M4_2 Estructuras de perfiles de acero de pequeño espesor

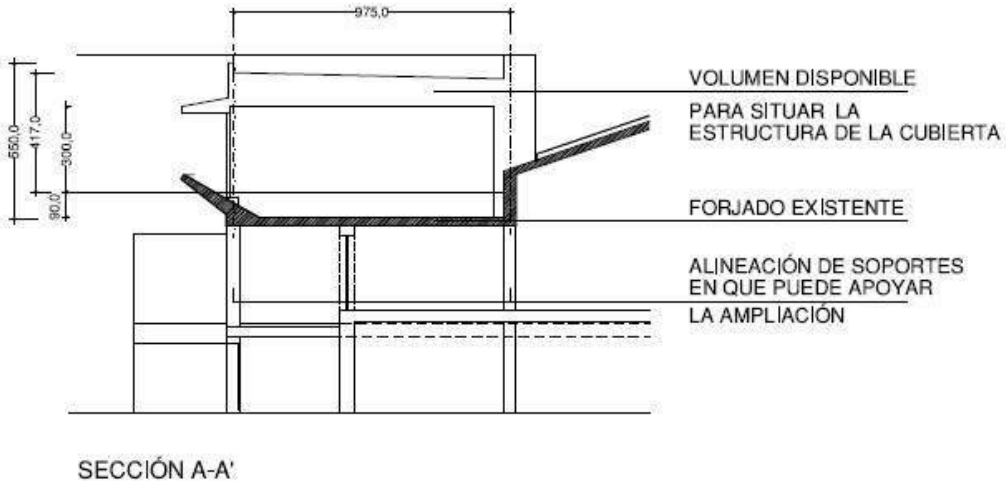
curso 2017/18

MEMORIA

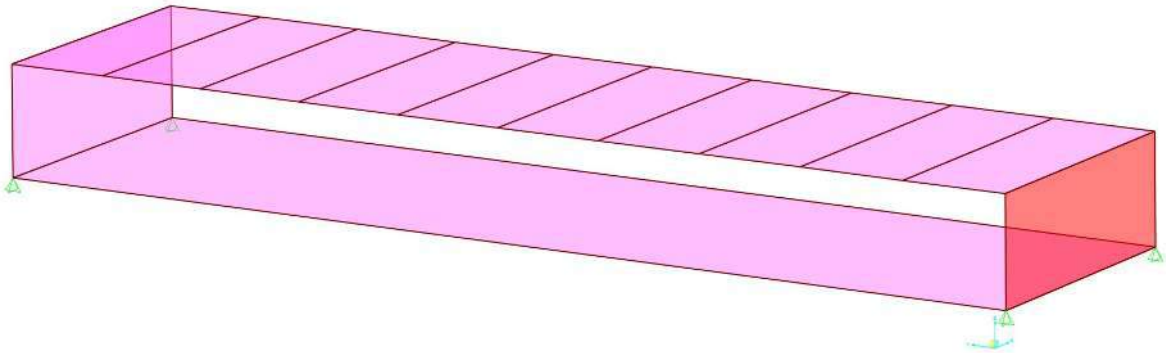
1- **Descripción del edificio**
2- **Acciones consideradas**
3- **Esquema estructural**
4- **Análisis del modelo**
5- **Comprobación de los perfiles**
6- **Planos de montaje y uniones**

1- Descripción del edificio

El objetivo de esta práctica es realizar una propuesta estructural de una cubierta de ampliación del edificio existente en la isla de Fuerteventura (Islas Canarias) :



Para ello se utilizará una estructura de acero conformado en frío de pequeño espesor. Las dimensiones de la nueva estructura serán: 39 m de longitud, 9.75 m de ancho y 3.9 m de altura.



2- Acciones consideradas

Cargas permanentes:

- Cubierta: Peso propio: 0.5 kN/m^2 (estructura)
  Acabado: 0.5 kN/m^2 (tableros OSB 120x60 cm)

- Forjado: Peso propio: 0.5 kN/m^2 (estructura)
  Acabado: 0.5 kN/m^2 (tableros OSB 120x60 cm)

Sobrecarga de uso:

- Cubierta: 0.5 kN/m^2 (mantenimiento)
- Forjado: 3 kN/m^2 (pública concurrencia)

Cargas de cálculo superficiales:

- Qd cubierta = (1) x 1.35 + (0.5) x 1.5 = 2.1 kN/m^2
- Qd forjado = (1) x 1.35 + (3) x 1.5 = 5.85 kN/m^2

Viento:

El viento se calcula según el anejo D del CTE DB SE- AE tomando como fuerza de presión 0.77 kN/m2 y fuerza de succión 0.33 kN/m2 aplicadas sobre las fachadas extremas de la estructura.

3- Esquema estructural

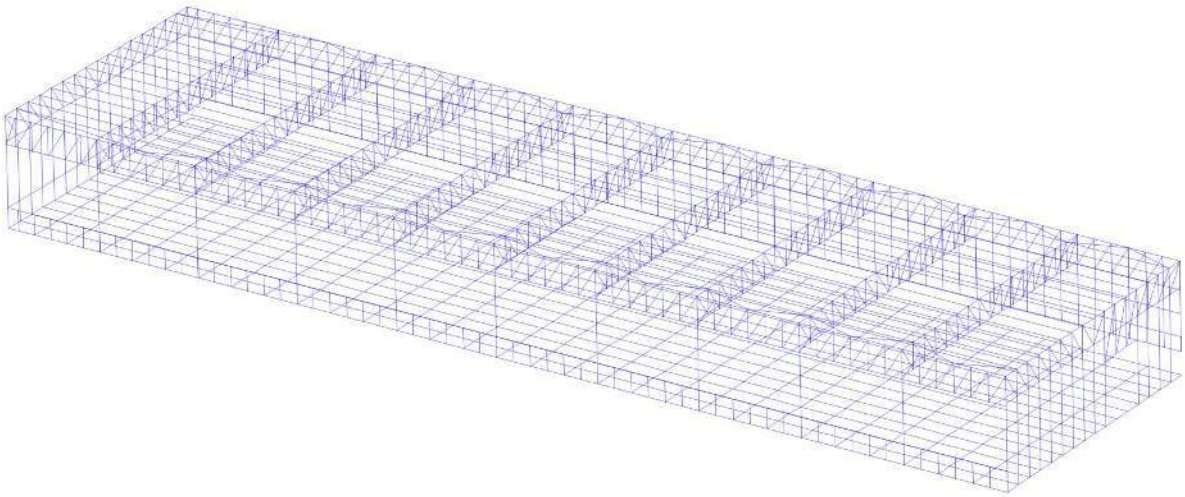
La solución propuesta está compuesta por:

- **<u>Cubierta:</u>**

  11 pórticos transversales con cerchas trianguladas de luz 9.75 m y 0.90 m de canto. Estas cerchas se arriostrarán cada 0.61 m con correas en la parte interior, y en los extremos con cerchas trianguladas de 1.00 m de canto en la parte superior, y de 0.70 m en la parte inferior.

- **<u>Forjado:</u>**

  El forjado de nueva construcción se elevará 0.90 m por encima del forjado existente y estará formado por vigas y viguetas de acero de pequeño espesor.



Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los montantes de las fachadas de colocarán cada 0.60 m para que el modulados de los tableros de OSB encajen adecuadamente.
- El esquema estructural propuesto se ha calculado con la herramienta SAP2000, considerando las coacciones de los pilares y montantes como apoyos.
- Las cargas de distribuyen mediante superficies tipo “shell” conectadas a los elementos que las sustentan.
- La estructura se arriostrará para contrarrestar los esfuerzos provocados por el viento.

Se consideran las siguientes combinaciones de cargas:

<u>Estado Límite Último:</u>

- Carga permanente + Sobrecarga de uso + viento en una dirección (ELU1)
- Carga permanente + Sobrecarga de uso + viento en la dirección (ELU2)

(los cálculos de realizarán con la envolvente)

<u>Estado Límite de Servicio:</u>

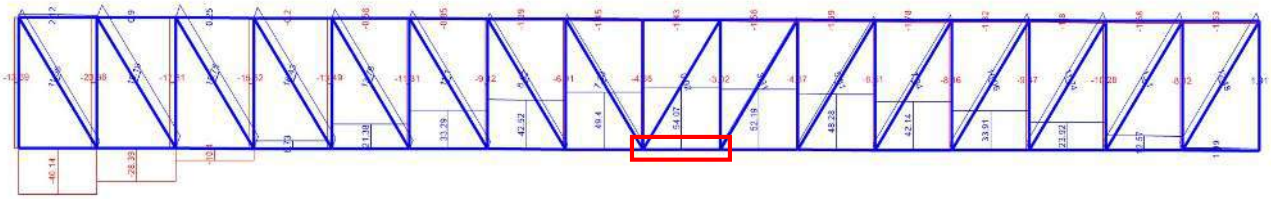
Se considerarán las mismas combinaciones que en el ELU, pero considerando los coeficientes de mayoración iguales a 1.

4- Análisis del modelo

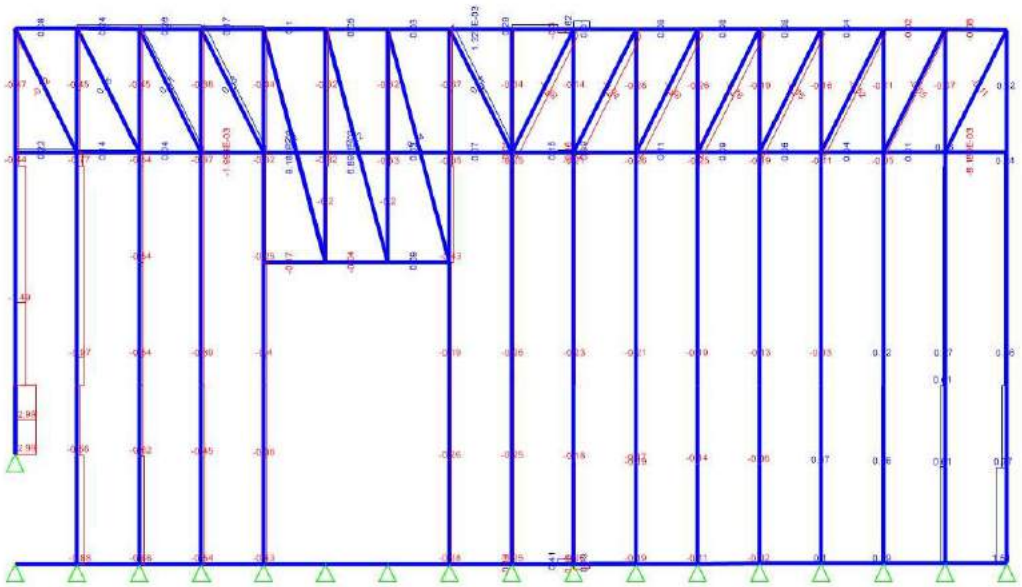
A continuación de estudiarán los elementos más desfavorables y singulares de la estructura.

Pórtico transversal interior:

Diagrama de esfuerzos axiles: barra más solicitada = 54.07 kN



Pórtico transversal extremo con acceso:



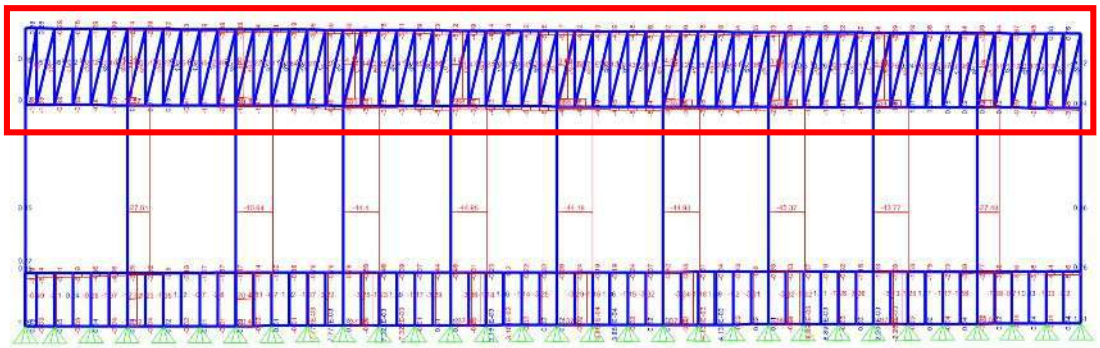
Consideraremos como esfuerzo máximo el mismo que el de la barra más solicitada de la cercha interior, por facilidad de montaje, ya que los esfuerzos en este pórtico son mínimos al tener montantes cada 0.65 m.

Cercha longitudinal superior:

Diagrama de esfuerzos axiles: cordón más solicitado = 4 kN

montante más solicitado = 2.9 kN

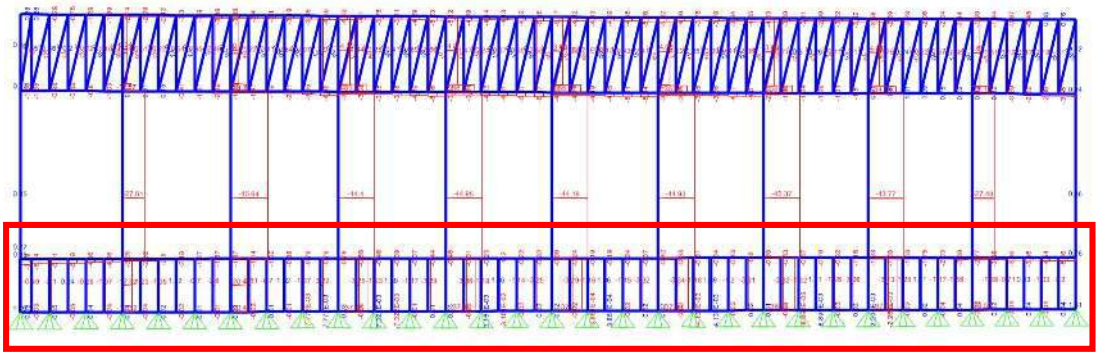
diagonal más solicitada = 1.3 kN



Cercha longitudinal superior:

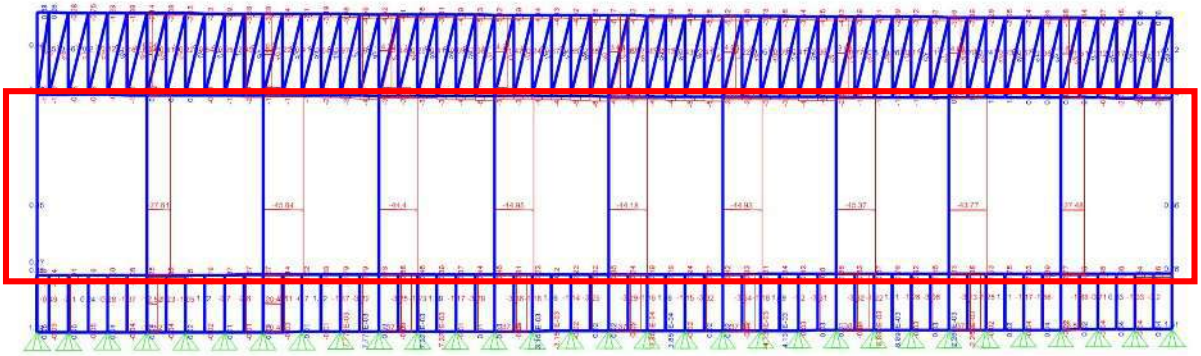
Diagrama de esfuerzos axiles: cordón más solicitado = 10 kN

montante más solicitado = 3.82 kN



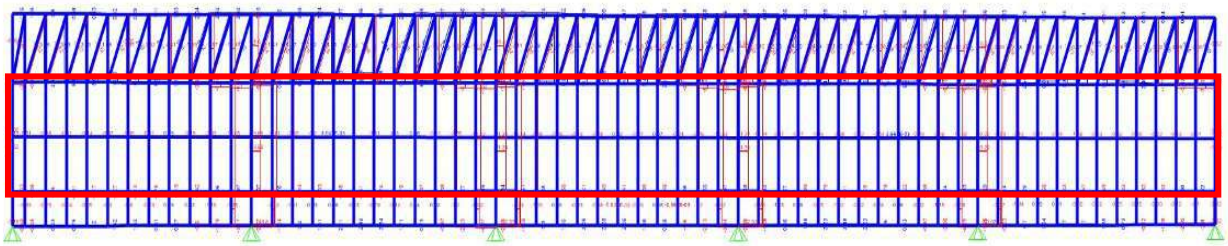
Soportes lado terraza pórtico longitudinal:

Diagrama de esfuerzos axiles: cordón más solicitado = 45,37 kN



Soportes lado interior pórtico longitudinal:

Diagrama de esfuerzos axiles: cordón más solicitado = 21.37 kN



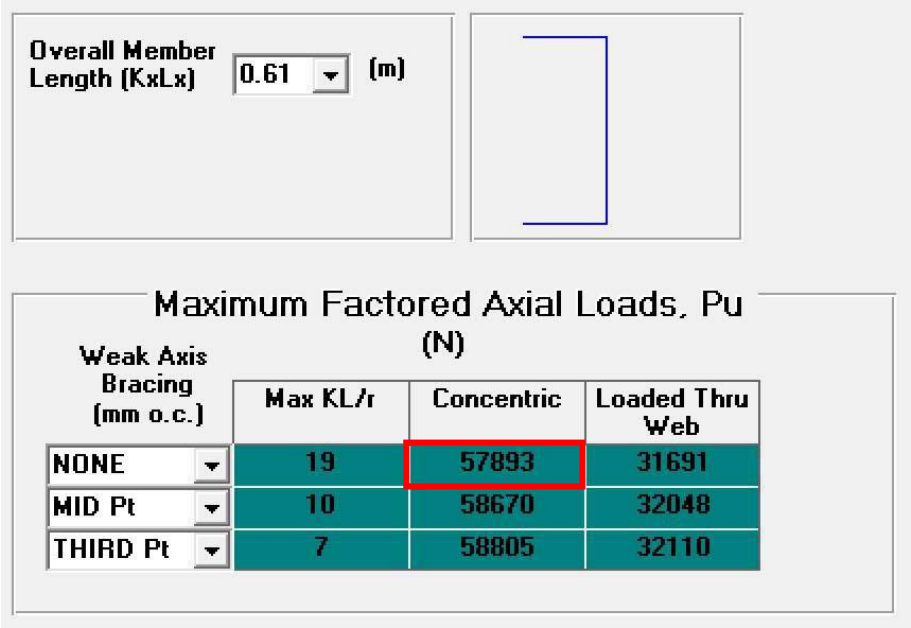
<u>Viga más solicitada del forjado de planta baja de nueva creación:</u>

Diagrama de esfuerzos flectores: cordón más solicitado = 26.98 kN

5- Comprobación de los perfiles (aplicación AISWIN)

Celosías interiores y extremas de pórticos transversales

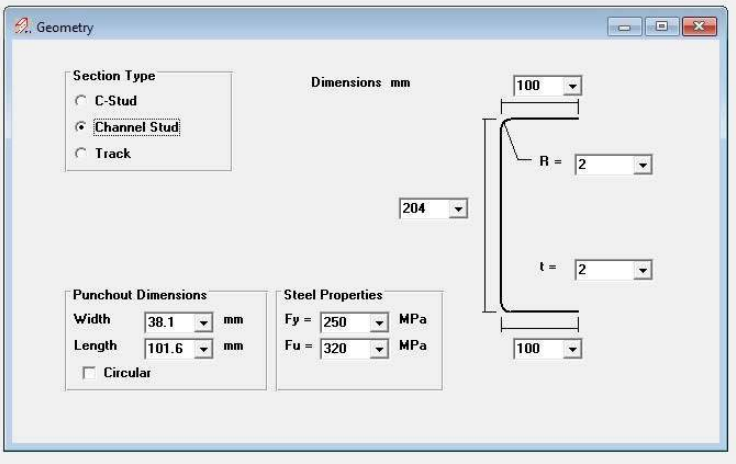
CORDONES INFERIOR Y SUPERIOR: <u>PERFIL U 204</u>



Overall Member Length (KxLx) 0.61 (m)

Maximum Factored Axial Loads, Pu (N)

Weak Axis Bracing (mm o.c.)	Max KL/r	Concentric	Loaded Thru Web
NONE	19	57893	31691
MID Pt	10	58670	32048
THIRD Pt	7	58805	32110



SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	204.00	mm	Steel Thickness =	2.000	mm
Top Flange =	100.00	mm	Inside Corner Radius =	2.000	mm
Bottom Flange =	100.00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Punchout Width =	38.10	mm	Punchout Length =	101.60	mm
			Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	121.1	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	4112983	mm^4
Section Modulus (Sxx)	31557	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	7100.99	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	102.0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	5360267	mm^4
Cross Sectional Area (A)	794.8	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	82.1203	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	25.6645	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	810183	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	31.9264	mm
Effective Section Modulus (Syy)	3201	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	9.8419	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	720.21	N-m

Other Section Property Data

Net Area at Punchouts	718.6	mm^2
Member Weight per Foot of Length	61.1818	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	37568	N
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Punched)	27463	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	58994	N

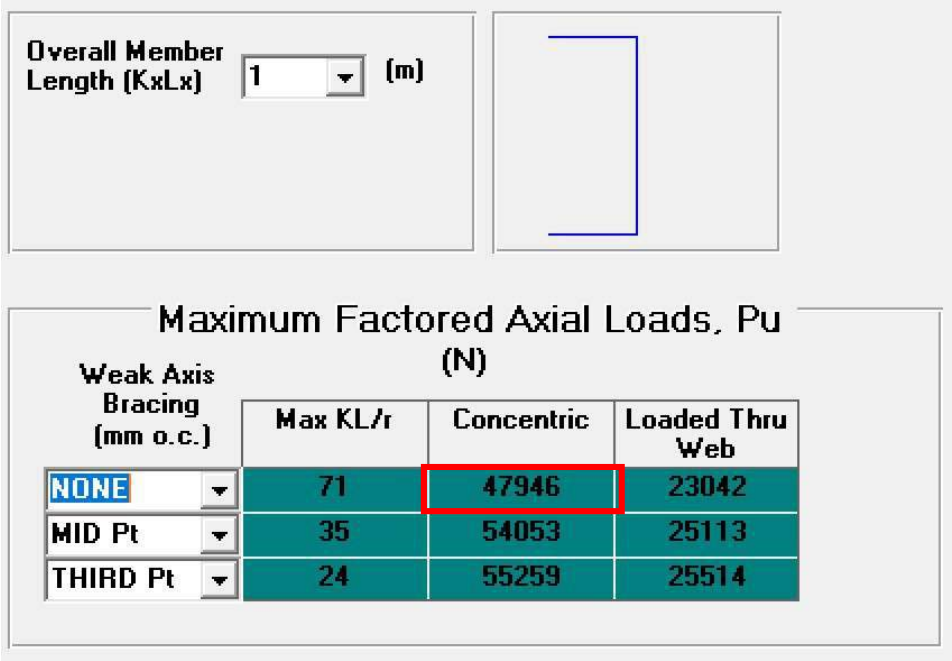
Torsional Properties

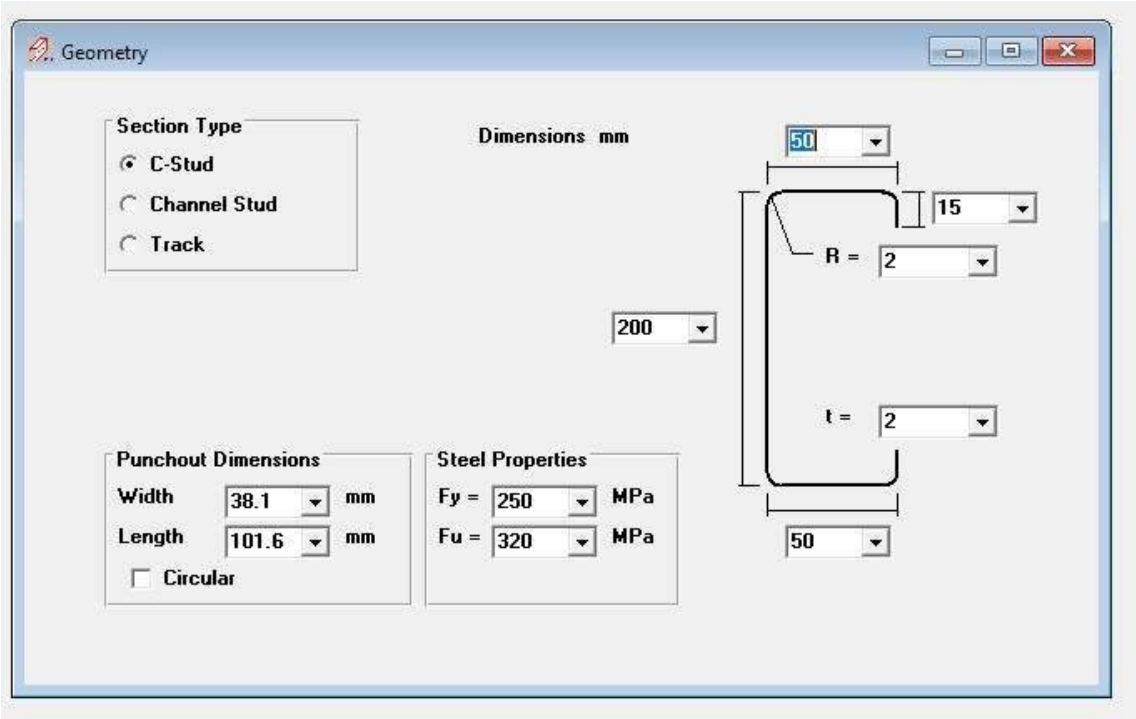
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-61.9686	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	1059799	mm^4
Warping Constant (Cw)	5800233444	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	107.7179	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0.6690	

Nominal Web Crippling Loads * Phi (N)

	25.40mm END BRNG		88.90mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	4500	2789	11283	8878
Punchout Reduction	0.956		0.972	

DIAGONALES Y MONTANTES: <u>PERFIL C 200</u>





www.clarkwestern.com

2001 North American Specification w/2004 Supplement LRFD
DATE: 20/5/18

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	200,00	mm	Steel Thickness =	2,000	mm
Top Flange =	50,00	mm	Inside Corner Radius =	2,000	mm
Bottom Flange =	50,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Punchout Width =	38,00	mm	Punchout Length =	101,00	mm
			Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	105,9	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	2979516	mm^4
Section Modulus (Sxx)	26643	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	5995,18	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	100,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	3163734	mm^4
Cross Sectional Area (A)	586,8	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	73,4238	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	9,1870	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	117517	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	14,1510	mm
Effective Section Modulus (Syy)	1912	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	6,7090	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	430,14	N-m

Other Section Property Data

Net Area at Punchouts	510,8	mm^2
Member Weight per Foot of Length	45,1715	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	37568	N
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Punched)	26785	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	56241	N

Torsional Properties

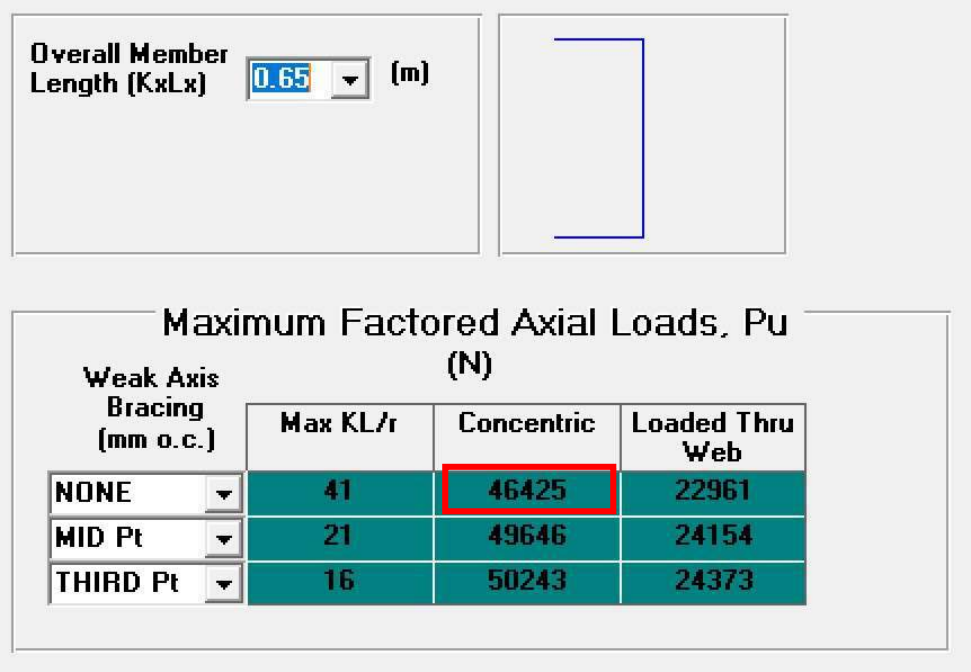
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-23,0632	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	782466	mm^4
Warping Constant (Cw)	846077120	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	78,2510	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,9131	

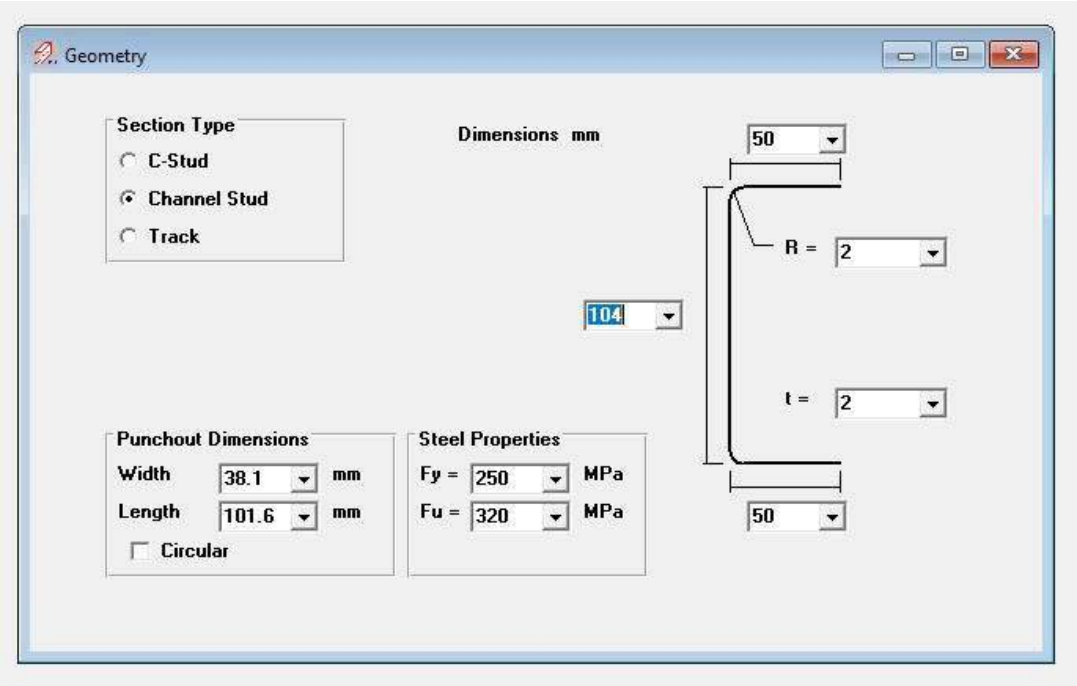
Nominal Web Crippling Loads * Phi (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	4495	2779	11273	8909
Punchout Reduction	0,954		0,972	

Cerchas longitudinales superior e inferior:

CORDONES INFERIOR Y SUPERIOR: <u>PERFIL U 104</u>





SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	104.00	mm	Steel Thickness =	2.000	mm
Top Flange =	50.00	mm	Inside Corner Radius =	2.000	mm
Bottom Flange =	50.00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Punchout Width =	38.10	mm	Punchout Length =	101.60	mm
			Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	58.3	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	631134	mm^4
Section Modulus (Sxx)	9680	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	2178.32	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	52.0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	672996	mm^4
Cross Sectional Area (A)	394.8	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	41.2848	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	13.1680	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	98390	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	15.7856	mm
Effective Section Modulus (Syy)	2079	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	10.9305	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	467.90	N-m

Other Section Property Data

Net Area at Punchouts	318.6	mm^2
Member Weight per Foot of Length	30.3927	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	27358	N
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Punched)	7333	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	51144	N

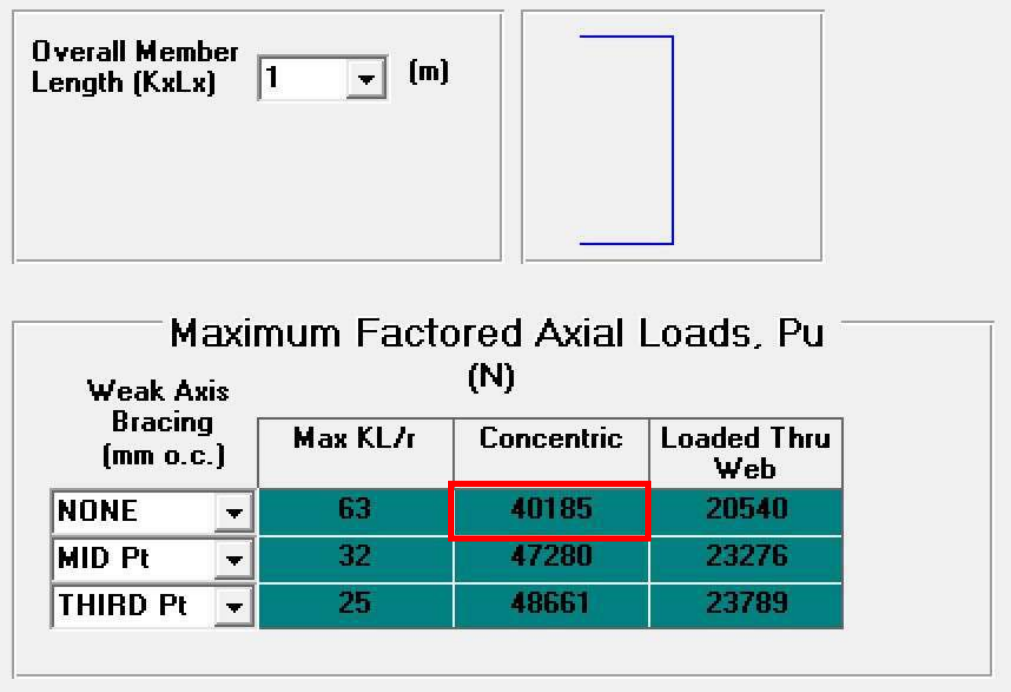
Torsional Properties

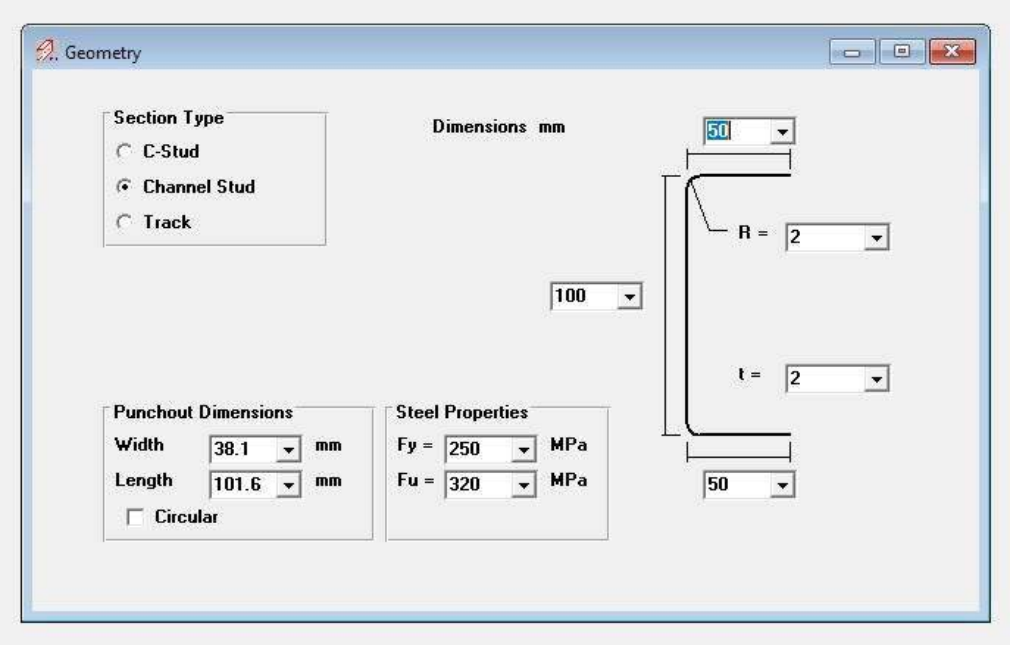
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-30.7268	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	526466	mm^4
Warping Constant (Cw)	180127561	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	53.8308	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0.6742	

Nominal Web Crippling Loads * Phi (N)

	25.40mm END BRNG		88.90mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	5071	2881	11655	10625
Punchout Reduction	0.806		0.917	

DIAGONALES Y MONTANTES: <u>PERFIL U 100</u>





www.clarkwestern.com

2001 North American Specification w/2004 Supplement LRFD
DATE: 20/5/18

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	100,00	mm	Steel Thickness =	2,000	mm
Top Flange =	50,00	mm	Inside Corner Radius =	2,000	mm
Bottom Flange =	50,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Punchout Width =	38,00	mm	Punchout Length =	101,00	mm
			Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	56,0	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	575998	mm^4
Section Modulus (Sxx)	9201	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	2070,35	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	50,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	614834	mm^4
Cross Sectional Area (A)	386,8	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	39,8665	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	13,4196	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	97181	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	15,8497	mm
Effective Section Modulus (Syy)	2089	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	11,2303	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	470,04	N-m

Other Section Property Data

Net Area at Punchouts	310,8	mm^2
Member Weight per Foot of Length	29,7769	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	26218	N
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Punched)	6554	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	50554	N

Torsional Properties

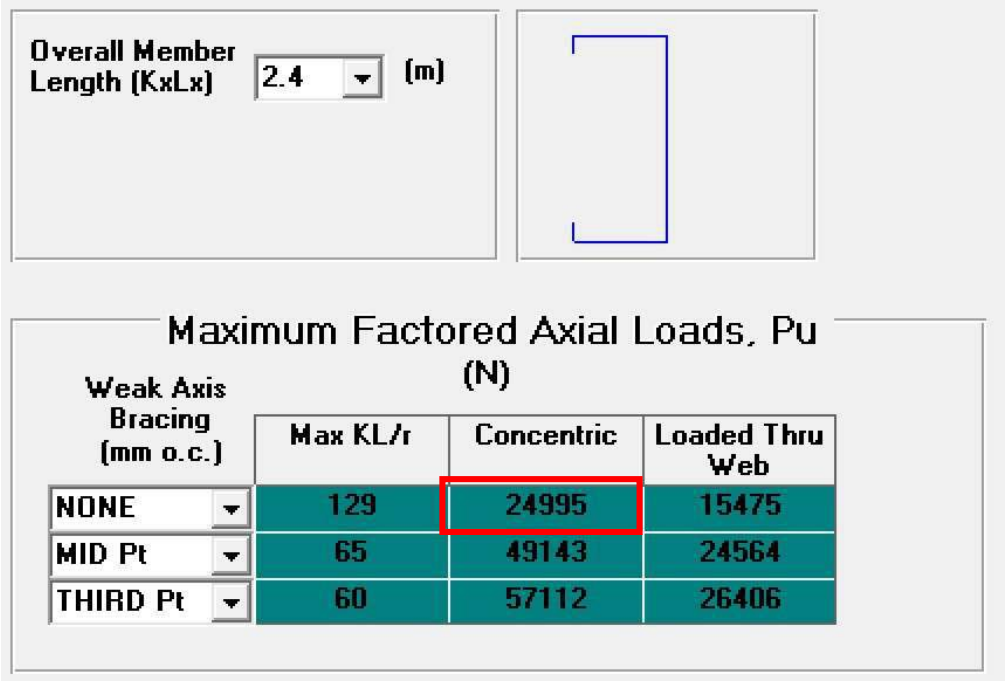
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-31,1720	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	515799	mm^4
Warping Constant (Cw)	164153173	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	53,0306	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,6545	

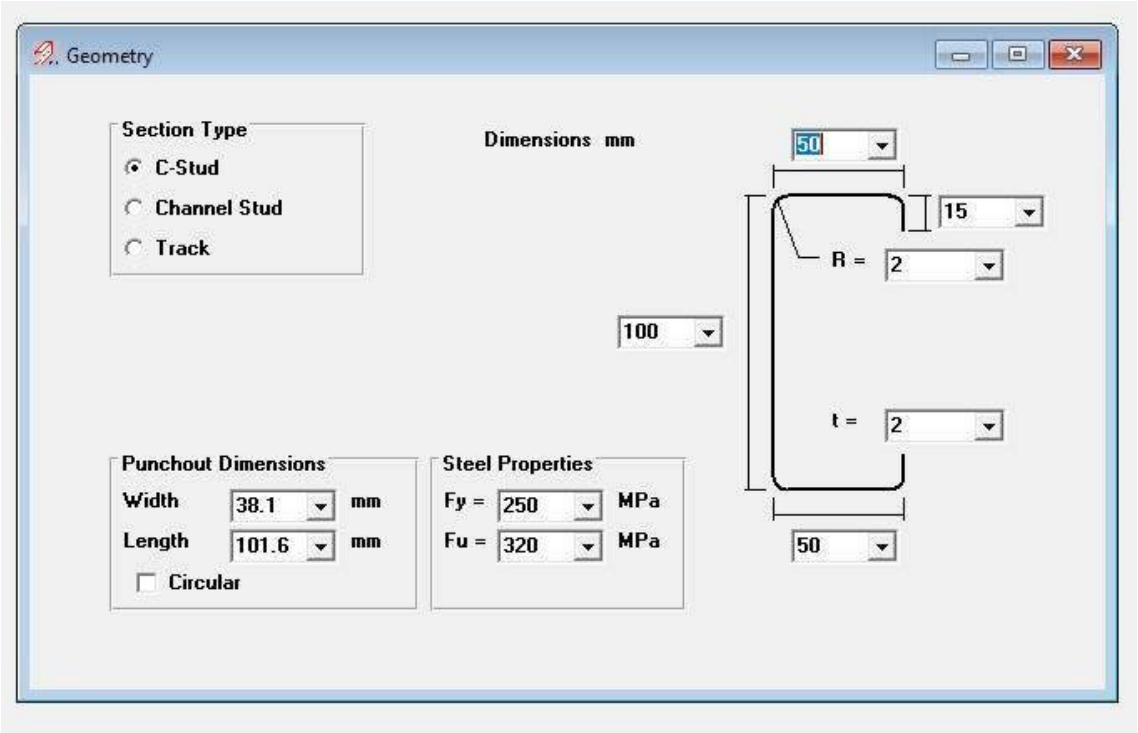
Nominal Web Crippling Loads * Phi (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	5071	2872	11650	10677
Punchout Reduction	0,789		0,913	

Soportes de la totalidad de los pórticos de la estructura:

<u>PERFIL 2 X C 100 soportes; PERFIL C 100 montantes</u>





www.clarkwestern.com

2001 North American Specification w/2004 Supplement LRFD
DATE: 20/5/18

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	100,00	mm	Steel Thickness =	2,000	mm
Top Flange =	50,00	mm	Inside Corner Radius =	2,000	mm
Bottom Flange =	50,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Stiffening Lip =	15,00	mm	Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa
Punchout Width =	38,00	mm	Punchout Length =	101,00	mm

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	50,1	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	692301	mm^4
Section Modulus (Sxx)	13612	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	3233,16	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	50,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	692301	mm^4
Cross Sectional Area (A)	433,7	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	39,9534	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	17,2527	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	149782	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	18,5838	mm
Effective Section Modulus (Syy)	4282	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	20,7059	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	1017,11	N-m

Other Section Property Data

Net Area at Punchouts	357,7	mm^2
Member Weight per Foot of Length	33,3831	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	26218	N
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Punched)	6554	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	74523	N

Torsional Properties

Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-41,3026	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	578265	mm^4
Warping Constant (Cw)	336557687	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	60,3948	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,5323	

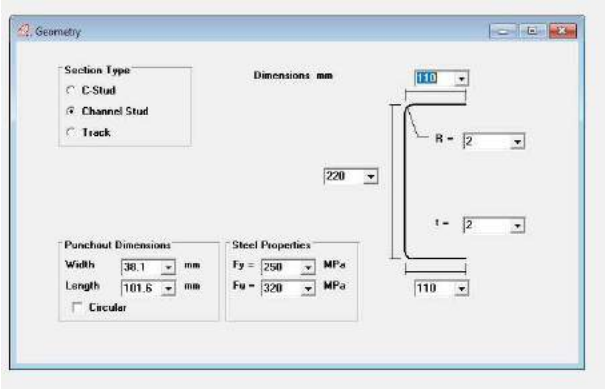
Nominal Web Crippling Loads * Phi (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	5654	5633	16195	18494
Reduction, Rc	0,876 + 0.083x/h <= 1.0		0,881 + 0.053x/h <= 1.0	

Note: Rc applies only, Cond. 1 and 2.

Forjado planta de nueva construcción:

- **Vigas: <u>PERFIL 2 x U220</u>**



www.clarkwestern.com

2001 North American Specification w/2004 Supplement LRFD
DATE: 20/5/18

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	220,00	mm	Steel Thickness =	3,000	mm
Top Flange =	110,00	mm	Inside Corner Radius =	2,000	mm
Bottom Flange =	110,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Punchout Width =	38,00	mm	Punchout Length =	101,00	mm
			Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	126,7	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	8421139	mm^4
Section Modulus (Sxx)	61241	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	13780,64	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	110,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	10111057	mm^4
Cross Sectional Area (A)	1293,0	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	88,4303	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	28,8181	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	1589619	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	35,0630	mm
Effective Section Modulus (Syy)	9233	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	16,2181	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	2077,70	N-m

Other Section Property Data

Net Area at Punchouts	1179,0	mm^2
Member Weight per Foot of Length	99,5249	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	84528	N
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Punched)	44873	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	126134	N

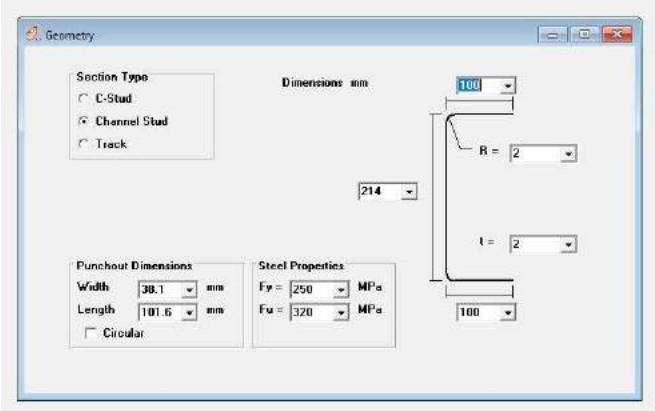
Torsional Properties

Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-68,4372	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	3878960	mm^4
Warping Constant (Cw)	13130837641	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	117,1878	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,6589	

Nominal Web Crippling Loads * Phi (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	10541	5821	25943	22583
Punchout Reduction	0,962		0,976	

- **Correas de arriostramiento: <u>PERFIL U214</u>**



SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	214.00	mm	Steel Thickness =	2.000	mm
Top Flange =	100.00	mm	Inside Corner Radius =	2.000	mm
Bottom Flange =	100.00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Punchout Width =	38.10	mm	Punchout Length =	101.60	mm
			Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	126.5	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	4608532	mm^4
Section Modulus (Sxx)	33939	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	7637.07	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	107.0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	5979056	mm^4
Cross Sectional Area (A)	814.8	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	85.6599	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	25.0591	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	822052	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	31.7622	mm
Effective Section Modulus (Syy)	3165	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	9.4433	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	712.17	N-m

Other Section Property Data

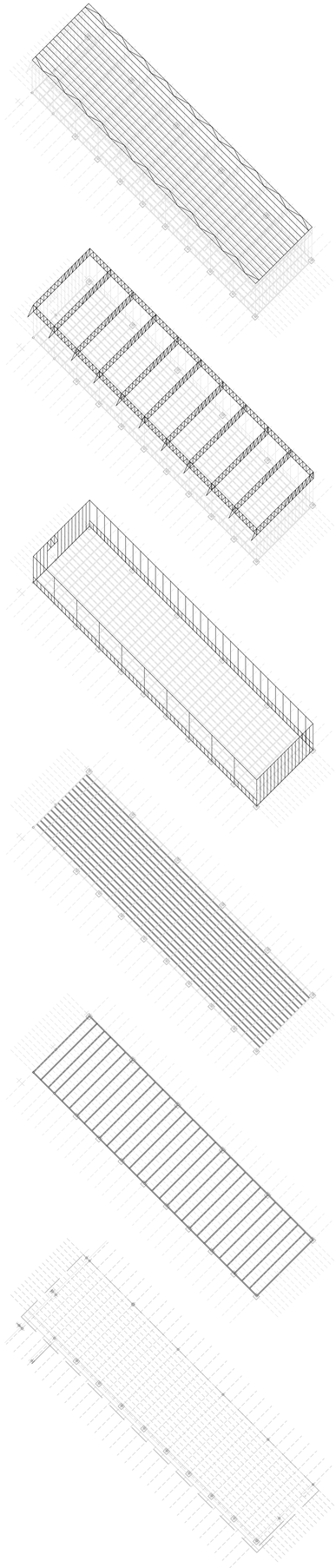
Net Area at Punchouts	738.6	mm^2
Member Weight per Foot of Length	62.7213	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	36222	N
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Punched)	28156	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	59172	N

Torsional Properties

Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-60.8957	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	1086466	mm^4
Warping Constant (Cw)	6489348143	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	109.7941	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0.6924	

Nominal Web Crippling Loads * Phi (N)

	25.40mm END BRNG		88.90mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	4452	2781	11252	8731
Punchout Reduction	0.960		0.975	



Arriostramiento cubierta

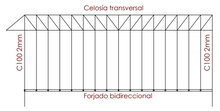
Cubierta nave con estructuras trianguladas

Estructura vertical nave

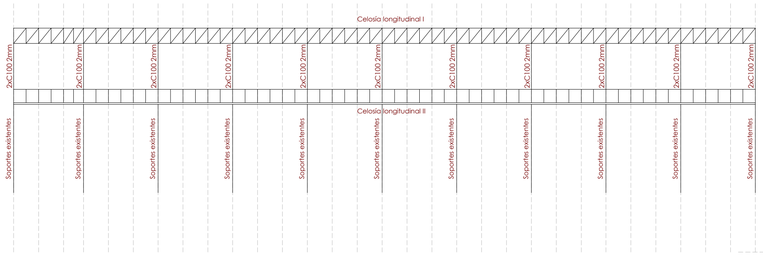
Nuevo forjado I arriostrado

Nuevo forjado I

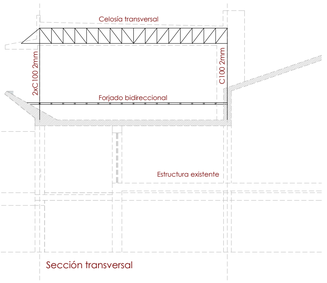
Estructura existente y replanteo



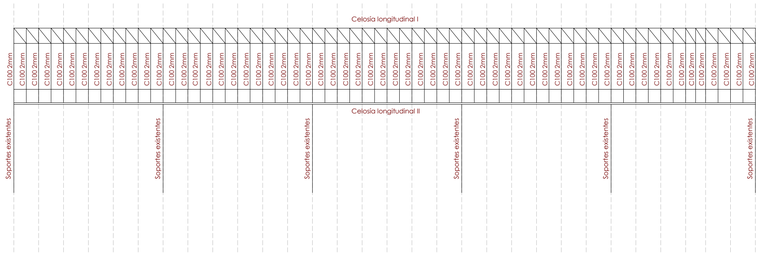
Alzado exterior



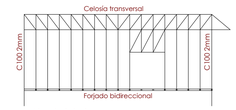
Alzado terraza



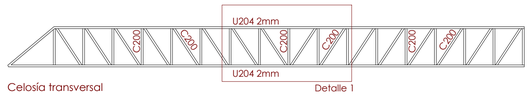
Sección transversal



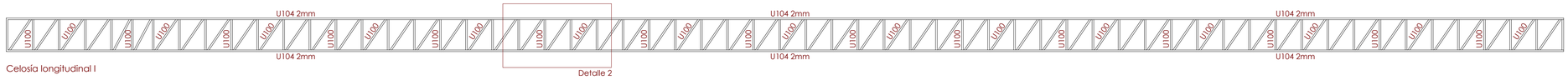
Alzado ciego



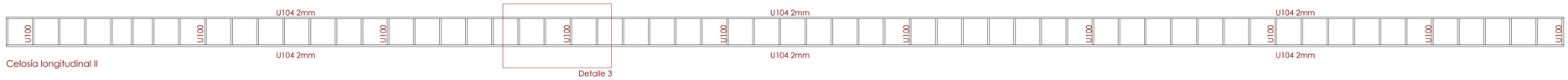
Alzado interior



Celosía transversal



Celosía longitudinal I



Celosía longitudinal II

_Perfiles cercha transversal

U204 2mm C200 2mm

_Perfiles cercha longitudinal

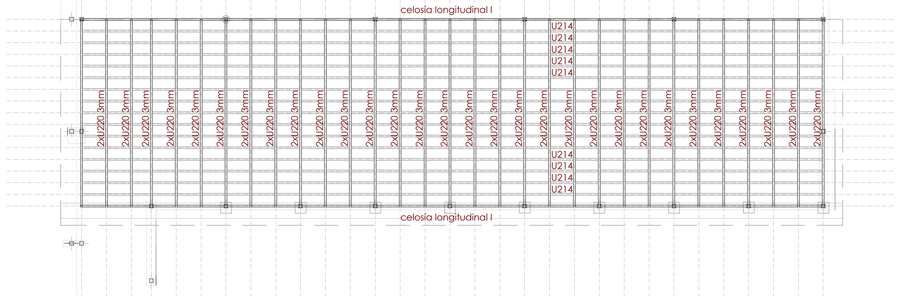
U104 2mm U100 2mm

_Perfiles para forjado - correas y viguetas

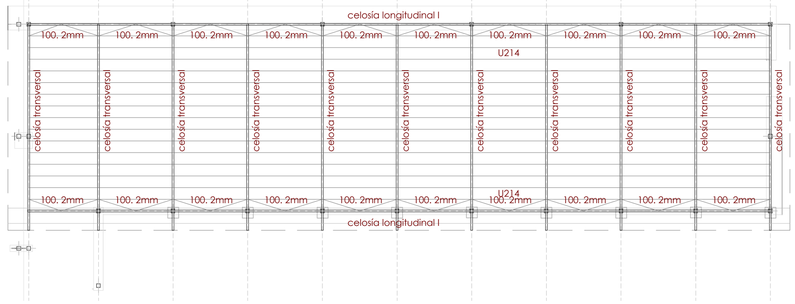
2xU220 3mm C214 3mm

_Perfiles para soportes

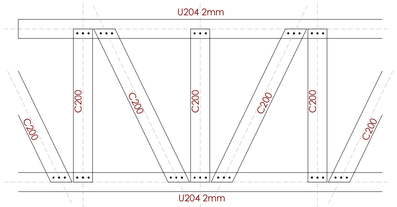
2xC100 2mm C100 2mm



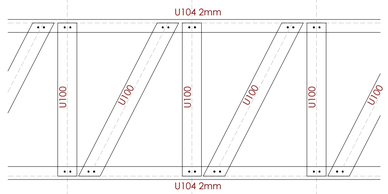
Forjado terraza



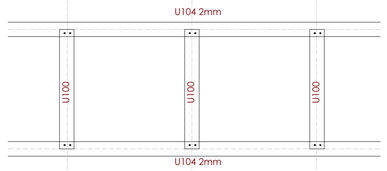
Forjado cubierta



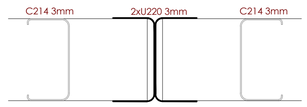
DETALLE 1



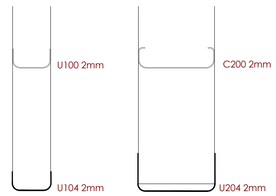
DETALLE 2



DETALLE 2



Correa riostra Vigueta forjado Correa riostra



Unión celosía longitudinal Unión celosía transversal

Antonio

ANÁLISIS Y DIMENSIONADO DE UNA ESTRUCTURA DE STEEL FRAMING

PROYECTO DE AMPLIACIÓN DE UN EDIFICIO EXISTENTE

GRUPO · 7

CURSO · 2017/18

ASIGNATURA 4.2 ESTRUCTURAS DE PERFILES DE ACERO DE PEQUEÑO ESPESOR
MÁSTER DE ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN

ÍNDICE

Página

1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO 3
2 NORMATIVA DE REFERENCIA 3
3 MATERIALES 3
3.1 PERFILES DE ACERO CONFORMADO EN FRÍO 3
3.2 TABLERO ESTRUCTURAL OSB 4
3.3 TORNILLOS 4
4 ACCIONES CONSIDERADAS 5
4.1 SOBRECARGA DE NIEVE 5
4.2 ACCIÓN DEL VIENTO 5
4.3 CARGAS GRAVITATORIAS 6
4.4 COEFICIENTES DE SEGURIDAD 6
5 RESISTENCIA AL FUEGO 6
6 ANÁLISIS MEDIANTE MODELO DE CÁLCULO 6
7 BASES DE CÁLCULO DE LA ESTRCUTURA 10
7.1 CELOSÍAS 10
7.2 CORREAS 12
7.3 PILARES 13
7.4 TIRANTES DE VOLADIZO 14
7.5 ARRIOSTRAMIENTOS 15
8 TIPOS DE PERFILES ADOPTADOS PARA LA ESTRUCTURA 15
9 ANÁLISIS DE LAS UNIONES 16
10 PLANOS Y DETALLES DE UNIONES 17

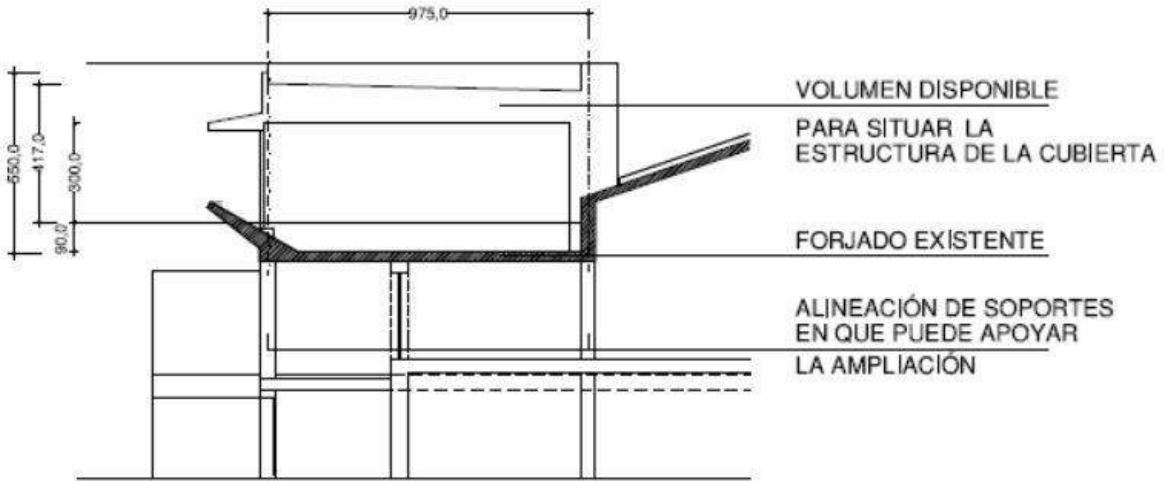
1 DESCRIPCIÓN DEL EDIFICIO

El objeto de esta práctica es resolver un pequeño proyecto para la ampliación de una planta en cubierta de un edificio existente. Para ello se utilizará una estructura de perfiles de pequeño espesor, sistema más conocido como "Steel Framing".

Los forjados se resuelven con tableros de madera estructural OBS.

La propuesta presentada resuelve las necesidades del conjunto, mediante el empleo de diferentes tipos de perfiles acero de pequeño espesor, empleando el perfil de manera singular o haciendo trabajar a un grupo de ellos en conjunto a modo de doble perfil, celosía, tirante, etc.

En la siguiente imagen se puede observar el espacio disponible en sección para albergar la ampliación.



SECCIÓN A-A'

2 NORMATIVA DE REFERENCIA

- CTE DB-SE: Seguridad Estructural
- CTE DB SE-AE: Seguridad Estructural. Acciones en la edificación
- Eurocódigo 1: Acciones en estructuras
- Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero

  (Parte 1.3: Reglas adicionales para perfiles de chapa de paredes delgadas conformadas en frío)

3 MATERIALES

3.1 PERFILES DE ACERO CONFORMADO EN FRÍO

Resistencia característica F_{yk}	235 N/mm^2
Resistencia ultima F_u	360 N/mm^2

3.2 TABLERO ESTRUCTURAL OSB

Se ha elegido el tablero de THERMOCHIP de fibra de densidad media. Las siguiente tabla muestra las principales características de este tipo de tablero.

Características esenciales	Prestaciones	Especificación técnica armonizada
Reacción al fuego	NPD	ETE 08/0295 (19/01/2016)
Resistencia al fuego	NPD	
Comportamiento frente a fuego exterior	NPD	
Estanqueidad al agua	NPD	
Permeabilidad al agua	Coeficiente de permeabilidad al agua (μ) Seco / Húmedo Material: Tablero aglomerado hidrófugo (f1) — Seco: 50, Húmedo: 16 Material: Poliestireno extruido (XPS) — Seco: 150, Húmedo: 150	
Emisión de sustancias peligrosas	Información en fichas datos de seguridad	
Variaciones dimensionales	NPD	
Resistencia mecánica de los paneles sometidos a cargas positivas	Tipo de Panel / LUZ (mm) / Nº de luces / Carga última (kN/m2) / Carga L/200 (kN/m2) TDmH-(XPS 40) / 1220 / x2 / 10.07 / 8.92 TDmH-(XPS 100) / 1220 / x2 / 26.13 / 17.66 TDmH-(XPS 140) / 1220 / x2 / 41.36 / 21.78	
Resistencia mecánica de los paneles sometidos a cargas negativas	Valor medio: 1,24 kN/punto de fijación	
Resistencia a cargas excéntricas debidas a objetos fijados al panel	CUMPLE	ETE basado en la Guía DITE nº 016 parte 1y 2
Resistencia al choque de cuerpo duro y cuerpo blando	CUMPLE	
Transitabilidad	CUMPLE	
Absorción del sonido	NPD	
Aislamiento térmico	Tipo de Panel / Transmitancia Térmica U (W/m2 °C) TDmH-10-40-10 / 0.661 TDmH-10-140-10 / 0.233	
Permeabilidad al aire	0 m3/h	
Fluencia	Coeficiente de fluencia para Tiempo de carga 2000 h: Vano 1 / Vano 2 0,4048 / 0,3478	
Choque termico	CUMPLE(Vida útil 25 años)	

3.3 TORNILLOS

Para las uniones se han empleado tornillos rosca-chapa (auto-roscantes), compuestos de un acero de resistencia igual, al menos, al de las chapas que unen. Las uniones trabajan todas a cortadura y su resistencia se ha calculado según el Eurocódigo (EN 1993-1-3, tabla 8.2). A continuación se resumen en una tabla las resistencias de los tornillos empleados.

TORNILLO M4 (e=2mm)		
Coeficiente alfa	2,1	α
Resistencia última f_u	330	N/mm^2
Diámetro	4	mm
Espesor	2	mm
Coeficiente γ_{m2}	1,25	
Resistencia a cortadura $F_{b,Rd}$	**4,4**	kN

TORNILLO M4 (e=2,5mm)		
Coeficiente alfa	2,1	α
Resistencia última f_u	330	N/mm^2
Diámetro	4	mm
Espesor	2,5	mm
Coeficiente γ_{m2}	1,25	
Resistencia a cortadura $F_{b,Rd}$	**5,5**	kN

TORNILLO M4,5		
Coeficiente alfa	2,1	α
Resistencia última f_u	330	N/mm^2
Diámetro	4,5	mm
Espesor	2	mm
Coeficiente γ_{m2}	1,25	
Resistencia a cortadura $F_{b,Rd}$	**5,0**	kN

TORNILLO M5		
Coeficiente alfa	2,1	α
Resistencia última f_u	330	N/mm^2
Diámetro	5	mm
Espesor	2,5	mm
Coeficiente γ_{m2}	1,25	
Resistencia a cortadura $F_{b,Rd}$	**6,9**	kN

4 ACCIONES CONSIDERADAS

4.1 SOBRECARGA DE NIEVE

La estructura está ubicada en las Islas Canarias, a una altitud inferior a los 1000 metros sobre el nivel del mar. Según el documento de Acciones en la edificación (artículo 3.5.2), el valor de la sobrecarga de nieve es de 0.20 kN/mm^2 en dicha ubicación.

4.2 ACCIÓN DEL VIENTO

EVALUACIÓN DE LA ACCIÓN DEL VIENTO		
Longitud paralela a la dirección del viento L	39,00	m
Altura h	21,00	m
Esbeltez en el plano en dirección al viento	0,54	
Zona eólica	C	
Presión dinámica de viento qb	0,52	kN/m^2
Grado de aspereza	IV	
Altura hasta el punto considerado	21,00	m
Coeficiente de exposición ce	2,30	

COEFICIENTES EÓLICOS			
Zona del edificio	Cubierta	Lado corto	Lado largo
Coeficiente de presión	0,50	1,80	1,10
Coeficiente de succión	-1,50	-1,80	-2,20

ACCIÓN DEL VIENTO EN CUBIERTA		
Presión a barlovento qep	**0,60**	kN/m^2
Presión a sotavento qes	**-1,79**	kN/m^2
ACCIÓN DEL VIENTO EN EL LATERAL CORTO		
Presión a barlovento qep	**2,15**	kN/m^2
Presión a sotavento qes	**-2,15**	kN/m^2
ACCIÓN DEL VIENTO EN EL LATERAL LARGO		
Presión a barlovento qep	**1,32**	kN/m^2
Presión a sotavento qes	**-2,63**	kN/m^2

4.3 CARGAS GRAVITATORIAS

Tipo de carga	Forjado inferior	Forjado de cubierta	
Peso propio de estructura	0,80	0,80	kN/m^2
Cargas muertas	0,20	0,20	kN/m^2
Sobrecarga de uso	3,00	1,00	kN/m^2

4.4 COEFICIENTES DE SEGURIDAD

Coeficientes de mayoración de las cargas

Permanentes	1.35
Variables	1.50

Coeficientes de minoración

Acero galvanizado	1.25

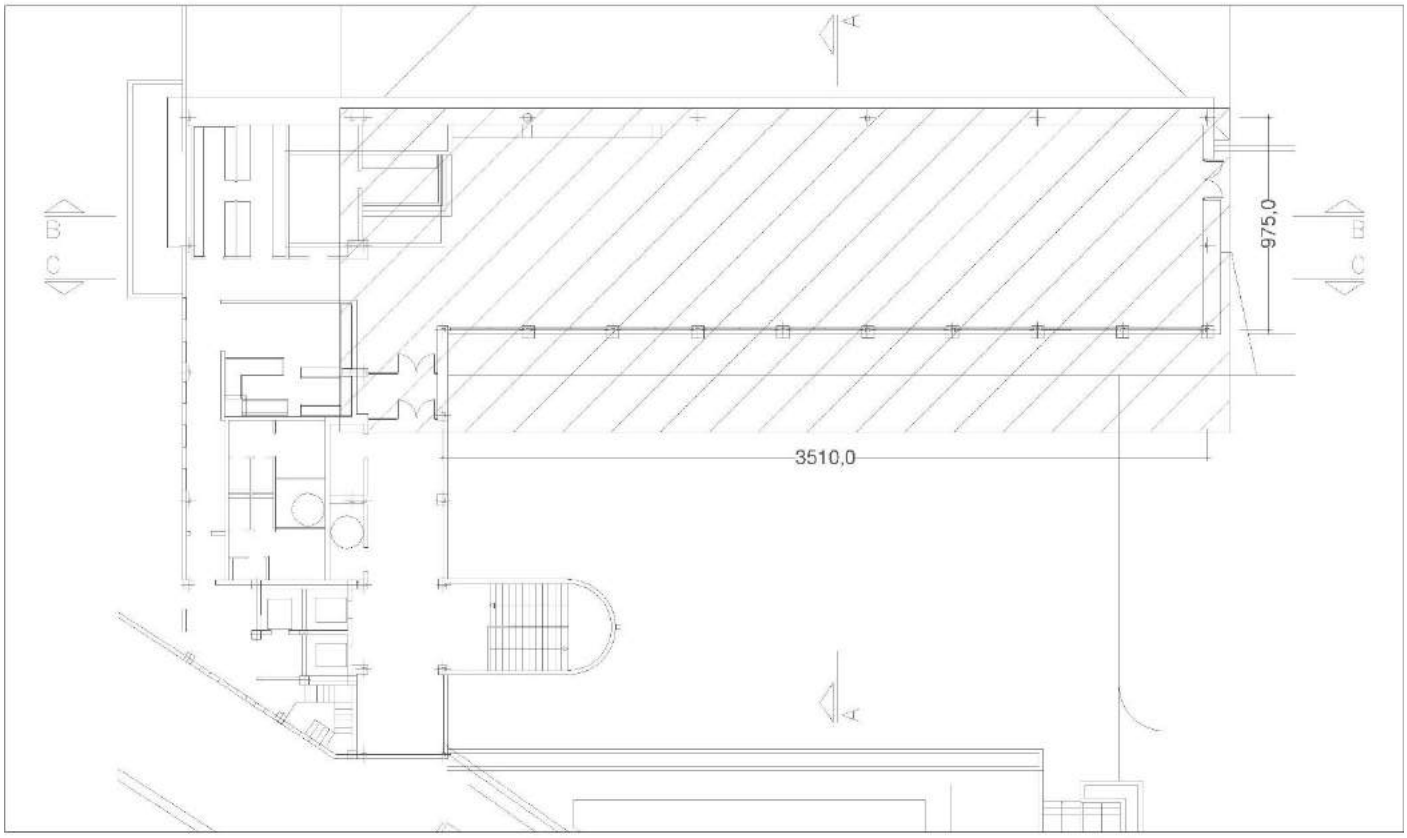
5 RESISTENCIA AL FUEGO

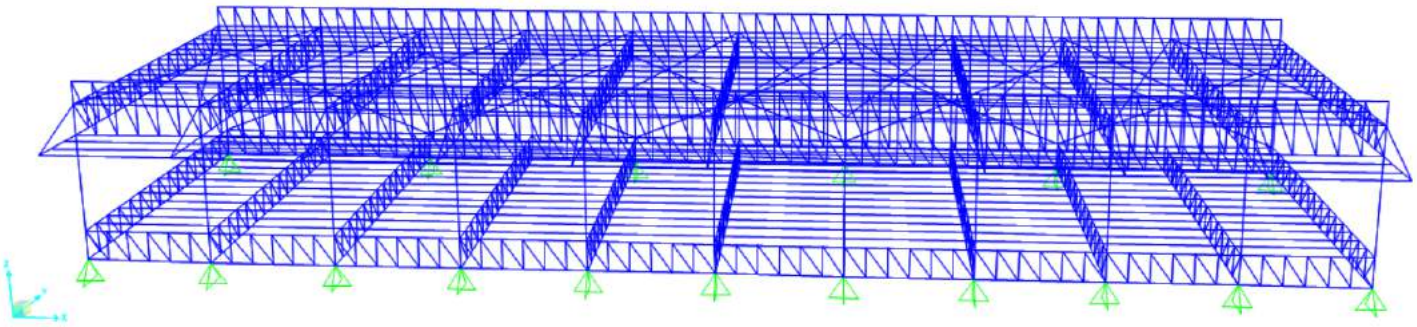
Al ser la estructura compuesta por perfiles de acero de pequeño espesor, la resistencia al fuego requerida se consigue a través del revestimiento de todas las piezas. Todos los perfiles irán protegidos, y los elementos estructurales tendrán que quedarse a una temperatura inferior a los 350 °C.

Los elementos del forjado irán recubiertos inferiormente con paneles de paneles de yeso ignífugo.

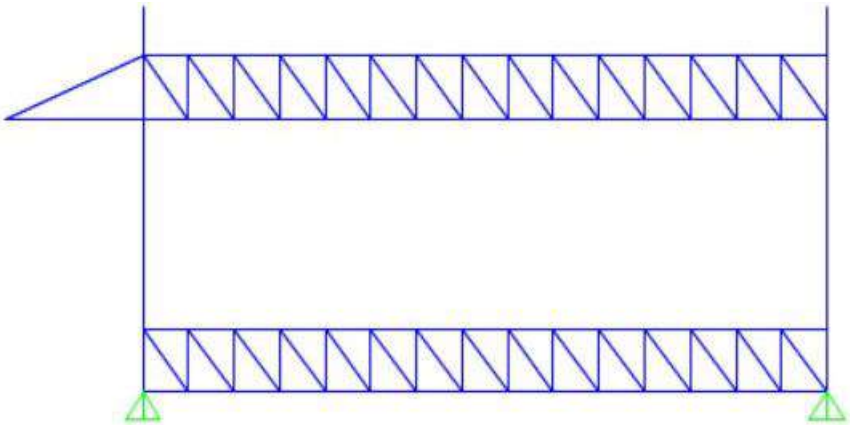
6 ANÁLISIS MEDIANTE MODELO DE CÁLCULO

A la hora de diseñar y dimensionar la estructura, se hace un estudio mediante el programa informático SAP 2000. Con este estudio se calculan los esfuerzos flectores, axiles y cortantes, con los cuales se dimensionan los tipos de perfiles de acero galvanizado conformados en frío.

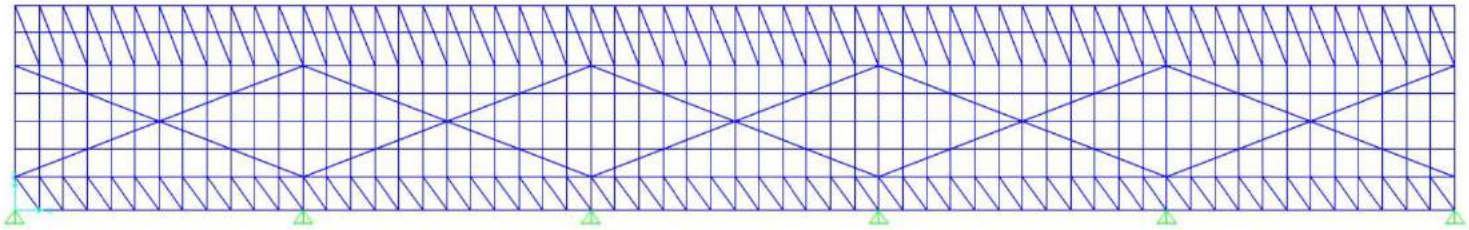




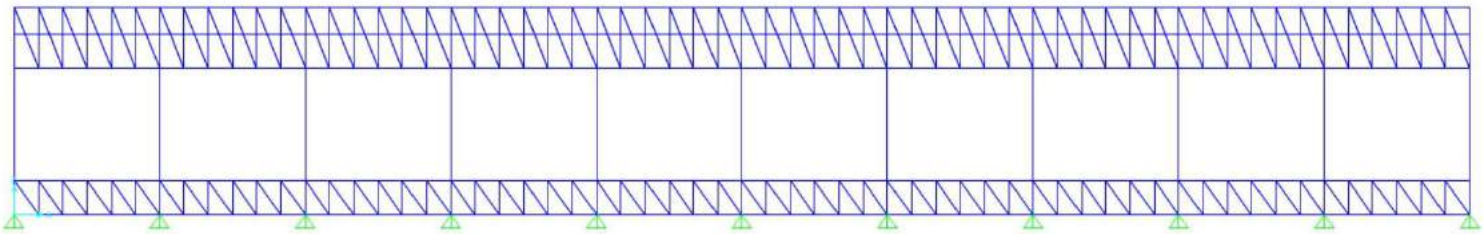
Sección A-A ´



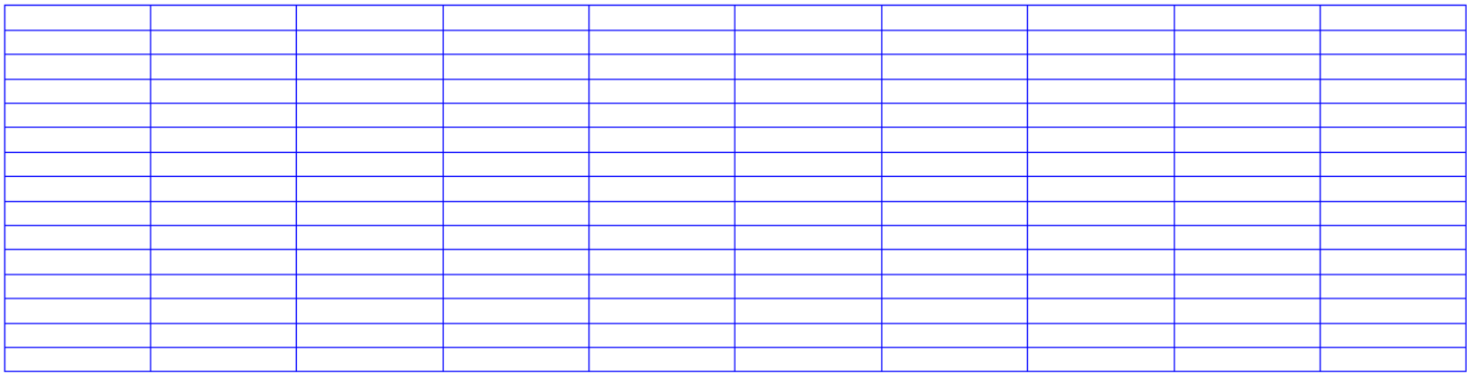
Sección B-B´



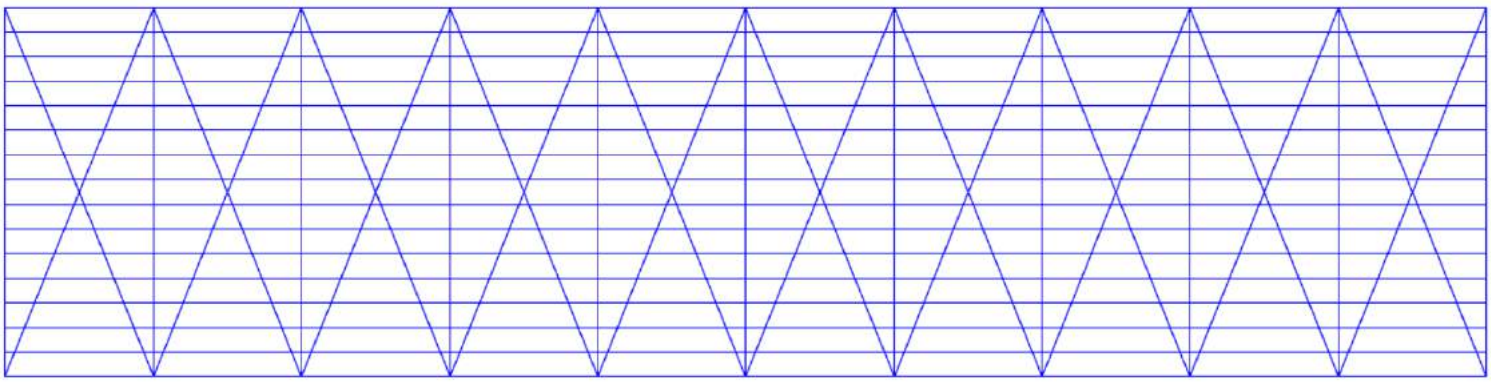
Sección C-C´



Planta del forjado inferior

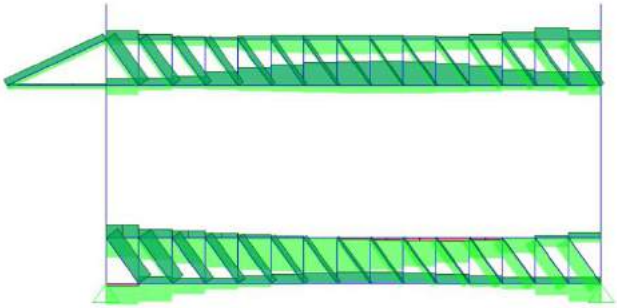


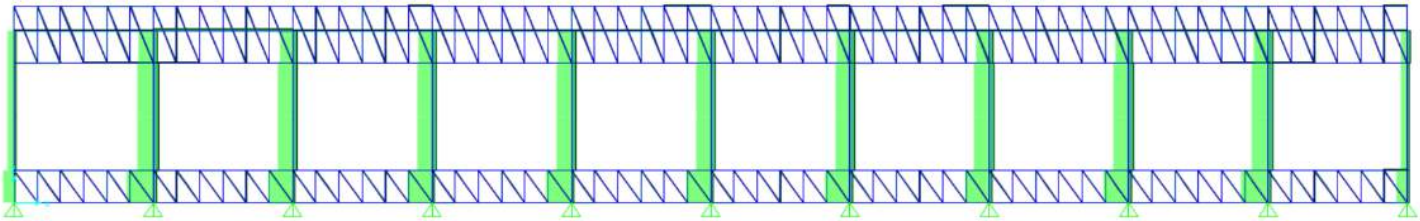
Planta del forjado de cubierta (sin voladizo visible)

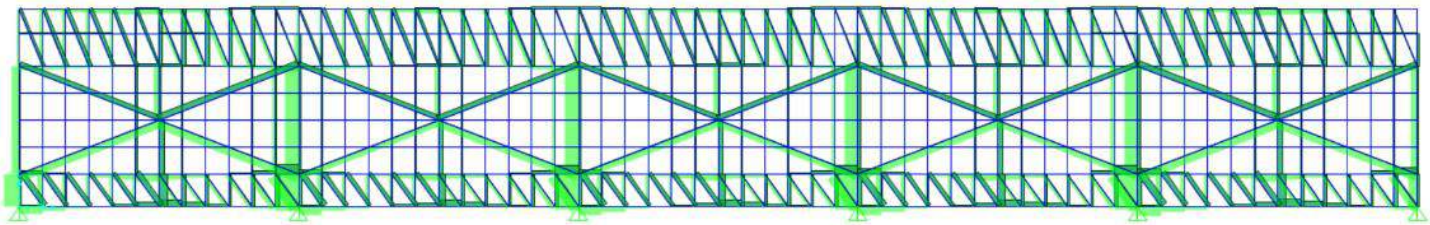


ESFUERZOS OBTENIDOS A TRAVÉS DEL MODELO

Se estudia la hipótesis de carga envolvente para dimensionar la estructura.
A) Esfuerzos axiles



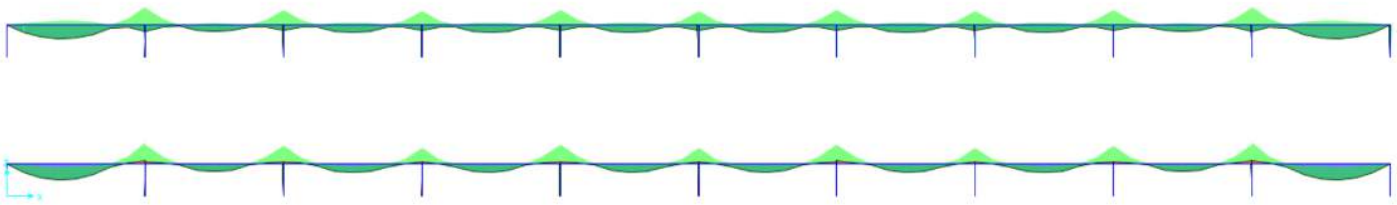




Esfuerzos axiles máximos

Pilar entre las dos plantas (l_k=3 metros)	-78,6 kN
Pilar en parte inferior (l_k=0,90 metros)	-183,2 kN
Tirante en voladizo (l_k=2,15 metros)	+69,1 kN / -42,5 kN
Cordón de celosía en planta inferior (l_k=0,65 metros)	-283 kN
Cordón de celosía en planta de cubierta (l_k=0,65 metros)	-152 kN
Montantes y diagonales en planta inferior (l_k=1,11 metros)	-145 kN
Montantes y diagonales en planta de cubierta (l_k=1,11 metros)	-112 kN
Arriostramiento	+69,5 kN

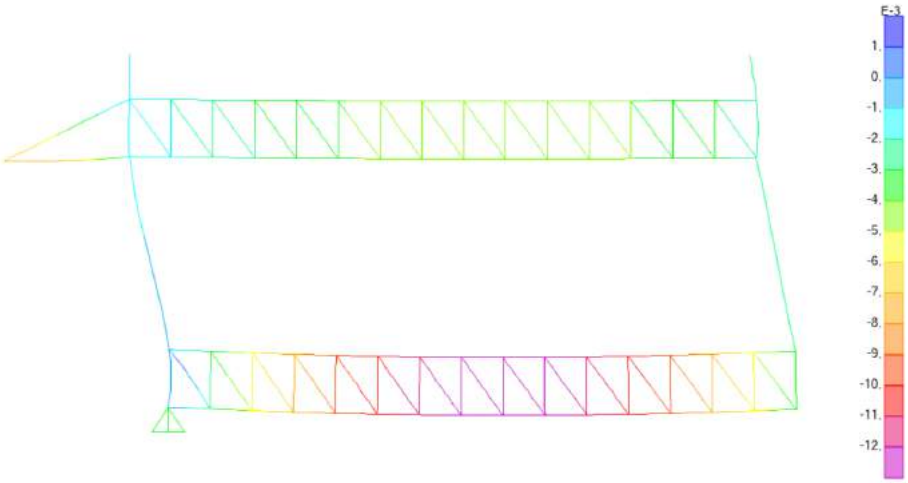
B) Esfuerzos flectores



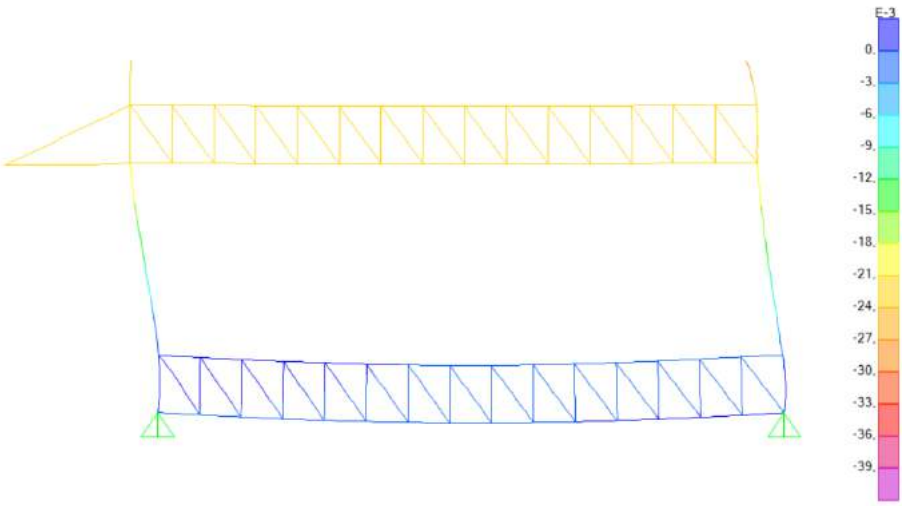
Esfuerzo flector máximo en correas	6,10 mkN
Luz entre apoyos	3,90 metros

ESTUDIO DE LAS DEFORMACIONES

Se analizan las flechas y los desplomes obtenidos mediante el modelo de cálculo, en combinación con viento como acción principal para la deformación horizontal y con uso como acción principal para la vertical. Las deformaciones verticales máximas se producen en las celosías de la planta inferior, con una flecha de 12 mm en centro de vano (L/813). Cumplen con bastante holgura la limitación L/500 (20 mm).



Las deformaciones horizontales máximas se producen en los pórticos paralelos a la acción del viento, con un desplome de 39 mm en el extremo superior de la celosía de fachada. Esto no cumple la limitación por planta h/250 (22 mm), aunque si la total H/500 (42 mm), si consideramos que el resto del edificio apenas se deforma. De todas maneras, la deformación que se produce en el espacio habitable no supera nunca la limitación por planta.



7 BASES DE CÁLCULO DE LA ESTRCUTURA

Se dimensionan todos los tipos de elementos de la estructura según los esfuerzos previamente obtenidos. El cálculo se realiza mediante el programa informático AISIWIN.

7.1 CELOSÍAS

A) Cordones

Se emplean perfiles de tipo U. Debido a la gran distancia entre celosías es necesario disponer de más de una en cada pórtico. La solución presenta 3 celosías en cada pórtico de planta baja y 2 celosías en planta de cubierta.

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

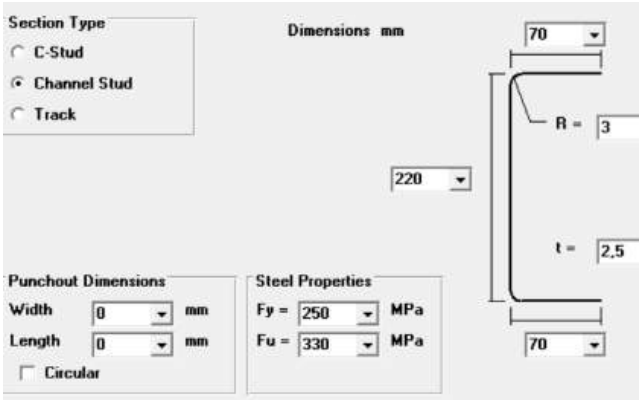
Web Height =	220,00	mm	Steel Thickness =	2,500	mm
Top Flange =	70,00	mm	Inside Corner Radius =	3,000	mm
Bottom Flange =	70,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
			Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis		
Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	119,0	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	5581964	mm^4
Section Modulus (Sxx)	44061	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	9914,69	N-m
Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis		
Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	110,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	6099652	mm^4
Cross Sectional Area (A)	878,4	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	83,3319	mm
Section Properties, Weak Axis		
Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	14,7097	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	382406	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	20,8651	mm
Effective Section Modulus (Syy)	4200	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	10,0152	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	945,13	N-m
Other Section Property Data		
Member Weight per Foot of Length	67,6114	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	58700	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	108895	N
Torsional Properties		
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-36,3705	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	1829957	mm^4
Warping Constant (Cw)	3248317802	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	93,2865	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,8480	

Nominal Web Crippling Loads * Phi (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	6275	4064	16231	12416



SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	220,00	mm	Steel Thickness =	2,500	mm
Top Flange =	70,00	mm	Inside Corner Radius =	3,000	mm
Bottom Flange =	70,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
			Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

MAXIMUM FACTORED AXIAL LOADS, Pu

INPUT PARAMETERS

Overall Stud Length = 0,65 m

TOTAL FACTORED AXIAL LOADS, Pu (N)

WEAK AXIS BRACING	MAXIMUM KL/r	CONCENTRIC LOADING	LOADED THROUGH WEB
650 mm	31	105484	49822

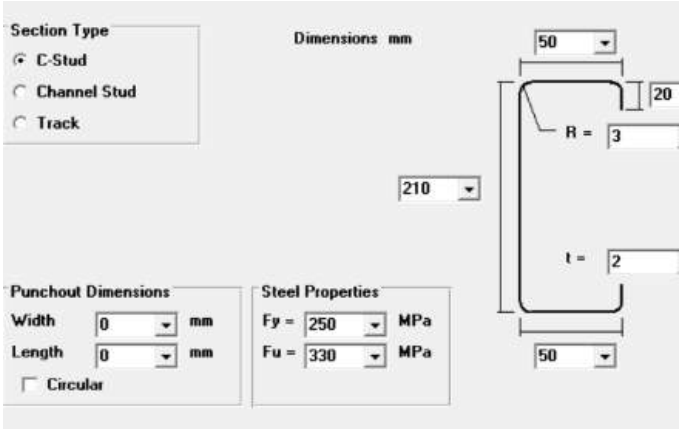
B) Montantes y diagonales

Se emplea el mismo perfil de tipo C en ambos debido a la similitud de esfuerzos de compresión.

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	210,00	mm	Steel Thickness =	2,000	mm
Top Flange =	50,00	mm	Inside Corner Radius =	3,000	mm
Bottom Flange =	50,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Stiffening Lip =	20,00	mm	Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa



OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	105,8	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	4106988	mm^4
Section Modulus (Sxx)	38581	mm^ 3
Allowable Bending Moment (Ma)	5776,16	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	105,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	4106988	mm^4
Cross Sectional Area (A)	670,3	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	78,2778	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	12,8257	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	212507	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	17,8059	mm
Effective Section Modulus (Syy)	5519	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	15,8665	mm
Allowable Moment (May)	826,25	N-m

Other Section Property Data

Member Weight per Foot of Length	51,5922	N/m
Allowable Shear Force In Web (Unpunched)	24545	N
Pao for use in Interaction Equation C5-2	64064	N

Torsional Properties

Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-33,4615	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	893687	mm^4
Warping Constant (Cw)	1971403847	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	86,9720	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,8520	

Allowable Web Crippling Loads (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	3390	2863	9823	10591

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	210,00	mm	Steel Thickness =	2,000	mm
Top Flange =	50,00	mm	Inside Corner Radius =	3,000	mm
Bottom Flange =	50,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Stiffening Lip =	20,00	mm	Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

MAXIMUM FACTORED AXIAL LOADS, Pu

INPUT PARAMETERS

Overall Stud Length = 1,11 m

TOTAL FACTORED AXIAL LOADS, Pu (N)

WEAK AXIS BRACING	MAXIMUM KL/r	CONCENTRIC LOADING	LOADED THROUGH WEB
NONE	62	83049	39307

7.2 CORREAS

Se emplean perfiles simpes de tipo C.

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	200,00	mm	Steel Thickness =	2,000	mm
Top Flange =	50,00	mm	Inside Corner Radius =	3,000	mm
Bottom Flange =	50,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Stiffening Lip =	20,00	mm	Fy With Cold-Work, Fya =	282	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	100,0	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	3650134	mm^4
Section Modulus (Sxx)	36501	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	9776,67	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	100,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	3650134	mm^4
Cross Sectional Area (A)	650,3	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	74,9220	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	13,1894	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	209624	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	17,9546	mm
Effective Section Modulus (Syy)	5511	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	15,9804	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	1308,96	N-m

Other Section Property Data

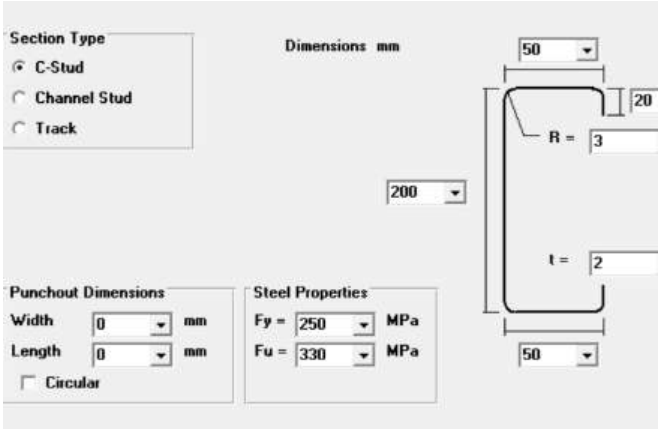
Member Weight per Foot of Length	50,0528	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	37568	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	97728	N

Torsional Properties

Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-34,2374	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	867021	mm^4
Warping Constant (Cw)	1773586921	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	84,3082	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,8351	

Nominal Web Crippling Loads * Phi (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	5074	4358	14628	15934



7.3 PILARES

Se estudian dos variantes. Por un lado, el empleo de perfiles UPN en cajón laminados en caliente. Por otro, una solución con perfiles de acero galvanizado de pequeño espesor conformados en frío.

A) Perfiles laminados en caliente

Tipo de perfiles empleados 2xUPN100

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON PANDEO - TRAMO ENTRE PLANTAS		
Módulo de elasticidad E	210000	N/mm^2
Límite elástico fy	275	N/mm^2
Límite elástico de cálculo fyd	261,9	N/mm^2
Área total Atot	2700	mm^2
Radio de giro y	39,1	mm
Radio de giro z	14,7	mm
Esbeltez de Euler λe	86,81	
Resistencia a compresión sin pandeo Npl,Rd	**707,14**	kN
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON PANDEO - EJE Y		
Longitud de pandeo Lk,y	3,00	m
Esbeltez mecánica λm,y	76,73	
Esbeltez reducida λy	**0,88**	
Coeficiente reductor χy	**0,61**	
Resistencia a compresión con pandeo Npl,Rd,p,y	**431,36**	kN
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON PANDEO - EJE Z		
Longitud de pandeo Lk,z	3,00	m
Esbeltez mecánica λm,z	204,08	
Esbeltez reducida λz	**2,35**	
Coeficiente reductor χz	**0,15**	
Resistencia a compresión con pandeo Npl,Rd,p,z	**106,07**	kN

RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON PANDEO - TRAMO INFERIOR		
Módulo de elasticidad E	210000	N/mm2
Límite elástico fy	275	N/mm2
Límite elástico de cálculo fyd	261,9	N/mm2
Área total Atot	2700	mm^2
Radio de giro y	39,1	mm
Radio de giro z	14,7	mm
Esbeltez de Euler λe	86,81	
Resistencia a compresión sin pandeo Npl,Rd	**707,14**	kN
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON PANDEO - EJE Y		
Longitud de pandeo Lk,y	0,90	m
Esbeltez mecánica λm,y	23,02	
Esbeltez reducida λy	**0,27**	
Coeficiente reductor χy	**0,97**	
Resistencia a compresión con pandeo Npl,Rd,p,y	**683,81**	kN
RESISTENCIA A COMPRESIÓN CON PANDEO - EJE Z		
Longitud de pandeo Lk,z	0,90	m
Esbeltez mecánica λm,z	61,22	
Esbeltez reducida λz	**0,71**	
Coeficiente reductor χz	**0,72**	
Resistencia a compresión con pandeo Npl,Rd,p,z	**509,85**	kN

B) Perfiles de pequeño espesor conformados en frío

Se emplean dos perfiles tipo C en cajón. Los perfiles son los mismos que los de los cordones de las celosías.

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 (2) Boxed

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	220,00	mm	Steel Thickness =	2,500	mm
Top Flange =	70,00	mm	Inside Corner Radius =	3,000	mm
Bottom Flange =	70,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Stiffening Lip =	20,00	mm	Fy With Cold-Work, Fya =	278	Mpa

MAXIMUM FACTORED AXIAL LOADS, Pu

INPUT PARAMETERS

Overall Stud Length = 5,5 m

Member Configuration: (2) BOXED MEMBERS

TOTAL FACTORED AXIAL LOADS, Pu (N)

WEAK AXIS BRACING	MAXIMUM KL/r	CONCENTRIC LOADING
900 mm	65	256492

Finalmente se opta por la solución de perfiles conformados en frío por sencillez constructiva, al tener mayor dimensión transversal para la acometida de los elementos horizontales de los forjados.

7.4 TIRANTES DE VOLADIZO

Se emplean los mismos perfiles tipo C que los empleados en las correas de los forjados.

SECTION DESIGNATION: 600S200-33 Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	200,00	mm	Steel Thickness =	2,000	mm
Top Flange =	50,00	mm	Inside Corner Radius =	3,000	mm
Bottom Flange =	50,00	mm	Yield Stress, Fy =	250	Mpa
Stiffening Lip =	20,00	mm	Fy With Cold-Work, Fya =	282	Mpa

MAXIMUM FACTORED AXIAL LOADS, Pu

INPUT PARAMETERS

Overall Stud Length = 2 m

TOTAL FACTORED AXIAL LOADS, Pu (N)

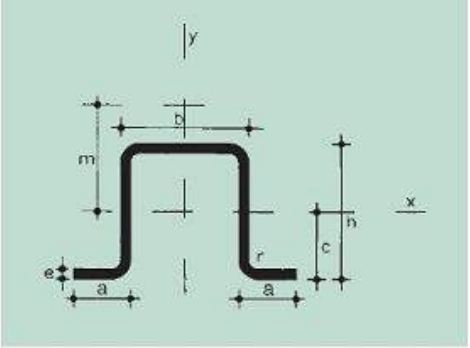
WEAK AXIS BRACING	MAXIMUM KL/r	CONCENTRIC LOADING	LOADED THROUGH WEB
NONE	111	57644	30915

7.5 ARRIOSTRAMIENTOS

Se emplean dos perfiles omega a cada lado. Se dimensionan a tracción, con la sección bruta, al estar dispuestos en forma de cruz.

Área de perfil omega necesaria $\frac{N_{Ed}}{2 \cdot f_{yd}} = 292\ mm^2$

Se necesitan 2 perfiles omega OF 40.2.0.



u = Perímetro
c = Posición del eje Y
m = Distancia al centro de esfuerzos cortantes
A = Área de la sección
I_x = Momento de inercia de la sección, respecto a x
I_y = Momento de inercia de la sección, respecto a y
I_t = Momento de torsión de la sección
I_a = Módulo de alabeo de la sección
W_x = Módulo resistente, respecto a x
W_y = Módulo resistente, respecto a y
i_x = Radio de giro, respecto a x
i_y = Radio de giro, respecto a y

Perfil	Dimensiones						Términos de sección											Peso	
	h mm	b mm	a mm	e mm	r mm	u mm	c cm	m cm	A cm^2	I_x cm^4	I_y cm^4	I_t cm^4	I_a cm^6	W_x cm^3	W_y cm^3	i_x cm	i_y cm	p kp/m	
OF 40.2.0	40	40	15	2,0	2,5	272	2,14	3,46	2,72	6,08	9,84	0,0363	10,5	2,84	2,98	1,50	1,90	2,13	P

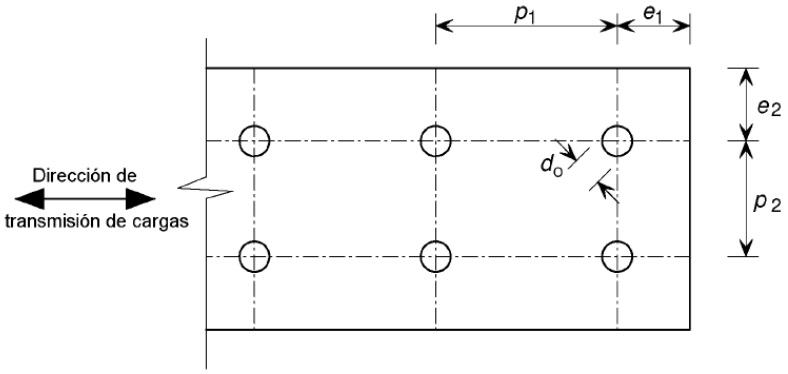
8 TIPOS DE PERFILES ADOPTADOS PARA LA ESTRUCTURA

A continuación se resumen los perfiles elegidos en la siguiente tabla.

Cordón de celosía	U220x70x2.5
Montante de celosía	C210x50x20x2.0
Diagonal de celosía	C210x50x20x2.0
Correa de forjado	C200x50x20x2.0
Pilar	2 x C220x70x20x2.5 (en cajón)
Tirantes de voladizo	C200x50x20x2.0
Arriostramiento	OF 40x2.0

9 ANÁLISIS DE LAS UNIONES

Todas las uniones se consideran articuladas (no transmiten momento) y se resuelven con tornillos auto-roscantes. Para evitar la comprobación de desgarro de las chapas, se respetan las distancias a bordes mínimas. Por lo tanto, la resistencia de la unión corresponde unicamente a la resistencia a cortadura del conjunto de tornillos. Se emplean tornillos M5, con una resistencia individual a cortadura de 6,9 kN. El cálculo tan sólo consiste en dividir los esfuerzos de las piezas entre la resistencia de un tornillo para obtener el número de tornillos necesarios.



Distancia mínima e_1	3·d	15 mm
Distancia mínima p_1	3·d	15 mm
Distancia mínima e_2	1,5·d	7,5 mm
Distancia mínima p_2	3·d	15 mm

Según la norma UNE-EN-1993-1-3, este tipo de uniones sometidas a una combinación de cortante y tracción se pueden verificar con la siguiente expresión.

$$\frac{F_{t,Ed}}{\text{mín.}(F_{p,Rd}, F_{o,Rd})} + \frac{F_{v,Ed}}{\text{mín.}(F_{b,Rd}, F_{n,Rd})} \leq 1$$

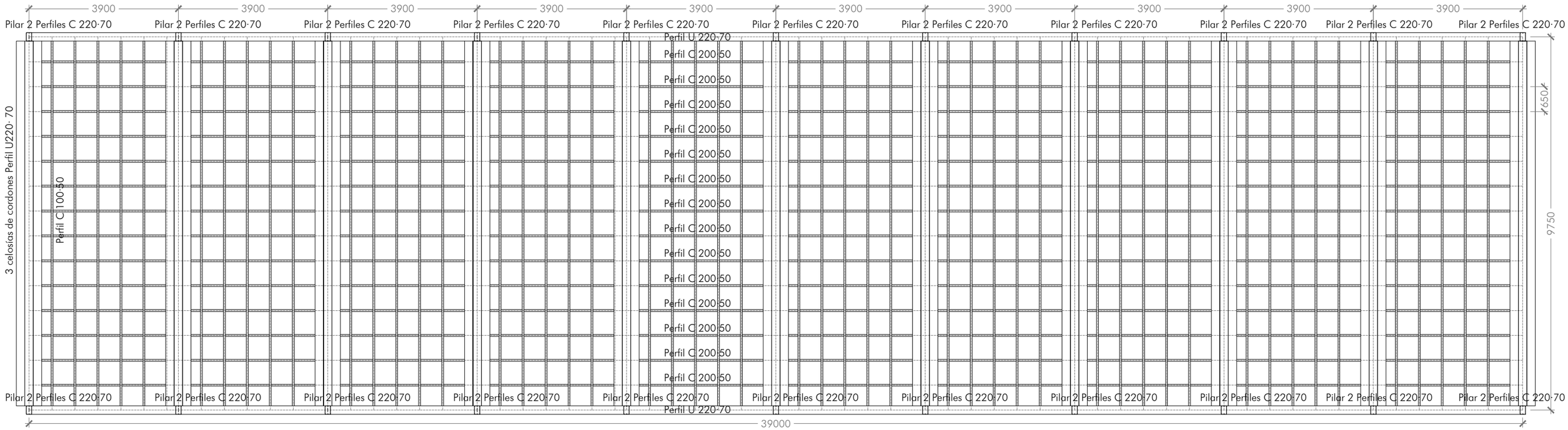
NÚMERO DE TORNILLOS REQUERIDOS

Celosías de forjado inferior	
Unión entre cordón y pilar	4 tornillos
Unión entre diagonal y cordón	9 tornillos
Unión entre montante y cordón	7 tornillos
Celosías de forjado de cubierta	
Unión entre cordón y pilar	2 tornillos
Unión entre diagonal y cordón	7 tornillos
Unión entre montante y cordón	6 tornillos
Celosías de fachada	
Unión entre cordón y pilar	2 tornillos
Unión entre diagonal y cordón	5 tornillos
Unión entre montante y cordón	6 tornillos
Correas	
Unión entre correa y montante de celosía	2 tornillos
Arriostramientos	
Unión entre omega y elementos	2 tornillos

Tabla 8.2 – Valores de cálculo de la resistencia para tornillos roscachapa (autorroscantes) [1)]

Tornillos sometidos a cortante:
Resistencia a aplastamiento: $F_{b,Rd} = \alpha f_u d t / \gamma_{M2}$ En donde α viene dada por lo siguiente: – si $t = t_1$: $\alpha = 3{,}2\sqrt{t/d}$ siendo $\alpha \leq 2{,}1$ – si $t_1 \geq 2{,}5t$ y $t < 1{,}0$ mm: $\alpha = 3{,}2\sqrt{t/d}$ siendo $\alpha \leq 2{,}1$ – si $t_1 \geq 2{,}5t$ y $t \geq 1{,}0$ mm: $\alpha = 2{,}1$ – si $t < t_1 < 2{,}5t$: se obtiene α por interpolación lineal. Resistencia de la sección neta: $F_{n,Rd} = A_{net} f_u / \gamma_{M2}$ Resistencia a cortante: $F_{v,Rd}$ a determinar mediante ensayos [*2)] $F_{v,Rd} = F_{v,Rk} / \gamma_{M2}$
Condiciones: [4)] $F_{v,Rd} \geq 1{,}2 F_{b,Rd}$ o $\Sigma F_{v,Rd} \geq 1{,}2 F_{n,Rd}$
Tornillos sometidos a tracción:
Resistencia a perforación: [2)] – para cargas estáticas: $F_{p,Rd} = d_w t f_u / \gamma_{M2}$ – para tornillos sometidos a fuerzas de viento y combinación de fuerzas de viento y fuerzas estáticas: $F_{p,Rd} = 0{,}5\, d_w t f_u / \gamma_{M2}$ Resistencia a extracción: Si $t_{sup} / s < 1$: $F_{o,Rd} = 0{,}45\, d\, t_{sup} f_{u,sup} / \gamma_{M2}$ (s es el paso de rosca) Si $t_{sup} / s \geq 1$: $F_{o,Rd} = 0{,}65\, d\, t_{sup} f_{u,sup} / \gamma_{M2}$ Resistencia a tracción: Resistencia a tracción $F_{t,Rd}$ a determinar mediante ensayos [*2)]
Condiciones: [4)] $F_{t,Rd} \geq \Sigma F_{p,Rd}$ o $F_{t,Rd} \geq F_{o,Rd}$
Rango de validez: [3)]
En general: $e_1 \geq 3d$ $p_1 \geq 3d$ $3{,}0 \text{ mm} \leq d \leq 8{,}0 \text{ mm}$ $e_2 \geq 1{,}5d$ $p_2 \geq 3d$ Para tracción: $0{,}5 \text{ mm} \leq t \leq 1{,}5 \text{ mm}$ y $t_1 \geq 0{,}9$ mm $f_u \leq 550 \text{ N/mm}^2$

10 PLANOS Y DETALLES DE UNIONES



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
ACERO GALVANIZADO CONFORMADO EN FRÍO	TIPO DE ACERO	RESISTENCIA f_{yk}	RESISTENCIA f_u	COEF. DE SEGURIDAD	NIVEL DE CONTROL
	S 250 GD	250 kN/m^2	330 kN/m^2	1,25	NORMAL

CUADRO DE CARGAS SUPERFICIALES CARACTERÍSTICAS					
PESO PROPIO DE ESTRUCTURA	CARGAS MUERTAS	SOBREC. DE USO PÚBLICO	SOBREC. DE USO CUBIERTA	SOBRECARGA DE NIEVE	VIENTO
0,80 kN/m^2	0,20 kN/m^2	3,00 kN/m^2	1,00 kN/m^2	0,20 kN/m^2	+1,32 / -2,63 kN/m^2

E01 PLANTA INFERIOR

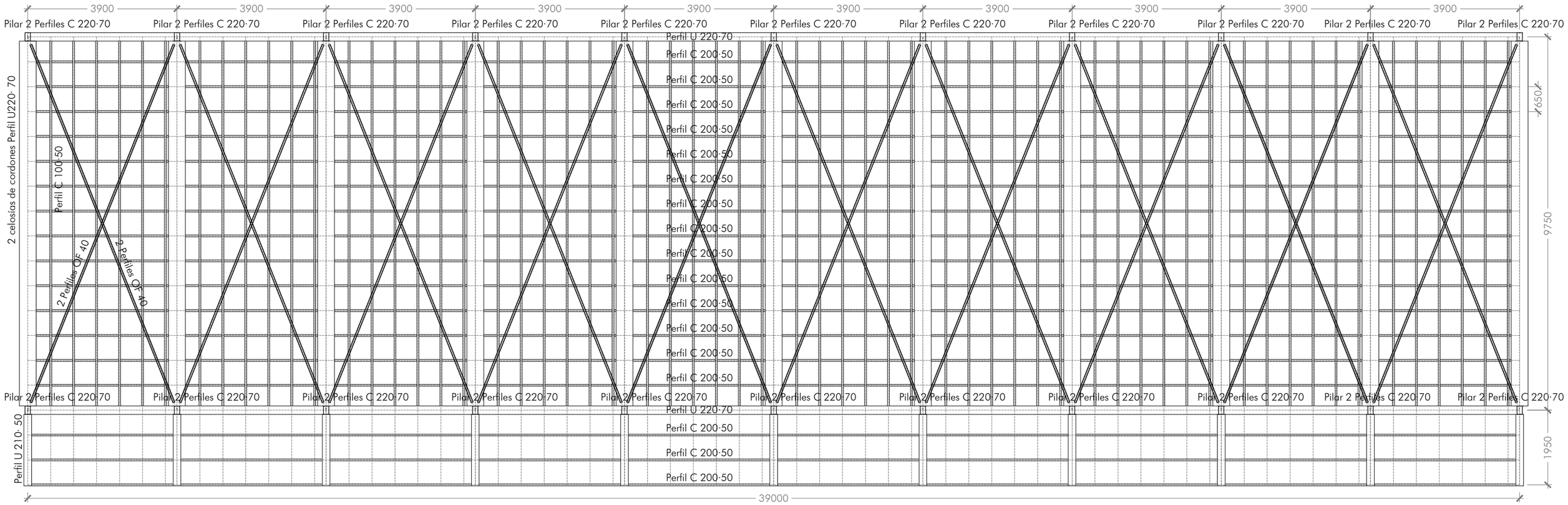
ESCALA:1/100

ESTRUCTURA STEEL FRAMING

GRUPO · 7 CURSO · 2017/18

ASIGNATURA 4.2 ACERO PEQUEÑO ESPESOR

MÁSTER DE ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
ACERO GALVANIZADO CONFORMADO EN FRÍO	TIPO DE ACERO	RESISTENCIA f_{yk}	RESISTENCIA f_u	COEF. DE SEGURIDAD	NIVEL DE CONTROL
	S 250 GD	250 kN/m^2	330 kN/m^2	1,25	NORMAL

CUADRO DE CARGAS SUPERFICIALES CARACTERÍSTICAS					
PESO PROPIO DE ESTRUCTURA	CARGAS MUERTAS	SOBREC. DE USO PÚBLICO	SOBREC. DE USO CUBIERTA	SOBRECARGA DE NIEVE	VIENTO
0,80 kN/m^2	0,20 kN/m^2	3,00 kN/m^2	1,00 kN/m^2	0,20 kN/m^2	+1,32 / -2,63 kN/m^2

E02 PLANTA DE CUBIERTA

ESCALA:1/100

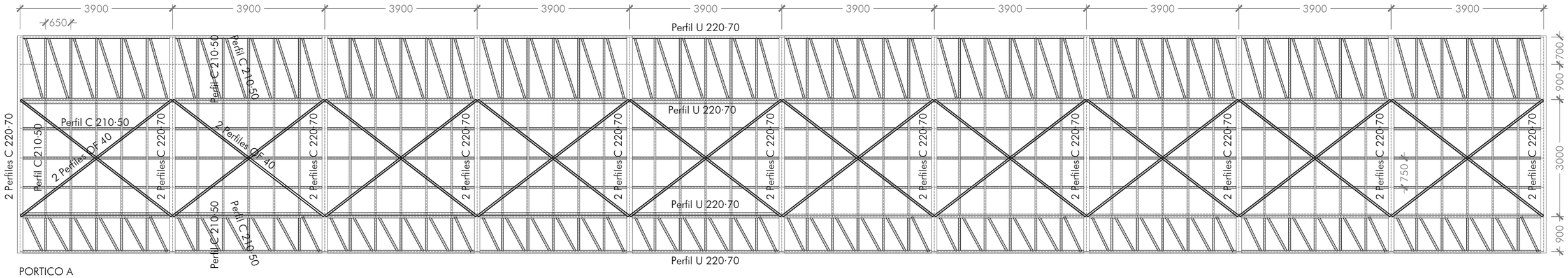
ESTRUCTURA STEEL FRAMING

GRUPO · 7

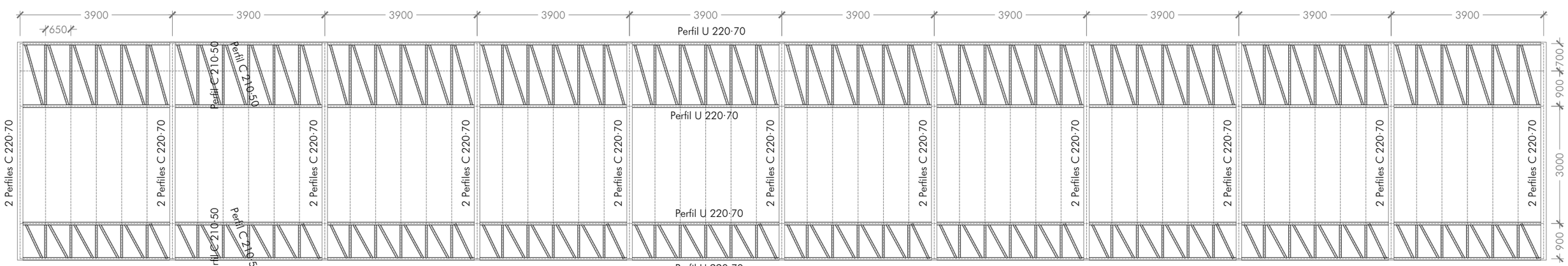
CURSO · 2017/18

ASIGNATURA 4.2 ACERO PEQUEÑO ESPESOR

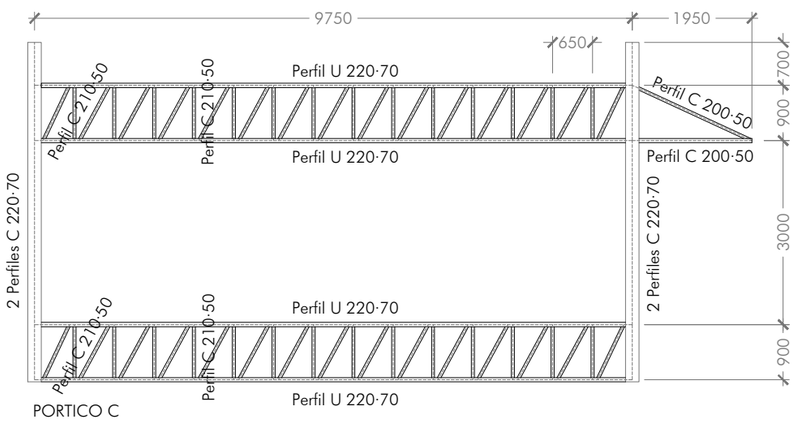
MÁSTER DE ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN



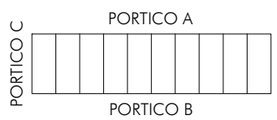
PORTICO A



PORTICO B



PORTICO C



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
ACERO GALVANIZADO CONFORMADO EN FRÍO	TIPO DE ACERO	RESISTENCIA f_{yk}	RESISTENCIA f_u	COEF. DE SEGURIDAD	NIVEL DE CONTROL
	S 250 GD	250 kN/m^2	330 kN/m^2	1,25	NORMAL

CUADRO DE CARGAS SUPERFICIALES CARACTERÍSTICAS					
PESO PROPIO DE ESTRUCTURA	CARGAS MUERTAS	SOBREC. DE USO PÚBLICO	SOBREC. DE USO CUBIERTA	SOBRECARGA DE NIEVE	VIENTO
0,80 kN/m^2	0,20 kN/m^2	3,00 kN/m^2	1,00 kN/m^2	0,20 kN/m^2	+1,32 / -2,63 kN/m^2

E03 ALZADOS DE PORTICOS

ESCALA:1/100

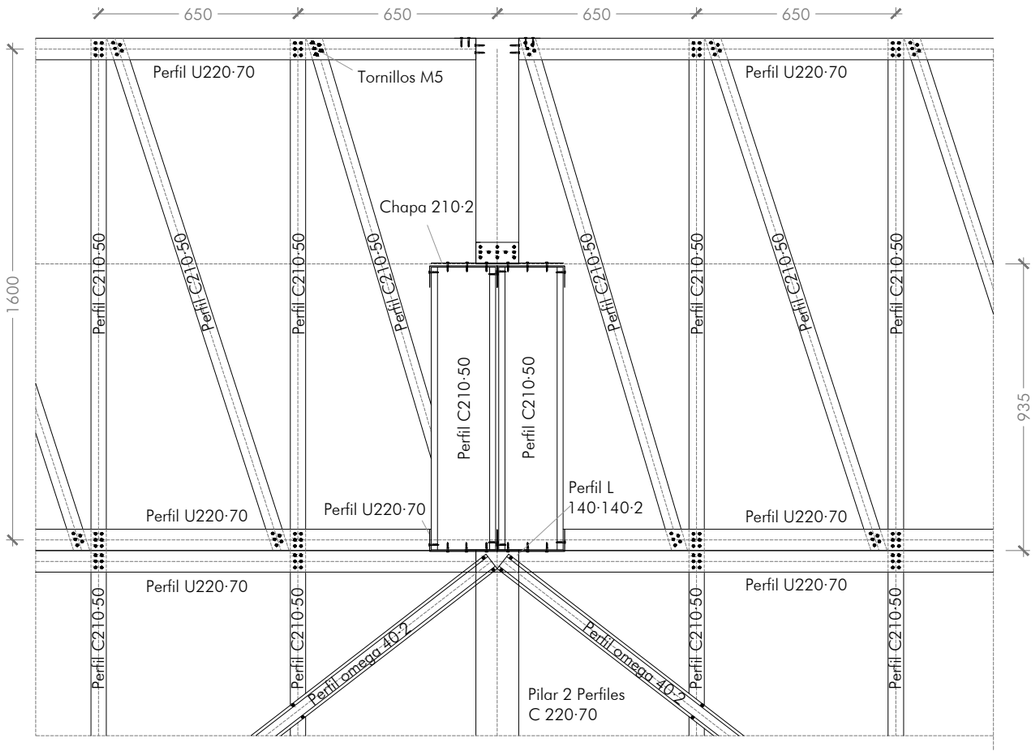
ESTRUCTURA STEEL FRAMING

GRUPO · 7 CURSO · 2017/18

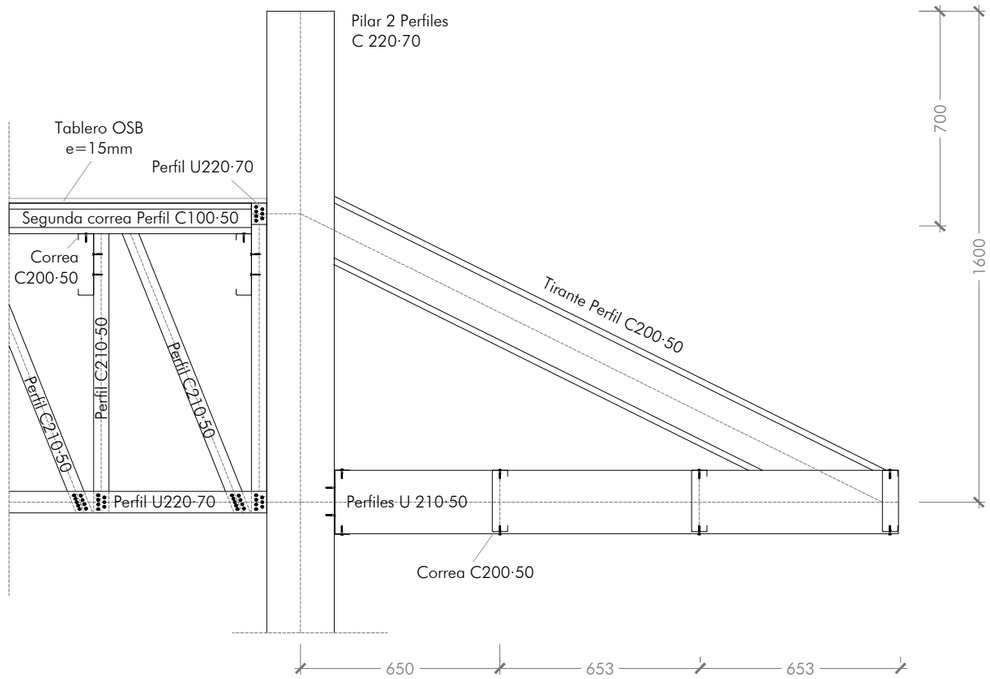
ASIGNATURA 4.2 ACERO PEQUEÑO ESPESOR

MÁSTER DE ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN

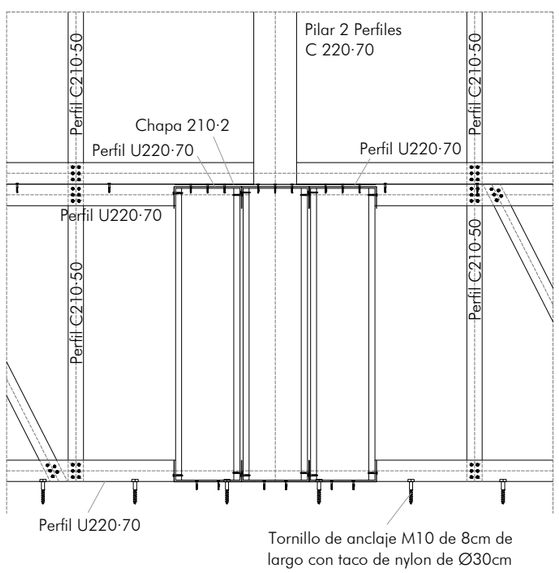
DETALLE DE ENCUENTRO DE CELOSÍA DE FACHADA CON CELOSÍA DE CUBIERTA



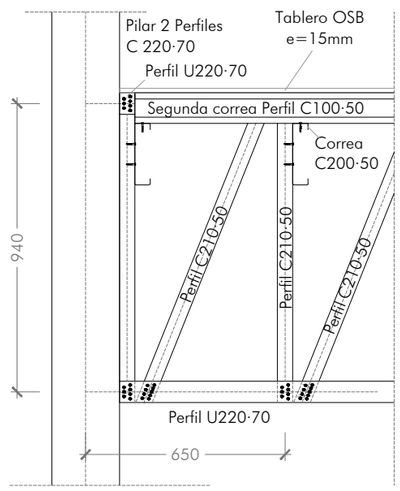
DETALLE DE FORJADO DE CUBIERTA CON VOLADIZO

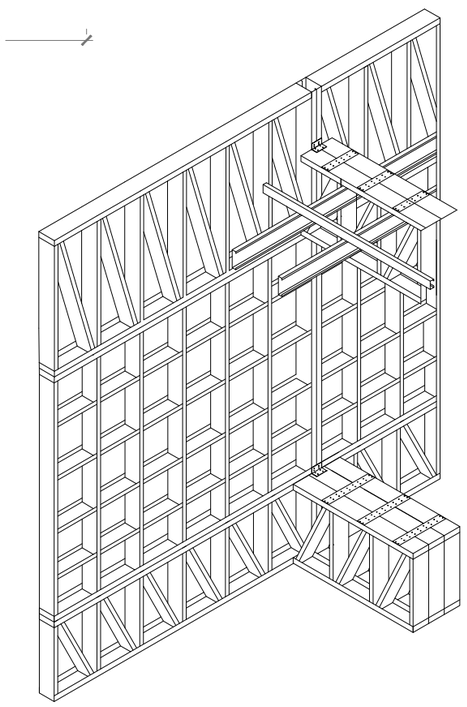


DETALLE DE ENCUENTRO DE CELOSÍA DE FACHADA CON CELOSÍA DE FORJADO INFERIOR



DETALLE DE CELOSÍA DE FORJADO INFERIOR





CUADRO DE CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES					
ACERO GALVANIZADO CONFORMADO EN FRÍO	TIPO DE ACERO	RESISTENCIA f_{yk}	RESISTENCIA f_u	COEF. DE SEGURIDAD	NIVEL DE CONTROL
	S 250 GD	250 kN/m^2	330 kN/m^2	1,25	NORMAL

CUADRO DE CARGAS SUPERFICIALES CARACTERÍSTICAS					
PESO PROPIO DE ESTRUCTURA	CARGAS MUERTAS	SOBREC. DE USO PÚBLICO	SOBREC. DE USO CUBIERTA	SOBRECARGA DE NIEVE	VIENTO
0,80 kN/m^2	0,20 kN/m^2	3,00 kN/m^2	1,00 kN/m^2	0,20 kN/m^2	+1,32 / -2,63 kN/m^2

E04 DETALLES DE UNIONES

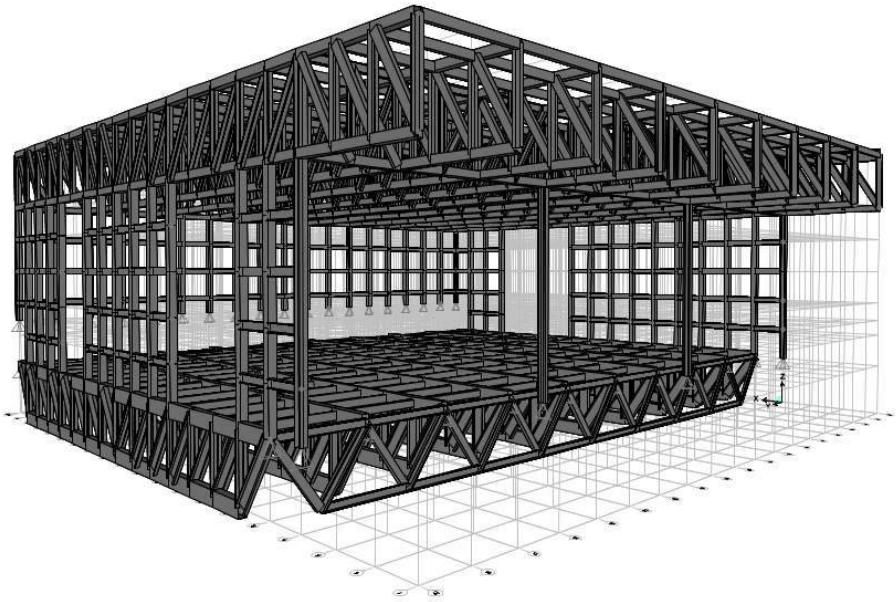
ESCALA:1/20

ESTRUCTURA STEEL FRAMING

GRUPO · 7 CURSO · 2017/18

ASIGNATURA 4.2 ACERO PEQUEÑO ESPESOR

MÁSTER DE ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN



M4_2 Estructuras de perfiles de acero de pequeño espesor

1	OBJETIVO		
2	ACCIONES CONTEMPLADAS EN EL CÁLCULO		
	2.1	ACCIONES PERMANENTES	
		2.1.1	Peso propio
	2.2	ACCIONES VARIABLES	
		2.2.1	Sobrecarga de uso
		2.2.2	REDUCCIÓN SOBRECARGAS DE USO
	2.3	ACCIONES HORIZONTALES (VIENTO)	
	24	NIEVE	
3	CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES		
	3.1	PANELES OSB	
	3.2	STEEL FRAME	
	3.2.1	SECCIONES	
	3.3	HORMIGÓN ``IN SITU´´	
	34	ACEROS.	
		34.1	Barras corrugadas (Art. 31.2 EHE-08)
		34.2	Mallas electrosoldadas (Art. 31.3 EHE-08)
	3.5	TORNILLOS Y ANCLAJES	
4	SOLICITACIONES		
	4.1	PORTICO EXTREMO ENTRADA	
	4.1.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU	
	4.2	PORTICO EXTREMO	
	4.2.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU	
	4.3	PORTICO INTERIOR	
	4.3.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU	
	44	CELOSIAS INTERMEDIAS	
	44.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU	
	4.5	CORREAS	
	4.5.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU	
	4.6	CELOSIAS FACHADA	
	44.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU	
	4.7	CELOSIAS INTERIOR	
	4.7.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU	
	4.8	CELOSIAS INTERIOR SUELO	
	4.8.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU	
5	DEFORMACIONES (ELS)		
	5.1	PORTICO EXTREMO ENTRADA (ELS)	
	5.1.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)	
	5.1.2	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS(FRECUENTE)	
	5.1.3	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)	
	5.2	PORTICO EXTREMO (ELS)	
	5.2.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)	
	5.2.2	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)	

	5.2.3	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)
	5.3	PORTICO INTERIOR (ELS)
	5.3.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)
	5.3.2	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)
	5.3.3	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)
	54	CELOSIAS INTERMEDIAS (ELS)
	54.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)
	54.2	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)
	54.3	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)
	5.5	CORREAS (ELS) CENTRO
	5.5.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)
	5.5.2	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)
	5.5.3	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)
	5.6	CELOSIA FACHADA (ELS)
	5.6.1	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)
	5.6.2	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)
	5.6.3	ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)
	5.7	CELOSIA INTERIOR (ELS)
	5.8	GENERAL (ELS)
6	UNIONES	
7	DESIGNACIÓN DE PERFILES	
	7.1	PORTICO EXTREMO ENTRADA
	7.2	PORTICO EXTREMO
	7.3	PORTICO INTERIOR
	74	CELOSIAS INTERMEDIAS
	7.5	CORREAS
	7.6	CELOSIA FACHADA
	7.7	CELOSIA INTERIOR

1 OBJETIVO

El objeto de esta práctica es resolver un proyecto de la cubierta de la ampliación de un edificio existente. Para ello se utilizará una estructura de perfiles de pequeño espesor. El forjado de cubierta se puede resolver con un tablero de madera, con chapa plegada o con una losa de hormigón sobre una chapa plegada. Se escogerá uno de de esos tipos de forjado. Para resolver el proyecto es necesario decidir la or
ganización de los perfiles y los detalles de unión que se correspondan con el modelo de análisis empleado.

2 ACCIONES CONTEMPLADAS EN EL CÁLCULO

2.1 ACCIONES PERMANENTES

Según las prescripciones del CTE. DB-SE-AE, y de acuerdo con el Proyecto de la Obra, se han considerado las siguientes acciones permanentes.

2.1.1 Peso propio

CUBIERTA	
Peso propio de la estructura	0.08 KN/m2
Tablero de OSB, fibra de vidrio y teja mixta	0.70 KN/m2
Peso de la placa de cartón yeso	0.12 KN/m2
	0,9 KN/m2

FORJADO	
Peso propio de la estructura	0.08 KN/m2
Tablero de OSB y hormigón	0.80 KN/m2
Parque y tarima de 20mm sobre rastreles	040 KN/m2
	1,28 KN/m2

2.2 ACCIONES VARIABLES

2.2.1 Sobrecarga de uso

Las sobrecargas de uso adoptadas para el cálculo se definen en la tabla 3.1 del CTE. DB-SE-AE.

CATEGORIA DE USO		SUBCATEGORIA DE USO		CARGA UNIFORME
				(kN/m2)

C	Zonas de acceso al publico	C1	Zona con mesas y sillas	3
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación	G1	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1

2.2.2 REDUCCIÓN SOBRECARGAS DE USO

1_Para el dimensionado de los elementos portantes horizontales (vigas, nervios de forjados, etc.), y de sus elementos de enlace (ménsulas, ábacos, etc.), la suma de las sobrecargas de una misma categoría de uso que actúen sobre él, puede reducirse multiplicándola por el coeficiente de la Tabla 3.2, para las categorías de uso A, B, C y D.

2_Para el dimensionado de un elemento vertical (pilar, muro), la suma de las sobrecargas de un mismo uso que graviten sobre él, puede reducirse multiplicándola por el coeficiente de la Tabla 3.2, para las categorías de uso A, B, C y D.

Tabla 3.2. Coeficiente de reducción de sobrecargas

Elementos verticales			Elementos horizontales			
Número de plantas del mismo uso			Superficie tributaria (m^2)			
1 ó 2	3 ó 4	5 ó más	16	25	50	100
1,0	0,9	0,8	1,0	0,9	0,8	0,7

2.3 ACCIONES HORIZONTALES (VIENTO)

Acción de viento, apartado 3.3.2 del CTE. DB-SE-AE.

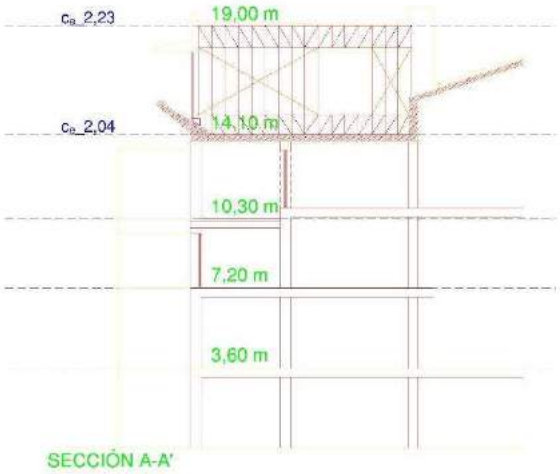
qe = qb · ce · cp

siendo:
qb la presión dinámica del viento. De forma simplificada, puede adoptarse **0,5 kN/m2**.
ce el coeficiente de exposición, variable con la altura del punto considerado, en función del grado de aspereza del entorno donde se encuentra ubicada la construcción.

Tabla 3.4. Valores del coeficiente de exposición c_e

	Grado de aspereza del entorno	Altura del punto considerado (m)							
		3	6	9	12	15	18	24	30
I	Borde del mar o de un lago, con una superficie de agua en la dirección del viento de al menos 5 km de longitud	2,4	2,7	3,0	3,1	3,3	3,4	3,5	3,7
II	Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia	2,1	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
III	Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados, como árboles o construcciones pequeñas	1,6	2,0	2,3	2,5	2,6	2,7	2,9	3,1
IV	Zona urbana en general, industrial o forestal	1,3	1,4	1,7	1,9	2,1	2,2	2,4	2,6
V	Centro de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura	1,2	1,2	1,2	1,4	1,5	1,6	1,9	2,0

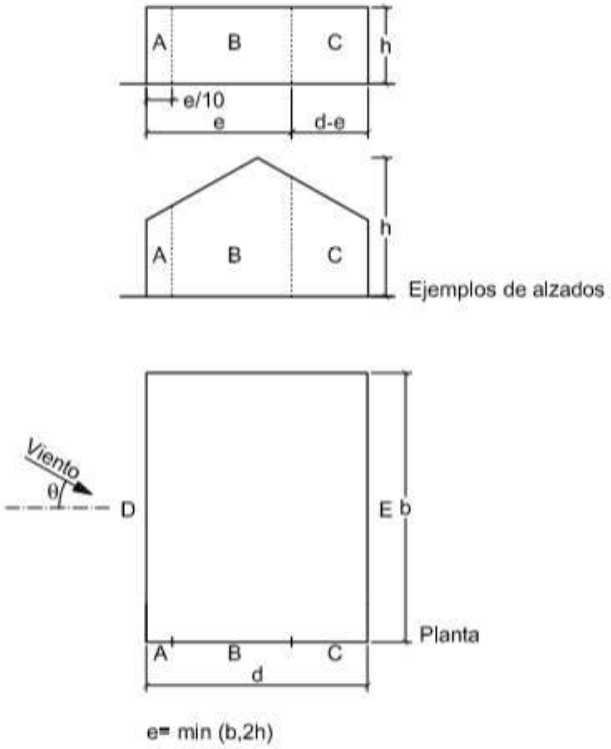
Interpolando obtenemos los diferentes coeficientes de ce para el edificio.



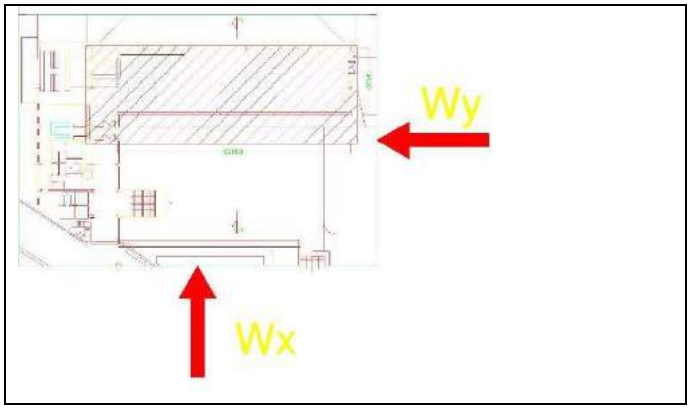
cp el coeficiente eólico o de presión, dependiente de la forma y orientación de la superficie respecto al viento, y en su caso, de la situación del punto respecto a los bordes de esa superficie; un valor negativo indica succión.

Debido a la complejidad del edificio en sus formas, se procede a una simplificación a los ejemplos establecidos en la norma según D3 punto 5 situado en el Anejo D del CTE. DB-SE-AE.

Tabla D.3 Paramentos verticales



A (m^2)	h/d	Zona (según figura), $-45^o < \theta < 45^o$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"		0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	."	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	≤ 0,25	"	"	"	"	-0,3



e	**35,1**	**b**	35,1	m					
		2h	38	m					
A	66,69	m2	>	10m2					
d	10								
h/d	**1,90**								
Wx									
h	**19**	**Zona**	**Distancia**	**cp**	**cp media**	**cpi**	**ce**	**qb**	**qe(kN/m2)**
Fachadas perpendiculares		**A**	3,51	-1,2	-0,94	-0,71	**2,23**	**0,5**	**-1,83**
		B	6,49	-0,8					
		C	0	-0,5					
Fachada presión		**D**			0,8	0,6			**1,56**
Fachada succión		**E**			-0,5	-0,375			**-0,98**

h	**14,1**	**Zona**	**Distancia**	**cp**	**cp media**		**ce**	**qb**	**qe(kN/m2)**
Fachadas perpendiculares		**A**	3,51	-1,2	-0,94	-0,71	**2,04**	**0,5**	**-1,68**
		B	6,49	-0,8					
		C	0	-0,5					
Fachada presión		**D**			0,8	0,6			**1,428**
Fachada succión		**E**			-0,5	-0,375			**-0,8925**

e	**9,75**	**b**	9,75	m					
		2h	38	m					
A	18,525	m2							
d	30,57								
h/d	**0,62**								
Wy									
h	**19**	**Zona**	**Distancia**	**cp**	**cp media**	**cpi**	**ce**	**qb**	**qe(kN/m2)**
Fachadas perpendiculares		**A**	0,975	-1,2	-0,61	-0,46	**2,23**	**0,5**	**-1,19**
		B	8,775	-0,8					
		C	20,82	-0,5					
Fachada presión		**D**			0,8	0,6			**1,56**
Fachada succión		**E**			-0,5	-0,375			**-0,98**

h	**14,1**	**Zona**	**Distancia**	**cp**	**cp media**		**ce**	**qb**	**qe(kN/m2)**
Fachadas perpendiculares		**A**	0,975	-1,2	-0,61	-0,46	**2,04**	**0,5**	**-1,09**
		B	8,775	-0,8					
		C	20,82	-0,5					
Fachada presión		**D**			0,8	0,6			**1,428**
Fachada succión		**E**			-0,5	-0,375			**-0,8925**

24 NIEVE

Según el Documento Básico SE-AE Acciones en la edificación SE-AE se utiliza como valor de carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal, qn:

$$q_n = \mu \cdot s_k$$

siendo:
μ coeficiente de forma de la cubierta según 3.5.3
sk el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal según 3.5.2

Capital	Altitud	sk	μ	q n
Fuerteventura	807m	0,2 kN/m2	1	**0,2 kN/m2**

3 CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES

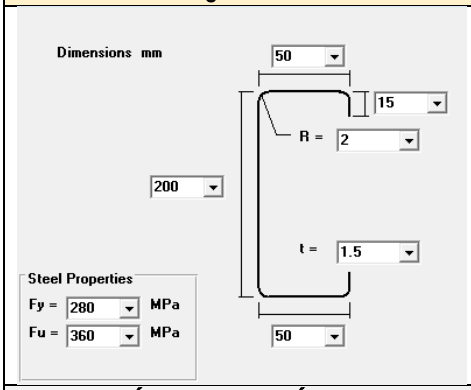
3.1 PANELES OSB

COMPAC PLUS IGNIFUGO				
DATOS TECNICOS-VALORES MEDIOS				
PROPIEDADES	TEST DE REFERENCIA	UNIDADES	ESPESORES mm	
			8-12	> 12-13
DENSIDAD	EN 323	kg/m3	1050	1050
TRACCION INTERNA	EN 319	N/mm2	1,8	1,8
RESISTENCIA FLEXIÓN	EN 310	N/mm2	45	45
MÓDULO DE ELASTICIDAD	EN 310	N/mm2	4000	4000
HINCHAMIENTO EN AGUA 24 H	EN 317	%	8	6
ESTABILIDAD DIMENSIONAL LARGO/ANCHO	EN 318	%	0,40	0,40
ESTABILIDAD DIMENSIONAL ESPESOR	EN 318	%	6,00	6,00
TRACCION SUPERFICIAL	EN 311	N/mm2	1,7	1,7
ABSORCIÓN SUPERFICIAL (AMBAS CARAS)	EN 382-1	mm	>150	>150
HUMEDAD	EN 322	%	7+/-3	7+/-3
REACCIÓN AL FUEGO	EN 13501-1	Euroclase	B-s1,d0	B-s1,d0
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	EN 13986:2004+A1:2015	W/ (m·K)	0,19	0,19
DURABILIDAD MECÁNICA	EN 13986:2004+A1:2015	Kmod Kdef	Tabla 3.1, EN 19951:2004; Tabla 3.2, EN 19951:2004	

3.2 STEEL FRAME

3.2.1 SECCIONES

PERFIL S200 single



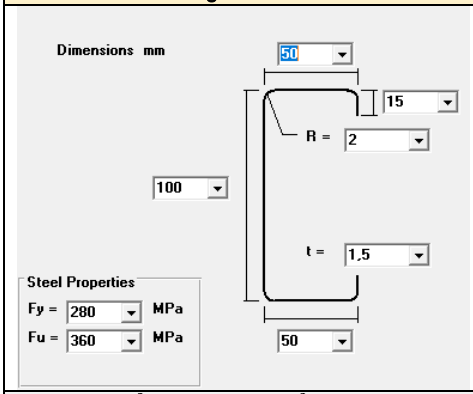
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Altura del alma	200 mm
Grosor de la chapa	1,5 mm
Ancho del ala superior	50 mm
Radio interno de doblado	2 mm
Ancho del ala inferior	50 mm
Altura del labio	15 mm
Límite elástico, fyb	280 MPa
fyd	266 N/mm2

Límite elástico después del doblado, fya	304 MPa
Tensión última del material, fu	360 MPa
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	
Propiedades de la sección eficaz según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	101,3 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	2704059 mm4
Módulo resistente (Wy-y)	26180 mm3
Resistencia a flexión según el eje y-y Mb,Rd	7570,73 Nm
Propiedades de la sección bruta según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	100 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	2704059 mm4
Área de la sección (A)	478,9 mm
Radio de giro (iy)	75,1411 mm
Propiedades de la sección según el eje ZZ.	
Distancia al alma de la fibra neutra en la sección bruta(Zcg)	12,0881 mm
Momento de Inercia de la sección bruta (Iz-z)	144577 mm4
Radio de giro de la sección bruta (iz)	17,3848 mm
Módulo resistente de la sección eficaz (Wz-z)	3559 mm3
Distancia al alma de la fibra neutra en la sección eficaz (ycg)	17,2417 mm
Resistencia a flexión según el eje z-z Mb,Rd	946,75 Nm
Otras propiedades de la sección.	
Peso por unidad de longitud	36,8637 N/m
Capacidad nominal a cortante	16311 N
Nc,Rd para ser utilizada en la ecuación	67975 N
Propiedades a torsión	
Distancia del centro de cortadura al centro de gravedad (yo)	-31,6927 mm
Constante de torsión de la sección bruta (It)	358199 m4
Constante de alabeo de la sección bruta (Iw)	1158928985 mm6
Radio polar de giro respecto al centro de cortadura (io)	83,3816 mm
Constante de flexo-torsión (β)	0,8555

Cargas nominales (N) de abolladura del alma.			
Longitud de apoyo exterior** 80 mm		Longitud de apoyo interior** 80 mm	
Cond. 1	Cond. 3	Cond. 2	Cond. 4 *
4937 N	3115 N	9945 N	9905 N
Ntracción		**127387,4 N**	
		127,4 kN	

CAPACIDAD A COMPRESIÓN		
CERCHA 9,6m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	31743 N	31 kN
MONTANTE	59656 N	60 kN
DIAGONAL	56225 N	56,2 kN
CERCHA 9,6m (h_0,9m)		
CORDON SUPERIOR	31743 N	31 kN
MONTANTE	61508 N	61,5 kN
DIAGONAL	58082 N	58 kN
CERCHA 3,9m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	60681 N	61 kN

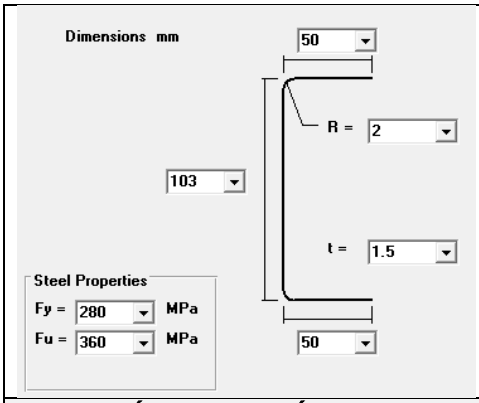
CORDON INFERIOR	12914 N	13 kN
MONTANTE	59656 N	60 kN
DIAGONAL	56225 N	56,2 kN
CERCHA TRANSVERSAL SUELO		
CORDON SUPERIOR	53408 N	53 kN
CORDON INFERIOR	53408 N	53 kN
DIAGONAL	57473 N	57,5 kN

PERFIL S100 single	
	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Altura del alma	100 mm
Grosor de la chapa	1,5 mm
Ancho del ala superior	50 mm
Radio interno de doblado	2 mm
Ancho del ala inferior	50 mm
Altura del labio	15 mm
Límite elástico, fyb	280 MPa
fyd	266 N/mm2
Límite elástico después del doblado, fya	304 MPa
Tensión última del material, fu	360 MPa
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	
Propiedades de la sección eficaz según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	50,8 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	531455 mm4
Módulo resistente (Wy-y)	10372 mm3
Resistencia a flexión según el eje y-y Mb,Rd	2970 Nm
Propiedades de la sección bruta según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	50 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	531455 mm4
Área de la sección (A)	328,9 mm
Radio de giro (iy)	40,1966 mm
Propiedades de la sección según el eje ZZ.	
Distancia al alma de la fibra neutra en la sección bruta(Zcg)	17,2587 mm
Momento de Inercia de la sección bruta (Iz-z)	116501 mm4
Radio de giro de la sección bruta (iz)	18,8201 mm
Módulo resistente de la sección eficaz (Wz-z)	3477 mm3
Distancia al alma de la fibra neutra en la sección eficaz (ycg)	18,6167 mm

Resistencia a flexión según el eje z-z Mb,Rd			924,89 Nm
Otras propiedades de la sección.			
Peso por unidad de longitud			25,3178 N/m
Capacidad nominal a cortante			22262 N
Nc,Rd para ser utilizada en la ecuación			65390 N
Propiedades a torsión			
Distancia del centro de cortadura al centro de gravedad (yo)			-41,8110 mm
Constante de torsión de la sección bruta (It)			246689 m4
Constante de alabeo de la sección bruta (Iw)			265016559 mm6
Radio polar de giro respecto al centro de cortadura (io)			60,9764 mm
Constante de flexo-torsión (β)			0,5298
Cargas nominales (N) de abolladura del alma.			
Longitud de apoyo exterior** 80 mm		Longitud de apoyo interior** 80 mm	
Cond. 1	Cond. 3	Cond. 2	Cond. 4 *
5380 N	4254 N	10085 N	11344 N
Ntracción		**87487,4 N**	
		87,5 kN	

CAPACIDAD A COMPRESIÓN		
CERCHA 9,6m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	8512 N	8,5 kN
MONTANTE	53014 N	53 kN
DIAGONAL	48680 N	49 kN
CERCHA 9,6m (h_0,9m)		
CORDON SUPERIOR	8512 N	8,5 kN
MONTANTE	55439 N	55 kN
DIAGONAL	51000 N	51 kN
CERCHA 3,9m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	40121 N	40 kN
CORDON INFERIOR	9802 N	9,8 kN
MONTANTE	53014 N	53 kN
DIAGONAL	48680 N	49 kN
CERCHA TRANSVERSAL SUELO		
CORDON SUPERIOR	45269 N	45 kN
CORDON INFERIOR	45269 N	45 kN
DIAGONAL	50232 N	50 kN

PERFIL C103 single

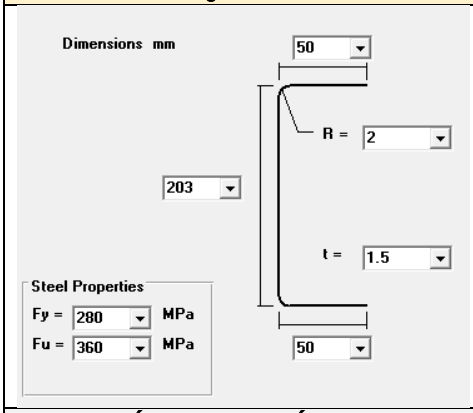


CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Altura del alma	103 mm
Grosor de la chapa	1,5 mm
Ancho del ala superior	50 mm
Radio interno de doblado	2 mm
Ancho del ala inferior	50 mm
Altura del labio	15 mm
Límite elástico, fyb	280 MPa
fyd	266 N/mm2
Límite elástico después del doblado, fya	280 MPa
Tensión última del material, fu	360 MPa
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	
Propiedades de la sección eficaz según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	58,6 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	427161 mm4
Módulo resistente (Wy-y)	6737 mm3
Resistencia a flexión según el eje y-y Mb,Rd	1697,91 Nm
Propiedades de la sección bruta según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	51,5 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	501960 mm4
Área de la sección (A)	296,5 mm
Radio de giro (iy)	41,1483 mm
Propiedades de la sección según el eje ZZ.	
Distancia al alma de la fibra neutra en la sección bruta(Zcg)	13,0280 mm
Momento de Inercia de la sección bruta (Iz-z)	74760 mm4
Radio de giro de la sección bruta (iz)	15,8800 mm
Módulo resistente de la sección eficaz (Wz-z)	1015 mm3
Distancia al alma de la fibra neutra en la sección eficaz (ycg)	7,7139 mm
Resistencia a flexión según el eje z-z Mb,Rd	255,72 Nm
Otras propiedades de la sección.	
Peso por unidad de longitud	22,8193 N/m
Capacidad nominal a cortante	22364 N
Nc,Rd para ser utilizada en la ecuación	41535 N
Propiedades a torsión	
Distancia del centro de cortadura al centro de gravedad (yo)	-30,9464 mm
Constante de torsión de la sección bruta (It)	222344 m4
Constante de alabeo de la sección bruta (Iw)	135441416 mm6
Radio polar de giro respecto al centro de cortadura (io)	53,8799 mm

Constante de flexo-torsión (β)			0,6701
Cargas nominales (N) de abolladura del alma.			
Longitud de apoyo exterior** 80 mm		Longitud de apoyo interior** 80 mm	
Cond. 1	Cond. 3	Cond. 2	Cond. 4 *
4714 N	2810 N	6986 N	5757 N
Ntracción		**78869 N**	
		79 kN	

CAPACIDAD A COMPRESIÓN		
CERCHA 9,6m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	8038 N	8 kN
MONTANTE	33100 N	33 kN
DIAGONAL	30592 N	30,6 kN
CERCHA 9,6m (h_0,9m)		
CORDON SUPERIOR	8038 N	8 kN
MONTANTE	34505 N	34 kN
DIAGONAL	31935 N	32 kN
CERCHA 3,9m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	28831 N	29 kN
CORDON INFERIOR	7355 N	7 kN
MONTANTE	33100 N	33 kN
DIAGONAL	30592 N	30,6 kN
CERCHA TRANSVERSAL SUELO		
CORDON SUPERIOR	28619 N	29 kN
CORDON INFERIOR	28619 N	29 kN
DIAGONAL	31491 N	31 kN

PERFIL C203 single



CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Altura del alma	203 mm
Grosor de la chapa	1,5 mm
Ancho del ala superior	50 mm
Radio interno de doblado	2 mm
Ancho del ala inferior	50 mm
Altura del labio	15 mm
Límite elástico, fyb	280 MPa

fyd	266 N/mm2
Límite elástico después del doblado, fya	280 MPa
Tensión última del material, fu	360 MPa
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	
Propiedades de la sección eficaz según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	118,8 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	2195691 mm4
Módulo resistente (Wy-y)	15982 mm3
Resistencia a flexión según el eje y-y Mb,Rd	4027,84 Nm
Propiedades de la sección bruta según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	101,5 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	2486143 mm4
Área de la sección (A)	446,5 mm
Radio de giro (iy)	74,6229 mm
Propiedades de la sección según el eje ZZ.	
Distancia al alma de la fibra neutra en la sección bruta(Zcg)	8,9029 mm
Momento de Inercia de la sección bruta (Iz-z)	89775 mm4
Radio de giro de la sección bruta (iz)	14,1804 mm
Módulo resistente de la sección eficaz (Wz-z)	898 mm3
Distancia al alma de la fibra neutra en la sección eficaz (ycg)	44,4428 mm
Resistencia a flexión según el eje z-z Mb,Rd	226,33 Nm
Otras propiedades de la sección.	
Peso por unidad de longitud	34,3652 N/m
Capacidad nominal a cortante	16061 N
Nc,Rd para ser utilizada en la ecuación	44000 N
Propiedades a torsión	
Distancia del centro de cortadura al centro de gravedad (yo)	-23,0077 mm
Constante de torsión de la sección bruta (It)	334844 m4
Constante de alabeo de la sección bruta (Iw)	670207086 mm6
Radio polar de giro respecto al centro de cortadura (io)	79,3664 mm
Constante de flexo-torsión (β)	0,9160

Cargas nominales (N) de abolladura del alma.

Longitud de apoyo exterior** 80 mm		Longitud de apoyo interior** 80 mm	
Cond. 1	Cond. 3	Cond. 2	Cond. 4 *
4076 N	2705 N	6726 N	4595 N
Ntracción		**118769 N**	
		119 kN	

CAPACIDAD A COMPRESIÓN		
CERCHA 9,6m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	11815 N	11,8 kN
MONTANTE	17566 N	17,5 kN
DIAGONAL	16858 N	16,8 kN
CERCHA 9,6m (h_0,9m)		
CORDON SUPERIOR	11815 N	11,8 kN
MONTANTE	18128 N	18 kN
DIAGONAL	17087 N	17 kN
CERCHA 3,9m (h_1m)		

CORDON SUPERIOR	18772 N	18,7 kN
CORDON INFERIOR	4683 N	4,7 kN
MONTANTE	17566 N	17,5 kN
DIAGONAL	16858 N	16,8 kN
CERCHA TRANSVERSAL SUELO		
CORDON SUPERIOR	15664 N	15,6 kN
CORDON INFERIOR	15664 N	15,6 kN
DIAGONAL	16902 N	17 kN

PERFIL C103 Back to Back			
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS			
Altura del alma			103 mm
Grosor de la chapa			1,5 mm
Ancho del ala superior			50 mm
Radio interno de doblado			2 mm
Ancho del ala inferior			50 mm
Altura del labio			15 mm
Límite elástico, fyb			280 MPa
fyd			266 N/mm2
Límite elástico después del doblado, fya			280 MPa
Tensión última del material, fu			360 MPa
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES			
Propiedades de la sección eficaz según el eje YY.			
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)			58,6 mm
Momento de Inercia (Iy-y)			854321 mm4
Módulo resistente (Wy-y)			13474 mm3
Resistencia a flexión según el eje y-y Mb,Rd			3395,82 Nm
Propiedades de la sección bruta según el eje YY.			
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)			51,5 mm
Momento de Inercia (Iy-y)			1003919 mm4
Área de la sección (A)			592,9 mm
Radio de giro (iy)			41,1483 mm
Propiedades de la sección según el eje ZZ.			
Momento de Inercia de la sección bruta (Iz-z)			250155 mm4
Radio de giro de la sección bruta (iz)			20,5403 mm
Otras propiedades de la sección.			
Peso por unidad de longitud			45,6386 N/m
Capacidad nominal a cortante			44728 N
Nc,Rd para ser utilizada en la ecuación			41535 N
Propiedades a flexión del pandeo lateral			
Momento de Inercia de la parte comprimida			125078 mm4
Cargas nominales (N) de abolladura del alma.			
Longitud de apoyo exterior** 80 mm		Longitud de apoyo interior** 80 mm	
Cond. 1	Cond. 3	Cond. 2	Cond. 4 *
23927 N		24982 N	
Ntracción		**1577114 N**	

	158 kN

CAPACIDAD A COMPRESIÓN		
CERCHA 9,6m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	16300 N	16,3 kN
MONTANTE	75178 N	75 kN
DIAGONAL	72803 N	73 kN
CERCHA 9,6m (h_0,9m)		
CORDON SUPERIOR	16300 N	16,3 kN
MONTANTE	72803 N	73 kN
DIAGONAL	72803 N	73 kN
CERCHA 3,9m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	59596 N	59,6 kN
CORDON INFERIOR	23559 N	23,5 kN
MONTANTE	75178 N	75 kN
DIAGONAL	72504 N	72,5 kN
CERCHA TRANSVERSAL SUELO		
CORDON SUPERIOR	70789 N	71 kN
CORDON INFERIOR	70789 N	71 kN
DIAGONAL	73676 N	73,8 kN

PERFIL C203 Back to Back	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Altura del alma	203 mm
Grosor de la chapa	1,5 mm
Ancho del ala superior	50 mm
Radio interno de doblado	2 mm
Ancho del ala inferior	50 mm
Altura del labio	15 mm
Límite elástico, fyb	280 MPa
fyd	266 N/mm2
Límite elástico después del doblado, fya	280 MPa
Tensión última del material, fu	360 MPa
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	
Propiedades de la sección eficaz según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	118,8 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	4391383 mm4
Módulo resistente (Wy-y)	31964 mm3
Resistencia a flexión según el eje y-y Mb,Rd	8055,69 Nm
Propiedades de la sección bruta según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	101,5 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	4972286 mm4
Área de la sección (A)	892,9 mm
Radio de giro (iy)	74,6229 mm
Propiedades de la sección según el eje ZZ.	
Momento de Inercia de la sección bruta (Iz-z)	250324 mm4

Radio de giro de la sección bruta (iz)			16,7435 mm
Otras propiedades de la sección.			
Peso por unidad de longitud			68,7304 N/m
Capacidad nominal a cortante			32122 N
Nc,Rd para ser utilizada en la ecuación			44000 N
Propiedades a flexión del pandeo lateral			
Momento de Inercia de la parte comprimida			125162 mm4
Cargas nominales (N) de abolladura del alma.			
Longitud de apoyo exterior** 80 mm		Longitud de apoyo interior** 80 mm	
Cond. 1	Cond. 3	Cond. 2	Cond. 4 *
23844 N		24719 N	
Ntracción		**2375114 N**	
		237 kN	

CAPACIDAD A COMPRESIÓN		
CERCHA 9,6m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	49322 N	49,3 kN
MONTANTE	76627 N	76,6 kN
DIAGONAL	73223 N	73,2 kN
CERCHA 9,6m (h_0,9m)		
CORDON SUPERIOR	49322 N	49,3 kN
MONTANTE	74476 N	74,5 kN
DIAGONAL	76070 N	76 kN
CERCHA 3,9m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	80129 N	80 kN
CORDON INFERIOR	22206 N	22 kN
MONTANTE	76627 N	76,6 kN
DIAGONAL	73223 N	73,2 kN
CERCHA TRANSVERSAL SUELO		
CORDON SUPERIOR	71313 N	71,3 kN
CORDON INFERIOR	71313 N	71,3 kN
DIAGONAL	75457 N	75,6 kN

PERFIL C103 Boxed	
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	
Altura del alma	103 mm
Grosor de la chapa	1,5 mm
Ancho del ala superior	50 mm
Radio interno de doblado	2 mm
Ancho del ala inferior	50 mm
Altura del labio	15 mm
Límite elástico, fyb	280 MPa
fyd	266 N/mm2
Límite elástico después del doblado, fya	280 MPa
Tensión última del material, fu	360 MPa
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	
Propiedades de la sección eficaz según el eje YY.	

Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	58,6 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	854321 mm4
Módulo resistente (Wy-y)	13474 mm3
Resistencia a flexión según el eje y-y Mb,Rd	3395,82 Nm
Propiedades de la sección bruta según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	51,5 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	1003919 mm4
Área de la sección (A)	592,9 mm
Radio de giro (iy)	41,1483 mm
Propiedades de la sección según el eje ZZ.	
Momento de Inercia de la sección bruta (Iz-z)	959995 mm4
Radio de giro de la sección bruta (iz)	40,2381 mm
Otras propiedades de la sección.	
Peso por unidad de longitud	45,6386 N/m
Capacidad nominal a cortante	44728 N
Nc,Rd para ser utilizada en la ecuación	41535 N
Propiedades a flexión del pandeo lateral	
Momento de Inercia de la parte comprimida	125078 mm4
Cargas nominales (N) de abolladura del alma.	

Longitud de apoyo exterior** 80 mm		Longitud de apoyo interior** 80 mm	
Cond. 1	Cond. 3	Cond. 2	Cond. 4 *
9428 N		13973N	
Ntracción		**157711,4 N**	
		158 kN	

CAPACIDAD A COMPRESIÓN		
CERCHA 9,6m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	16300 N	16,3 kN
MONTANTE	81039 N	81 kN
DIAGONAL	80370 N	80 kN
CERCHA 9,6m (h_0,9m)		
CORDON SUPERIOR	16300 N	16,3 kN
MONTANTE	81385 N	81,4 kN
DIAGONAL	80737 N	80,7 kN
CERCHA 3,9m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	59596 N	59,6 kN
CORDON INFERIOR	58534 N	58,5 kN
MONTANTE	81039 N	81 kN
DIAGONAL	72504 N	72,5 kN
CERCHA TRANSVERSAL SUELO		
CORDON SUPERIOR	79792 N	79,8 kN
CORDON INFERIOR	79792 N	79,8 kN
DIAGONAL	80618 N	80,6 kN

PERFIL C203 Boxed
CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS

Altura del alma	203 mm
Grosor de la chapa	1,5 mm
Ancho del ala superior	50 mm
Radio interno de doblado	2 mm
Ancho del ala inferior	50 mm
Altura del labio	15 mm
Límite elástico, fyb	280 MPa
fyd	266 N/mm2
Límite elástico después del doblado, fya	280 MPa
Tensión última del material, fu	360 MPa
CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES	
Propiedades de la sección eficaz según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	118,8 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	4391383 mm4
Módulo resistente (Wy-y)	31964 mm3
Resistencia a flexión según el eje y-y Mb,Rd	8055,69 Nm
Propiedades de la sección bruta según el eje YY.	
Distancia al ala superior de la fibra neutra (zcg)	101,5 mm
Momento de Inercia (Iy-y)	4972286 mm4
Área de la sección (A)	892,9 mm
Radio de giro (iy)	74,6229 mm
Propiedades de la sección según el eje ZZ.	
Momento de Inercia de la sección bruta (Iz-z)	1687663 mm4
Radio de giro de la sección bruta (iz)	43,4748 mm
Otras propiedades de la sección.	
Peso por unidad de longitud	68,7304 N/m
Capacidad nominal a cortante	32122 N
Nc,Rd para ser utilizada en la ecuación	44000 N
Propiedades a flexión del pandeo lateral	
Momento de Inercia de la parte comprimida	125162 mm4

Cargas nominales (N) de abolladura del alma.

Longitud de apoyo exterior** 80 mm		Longitud de apoyo interior** 80 mm	
Cond. 1	Cond. 3	Cond. 2	Cond. 4 *
8151 N		13452 N	
Ntracción		**237511,4 N**	
		237 kN	

CAPACIDAD A COMPRESIÓN		
CERCHA 9,6m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	49322 N	49,3 kN
CORDON INFERIOR	24148 N	24 kN
MONTANTE	86184 N	86,2 kN
DIAGONAL	85609 N	85,6 kN
CERCHA 9,6m (h_0,9m)		
CORDON SUPERIOR	49322 N	49,3 kN
CORDON INFERIOR	24148 N	24 kN
MONTANTE	86481 N	86,4 kN
DIAGONAL	85924 N	86 kN

CERCHA 3,9m (h_1m)		
CORDON SUPERIOR	80129 N	80 kN
CORDON INFERIOR	66482 N	66,5 kN
MONTANTE	86184 N	86,2 kN
DIAGONAL	85924 N	86 kN
CERCHA TRANSVERSAL SUELO		
CORDON SUPERIOR	85112 N	85 kN
CORDON INFERIOR	85112 N	85 kN
DIAGONAL	85822 N	85,8 kN

3.3 HORMIGÓN ``IN SITU´´

Cimientos y Muros

Resistencia característica a los 28 días (fck)	**25 N/mm2**
Cemento (Art. 26. EHE-08)	**I/32.5**
Asiento Cono de Abrahms	**6-9cm**
Resistencia característica a los 7 días	**17.5 N/mm2**
Tipo de árido	**Caliza**
Tamaño máximo del árido	**20mm**
Designación del Hormigón, EHE-08 Art.30.5 y31	**HA-25/20/B/IIa**
Nivel de Control Art. 95 a 99 EHE-08	**Estadístico**
Coeficiente de minoración (γc)	**1.5**

34 ACEROS.

34.1 Barras corrugadas (Art. 31.2 EHE-08)

Designación	**B 500 S**
Clase de acero	**Soldable**
Límite elástico fy	**510N/mm2**
Carga unitaria de rotura fs	**550N/mm2**
Alargamiento de rotura en % sobre base de 5 diámetros no menor que	**12**
Relación fs/fy en ensayo no menor que	**1.05**
Nivel de Control Art. 95 a 99 EHE-08	**Normal**
Módulo de elasticidad	**$2.1x10^5$ N/mm2**
Coeficiente de minoración (γs)	**1.15**

34.2 Mallas electrosoldadas (Art. 31.3 EHE-08)

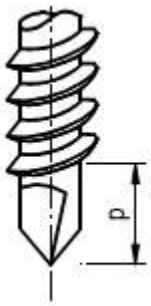
Alargamiento de rotura (%) sobre base de 5 diámetros	8
Relación fs/fy	1.03

3.5 TORNILLOS Y ANCLAJES

El material con el que se los fabrica es acero microaleado al boro, SAE 15 B 21 o 10 B 38, con un tratamiento térmico de cementado, templado y revenido. La protección de zinc-electrolítico evita la corrosión (96 hrs en niebla salina), manteniendo similares características a la estructura galvanizada.

La punta mecha del tornillo agujerea el acero, permitiendo que los hilos de la rosca fijen las partes a unir. El largo de la mecha (M #) y el diámetro del tornillo (D #), están directamente relacionados al espesor total de acero que el tornillo puede perforar.

En la tabla siguiente se puede ver para los dos números de mecha más comunes (existen varios), cual es el espesor máximo de acero a perforar, según sea el diámetro del tornillo.



Mecha	# 2	Mecha	# 3
D # 6	2,3 mm	D # 10	4,3 mm
D # 8	2,5 mm	D # 12	5,3 mm
D # 10	2,8 mm	D # 14	6,3 mm

El diámetro del tornillo se mide tomando la distancia desde fuera a fuera de los hilos de la rosca. A mayor diámetro, mayor numero del mismo, y mayor resistencia al corte que ofrece el tornillo.

El largo del tornillo es la medida que hay entre la superficie de contacto de la cabeza del tornillo y su punta, expresándose habitualmente en pulgadas.

El paso, o separación de los hilos de la rosca, depende del espesor del acero a perforar. A mayor espesor de acero, se debe utilizar un tornillo con paso menor, o sea una separación entre hilos más cercana.

Diametro Nro.	Medida	Paso
D # 6	3,5 mm	20
D # 8	4,2 mm	18
D # 10	4,8 mm	16
D # 12	5,5 mm	14
D # 14	6,3 mm	14

Tipos de Tornillos

Tornillos T1 Mecha: Su característica principal es el ancho de su cabeza que le permite fijar firmemente chapas de acero sin que estas se desgarren. Este tornillo se utiliza fundamentalmente para la unión entre montantes y soleras, manteniéndolos en su posición. T1 = M#2 – D#8×3/4" o D#10×3/4"

Tornillo T2 mecha: Su característica principal es su cabeza con forma de trompeta que le permite entrar en el substrato que se está utilizando, quedando al ras del mismo. Este tornillo se utiliza habitualmente para la colocación de placas de yeso y multilaminados fenólicos de hasta 12 mm de espesor en paredes y/o techos. También existen el T3 y el T4 que son similares al T2, variando solo la longitud del mismo. T2 = M#2 – D#6 x 1"

Tornillo Hexagonal mecha: El perfil de su cabeza le impide ser utilizado en donde luego se colocará una placa. Su uso fundamental es para vincular perfiles entre sí que estén dentro del espesor de la pared. Es el tornillo que se usa para unir paneles entre sí, rigidizadores de vigas, encuentro de perfiles en cabriadas. HEX= M#2 – D#10 x 3/4".

Tornillo p/Placa Cementicia con Alas: Este tornillo tiene una cabeza tipo trompeta que le da un gran poder de sujeción, logrando un buen fresado en la placa cementicia debido al nervurado que tiene en su parte inferior. Las alas que se encuentran entre la punta mecha y el comienzo de los hilos, oradan un agujero de mayor diámetro en la placa, permitiendo que los filamentos no entren en contacto con la misma y se empasten. Estas alas se desprenden cuando hacen contacto con el acero al que se fija la placa. TPC = M#2 – D#8 x 1 1/4 "

Tornillo p/ Placa Fenólica de25 mm: Es un tornillo también con alas pero tiene un paso menor dado que se utiliza básicamente para fijar las placas de substrato para entrepisos, tales como los multilaminados fenólicos de 25 mm de espesor, sobre las vigas de acero galvanizado que tienen como mínimo un espesor de chapa de 1,6 mm. Normalmente el diámetro de este tornillo es Nro. 12 o 14, siendo su largo de por lo menos 1 3/4". La punta que se utiliza en la atornilladora es Phillips # 3 en lugar de # 2. TPF = M#3 – D#12×1 1/2" o M#2 – D#10×2".

Anclajes

La estructura de acero debe estar debidamente anclada. Los anclajes deben adaptarse a ser empotrados o fijados a las mismas. A continuación, se mencionan los métodos de anclaje comúnmente más utilizados.

Fijación con Clavos de Acero:

Para este tipo de fijación se utilizan clavos de acero disparados por una pistola que impulsa un perno por medio de un cartucho de pólvora. Este método de fijación se utiliza principalmente, para la ejecución de anclajes temporales de muros exteriores e interiores y no se considera al momento de analizar las cargas impuestas por la acción del viento y de sismos. En tabiques interiores se utilizan para evitar el desplazamiento lateral por fuera de la línea de la pared.

Anclajes_Permanentes

La elección del tipo de anclaje, entre los diversos anclajes para uso permanente que existen, dependerá de ciertos factores de diseño y estructurales (zonas climáticas, cargas, etc.) y de la tipología de fundación adoptada.

Haremos referencia a dos tipologías, definidas por su colocación en el hormigón, según sea antes o después del colado del mismo, mencionando los anclajes más utilizados.

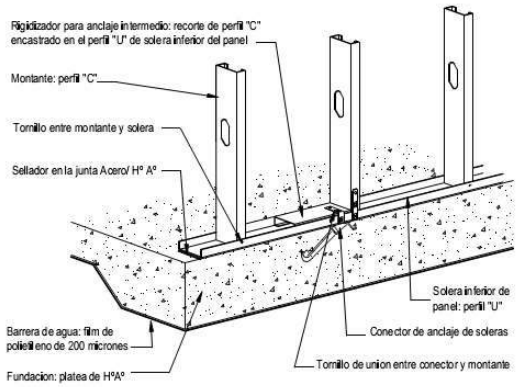
Colocados antes del Hormigonado

Las varillas de anclaje empotradas en cimentación deben ser colocadas en su lugar antes del vertido del hormigón. Para este tipo de anclajes se utilizan posicionadores que mantengan las varillas fijas en su lugar mientras el hormigón es vertido. Estas piezas generalmente son escuadras de acero o perfiles agujereados, que suelen fijarse al encofrado para mantener las varillas en la posición correcta.

Los anclajes de este tipo que más se utilizan son:

- **Anclaje de Soleras:**

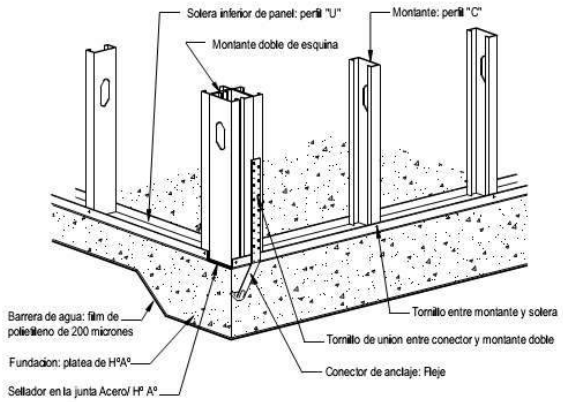
Son piezas de acero fabricadas ad-hoc que se fijan al encofrado por un extremo; el otro extremo queda suelto por encima, para luego abrazar la solera. Dentro de la solera se coloca un recorte de perfil C, para aumentar la resistencia en la zona de anclaje. Las piezas se doblan por encima de la solera y se fijan con cuatro tornillos Nº10.



- **Flejes para Anclaje:**

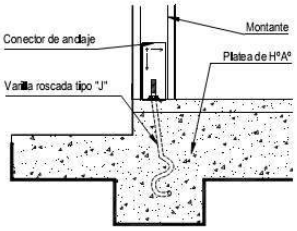
Son piezas de acero fabricadas ad-hoc, con un extremo fijado al encofrado, que quedara empotrado al hormigón y el otro extremo, suelto en un principio, que se fijara a la estructura. Los flejes se doblan y

se atornillan a los montantes, una vez retirado el encofrado del hormigón. Los flejes de anclaje no deberán ser fijados a "cripples" (perfiles cortos, ubicados por debajo de los vanos).



- **Varillas Roscadas Tipo "J":**

Son varillas curvadas con forma de "S". La curvatura inferior de la varilla le da a la misma el anclaje en el Hormigón.

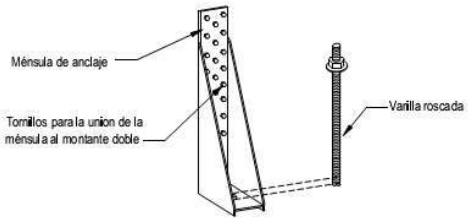


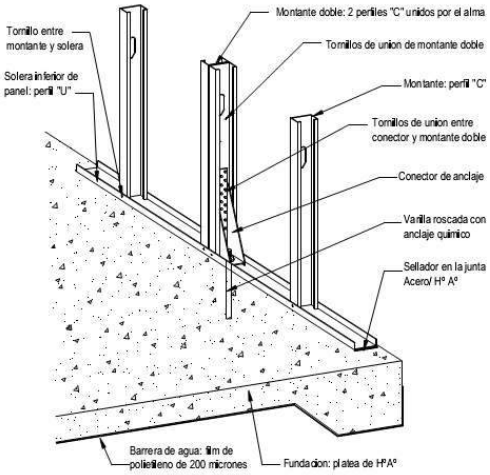
- Colocados después de colado el Hormigón

- Varillas Roscadas Fijadas con Epoxi:

Las varillas de anclaje también pueden ser colocadas utilizando resinas Epoxi para su fijación al hormigón. Se ejecuta una perforación en el hormigón, se la limpia y se inyecta el Epoxi, luego de lo cual se inserta la varilla roscada en la perforación llena de Epoxi, que seca rápidamente formando una interfase resistente con el hormigón.

Si un anclaje empotrado resulta incorrectamente ubicado una vez que el hormigón haya fraguado, puede ser reemplazado por una varilla fijada con Epoxi.

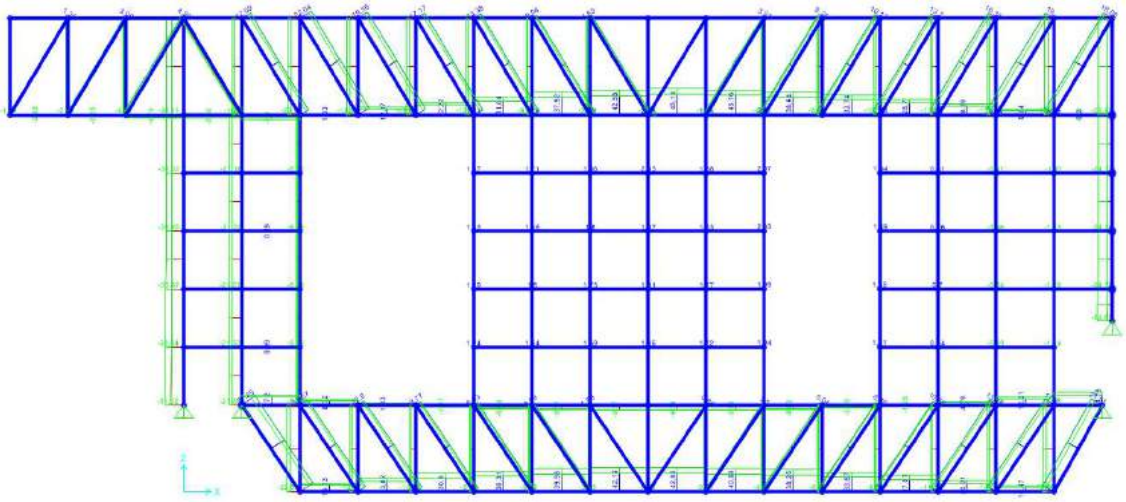




4 SOLICITACIONES

4.1 PORTICO EXTREMO ENTRADA

4.1.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU

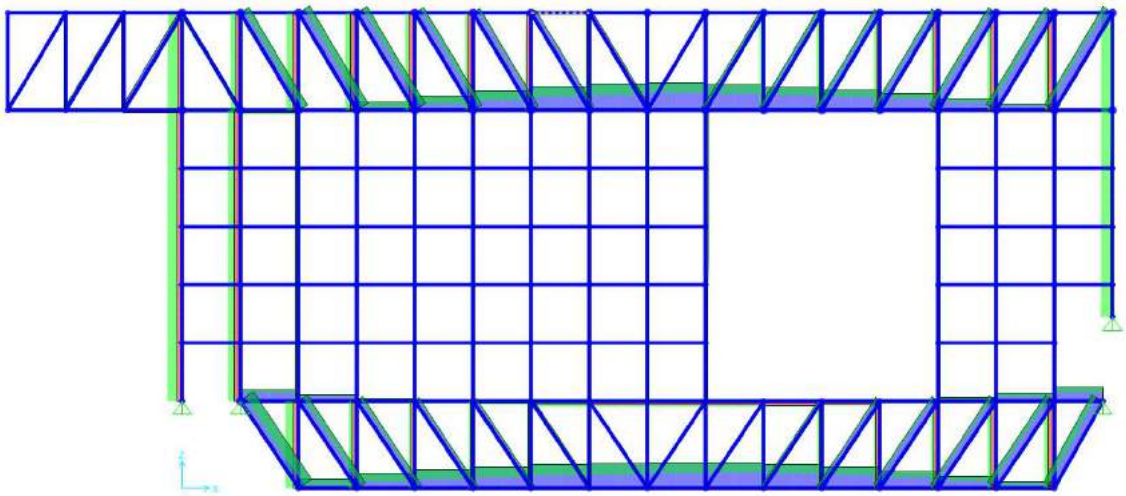


VALORES MAXIMOS		
CELOSIA SUPERIOR		

	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	-	-	**C103 box**
CORDON INFERIOR	8	47	**C103 box**
MONTANTE	30	-	**C103**
DIAGONAL	-	22	**C103**
CELOSIA INFERIOR			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	10	22	**C203box**
CORDON INFERIOR	-	43	**C203box**
MONTANTE	22,6	-	**S200**
DIAGONAL	-	27	**S200**
PILARES			PERFIL
	COMPRESION	TRACCION	
	kN	kN	
EXTERIOR	31	-	
INTERIOR	24	-	
SOPORTES			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
MONTANTE	21,3	-	

4.2 PORTICO EXTREMO

4.2.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU

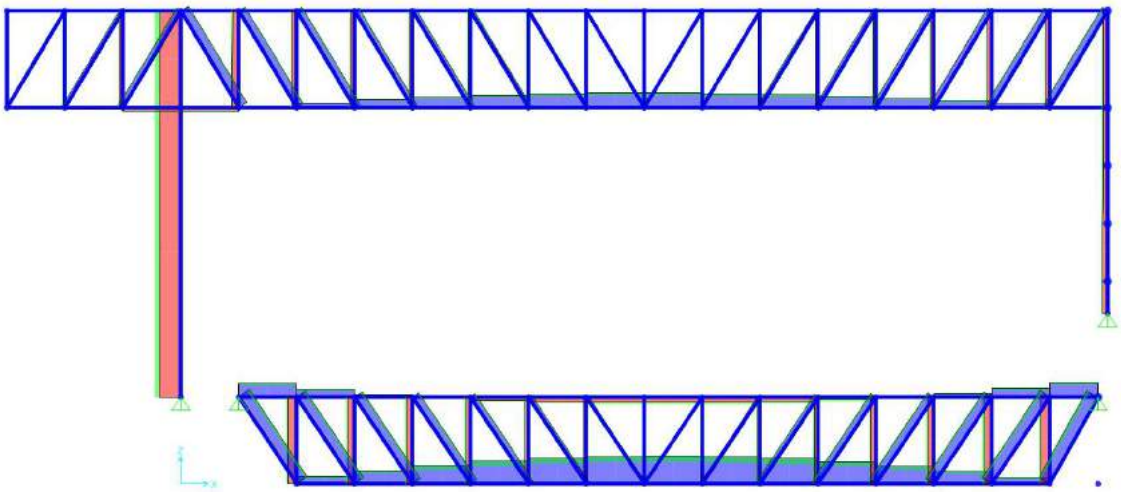


VALORES MAXIMOS			
CELOSIA SUPERIOR			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	-	-	

CORDON INFERIOR	7	40	
MONTANTE	21,3	-	
DIAGONAL	-	19	
CELOSIA INFERIOR			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	8,5	20	
CORDON INFERIOR	-	37	
MONTANTE	20	-	
DIAGONAL	-	24	
PILARES			PERFIL
	COMPRESION	TRACCION	
	kN	kN	
EXTERIOR	21,5	-	
INTERIOR	17	-	
SOPORTES			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
MONTANTE	18	-	

4.3 PORTICO INTERIOR

4.3.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU

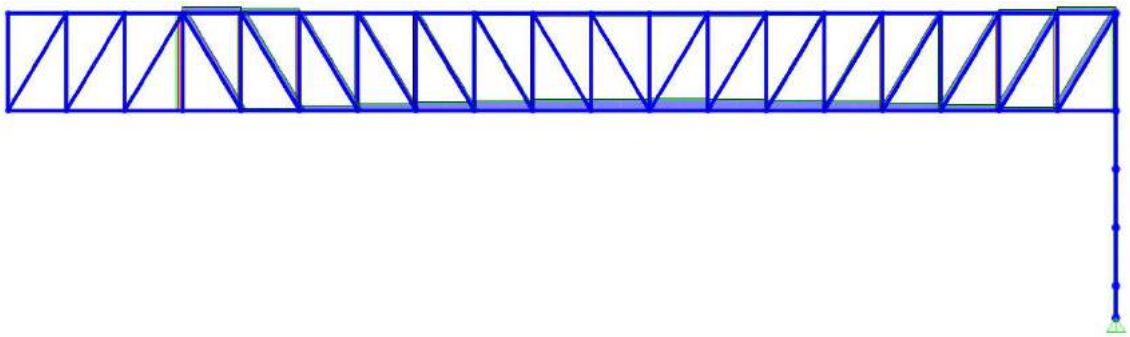


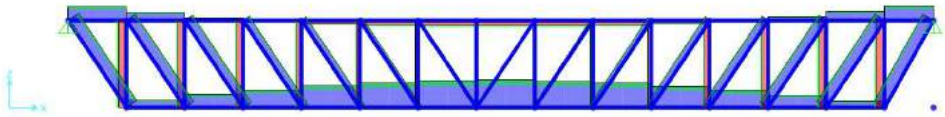
VALORES MAXIMOS			
CELOSIA SUPERIOR			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	-	-	
CORDON INFERIOR	15	49	
MONTANTE	27	-	

DIAGONAL	-	32	
CELOSIA INFERIOR			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	26	50	
CORDON INFERIOR	-	97	
MONTANTE	36,5	-	
DIAGONAL	-	44	
PILARES			PERFIL
	COMPRESION	TRACCION	
	kN	kN	
EXTERIOR	90	-	
INTERIOR	20	-	
SOPORTES			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
MONTANTE	20	-	

44 CELOSIAS INTERMEDIAS

44.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU



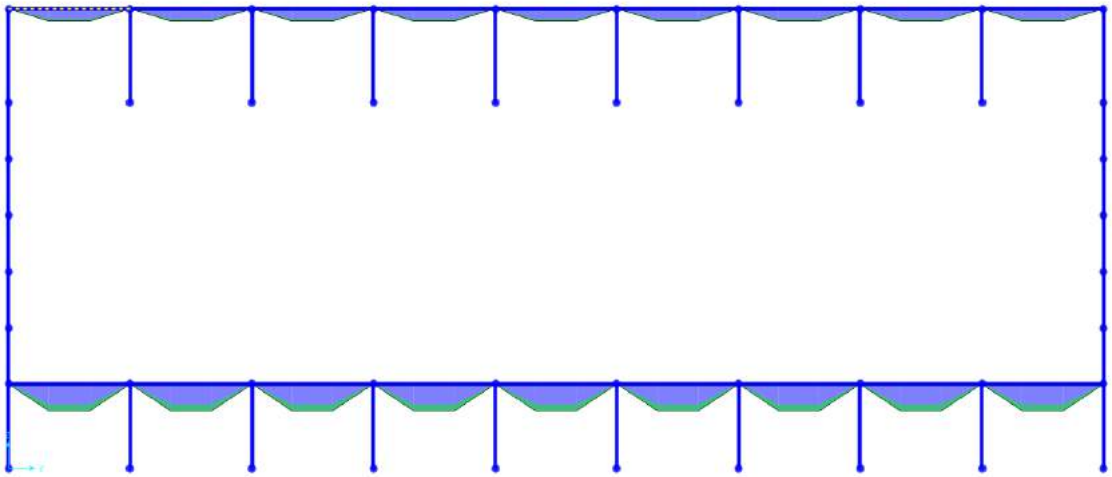


VALORES MAXIMOS			
CELOSIA SUPERIOR			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	12	22	
CORDON INFERIOR	2,5	40	
MONTANTE	27	-	
DIAGONAL	-	19	
CELOSIA INFERIOR			

	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	25	49	
CORDON INFERIOR	-	94,5	
MONTANTE	36,5	-	
DIAGONAL	-	43	
PILARES			PERFIL
	COMPRESION	TRACCION	
	kN	kN	
EXTERIOR	-	-	
INTERIOR	-	-	
SOPORTES			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
MONTANTE	10	-	

4.5 CORREAS

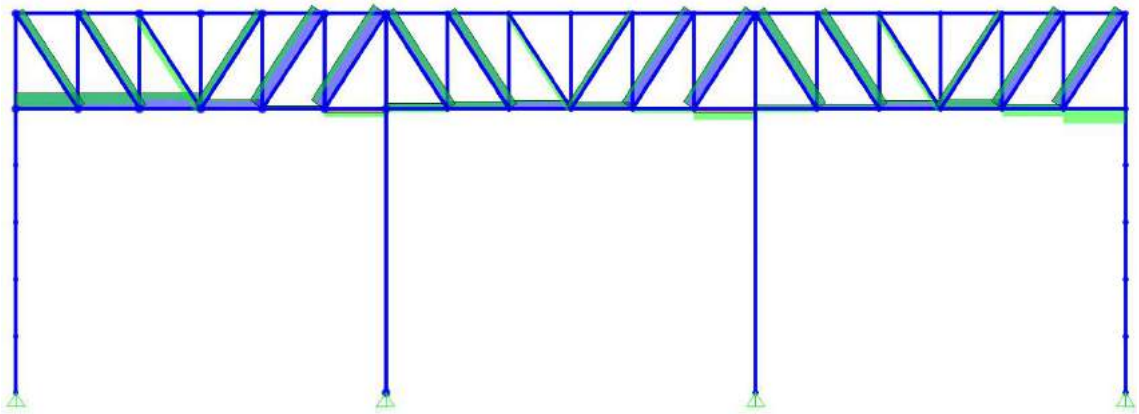
4.5.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU



VALORES MAXIMOS			
CORREA SUPERIOR			
FLEXION			
kNm	PERFIL		
0,3	C103		
CORREA INFERIOR			
FLEXION			
kNm	PERFIL		
0,71	C103		

4.6 CELOSIAS FACHADA

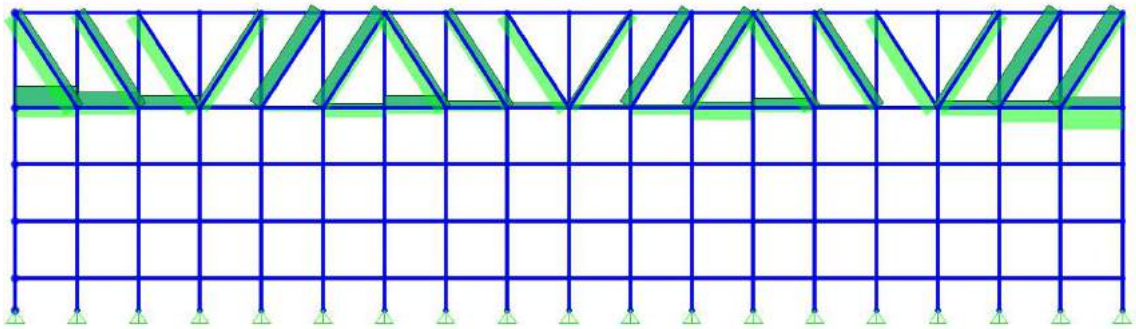
44.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU



VALORES MAXIMOS			
CELOSIA SUPERIOR			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	-	-	**C103**
CORDON INFERIOR	53	53	**C103box**
MONTANTE	40	-	**S100**
DIAGONAL	-	55	**C103**

4.7 CELOSIAS INTERIOR

4.7.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU

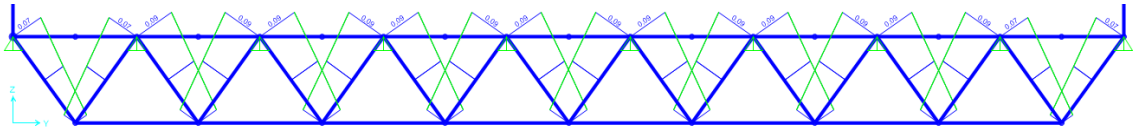


VALORES MAXIMOS			
CELOSIA SUPERIOR			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	-	-	

CORDON INFERIOR	23	23	
MONTANTE	20	-	
DIAGONAL	15	15	

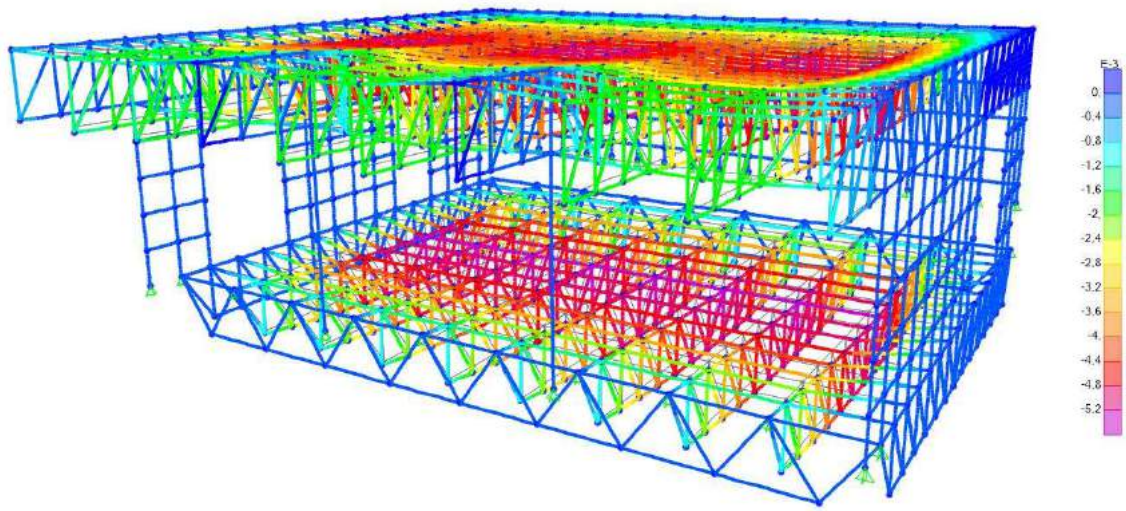
4.8 CELOSIAS INTERIOR SUELO

4.8.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELU

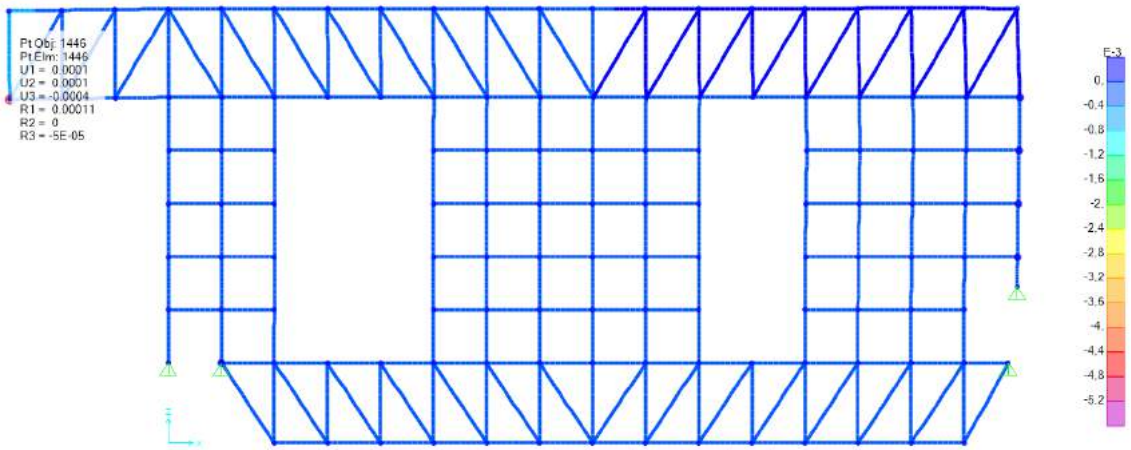


VALORES MAXIMOS			
CELOSIA SUPERIOR			
	COMPRESION	TRACCION	PERFIL
	kN	kN	
CORDON SUPERIOR	-	-	**C103**
CORDON INFERIOR	-	0,1	**C103**
DIAGONAL	-	-	**C103**

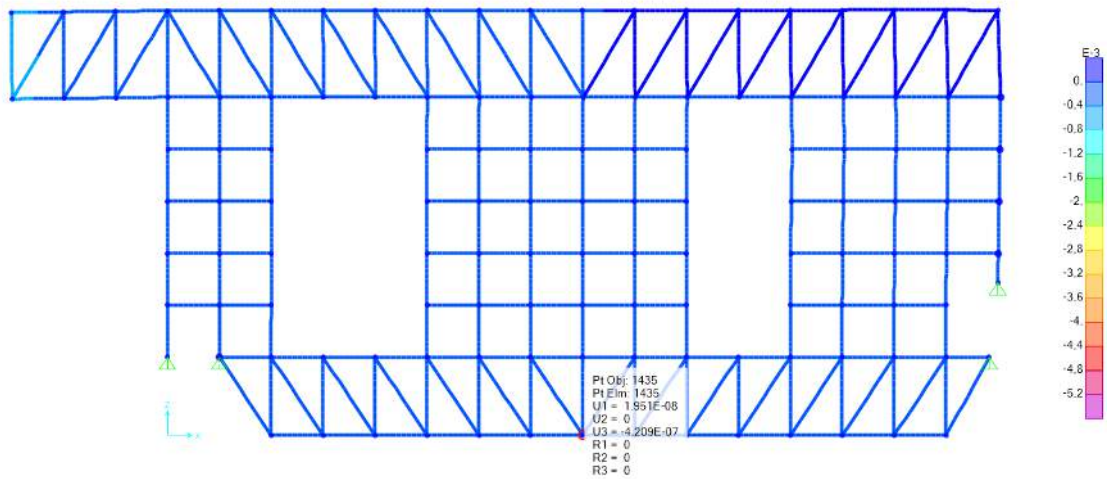
5 DEFORMACIONES (ELS)



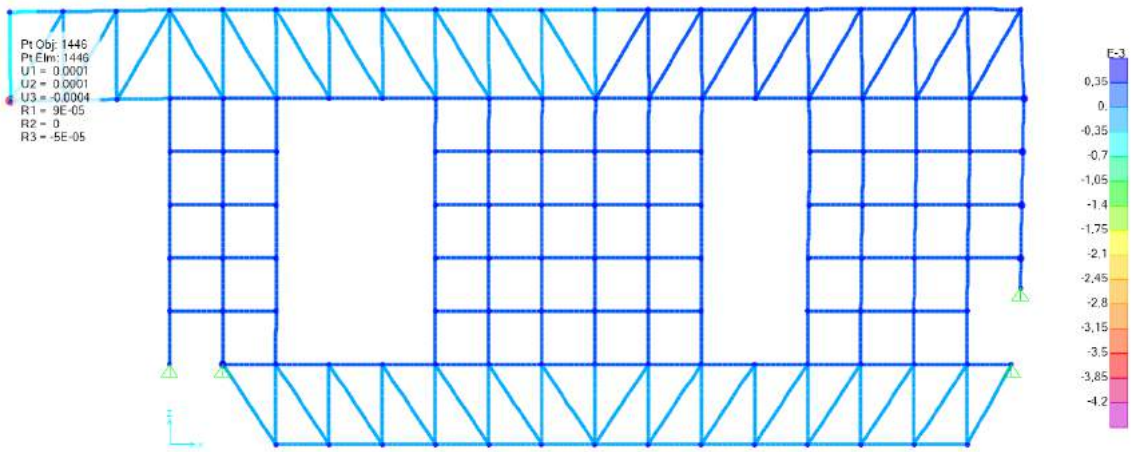
5.1 PORTICO EXTREMO ENTRADA (ELS)



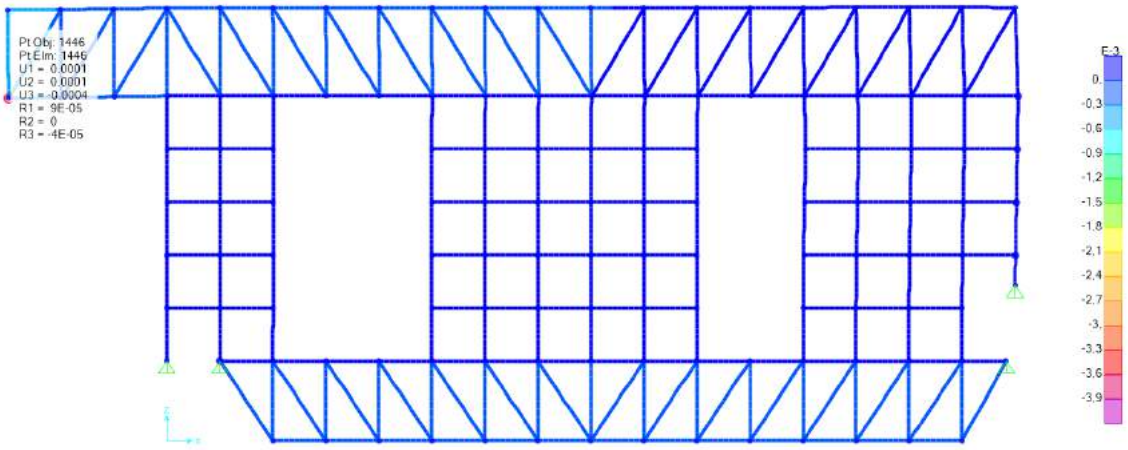
5.1.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)



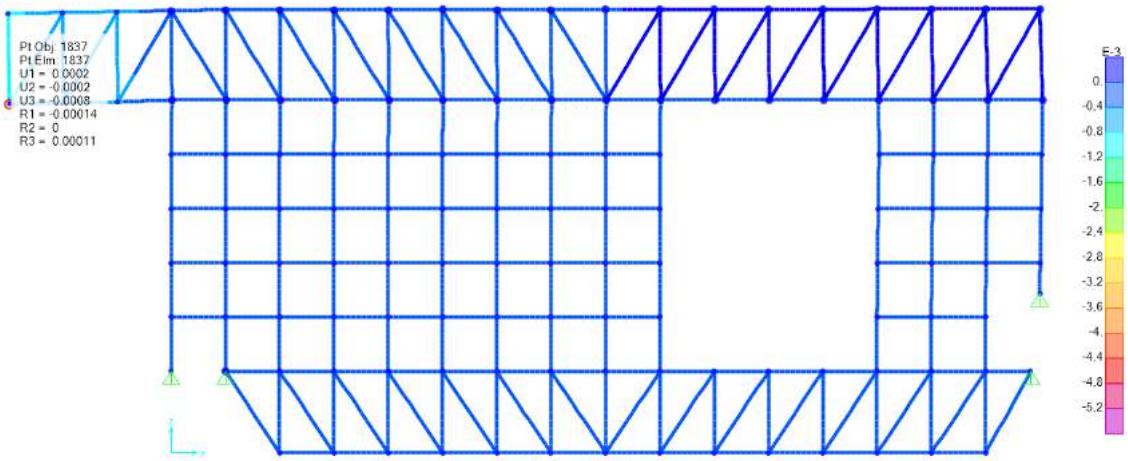
5.1.2 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS(FRECUENTE)



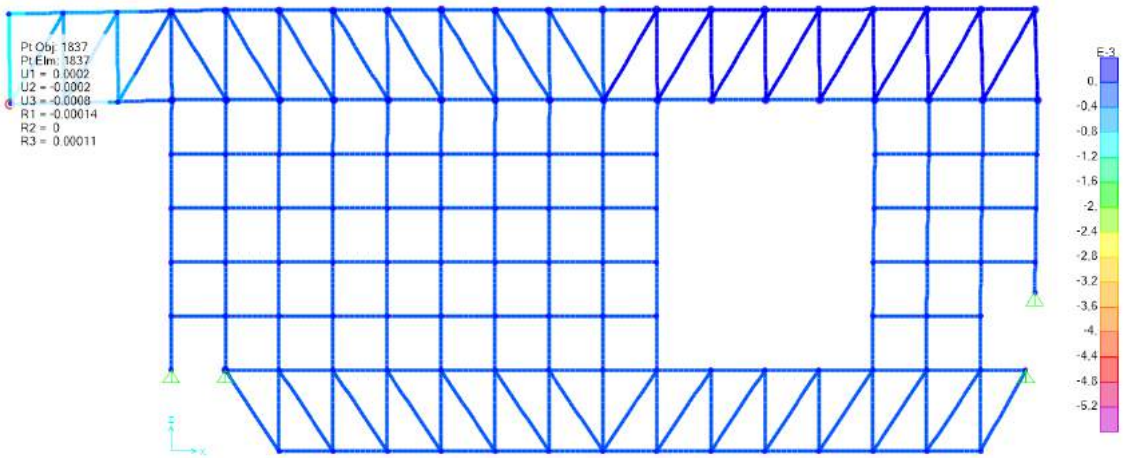
5.1.3 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)



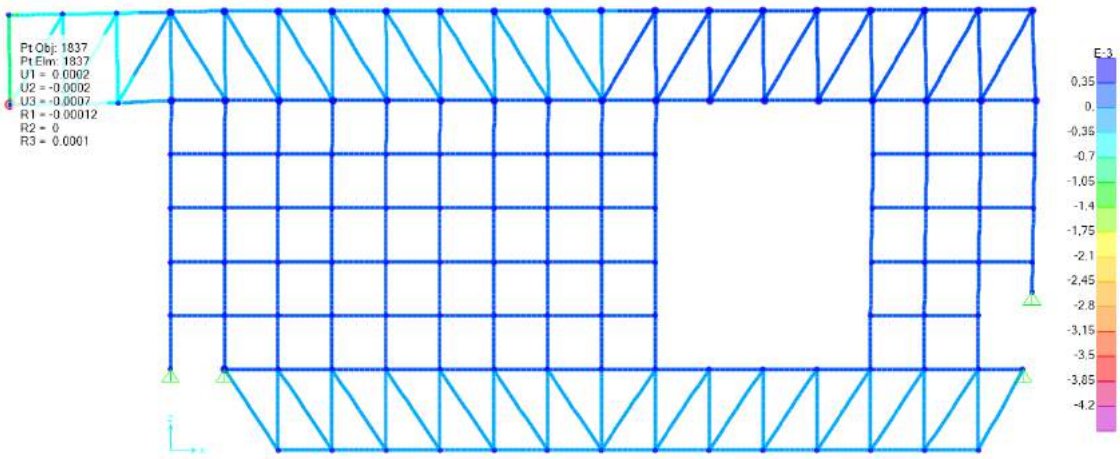
5.2 PORTICO EXTREMO (ELS)



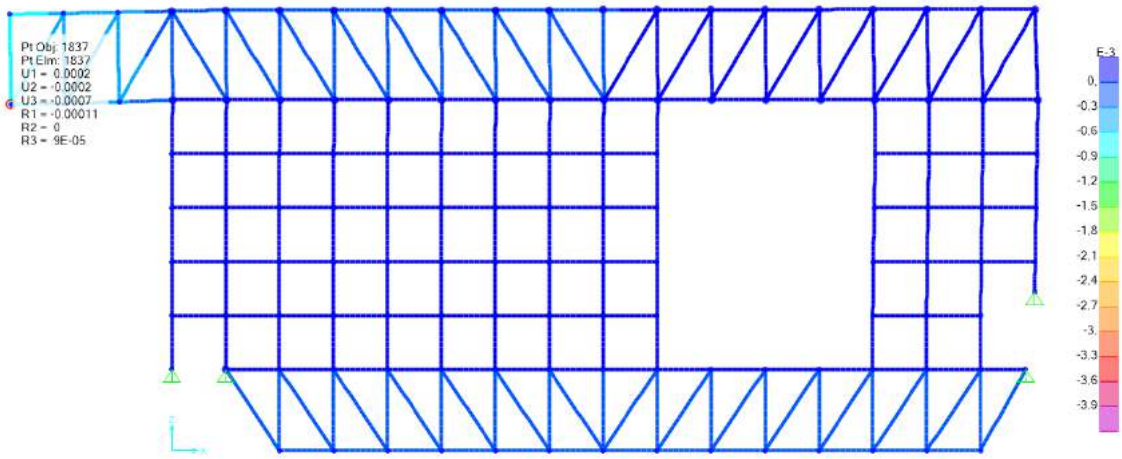
5.2.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)



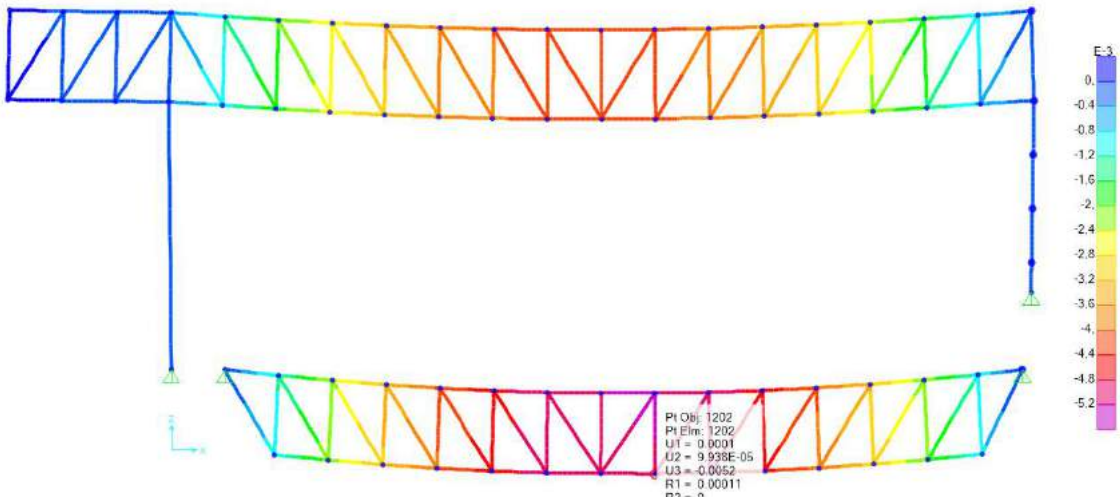
5.2.2 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)



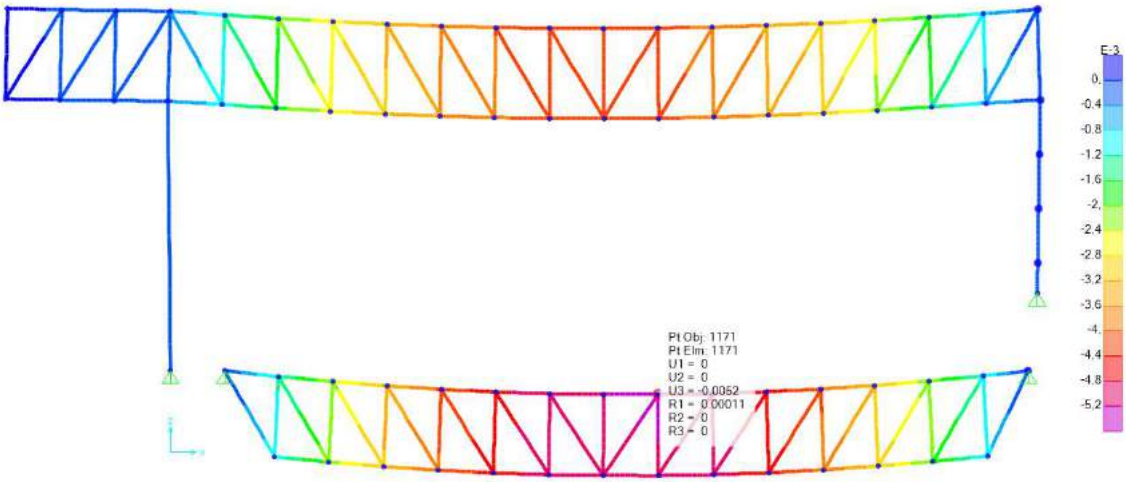
5.2.3 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)



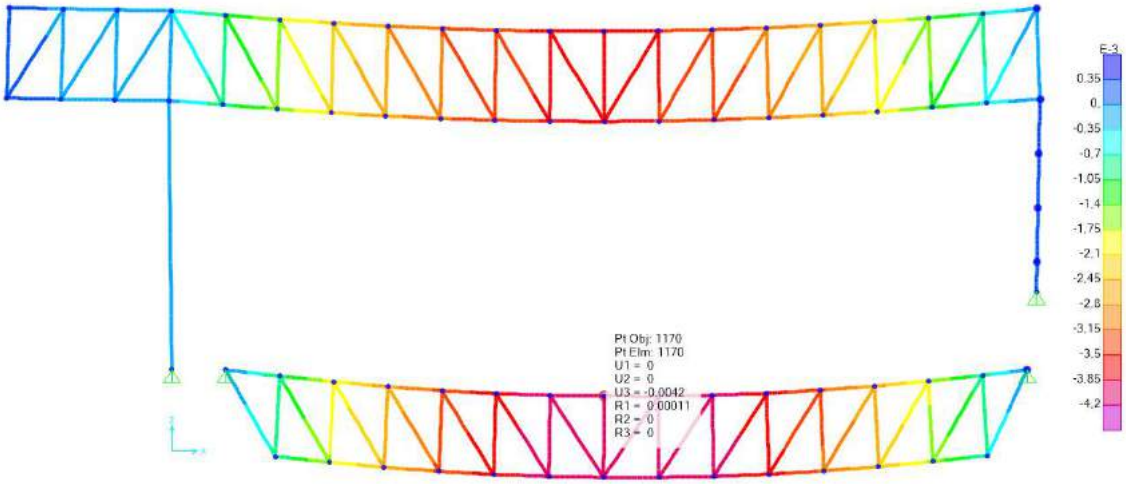
5.3 PORTICO INTERIOR (ELS)



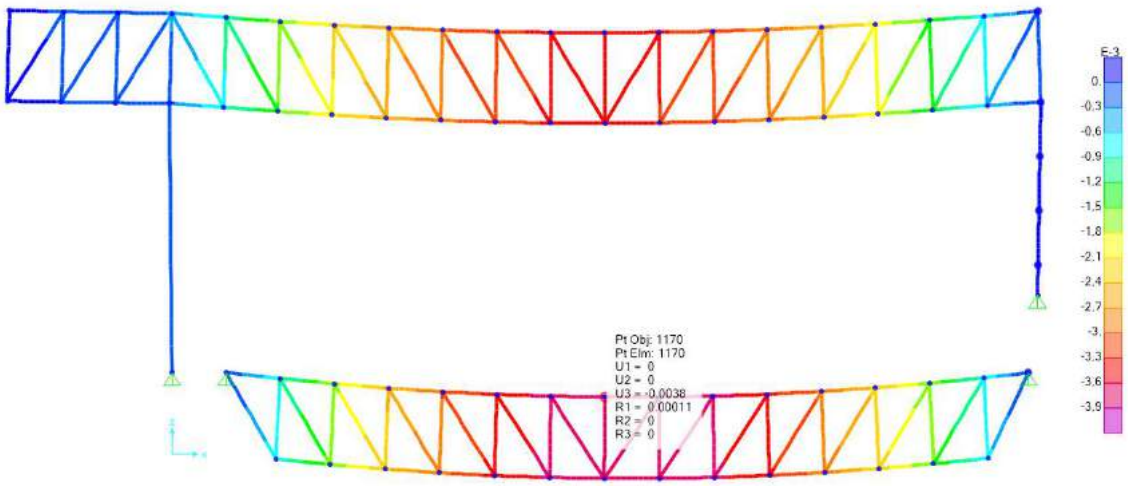
5.3.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)



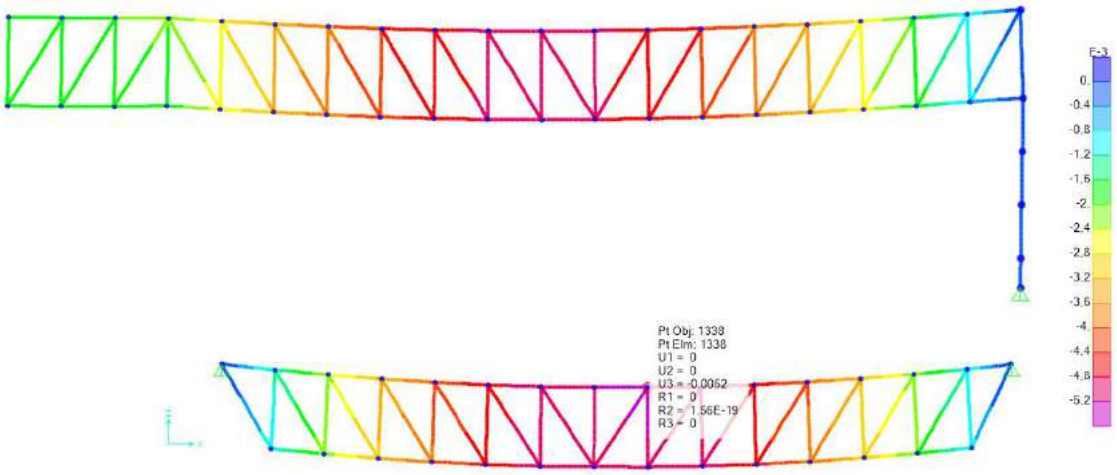
5.3.2 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)



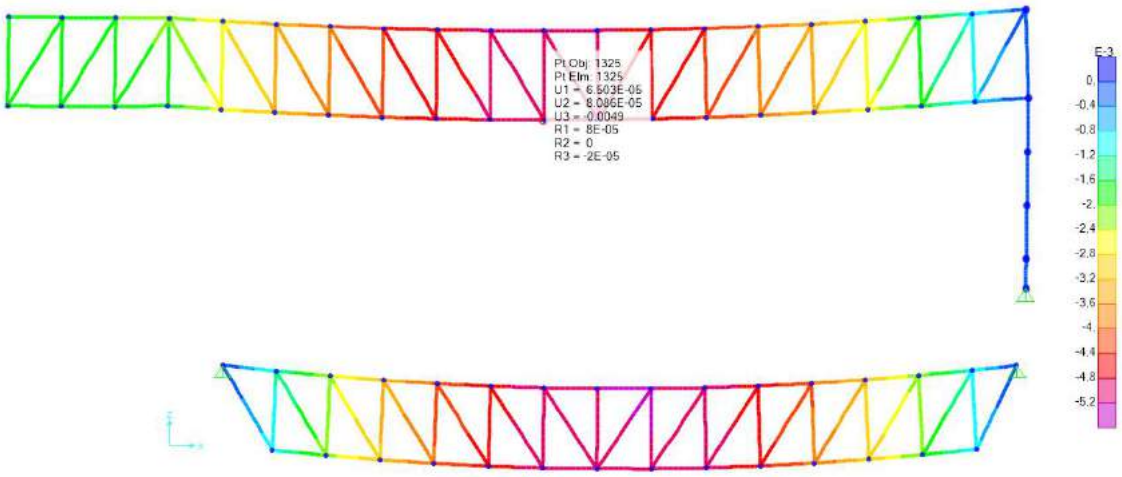
5.3.3 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)



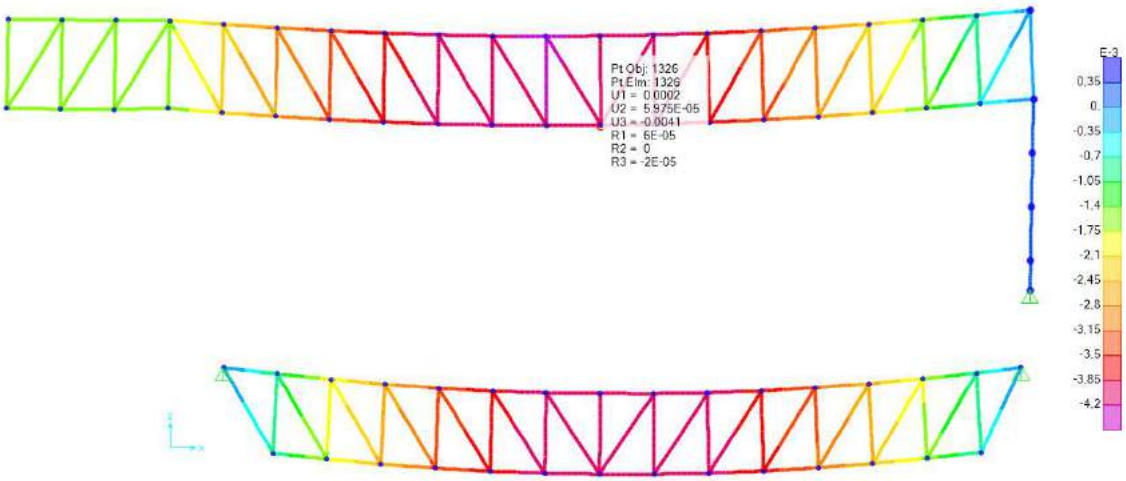
54 CELOSIAS INTERMEDIAS (ELS)



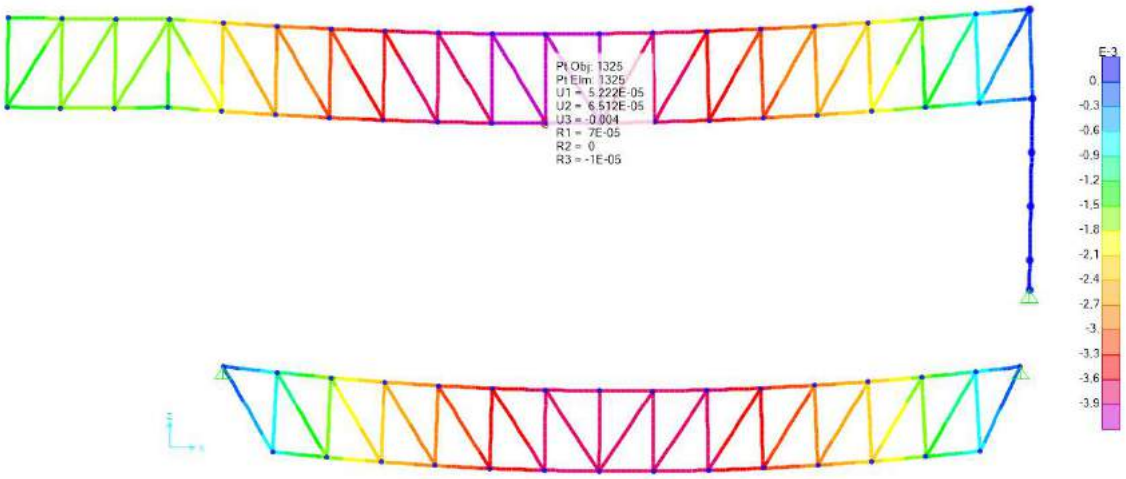
54.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)



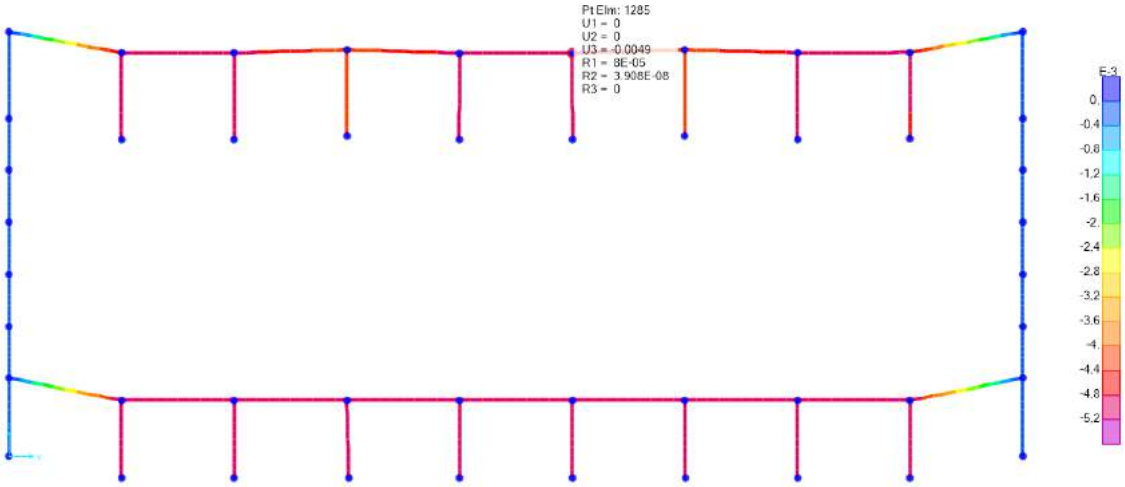
54.2 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)



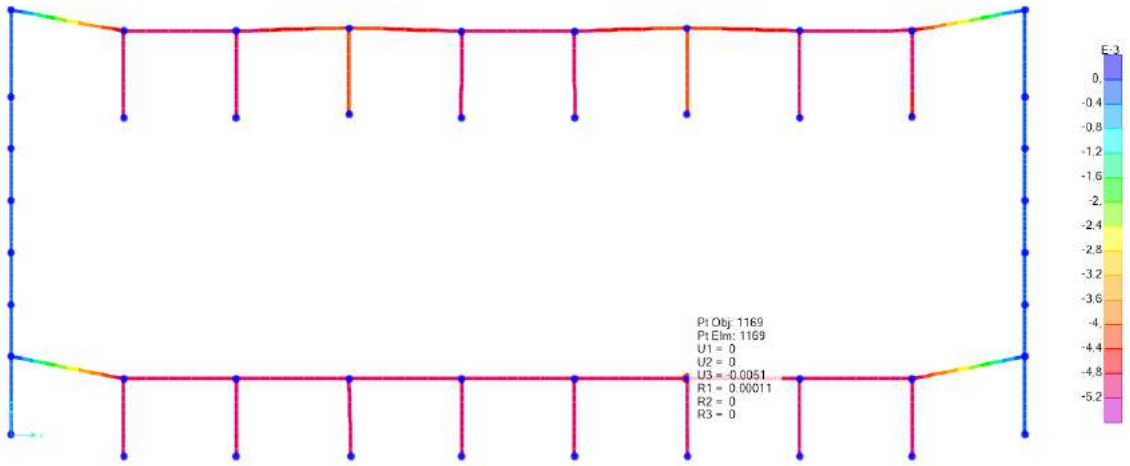
54.3 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)



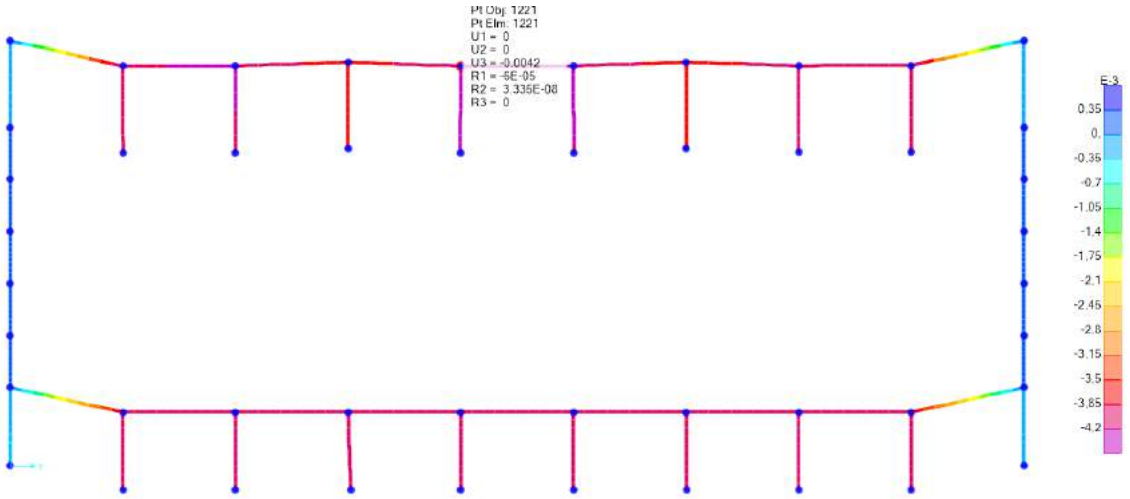
5.5 CORREAS (ELS) CENTRO



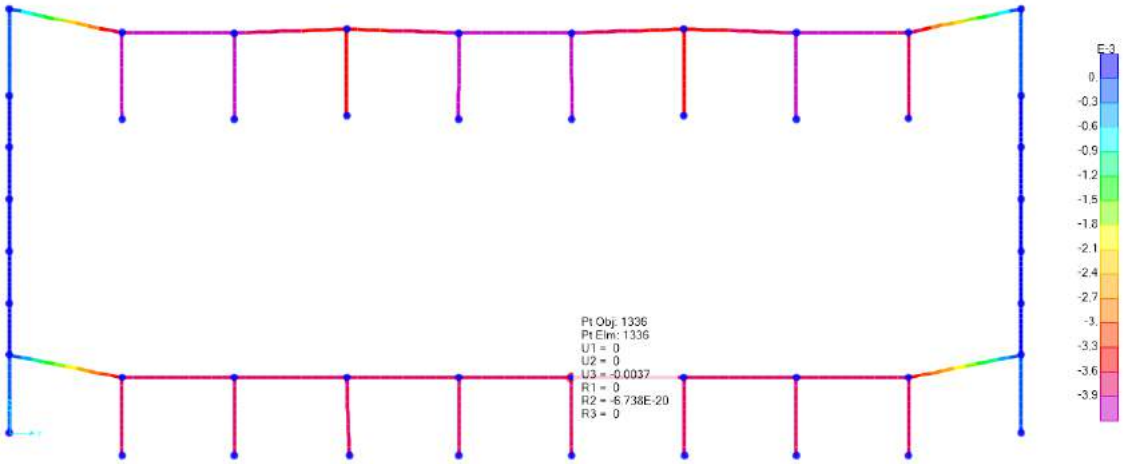
5.5.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)



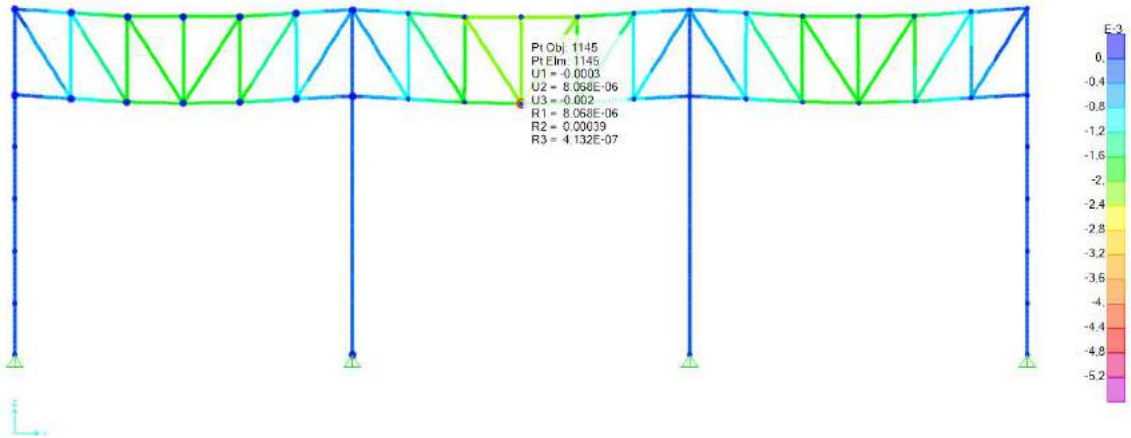
5.5.2 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)



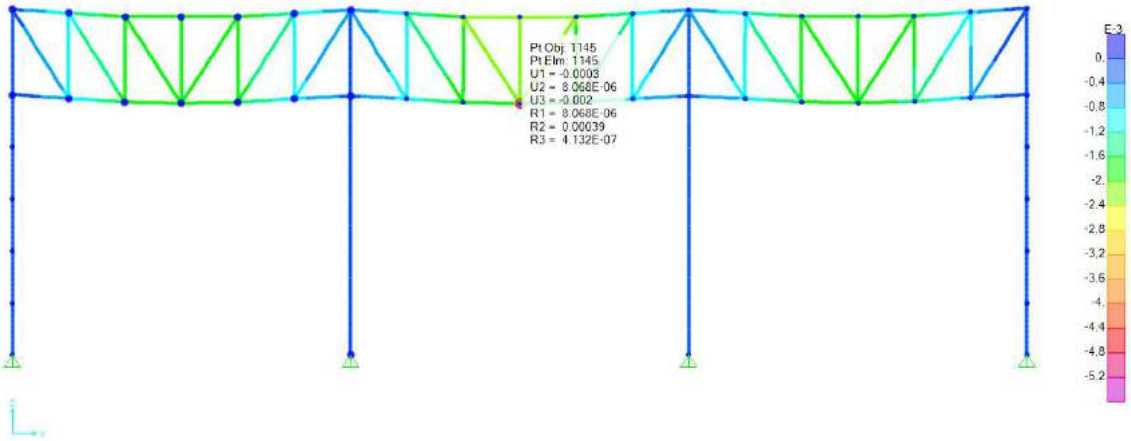
5.5.3 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)



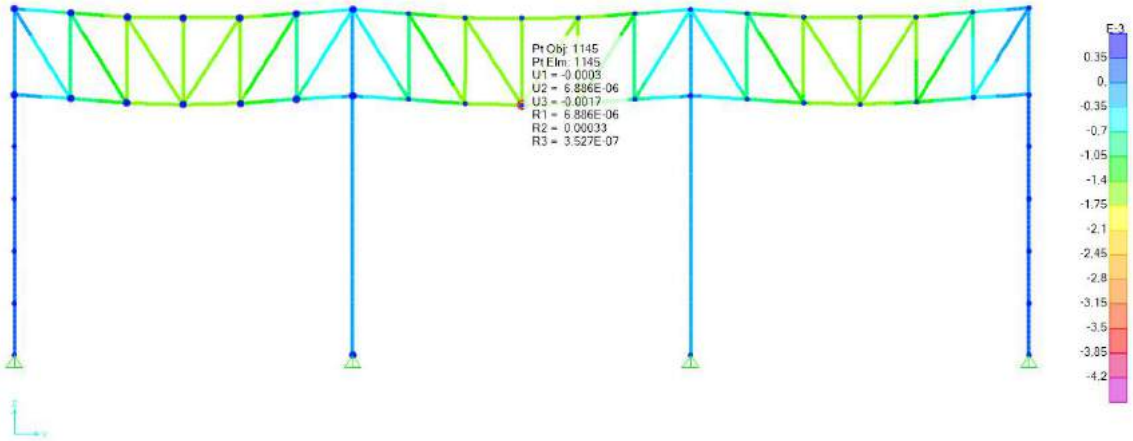
5.6 CELOSIA FACHADA (ELS)



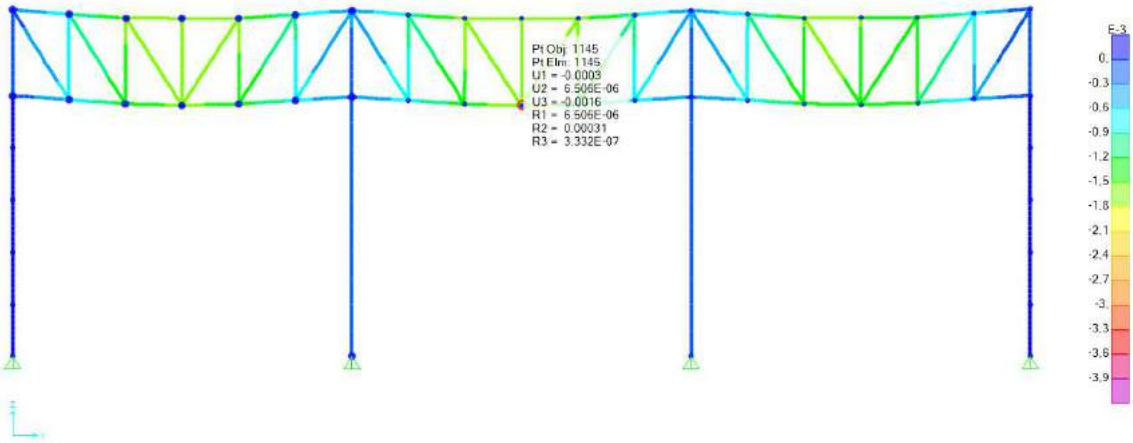
5.6.1 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (POCO PROBABLE)



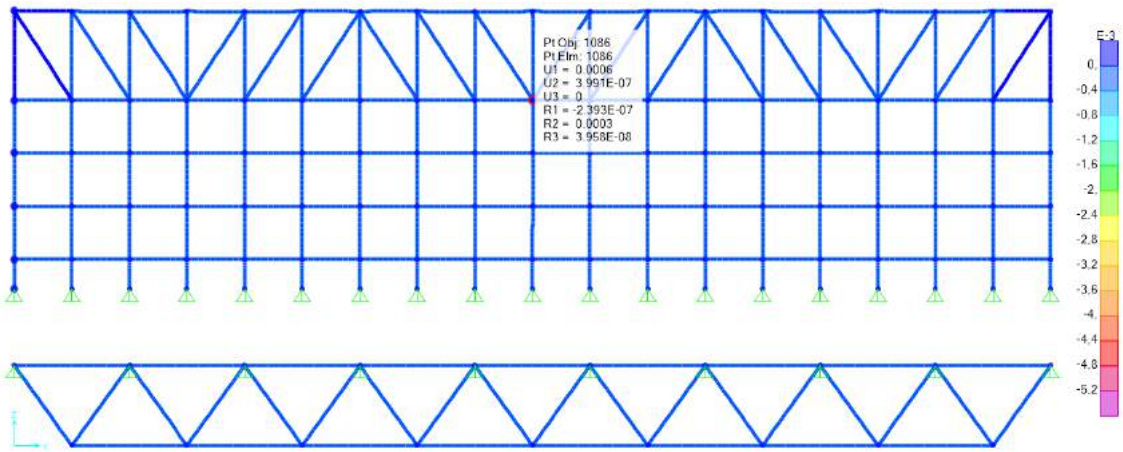
5.6.2 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (FRECUENTE)



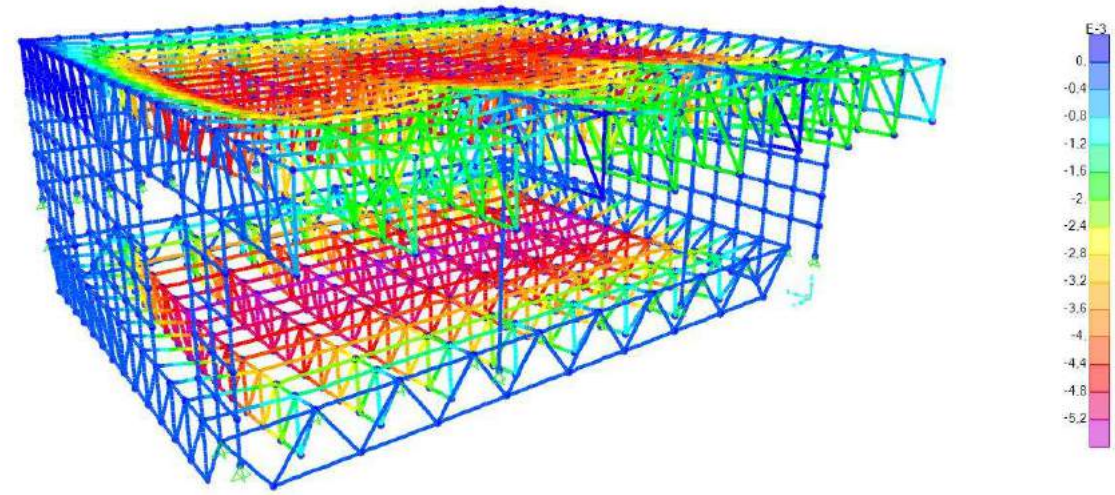
5.6.3 ENVOLVENTE CONVINACIÓN ELS (CASI PERMANETE)

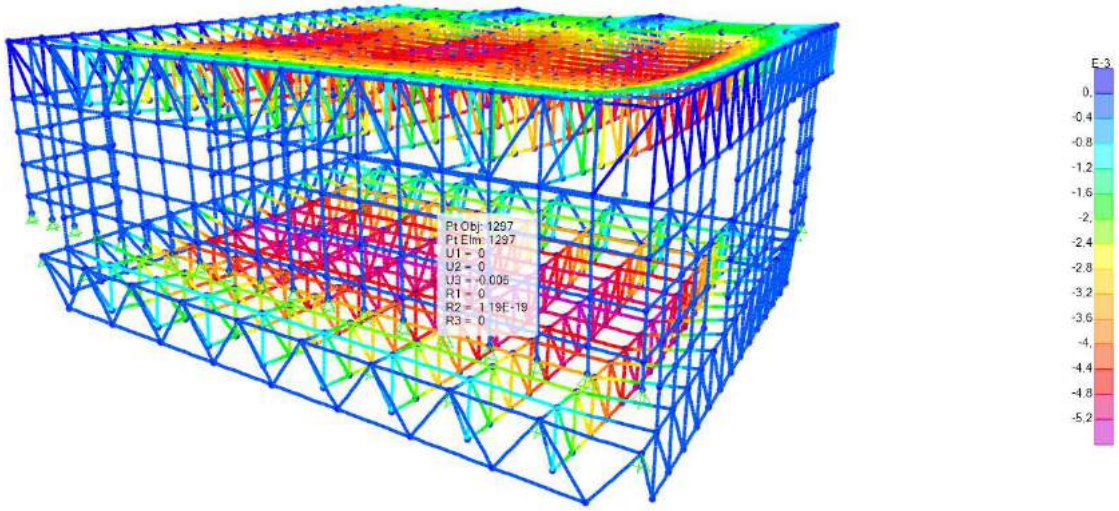


5.7 CELOSIA INTERIOR (ELS)



5.8 GENERAL (ELS)

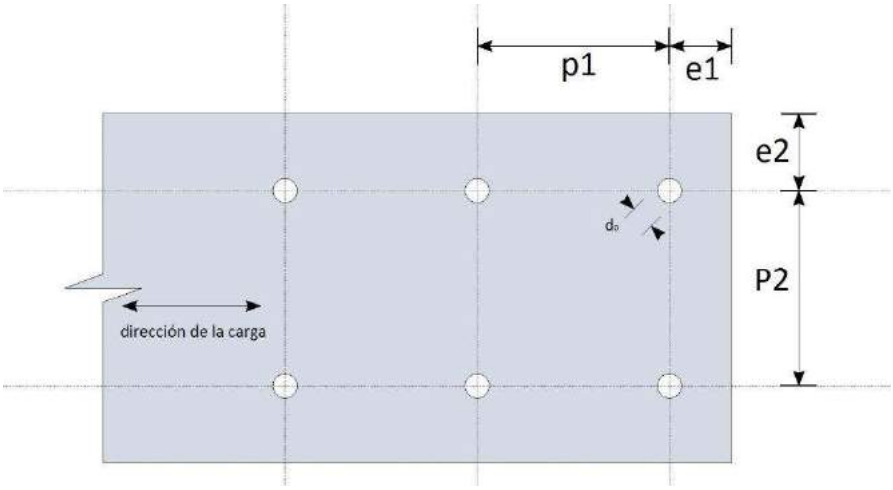




6 UNIONES

Las uniones en el sistema steel framing, pueden ser sencillas de diseñar. Aunque las uniones son capaces de soportar cierta resistencia a tracción, no resulta, en general, prudente hacer uso de esa capacidad y en principio se resolverán diseñándolas para que trabajen exclusivamente a **cortadura**.

En la figura se muestra como la broca del tornillo debe ser de longitud mayor que la suma del espesor de las chapas a unir, de forma que el agujero quede preparado antes de comenzar la rosca a atravesarlas.



En la figura anterior se muestran los parámetros que han de tenerse en cuenta a la hora de diseñar las uniones y que se especifican en el Eurocódigo 3-1-3, tabla 8.2:

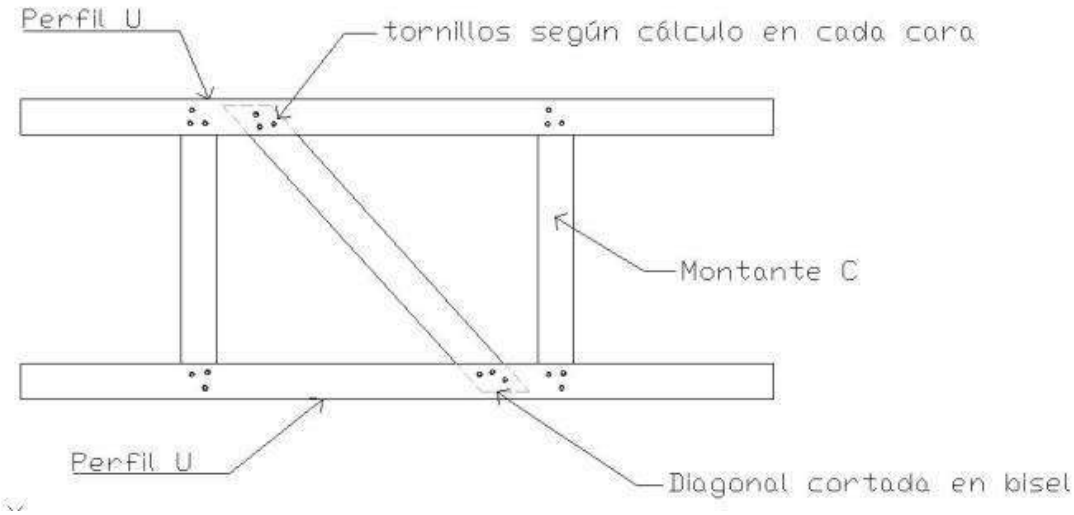
Tabla 8.2 – Valores de cálculo de la resistencia para tornillos roscachapa (autorroscantes) [1)]

Tornillos sometidos a cortante:			
Resistencia a aplastamiento:	$F_{b,Rd} = \alpha f_u d t / \gamma_{M2}$		
En donde α viene dada por lo siguiente:			
– si $t = t_1$:	$\alpha = 3{,}2\sqrt{t/d}$	siendo	$\alpha \leq 2{,}1$
– si $t_1 \geq 2{,}5t$ y $t < 1{,}0$ mm:	$\alpha = 3{,}2\sqrt{t/d}$	siendo	$\alpha \leq 2{,}1$
– si $t_1 \geq 2{,}5t$ y $t \geq 1{,}0$ mm:	$\alpha = 2{,}1$		
– si $t < t_1 < 2{,}5t$:	se obtiene α por interpolación lineal.		
Resistencia de la sección neta:	$F_{n,Rd} = A_{net} f_u / \gamma_{M2}$		
Resistencia a cortante:	$F_{v,Rd}$ a determinar mediante ensayos [*2)]		
	$F_{v,Rd} = F_{v,Rk} / \gamma_{M2}$		
Condiciones: [4)]	$F_{v,Rd} \geq 1{,}2 F_{b,Rd}$	o	$\Sigma F_{v,Rd} \geq 1{,}2 F_{n,Rd}$

Range of validity: [3)]			
Generally:	$e_1 \geq 3d$	$p_1 \geq 3d$	$3{,}0$ mm $\leq d \leq 8{,}0$ mm
	$e_2 \geq 1{,}5d$	$p_2 \geq 3d$	
For tension:	$0{,}5$ mm $\leq t \leq 1{,}5$ mm	and	$t_1 \geq 0{,}9$ mm
$f_u \leq 550$ N/mm^2			

[1)] In this table it is assumed that the thinnest sheet is next to the head of the screw.
[2)] These values assume that the washer has sufficient rigidity to prevent it from being deformed appreciably or pulled over the head of the fastener.
[3)] Self-tapping screws may be used beyond this range of validity if the resistance is determined from the results of tests.
[4)] The required conditions should be fulfilled when deformation capacity of the connection is needed. When these conditions are not fulfilled there should be proved that the needed deformation capacity will be provided by other parts of the structure.

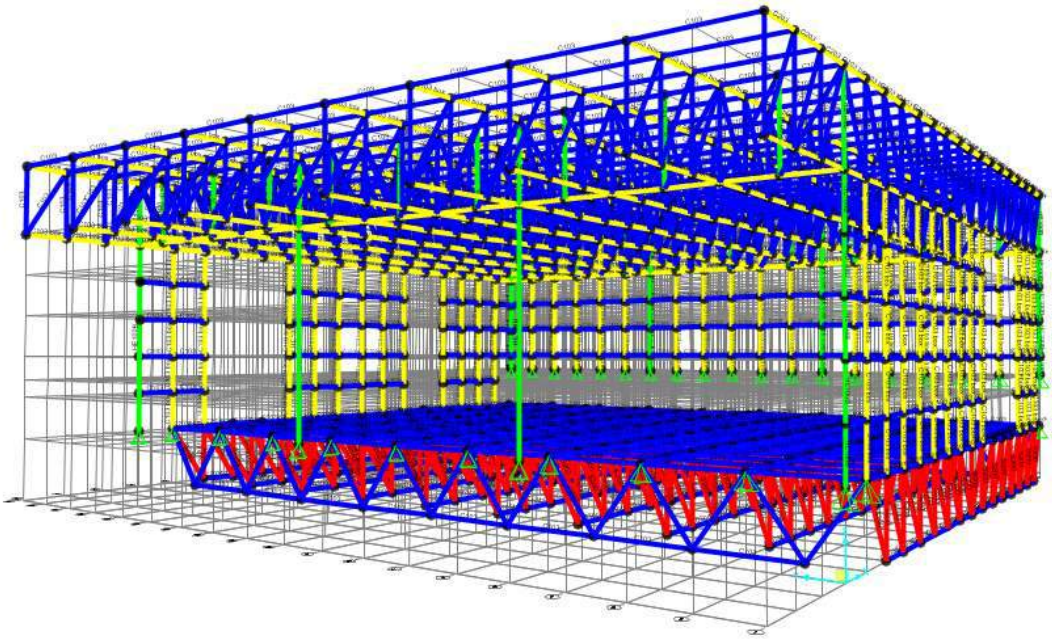
Un modo sencillo de diseñar las uniones suele ser emplear el principio de que cualquier distribución posible de fuerzas (fuerzas en los tornillos) en equilibrio con las solicitaciones exteriores supone un



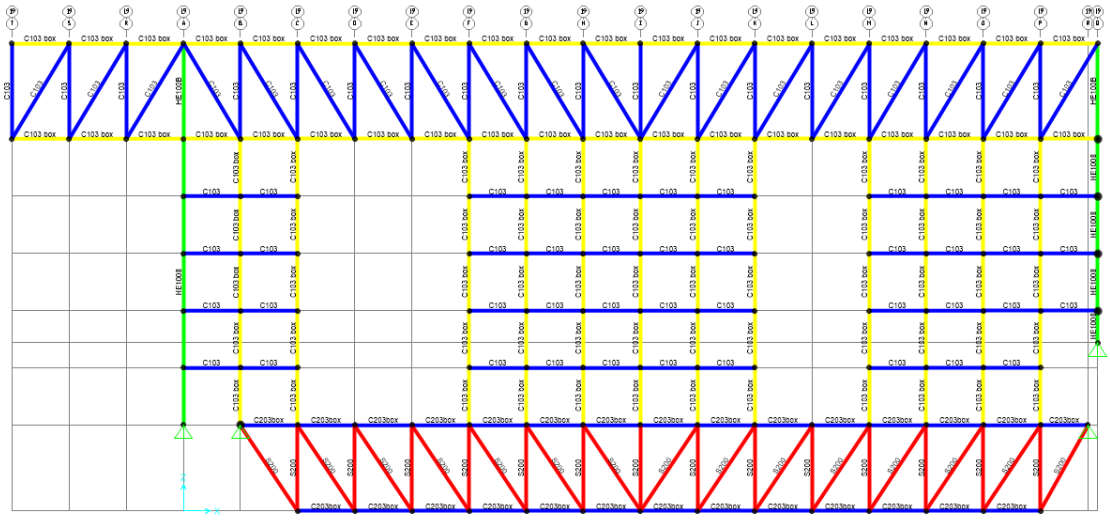
Esta forma de ejecutar la estructura es la mejor receta para evitar errores que en la mayoría de los casos puedan quedar ocultos, comprometiendo la seguridad estructural.

d	e1	e2	p1	p2
mm	mm	mm	mm	mm
4	12	6	12	12

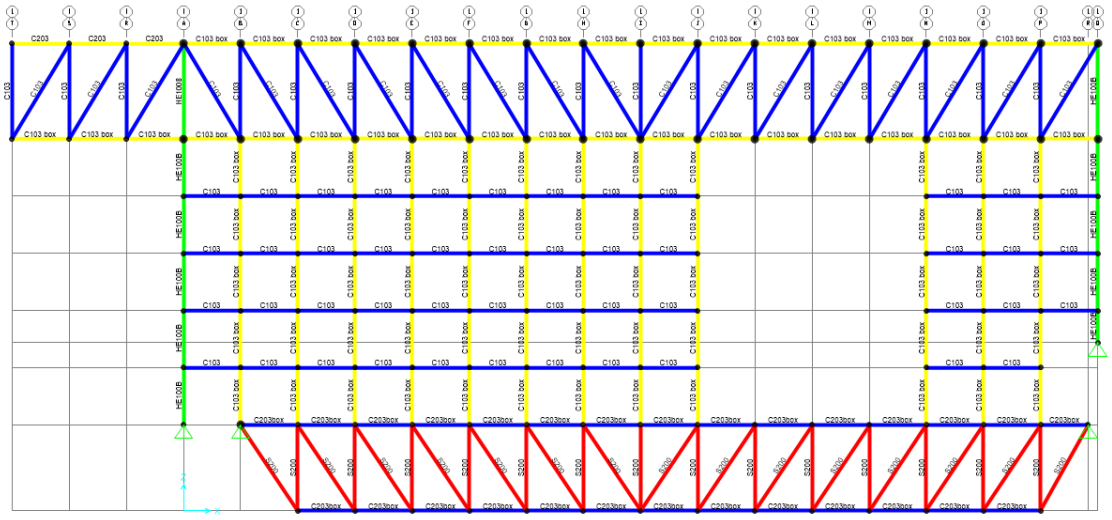
7 DESIGNACIÓN DE PERFILES



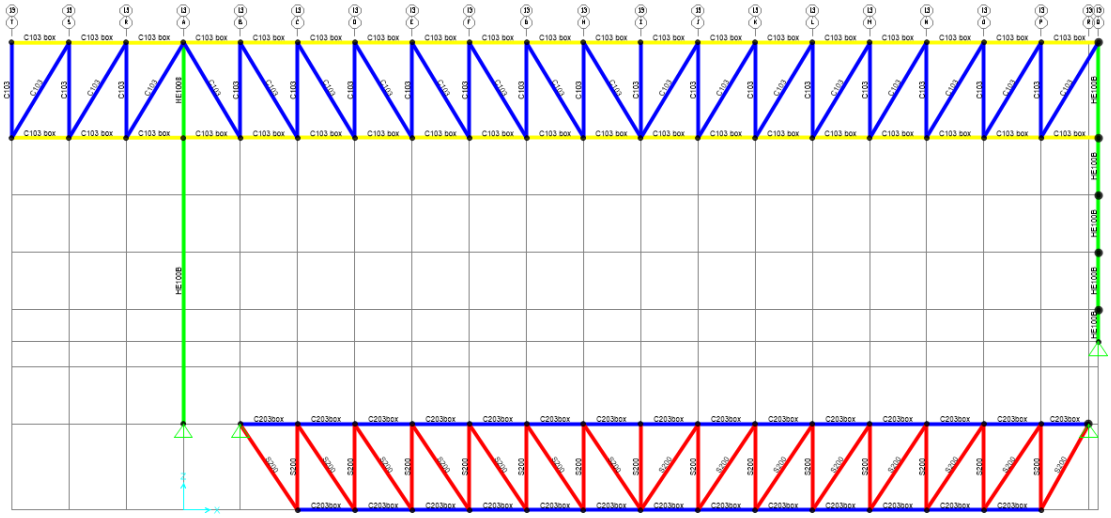
7.1 PORTICO EXTREMO ENTRADA



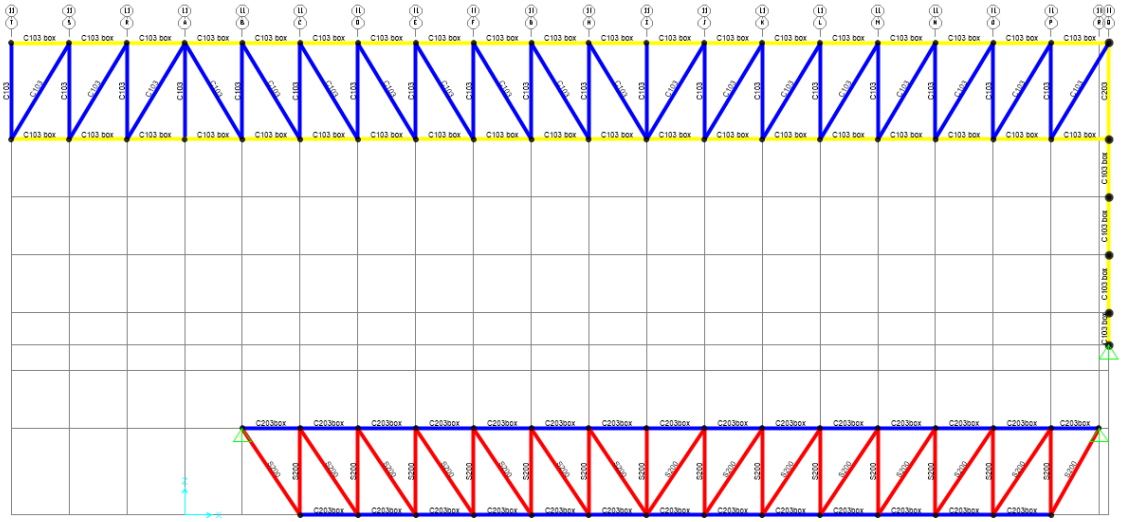
7.2 PORTICO EXTREMO



7.3 PORTICO INTERIOR

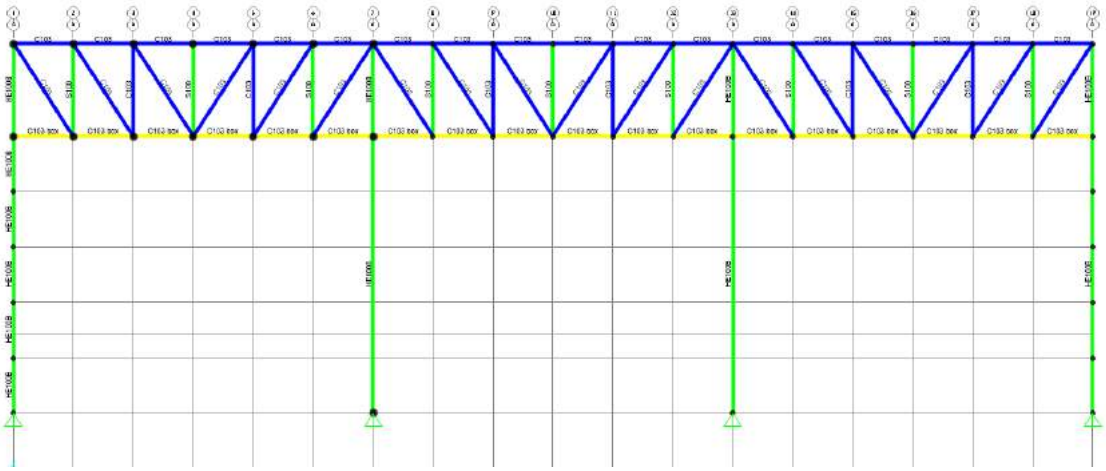


7.4 CELOSIAS INTERMEDIAS

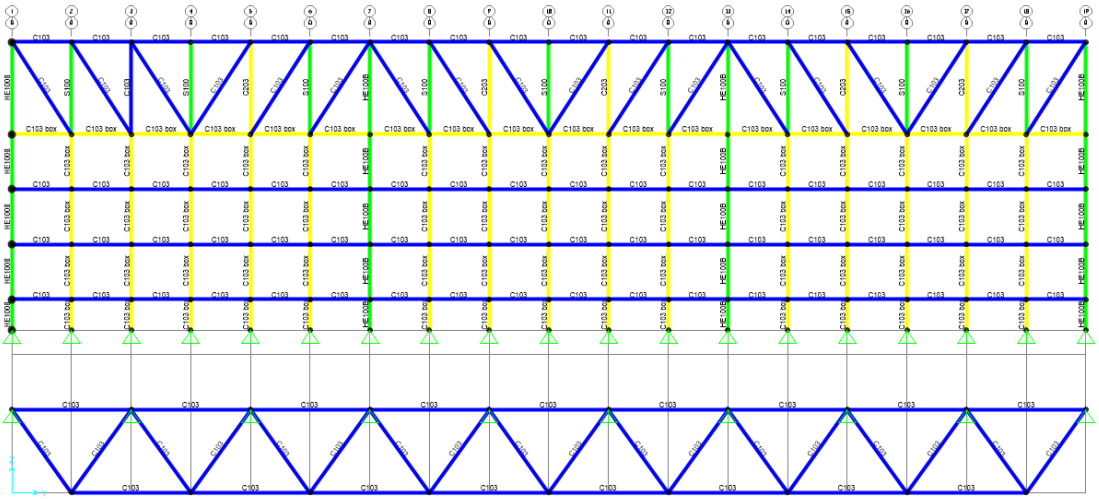


7.5 CORREAS

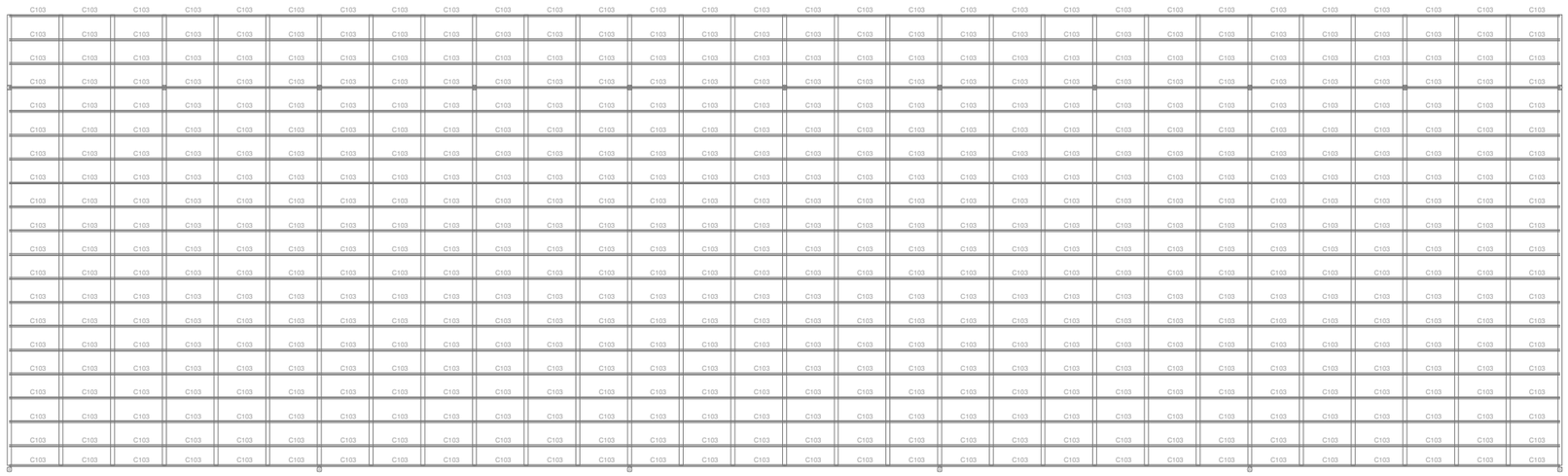
7.6 CELOSIA FACHADA



7.7 CELOSIA INTERIOR



ESTRUCTURA SUELO



ESTRUCTURA CUBIERTA

HORMIGONES.
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE´08

HORMIGONES

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	RESISTENCIA DE CÁLCULO	RELACIÓN REL. A/C	MIN. CONTENIDO CEMENTO	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD
EN MASA / LIMPIEZA	TIPO DE HORMIGÓN			150 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACIÓN	TIPO DE HORMIGÓN	20.0 N/mm2	0.50	300 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50
CONTENCIÓN(PANTALLA PILOTES)	TIPO DE HORMIGÓN	20.0 N/mm2	0.50	300 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50
PILARES Y PANTALLAS	TIPO DE HORMIGÓN	16.6 N/mm2	0.65	250 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50
FORJADOS, VIGAS Y RAMPAS	TIPO DE HORMIGÓN	16.6 N/mm2	0.65	250 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50

ARMADURAS PASIVAS

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	LIMITE ELÁSTICO	RESISTENCIA DE CÁLCULO	DISTANCIA MIN. A PARAMENT.	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD
CIMENTACIÓN	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	50 mm	NORMAL	1.15
CONTENCIÓN(PANTALLA PILOTES)	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	50 mm	NORMAL	1.15
PILARES Y PANTALLAS	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	25 mm	NORMAL	1.15
FORJADOS, VIGAS Y RAMPAS	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	25 mm	NORMAL	1.15
MALLAZO DE REPARTO	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	25 mm	NORMAL	1.15

CONTROL DE EJECUCIÓN
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD (E.L.U.)

	SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA		SITUACIÓN ACCIDENTAL	
TIPO DE ACCIÓN	EF. FAVORABLE	EF. DESFAVORABLE	EF. FAVORABLE	EF. DESFAVORABLE
PERMANENTE	1.00	1.35	1.00	1.00
PRETENSADO	1.00	1.00	1.00	1.00
PERMANENTE DE VALOR NO CONST.	1.00	1.50	1.00	1.00
VARIABLE	0.00	1.50	0.00	1.00
ACCIDENTAL	-	-	1.00	1.00

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO

TIPO DE HORMIGÓN	A LOS SIETE (7) DÍAS	A LOS VEINTIOCHO (28) DÍAS
HA-25	≥16.5 N/mm²	≥25.0 N/mm²
HA-30	≥19.5 N/mm²	≥30.0 N/mm²

OBSERVACIONES:
- PARA TODOS LOS ELEMENTOS DE H.A. SE EMPLEARÁ CEMENTO TIPO CEM I 42.5 SR LINE 80301-96
- EL ACERO EMPLEADO PARA LAS ARMADURAS DEBERÁ ESTAR GARANTIZADO POR SELLO AENOR
- EN CARAS DE HORMIGÓN EN CONTACTO CON EL TERRENO NATURAL SE DEJARÁ UN RECUBRIMIENTO DE 70mm
- DE ACUERDO CON NCSE-02 NO SE HA ADOPTADO A LA ESTRUCTURA DE UN GRADO DE DUCTILIDAD ESPECIAL

ACEROS
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CTE

ACERO ESTRUCTURAL

DESIGNACIÓN	CALIDAD	LIMITE ELÁSTICO	TENSIÓN ROTURA	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
PERFILES LAMINADOS	S 275 JR	275 N/mm2	410 N/mm2	1.05 1.10
CHAPAS	S 275 JR	275 N/mm2	410 N/mm2	1.05 1.10

TORNILLOS

DESIGNACIÓN	CALIDAD	LIMITE ELÁSTICO	TENSIÓN ROTURA	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
TORNILLOS ORDINARIOS "T"	4.6	240 N/mm2	400 N/mm2	1.25
TORNILLOS CALIBRADOS "TC"	5.6	300 N/mm2	500 N/mm2	1.25
TORNILLOS ALTA RESISTENCIA "TR"	10.9	900 N/mm2	1000 N/mm2	1.25

PERNOS DE ANCLAJE

DESIGNACIÓN	CALIDAD	LIMITE ELÁSTICO	TENSIÓN ROTURA	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
PERNO DE ANCLAJE	B-500s	500 N/mm2	435 N/mm2	1.25

OBSERVACIONES:
- VER NOTAS ESPECIFICAS PARA ESTRUCTURA METÁLICA
- TODAS LAS SOLDADURAS EN ÁNGULO SERÁN DE ESPESOR 0.70 VECES EL ESPESOR MÍNIMO DE LAS CHAPAS A UNIR
- TODAS LAS SOLDADURAS A TOPE SERÁN DE PENETRACIÓN COMPLETA
- LOS PERNOS DE ANCLAJE DEBERÁN TENER CERTIFICACIÓN AENOR

LONGITUDES DE ANCLAJE Y SOLAPE (HA-25/HA-30 Y B-500s)

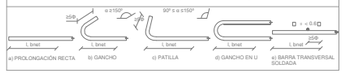
LONGITUD DE ANCLAJE (Lb)			LONGITUD DE SOLAPE (Ls)		
DIÁMETRO DE BARRA	ADHERENCIA BUENA (POS.I)	ADHERENCIA DEFIC. (POS.II)	DIÁMETRO DE BARRA	ADHERENCIA BUENA (POS.I)	ADHERENCIA DEFIC. (POS.II)
Φ 8 mm	350 mm	280 mm	Φ 8 mm	400 mm	560 mm
Φ 10 mm	250 mm	350 mm	Φ 10 mm	500 mm	700 mm
Φ 12 mm	300 mm	420 mm	Φ 12 mm	600 mm	840 mm
Φ 16 mm	400 mm	560 mm	Φ 16 mm	800 mm	1120 mm
Φ 20 mm	600/520 mm	840/730 mm	Φ 20 mm	1200/1040 mm	1680/1460 mm
Φ 25 mm	940/810 mm	1310/1140 mm	Φ 25 mm	1880/1620 mm	2630/2260 mm
Φ 32 mm	1540/1330 mm	2150/1860 mm	Φ 32 mm	3080/2660 mm	4300/3720 mm

POSICIÓN I (ADHERENCIA BUENA):
.PARA LAS ARMADURAS QUE DURANTE EL HORMIGONADO FORMAN CON LA HORIZONTAL UN ÁNGULO COMPRENDIDO ENTRE 45º Y 90º O QUE EN EL CASO DE FORMAR UN ÁNGULO INFERIOR A 45º, ESTÁN SITUADAS EN LA MITAD INFERIOR DE LA SECCIÓN O A UNA DISTANCIA IGUAL A MAYOR A 30cm. DE LA CARA SUPERIOR DE UNA CAPA DE HORMIGONADO.
.GENERALMENTE ARMADOS VERTICALES (PILARES,MUROS...) Y CARAS INFERIORES DE ESTRUCTURA HORIZONTAL (FORJADOS,VIGAS...)

POSICIÓN II (ADHERENCIA DEFICIENTE):
.PARA LAS ARMADURAS QUE DURANTE EL HORMIGONADO, NO SE ENCUENTRAN EN NINGUNO DE LOS CASOS ANTERIORES.
.GENERALMENTE CARA SUPERIOR DE ESTRUCTURA HORIZONTAL (FORJADOS,VIGAS).

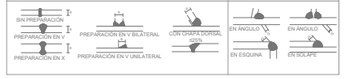
.LONGITUDES CALCULADAS PARA UNA CANTIDAD DE BARRAS SOLAPADAS EN TRACCIÓN >50% EN UNA SECCIÓN SOBRE EL ÁREA TOTAL DE BARRAS. PARA CASOS PARTICULARES VER TABLA 66.5.2 (EHE).
.LA LONGITUD DE SOLAPE DE BARRAS EN COMPRESIÓN SERÁ IGUAL A LA LONGITUD DE ANCLAJE EN PROLONGACIÓN RECTA.
.LAS LONGITUDES DE ANCLAJES DEFINIDAS EN LAS TABLAS SON VÁLIDAS SI LAS ARMADURAS TIENEN HOMOLOGADAS LA ADHERENCIA EN EL ENSAYO DEL BEAM-TEST

TIPOS DE ANCLAJE DE BARRAS



ESPECIFICACIONES PARA SOLDADURA

EJECUCIÓN	BORDES	ELECTRODOS	
ARCO ELÉCTRICO MANUAL	ESCUADROS	RESIST. A TRACCIÓN ≥ 2 N/mm2 ALARG. EN ROTURA ≥ 20%, RESILIENCIA ≥ 5	
CORDÓN DE SOLDADURA A TOPE			CORDÓN DE SOLDADURA EN ÁNGULO



NOTAS GENERALES

1.- LAS ACOTACIONES EN PLANTAS SE REPRESENTAN EN m. Y EN PLANOS DE PILARES Y DE PÓRTICOS EN cm.
2.- TODOS LOS DATOS RELATIVOS A LA GEOMETRÍA DE ESTE PROYECTO (COTAS, HUECOS, PENDIENTES, ETC.) SE VERIFICARÁN CON LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.
3.- LOS ELEMENTOS INCLUIDOS EN LOS PLANOS SE EJECUTARÁN SEGÚN LAS INDICACIONES DE LA D.F.
4.- NO SE PODRÁ PROCEDER AL HORMIGONADO DE CUALQUIER ELEMENTO ESTRUCTURAL EN LA OBRA SIN LA APROBACIÓN EXPRESA POR PARTE DE LA D.F.

NOTAS REPLANTEO

1.- PLANOS DE ESTRUCTURAS NO VÁLIDOS PARA REPLANTEO. PARA REPLANTEO DE CUALQUIER ELEMENTO, VER PLANOS DE ARQUITECTURA.
2.- LAS COTAS DE LOS NIVELES ESTÁN DADAS TOMANDO COMO COTA ± 0.00, LA MISMA QUE EN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.

Datos del Forjado

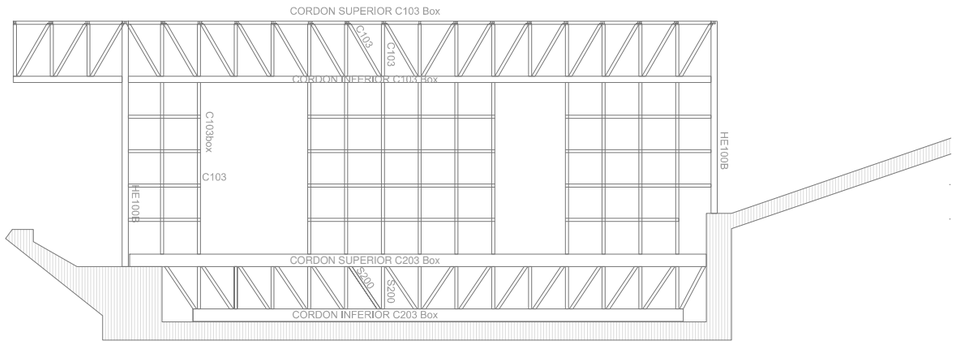
PLANO
ESTRUCTURA
SUELO Y CUBIERTA

PLANO Nº
01 /3

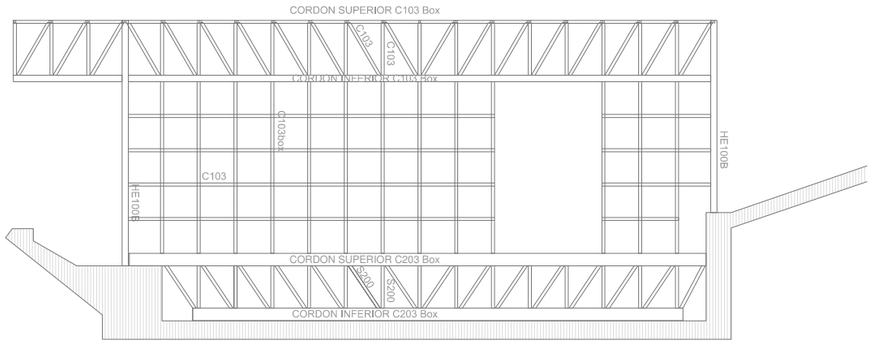
ESCALA
1/150

PRACTICA
M_4.2 ESTRUCTURAS DE ACERO PEQUEÑO ESPESOR

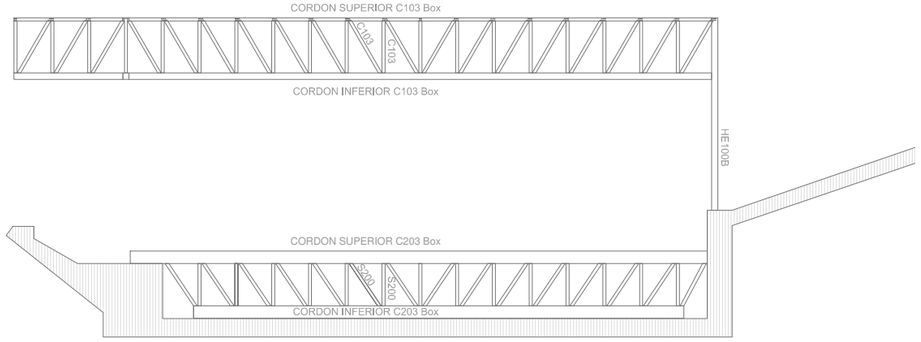
ALUMNOS



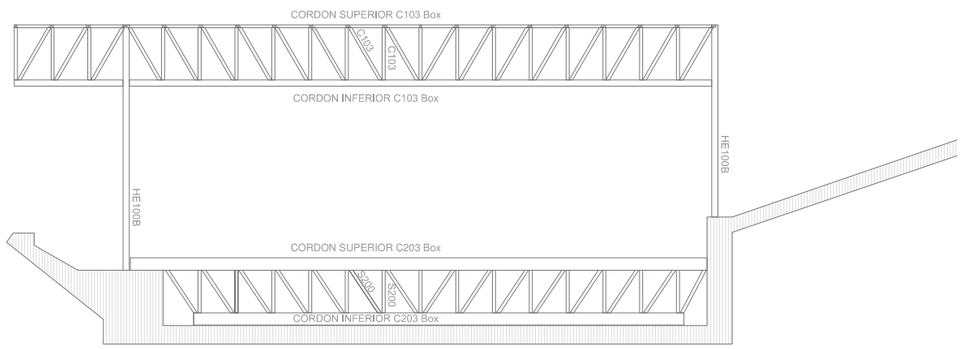
FACHADA ACCESO



FACHADA EXTREMA



SECCIÓN CELOSÍA INTERMEDIA



SECCIÓN PORTICO INTERMEDIO

HORMIGONES.
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE´08

HORMIGONES

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE HORMIGÓN	RESISTENCIA DE CÁLCULO	RELACIÓN REL. A/C	MIN. CONTENIDO CEMENTO	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD
EN MASA / LIMPIEZA	TIPO DE HORMIGÓN			150 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50
CIMENTACIÓN	TIPO DE HORMIGÓN	20.0 N/mm2	0.50	350 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50
CONTENCIÓN(PANTALLA PILOTES)	TIPO DE HORMIGÓN	20.0 N/mm2	0.50	350 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50
PILARES Y PANTALLAS	TIPO DE HORMIGÓN	16.6 N/mm2	0.60	250 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50
FORJADOS, VIGAS Y RAMPAS	TIPO DE HORMIGÓN	16.6 N/mm2	0.60	250 Kg/m3	ESTADÍSTICO	1.50

ARMADURAS PASIVAS

ELEMENTO ESTRUCTURAL	TIPO DE ACERO	LIMITE ELÁSTICO	RESISTENCIA DE CÁLCULO	DISTANCIA MIN. A PARAMENT.	NIVEL DE CONTROL	COEF. DE SEGURIDAD
CIMENTACIÓN	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	50 mm	NORMAL	1.15
CONTENCIÓN(PANTALLA PILOTES)	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	50 mm	NORMAL	1.15
PILARES Y PANTALLAS	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	25 mm	NORMAL	1.15
FORJADOS, VIGAS Y RAMPAS	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	25 mm	NORMAL	1.15
MALLAZO DE REPARTO	B-500s	500 N/mm2	434 N/mm2	25 mm	NORMAL	1.15

CONTROL DE EJECUCIÓN
COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD (E.L.U.)

	SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA		SITUACIÓN ACCIDENTAL	
TIPO DE ACCIÓN	EF. FAVORABLE	EF. DESFAVORABLE	EF. FAVORABLE	EF. DESFAVORABLE
PERMANENTE	1.00	1.35	1.00	1.00
PRETENSADO	1.00	1.00	1.00	1.00
PERMANENTE DE VALOR NO CONST.	1.00	1.50	1.00	1.00
VARIABLE	0.00	1.50	0.00	1.00
ACCIDENTAL	-	-	1.00	1.00

RESISTENCIAS CARACTERÍSTICAS DE PROYECTO

TIPO DE HORMIGÓN	A LOS SIETE (7) DIAS	A LOS VEINTIOCHO (28) DIAS
HA-25	≥16.3 N/mm²	≥25.0 N/mm²
HA-30	≥19.3 N/mm²	≥30.0 N/mm²

OBSERVACIONES:
- PARA TODOS LOS ELEMENTOS DE H.A. SE EMPLEARÁ CEMENTO TIPO CEM I 42.5 SR UNE 80301:96
- EL ACERO EMPLEADO PARA LAS ARMADURAS DEBERÁ ESTAR GARANTIZADO POR SELLO AENOR
- EN CARAS DE HORMIGÓN EN CONTACTO CON EL TERRENO NATURAL SE DEJARÁ UN RECUBRIMIENTO DE 70mm
- DE ACUERDO CON NCSE-02 NO SE HA DOTADO A LA ESTRUCTURA DE UN GRADO DE DUCTILIDAD ESPECIAL.

ACEROS
CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN CTE

ACERO ESTRUCTURAL

DESIGNACIÓN	CALIDAD	LIMITE ELÁSTICO	TENSIÓN ROTURA	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
PERFILES LAMINADOS	S 275 JR	275 N/mm2	410 N/mm2	1.05 1.10
CHAPAS	S 275 JR	275 N/mm2	410 N/mm2	1.05 1.10

TORNILLOS

DESIGNACIÓN	CALIDAD	LIMITE ELÁSTICO	TENSIÓN ROTURA	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
TORNILLOS ORDINARIOS "T"	4.6	240 N/mm2	400 N/mm2	1.25
TORNILLOS CALIBRADOS "TC"	5.6	300 N/mm2	500 N/mm2	1.25
TORNILLOS ALTA RESISTENCIA "TR"	10.9	900 N/mm2	1000 N/mm2	1.25

PERNOS DE ANCLAJE

DESIGNACIÓN	CALIDAD	LIMITE ELÁSTICO	TENSIÓN ROTURA	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
PERNO DE ANCLAJE	B-500s	500 N/mm2	435 N/mm2	1.25

OBSERVACIONES:
- VER NOTAS ESPECIFICAS PARA ESTRUCTURA METÁLICA
- TODAS LAS SOLDADURAS EN ÁNGULO SERÁN DE ESPESOR 0.70 VECES EL ESPESOR MÍNIMO DE LAS CHAPAS A UNIR
- TODAS LAS SOLDADURAS A TOPE SERÁN DE PENETRACIÓN COMPLETA
- LOS PERNOS DE ANCLAJE DEBERÁN TENER CERTIFICACIÓN AENOR

LONGITUDES DE ANCLAJE Y SOLAPE (HA-25/HA-30 Y B-500s)

LONGITUD DE ANCLAJE (Lb)			LONGITUD DE SOLAPE (Ls)		
DIÁMETRO DE BARRA	ADHERENCIA BUENA (POS.I)	ADHERENCIA DEFIC. (POS.II)	DIÁMETRO DE BARRA	ADHERENCIA BUENA (POS.I)	ADHERENCIA DEFIC. (POS.II)
Φ 8 mm	350 mm	280 mm	Φ 8 mm	400 mm	560 mm
Φ 10 mm	250 mm	350 mm	Φ 10 mm	500 mm	700 mm
Φ 12 mm	300 mm	420 mm	Φ 12 mm	600 mm	840 mm
Φ 16 mm	400 mm	560 mm	Φ 16 mm	800 mm	1120 mm
Φ 20 mm	600/520 mm	840/730 mm	Φ 20 mm	1200/1040 mm	1680/1460 mm
Φ 25 mm	940/810 mm	1310/1140 mm	Φ 25 mm	1880/1620 mm	2630/2265 mm
Φ 32 mm	1540/1330 mm	2150/1860 mm	Φ 32 mm	3080/2660 mm	4300/3720 mm

POSICIÓN I (ADHERENCIA BUENA):
-PARA LAS ARMADURAS QUE DURANTE EL HORMIGONADO FORMAN CON LA HORIZONTAL UN ÁNGULO COMPRENDIDO ENTRE 45º Y 90º O QUE EN EL CASO DE FORMAR UN ÁNGULO INFERIOR A 45º, ESTÁN SITUADAS EN LA MITAD INFERIOR DE LA SECCIÓN O A UNA DISTANCIA IGUAL, A MAYOR A 30cm. DE LA CARA SUPERIOR DE UNA CAPA DE HORMIGONADO.
-GENERALMENTE ARMADOS VERTICALES (PILARES,MUROS...) Y CARAS INFERIORES DE ESTRUCTURA HORIZONTAL (FORJADOS, VIGAS...)

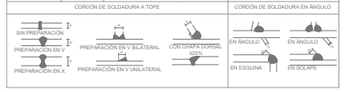
POSICIÓN II (ADHERENCIA DEFICIENTE):
-PARA LAS ARMADURAS QUE DURANTE EL HORMIGONADO, NO SE ENCUENTRAN EN NINGUNO DE LOS CASOS ANTERIORES.
-GENERALMENTE CARA SUPERIOR DE ESTRUCTURA HORIZONTAL (FORJADOS,VIGAS).

-LONGITUDES CALCULADAS PARA UNA CANTIDAD DE BARRAS SOLAPADAS EN TRACCIÓN >50% EN UNA SECCIÓN SOBRE EL ÁREA TOTAL DE BARRAS. PARA CASOS PARTICULARES VER TABLA 66.6.2 (EHE).
-LA LONGITUD DE SOLAPE DE BARRAS EN COMPRESIÓN SERÁ IGUAL A LA LONGITUD DE ANCLAJE EN PROLONGACIÓN RECTA.
-LAS LONGITUDES DE ANCLAJES DEFINIDAS EN LAS TABLAS SON VÁLIDAS SI LAS ARMADURAS TIENEN HOMOLOGADAS LA ADHERENCIA EN EL ENSAYO DEL BEAM TEST

TIPOS DE ANCLAJE DE BARRAS

ESPECIFICACIONES PARA SOLDADURA

EJECUCIÓN	BORDES	ELECTRODOS	
ARCO ELÉCTRICO MANUAL	ESCUADRES	RESIST. A TRACCIÓN ≥ A (N/mm²) ALARG. EN ROTURA ≥ 20%, RESILIENCIA ≥ 5	
CORDÓN DE SOLDADURA A TOPE			CORDÓN DE SOLDADURA EN ÁNGULO



NOTAS GENERALES

1.- LAS ACOTACIONES EN PLANTAS SE REPRESENTAN EN m. Y EN PLANOS DE PILARES Y DE PÓRTICOS EN cm.
2.- TODOS LOS DATOS RELATIVOS A LA GEOMETRÍA DE ESTE PROYECTO (COTAS, HUECOS, PENDIENTES, ETC.) SE VERIFICARÁN CON LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.
3.- LOS ELEMENTOS INCLUIDOS EN LOS PLANOS SE EJECUTARÁN SEGÚN LAS INDICACIONES DE LA D.F.
4.- NO SE PODRÁ PROCEDER AL HORMIGONADO DE CUALQUIER ELEMENTO ESTRUCTURAL EN LA OBRA SIN LA APROBACIÓN EXPRESA POR PARTE DE LA D.F.

NOTAS REPLANTEO

1.- PLANOS DE ESTRUCTURAS NO VÁLIDOS PARA REPLANTEO. PARA REPLANTEO DE CUALQUIER ELEMENTO, VER PLANOS DE ARQUITECTURA.
2.- LAS COTAS DE LOS NIVELES ESTÁN DADAS TOMANDO COMO COTA ± 0.00, LA MISMA QUE EN LOS PLANOS DE ARQUITECTURA.

Datos del Forjado

PLANO
ESTRUCTURA
SUELO Y CUBIERTA

PLANO Nº

01 /3

ESCALA

1/150

PRACTICA
M_4.2 ESTRUCTURAS DE ACERO PEQUEÑO ESPESOR

ALUMNOS

MEMORIA

EJERCICIO 01

M4 _2 Estructuras con perfiles de pequeño

Máster en Estructuras de la Edificación

Curso 2017/2018

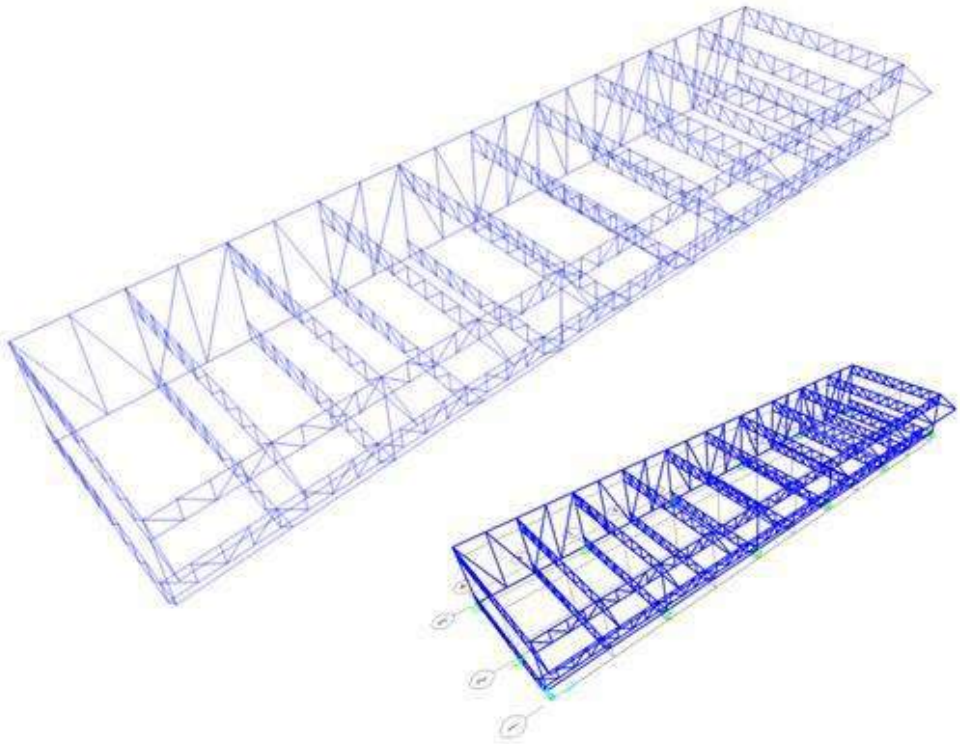
Índice

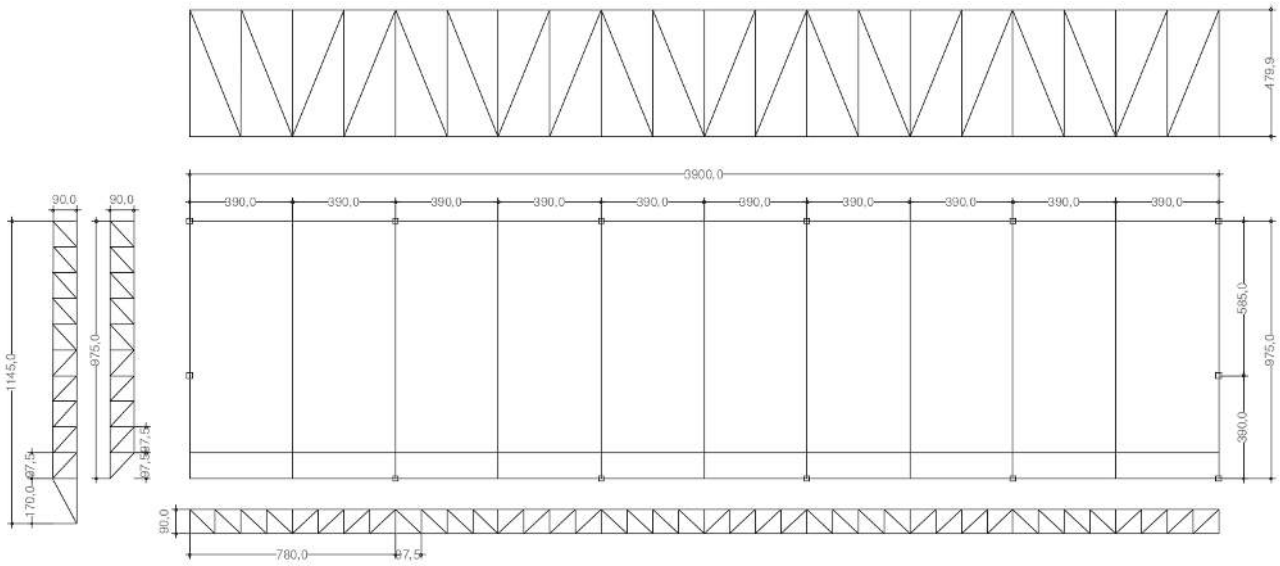
1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL ADOPTADA 2
2. ACCIONES CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO 5
4. RESISTENCIA AL FUEGO 6
5. SOLICITACIONES 7
6. DIMENSIONADO 8
7. ANEJOS 16

1. DESCRIPCIÓN DE LA SOLUCIÓN ESTRUCTURAL ADOPTADA

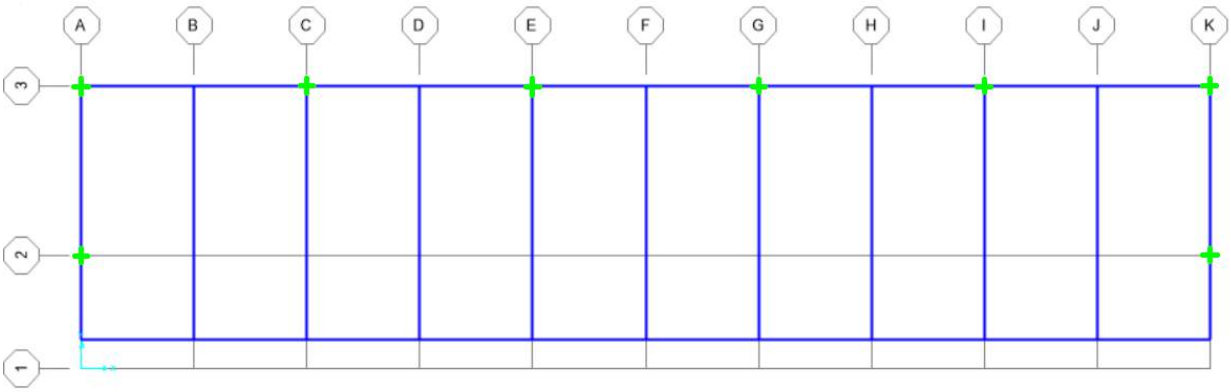
En el siguiente edificio se propone la creación de una nueva planta sobre un edificio existente a través de una estructura de perfiles de acero de pequeño espesor cuyo uso considerado de esta nueva planta será docente.

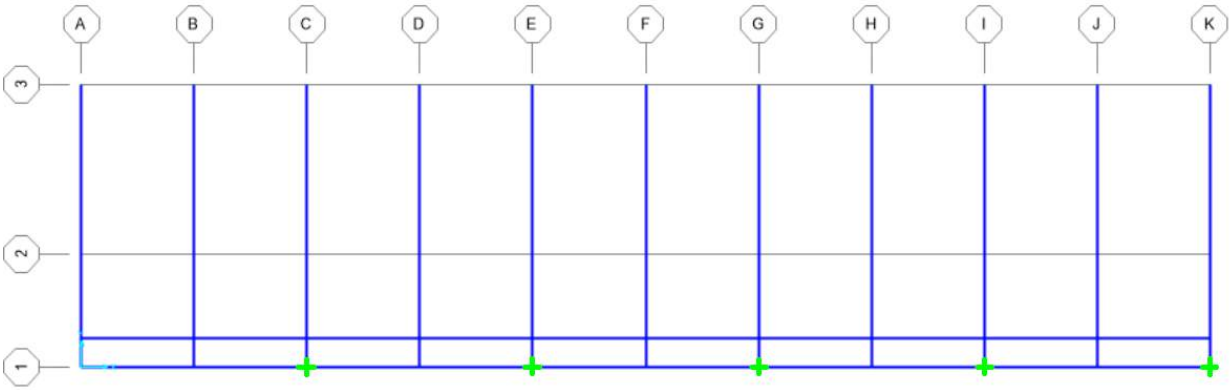
La nueva planta contará con una cristalera en su fachada sur, con lo cual las dos fachadas longitudinales tendrán distinta configuración. De acuerdo con esto, la estructura está marcada claramente en el sentido transversal sirviendo las fachadas longitudinales como nexo de unión entre los pórticos.





La distancia entre pórticos es de 3,90 m salvando una luz de 9,75 m. A la hora de diseñar esta estructura se ha tenido en cuenta las condiciones de contorno originales del edificio, por lo que en los pórticos extremos los apoyos varían teniendo el pórtico U tres apoyos y el pórtico A dos apoyos, quedando parte de este en voladizo.

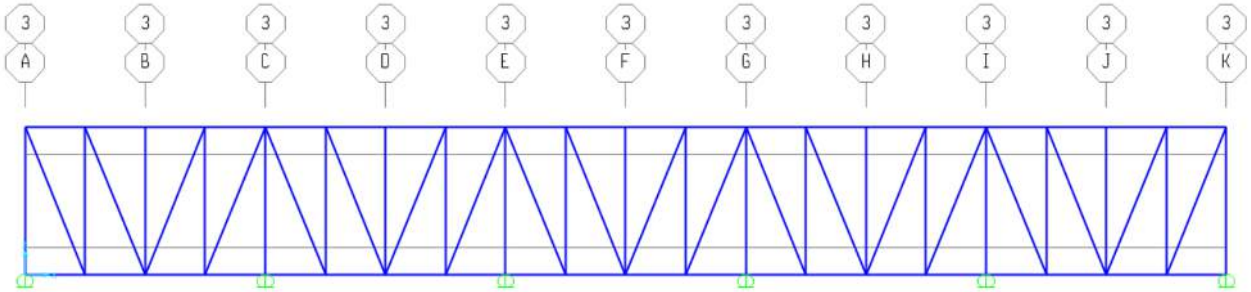




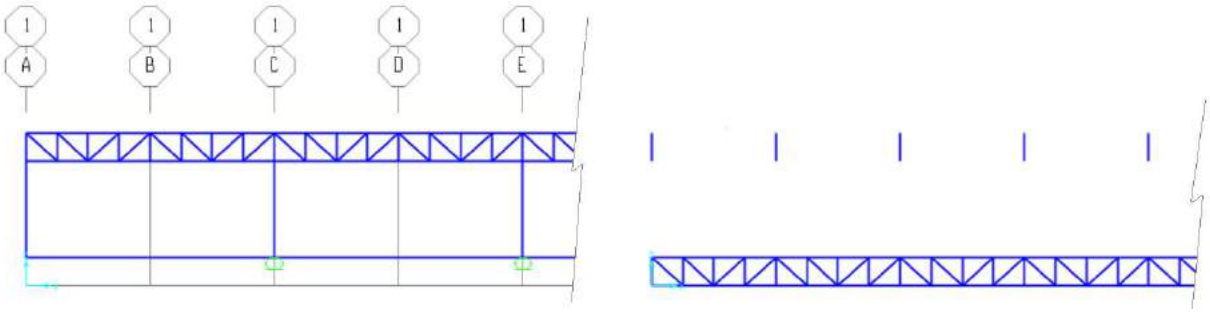
Apoyos

La fachada norte (1) se soluciona con una celosía de 4,80 m de altura y diagonales de 5,2 m de longitud; y la sur (2) con dos celosías de 0,90 m de canto unidas mediante soportes. Los pórticos transversales (3) incluyen una celosía que soporta la cubierta y que se prolonga hacia el exterior en forma de alero de 0,90 m de canto y dos celosías dobles en el plano del suelo debido a que soportan esfuerzos notablemente superiores del mismo canto, además, las diagonales consideradas son de 1,30 m.

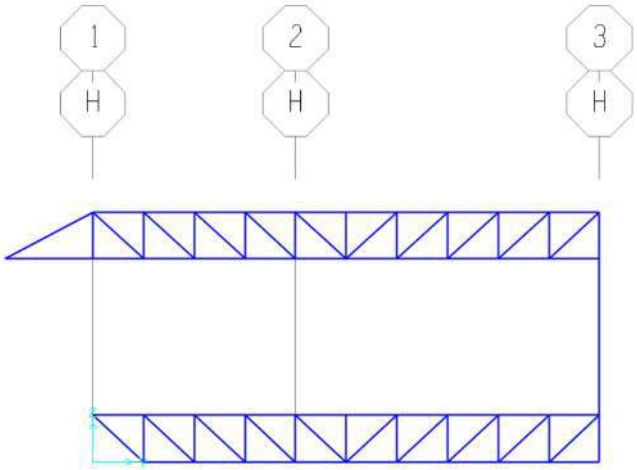
(1) Fachada norte:



(2) Fachada sur:



(3) Pórticos transversales:



Debido a que las cargas que soportan los soportes llegan a alcanzar los 600 kN se ha considerado oportuno disponer perfiles laminados a tales efectos, a saber, HE100 B y HE140 B.

El forjado se resuelve con una losa de hormigón con una chapa grecada, por este motivo no se considera la cubierta como ligera y no es necesarios tener en cuenta el viento de succión en la cara inferior del forjado superior.

Para obtener las solicitaciones de la estructura se ha introducido un modelo en SAP. Se ha considerado el viento en las dos direcciones de acuerdo con el procedimiento descrito en el CTE DB SE-AE cuyas tablas se reflejan en el punto 2 *"Acciones consideradas para el cálculo"* de la memoria.

2. ACCIONES CONSIDERADAS PARA EL CÁLCULO

Peso propio:

OFICINA:	Peso propio chapa grecada y hormigón	2,5 kN/m^2
	Solado	1,5 kN/m^2
	Tabiquería	1,0 kN/m^2
CUBIERTA:		
		1,0 kN/m^2

Sobrecarga de uso:

OFICINA:	3,0 kN/m^2
CUBIERTA:	1,0 kN/m^2

	G (kN/m^2)	Q (kN/m^2)	N (kN/m^2)
Oficina	5	3	0
Cubierta	1	1	0,1

CARGAS LINEALES:

Ancho tributario extremo: 1,95 m

Ancho tributario interior: 3,90 m

	CERCHA EXTREMO		CERCHA INTERIOR	
kN/m	**Cubierta**	**Oficina**	**Cubierta**	**Oficina**
G	1,95	9,75	3,90	19,50
Q	1,95	5,85	3,90	11,70
N	0,195	X	0,39	X

VIENTO:

Las cargas de viento en las dos direcciones perpendiculares se calculan según el *"Anejo D. Acción del viento"* del CTE DB SE-AE:

Longitudes (m):	
L_a	39,00
L_b	9,75
H	8,80

q_b = 0,52 kN/m^2 Canarias, Zona C

COTA	c_e ZONA I
7,80	2,9
3,90	2,5
0,00	0

		c_p	c_s	c_p+c_s
λ_a= L/H	0,23	0,7	-0,3	1,00
λ_b= L/H	0,90	0,8	-0,5	1,30

(m)	3,00	3,75	3,94	4,13	4,50	6,00	7,50	7,88	8,25	9,00	12,00
c_e ZONA IV	2,40	2,48	2,49	2,51	2,55	2,70	2,85	2,89	2,93	3,00	3,10

$q_e=q_b.c_e.c_p$	FACHADA					MURO TESTERO			
	Cara A					Cara B			
Cota (m)	kN/m^2	kN/m	kN	W	W/2	kN/m^2	kN/m	kN	W
7,80	1,45	2,83	110,27	**11,03**	**5,51**	1,89	3,68	35,84	**17,92**
3,90	1,25	2,44	95,06	**9,51**	**4,75**	1,63	3,17	30,90	**15,45**
0,00	0,00	0,00	0,00	**0,00**	**0,00**	0,00	0,00	0,00	**0,00**

3. COMBINACIONES DE CARGA

Las combinacion8es consideradas para el cálculo son las expuestas según el Eurocodigo 3-2005:

COMB 1: 1,35·G
COMB 2: 1,35·G + 1,5·Q
COMB 3: 1,35·G + 1,5·Q + 0,9·Wa
COMB 4: 1,35·G + 1,5·Q - 0,9·Wa
COMB 5: 1,35·G + 1,5·Q + 0,9·Wb
COMB 6: 1,35·G + 1,5·Q - 0,9·Wb
COMB 7: 1,35·G + 1,05·Q + 1,5·Wa
COMB 8: 1,35·G + 1,05·Q - 1,5·Wa
COMB 9: 1,35·G + 1,05·Q + 1,5·Wb
COMB 10: 1,35·G + 1,05·Q - 1,5·Wb
COMB 11: 1,35·G + 1,35·Q + 1,5·Wa
COMB 12: 1,35·G + 1,35·Q - 1,5·Wa
COMB 13: 1,35·G + 1,35·Q + 1,5·Wb
COMB 14: 1,35·G + 1,35·Q - 1,5·Wb
COMB 15: G + Q + 1,5·Wa
COMB 16: G + Q - 1,5·Wa
COMB 17: G + Q + 1,5·Wb
COMB 18: G + Q - 1,5·Wb
COMB 19: G + Q

4. RESISTENCIA AL FUEGO

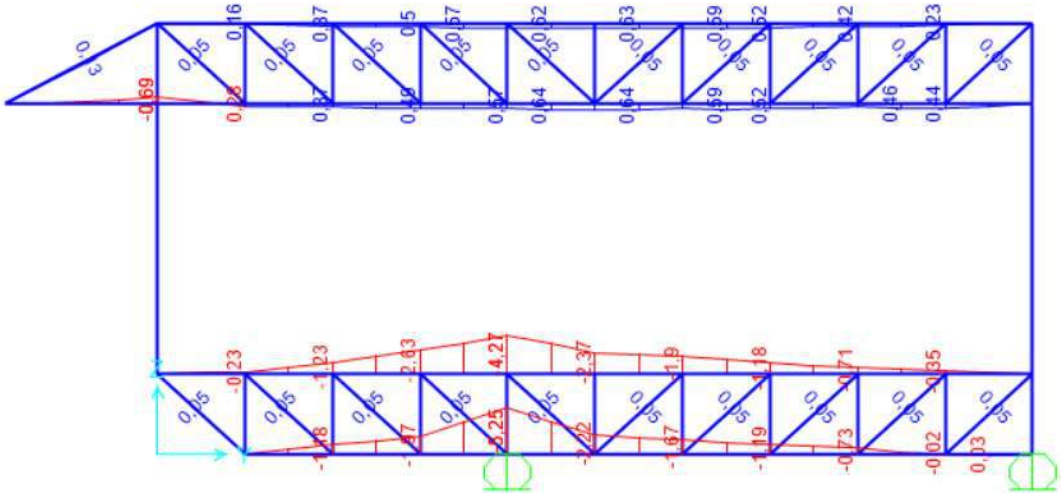
La resistencia al fuego requerida se consigue mediante el revestimiento, debido a que la estructura está compuesta por perfiles de acero de pequeño espesor. Todos los perfiles van protegidos, y los elementos estructurales tienen que quedarse a una temperatura inferior de los 350°C.

Los forjados por la parte inferior son recubiertos con paneles de yeso ignífugos y las cerchas del altillo se revisten con elementos del mismo material.

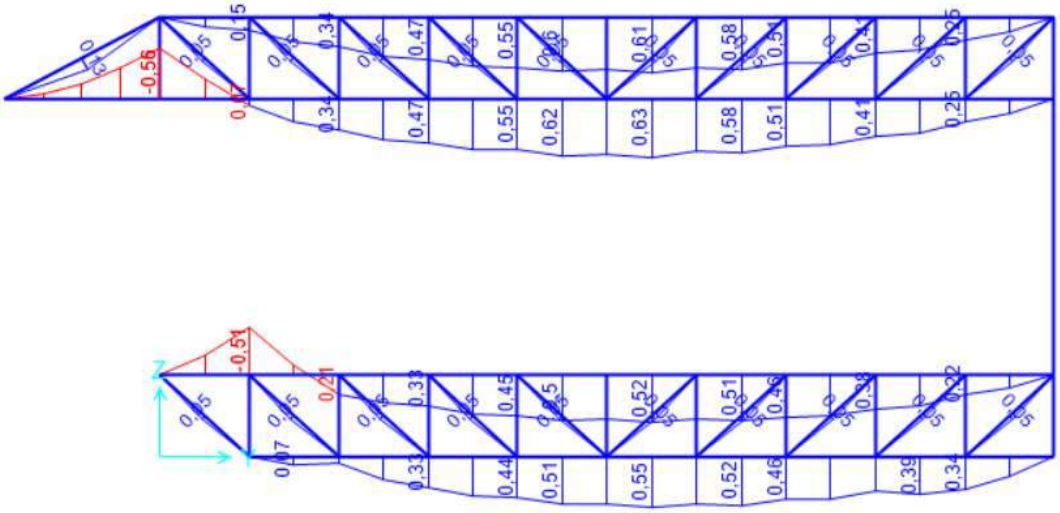
5. SOLICITACIONES

ESFUERZO MOMENTO:

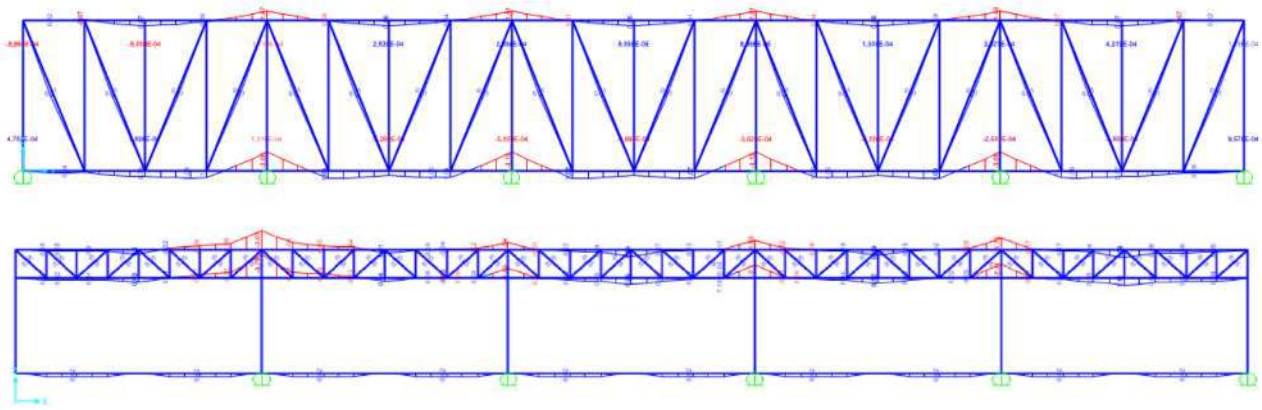
- Extremo:



- Interior:



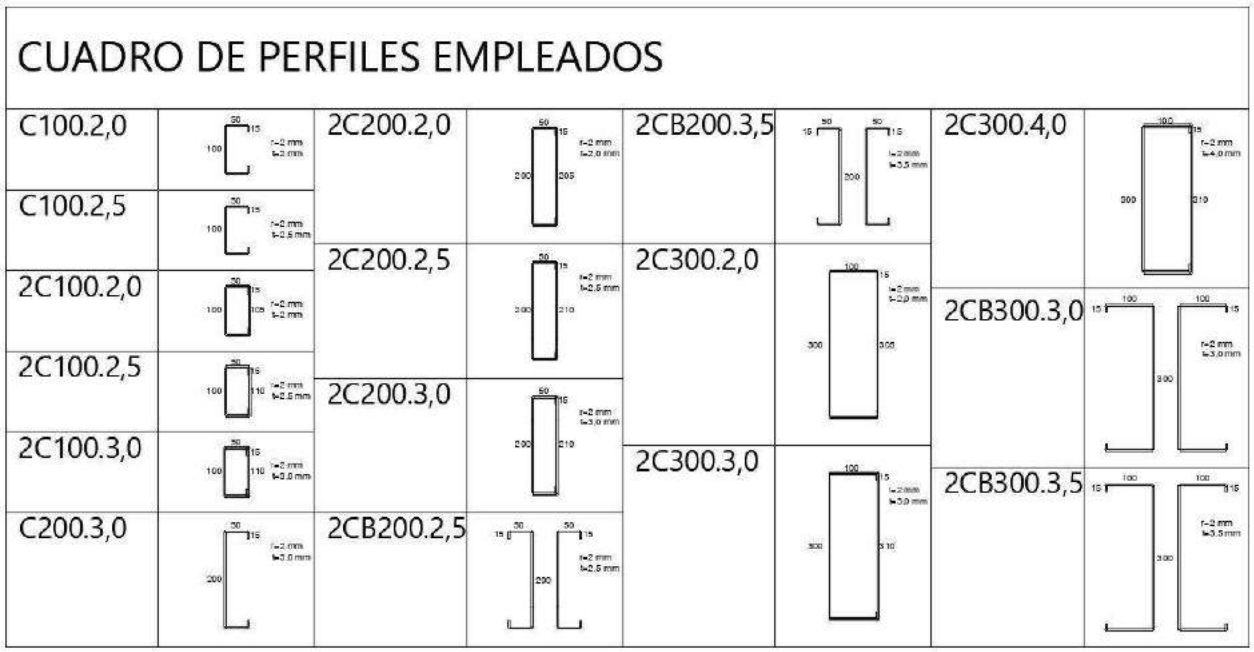
- Extremos:



6. DIMENSIONADO

Para el dimensionado de los elementos de las celosías se ha empleado el programa AISIWIN empleando el código *2001 (LRFD) w/2004 Supplement* comparando los esfuerzos axiles de la estructura con los resistidos por el perfil.

Los perfiles base utilizado son C.100, C.200 y C.300 con espesores que oscilan de 2 a 4 mm y en distintas configuraciones que se indican a continuación:



El cálculo de los esfuerzos resistidos por los perfiles se ha realizado de diferente manera en función de la configuración de estos:

Perfil C: mediante la opción de “single” del programa.

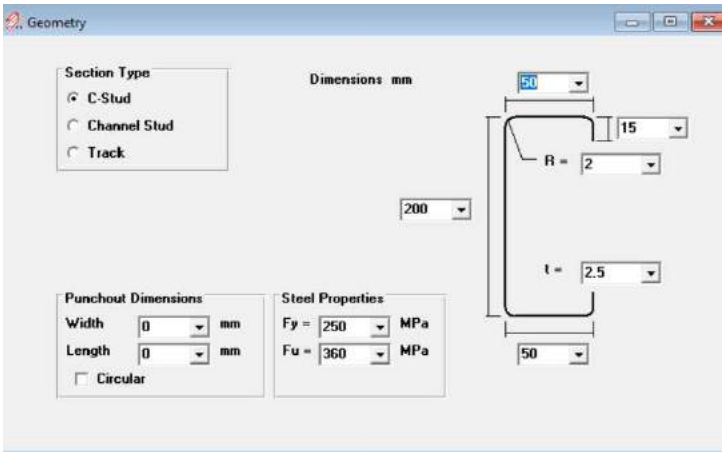
Perfil 2C: se trata de un cajón cerrado compuesto por un perfil C y un perfil “U”, este de altura ligeramente superior al que envuelve para poder encajar. El esfuerzo resistido de este tipo de perfil es la suma de los esfuerzos obtenidos por separado de los dos elementos que lo componen, por un lado, se calcula como “single” el perfil C y por otro, de la misma manera, el perfil U.

Perfil 2CB: consiste en dos perfiles C colocados “de espalda”. En este caso, el programa tiene la opción de cálculo de este tipo de perfiles, Back to Back.

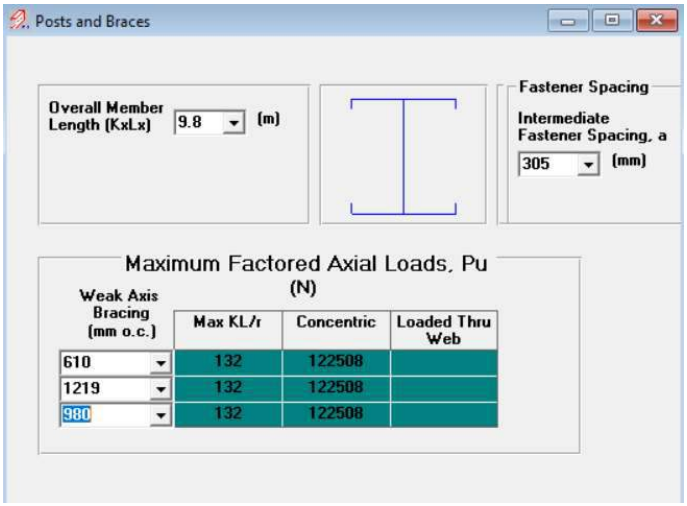
A continuación, se muestra un ejemplo de cálculo de la celosía superior de la fachada lateral:

Cordón superior:

Una vez seleccionada la opción de “Back to Back”, se introducen las dimensiones del perfil:

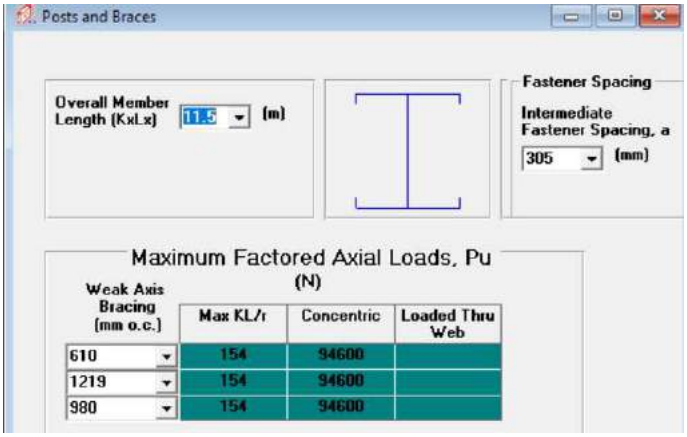


Los cordones tienen una longitud de 9,8 m y se encuentran arriostrados cada 0,98 m, obteniéndose un esfuerzo resultante de 122,5 kN que es superior al mayor esfuerzo que soportan estas celosías, 96 kN, por lo que el perfil cumple.



Cordón inferior:

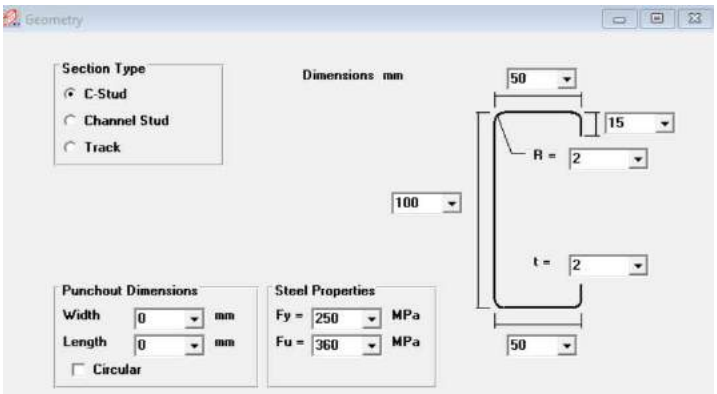
El cordón inferior también se realiza con perfiles compuestos "Back to Back" de las mismas dimensiones que el superior. La longitud de estos es mayor, con un valor de 11,5 m, y tiene arriostramientos dispuestos a la misma distancia que el anterior, 0,98 m, por tanto:



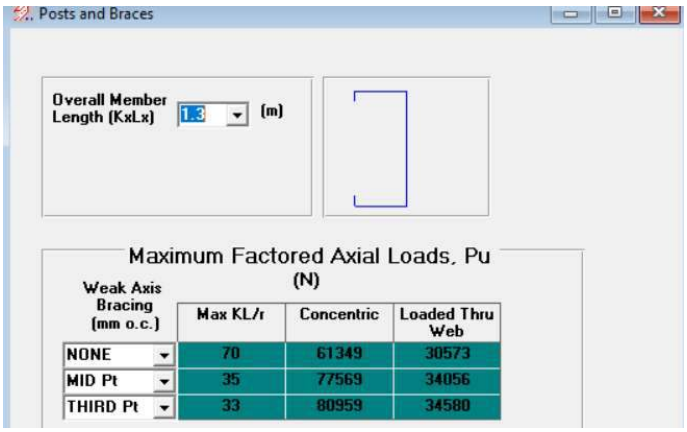
El esfuerzo resistido es de 94,6 kN, superior a los 86 kN que está sometido el cordón, por lo que el perfil es válido.

Diagonal:

Se trata de un perfil C único, por lo que se calcula con la opción "single", y se introducen los valores del perfil:

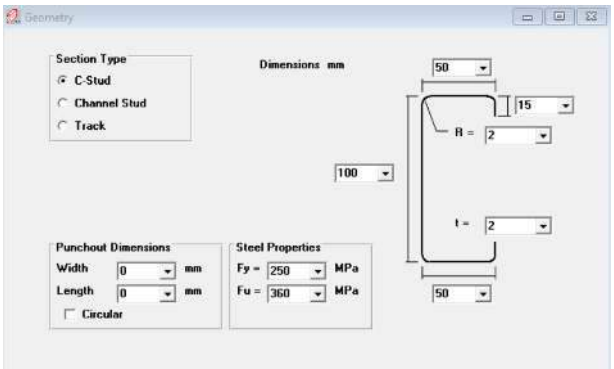


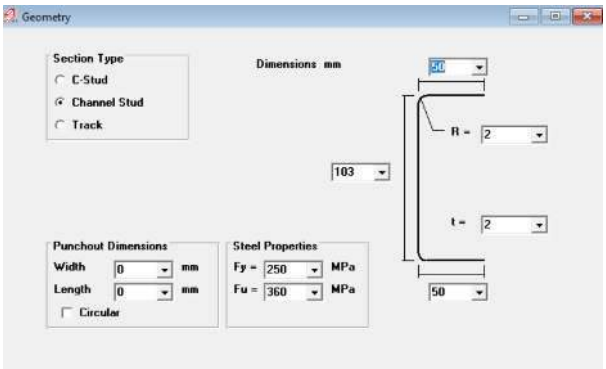
La longitud de la diagonal es de 1,3 m y no se encuentra arriostrada en toda su longitud, por lo que el esfuerzo resistido es el que indica la casilla de "NONE" con un valor de 61,3 kN > 50 kN, lo que indica que le perfil cumple las condiciones.

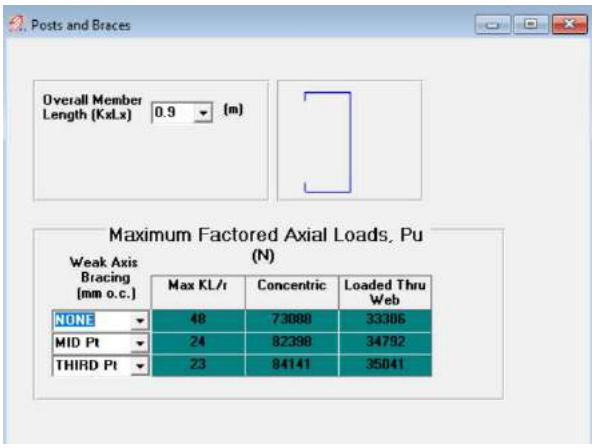


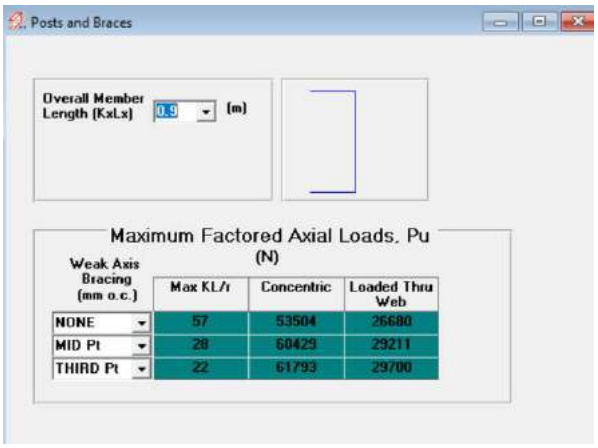
Montante:

Por último, el montante es un perfil en cajón compuesto por los perfiles C y U, por lo que se va a calcular los esfuerzos resistido por cada uno de los perfiles por separado. La longitud del montante de es 0,90 m y no está arriostrado.









Finalmente, el esfuerzo total resistido por el perfil compuesto es:

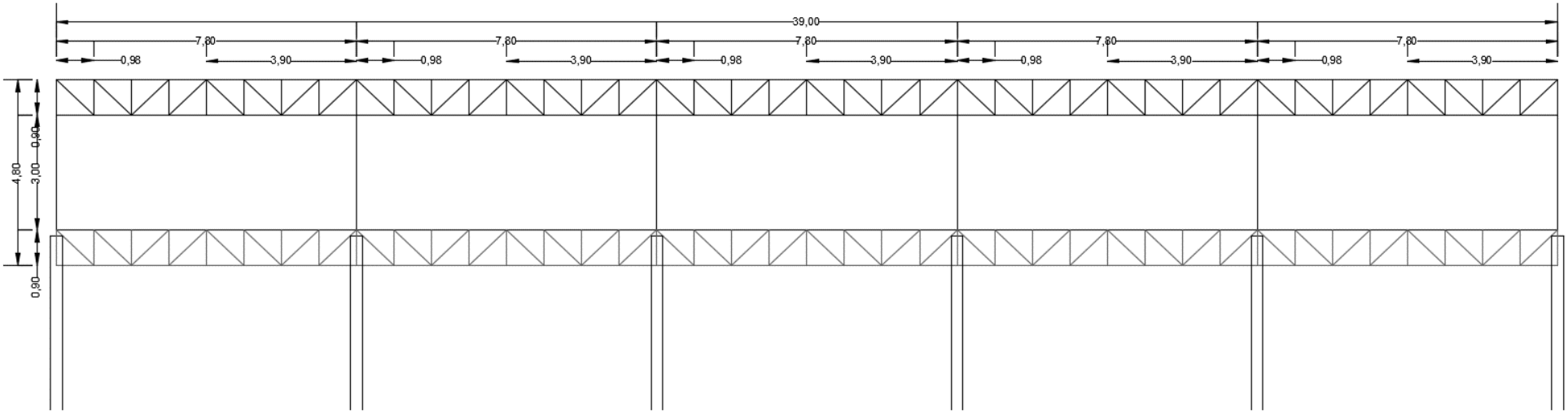
Perfil C = 73,1 kN
Perfil U = 53,5 kN

Cajón → 126,6 kN > 80 kN

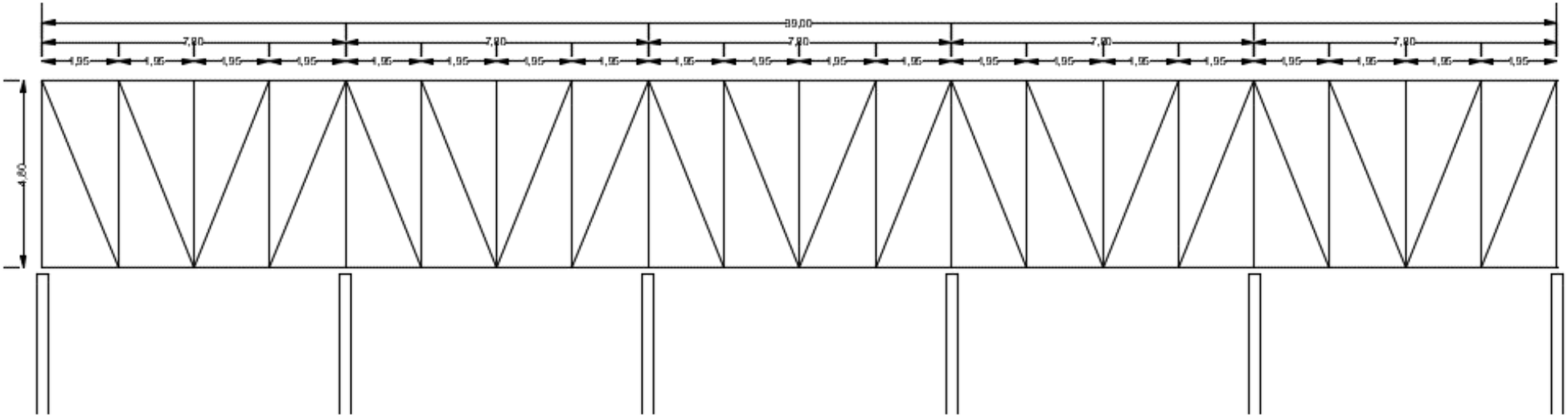
El resto de las comprobaciones se ha realizado con el mismo procedimiento, modificando los perfiles que fuesen necesarios. A continuación, se muestra las tablas resumen de cada uno de los elementos:

- Axil máximo del elemento empleado para dimensionar el perfil (kN)
- Longitud de la barra (m)
- Designación perfil pequeño espesor

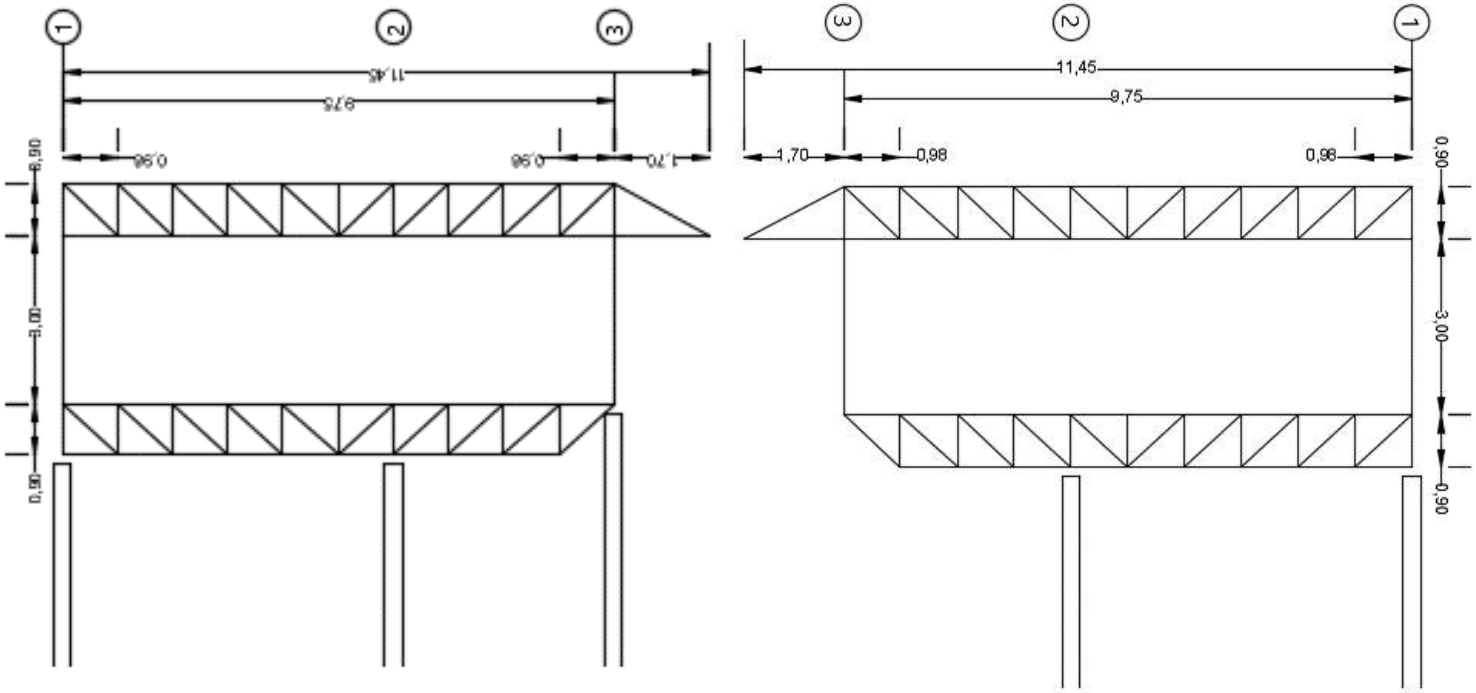
FACHADA PRINCIPAL	Esfuerzos máximos (Kn) Wa		Esfuerzos máximos (Kn) Wb		Longitud barra (m)	Arriostramientos cada x (m)	PERFIL	Espesor (mm)	Esfuerzo max (mm)
	Tracción	Compresión	Tracción	Compresión					
CERCHA SUPERIOR									
CORDÓN SUPERIOR	250	114	283	114	7,80	0,60	C-STUD 300 BACK TO BACK	3,00	364
CORDÓN INFERIOR	139	316	158	342	7,80	0,60	C-STUD 300 BACK TO BACK	3,00	364
MONTANTE	65	214	80	217	0,90	0,60	C-STUD 100 CAJÓN CERRADO	3,00	224
DIAGONAL	129	123	135	133	1,30	0,60	C-STUD 100 CAJÓN CERRADO	2,00	136
CERCHA INFERIOR									
CORDÓN SUPERIOR	253	303	266	305	7,80	0,60	C-STUD 300 BACK TO BACK	3,00	364
CORDÓN INFERIOR	375	355	384	367	7,80	0,60	C-STUD 300 BACK TO BACK	3,50	450
MONTANTE	145	331	144	360	0,90	0,60	C-STUD 300 CAJÓN CERRADO	3,00	362
DIAGONAL	251	244	248	241	1,30	0,60	C-STUD 200 CAJÓN CERRADO	3,00	286



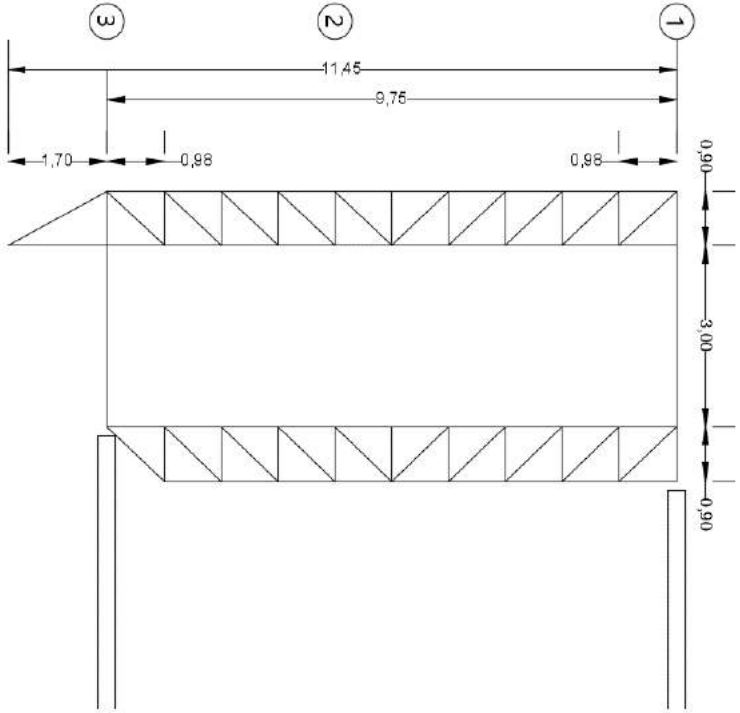
FACHADA POSTERIOR	Esfuerzos máximos (Kn) Wa		Esfuerzos máximos (Kn) Wb		Longitud barra (m)	Arriostramientos cada x (m)	PERFIL	Espesor (mm)	Esfuerzo max (mm)
	Tracción	Compresión	Tracción	Compresión					
CERCHA									
CORDÓN SUPERIOR	0	94	0	115	7,8	0,60	C-STUD 200 CAJÓN CERRADO	2,50	149
CORDÓN INFERIOR	51	33	72	47	7,8	0,60	C-STUD 200 CAJÓN CERRADO	2,00	107
MONTANTE/SOPORTE	0	562	0	548	4,8	0,60	HEB-140	-	720
DIAGONAL	155	0	152	0	5,2	0,60	C-STUD 200 CAJÓN CERRADO	3,00	249

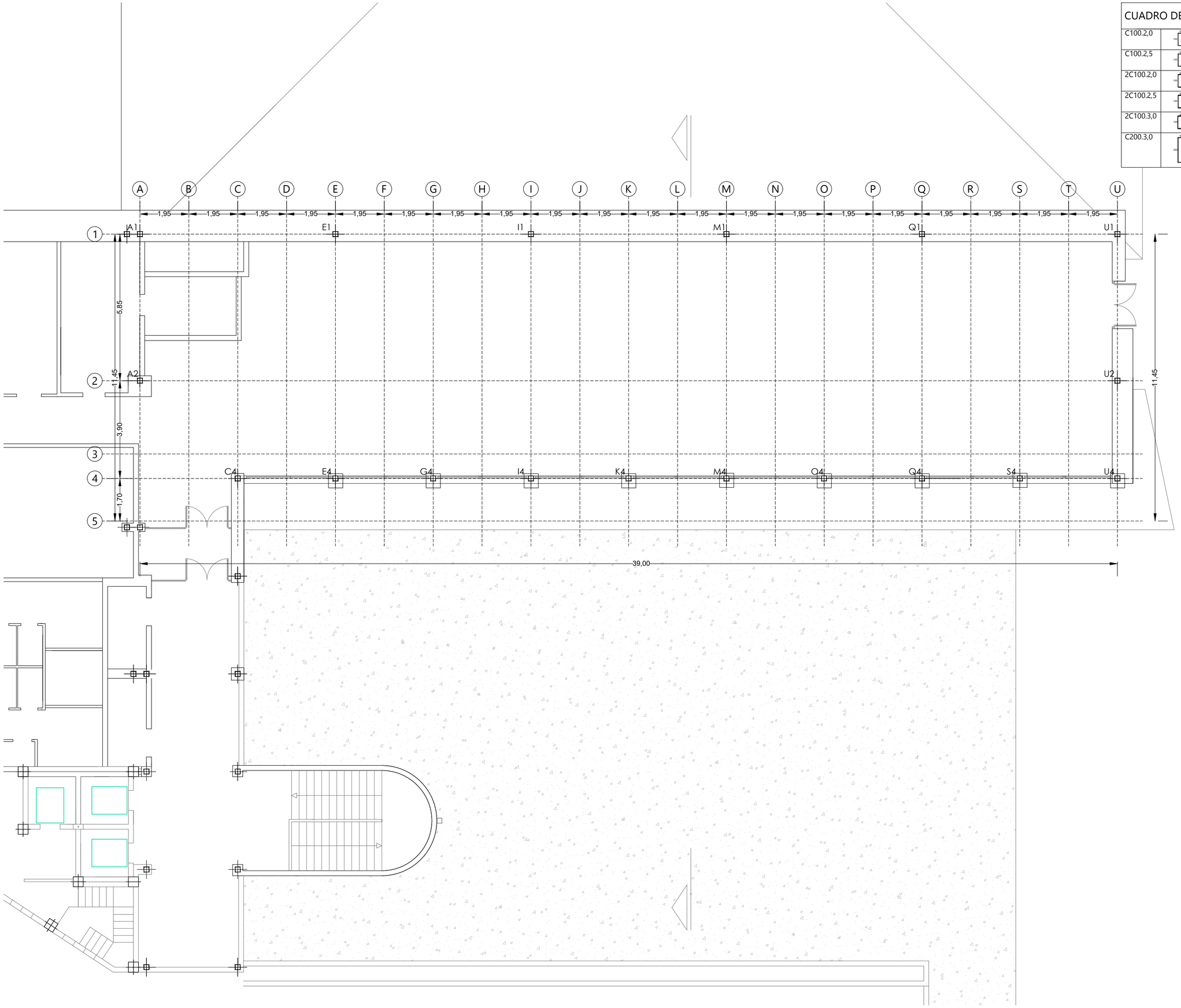


FACHADA LATERAL PÓRTICO EXTREMO	Esfuerzos máximos (Kn) Wa		Esfuerzos máximos (Kn) Wb		Longitud barra (m)	Arriostramientos cada x (m)	PERFIL	Espesor (mm)	Esfuerzo max (mm)
	Tracción	Compresión	Tracción	Compresión					
CERCHA SUPERIOR									
CORDÓN SUPERIOR	0	96	0	85	9,80	0,98	C-STUD 200 BACK TO BACK	2,50	123
CORDÓN INFERIOR	86	0	84	0	11,50	0,98	C-STUD 200 BACK TO BACK	2,50	95
MONTANTE	0	79	0	80	0,90	NONE	C-STUD 100 CAJÓN CERRADO	2,00	127
DIAGONAL	50	0	41	0	1,30	NONE	C-STUD 100	2,00	61
PILAR									
	0	170	0	212	3,00	0,60	HEB-100	-	247
CERCHA INFERIOR									
CORDÓN SUPERIOR	79	85	76	88	9,80	0,98	C-STUD 200 BACK TO BACK	2,50	123
CORDÓN INFERIOR	85	79	88	75	8,80	0,98	C-STUD 200 BACK TO BACK	2,50	141
MONTANTE	46	90	44	89	0,90	NONE	C-STUD 100 CAJÓN CERRADO	2,00	127
DIAGONAL	118	95	120	94	1,30	NONE	C-STUD 200	3,00	126

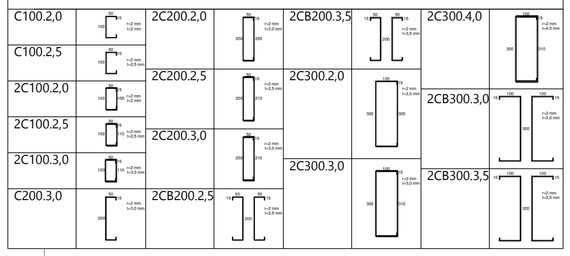


PÓRTICO INTERIOR	Esfuerzos máximos (Kn) Wa		Esfuerzos máximos (Kn) Wb		Longitud barra (m)	Arriostramientos cada x (m)	PERFIL	Espesor (mm)	Esfuerzo max (mm)
	Tracción	Compresión	Tracción	Compresión					
CERCHA SUPERIOR									
CORDÓN SUPERIOR	0	162	0	148	9,80	0,98	C-STUD 200 BACK TO BACK	3,50	184
CORDÓN INFERIOR	165	0	144	0	11,50	0,98	C-STUD 200 BACK TO BACK	3,50	184
MONTANTE	0	159	0	163	0,90	NONE	C-STUD 100 CAJÓN CERRADO	2,50	168
DIAGONAL	72	10	70	0	1,30	NONE	C-STUD 100	2,50	78
PILAR									
	0	563	0	549	3,00	NONE	HEB-140	-	630
CERCHA INFERIOR									
CORDÓN SUPERIOR	0	712	0	702	9,80	0,98	C-STUD 300 BACK TO BACK DOBLE	3,50	809
CORDÓN INFERIOR	712	0	702	0	8,80	0,98	C-STUD 300 BACK TO BACK DOBLE	3,50	856
MONTANTE	0	330	0	328	0,90	NONE	C-STUD 300 DOBLE	2,00	353
DIAGONAL	262	16	607	0	1,30	NONE	C-STUD 300 DOBLE	4,00	609





CUADRO DE PERFILES EMPLEADOS



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE			
HORMIGONES	ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	70+10
	ELEMENTOS HORMIGONADOS CONTRA EL TERRENO	HA-25/B/20/IIa	
	ESTRUCTURA EN SÓTANOS	HA-25/B/20/IIa	50
	FORJADOS	HA-25/B/20/IIb	
	SOLERAS	HM-20/B/20/I	
	HORMIGONES DE LIMPIEZA	HM-20/B/20/I	
ACERO	ARMADO TODA LA OBRA	B-500-S	
	VIGAS MIXTAS	S-275J	
	VIGAS PERIMETRALES	S-275J	
	VIGAS METÁLICAS Y SOPORTES	S-275J	

CONTROL NORMAL		COEFICIENTES DE SEGURIDAD SEGÚN TIPO DE SITUACIÓN
MAT.	HORMIGONES	1,50
	ACEROS TODA LA OBRA	1,15
	PERFILES DE ACERO	1,05
ACCIONES	ACCIONES DESFAVORABLES DE VALOR CONSTANTE	1,35
	ACCIONES DESFAVORABLES DE VALOR VARIABLE	1,50

CARGAS CARACTERÍSTICAS EN FORJADOS

FORJADO DE PLANTA PRIMERA	
Peso propio	3,20 kN/m²
Terminación	4,00 kN/m²
Sobrecarga de uso	3,00 kN/m²
TOTAL	8,40 kN/m²

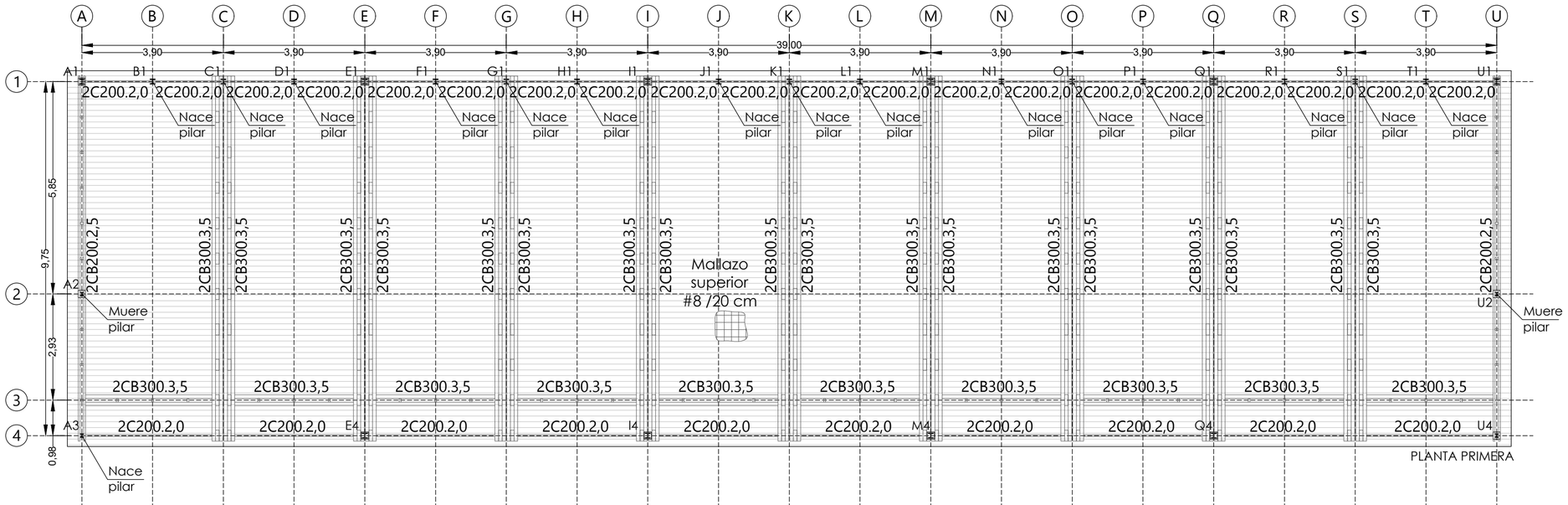
FORJADO DE PLANTA CUBIERTA	
Peso propio	3,20 kN/m²
Terminación	4,00 kN/m²
Sobrecarga de uso	1,00 kN/m²
Nieve	
TOTAL	10,70 kN/m²

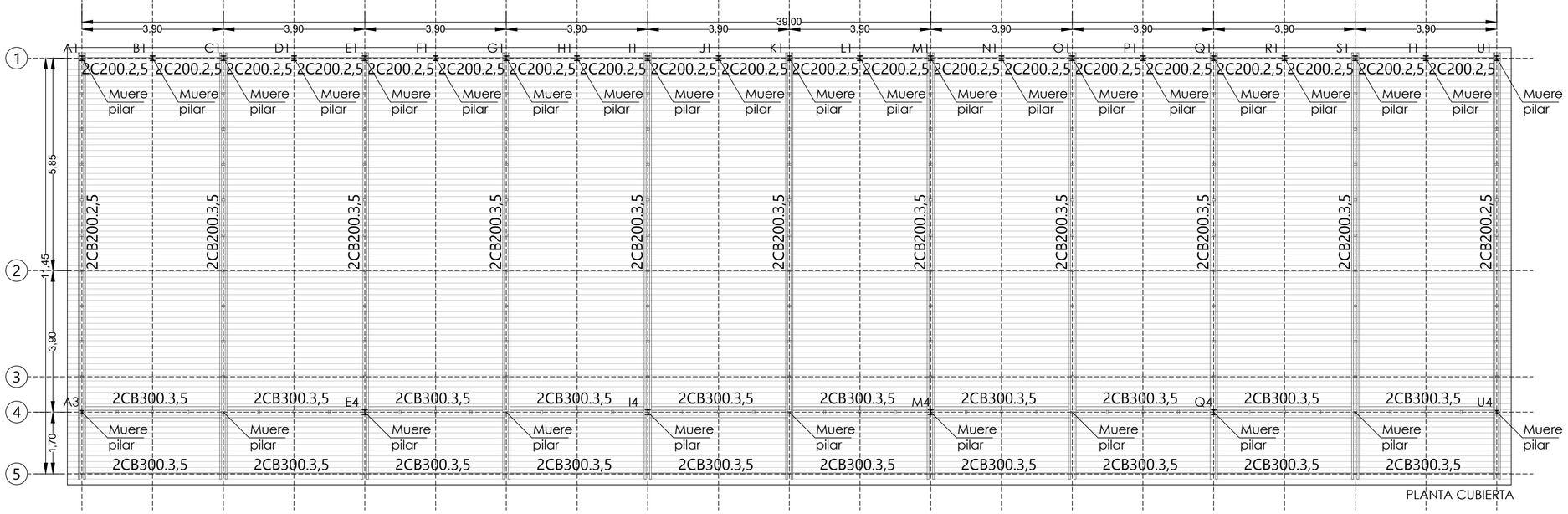
P4_2 ESTRUCTURAS CON PERFILES DE PEQUEÑO ESPESOR

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE LA EDIFICACIÓN MÓDULO M4 ACERO

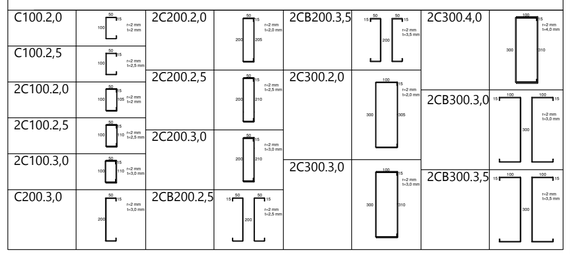
Plano 01 **PLANTA DE APOYO**

escala 1:100
detalles 1:20





CUADRO DE PERFILES EMPLEADOS



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE			
HORMIGONES	ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	70+10
	ELEMENTOS HORMIGONADOS CONTRA EL TERRENO	HA-25/B/20/IIa	
	ESTRUCTURA EN SÓTANOS	HA-25/B/20/IIa	50
	FORJADOS	HA-25/B/20/IIb	
	SOLERAS	HM-20/B/20/I	
	HORMIGONES DE LIMPIEZA	HM-20/B/20/I	
ACERO	ARMADO TODA LA OBRA	B-500-S	
	VIGAS MIXTAS	S-275J	
	VIGAS PERIMETRALES	S-275J	
	VIGAS METÁLICAS Y SOPORTES	S-275J	

CONTROL NORMAL		COEFICIENTES DE SEGURIDAD SEGÚN TIPO DE SITUACIÓN
MAT.	HORMIGONES	1,50
	ACEROS TODA LA OBRA	1,15
	PERFILES DE ACERO	1,05
ACCIONES	ACCIONES DESFAVORABLES DE VALOR CONSTANTE	1,35
	ACCIONES DESFAVORABLES DE VALOR VARIABLE	1,50

CARGAS CARACTERÍSTICAS EN FORJADOS

FORJADO DE PLANTA PRIMERA	
Peso propio	3,20 kN/m²
Terminación	4,00 kN/m²
Sobrecarga de uso	3,00 kN/m²
TOTAL	8,40 kN/m²

FORJADO DE PLANTA CUBIERTA	
Peso propio	3,20 kN/m²
Terminación	4,00 kN/m²
Sobrecarga de uso	1,00 kN/m²
Nieve	
TOTAL	10,70 kN/m²

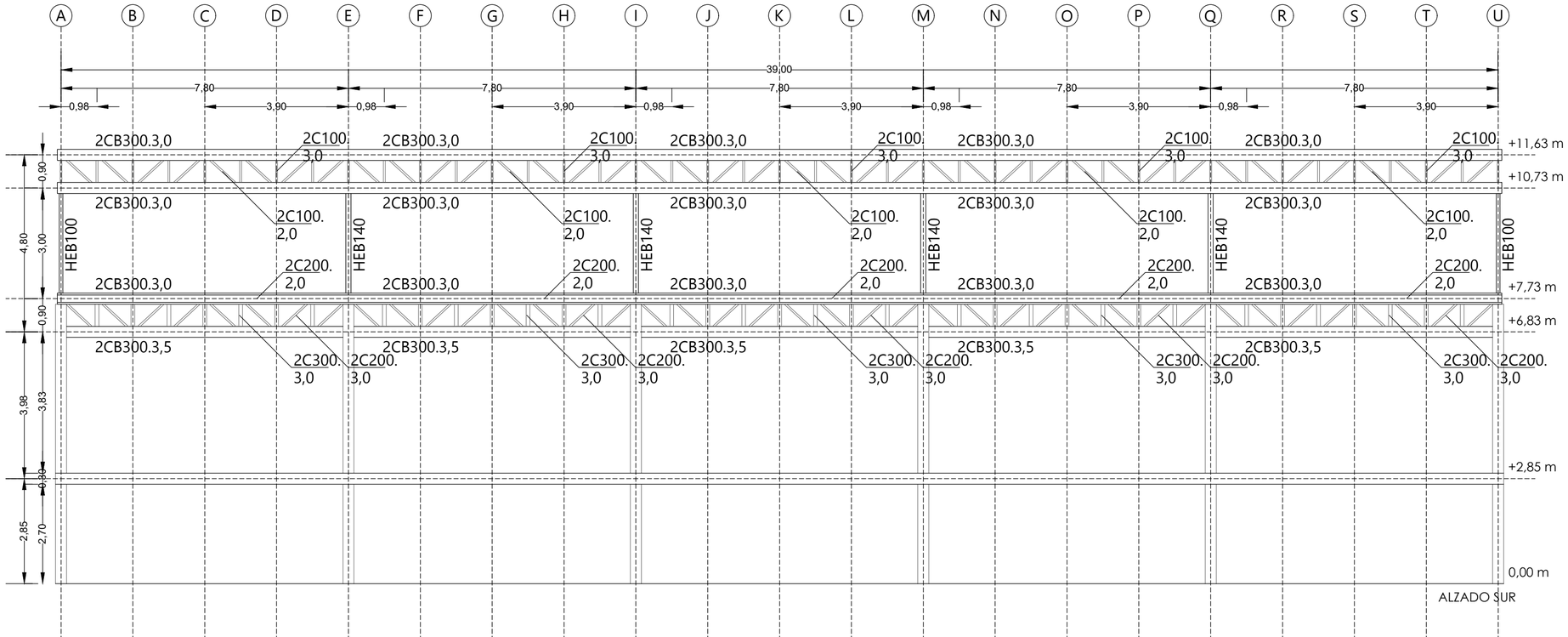
P4_2 ESTRUCTURAS CON PERFILES DE PEQUEÑO ESPESOR

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE LA EDIFICACIÓN MÓDULO M4 ACERO

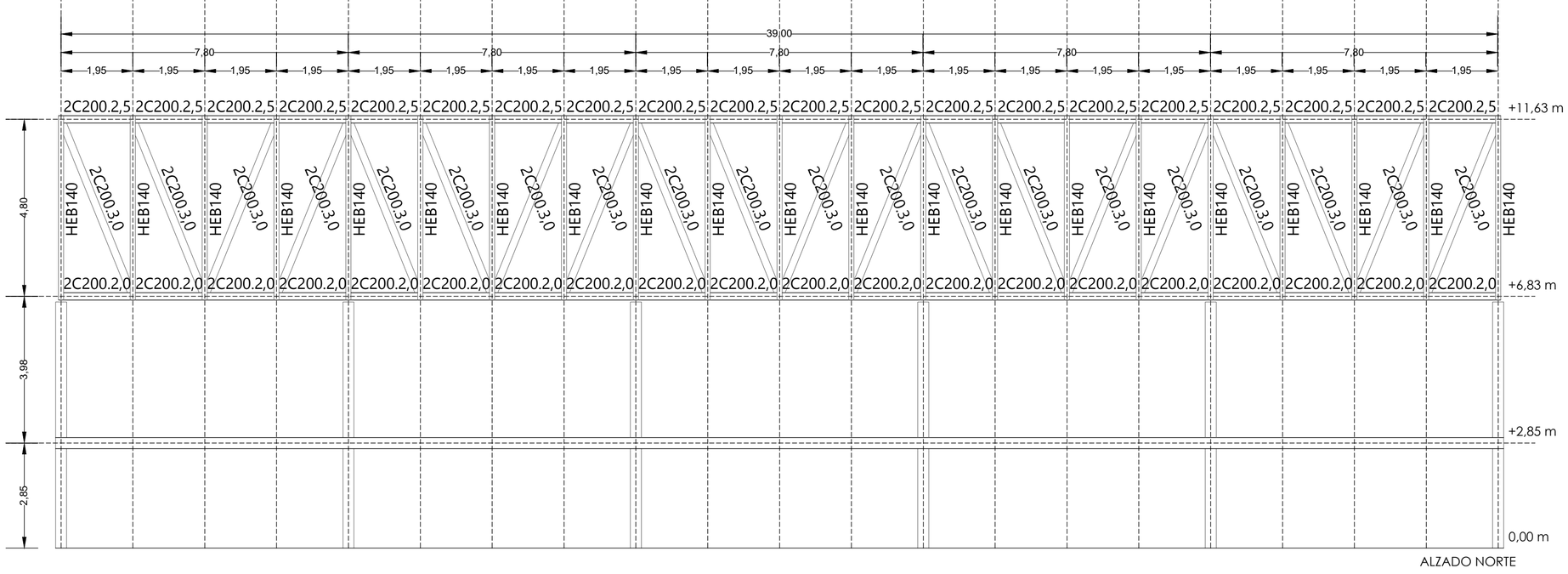
Plano 02 **PLANTA PRIMERA Y PLANTA CUBIERTA**

escala 1:100

detalles 1:20

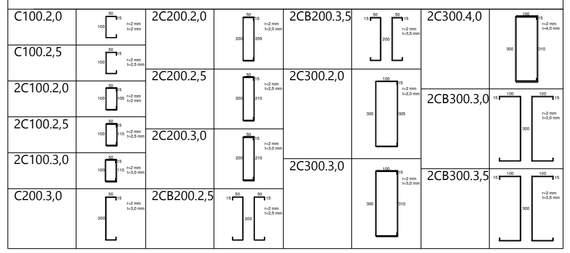


ALZADO SUR



ALZADO NORTE

CUADRO DE PERFILES EMPLEADOS



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE			
HORMIGONES	ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	70+10
	ELEMENTOS HORMIGONADOS CONTRA EL TERRENO	HA-25/B/20/IIa	
	ESTRUCTURA EN SÓTANOS	HA-25/B/20/IIa	50
	FORJADOS	HA-25/B/20/IIb	
	SOLERAS	HM-20/B/20/I	
	HORMIGONES DE LIMPIEZA	HM-20/B/20/I	
ACERO	ARMADO TODA LA OBRA	B-500-S	
	VIGAS MIXTAS	S-275J	
	VIGAS PERIMETRALES	S-275J	
	VIGAS METÁLICAS Y SOPORTES	S-275J	

CONTROL NORMAL		COEFICIENTES DE SEGURIDAD SEGÚN TIPO DE SITUACIÓN
MAT.	HORMIGONES	1,50
	ACEROS TODA LA OBRA	1,15
	PERFILES DE ACERO	1,05
ACCIONES	ACCIONES DESFAVORABLES DE VALOR CONSTANTE	1,35
	ACCIONES DESFAVORABLES DE VALOR VARIABLE	1,50

CARGAS CARACTERÍSTICAS EN FORJADOS

FORJADO DE PLANTA PRIMERA	
Peso propio	3,20 kN/m²
Terminación	4,00 kN/m²
Sobrecarga de uso	3,00 kN/m²
TOTAL	8,40 kN/m²

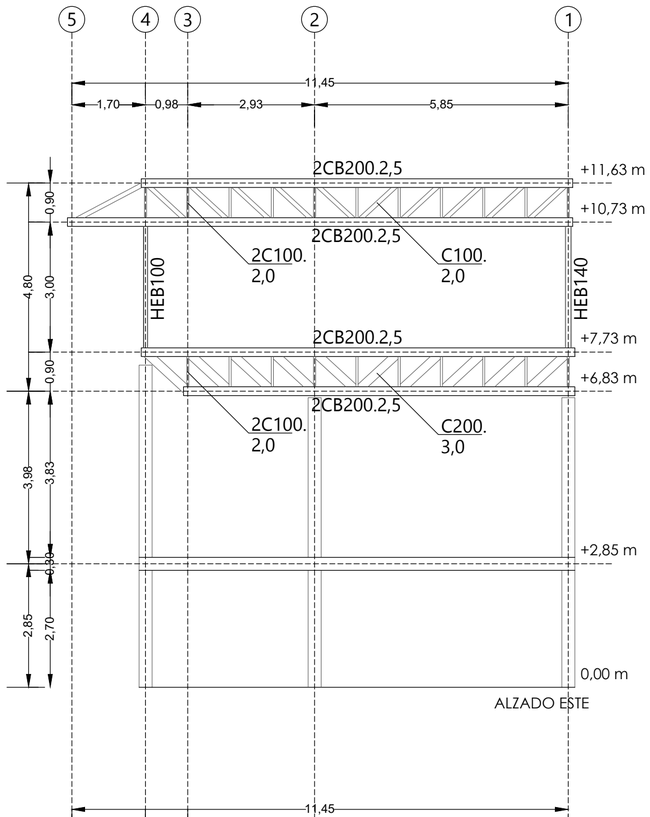
FORJADO DE PLANTA CUBIERTA	
Peso propio	3,20 kN/m²
Terminación	4,00 kN/m²
Sobrecarga de uso	1,00 kN/m²
Nieve	
TOTAL	10,70 kN/m²

P4_2 ESTRUCTURAS CON PERFILES DE PEQUEÑO ESPESOR

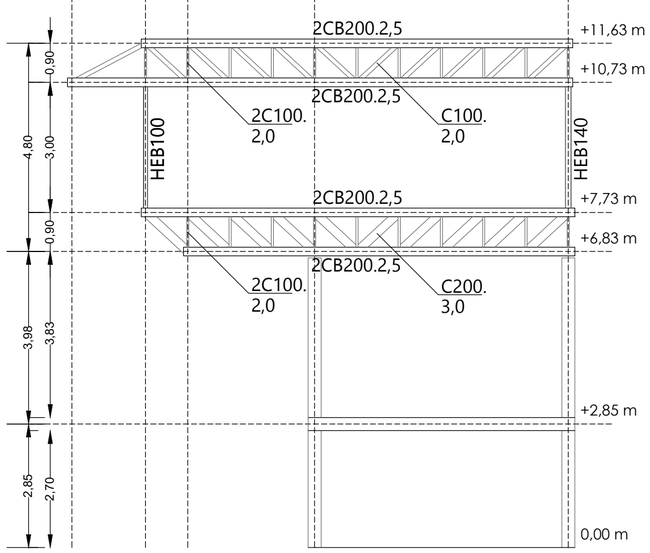
MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE LA EDIFICACIÓN MÓDULO M4 ACERO

Plano 03 **ALZADO NORTE Y SUR**

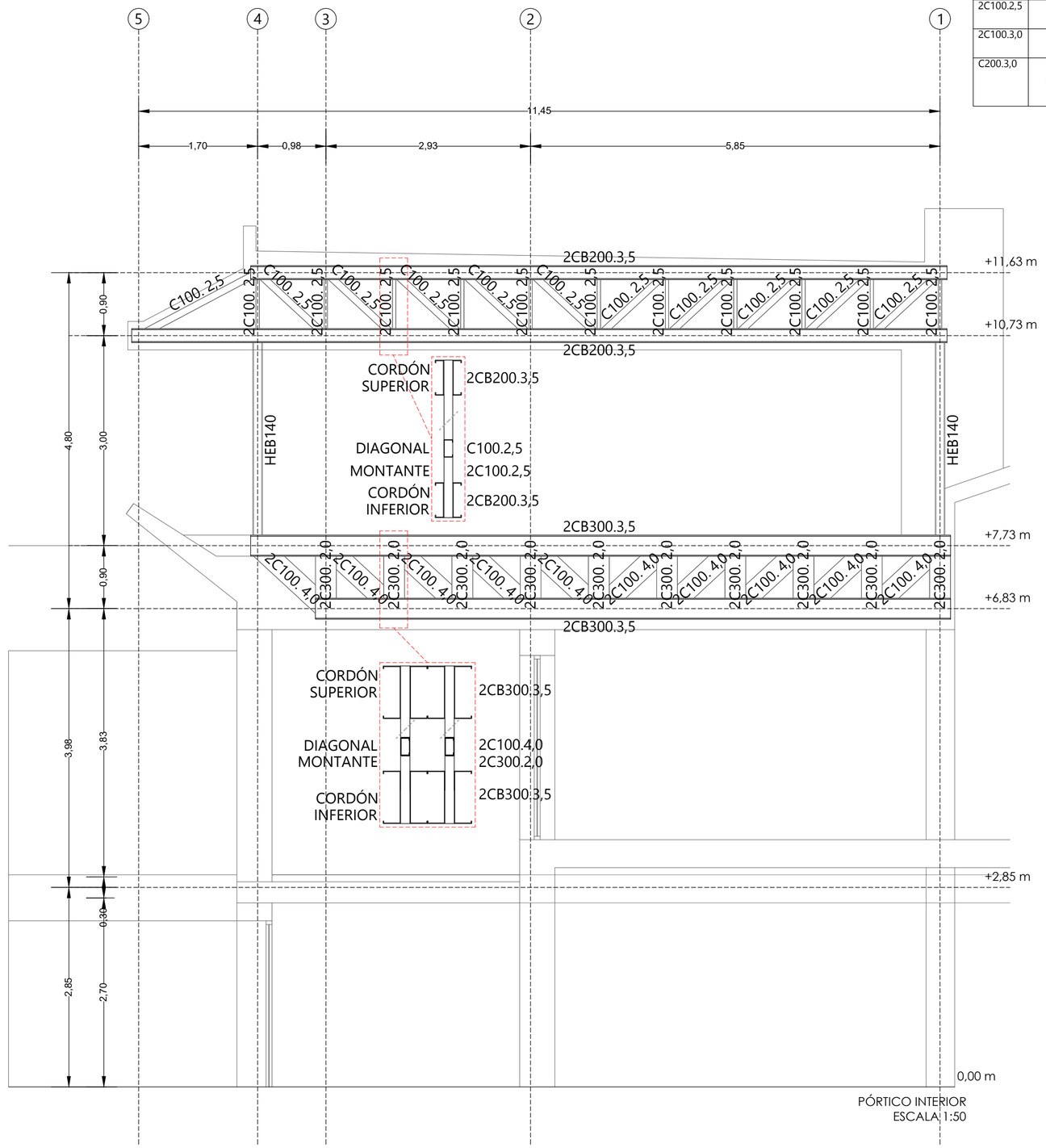
escala 1:100
detalles 1:20



ALZADO ESTE

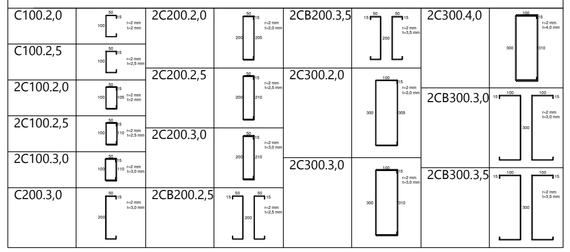


ALZADO OESTE



PÓRTICO INTERIOR
ESCALA 1:50

CUADRO DE PERFILES EMPLEADOS



CUADRO DE CARACTERÍSTICAS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN EHE			
HORMIGONES	ESTRUCTURAS DE CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	70+10
	ELEMENTOS HORMIGONADOS CONTRA EL TERRENO	HA-25/B/20/IIa	
	ESTRUCTURA EN SÓTANOS	HA-25/B/20/IIa	50
	FORJADOS	HA-25/B/20/IIb	
	SOLERAS	HM-20/B/20/I	
	HORMIGONES DE LIMPIEZA	HM-20/B/20/I	
ACERO	ARMADO TODA LA OBRA	B-500-S	
	VIGAS MIXTAS	S-275J	
	VIGAS PERIMETRALES	S-275J	
	VIGAS METÁLICAS Y SOPORTES	S-275J	

CONTROL NORMAL		COEFICIENTES DE SEGURIDAD SEGÚN TIPO DE SITUACIÓN
MAT.	HORMIGONES	1,50
	ACEROS TODA LA OBRA	1,15
	PERFILES DE ACERO	1,05
ACCIONES	ACCIONES DESFAVORABLES DE VALOR CONSTANTE	1,35
	ACCIONES DESFAVORABLES DE VALOR VARIABLE	1,50

CARGAS CARACTERÍSTICAS EN FORJADOS

FORJADO DE PLANTA PRIMERA	
Peso propio	3,20 kN/m²
Terminación	4,00 kN/m²
Sobrecarga de uso	3,00 kN/m²
TOTAL	8,40 kN/m²

FORJADO DE PLANTA CUBIERTA	
Peso propio	3,20 kN/m²
Terminación	4,00 kN/m²
Sobrecarga de uso	1,00 kN/m²
Nieve	
TOTAL	10,70 kN/m²

P4_2 ESTRUCTURAS CON PERFILES DE PEQUEÑO ESPESOR

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE LA EDIFICACIÓN MÓDULO M4 ACERO

Plano 04 **ALZADO ESTE Y OESTE PÓRTICO INTERIOR**

escala 1:100
detalles 1:20