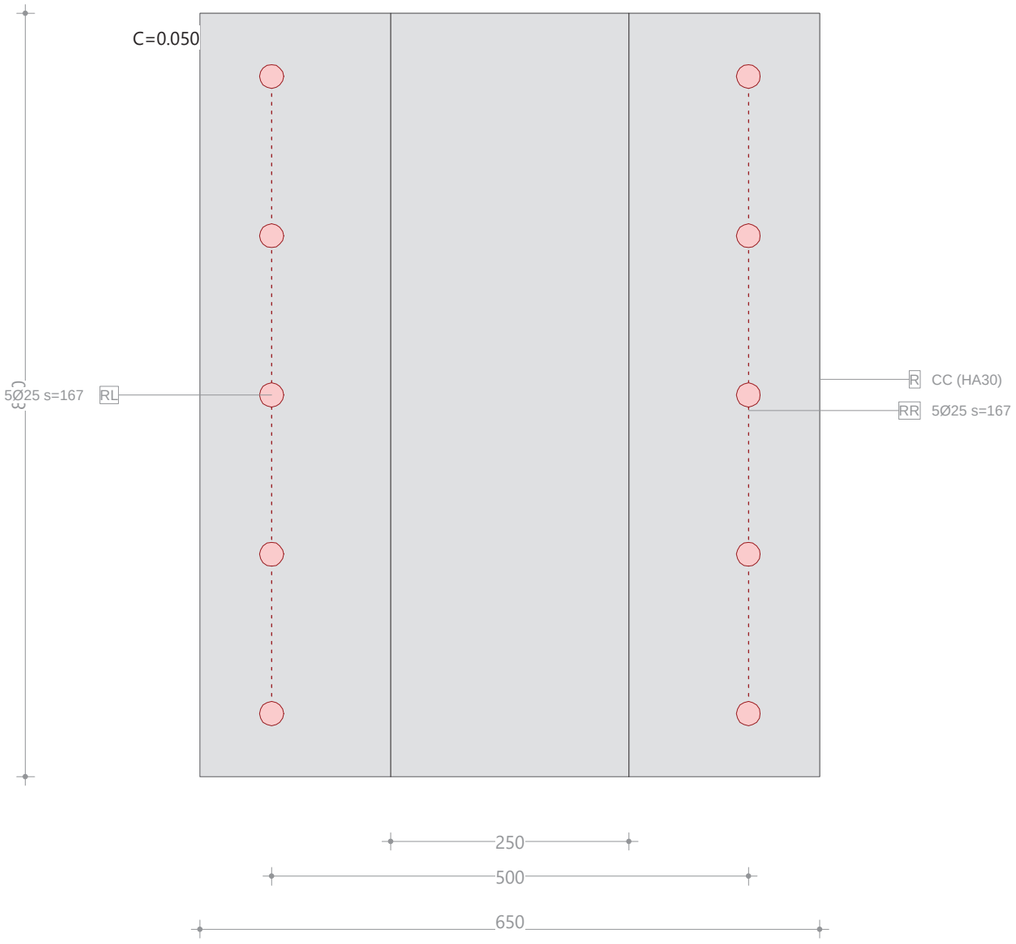
$verifica(\nu_{Ed} \leq \nu_{Rd}) = "OK"$

$verifica\left(\frac{A_{st}}{p \cdot d} > 0.05\ \%\right) = "OK"$ cuantía mínima geométrica para junta dúctil (MC2020)

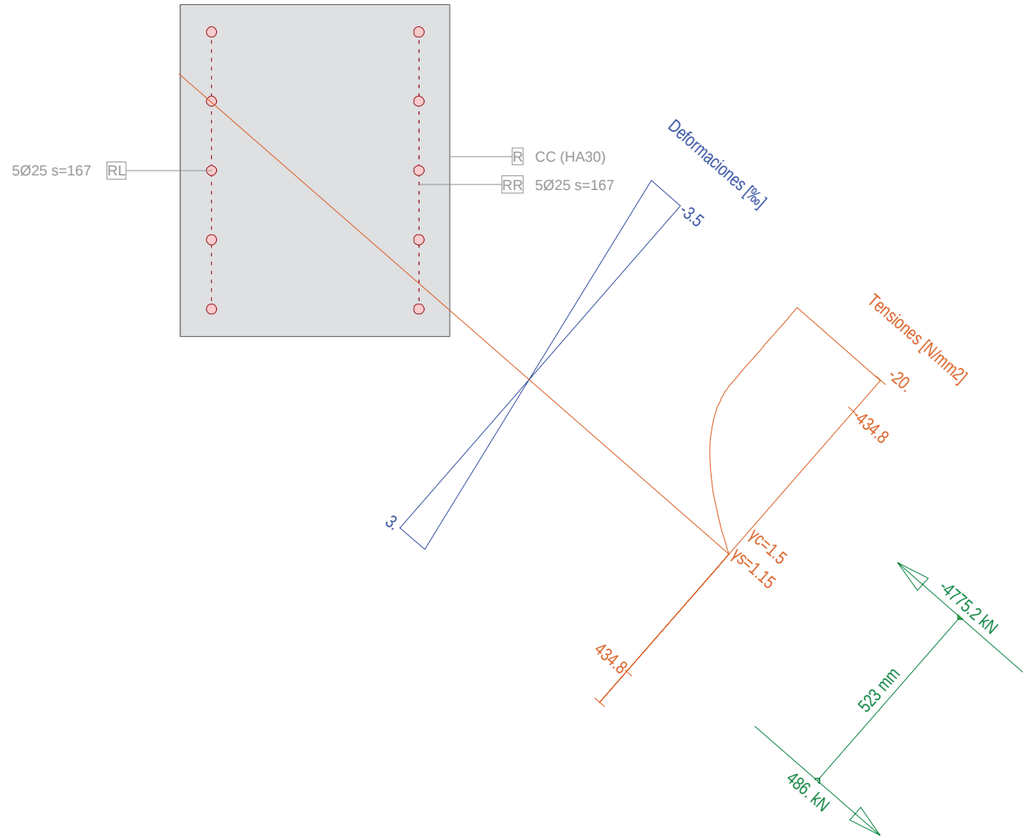
$0.05\ \% \cdot p \cdot d = 3\ cm^2$

ESTREP 1 – NUS TIPUS 1

Sección transversal E1_NUDO1 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras Escala 1 :6.1



Sección transversal E1_NUDO1 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-1350.0;My=315.0;Mz=195.0; eff(M,N)=0.31 OK Escala 1 :13.9



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_NUDO1

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.31 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-1350.0	315.0	195.0	0.31					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

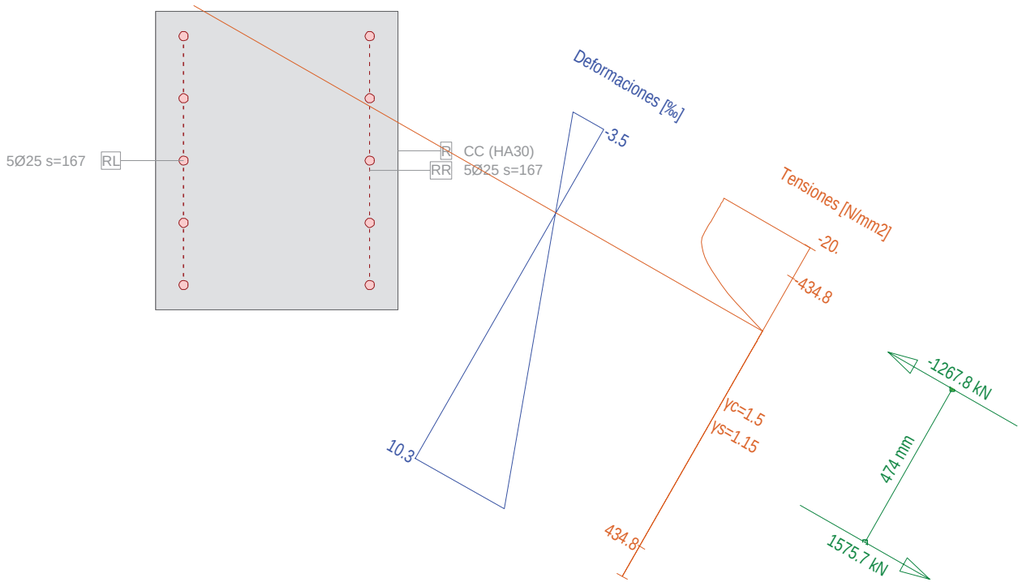
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	325	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	3.	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-2.9	-434.8	1.15
RL	B500S	-250	66	2.4	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-4289.2	1000.7	619.5	-0.3	4.7	4.1	16750448.7	210863.74	149624.34

Sección transversal E1_NUDO1 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=180.0;My=315.0;Mz=195.0; eff(M,N)=0.58 OK Escala 1 :15.5



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_NUDO1

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.58 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		180.0	315.0	195.0	0.58					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

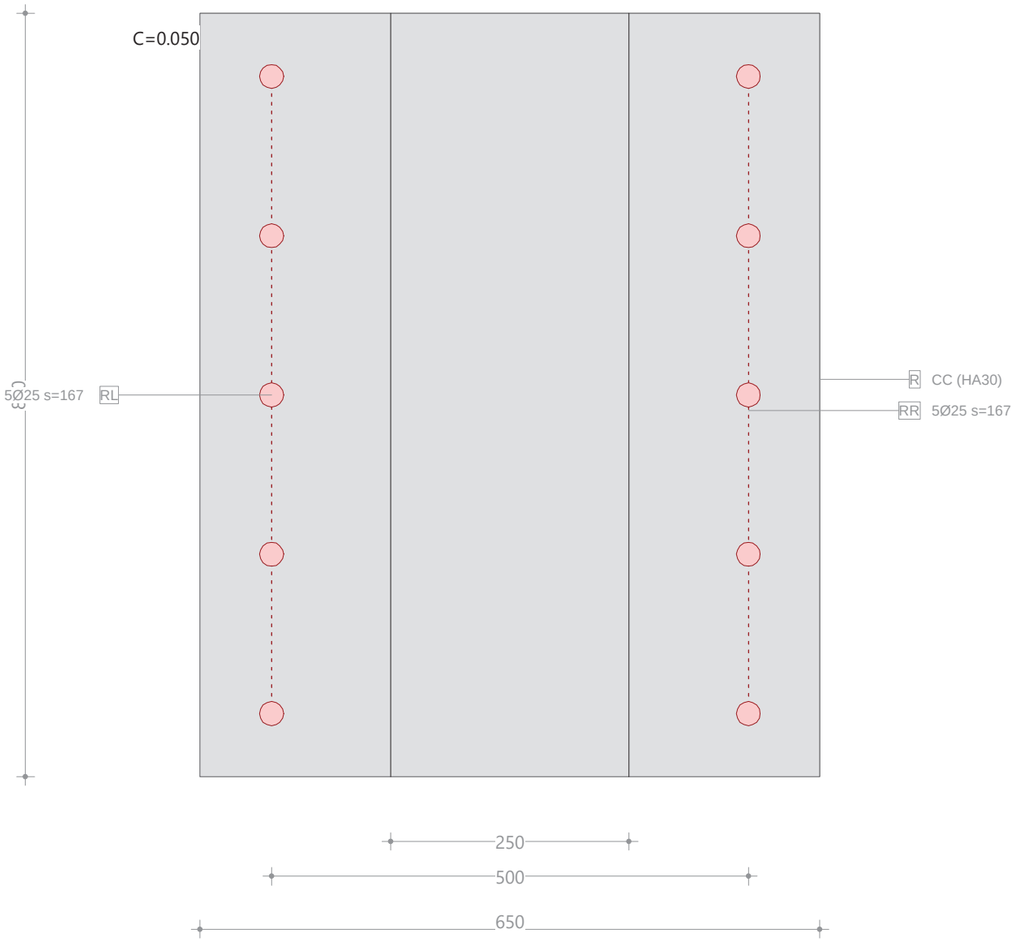
Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	325	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	10.3	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-2.2	-434.8	1.15
RL	B500S	-250	66	9.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

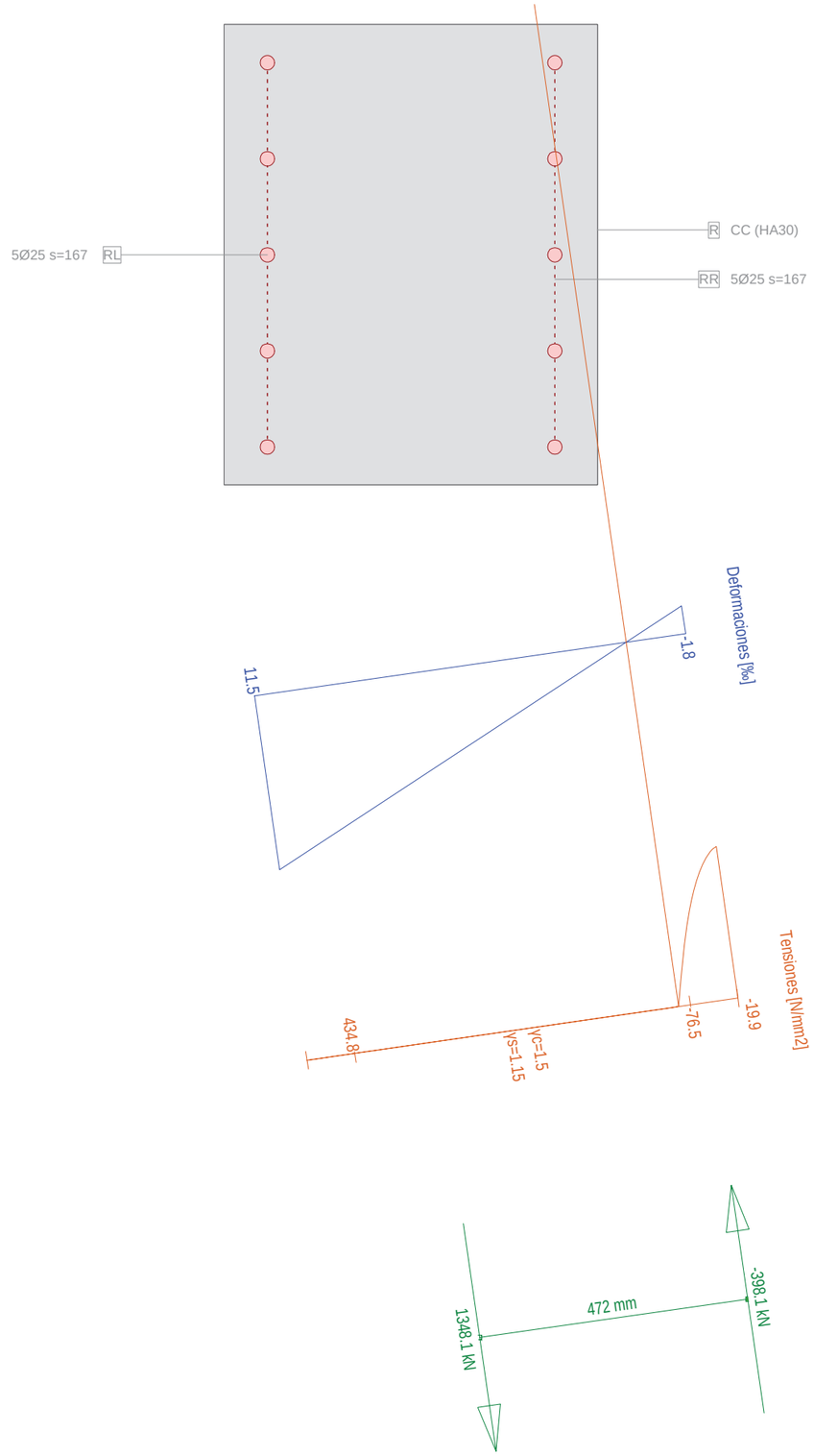
Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
308.	539.1	333.7	3.4	11.8	6.7	90623.16	45784.24	49553.59

ESTREP 1 – NUS TIPUS 2

Sección transversal E1_NUDO2 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras Escala 1 :6.1



Sección transversal E1_NUDO2 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=534.0;My=82.0;Mz=176.0; eff(M,N)=0.56 OK Escala 1 :9.7



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_NUDO2

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.56 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		534.0	82.0	176.0	0.56					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

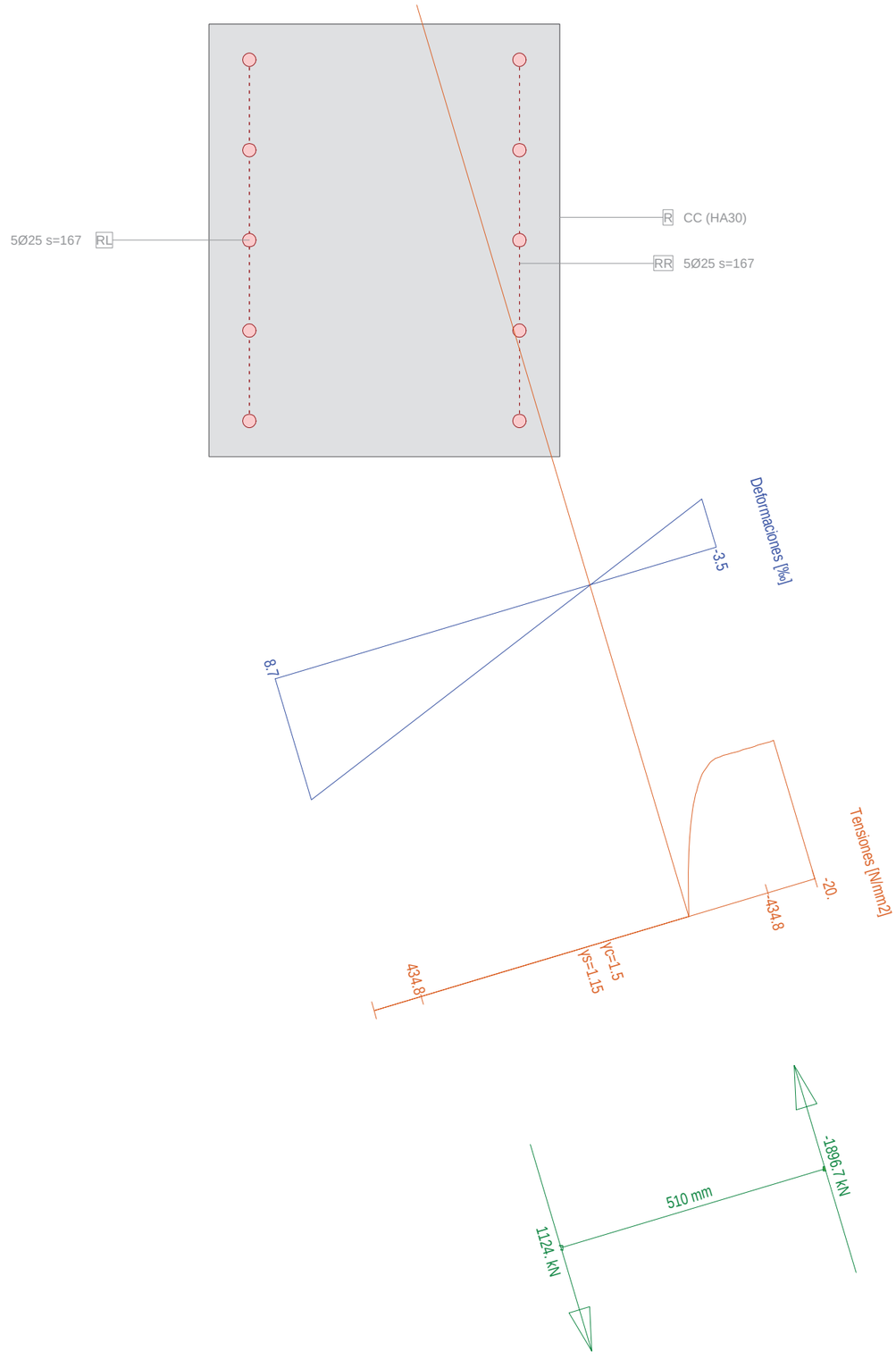
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	325	800	-1.8	-19.9	1.50
R	HA30	-325	0	11.5	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-0.4	-76.5	1.15
RL	B500S	-250	66	10.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
950.	145.9	313.2	4.8	2.5	17.4	197178.04	58251.97	18016.69

Sección transversal E1_NUDO2 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-186.0;My=82.0;Mz=176.0; eff(M,N)=0.24 OK Escala 1 :9.6



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_NUDO2

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.24 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-186.0	82.0	176.0	0.24					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

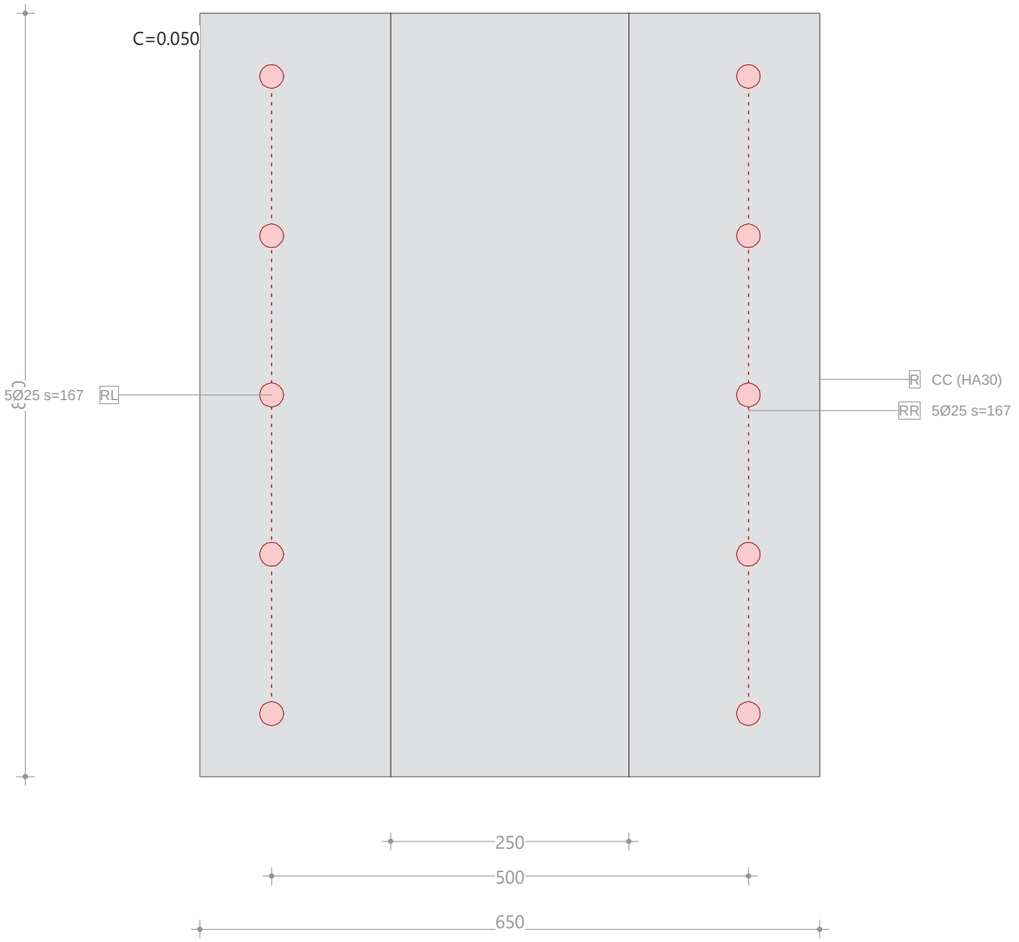
Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	325	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	8.7	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-2.2	-434.8	1.15
RL	B500S	-250	66	7.4	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

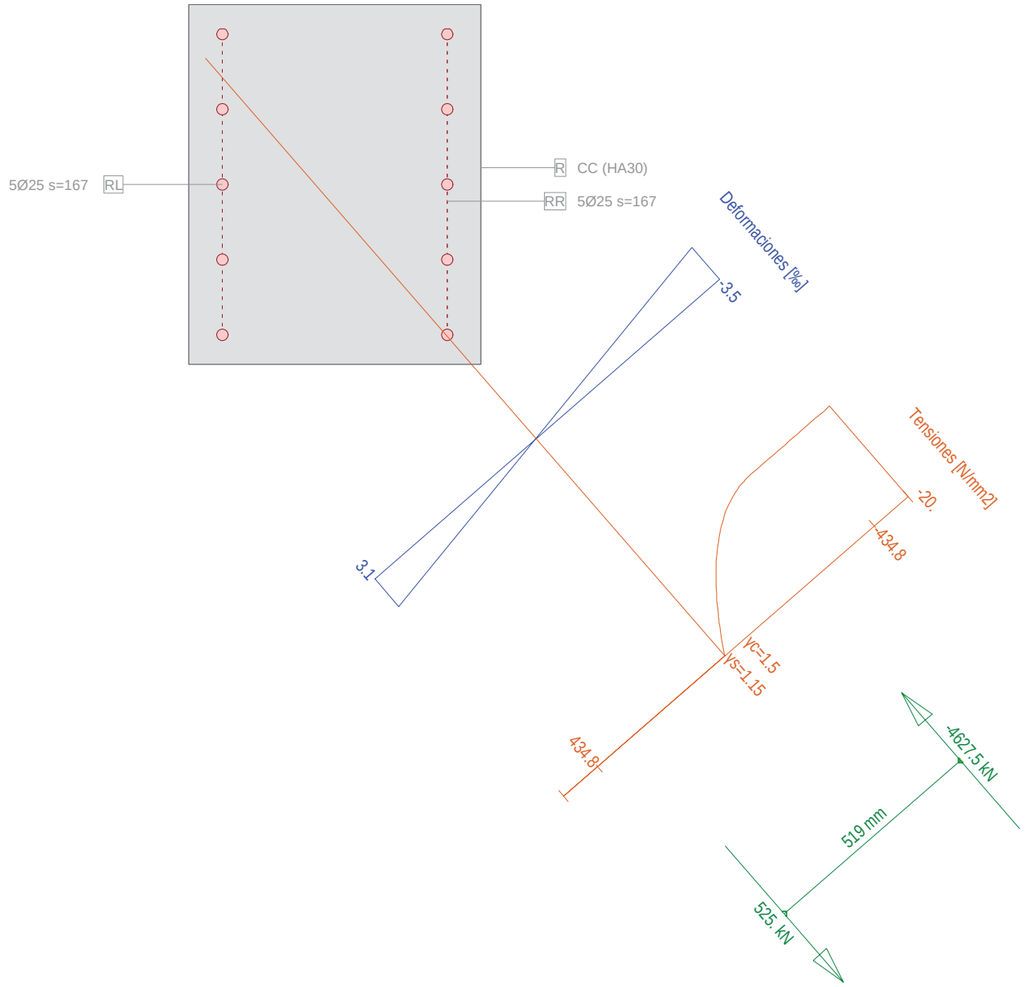
Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-772.7	340.6	730.9	2.6	4.1	13.8	294691.54	82786.6	53061.27

ESTREP 1 – NUS TIPUS 3

Sección transversal E1_NUDO3 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras Escala 1 :6.1



Sección transversal E1_NUDO3 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-646.0;My=135.0;Mz=120.0; eff(M,N)=0.16 OK Escala 1 :12.9



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_NUDO3

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.16 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-646.0	135.0	120.0	0.16					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

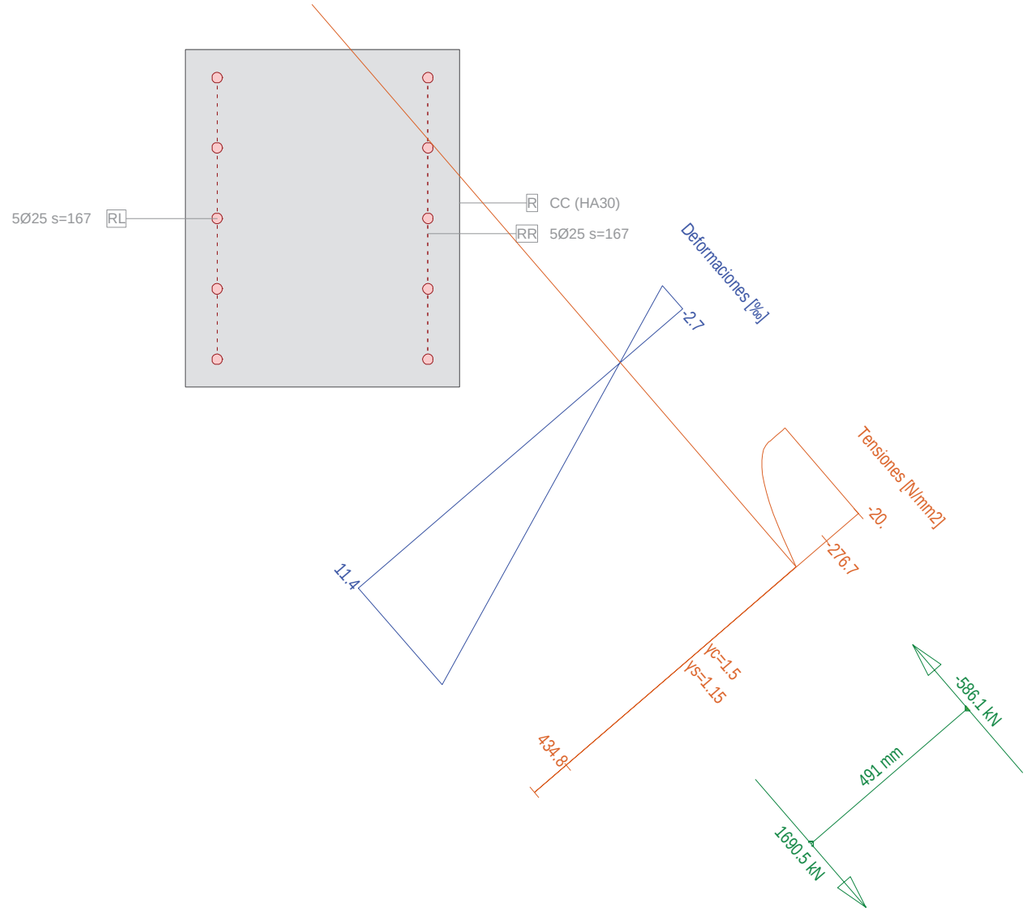
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	325	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	3.1	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-2.9	-434.8	1.15
RL	B500S	-250	66	2.4	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-4102.5	857.2	762.	-0.2	4.2	4.9	19186430.4	201928.9	155941.53

Sección transversal E1_NUDO3 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=511.0;My=135.0;Mz=120.0; eff(M,N)=0.46 OK Escala 1 :13.7



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_NUDO3

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.46 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		511.0	135.0	120.0	0.46					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

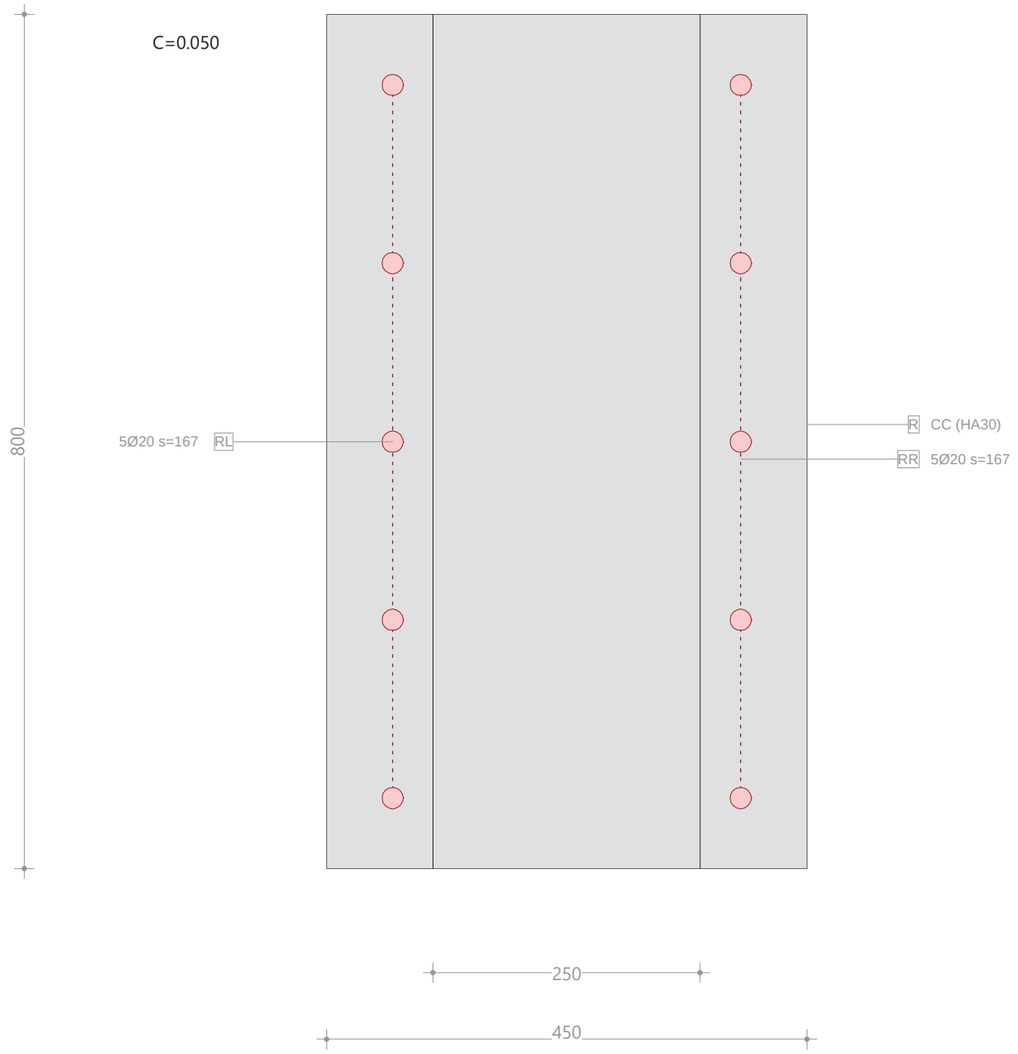
Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
R	HA30	325	800	-2.7	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	11.4	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-1.3	-276.7	1.15
RL	B500S	-250	66	10.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

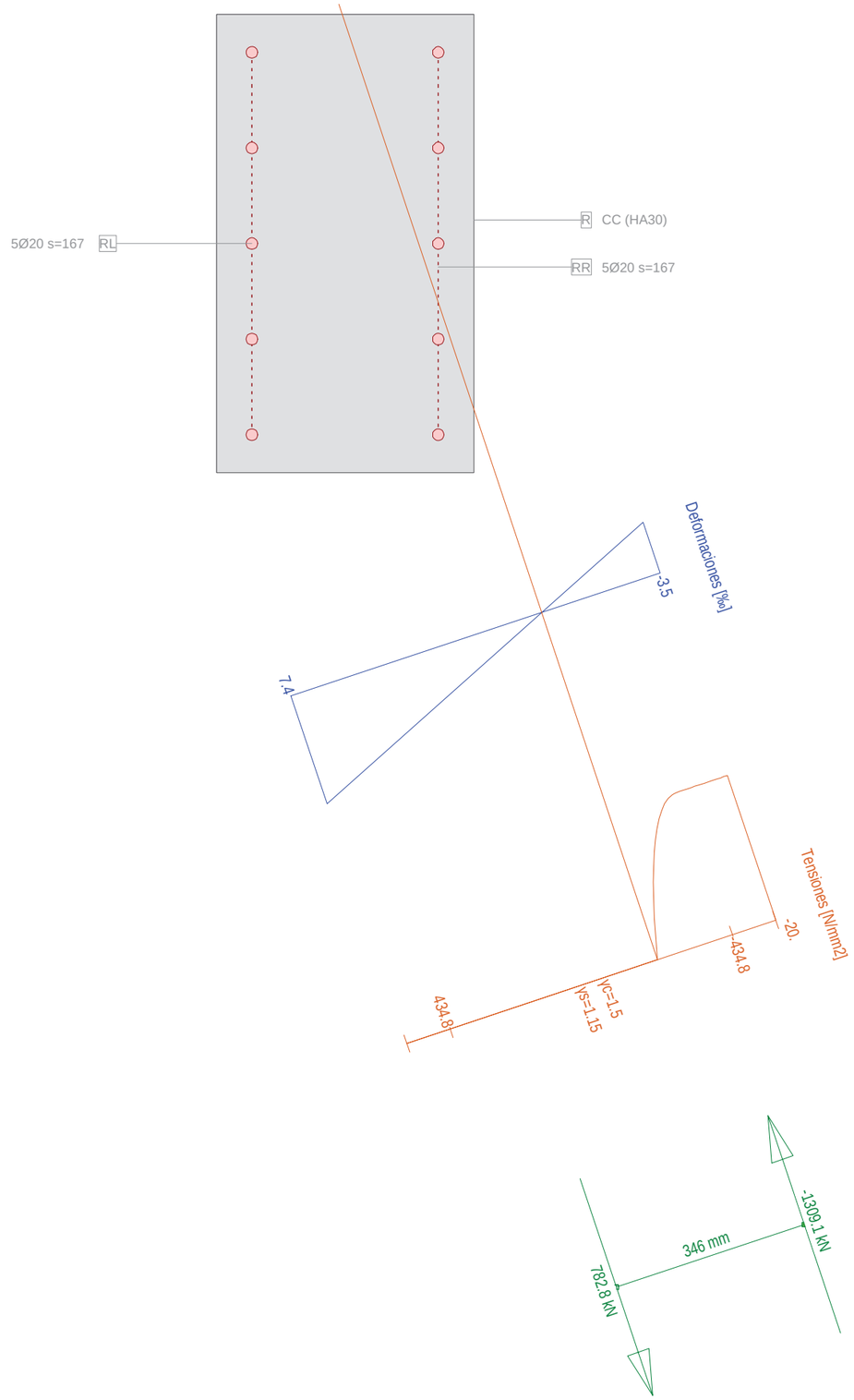
Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
1104.4	291.9	259.4	4.3	9.1	10.5	254372.04	32207.04	24644.36

ESTREP 1 – NUS TIPUS INTERMIG

Sección transversal E1_NUDO_I (HA30;B500S): Contorno, Armaduras Escala 1 :5.4



Sección transversal E1_NUDO_I (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-250.0;My=145.0;Mz=145.0; eff(M,N)=0.48 OK Escala 1 :9.3



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_NUDO_I

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.48 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-250.0	145.0	145.0	0.48					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

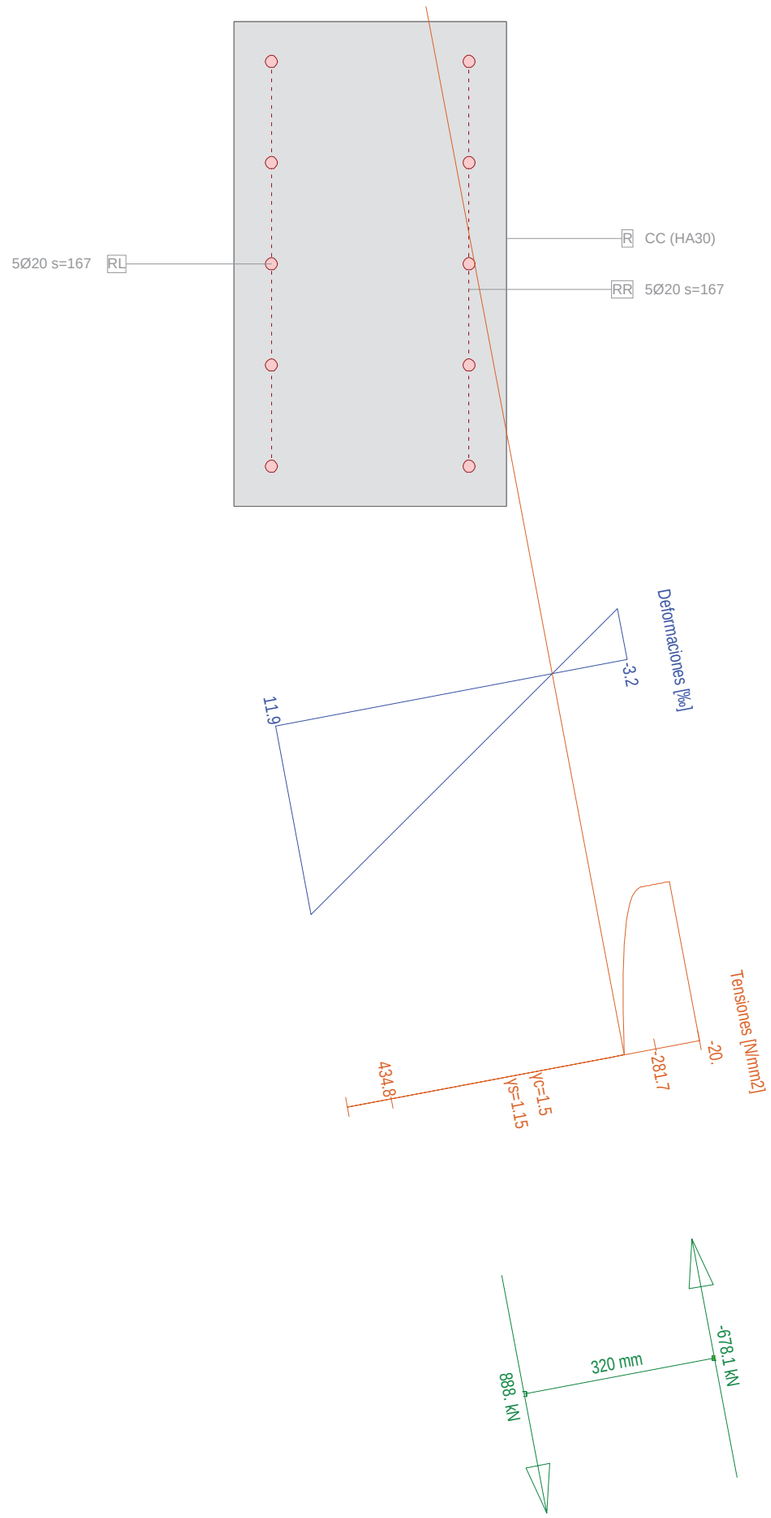
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	225	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-225	0	7.4	0.	1.50
RR	B500S	163	734	-2.2	-434.8	1.15
RL	B500S	-163	66	6.2	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-526.3	305.2	305.1	2.0	5.1	15.3	267417.55	59946.62	20002.92

Sección transversal E1_NUDO_I (HA30;B500S): Eficiencia Nx=150.0;My=145.0;Mz=145.0; eff(M,N)=0.71 OK Escala 1 :9.5



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E1_NUDO_I

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.71 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		150.0	145.0	145.0	0.71					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

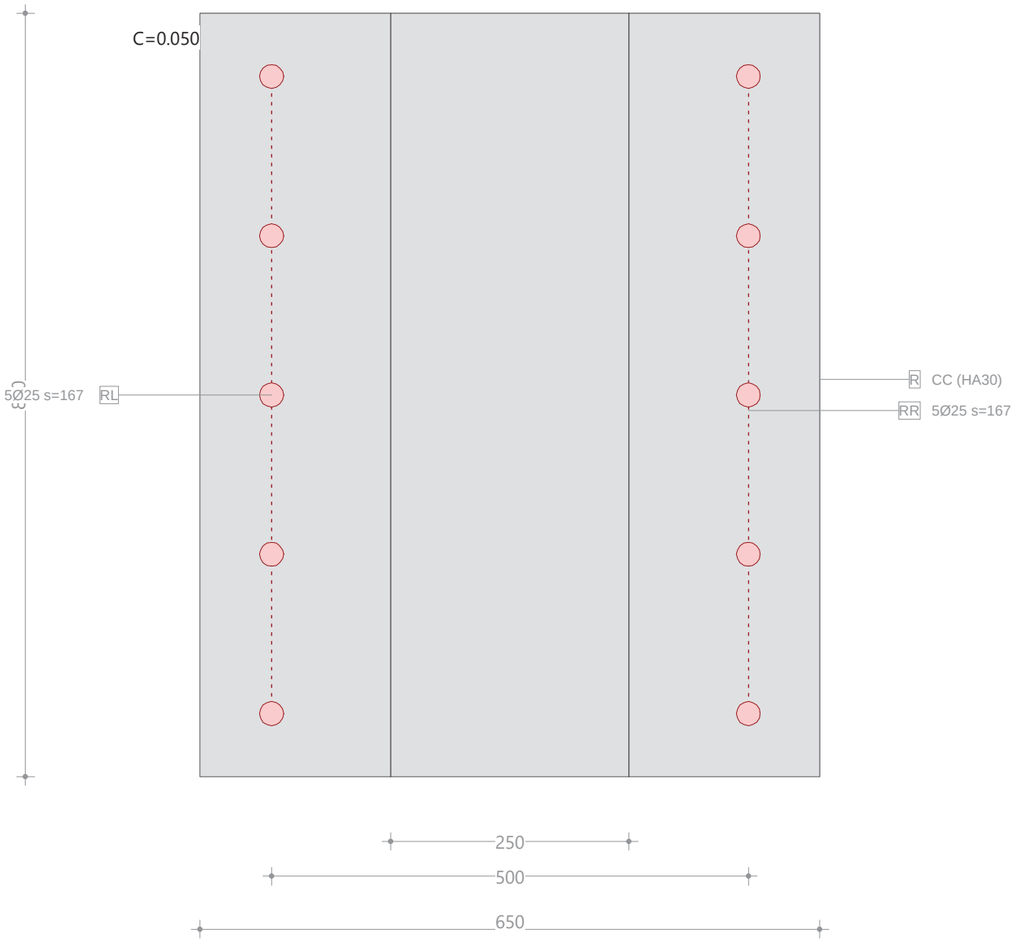
Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	225	800	-3.2	-20.	1.50
R	HA30	-225	0	11.9	0.	1.50
RR	B500S	163	734	-1.3	-281.7	1.15
RL	B500S	-163	66	10.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

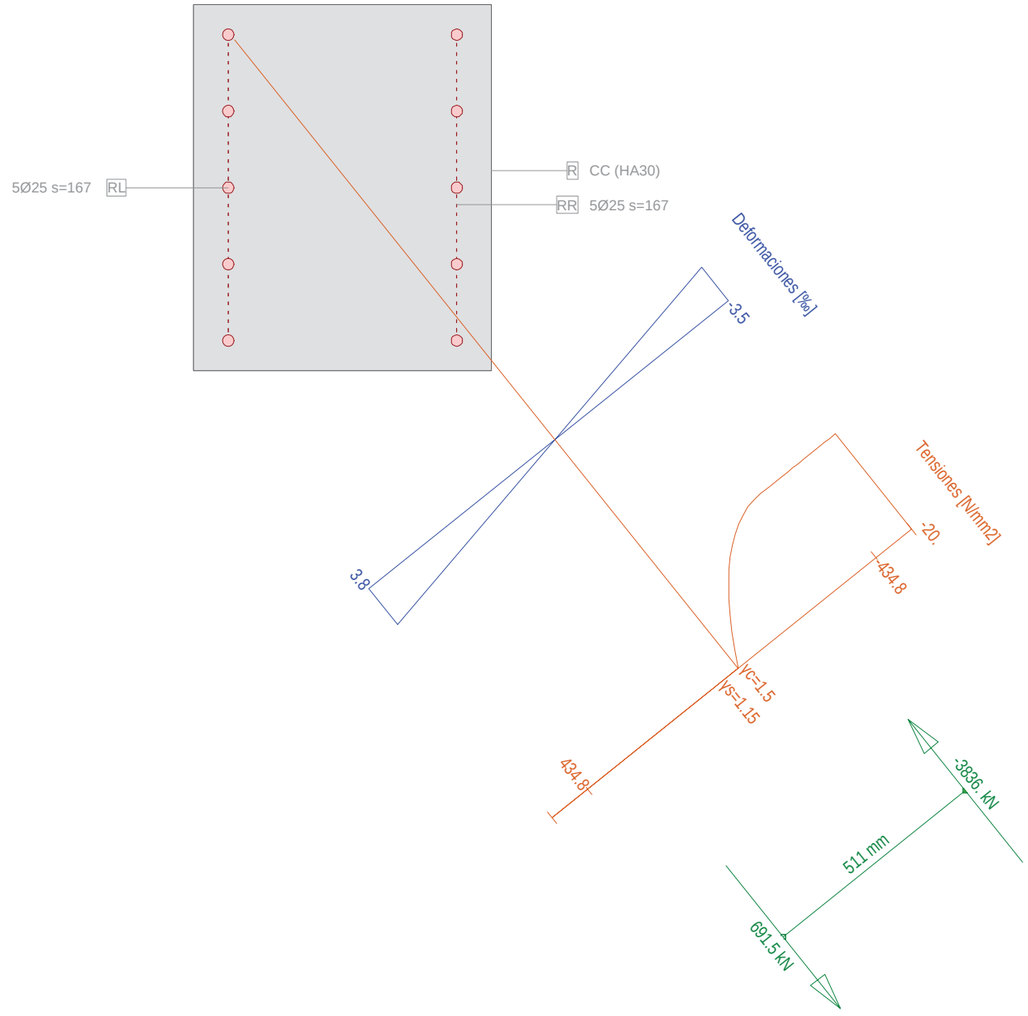
Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
210.	203.1	203.1	4.3	4.7	25.1	48498.45	42791.43	8101.03

ESTREP 2 – NUS TIPUS 1

Sección transversal E2_NUDO1 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras Escala 1 :6.1



Sección transversal E2_NUDO1 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-1603.0;My=397.0;Mz=402.0; eff(M,N)=0.51 OK Escala 1 :12.6



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_NUDO1

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.51 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-1603.0	397.0	402.0	0.51					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

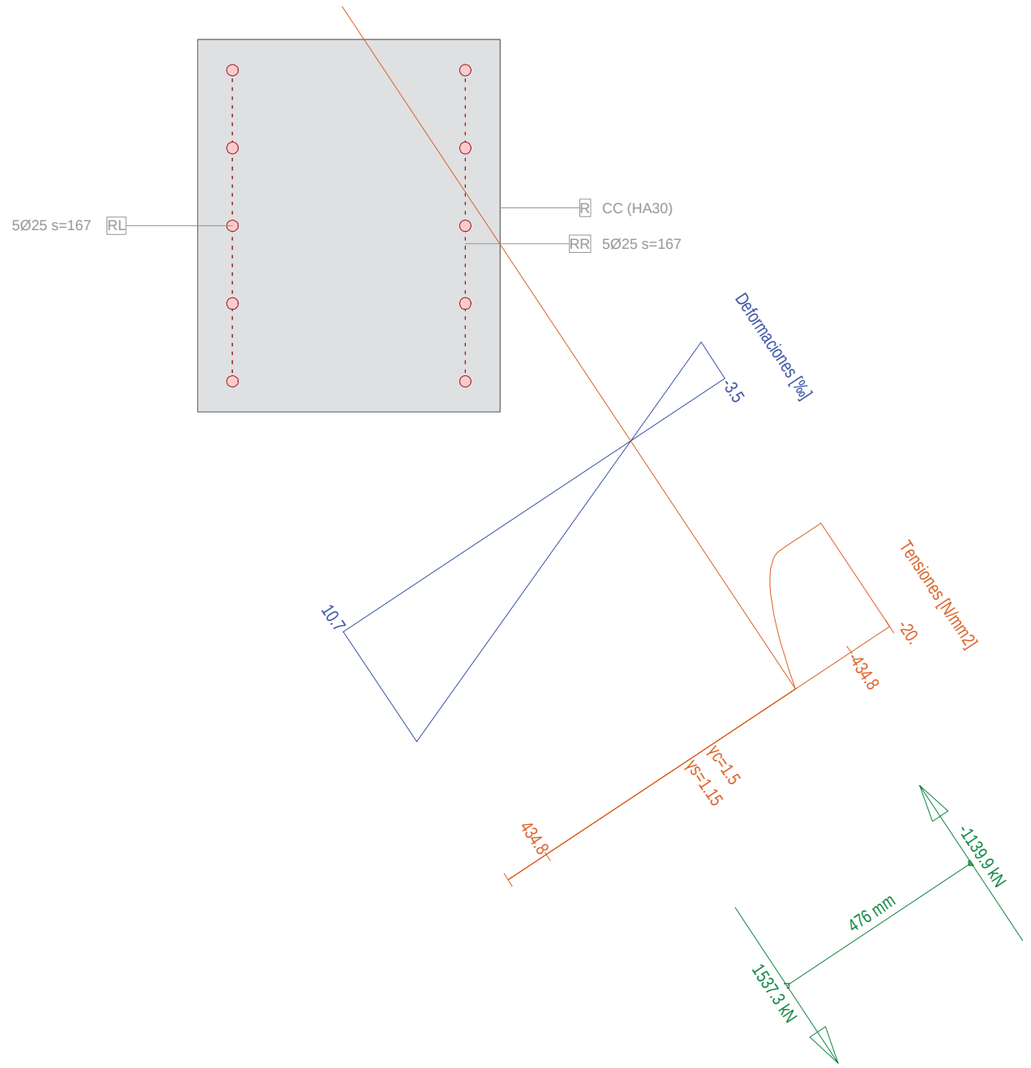
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
R	HA30	325	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	3.8	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-2.8	-434.8	1.15
RL	B500S	-250	66	3.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-3144.5	778.7	788.5	0.1	4.5	5.6	24636066.8	172892.01	140339.51

Sección transversal E2_NUDO1 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=374.0;My=397.0;Mz=402.0; eff(M,N)=0.94 OK Escala 1 :12.4



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_NUDO1

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.94 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		374.0	397.0	402.0	0.94					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

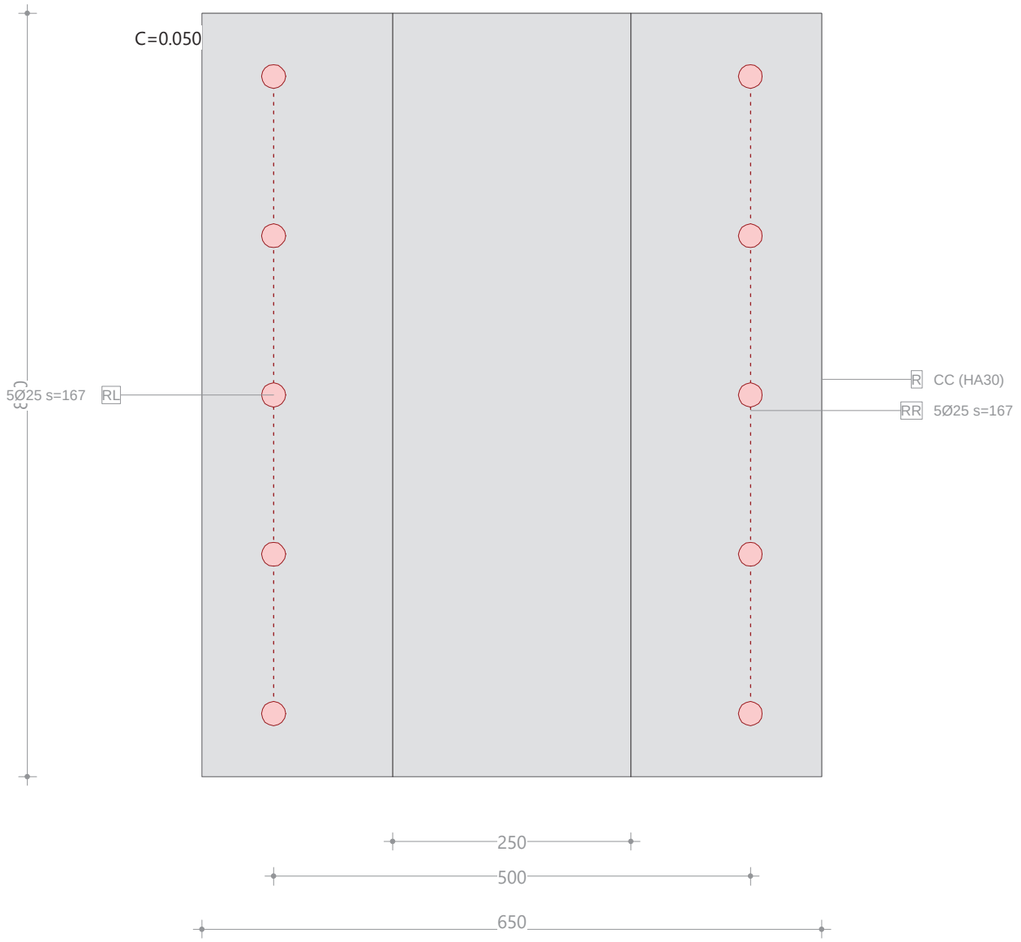
Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
R	HA30	325	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	10.7	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-2.1	-434.8	1.15
RL	B500S	-250	66	9.2	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

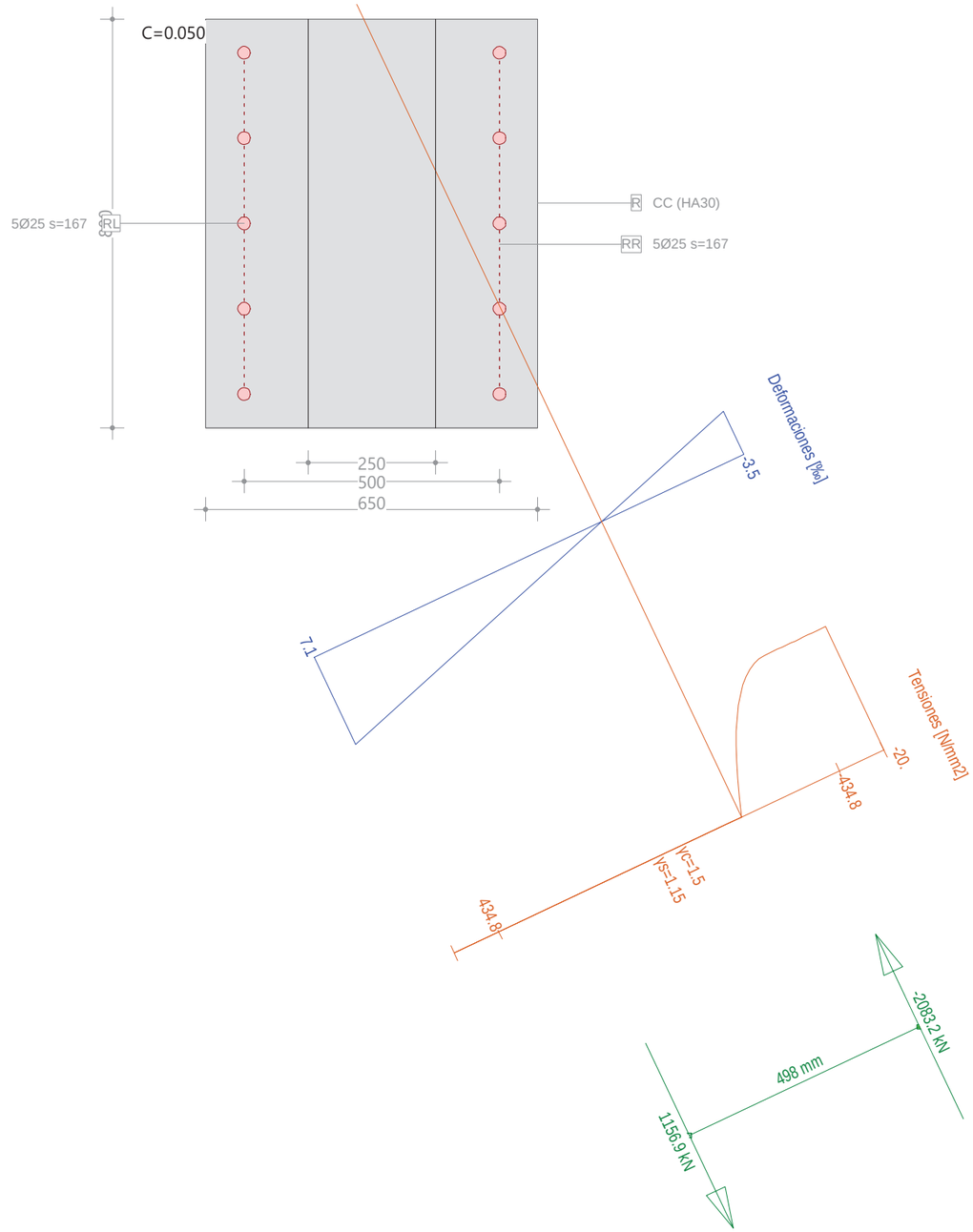
Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
397.4	422.1	427.4	3.6	8.0	12.0	111060.87	53058.14	35649.21

ESTREP 2 – NUS TIPUS 2

Sección transversal E2_NUDO2 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras Escala 1 :6.1



Sección transversal E2_NUDO2 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-311.0;My=150.0;Mz=245.0; eff(M,N)=0.34 OK Escala 1 :10.8



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_NUDO2

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.34 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-311.0	150.0	245.0	0.34					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

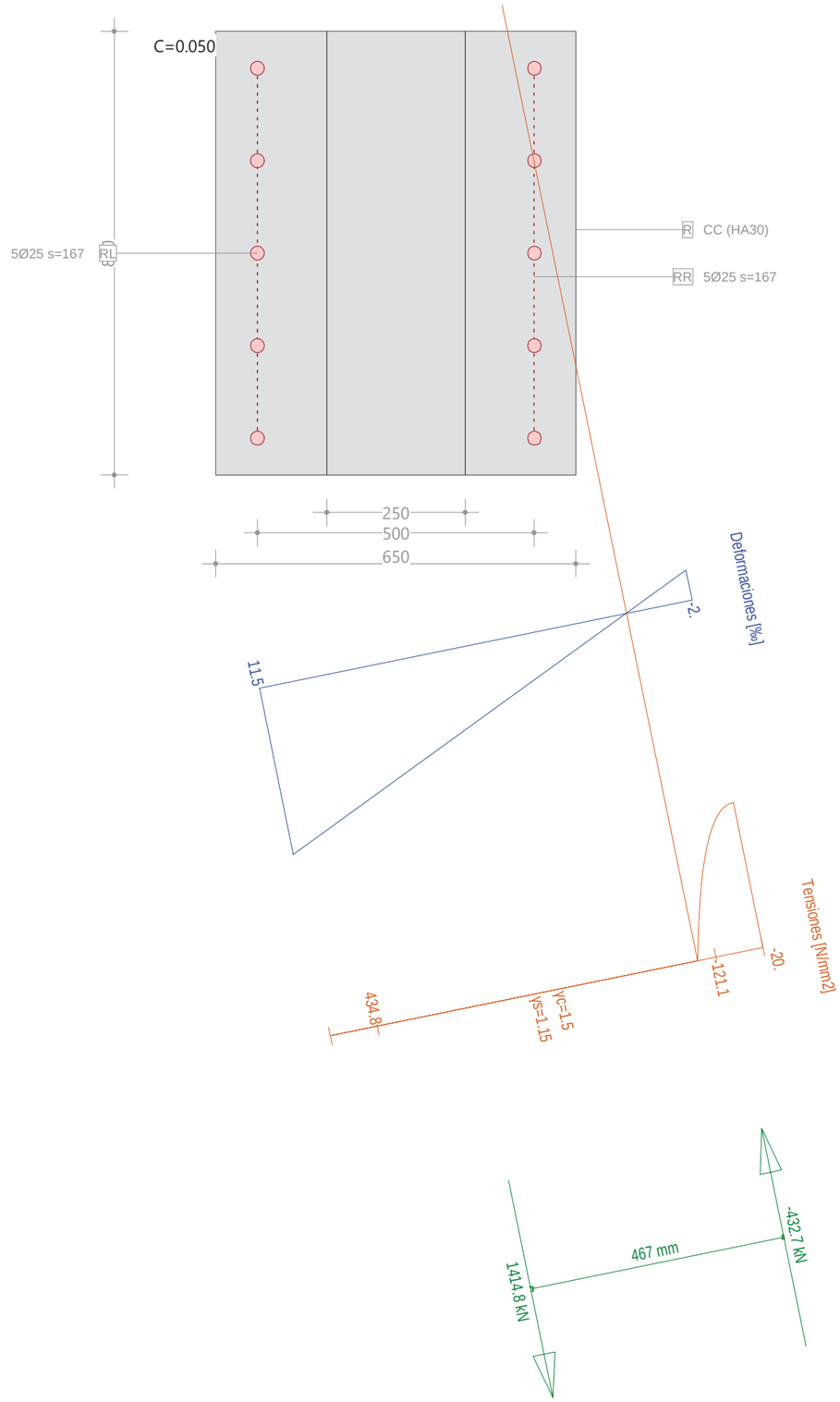
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	325	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	7.1	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-2.4	-434.8	1.15
RL	B500S	-250	66	6.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-926.3	446.7	729.5	1.8	4.9	10.3	518392.27	91799.31	70962.75

Sección transversal E2_NUDO2 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=792.0;My=150.0;Mz=245.0; eff(M,N)=0.81 OK Escala 1 :9.6



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_NUDO2

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.81 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		792.0	150.0	245.0	0.81					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

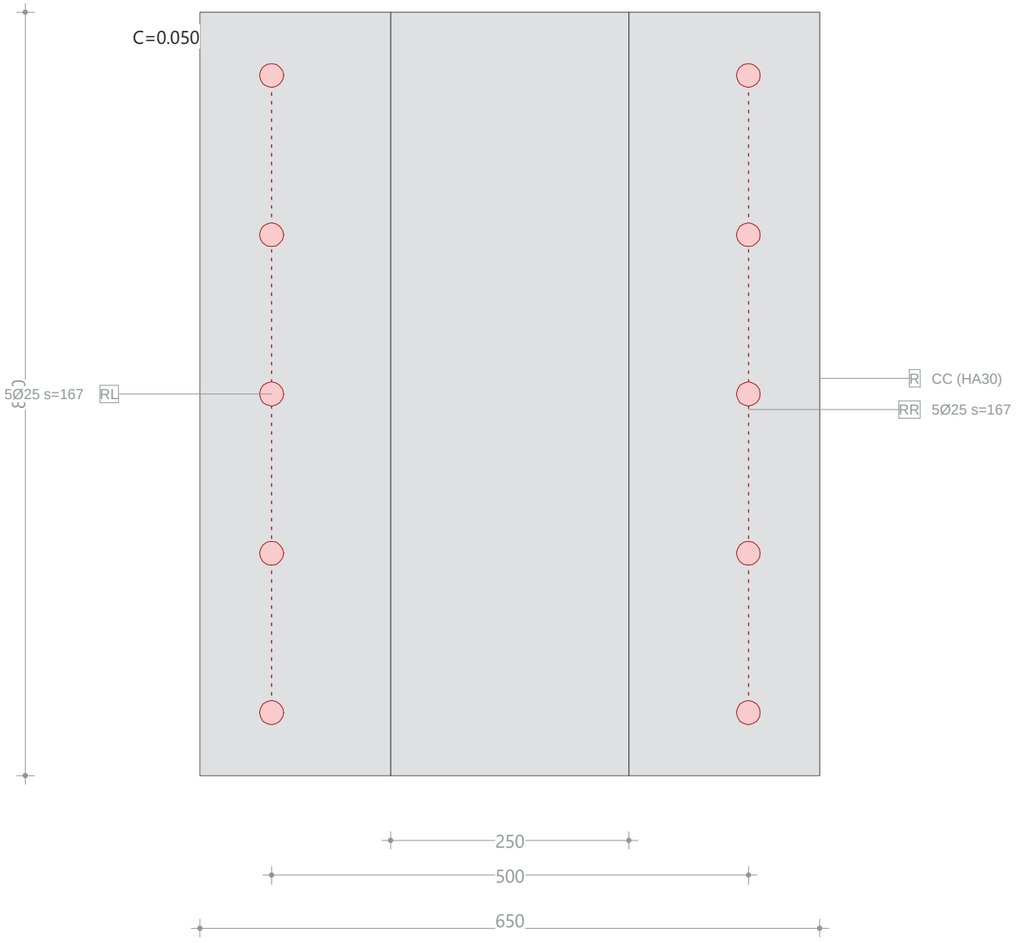
Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	325	800	-2.	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	11.5	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-0.6	-121.1	1.15
RL	B500S	-250	66	10.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

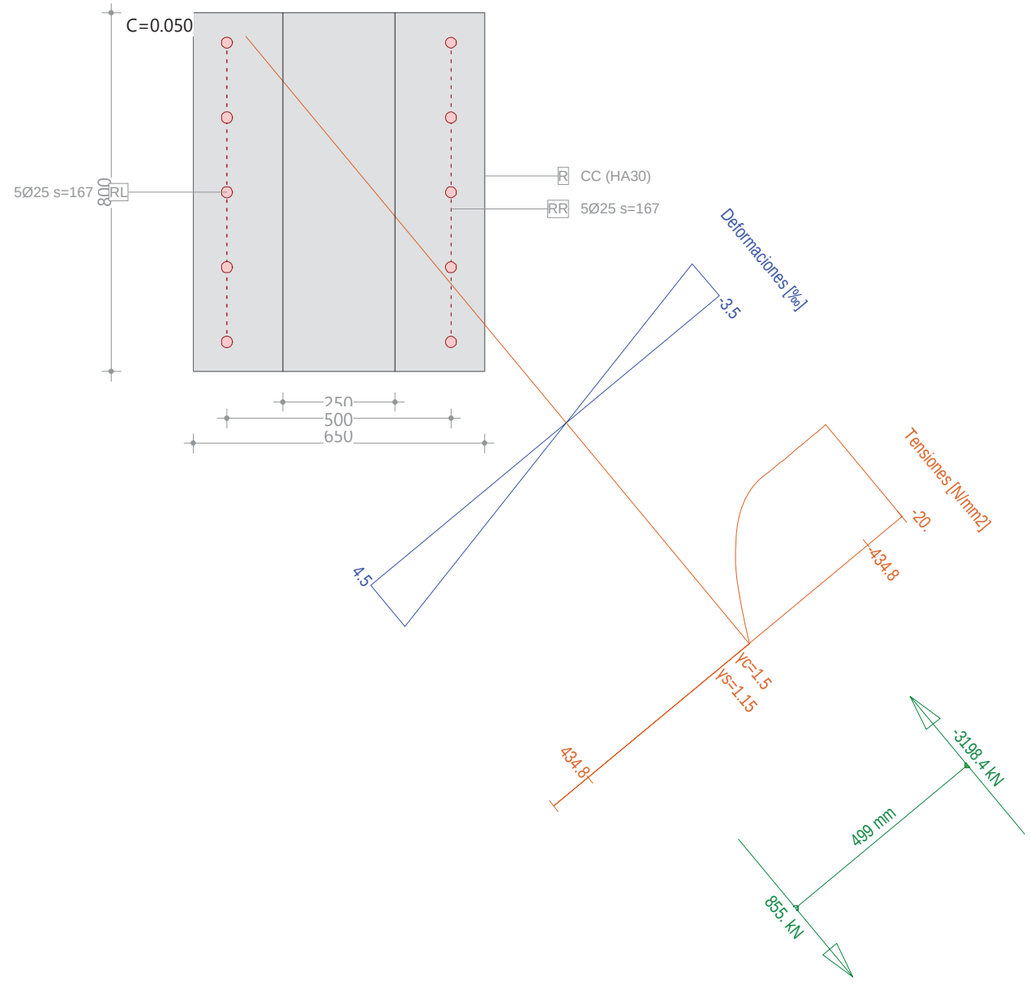
Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
982.1	186.1	303.9	4.7	3.4	16.6	208437.89	54811.06	18286.7

ESTREP 2 – NUS TIPUS 3

Sección transversal E2_NUDO3 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras Escala 1 :6.1



Sección transversal E2_NUDO3 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-490.0;My=155.0;Mz=155.0; eff(M,N)=0.21 OK Escala 1 :12.9



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_NUDO3

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.21 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-490.0	155.0	155.0	0.21					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
	Límites de deformación								Factores de la resistencia					Otros valores			
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

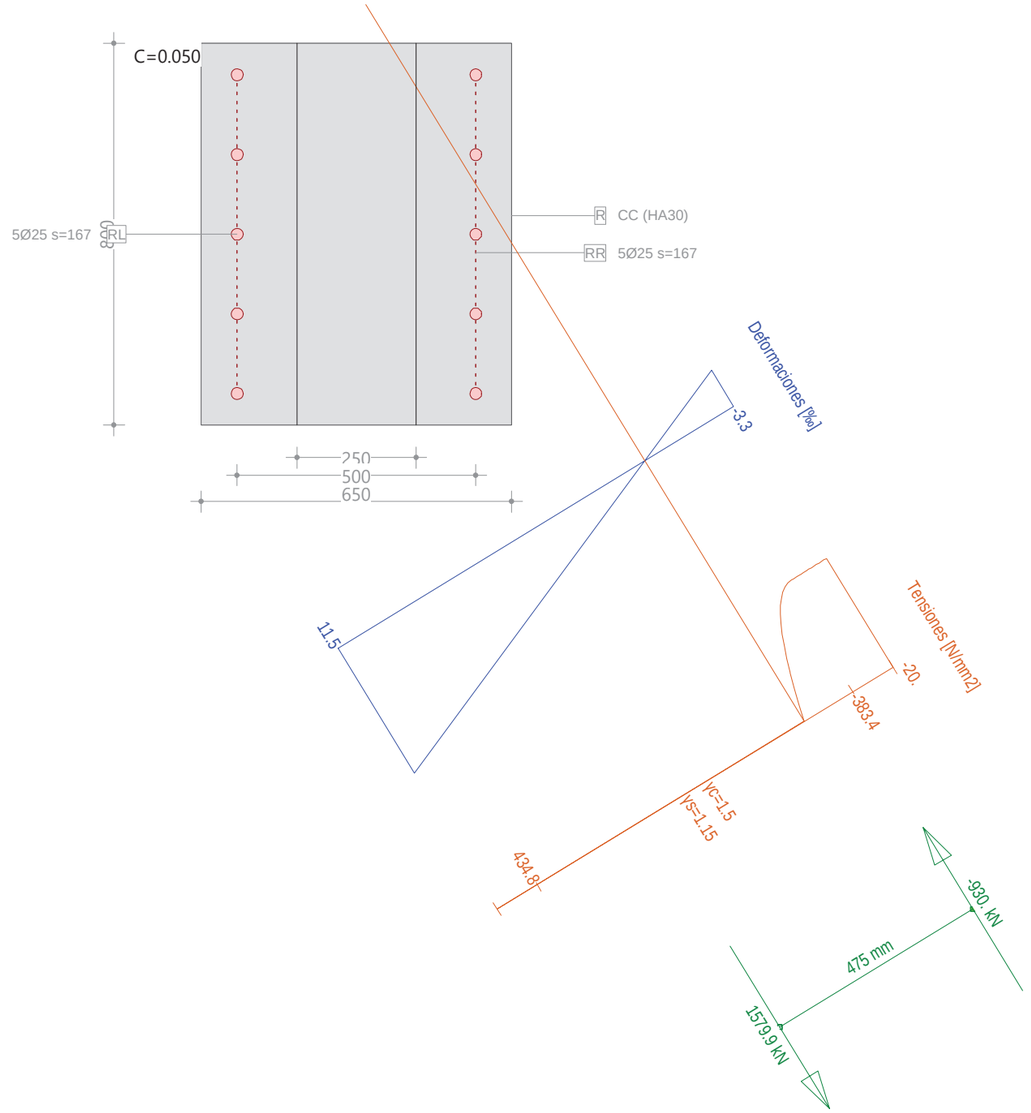
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	325	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	4.5	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-2.7	-434.8	1.15
RL	B500S	-250	66	3.7	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
-2343.4	741.	741.	0.5	5.0	6.1	4783522.93	147021.2	122019.06

Sección transversal E2_NUDO3 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=270.0;My=155.0;Mz=155.0; eff(M,N)=0.42 OK Escala 1 :12.1



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_NUDO3

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.42 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal				Esfuerzos de corte y torsión				Sección completa
			N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		270.0	155.0	155.0	0.42					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε				Límites de deformación				Factores de la resistencia					Otros valores			
	c	s	p	M	ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm^2]	α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

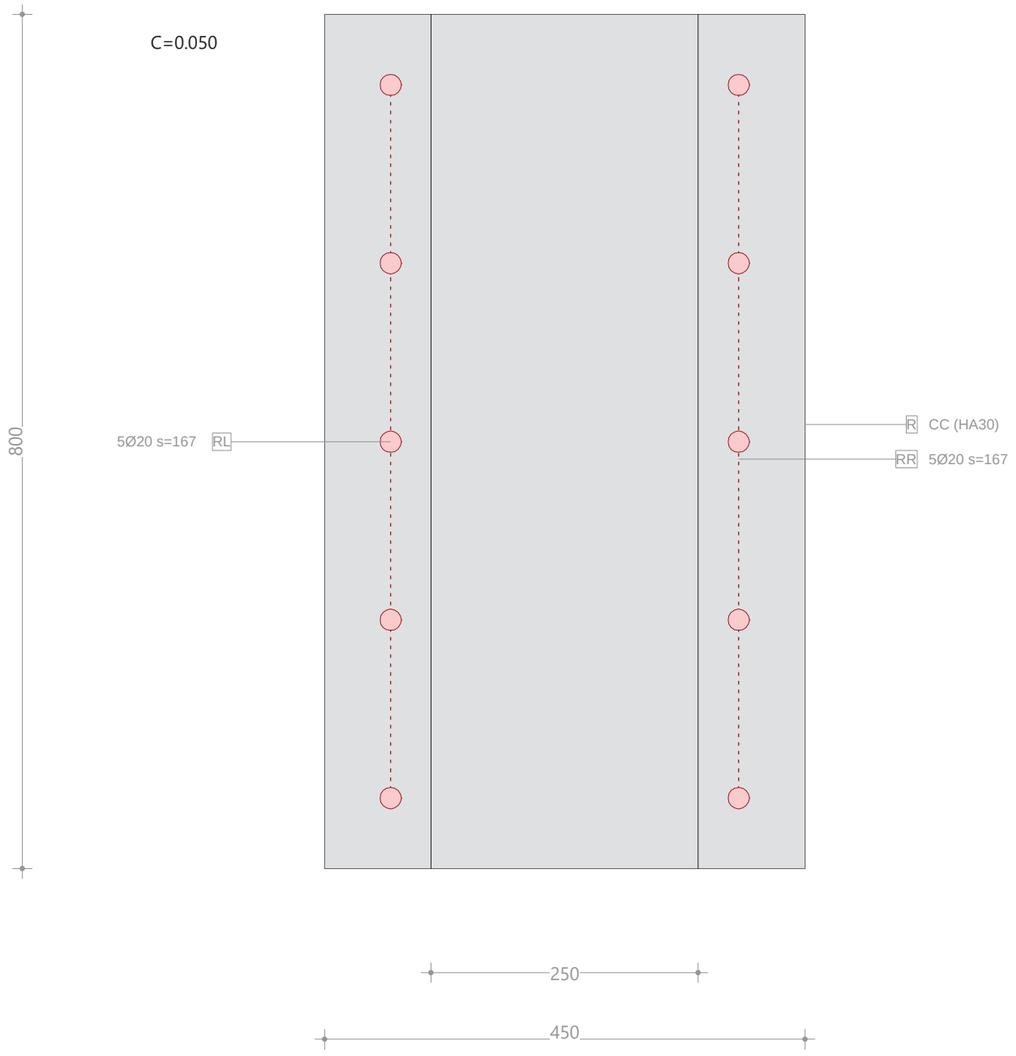
Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm^2]	γ [-]
R	HA30	325	800	-3.3	-20.	1.50
R	HA30	-325	0	11.5	0.	1.50
RR	B500S	250	734	-1.8	-383.4	1.15
RL	B500S	-250	66	10.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

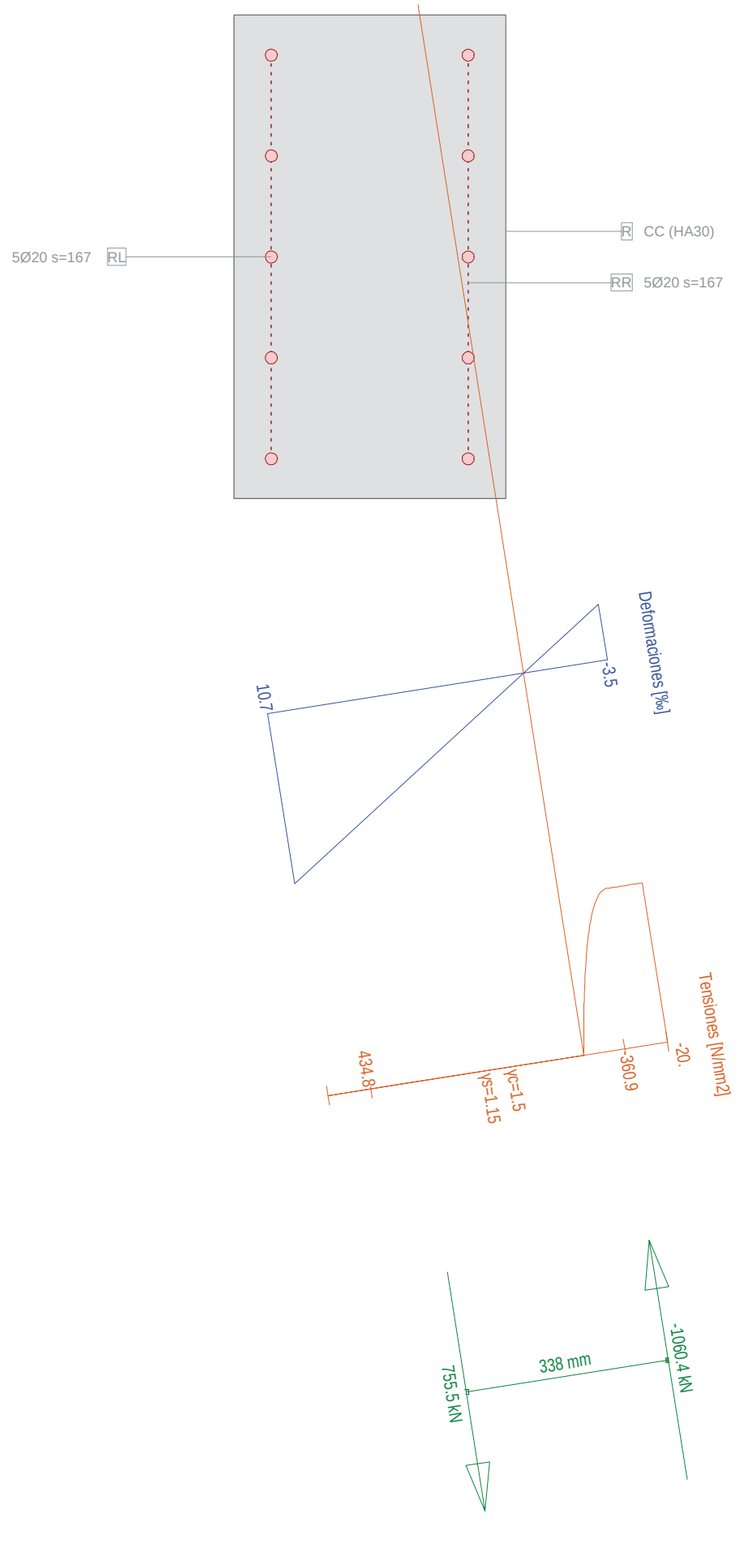
Esfuerzos			Deformación y curvatura			Valores rigidez		
N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm^2]	M_z/χ_z [kNm^2]
649.9	373.2	373.1	4.1	8.0	13.0	158971.78	46878.05	28663.5

ESTREP 2 – NUS TIPUS INTERMIG

Sección transversal E2_NUDO_I (HA30;B500S): Contorno, Armaduras Escala 1 :5.4



Sección transversal E2_NUDO_I (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-220.0;My=140.0;Mz=210.0; eff(M,N)=0.72 OK Escala 1 :9.6



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_NUDO_I

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.72 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-220.0	140.0	210.0	0.72					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

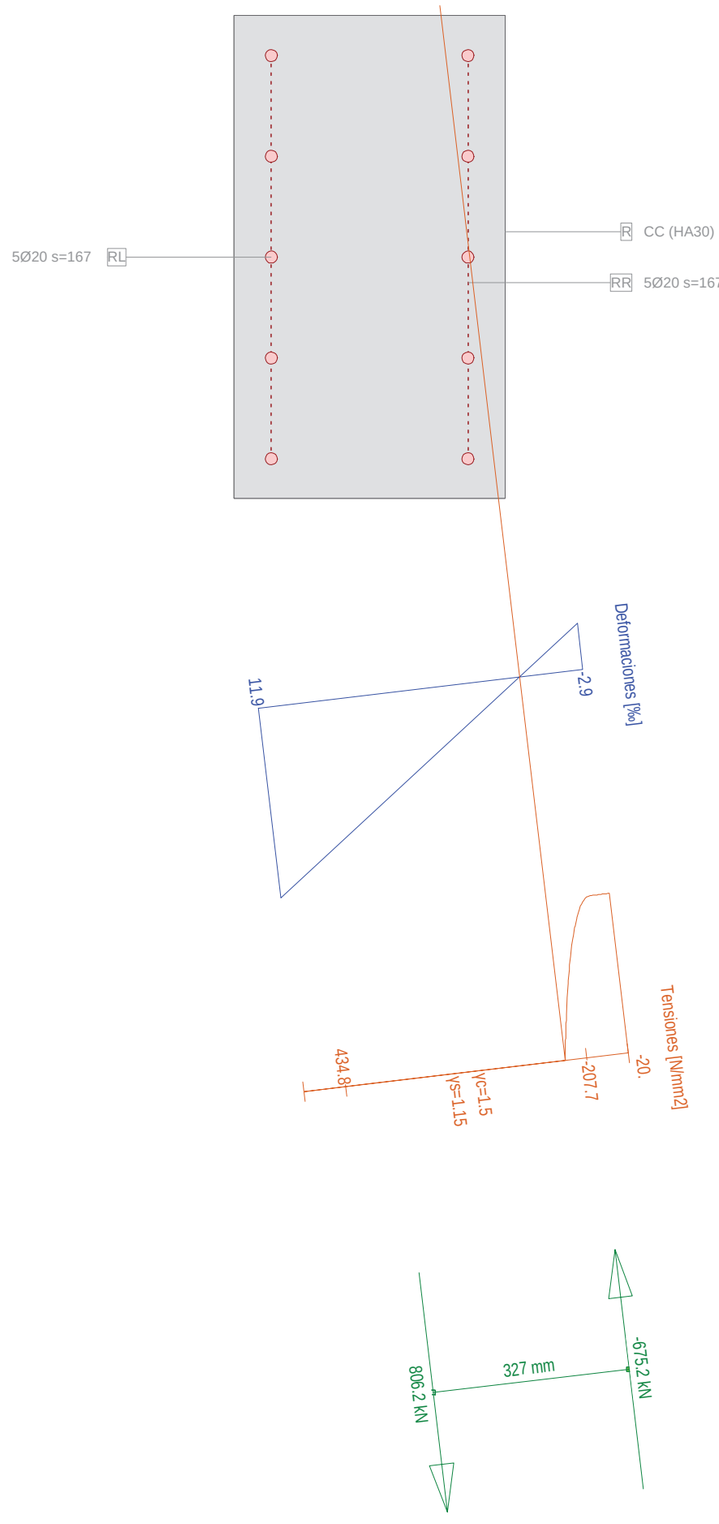
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	225	800	-3.5	-20.	1.50
R	HA30	-225	0	10.7	0.	1.50
RR	B500S	163	734	-1.7	-360.9	1.15
RL	B500S	-163	66	8.9	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-304.9	194.	290.9	3.6	3.9	24.6	84957.3	49974.92	11821.78

Sección transversal E2_NUDO_I (HA30;B500S): Eficiencia Nx=125.0;My=140.0;Mz=210.0; eff(M,N)=0.95 OK Escala 1 :9.6



Cálc. capacidad última Sección (Columna): E2_NUDO_I

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.95 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		125.0	140.0	210.0	0.95					

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
R	HA30	225	800	-2.9	-20.	1.50
R	HA30	-225	0	11.9	0.	1.50
RR	B500S	163	734	-1.	-207.7	1.15
RL	B500S	-163	66	10.	434.8	1.15

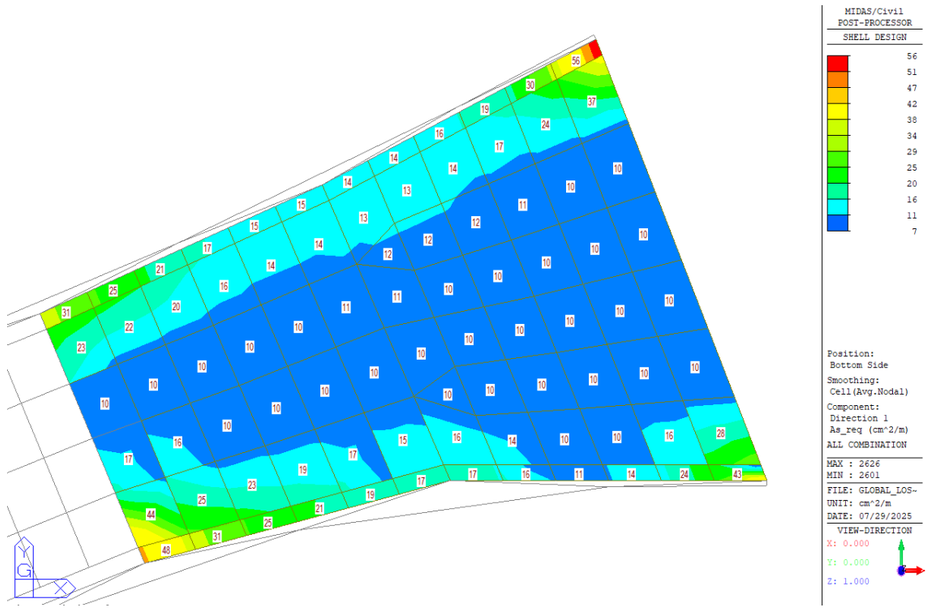
Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
131.	146.9	220.4	4.5	3.2	27.1	29070.45	45675.29	8125.02

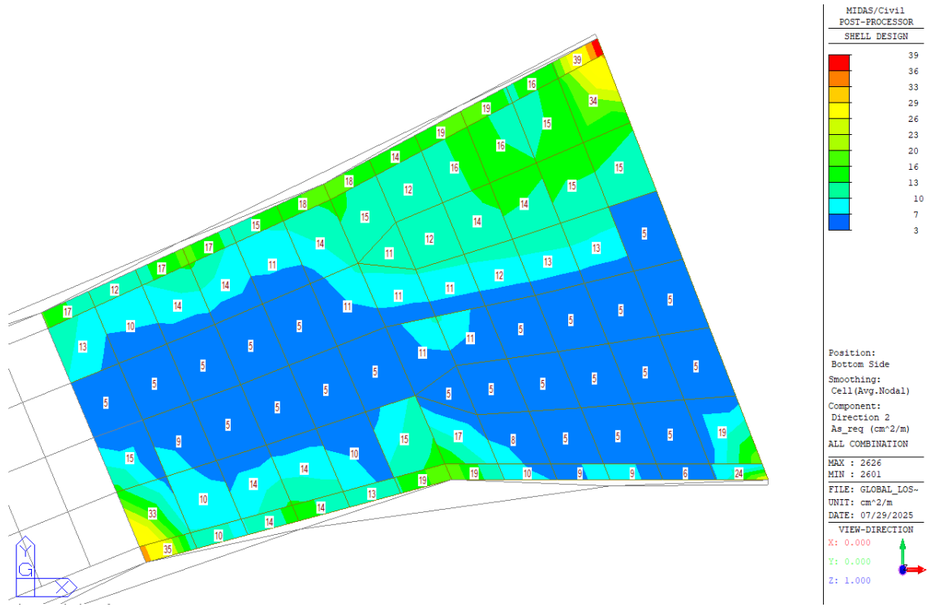
5.3 ARMADURES DELS ESTREPS

LLOSES

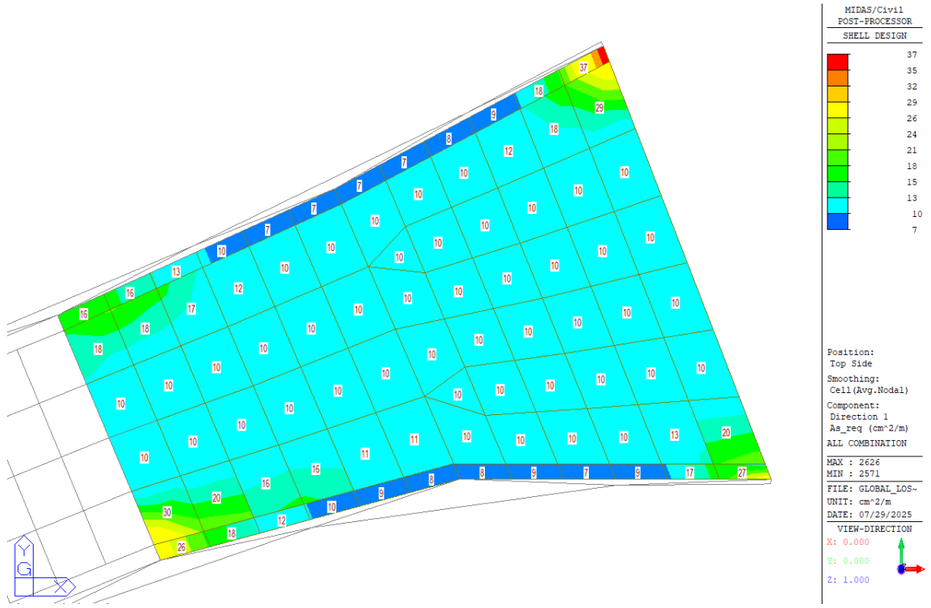
ARMADURES LLOSA SUPERIOR



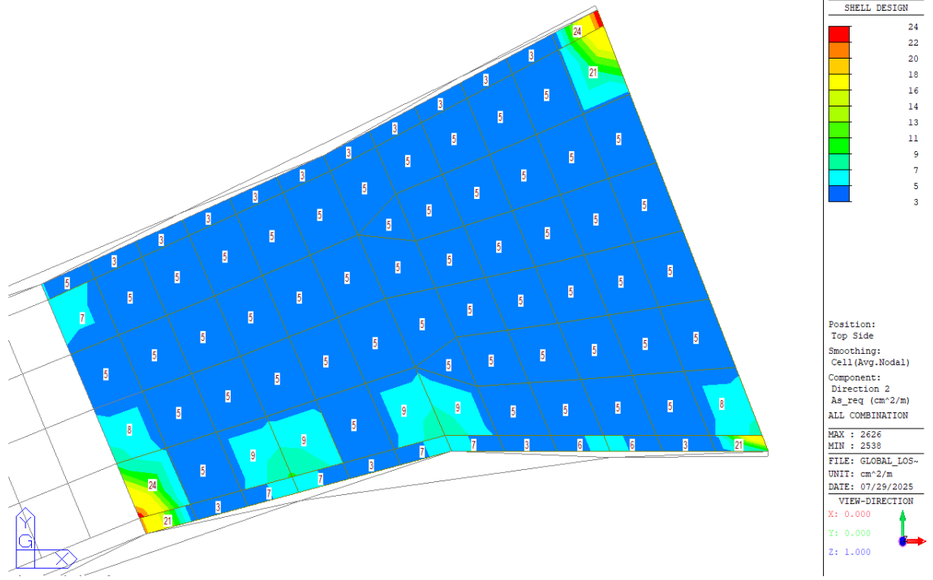
5 E2_Losa_As_XBot



7 E2_Losa_As_YBot

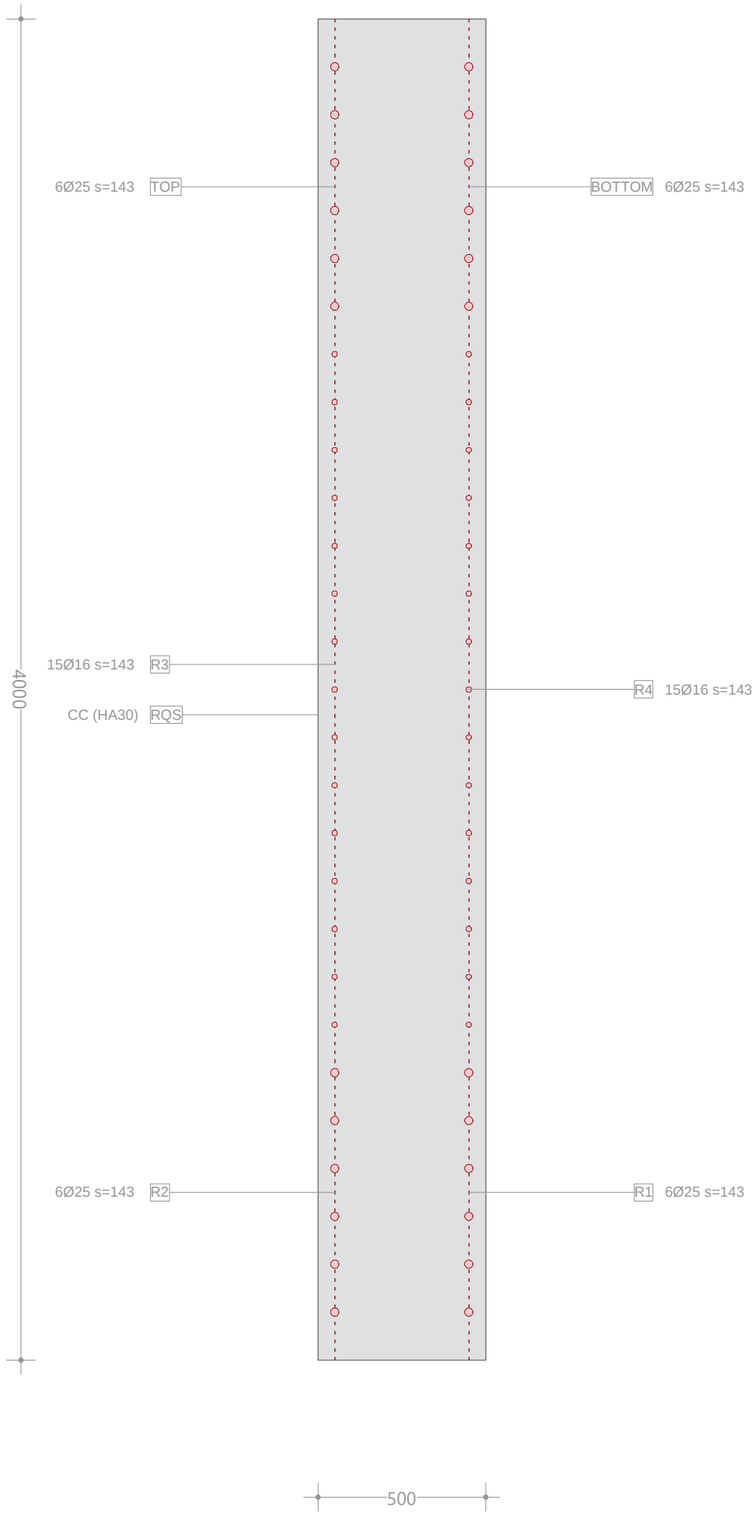


6 E2_Losa_As_XTop

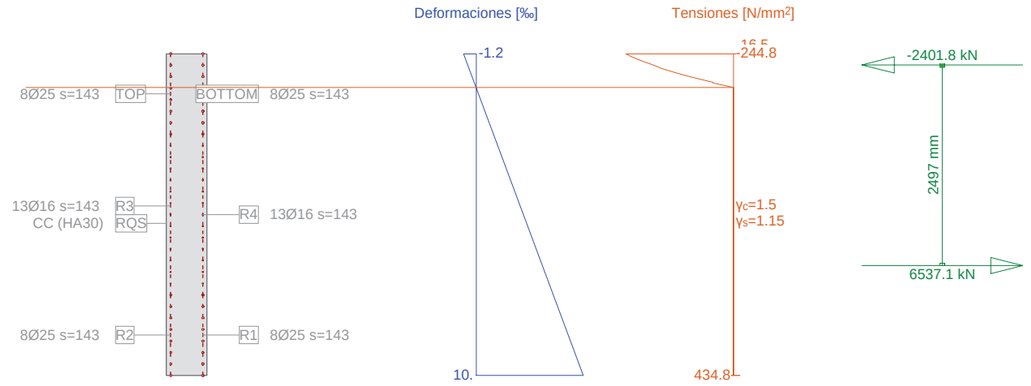


8 E2_Losa_As_YTop

Sección transversal LOSA50X400 (HA30;B500S): Contorno, Armaduras Escala 1 :17.2



Sección transversal LOSA50X400 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=2765.0;My=5760.0; eff(M,N)=0.67 OK Escala 1 :71.9



Cálc. capacidad última Sección (Losa): LOSA50X400

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.67 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		2765.0	5760.0	-	0.67					

- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

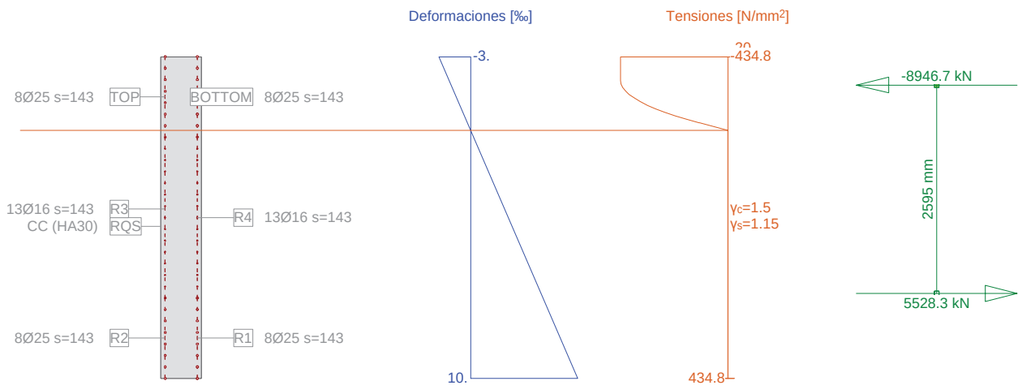
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
RQS	HA30	0	2000	-1.2	-16.5	1.50
RQS	HA30	0	-2000	10.	0.	1.50
BOTTOM	B500S	-50	2000	-1.2	-244.8	1.15
R1	B500S	-50	-2000	10.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km^{-1}]	χ_z [km^{-1}]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
4135.4	8618.9	0.	4.4	2.8	0	936221.96	3087576.03	* 165950.8

Sección transversal LOSA50X400 (HA30;B500S): Eficiencia Nx=-985.0;My=5760.0; eff(M,N)=0.29 OK Escala 1 :71.9



Cálc. capacidad última Sección (Losa): LOSA50X400

Esfuerzos / Factores de eficiencia: eff(M,N)=0.29 OK

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	eff(M,N) [-]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	eff(V,T) [-]	Sección completa eff(M,N,V,T) [-]
1	!ELU		-985.0	5760.0	-	0.29					

- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis !ELU Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELU	2/0	1	1	1	-2.	-3.5	10.		1.	1.5	1.15	1.15	1.05	45.	0.		

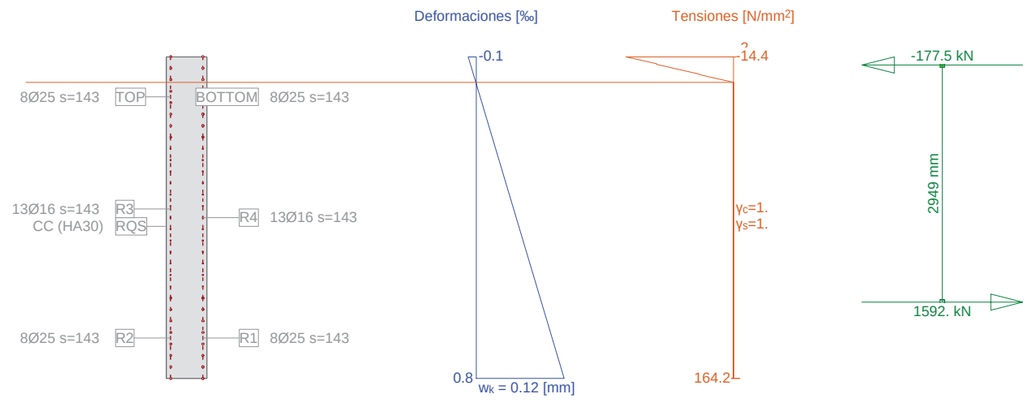
Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
RQS	HA30	0	2000	-3.	-20.	1.50
RQS	HA30	0	-2000	10.	0.	1.50
BOTTOM	B500S	-50	2000	-3.	-434.8	1.15
R1	B500S	-50	-2000	10.	434.8	1.15

Estado Último "!ELU"

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
-3418.4	19984.8	0.	3.5	3.2	0	970211.16	6170856.06	* 155107.8

Sección transversal LOSA50X400 (HA30;B500S): Análisis de tensiones dadas las fuerzas Nx=1415.0;My=2011.0; Escala 1 :71.9



Verif. estado de tens. Sección (Losa): LOSA50X400

Esfuerzos

No.	AP	P	Flexión y esfuerzo normal N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Esfuerzos de corte y torsión V_y [kN]	V_z [kN]	T [kNm]	Observaciones -
1	!ELS		1415.0	2011.0	-				

- : Cálculo a flexión simple según eje y !!

Parámetros de análisis !ELS Código: Codigo Estructural 2021

ID	Diagrama σ-ε c	s	p	M	Límites de deformación ε_{c2} [‰]	ε_{cu3} [‰]	ε_{ud} [‰]	σ_s [N/mm²]	Factores de la resistencia α_{cc} [-]	γ_c [-]	γ_s [-]	γ_p [-]	γ_M [-]	Otros valores θ [-]	φ [-]		
!ELS	1/0	1	1	1				200.	1.	1.	1.	1.	1.	45.	0.		

Deformaciónes y tensiones extremas

Nombre	Clase	y_q [mm]	z_q [mm]	ε [‰]	σ_d [N/mm²]	γ [-]
RQS	HA30	0	2000	-0.1	-2.	1.00
RQS	HA30	0	-2000	0.8	0.	1.00
BOTTOM	B500S	-50	2000	-0.1	-14.4	1.00
R1	B500S	-50	-2000	0.8	164.2	1.00

Tensiones y deformaciones en último paso de la iteración

Esfuerzos N [kN]	M_y [kNm]	M_z [kNm]	Deformación y curvatura ε_x [‰]	χ_y [km⁻¹]	χ_z [km⁻¹]	Valores rigidez N/ε_x [kN]	M_y/χ_y [kNm²]	M_z/χ_z [kNm²]
1414.6	2010.8	0.	0.4	0.2	0	3964031.09	9457709.69	* 273622.7

Verificación de las fisuras

Texto	Valor	Texto	Valor
Principios básicos	**EN 1992-1-1 7.3**		
Sección			
h	4000 mm	zona compresión (no fisurado)	1062 mm
d	3052 mm	h-d	948 mm
Recubrimiento c	-13 mm	$h_{c,eff}$	979 mm
$A_{c,eff}$ (zona de tracción)	489696 mm²	= Min[2.5 (h-d);(h-x)/3; h/2]	
Hormigón		**Parámetros adicionales**	
E_c	29 kN/mm²	Duración aplicación carga k_t	0.4
α_e (E_s/E_c)	7.349	Factor de adherencia k1	0.8
Coef. de fluencia φ	0.	Distribución de deformación	0.5
f_{ctm}	2.9 N/mm²	k3	3.4
$f_{ct,eff}$	2.9 N/mm²	k4	0.425
Armadura		**Resultados**	
E_s	210 kN/mm²	Momento	2011. kNm
A_s (zona de tracción)	6872 mm²	Tensión en la armadura σ_s	164.2 N/mm²
Diámetro $\varnothing_{eq}$	25 mm	ε_{sm}-ε_{cm} (7.9)	0.469 o/oo
ρ_{eff}	1.403 o/o	Separación de fisuras $s_{r,max}$	**260 mm**
		Ancho de fisuras w_k (7.8)	**0.12 mm**

INIGIA_Functions

EC2-1-1:2013

SOLICITACIONES

$V_{Ed} := 795\ kN$

$M_{Ed} := 5760\ m\ kN$

$N_{Ed} := 2765\ kN$

CAPÍTULO 3 - MATERIALES

§ 3.1 HORMIGÓN

$f_{ck} := 30\ MPa$

$f_{ctm} = 2.9\ MPa$

$E_c = 32837\ MPa$

$\gamma_c = 1.5$

$\alpha_{cc} = 1$

$f_{cd} = 20\ MPa$

$f_{ctd} = 1.35\ MPa$

§ 3.2 ACERO PARA ARMADURAS PASIVAS

$f_y = 500\ MPa$

$\gamma_s = 1.15$

$f_{yd} = 434.8\ MPa$

ELU CORTANTE - Art.6.2 EC2-1-1-2013

$h := 4.00\ m$ canto

$b := 0.50\ m$ ancho

$A_c := b \cdot h = 2\ m^2$ área de la sección transversal de hormigón

$r_l := 50\ mm$ recubrimiento mecánico de las armaduras longitudinales

$d := h - r_l = 3.95\ m$ canto útil $\frac{d}{h} = 0.99$

$b_w := b = 0.5\ m$ menor anchura de la sección en la zona de tracción y compresión

$z := 0.9 \cdot d = 3.555\ m$ brazo mecánico correspondiente al momento flector normalmente se puede usar el valor aproximado 0.9d

$A_{sl} := 14 \cdot \Phi 25 = 68.72\ cm^2$ área de armadura de tracción la cual se extiende una longitud ≥(lbd+d) de la sección considerada

$A_{s'} := 14 \cdot \Phi 25 = 68.72\ cm^2$ área de armadura de compresión

$A_p := 0$ armadura activa adherente

$P_{Ed} := 0$ pretensado con valor de cálculo

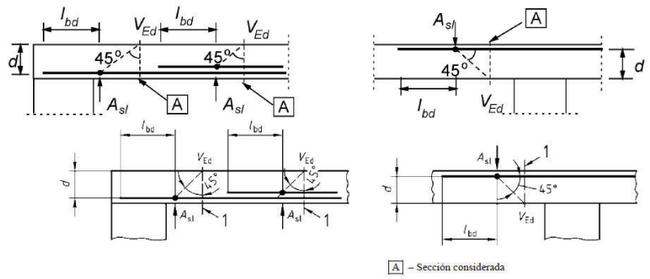


Figura 6.3 – Definición de A_{sl} en la ecuación (6.2)

$A_{sw} := 2 \cdot \Phi 16 = 4.02\ cm^2$

$\alpha := 90\ deg$ ángulo entre armadura de cortante y eje de la viga

$s := 250\ mm$

$f_{ywd} := f_{yd} = 434.8\ MPa$ se adopta fyd y reducción de ν1 según §6.2.3

$\frac{A_{sw}}{s} = 16.1\ \frac{cm^2}{m}$

EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.2 Elementos que no requieren armadura de cortante

$k := \text{Min}\left(1 + \sqrt{\frac{200\ \text{mm}}{d}}\ ;\ 2\right) = 1.23$

$\rho_l := \text{Min}\left(\frac{A_{sl} + A_p}{b_w \cdot d}\ ;\ 0.02\right) = 0.0035$

$\sigma_{cp} := \text{Min}\left(\frac{N_{Ed}}{A_c}\ ;\ 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 1.38\ \text{MPa}$

$C_{Rd.c} := \frac{0.18}{\gamma_c}$ Anejo nacional

$k_1 := 0.15$ Anejo nacional

$\nu_{min} := \frac{0.075}{\gamma_c} \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \text{Min}\left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\ ;\ 60\right)^{\frac{1}{2}}\ \text{MPa} = 0.37\ \text{MPa}$ Anejo nacional

$V_{Rd.c} := \left(C_{Rd.c} \cdot k \cdot \left(100 \cdot \rho_l \cdot \frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \frac{\sigma_{cp}}{\text{MPa}}\right) \cdot \frac{b_w}{\text{mm}} \cdot \frac{d}{\text{mm}} \cdot 1\ \text{N} = 1044.1\ \text{kN}$

$V_{Rd.c.min} := \left(\nu_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot b_w \cdot d = 1142.9\ \text{kN}$

Resistencia a cortante sin armadura

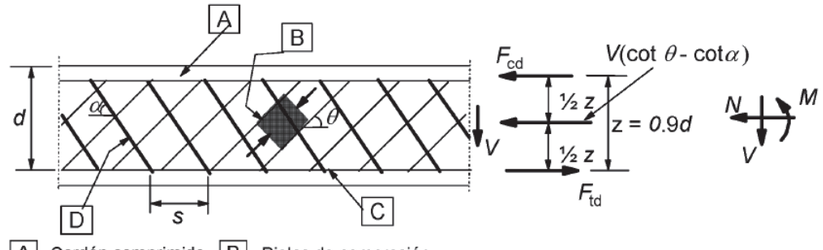
$V_{Rd.c} := \text{Max}\left(V_{Rd.c}\ ;\ V_{Rd.c.min}\right) = 1143\ \text{kN}$

$\textit{verifica}\left(V_{Ed} \le V_{Rd.c}\right) = \text{"OK"}$

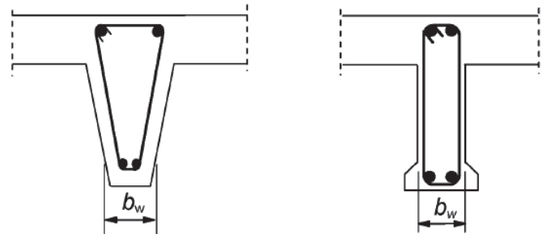
EC2 − 1 − 1 − 2013

§ 6.2.3 Elementos que requieren armadura de cortante

El cálculo de elementos con armadura de cortante se basa en un modelo de celosía plana.



A - Cordón comprimido, B - Bielas de compresión,
C - Cordón de tracción, D - Armadura de cortante



Los valores límite para el ángulo θ de las bielas inclinadas en el alma son los indicados en el Anejo nacional (0.5<cotθ<2)

$\theta := 45\ \text{deg}$ ángulo entre la biela comprimida y eje de la viga

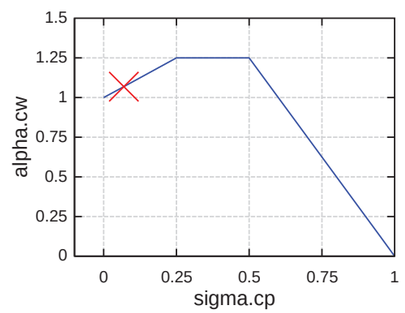
---

Agotamiento por compresión oblicua en el alma

$\sigma'_{cp} := \frac{N_{Ed}}{A_c} = 1.38\ MPa$ tensión media de compresión (positiva) debida a la fuerza axil de cálculo, como promedio en la sección de hormigón teniendo en cuenta la armadura

coeficiente estadio tensional cordón comprimido

$$\alpha_{cw}(\sigma'_{cp}) := \begin{cases} 1 + \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}} & \text{if } (0 \le \sigma'_{cp}) \wedge (\sigma'_{cp} \le 0.25 \cdot f_{cd}) \\ 1.25 & \text{if } (0.25 \cdot f_{cd} < \sigma'_{cp}) \wedge (\sigma'_{cp} \le 0.50 \cdot f_{cd}) \\ 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma'_{cp}}{f_{cd}}\right) & \text{else} \end{cases}$$



$\alpha_{cw} := \alpha_{cw}(\sigma'_{cp}) = 1.07$

$$\nu_1 := \begin{cases} 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250\ MPa}\right) & \text{if } f_{yd} > 0.8 \cdot f_y \\ 0.6 & \text{if } (f_{yd} \le 0.8 \cdot f_y) \wedge (f_{ck} \le 60\ MPa) \\ 0.9 - \frac{f_{ck}}{200\ MPa} & \text{if } (f_{yd} \le 0.8 \cdot f_y) \wedge (f_{ck} > 60\ MPa) \\ \text{"error"} & \text{else} \end{cases}$$

$V_{Rd.max} := \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd} \cdot \frac{\cot(\theta) + \cot(\alpha)}{1 + (\cot(\theta))^2} = 10034\ kN$

$verifica(V_{Ed} \le V_{Rd.max}) = \text{"OK"}$ $\theta = 45\ deg$ $\alpha = 90\ deg$

$A_{sw.max} := \frac{\frac{1}{2} \cdot \alpha_{cw} \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\sin(\alpha)} \cdot \frac{b_w}{f_{ywd}} = 64.9\ \frac{cm^2}{m}$

Agotamiento por tracción en el alma

$V_{Rd.s} := \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha) = 2486\ kN$

$verifica(V_{Ed} \le V_{Rd.s}) = \text{"OK"}$

Agotamiento por cortante (con armadura de cortante)

$V_{Rd} := \min(V_{Rd.s}; V_{Rd.max}) = 2486\ kN$ ESFUERZO CORTANTE ÚLTIMO

$verifica(V_{Ed} \le V_{Rd}) = \text{"OK"}$

EC2 − 1 − 1 − 2013

§9.2.2 Armadura de cortante

La armadura de cortante debería formar un ángulo entre 45º y 90º respecto al eje longitudinal del elemento estructural

$verifica\left((45\ deg \le \alpha) \wedge (\alpha \le 90\ deg)\right) = "OK"$

La armadura de cortante puede ser una combinación de:

- cercos o estribos envolviendo la armadura longitudinal de tracción y la zona de compresión
- barras levantadas
- una combinación de ambas recomendaciones

Se deberían disponer al menos 0.33 de la armadura de cortante en forma de cercos (Anejo Nacional)

$$\rho_w := \frac{A_{sw}}{s \cdot b_w \cdot \sin(\alpha)} = 0.0032$$ cuantía dispuesta de armadura de cortante

$$\rho_{w.min} := \frac{f_{ctm}}{7.5 \cdot f_y} = 0.0008$$ cuantía mínima de armadura de cortante (Anejo nacional)

$$A_{sw.min} := \rho_{w.min} \cdot b_w \cdot \sin(\alpha) = 3.86\ \frac{cm^2}{m}$$ armadura mínima de cortante

$verifica\left(\rho_w \ge \rho_{w.min}\right) = "OK"$

separación longitudinal máxima entre armaduras de cortante

$$s_{l.max} := \text{if } V_{Rd} \le \frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} \quad = 0.45\ m$$
$$\quad \text{Min}\left(0.75 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha)); 600\ mm\right)$$
$$\text{else}$$
$$\quad \text{if } \left(\frac{1}{5} \cdot V_{Rd.max} < V_{Rd}\right) \wedge \left(V_{Rd} \le \frac{2}{3} \cdot V_{Rd.max}\right)$$
$$\quad\quad \text{Min}\left(0.60 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha)); 450\ mm\right)$$
$$\quad \text{else}$$
$$\quad\quad \text{Min}\left(0.30 \cdot d \cdot (1 + \cot(\alpha)); 300\ mm\right)$$

$verifica\left(s \le s_{l.max}\right) = "OK"$

Esfuerzo de tracción adicional debido al cortante

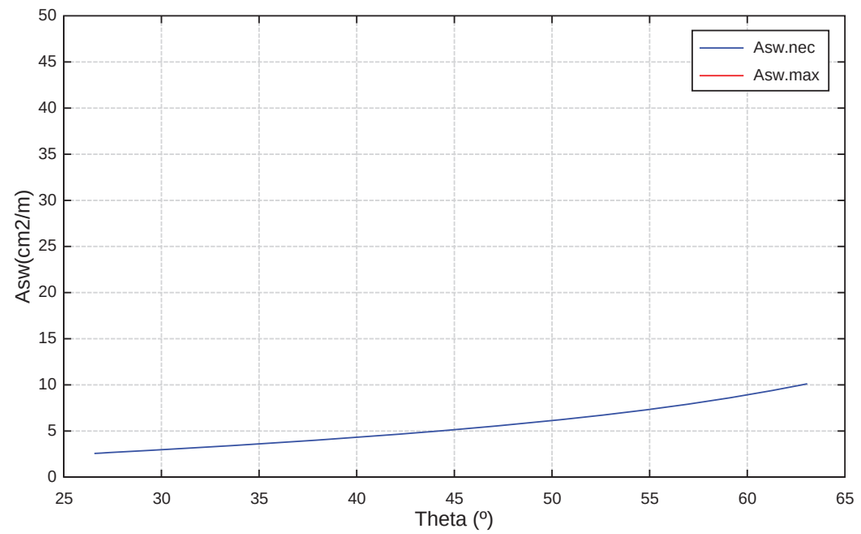
$$\Delta F_{td} := 0.5 \cdot V_{Ed} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 398\ kN$$

$$s_d := \frac{z}{2} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 1.78\ m$$ decalaje de la ley de momentos

$$\frac{s_d}{d} = 0.45$$ decalaje de la ley de momentos (relativo al canto útil)

Dimensionamiento - Armadura de cortante - θ variable

GRÁFICO Asw.nec - Theta



$\theta = 45\ deg$

$$A_{sw.nec.\theta}(\theta) = 5.1\ \frac{cm^2}{m} \qquad z = 3.56\ m$$

$$A_{sw.nec.\theta}(\text{acot}(2)) = 2.6\ \frac{cm^2}{m}$$ Armadura de cortante necesaria para cotθ=2 (θ=26.6º)

$$A_{sw.nec.\theta}(45\ deg) = 5.1\ \frac{cm^2}{m}$$ armadura de cortante necesaria para cotθ=1 (θ=45º)

$$A_{sw.max} = 64.92\ \frac{cm^2}{m}$$

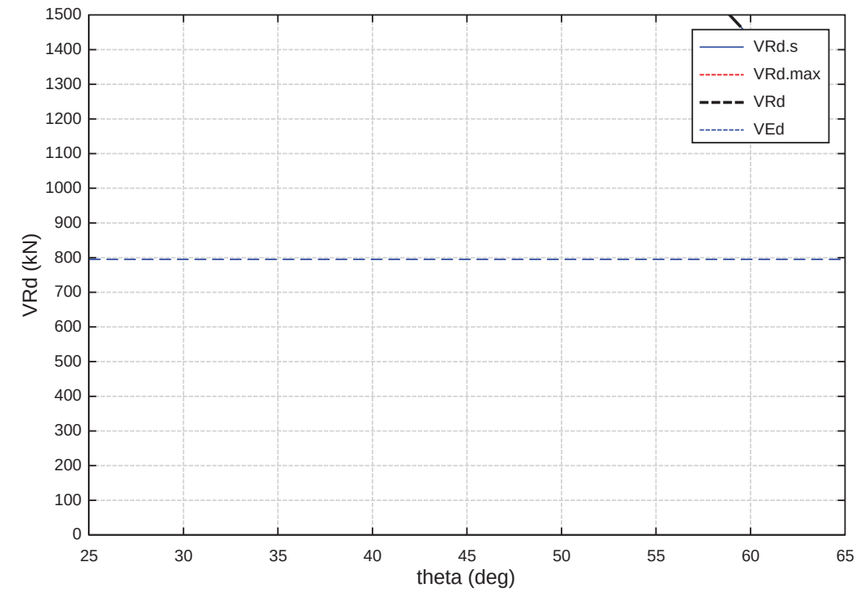
Agotamiento a cortante - θ variable

$$V_{Rd.s.\theta}(\theta) := \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot (\cot(\theta) + \cot(\alpha)) \cdot \sin(\alpha)$$

$$V_{Rd.max.\theta}(\theta) := \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot \nu_1 \cdot f_{cd}}{\cot(\theta) + \tan(\theta)}$$

$$V_{Rd.\theta}(\theta) := \mathrm{Min}\left(V_{Rd.s.\theta}(\theta); V_{Rd.max.\theta}(\theta)\right)$$

GRÁFICO V-Theta



$\theta := 40\ \mathrm{deg}$

$V_{Rd.\theta}(\theta) = 2963\ \mathrm{kN}$

$V_{Rd.max.\theta}(\theta) = 9882\ \mathrm{kN}$

$V_{Rd.s.\theta}(\theta) = 2963\ \mathrm{kN}$

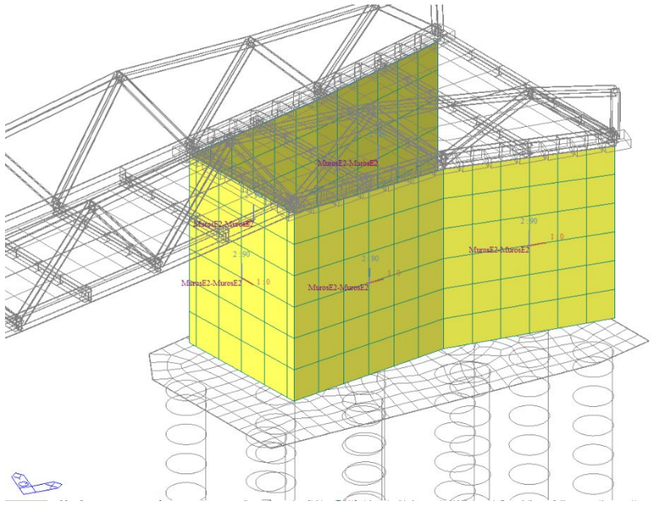
$V_{Ed} = 795\ \mathrm{kN}$

$s_d := \frac{z}{2} \cdot (\cot(\theta) - \cot(\alpha)) = 2.12\ \mathrm{m}$ decalaje de la ley de momentos

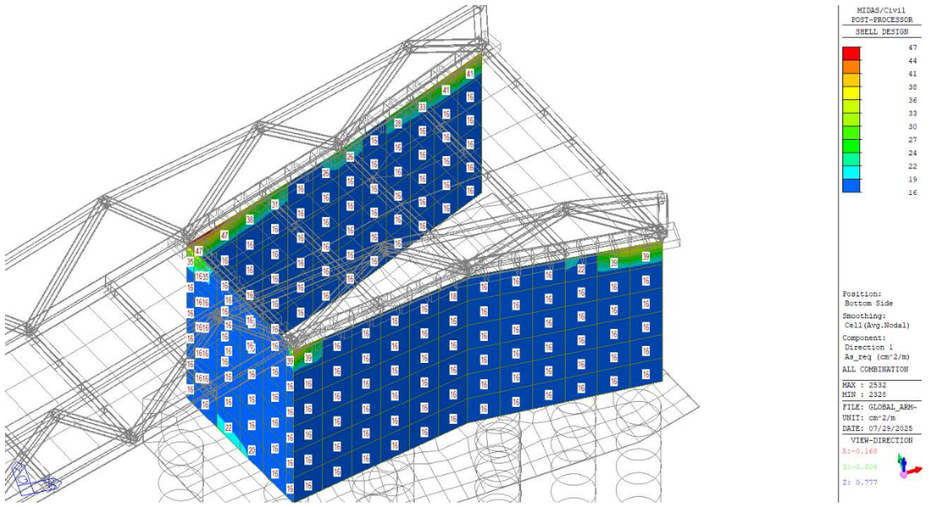
$\frac{s_d}{d} = 0.54$ decalaje de la ley de momentos (relativo al canto útil)

MURS

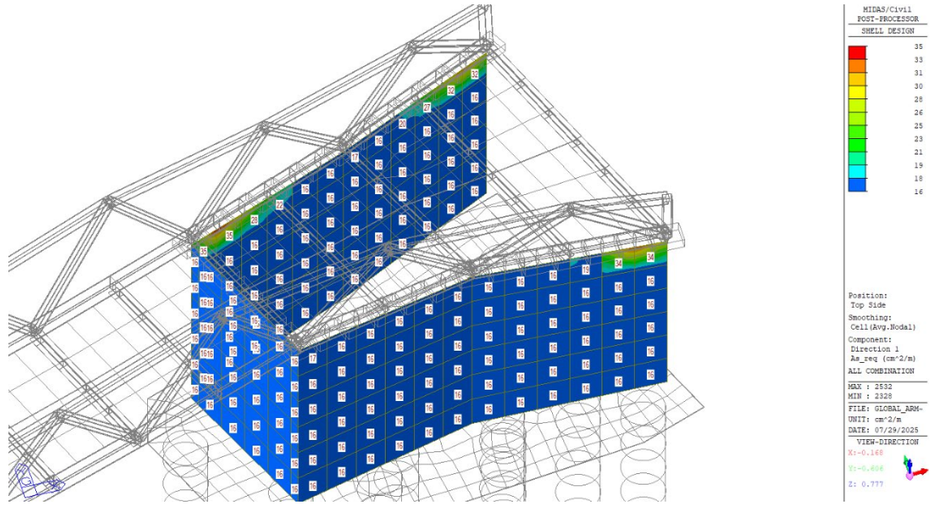
ARMADURES MURS



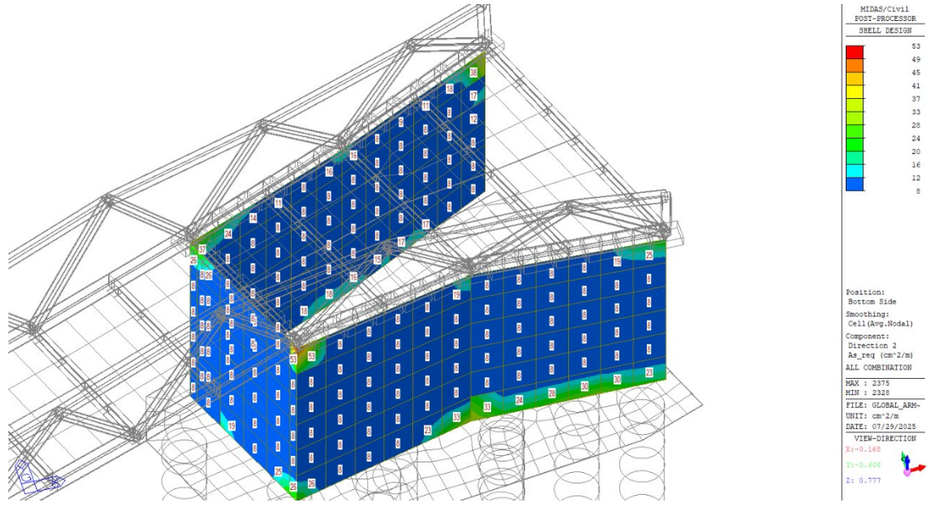
9 E2_Muros_RebarDir



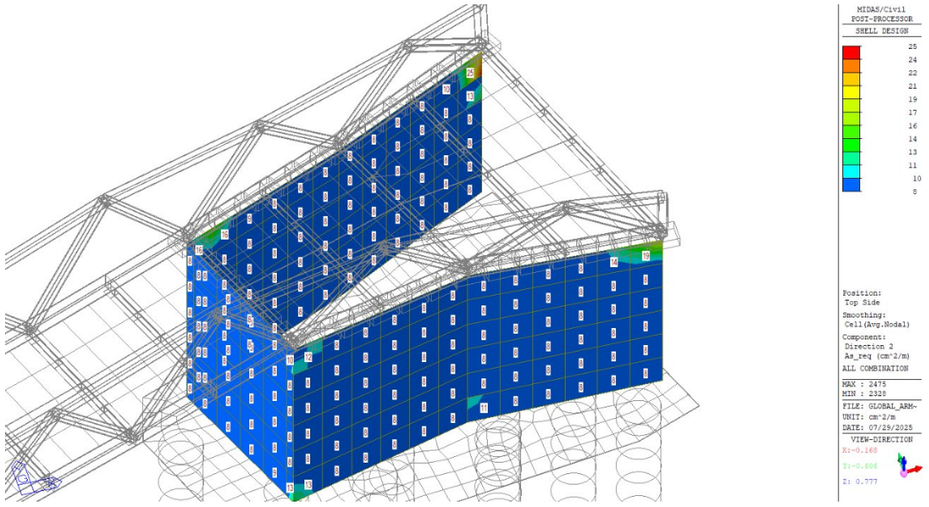
10 E2_Muros_Dir1Bot



11 E2_Muros_Dir1Top



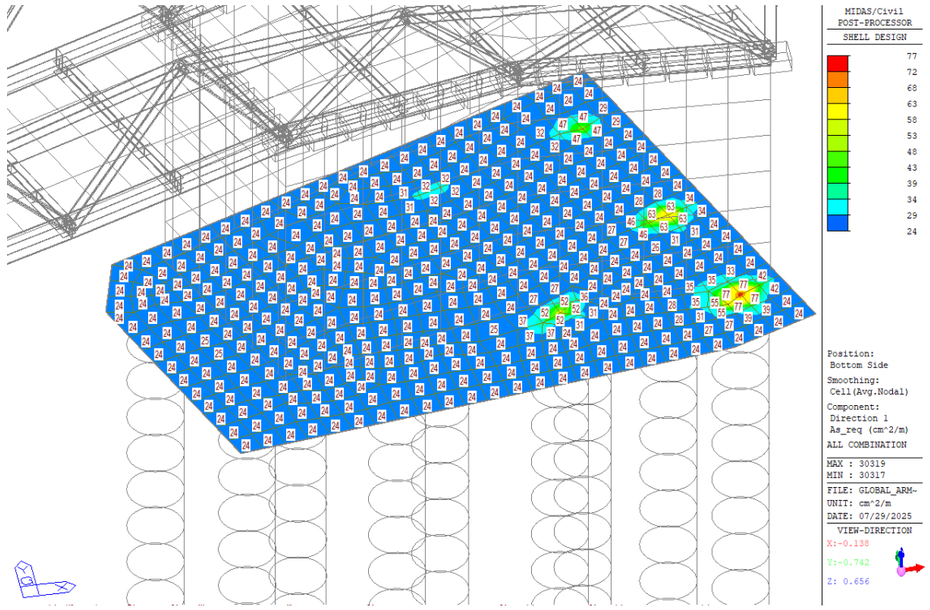
12 E2_Muros_Dir2Bot



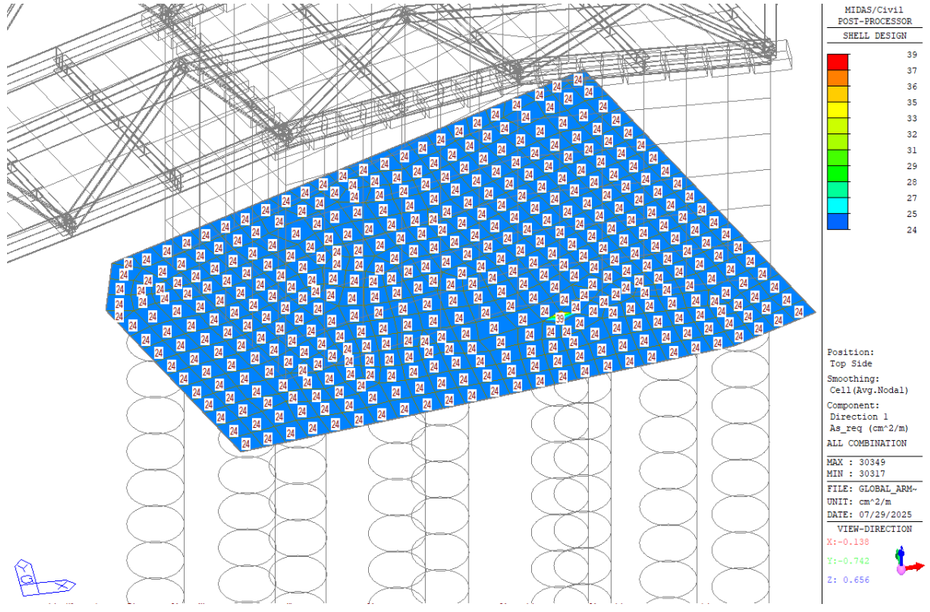
13 E2_Muros_Dir2Top

ENCEPS

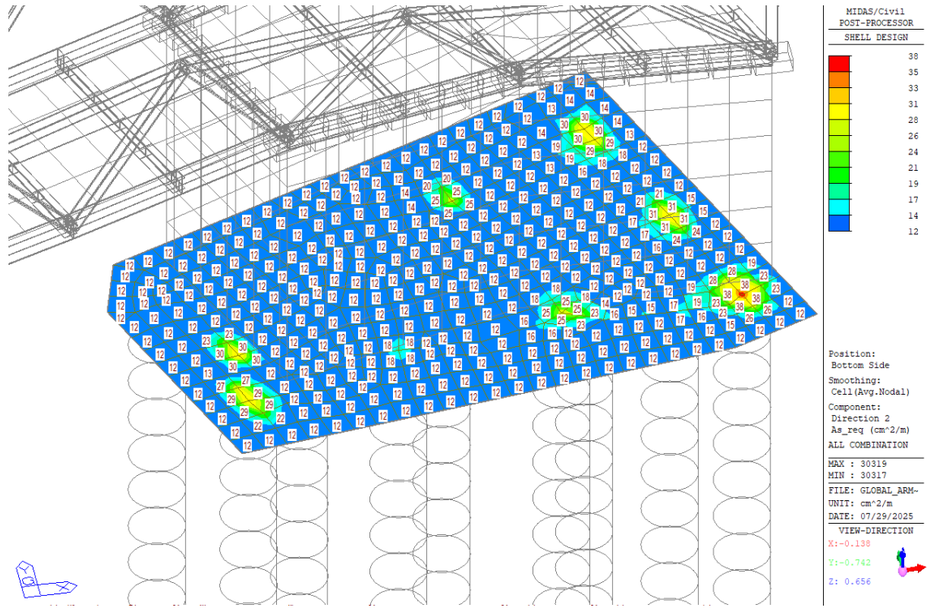
ARMADURA ENCEPS



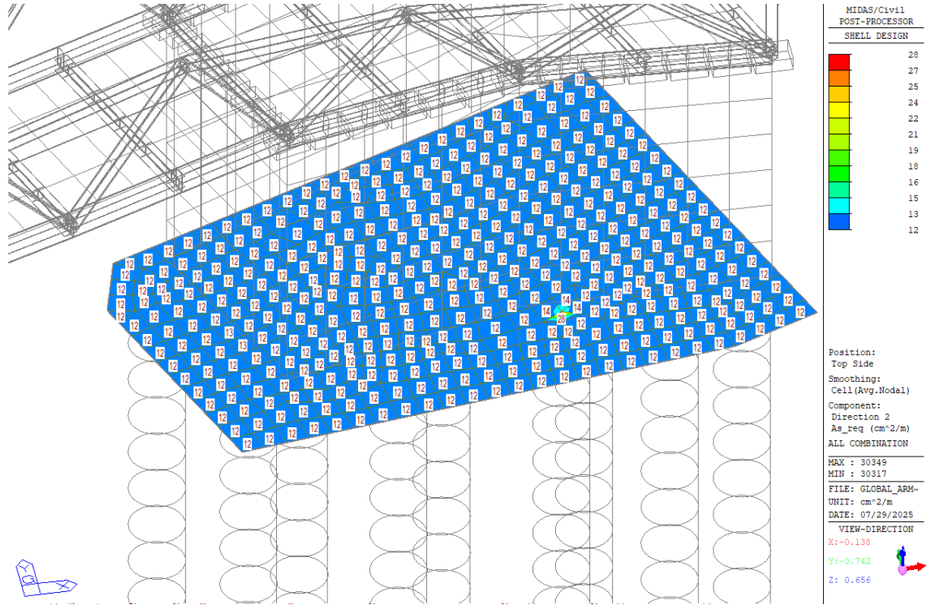
1 E2_Encep_As_XBot



2 E2_Encep_As_XTop



3 E2_Encep_As_YBot



4 E2_Encep_As_YTop

APÈNDIX 6 – VIBRACIONS

ELS VIBRACIONES

SITUACIONES DE DISEÑO

Los requisitos de confort se establecen en función de la categoría de tráfico prevista, su probabilidad de ocurrencia y del nivel de confort requerido en cada caso.

Class III SETRA → pasarela para uso standard que ocasionalmente se ve cargada con elevados grupos de personas pero nunca se verá cargada en la totalidad de su superficie

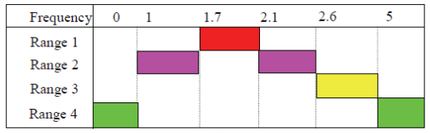


Table 2.3: Frequency ranges (Hz) of the vertical and longitudinal vibrations

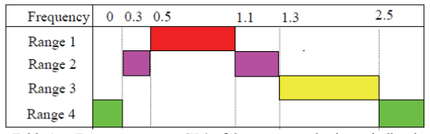


Table 2.4: Frequency ranges (Hz) of the transverse horizontal vibrations

Traffic	Class	Load cases to select for acceleration checks – Natural frequency range 1	2	3
Sparse	III	Case1	Nil	Nil
Dense	II		Case 1	Case 3
Very dense	I	Case 2	Case 2	Case 3

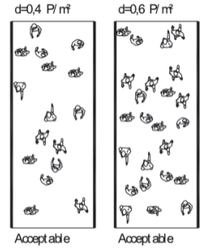
Case No. 1: Sparse and dense crowd
Case No. 2: Very dense crowd
Case No. 3: Crowd complement (2nd harmonic)

Table 2.5: Verifications – load case under consideration:

SITUACIÓN 1: Evento extraordinario

Tráfico denso: 0'5 P/m²

Hivoss guidelines



Fib32 guidelines

COMFORT LEVEL 2 (MEDIO)

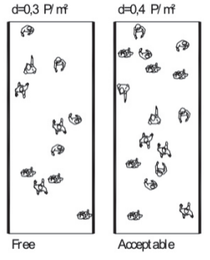
$a_{vert} < 0'7\ m/s^2$ $a_{flor} < 0'10\ m/s^2$

SITUACIÓN 2: Excursionismo fin de semana

Tráfico ligero: 0'2 P/m²

Hivoss

Weak traffic
Here: event traffic
Number of pedestrians: 60
Group size: 2-4 P
Density: 0,2 P/m²



Fib32

COMFORT LEVEL 1 (MÁXIMO)

$a_{vert} < 0'5\ m/s^2$ $a_{flor} < 0'1\ m/s^2$

EIGENVALUES (SUBSPACE ITERATION)

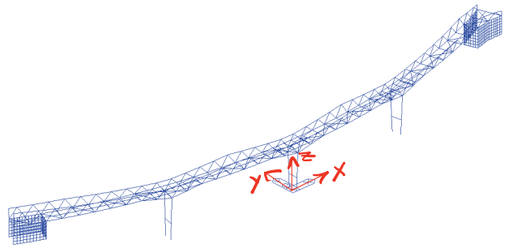
total mass → 1107 kN/g (Carga pedestrians)

Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)
1	8.384700	1.334466	0.749363
2	8.824200	1.404415	0.712040
3	14.797314	2.355066	0.424617
4	15.921890	2.534047	0.394626
5	17.868491	2.843859	0.351635
6	20.086342	3.196841	0.312809
7	25.260012	4.020256	0.248740
8	25.437136	4.048446	0.247008
9	29.865455	4.753235	0.210383
10	30.647105	4.877638	0.205017

total mass → 1163 kN/g (C70 kg/m² pedestrians)

Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)
1	8.015570	1.275718
2	8.426043	1.341046
3	14.150606	2.252139
4	15.228431	2.423680
5	17.091239	2.720155
6	19.135827	3.045561
7	24.075769	3.831778
8	24.478899	3.895938
9	28.650671	4.559896
10	29.307719	4.664468

(f1 > 5 Hz)



MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT

Mode No	TRAN-X MASS(%)	TRAN-X SUM(%)	TRAN-Y MASS(%)	TRAN-Y SUM(%)	TRAN-Z MASS(%)	TRAN-Z SUM(%)	ROTN-X MASS(%)	ROTN-X SUM(%)	ROTN-Y MASS(%)	ROTN-Y SUM(%)	ROTN-Z MASS(%)	ROTN-Z SUM(%)
1	4.62	4.62	0.02	0.02	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.00	8.75	8.75
2	0.00	4.62	33.82	33.83	0.17	0.17	2.24	2.28	0.00	0.00	0.02	8.77
3	1.81	6.44	1.18	35.01	0.10	0.27	0.00	2.29	0.08	0.08	2.53	11.30
4	0.12	6.55	14.60	49.61	0.11	0.38	0.64	2.93	0.00	0.08	0.08	11.38
5	2.95	9.50	0.21	49.82	0.05	0.43	0.00	2.93	0.03	0.11	3.74	15.12
6	0.12	9.62	0.05	49.87	0.01	0.45	7.46	10.40	0.99	1.10	0.10	15.22
7	6.29	15.90	0.06	49.93	3.00	3.44	2.94	13.34	11.38	12.48	1.18	16.40
8	0.00	15.91	1.01	50.95	0.11	3.55	1.46	14.79	0.02	12.50	0.01	16.40
9	23.65	39.56	0.46	51.41	13.45	17.00	7.01	21.80	0.25	12.75	1.21	17.61
10	6.37	45.93	0.07	51.49	18.38	35.38	8.38	30.17	1.05	13.80	0.02	17.63
11	23.29	69.22	0.19	51.68	0.09	35.46	0.00	30.18	1.97	15.77	9.49	27.12
12	0.55	69.77	5.52	57.20	2.42	37.88	0.01	30.19	0.05	15.82	0.30	27.42
13	0.47	70.24	1.32	58.52	0.00	37.88	0.10	30.28	0.03	15.86	10.21	37.63
14	0.70	70.94	4.27	62.79	0.07	37.96	0.07	30.35	0.34	16.20	5.40	43.02
15	2.32	73.26	7.87	70.67	0.06	38.02	0.51	30.86	0.05	16.25	15.13	58.16

vf > 5 Hz

MODAL DIRECTION FACTOR

Mode No	TRAN-X Value	TRAN-Y Value	TRAN-Z Value	ROTN-X Value	ROTN-Y Value	ROTN-Z Value
1	35.05	0.12	0.01	0.37	0.02	64.43
2	0.00	92.81	0.46	6.66	0.00	0.06
3	31.88	21.02	1.62	0.00	1.22	44.25
4	0.92	93.24	0.70	4.47	0.00	0.66
5	42.58	3.03	0.74	0.04	0.47	53.15
6	1.47	0.69	0.13	85.38	11.12	1.21
7	27.30	0.38	11.50	11.04	44.44	5.33
8	1.96	30.67	6.01	60.96	0.40	0.00
9	68.87	0.95	17.13	10.27	0.27	2.50
10	3.83	0.37	61.07	31.95	2.62	0.16

MASS SUMMARY (in FE model)

Massa total model FE → 1163 kN/g ≃ 1.140.000 kg

Cobrir METÀLLICA ≃ 240.000 kg
Losa formigó (compresió) ≃ 340.000 kg
PEATONS (Y/m²) = 70 kg/m² ≃ 55.000 kg
} TOTAL 635.000 kg (55%)

PILES METÀLLIQUES ≃ 35.000 kg
ESTRIBOS ≃ 470.000 kg
} SUBESTRUCTURA 505.000 kg (45%)

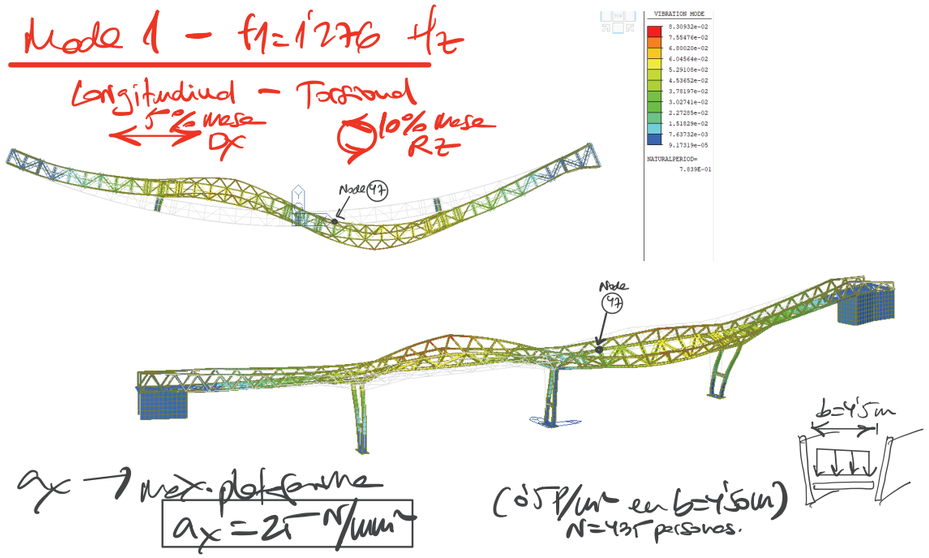
Graons de Seguretat:

1% massa total → 11.400 kg
5% massa total → 57.000 kg
10% massa total → 114.000 kg
20% massa total → 228.000 kg
30% massa total → 342.000 kg.

1 vano 45m (PROJECTE) → 165.000 kg (15% massa total)
1 vano 40m (PROJECTE) → 145.000 kg.

Mode 1 – f1=1'276 Hz

Longitudinal – Torsional
5% masa DX
10% masa RZ

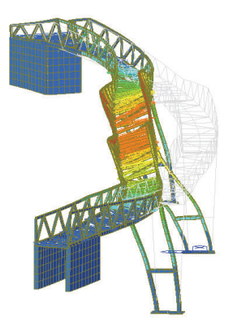


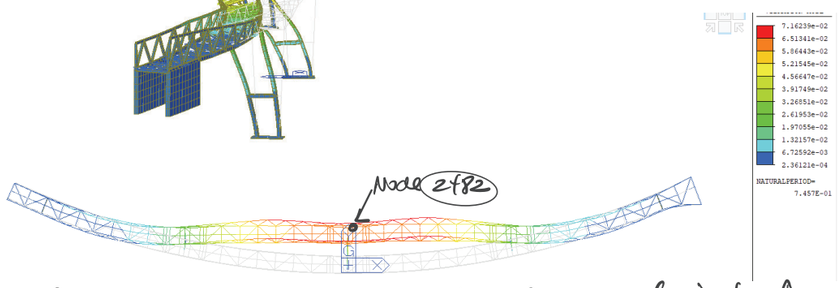
ax → max. plataforma
ax = 21 N/mm²

(0'5 P/m² en b=4'5m)
N=437 personas.

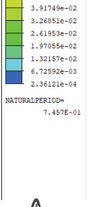
Mode 2 – f2=1'341 Hz

Lateral ↕ 35% masa DY.





la frecuencia está en el límite del rango f>1'3Hz



se estudia el caso en que la frecuencia fuera diferente y quedase en meseta

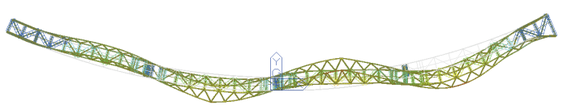
ay = 140 mm/s²
(0'5 P/m² en b=4'5m)
N=437 personas.

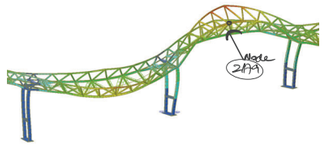
ay = 90 mm/s² < 100 ✓
(0'5 P/m² en b=2m)
N= 193 personas

Mode 3 – f3=2'252 Hz

Longitudinal – Torsional – Vertical

< 2% masa DXY



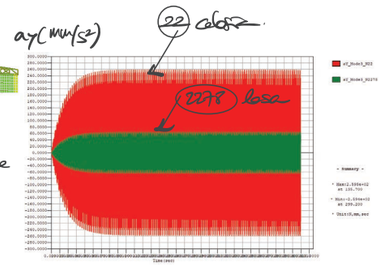


az = 650 mm/s²
(0'5 P/m² en b=4'5m)
N=437 personas.

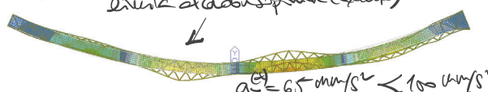
az = 400 mm/s² < 500
(0'5 P/m² en b=2m)
N= 193 personas

ay = 270 mm/s² > 100 mm/s² !!! NO CUMPLE SI BARANDAS CARGADAS !!!
(M84)

Considerando explícitamente la flexión → f3 = 2'571208 Hz
y la aceleración se mantiene en valores de confort máximo

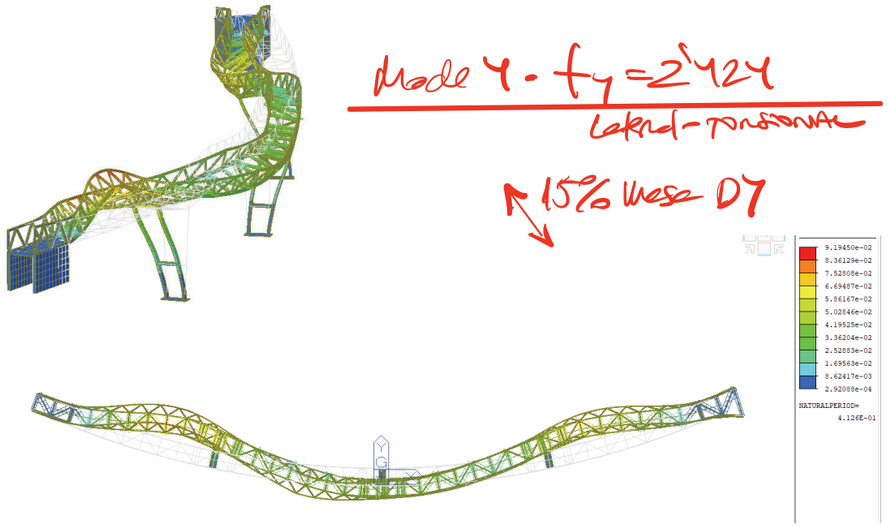


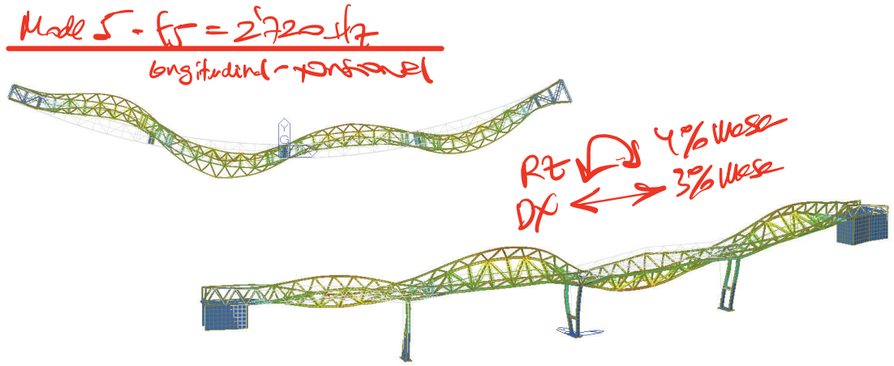
la losa prácticamente no se mueve horizontalmente, el desplazamiento y se evita el cuadro superior (apoyos)

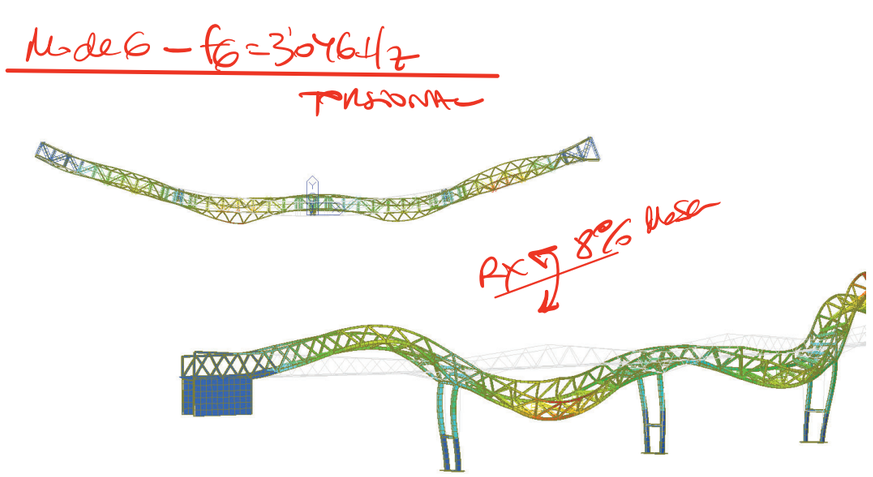


$a_y^{(d)}$ = 65 mm/s² < 100 mm/s²
$a_z^{(d)}$ = 550 mm/s² < 700 mm/s²

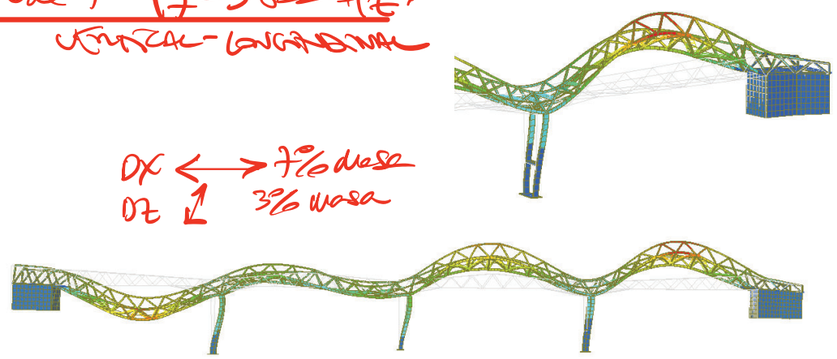
(d) Con fuerzas superiores a las que corresponderían a la frecuencia "límite"


Mode 4 - f4 = 2'424
Lateral - torsional
15% Mase DY
9.19450e-02
8.36129e-02
7.52808e-02
6.69487e-02
5.86167e-02
5.02846e-02
4.19525e-02
3.36204e-02
2.52883e-02
1.69563e-02
8.62417e-03
2.92088e-04
NATURALPERIOD=
4.126E-01

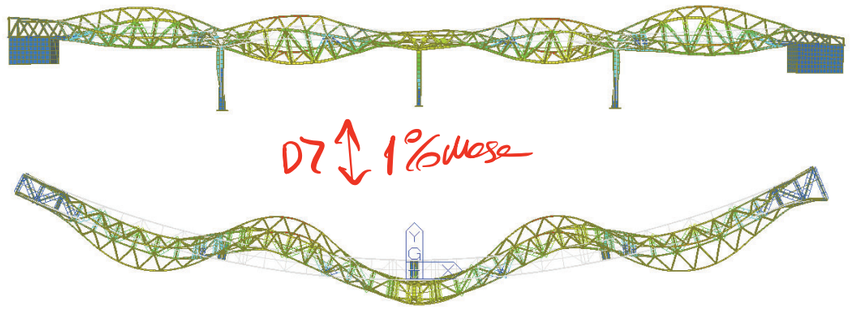

Mode 5 - f5 = 2'720 Hz
Longitudinal - torsional
RZ
DX
4% Mase
3% Mase


Mode 6 - f6 = 3'046 Hz
Torsional
RX
8% Mase

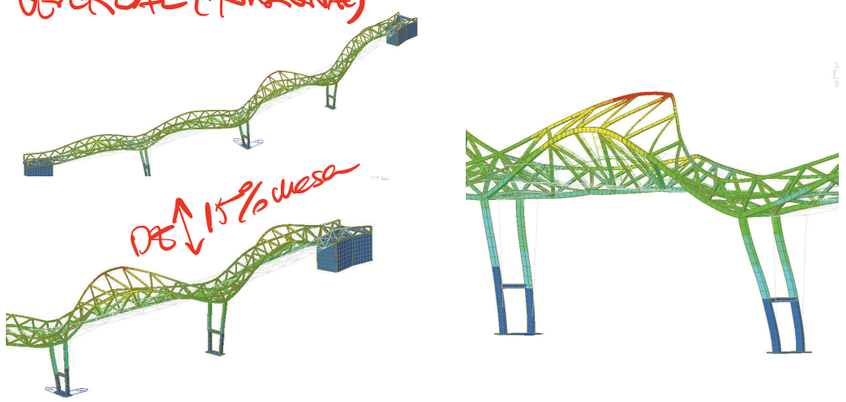
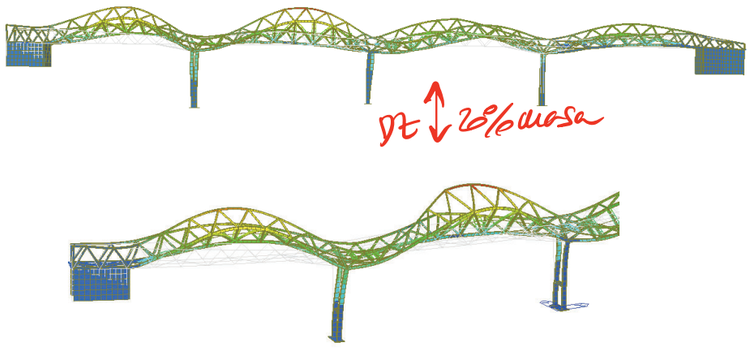
Mode 7 - f_7 = 3'832 Hz.
VERTICAL - LONGITUDINAL



Mode 8 - f_8 = 3'896
TORSIONAL - LATERAL.



Mode 9 - f_9 = 4'560
VERTICAL (TORSIONAL)



Mode 10 - f_{10} = 4'664 Hz
VERTICAL TORSIONAL