Documento **Mayo 2019**

M4.2 ESTRUCTURAS DE PERFILES DE ACERO DE PEQUEÑO ESPESOR

Created in Master PDF E

Índice

1 Descripción del edificio 1
2 Bases de cálculo 1
2.1 Normativa empleada 1
2.2 Acciones sobre los forjados 1
2.3 Acción del viento 2
2.4 Hipótesis y combinaciones 3
2.5 Materiales: características de los perfiles empleados 4
2.6 Resistencia al fuego de la estructura 8
2.7 Limitaciones de deformación 8
3 Descripción del sistema estructural adoptado 8
4 Estabilidad global del edificio 9
5 Verificación de secciones 10
5.1 Celosías planta tipo 10
5.2 Viguetas planta tipo 13
5.3 Soportes celosías 13
5.4 Soportes viguetas 14
6 Uniones 15
6.1 Celosía: montante más solicitado 16
6.2 Celosía: diagonal más solicitada 18
6.3 Unión articulada celosía – soporte 19
6.4 Unión articulada vigueta – soporte 20
7 Listado de planos 22
8 Resumen y conclusiones 22

Created in Master PDF Editor

1 Descripción del edificio

El objetivo de la práctica es resolver la estructura de un edifico de viviendas entre media eras utilizando perfiles conformados en frio de chapa galvanizada para la estructura vertical y ho izont . Se trata de un edificio de cuatro plantas situado en el centro de Madrid.

El forjado se resolverá mediante celosías formadas por perfiles conformados en frio, n l parte superior de éstas se colocará un tablero de madera. En la cubierta se utilizará un tablero d madera y un acabado de chapa.

A continuación, se adjuntan las secciones más representativas:

SECCIÓN A-A'

SECCIÓN B-B'

2 Bases de cálculo

2.1 Normativa empleada

Para el desarrollo de la práctica se han utilizado los siguientes documentos normativos:

- CTE DB-SE “Seguridad estructural”
- CTE DB-SE-AE “Se uridad estructural. Acciones en la edificación”
- Eurocódi o 3 (Parte 1-3) “Perfiles y chapas delgadas conformadas en frio”
- Eurocódigo (Parte 1-5) “Placas planas cargadas en su plano”

2.2 Acciones sobre los forjados

Par el análisis de las cargas a considerar en el predimensionado de la estructura se ha seguido la norma va vigente en España (CTE-DB-SE-AE), empleando principalmente la Tabla C.3 y la Tabla C.5

En función de las cargas consideradas en cada caso, se obtienen las siguientes configuraciones de ca gas permanentes y cargas mayoradas para el dimensionado de la estructura. Se considera que el edificio está situado en Madrid.

Created in Master PDF Editor

Forjado planta primera-tercera			
Acción	γ	Q_k (kN/m^2)	Q_d (kN/m)
Tablero madera “Superpan Tech P5” 19mm	1,35	0,14	0,19
Peso propio estructura metálica	1,35	0,20	0 27
Solados, acabados y falsos techos	1,35	1,50	2,03
Uso vivienda	1,50	2,00	3,00
Total		3 84	5,49

Forjado cubierta			
Acción	γ	Q_k kN/m^2)	Q_d (kN/m^2)
Tablero madera “Superpan Tech P5” 19mm	1,3	0 14	0,19
Peso propio estructura metálica	1,35	0,20	0,27
Acabados y falsos techos	1,35	1,00	1,35
Cubierta no transitable	1,50	1,00	1,50
Nieve	1 50	0,60	0,90
Total		2,94	4,21

2.3 Acción del viento

Para determinar la acción del viento sobre nuestro proyecto aplicamos el CTE-DB-SE-AE, documento en el que se indica como calcular la pres ón estática (resultado de multiplicar la presión dinámica por el coeficiente de exposición y el coe iciente eólico). El viento se considera como carga repartida en los cantos del forjado, introduciendo en cada planta el área de cada paño que le corresponde (media planta superior e inferio)

Para ello primeramente se calculan las esbelteces correspondientes a las diferentes partes del edificio en su plano X (dirección longit din l) e Y (dirección transversal).

Dado que el edificio se encue tra en el centro de Madrid, la zona a considerar en la Figura D.1 es la A, para la cual se establece u a q_b 0.42 kN/m^2.

En referencia al c_e (Tabla 3.4), considerando que el edificio se encuentra en una zona urbana (Grado de aspereza del entorno IV) y en función de la altura de cada forjado considerado se obtienen diversos coeficientes. De la m sma manera las esbelteces nos establecen coeficientes eólicos (Tabla 3.5) de presión (c_p) y succión (c_s). Los cálculos se han realizado aplicando los apartados anteriores en una hoja de cálculo

1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

Emplazamie to geográfico		Zona A	
Coeficient de presión dinámica del viento	qb	0,42	kN/m^2
Altura total del volumen	h	13,10	m
Ancho n dirección X	bx	15,70	m
An o en dirección Y	by	8,40	m
Esbelt z en X	ex	0,83	
Esbeltez en Y	ey	1,56	

Creado con Master PDF Editor

2. COTA DE LOS FORJADOS

Forjado 1	f_1	+3,10	m
Forjado 2	f_2	+6,10	m
Forjado 3	f_3	+9,10	m
Forjado 4	f_4	+13,10	m

3. COEFICIENTES DE EXPOSICIÓN (Ce)

Centro de negocios de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura		V
Forjado 1	C_{e1}	1,23
Forjado 2	C_{e2}	1 23
Forjado 3	C_{e3}	23
Forjado 4	C_{e4}	1,42

4. COEFICIENTE EÓLICO (Cp y Cs)

	C_p	C_s	C_p+C_s
Dirección X	0,80	-0,48	1,28
Dirección Y	0,80	-0,62	1,42

5. PRESIÓN DE VIENTO POR FORJADOS

	Presión (kN/m^2)	Succión (kN/m^2)	Total (kN/m^2)
Forjado 1 - X	0,42	-0,25	0,67
Forjado 1 - Y	0,42	-0,32	0,74
Forjado 2 - X	0,42	-0,25	0,67
Forjado 2 - Y	0,42	-0,32	0,74
Forjado 3 - X	0 42	-0,25	0,67
Forjado 3 - Y	0,42	-0,32	0,74
Forjado 4 - X	0,48	-0,29	0,77
Forjado 4 - Y	0,48	-0,38	0,85

En cubierta se utiliza una solución d forj do igero que puede sufrir efectos de succión. Aunque el documento básico de acciones exime de la comprobación del efecto del viento en cubiertas planas alegando que "opera habitualmente de lado de la seguridad" se opta por tomar los valores de succión del anejo D.2, ya que se ata de una edificación extraordinariamente liviana.

Los valores de succión serán util zados en combinaciones en los que opere únicamente la carga gravitatoria y con un coeficiente parcial de seguridad como carga desfavorable.

2.4 Hipótesis y omb naciones

Para el correcto análisis de la estructura debemos considerar hipótesis de combinaciones de carga donde introduz amos correctamente el viento y la nieve. Estas combinaciones deberán realizarse tanto para la situ ción de Estados Límites Últimos y Estados Límites de Servicio. A continuación, detallaremos un re umen de las combinaciones más determinantes empleadas en el cálculo de la estructura par ELU y ELS.

<u>Para Es ad s Límites Últimos:</u>

$$\Sigma\ \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$$

Hipótesi : Carga permanente + uso

$$\Sigma\ \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \Sigma\ \gamma_{Q,i} \cdot \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Hipótesis IIa: c. permanente + uso como acción variable determinante + viento en X
Hipótesis IIb: c. permanente + uso + viento en X como acción variable determinante
Hipótesis IIc: c. permanente + uso como acción variable determinante + viento en Y

Created in Master PDF Editor

Hipótesis IId: c. permanente + uso + viento en Y como acción variable determinante
Hipótesis IIIa: c. permanente + uso como acción variable determinante + nieve
Hipótesis IIIb: c. permanente + uso + nieve como acción variable determinante

Para Estados Límites de Servicio:

Hipótesis I: Carga permanente + uso

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1}$$

Hipótesis IIa: c. permanente + uso como acción variable determinante + viento en X
Hipótesis IIb: c. permanente + uso + viento en X como acción variable determinan e
Hipótesis IIc: c. permanente + uso como acción variable determinante + vient en Y
Hipótesis IId: c. permanente + uso + viento en Y como acción variable d minante
Hipótesis IIIa: c. permanente + uso como acción variable determinante + nieve
Hipótesis IIIb: c. permanente + uso + nieve como acción variable det rminante

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \Psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

2.5 Materiales: características de los perfiles empl ados

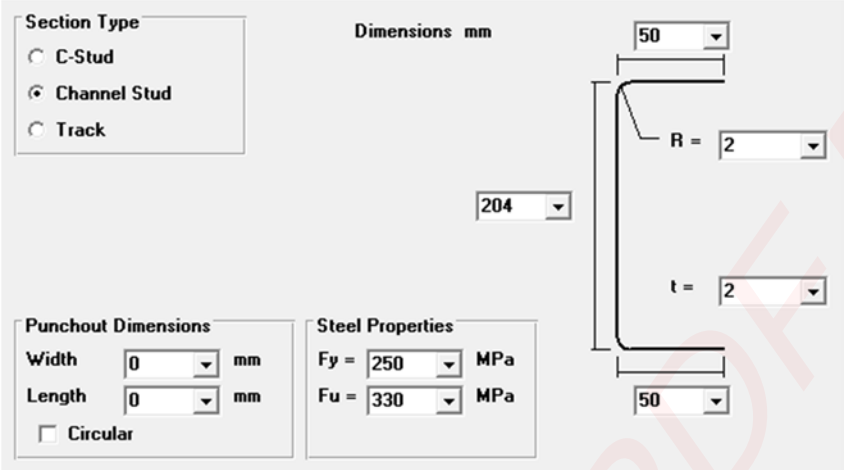
Utilizaremos acero S250GD+Z para los perfiles y chapas de toda la estructura:

- Resistencia característica (f_{yk}) = 250 MPa
- Tensión de rotura (f_u) = 330 MPa

Mediante el programa de análisis AISIWIN s ha p ocedido a analizar las características geométricas y mecánicas de las piezas a emplea para resolver la estructura. Se adjuntan los documentos obtenidos.

Created in Master PDF Editor

Sección U 204.50.2



SECTION DESIGNATION: Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	204,00	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
			Fy With Cold-Work, Fya =	250	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	109,6	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	3138707	mm^4
Section Modulus (Sxx)	26580	mm^ 3
Allowable Bending Moment (Ma)	3979,51	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	102,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	3320067	mm^4
Cross Sectional Area (A)	594,8	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	74,7085	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	9,0769	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	118046	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	14,0871	mm
Effective Section Modulus (Syy)	1907	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	6,6064	mm
Allowable Moment (May)	285,45	N-m

Other Section Property Data

Member Weight per Foot of Length	45,7873	N/m
Allowable Shear Force In Web (Unpunched)	24716	N
Pao for use in Interaction Equation C5-2	45469	N

Torsional Properties

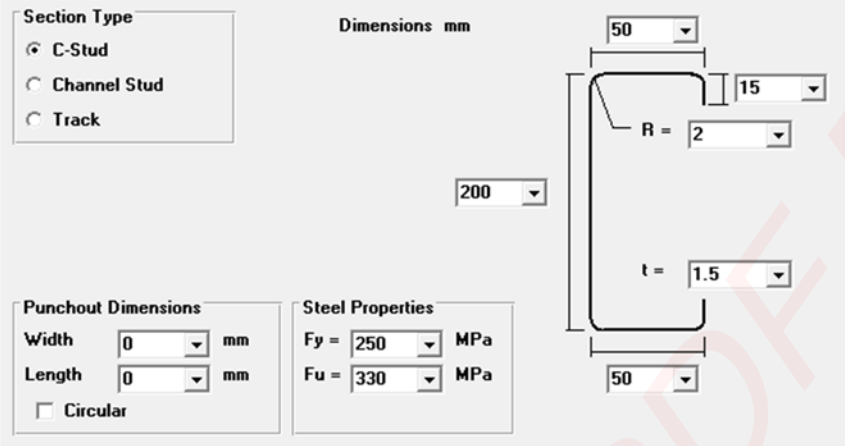
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-22,8312	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	793133	mm^4
Warping Constant (Cw)	886435631	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	79,3792	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,9173	

Allowable Web Crippling Loads (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	2926	1851	7359	5822

Created in Master PDF Editor

Sección C 200.50.1’5



SECTION DESIGNATION: Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	200,00	mm	Steel Thickness =	1,500	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 =	274	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	100,7	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	2704059	mm^4
Section Modulus (Sxx)	26578	mm^ 3
Allowable Bending Moment (Ma)	4357,23	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	100,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	2704059	mm^4
Cross Sectional Area (A)	478,9	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	75,1411	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	12,0881	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	144577	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	17,3748	mm
Effective Section Modulus (Syy)	3585	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	16,7755	mm
Allowable Moment (May)	536,75	N-m

Other Section Property Data

Member Weight per Foot of Length	36,8637	N/m
Allowable Shear Force In Web (Unpunched)	10731	N
Pao for use in Interaction Equation C5-2	41608	N

Torsional Properties

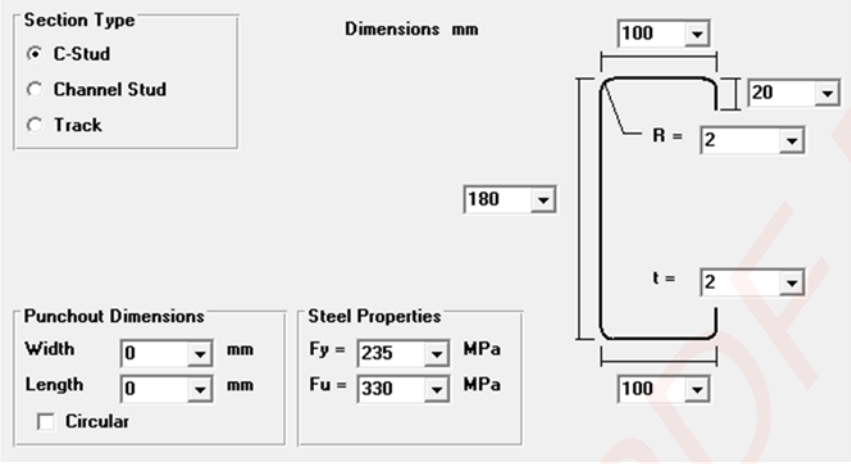
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-31,6927	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	359189	mm^4
Warping Constant (Cw)	1158928985	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	83,3816	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,8555	

Allowable Web Crippling Loads (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	2024	1485	5979	5945

Created in Master PDF Editor

Sección C 180.100.2



SECTION DESIGNATION: Single

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	180,00	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 =	235	Mpa
Stiffening Lip =	20,00	mm	Fy With Cold-Work, Fya =	235	Mpa

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	96,5	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	4383817	mm^4
Section Modulus (Sxx)	41488	mm^ 3
Allowable Bending Moment (Ma)	5838,67	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	90,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	4445094	mm^4
Cross Sectional Area (A)	813,7	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	73,9109	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	33,1387	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	1094371	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	36,6733	mm
Effective Section Modulus (Syy)	14928	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	33,0732	mm
Allowable Moment (May)	2100,83	N-m

Other Section Property Data

Member Weight per Foot of Length	62,6327	N/m
Allowable Shear Force In Web (Unpunched)	23963	N
Pao for use in Interaction Equation C5-2	71143	N

Torsional Properties

Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-79,4371	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	1084932	mm^4
Warping Constant (Cw)	7221646217	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	114,5339	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,5190	

Allowable Web Crippling Loads (N)

	25,00mm END BRNG		88,00mm INT BRNG	
	Cond 1	Cond 3	Cond 2	Cond 4
Single Member	3367	2929	9978	10544

Created in Master PDF Editor

2.6 Resistencia al fuego de la estructura

Para establecer la resistencia al fuego de la estructura se ha empleado la tabla 3.1 del CTE- B-SI 6. Al ser un edificio de viviendas, cuya altura de evacuación es inferior a 15 metros, la resiste cia a fuego sería R60.

Tabla 3.1 *Resistencia al fuego* suficiente de los elementos estructurales

Uso del *sector de incendio* considerado (1)	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante *altura de evacuación* del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar (2)	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 (3)	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 (4)		

Para poder conseguir las resistencias que nos exige la normativa en l s perfiles de pequeño espesor es necesario protegerlos. Es por ello que se dispondrán alsos techos y revestimientos verticales a base de placas de yeso ignífugas.

2.7 Limitaciones de deformación

Las limitaciones de flecha a considerar para la estructura son

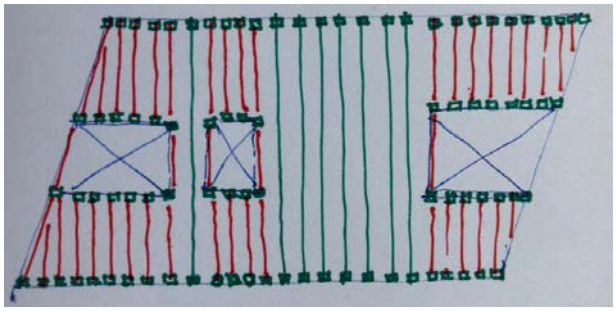
- Deformación horizontal total H/500
- Deformación horizontal relativa de cada plan a H/250
- Flecha total de elementos horizontales L/30
- Flecha activa de elementos horizontales L/400
- Flecha activa en elementos fachada L/500

Para su comprobación, se han desar ollado un modelo de la estructura en el programa Robot Structural Analysis, donde se rifica án as deformaciones de la estructura.

3 Descripción del sistema estructural adoptado

Para resolver la estructu a, se dispondrán celosías de 30cm de canto separadas entre sí no más de 60cm dispuestas en la direcc ón corta. En las zonas donde se encuentran los huecos (escalera, ascensor y patio) se ñadirán vigas normales ya que las luces en esos puntos no serán mayores a 3m. No será necesario incorporar correas perpendiculares a las cerchas puesto que el forjado que se colocará en la parte superior de las cerchas (tablero de madera de 19mm) con una separación entre apoyos de no más de 60cm y para las cargas actuantes cumple sin necesidad de apoyos adicionales.

Se adjunt los croquis realizados previos a la definición final de la estructura:



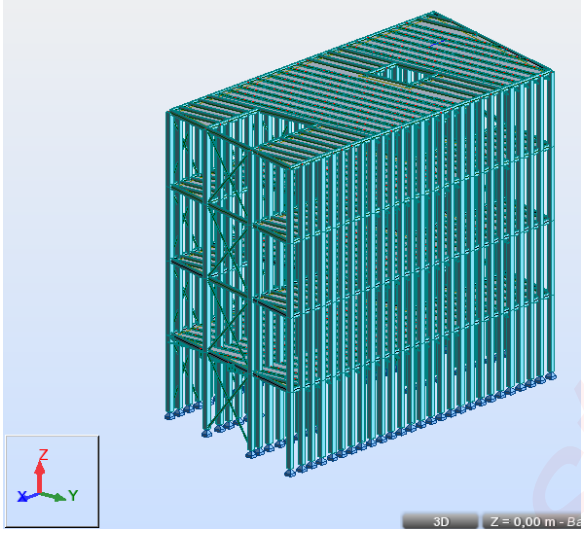
Created in Master PDF Editor

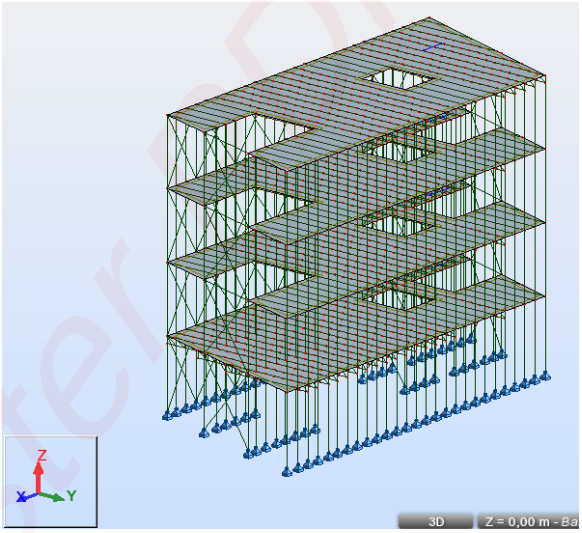
Las celosías están representadas mediante una línea verde y las vigas normales según una línea de color rojo.

Para absorber los esfuerzos horizontales se dispondrán arriostramientos en forma de cruz. Debid a que los pilares estarán articulados, dichos esfuerzos serán controlados únicamente por estos elementos.

4 Estabilidad global del edificio

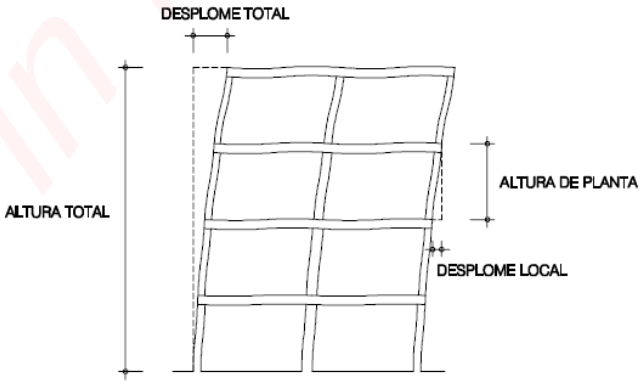
Para estudiar la estabilidad del conjunto nos ayudamos de un modelo de cálculo tridimensional en el que se modela la totalidad de la estructura y se aplican las cargas calcu adas anteriormente. El software de cálculo utilizado ha sido Autodesk Robot Structural Analysis Profe sional.





Se procede a articular los pilares para que dos los esfuerzos debido a cargas horizontales sean absorbidos por las cruces de arriostramiento . Se incorporan los arriostramientos en los paños ciegos según arquitectura. La sección de os arriostramientos es una pletina de 100.3 mm de acero galvanizado S250GD+Z.

Según el CTE DB-SE 4.3.3.2 la limitación a nivel completo de la estructura es H/500 y entre niveles Hi/250.



Created in Master PDF Editor

A continuación mostramos los desplazamientos horizontales máximos de los nudos en ELS:

	UX (mm)	UY (mm)	UZ (mm)	RX (Rad)	RY (Rad)	RZ (Rad)
MAX	22,4	19,8	0,7	0,003	0,006	0,010
Node	1412	1921	1881	2159	2026	1399
Case	60 (C)	58 (C)	63 (C)	51 (C)	56 (C)	56 (C)
MIN	-7,0	-7,1	-10,2	-0,005	-0,003	-0,017
Node	2283	938	2143	2020	1412	965
Case	58 (C)	61 (C)	51 (C)	59 (C)	59 (C)	61 (C)

Con una altura total del edificio de aproximadamente 13m y un desplaz mien o máximo de 22,4mm, tenemos un desplazamiento de H/580, por lo que estaremos acorde la normativa.

A nivel local obtenemos una diferencia de desplazamientos entre a p anta y otra de 11,2mm, con lo que obtenemos un desplazamiento local de Hi/260, valor sup rior a Hi/250 que marca la normativa.

5 Verificación de secciones

Una vez comprobados los desplazamientos globales e la estructura y de los elementos estructurales independientemente, se procede a verific r q e la resistencia es suficiente. En los apartados siguientes se muestra el caso más desfavo able obtenido para cada elemento estructural.

5.1 Celosías planta tipo

Obtenemos los esfuerzos de cada elemento a través del modelo de cálculo.

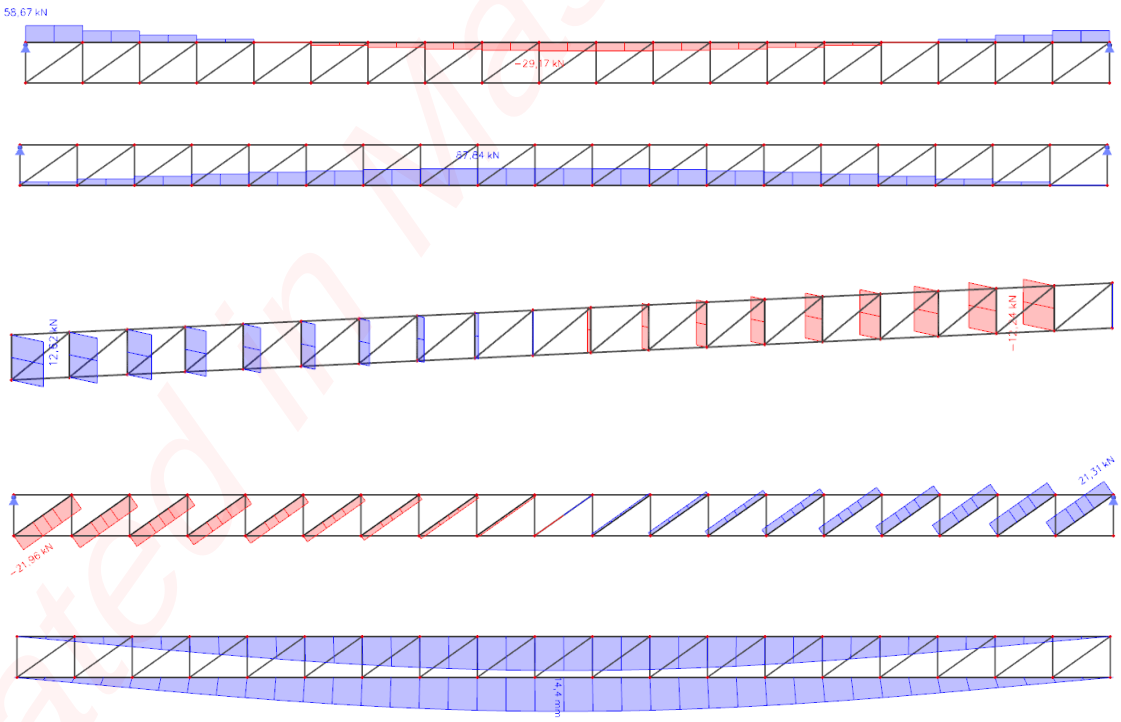


Imagen 1 Esfuerzos axiles de los diferentes elementos de la celosía y deformación del conjunto

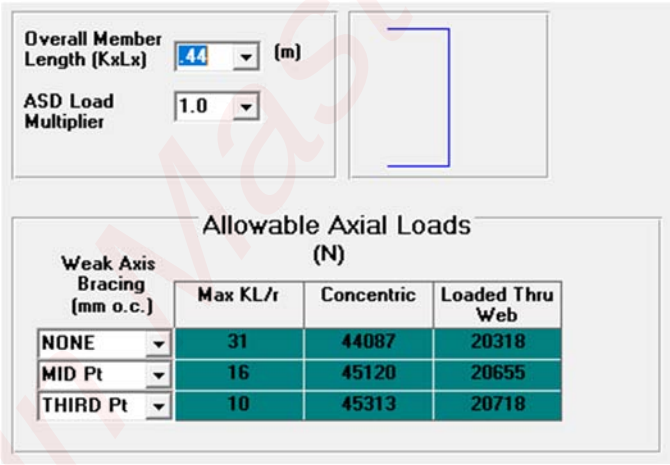
Created in Master PDF Editor

La tabla siguiente resume los puntos más desfavorables encontrados y la verificación de resisten ia:

Cordón superior	**U 204.50.2**	
Longitud barra	0,44	m
Ned (compresión)	29,77	kN
NRd (compresión)	44,08	kN
Ned/NRd	0,68	<1
A	594,80	mm2
Ned (tracción)	56,67	kN
NRd (tracción)	141,62	kN
Ned/NRd	0,40	1

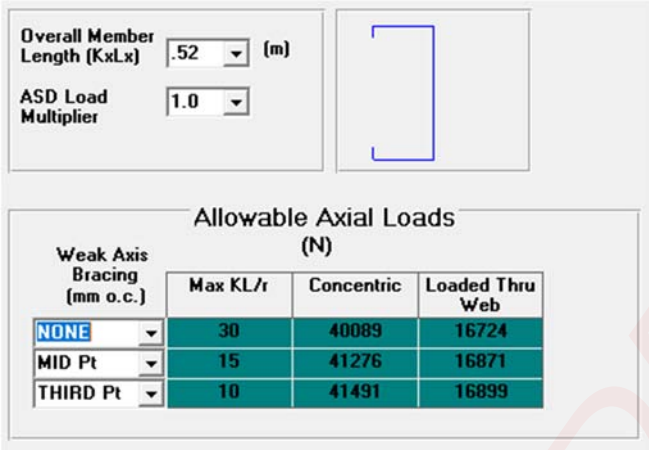
Cordón inferior	**U 204.50.2**	
Longitud barra	0,44	m
A	594,80	mm2
Ned (tracción)	87,85	kN
NRd (tracción)	141,62	kN
Ned/NRd	0,62	<1

Para la obtención de la resistencia axil en compresión se ha uti zado la herramienta Post and braces del programa Aisiwin. Para la resistencia a tracción se c nsi era toda la sección del perfil al no haber fenómenos de inestabilidad asociados al pandeo la abolladura.

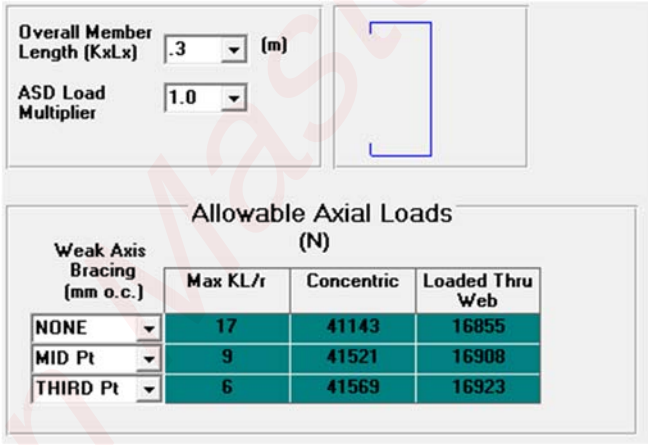


Diagonales	**C 200.50.1'5**	
Long tud ba ra	0,52	m
Ned (comp esión)	21,96	kN
NRd (compresión)	40,09	kN
Ned/NRd	0,55	<1
A	478,90	mm2
Ned (tracción)	21,31	kN
NRd (tracción)	114,02	kN
Ned/NRd	0,19	<1

Created in Master PDF Editor



Montantes	**C 200.50.1'5**	
Longitud barra	0,30	m
Ned (compresión)	12,62	kN
NRd (compresión)	41,14	kN
Ned/NRd	0,31	<1
A	478,90	mm2
Ned (tracción)	12,24	kN
NRd (tracción)	114,02	kN
Ned/NRd	0,11	<1



La flecha de la elosía en el centro del vano es de 14,4mm. Siendo el vano de unos 8m de longitud, esta lec a corresponde a una deformación de L/550, por lo que estamo por encima del estado límite de se vicio.

Created in Master PDF Editor

5.2 Viguetas planta tipo

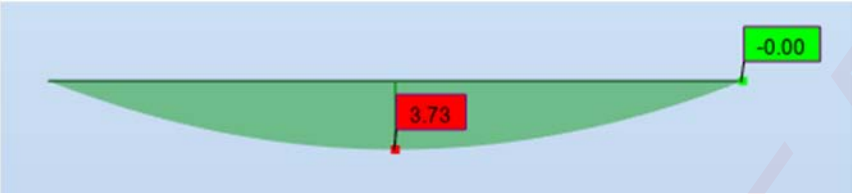


Imagen 2 Esfuerzos de flexión

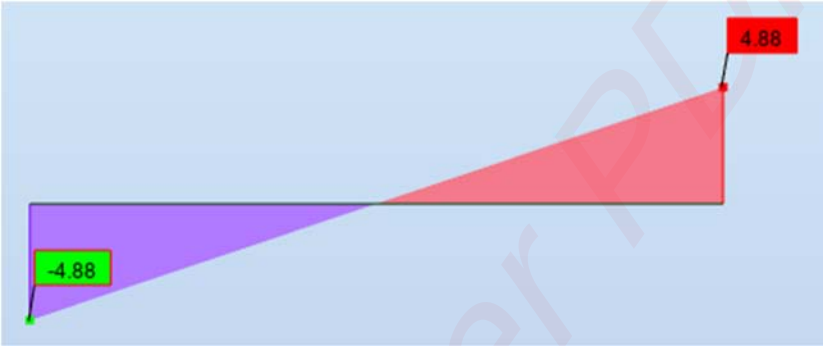


Imagen 3 Esfuer os cortante

Sección	C 200 5 1'5	
Longitud barra	3,05	m
Med	3,73	kNm
MRd	,35	kNm
Med/MRd	0,86	<1
Ved	4,88	kN
VRd	10,73	kN
Ved/VRd	0,45	<1

5.3 Soportes ce osías

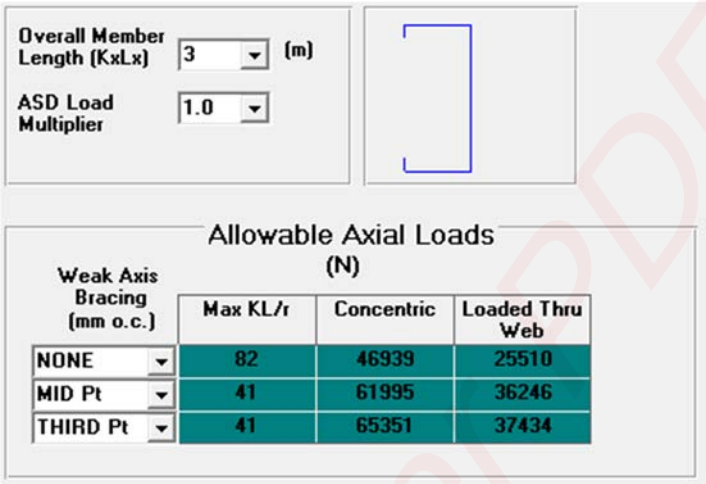
Diferenciamos entre s por es que reciben celosías que salvan una luz de unos 8m y soportes que reciben viguetas simples que salvan una luz de unos 3m. Escogemos el soporte más desfavorable en cada caso y su dimensionado lo aplicamos al resto de soportes. Así generamos unos muros en celosía que s rven de sustentación vertical del edificio. Como punto de partida hemos querido usar el mismo pe fil, en unos casos doble y en otros casos simples, para dar homogeneidad a la estructura

Sección	2x C 180.100.2	
ongitud barra	3,00	m
Ned	50,16	kN
NRd (x1)	36,25	kN
NRd (x2)	72,5	kN
Ned/NRd	0,69	<1
Med	3,18	kNm
MRd (x1)	5,84	kNm

Created in Master PDF Editor

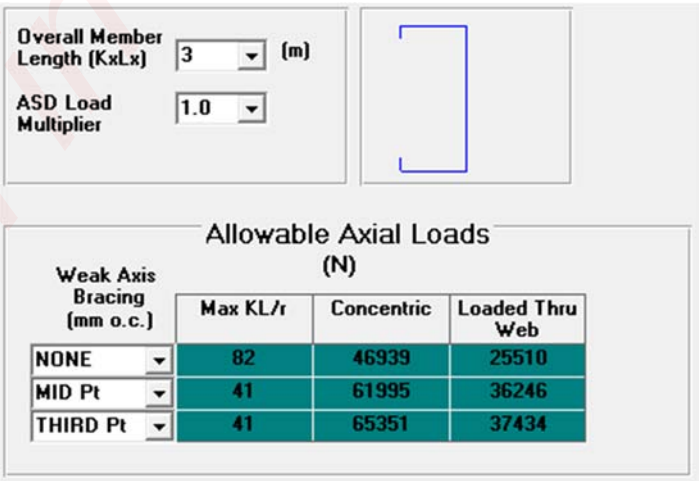
MRd (x2)	11,68	kNm
Med/MRd	0,27	<1
Interacción N-M	0,96	<1

Para comprobar la carga axil máxima admitida consideramos que la carga es excéntrica y que e apoya en el soporte a través del alma. También consideramos que existe un arriostramiento en el centro del soporte. Todo esto aparece definido en los planos de alzados y en los detalle de nudos.



5.4 Soportes viguetas

Sección	C 180.100.2	
Longitud barra	3,00	m
Ned	17 63	kN
NRd	36,25	kN
Ned/NRd	0,49	<1
Med	2,08	kNm
MRd	5,84	kNm
Med/MRd	0,36	<1
Interacción N-M	0,84	<1



Created in Master PDF Editor

6 Uniones

Para el desarrollo de las uniones se ha seguido la normativa establecida en el Eurocódigo 3 en la parte específica a los perfiles conformados en frio (parte 1-3). Para este tipo de perfiles de pequeñ espesor es común el empleo de los tornillos roscachapa o tornillos autorroscantes.

Hemos de evitar en todas las uniones que se produzcan desgarros, para lo cual el E roc digo nos establece unas dimensiones mínimas de separación a los bordes y entre tornillos. A c ntinuación, se muestra la imagen que debemos tener presente para el diseño de las uniones.

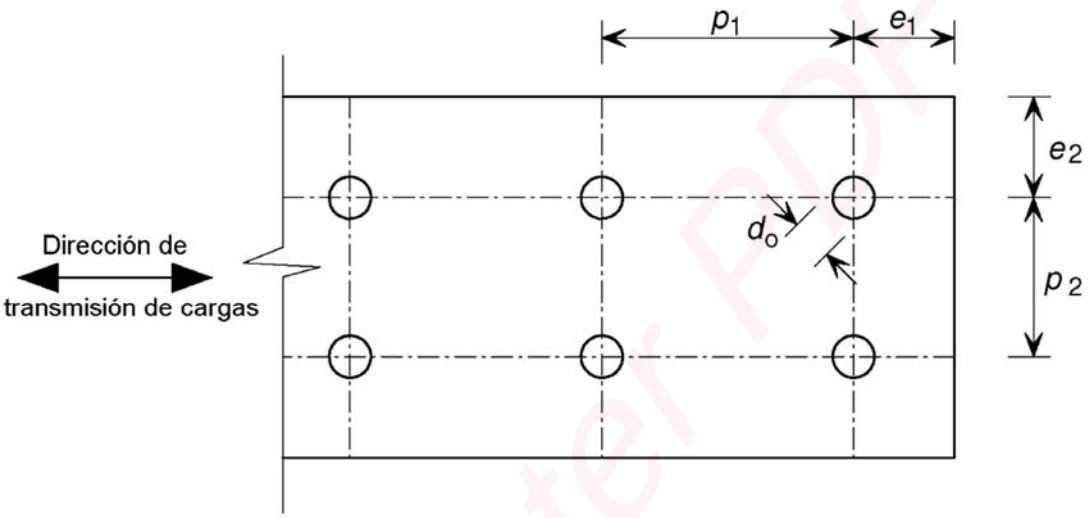


Figura 8.1 – Distancia al extremo, distancia al borde lateral y separación para elementos de fijación y soldaduras por puntos

Definidas las condiciones geométri as de la unión, debemos distinguir básicamente si la unión trabaja a cortante o a tracción ya que e función de esta condición se estimará la resistencia por tornillo.

Las uniones que vamos a comprobar funcionan a cortante. A pesar de tener solicitaciones de tracción o compresión axil de las barras en nuestras celosías, los tornillos deben comprobarse a cortante pues es el efecto q e sufren. Para ello, debemos estimar la capacidad resistente de cada tornillo que se verá afectada p r el espesor de las chapas a unir y el diámetro del tornillo.

Created in Master PDF Editor

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 $t_1 \geq 2{,}5\,t$ y $t < 1{,}0$ mm:	$\alpha = 3{,}2\sqrt{t/d}$	siendo	$\alpha \leq 2{,}1$
– si $t_1 \geq 2{,}5\,t$ y $t \geq 1{,}0$ mm:	$\alpha = 2{,}1$		
– si $t < t_1 < 2{,}5\,t$:	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	$\Sigma F_{v,Rd} \geq 1{,}2\,F_{n,Rd}$

Rango de validez: [3)]			
En general:	$e_1 \geq 3\,d$	$p_1 \geq 3\,d$	$3{,}0$ mm $\leq d \leq 8{,}0$ mm
	$e_2 \geq 1{,}5\,d$	$p_2 \geq 3\,d$	
Para tracción:	$0{,}5$ mm $\leq t \leq 1{,}5$ mm	y	$t_1 \geq 0{,}9$ mm
$f_u \leq 550$ N/mm^2			

Estimada la capacidad resistente de cada ornillo en la unión, simplemente quedaría dividir la solicitación de la unión entre la resistencia or tornillo (sabiendo que debemos respetar las distancias a borde).

Analizamos las uniones más repre entativas del conjunto de la estructura, con las que podemos desarrollar prácticamente todo el edif cio.

6.1 Celosía: montante más solicitado

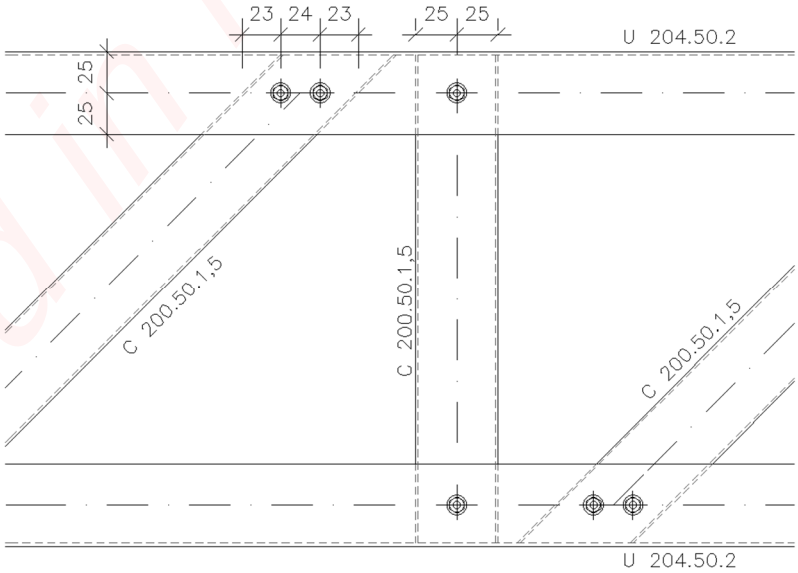


Imagen 4 detalle celosía tipo

Created in Master PDF Editor

Acero	**S250GD+Z**	
fyk	250,00	N/mm2
fuk	330,00	N/mm2
Geometría		
Perfil 1		
b	50,00	mm
t	1,50	mm
Perfil 2		
b	50,00	mm
t	2,00	mm
tmin	1,50	mm
tmax	2,00	mm
Tornillo autorroscante		
d	8,00	mm
distancias mínimas		
e1 min	24,00	mm
e2 min	12,00	mm
p1 min	24,00	mm
p2 min	24 00	mm
Resistencia al aplastamiento		
γM2	1,25	
α	2,10	
Fb,Rd por tornillo	6, 5	kN
Nº planos de corte	2,00	
Nº tornillos por plano	1,00	
Nº tornillos	2,00	
Fb,Rd total	**13,31**	**kN**
Fed	12,62	kN
Fed/FRd	0,95	<1
Resistencia de la sección neta		
Atot.	478,90	mm2
Anet.	454,90	mm2
F Rd	**120,09**	**kN**
Fed	12,62	kN
Fed/FRd	0,11	<1

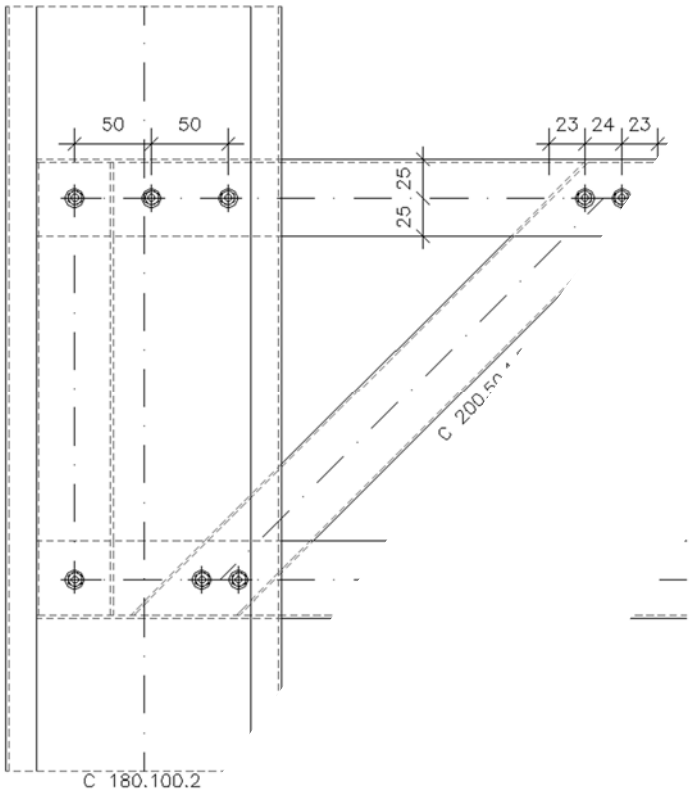
Com m nim utilizaremos el número de tornillos definido por cálculo, aunque algunas veces añadir mos algún tornillo más por disposiciones constructivas.

Created in Master PDF Editor

6.2 Celosía: diagonal más solicitada

Acero	**S250GD+Z**	
fyk	250,00	N/mm2
fuk	330,00	N/mm2
Geometría		
Perfil 1		
b	50,00	mm
t	1,50	mm
Perfil 2		
b	50,00	mm
t	2,00	mm
tmin	1,50	mm
tmax	2,00	mm
Tornillo autorroscante		
d	8,00	mm
distancias mínimas		
e1 min	24,00	mm
e2 min	12 00	mm
p1 min	24, 0	mm
p2 min	24 00	mm
Resistencia al aplastamiento		
γM2	1,25	
α	2 10	
Fb,Rd por tornillo	6,65	kN
Nº planos de corte	2,00	
Nº tornillos por plano	2,00	
Nº tornillos	4,00	
Fb,Rd total	**26,61**	**kN**
Fed	21,96	kN
Fed/FRd	0,83	<1
Resistencia de la sec ión eta		
tot.	478,90	mm2
An t.	430,90	mm2
n,Rd	**113,76**	**kN**
Fed	21,96	kN
Fed/FRd	0,19	<1

Created in Master PDF Editor


50
50
23
24
23
25
25
C 200.50.4
C 180.100.2

Resistencia al aplastamiento		
γM2	1,25	
α	2,10	
Fb,Rd por tornillo	6,65	kN
Nº planos de corte	2,00	
Nº tornillos por plano	2,00	
Nº tornillos	4,00	
Fb,Rd total	**26,61**	**kN**
Fed	13,6	kN
Fed/FRd	0,51	<1

6.4 Unión articulada vigueta – soporte

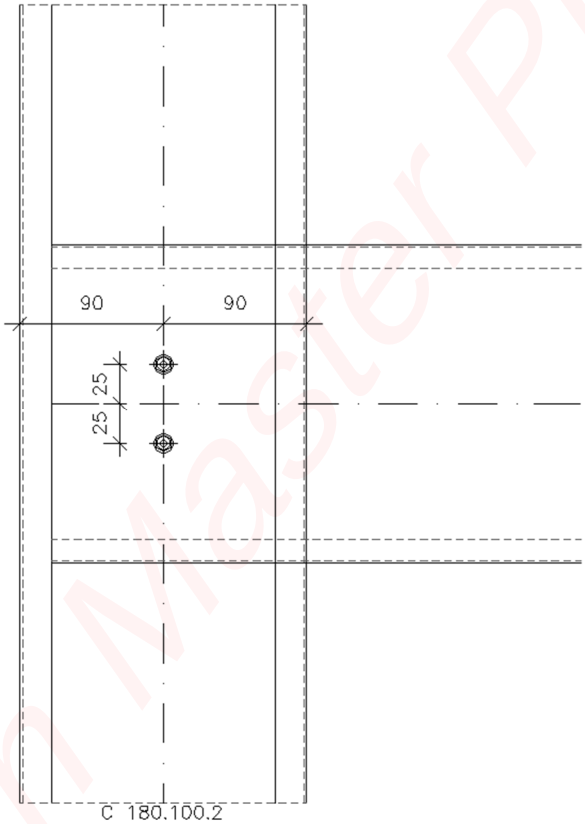


Imagen 6 Detalle nudo vigueta-soporte

Acero	**S250GD+Z**	
fy	250,00	N/mm2
fuk	330,00	N/mm2
Geometría		
Perfil 1		
b	200,00	mm
t	1,50	mm
Perfil 2		
b	180,00	mm

Created in Master PDF Editor

t	2,00	mm
tmin	1,50	mm
tmax	2,00	mm
Tornillo autorroscante		
d	8,00	mm
distancias mínimas		
e1 min	24,00	mm
e2 min	12,00	mm
p1 min	24,00	mm
p2 min	24,00	mm
Resistencia al aplastamiento		
γM2	1,25	
α	2,10	
Fb,Rd por tornillo	6,65	kN
Nº planos de corte	1,00	
Nº tornillos por plano	1,00	
Nº tornillos	1,00	
Fb,Rd total	**6,65**	**kN**
Fed	4,88	kN
Fed/FRd	0,7	<1

Se tomarán cada una de estas cuatro uni nes como la unión tipo para cada nudo equivalente. Es posible establecer este procedimiento y que hemos dimensionado las uniones más solicitadas del proyecto. Todos los tornillos dispu stos son de diámetro 8mm, de manera que simplificamos la ejecución en obra y evitamos equivoc cio es

Created in Master PDF Editor

7 Listado de planos

Los planos presentados para la descripción de la estructura son los siguientes:

E1-1 Forjado planta 1 y planta 2

E1-2 Forjado planta 3 y cubierta

E2-1 Alzado estructural. Sección 1 (S-1)

E2-2 Alzado estructural. Sección 2 (S-2)

E2-3 Alzado estructural. Sección 3 (S-3)

E2-4 Alzado estructural. Sección 4 (S-4)

E2-5 Alzado estructural. Sección 5 (S-5)

E2-6 Alzado estructural. Sección 6 (S-6)

E2-7 Alzado estructural. Sección 7 (S-7)

E3-1 Detalles estructura

8 Resumen y conclusiones

Como se describe en el presente documento, la estructura ha sido pensada y concebida como un elemento integrador de una concepción global de pro ecto y no como un elemento independiente.

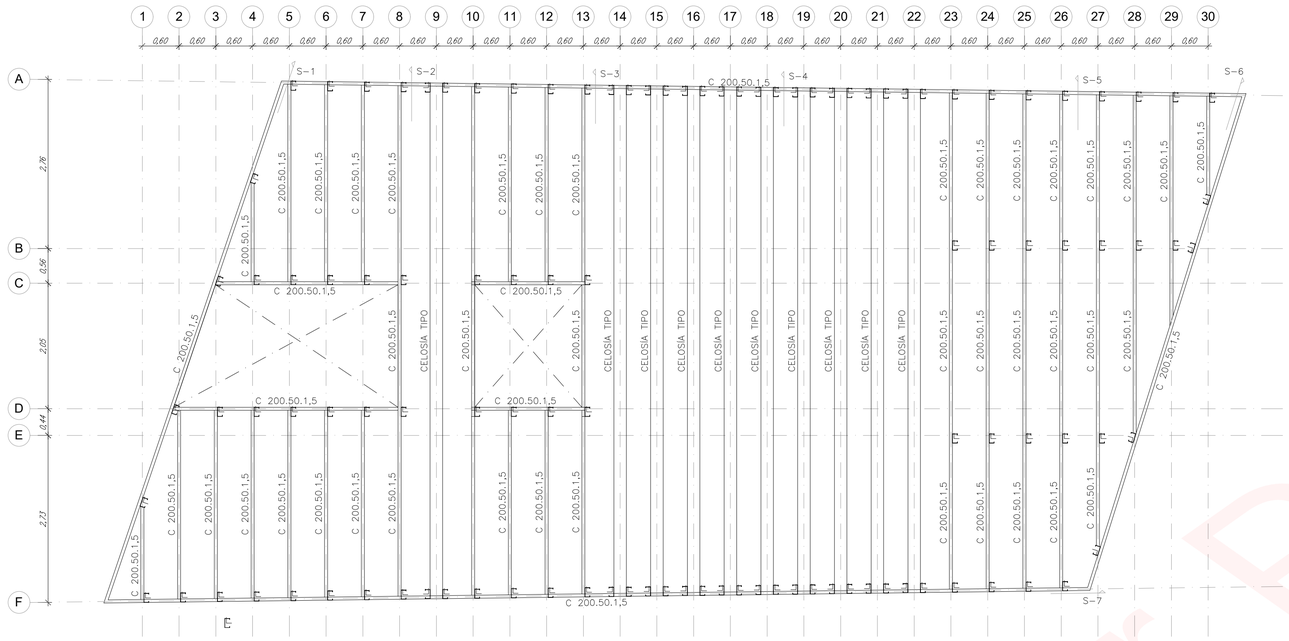
La estructura, su materialidad y sus soluciones con tructivas se han planteado y resuelto desde el punto de vista más crítico para conseguir que co jugue perfectamente con las aspiraciones arquitectónicas.

Y son por tanto elementos estructurales que han sido concebidos paralelamente desde el punto de vista puramente estructural y también d sde e unto de vista arquitectónico.

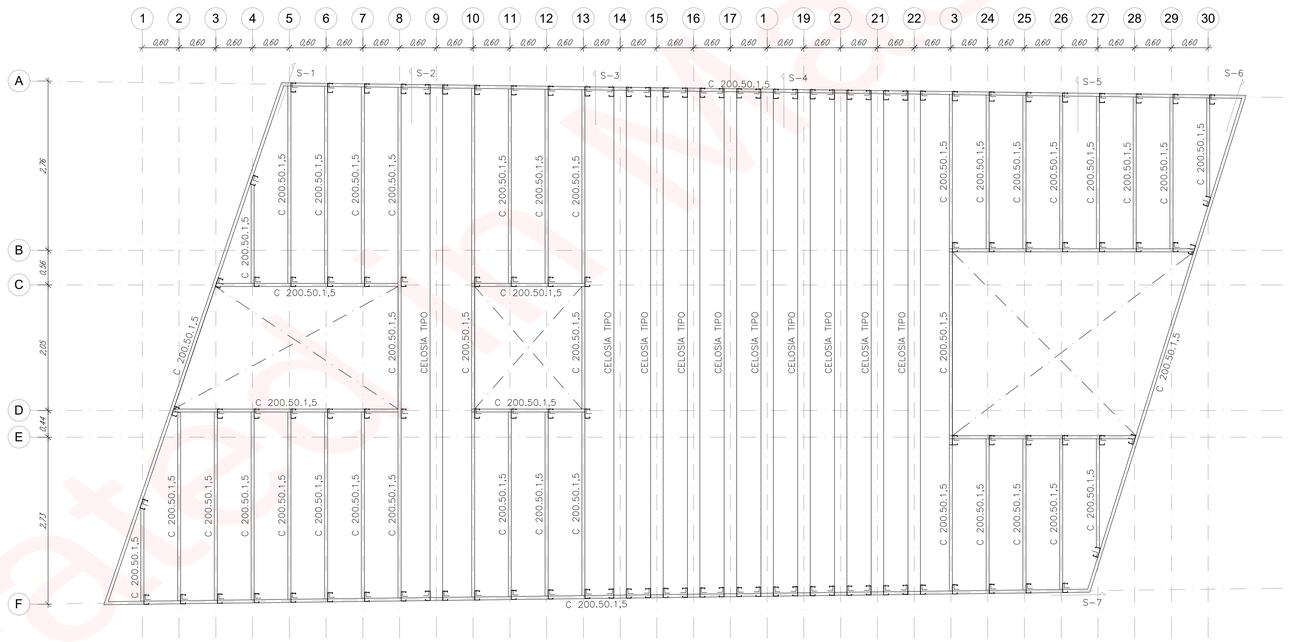
Madrid, 5 de mayo de 2019

Firmado:

Created in Master PDF Editor



FORJADO DE PLANTA 1



FORJADO DE PLANTA 2

CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- HORMIGON

LOCALIZACION	TIPIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	MINIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	NOMINAL RECUBRIMIENTO	NIVEL DE CONTROL	γc
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm²	250 Kg	0.65	70 + 10 mm	ESTADISTICO	1.5

- ACERO

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERT FIC	NIVEL DE CONTROL	γs
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	fy=250 N/mm²	AENOR	NORMAL	
CIMENTACIÓN	B 500 S	fy=500 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.5
UNIONES		fu=360 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.25

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LA ACCION

TIPO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE ACCIÓN	SITUACIÓN PERMANENTE O TRANSITORIA DESFAVORABLE	SITUACIÓN PERMANENTE O TRANSITORIA FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMANENTES (peso propio)	1.5	0.80
	VARIABLES	1.50	0

NOTAS

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁN LAS TABLECIDO EN LAS NORMAS TECNICAS:
  - PERFILES Y CHAPAS DB SE A EN 10025-2:2006, 1 07, 10219-1:2007
  - Y SE REALIZARÁN LOS SIGUIENTES ENSAYOS:
  - TOLERANCIAS: SE CUMPLIRÁN LAS TOLERANCIAS DE FABRICACIONES INDICADAS EN LA PARTADO 11 DEL CTE DB SE-A
  - COMPROBACIÓN DE ESTABILIDAD
- LOS REPLANTEOS DE LAS DE FORJADO, EJES DE ESTRUCTURA, HUECOS DE ASCENSOR Y ESCALERAS SE VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

ESTADO DE CARGAS GRAVITATORIAS

PESO PROPIO DEL FORJADO (FORJADO DE MADERA e=19mm)		0.15 kN/m²
TABIQUERIA + SOLADO	SOBRE TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m²
PENDIENTE + MORTERO	SOBRE ECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO RESIDENCIAL		2.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO EN CUBIERTA ACCESIBLE SOLO PRIVADO		1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE NIEVE		0.60 kN/m²

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

E1-1

Proyecto: **EDIFICIO RESIDENCIAL**
Madrid, España

Autor:

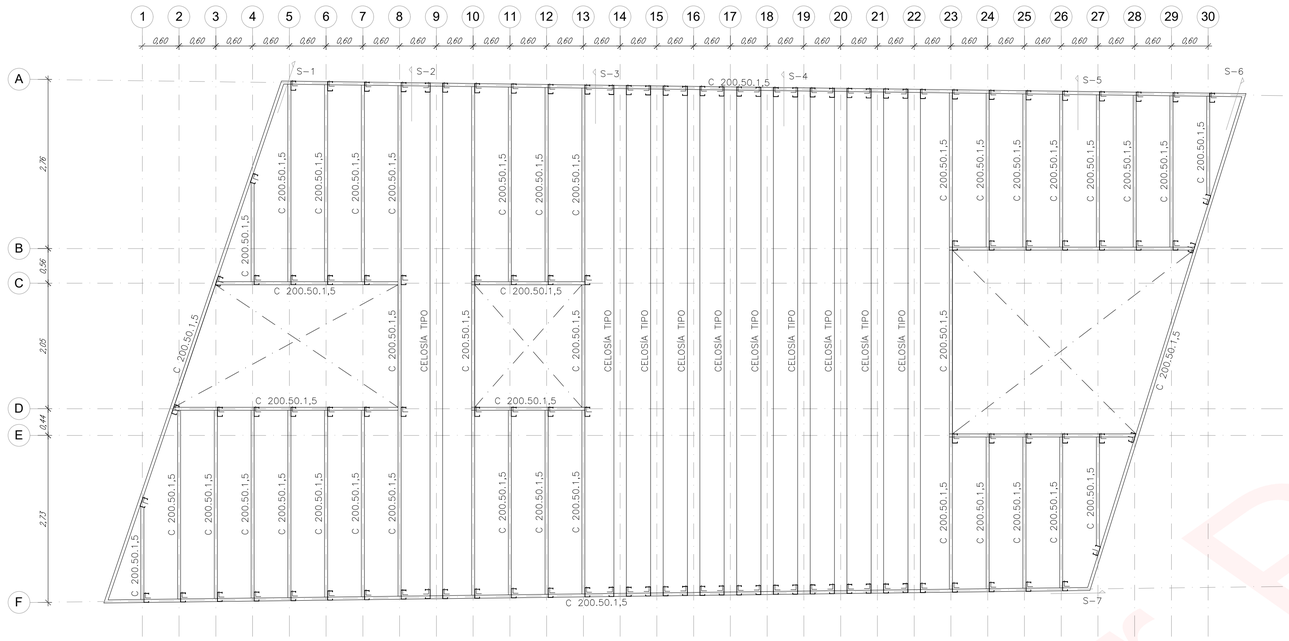
Plano: **Forjado planta 1 y planta 2**

Escala 1 : 50

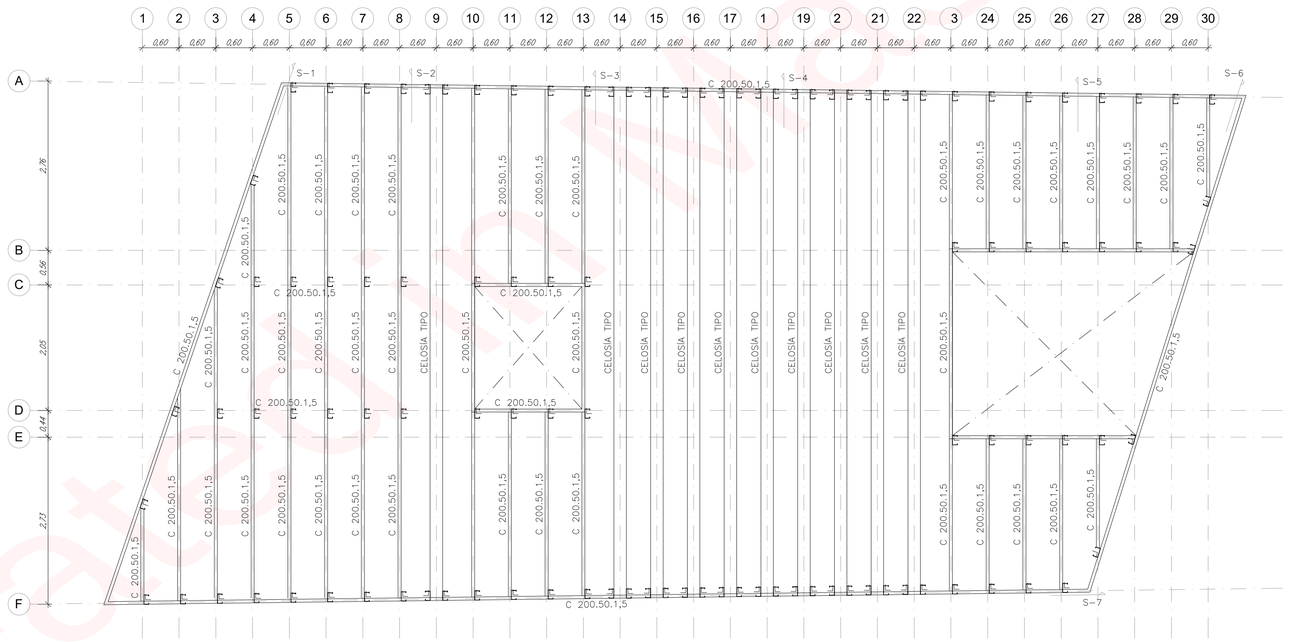
Formato A-1

Mayo 2019

Created in Master PDF Editor



FORJADO DE PLANTA 3



FORJADO DE PLANTA CUBIERTA

CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- HORMIGON

LOCALIZACION	T PIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	M NIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	NOM RECUBR M	NIVEL DE CONTROL	?
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm²	250 Kg	0 65	70 + 10 mm	DISTICO	1 5

- ACERO

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERT F	NIVEL DE CON	?
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	f ₖ=250 N/m	AENOR	NORMAL	
CIMENTACIÓN	B 500 S	f ₖ=500 N/	AENOR	NORMAL	5
UNIONES		f =360 N	AENOR	ORMAL	1.25

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURID ARA ACCION

T PO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE		SITUACIÓN PE DESFAV	ENTE O TRANSITORIA LE FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMAN ES	pio)	5	0.80
	VARIABLES		1.50	0

NOTAS

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁ TABLECIDO EN LAS TES NORMAS:
  - PERF LES Y CHAPAS DB S EN 10025-2:2006, 1 07, 10219-1 2007
  - Y SE REALIZARÁN LOS SIGU ENTES LES:
  - TOLERANCIAS: SE CUMPLIRÁN LAS CIONES INDICADAS PARTADO 11 DEL CTE DB SE-A
  - COMPROBACIÓN DE A
- LOS REPLANTEOS D AS DE FORJADO, EJE RUCTURA, HUECO E VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

ESTADO DE C AS GRAVITATORIAS

PESO PROPIO DEL F	O (FORJADO DE MADERA e=19m	0.15 kN/m²
TABIQUERÍA + SOLADO	O TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m²
PENDIENTE + MORTERO	ECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO RESID		2 00 kN/m²
SOBREC DE USO EN CUB ER	SO PRIVADO	1.00 kN/m²
SOB GA DE NIEVE		0 60 kN/m²

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

E1-2

Proyecto: **EDIFICIO RESIDENCIAL**
Madrid, España

Autor:

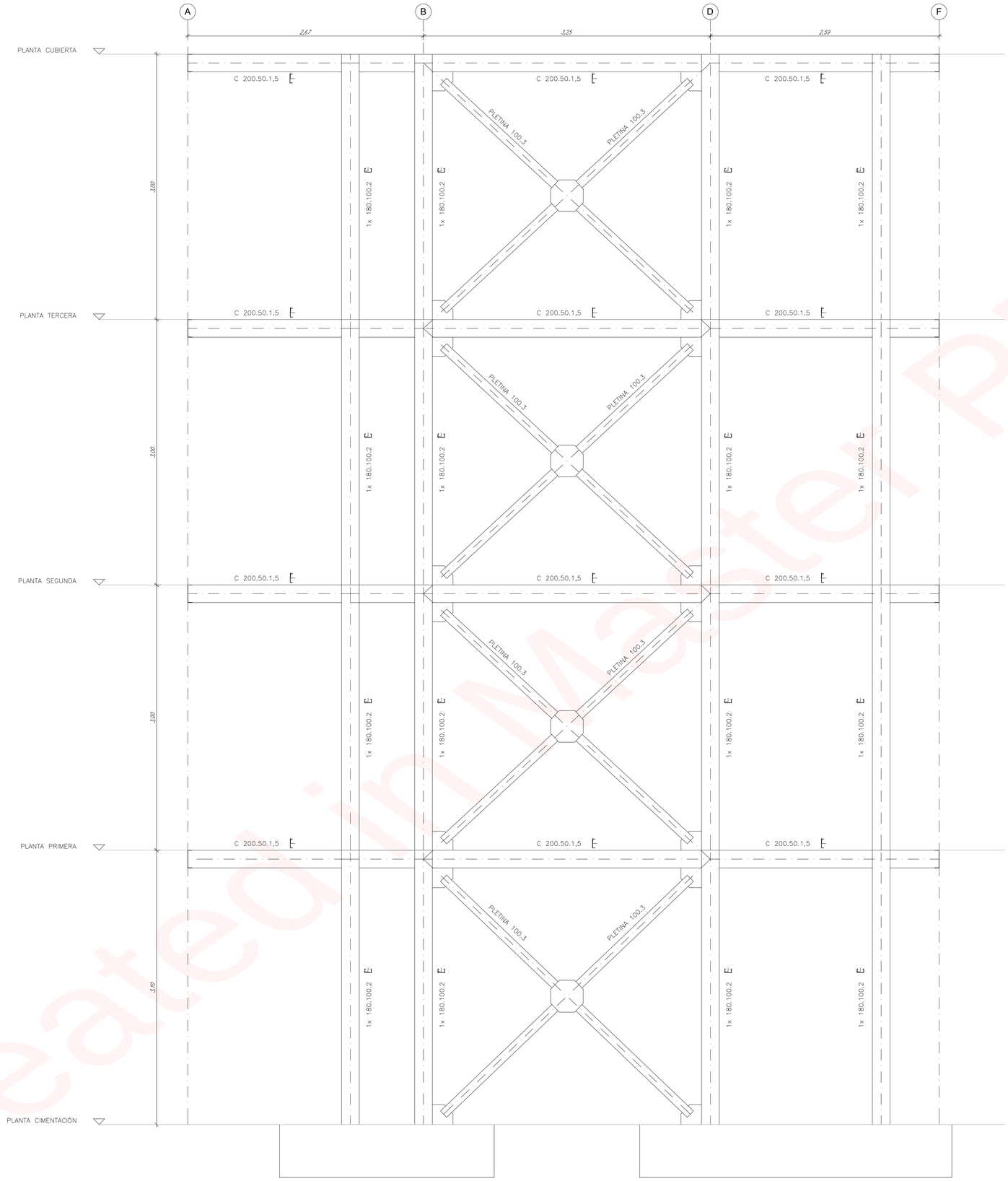
Plano: **Forjado planta 3 y cubierta**

Escala 1 : 50

Formato A-1

Mayo 2019

Created in Master PDF Editor



CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- HORMIGON

LOCALIZACION	TIPIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	MINIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	NOMINAL RECUBRIMIENTO	NIVEL DE CONTROL	γ
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm²	250 Kg	0.65	70 + 10 mm	ESTADISTICO	1.5

- ACERO

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERTIFICADO	NIVEL DE CONTROL	γ
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	f_y=250 N/mm²	AENOR	NORMAL	
CIMENTACIÓN	B 500 S	f_y=500 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.5
UNIONES		f_u=360 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.25

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LA ACCIÓN

TIPO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE ACCIÓN	SITUACIÓN PERMANENTE O TRANSITORIA DESFAVORABLE	SITUACIÓN PERMANENTE O TRANSITORIA FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMANENTES (peso propio)	1.5	0.80
	VARIABLES	1.50	0

NOTAS

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁN LAS TOLERANCIAS DEFINIDAS EN LAS NORMAS: PERFILES Y CHAPAS DB SE-A EN 10025-2:2006, TESTS DE COMPROBACIÓN DE PERFILES Y CHAPAS DB SE-A 07, 10219-1:2007
- LOS REPLANTEOS DEBERÁN SER SUPERVISADOS POR LA DIRECCIÓN FACULTATIVA DE LA OBRA: EJES DE FORJADO, EJES DE ESTRUCTURA, HUECOS DE ESCALERA, ETC. SE VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

ESTADO DE CARGAS GRAVITATORIAS

PESO PROPIO DEL FORJADO (FORJADO DE MADERA e=19mm)	0.15 kN/m²
TABIQUERÍA + SOLADO O TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m²
PENDIENTE + MORTERO ECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO RESIDENCIAL	2.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO EN CUBIERTA PARA SO PRIVADO	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE NIEVE	0.60 kN/m²

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

E2-1

Proyecto: **EDIFICIO RESIDENCIAL**
Madrid, España

Autor:

Plano: **ALZADO ESTRUCTURAL. SECCIÓN 1 (S-1)** Escala 1 : 25

Formato A-1 Mayo 2019

Created in Master PDF Editor

CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- HORMIGON

LOCALIZACION	T PIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	M NIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	VALOR NOM NAL RECUBR M ENTOS	NIVEL DE CONTROL	γ_c
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm²	250 Kg	0 65	70 + 10 mm	ESTADÍSTICO	1 5

- ACERO

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERT FICACION	NIVEL DE CONTROL	γ_s
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	f_y=250 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.05
CIMENTACIÓN	B 500 S	f_y=500 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.15
UNIONES		f_y=360 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.25

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

T PO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE ACCION	SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA DESFAVORABLE	FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMANENTES (Peso propio)	1.35	0.80
	VARIABLES	1.50	0

NOTAS

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁN LO ESTABLECIDO EN LAS SIGUIENTES NORMAS:
  - PERF LES Y CHAPAS DB SE-A, UNE-EN 10025-2:2006, 10210-1 2007, 10219-1 2007

  Y SE REALIZARÁN LOS SIGU ENTES CONTROLES:
  - TOLERANCIAS: SE CUMPLIRÁN LAS RESTRICCIONES INDICADAS EN EL APARTADO 11 DEL CTE DB SE-A
  - COMPROBACIÓN DE FORMA
- LOS REPLANTEOS DE COTAS DE FORJADO, EJES DE ESTRUCTURA, HUECOS ETC. SE VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

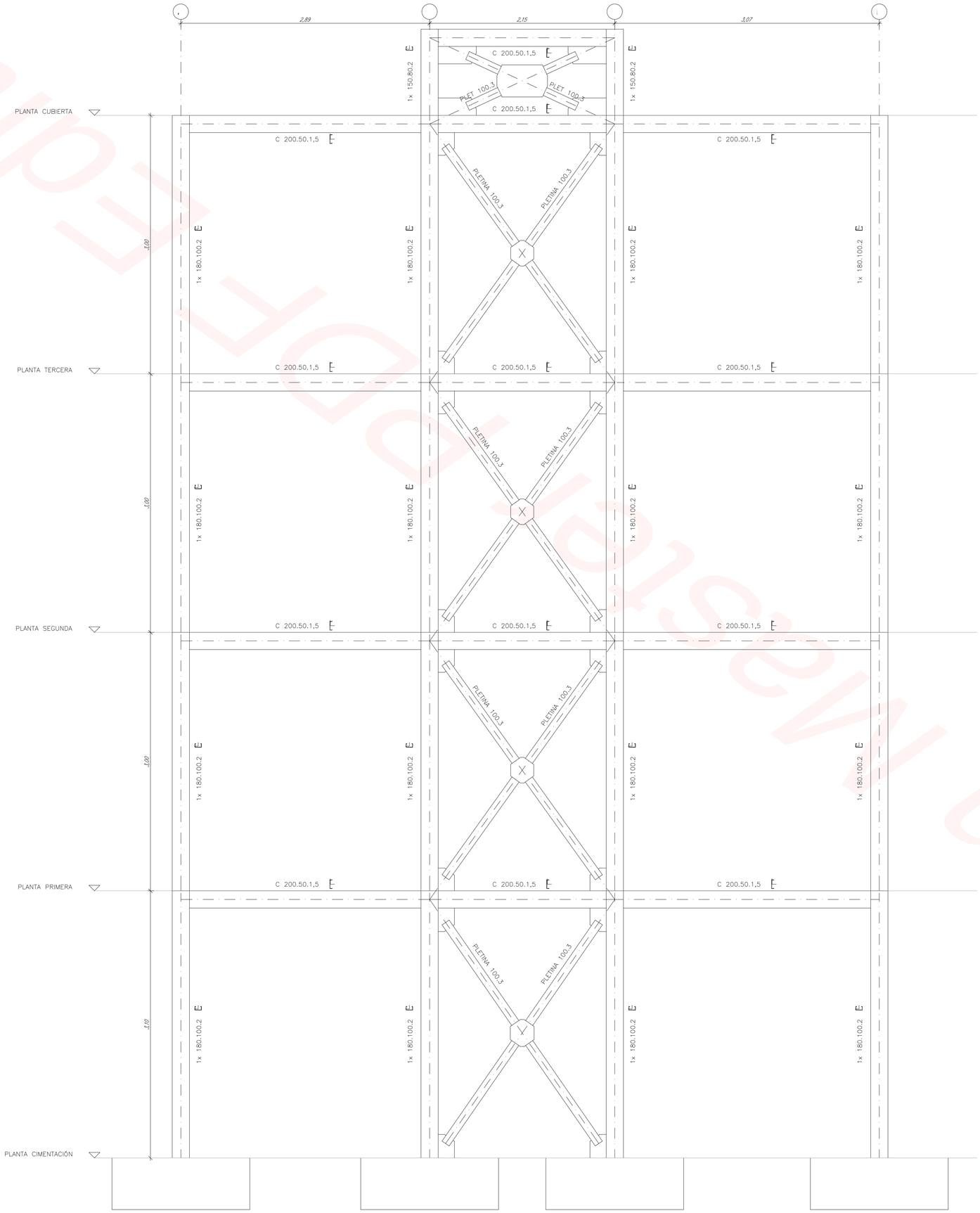
ESTADO DE CARGAS GRAVITATORIAS

PESO PROPIO DEL FORJADO (FORJADO DE MADERA e=19mm)	0.15 kN/m²
TABIQUERÍA + SOLADO + FALSO TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m²
PENDIENTE + MORTERO + FALSO TECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO RESIDENCIAL	2 00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO EN CUB ERTA TRANSITABLE DE USO PRIVADO	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE NIEVE	0 60 kN/m²

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACI
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

Proyecto:

Versión editor
www.upv.es/pcabeu



CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- HORMIGON

LOCALIZACION	T PIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	M NIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	VALOR NOM NAL RECUBR M ENTOS	NIVEL DE CONTROL	γ_c
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm^2	250 Kg	0 65	70 + 10 mm	ESTADISTICO	1 5

- ACERO

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERT FICACION	NIVEL DE CONTROL	γ_s
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	f_y=250 N/mm^2	AENOR	NORMAL	1.05
CIMENTACIÓN	B 500 S	f_y=500 N/mm^2	AENOR	NORMAL	1.15
UNIONES		f_y=360 N/mm^2	AENOR	NORMAL	1.25

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

T PO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE ACCION	SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA DESFAVORABLE	FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMANENTES (Peso propio)	1.35	0.80
	VARIABLES	1.50	0

NOTAS

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁN LO ESTABLECIDO EN LAS SIGUIENTES NORMAS:
  - PERF LES Y CHAPAS DB SE-A, UNE-EN 10025-2:2006, 10210-1 2007, 10219-1 2007

  Y SE REALIZARÁN LOS SIGU ENTES CONTROLES:
  - TOLERANCIAS: SE CUMPLIRÁN LAS RESTRICCIONES INDICADAS EN EL APARTADO 11 DEL CTE DB SE-A
  - COMPROBACIÓN DE FORMA
- LOS REPLANTEOS DE COTAS DE FORJADO, EJES DE ESTRUCTURA, HUECOS ETC. SE VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

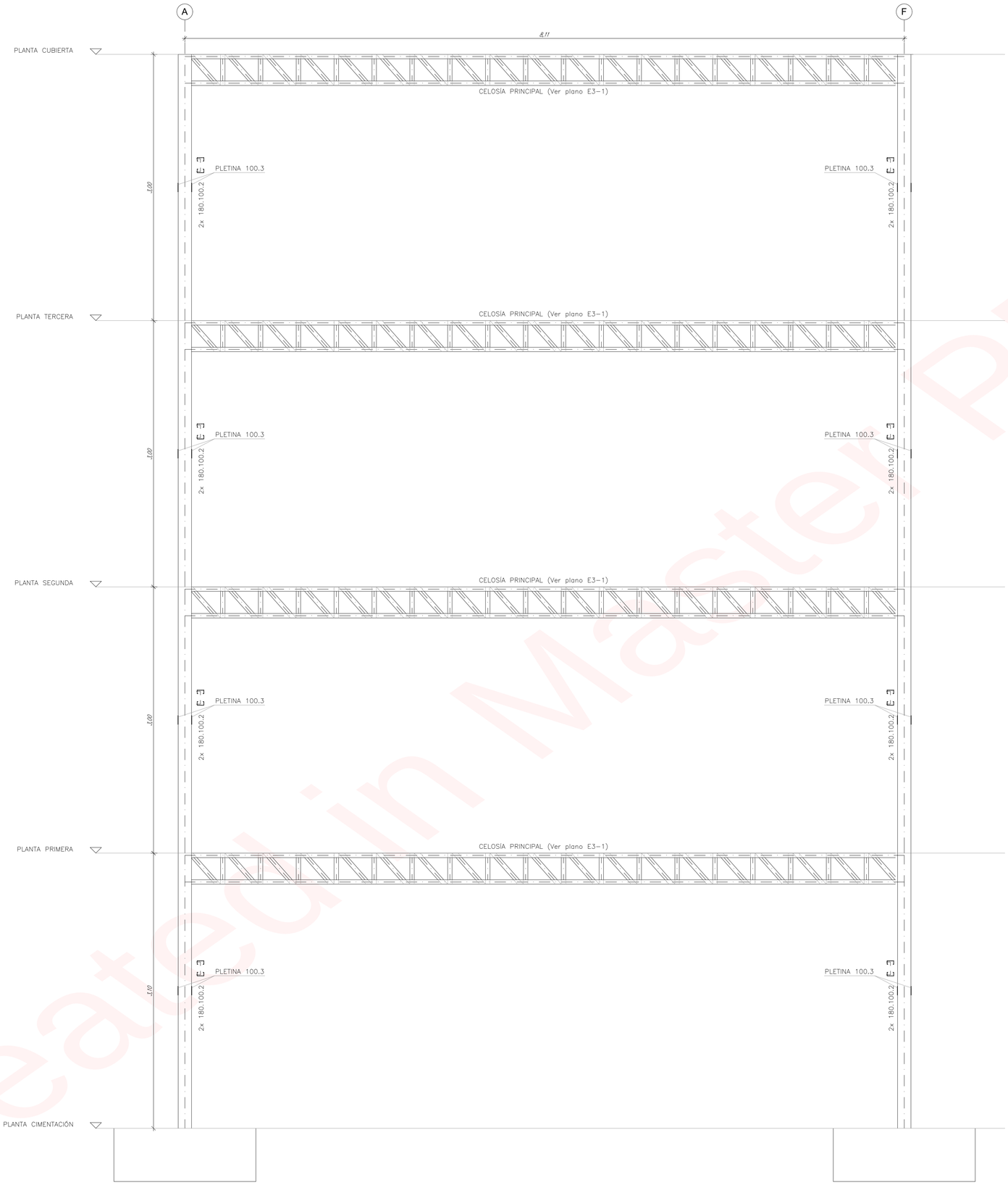
ESTADO DE CARGAS GRAVITATORIAS

PESO PROPIO DEL FORJADO (FORJADO DE MADERA e=19mm)	0.15 kN/m^2
TABIQUERÍA + SOLADO + FALSO TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m^2
PENDIENTE + MORTERO + FALSO TECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m^2
SOBRECARGA DE USO RESIDENCIAL	2 00 kN/m^2
SOBRECARGA DE USO EN CUB ERTA TRANSITABLE DE USO PRIVADO	1.00 kN/m^2
SOBRECARGA DE NIEVE	0 60 kN/m^2

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACI
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

Proyecto:

Feated in Mater



CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- HORMIGON

LOCALIZACION	T PIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	M NIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	NOM RECUBR M	NIVEL DE CONTROL	γ
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm²	250 Kg	0 65	70 + 10 mm	DISTICO	1 5

- ACERO

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERT F	NIVEL DE CON	γ
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	f y=250 N/m	AENOR	NORMAL	
CIMENTACIÓN	B 500 S	f y=500 N/	AENOR	NORMAL	5
UNIONES		f =360 N	AENOR	ORMAL	1.25

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURID ARA ACCION

T PO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE		SITUACIÓN PE DESFAV	ENTE O TRANSITORIA LE FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMAN ES	pio)	5	0.80
	VARIABLES		1.50	0

NOTAS

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁ TABLECIDO EN LAS TES NORMAS:
  - PERF LES Y CHAPAS DB S EN 10025-2:2006, 1 07, 10219-1 2007

Y SE REALIZARÁN LOS SIGU ENTES LES:
- TOLERANCIAS: SE CUMPLIRÁN LAS CIONES INDICADAS PARTADO 11 DEL CTE DB SE-A
- COMPROBACIÓN DE A
- LOS REPLANTEOS D AS DE FORJADO, EJE RUCTURA, HUECO E VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

ESTADO DE C AS GRAVITATORIAS

PESO PROPIO DEL F O (FORJADO DE MADERA e=19m	0.15 kN/m²
TABIQUERÍA + SOLADO O TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m²
PENDIENTE + MORTERO ECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO RESID	2 00 kN/m²
SOBREC DE USO EN CUB ER SO PRIVADO	1.00 kN/m²
SOB GA DE NIEVE	0 60 kN/m²

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

E2-4

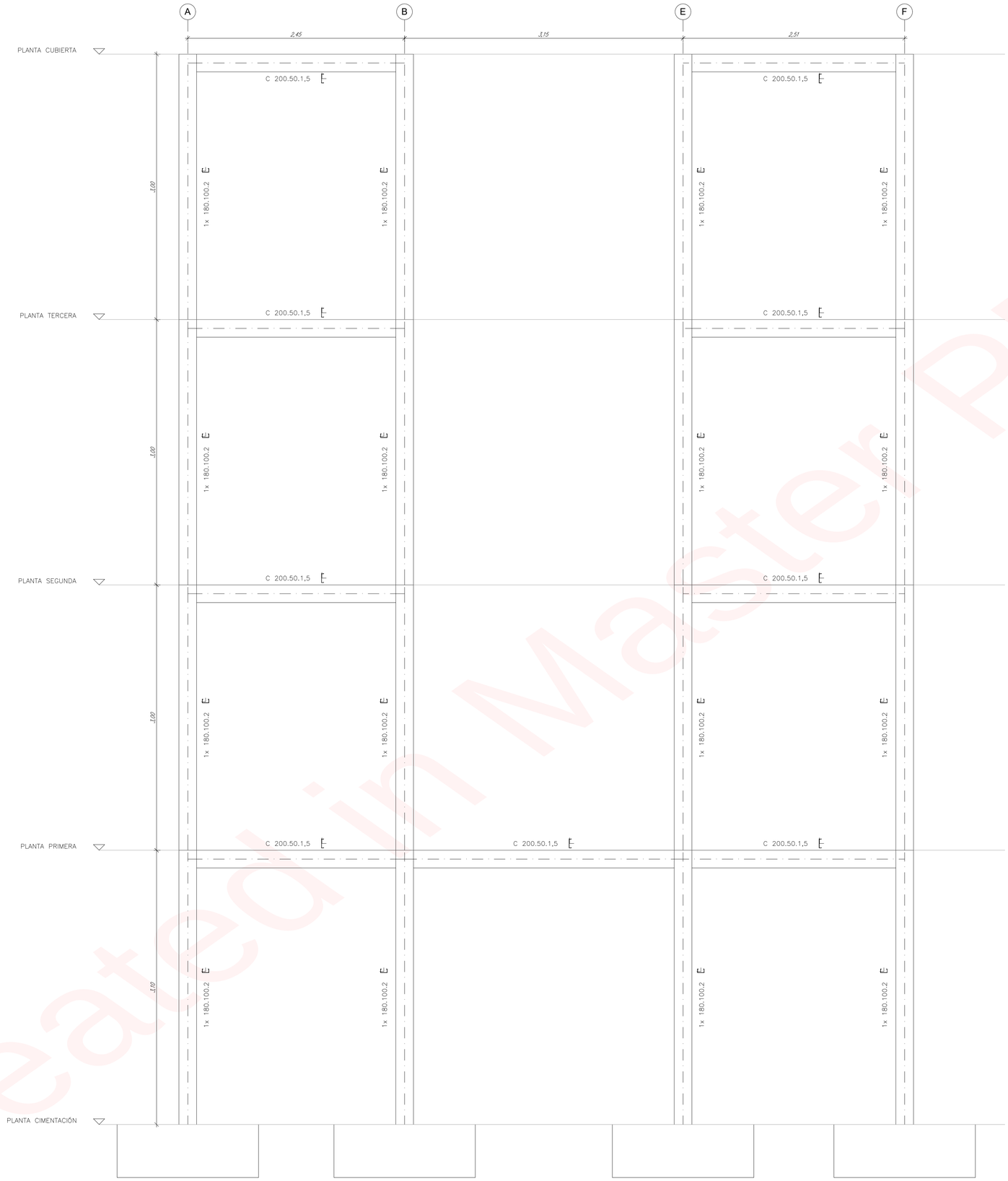
Proyecto: **EDIFICIO RESIDENCIAL**
Madrid, España

Autor:

Plano: **ALZADO ESTRUCTURAL. SECCIÓN 4 (S-4)** Escala 1 : 25

Formato A-1 Mayo 2019

Created in Master PDF Editor



CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- HORMIGON

LOCALIZACION	T PIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	M NIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	NOM RECUBR M	NIVEL DE CONTROL	%
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm²	250 Kg	0 65	70 + 10 mm	DISTICO	1 5

- ACERO

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERT F	NIVEL DE CON	%
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	f$_y$=250 N/m	AENOR	NORMAL	
CIMENTACIÓN	B 500 S	f$_y$=500 N/	AENOR	NORMAL	5
UNIONES		f$_y$=360 N	AENOR	ORMAL	1.25

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURID ARA ACCION

T PO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE		SITUACIÓN PE DESFAV	ENTE O TRANSITORIA LE FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMAN ES	pio)	5	0.80
	VARIABLES		1.50	0

NOTAS

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁ TABLECIDO EN LAS TES NORMAS:
  - PERF LES Y CHAPAS DB S EN 10025-2:2006, 1 07, 10219-1 2007
  - Y SE REALIZARÁN LOS SIGU ENTES LES:
  - TOLERANCIAS: SE CUMPLIRÁN LAS CIONES INDICADAS PARTADO 11 DEL CTE DB SE-A
  - COMPROBACIÓN DE A
- LOS REPLANTEOS D AS DE FORJADO, EJE RUCTURA, HUECO E VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

ESTADO DE C AS GRAVITATORIAS

PESO PROPIO DEL F	O (FORJADO DE MADERA e=19m	0.15 kN/m²
TABIQUERÍA + SOLADO	O TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m²
PENDIENTE + MORTERO	ECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO RESID		2 00 kN/m²
SOBREC DE USO EN CUB ER	SO PRIVADO	1.00 kN/m²
SOB GA DE NIEVE		0 60 kN/m²

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

E2-5

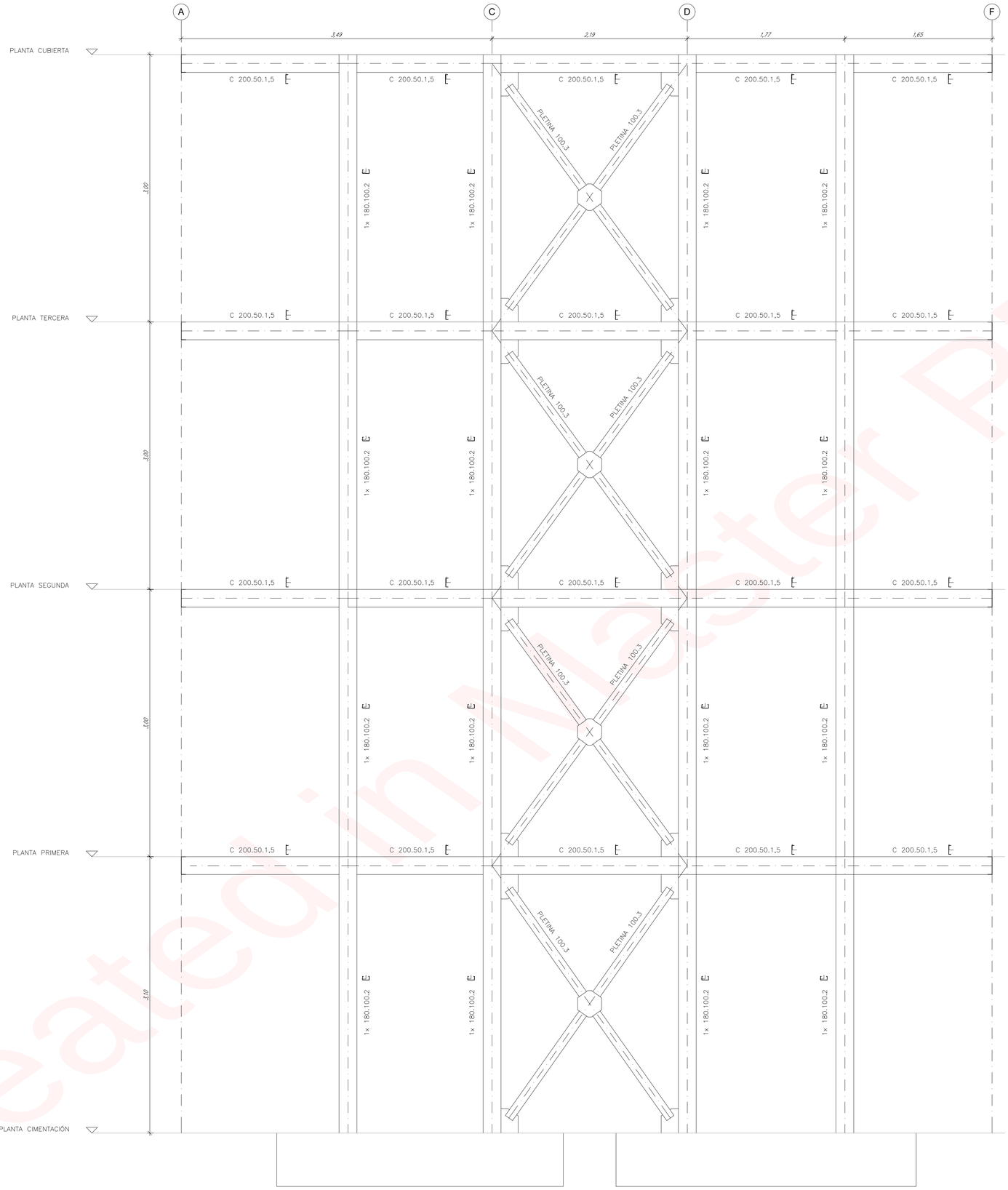
Proyecto: **EDIFICIO RESIDENCIAL**
Madrid, España

Autor:

Plano: **ALZADO ESTRUCTURAL. SECCIÓN 5 (S-5)** Escala 1 : 25

Formato A-1 Mayo 2019

Created in Master PDF Editor



CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- HORMIGON

LOCALIZACION	T PIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	M NIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	NOM RECUBR M	NIVEL DE CONTROL	?
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm²	250 Kg	0 65	70 + 10 mm	DISTICO	1 5

- ACERO

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERT F	NIVEL DE CON	?
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	f_y=250 N/m	AENOR	NORMAL	
CIMENTACIÓN	B 500 S	f_y=500 N/	AENOR	NORMAL	5
UNIONES		f_u=360 N	AENOR	ORMAL	1.25

C O E F I C I E N T E S P A R C I A L E S D E S E G U R I D A R A A C C I O N

T PO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE		SITUACIÓN PE DESFAV	ENTE O TRANSITORIA LE FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMAN ES	pio)	5	0.80
	VARIABLES		1.50	0

N O T A S

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁ TABLECIDO EN LAS TES NORMAS:
  - PERF LES Y CHAPAS DB S EN 10025-2:2006, 1 07, 10219-1 2007

Y SE REALIZARÁN LOS SIGU ENTES LES:
- TOLERANCIAS: SE CUMPLIRÁN LAS CIONES INDICADAS PARTADO 11 DEL CTE DB SE-A
- COMPROBACIÓN DE A
- LOS REPLANTEOS D AS DE FORJADO, EJE RUCTURA, HUECO E VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

E S T A D O D E C A S G R A V I T A T O R I A S

PESO PROPIO DEL F	O (FORJADO DE MADERA e=19m	0.15 kN/m²
TABIQUERÍA + SOLADO	O TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m²
PENDIENTE + MORTERO	ECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO RESID		2 00 kN/m²
SOBREC DE USO EN CUB ER	SO PRIVADO	1.00 kN/m²
SOB GA DE NIEVE		0 60 kN/m²

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

E2-6

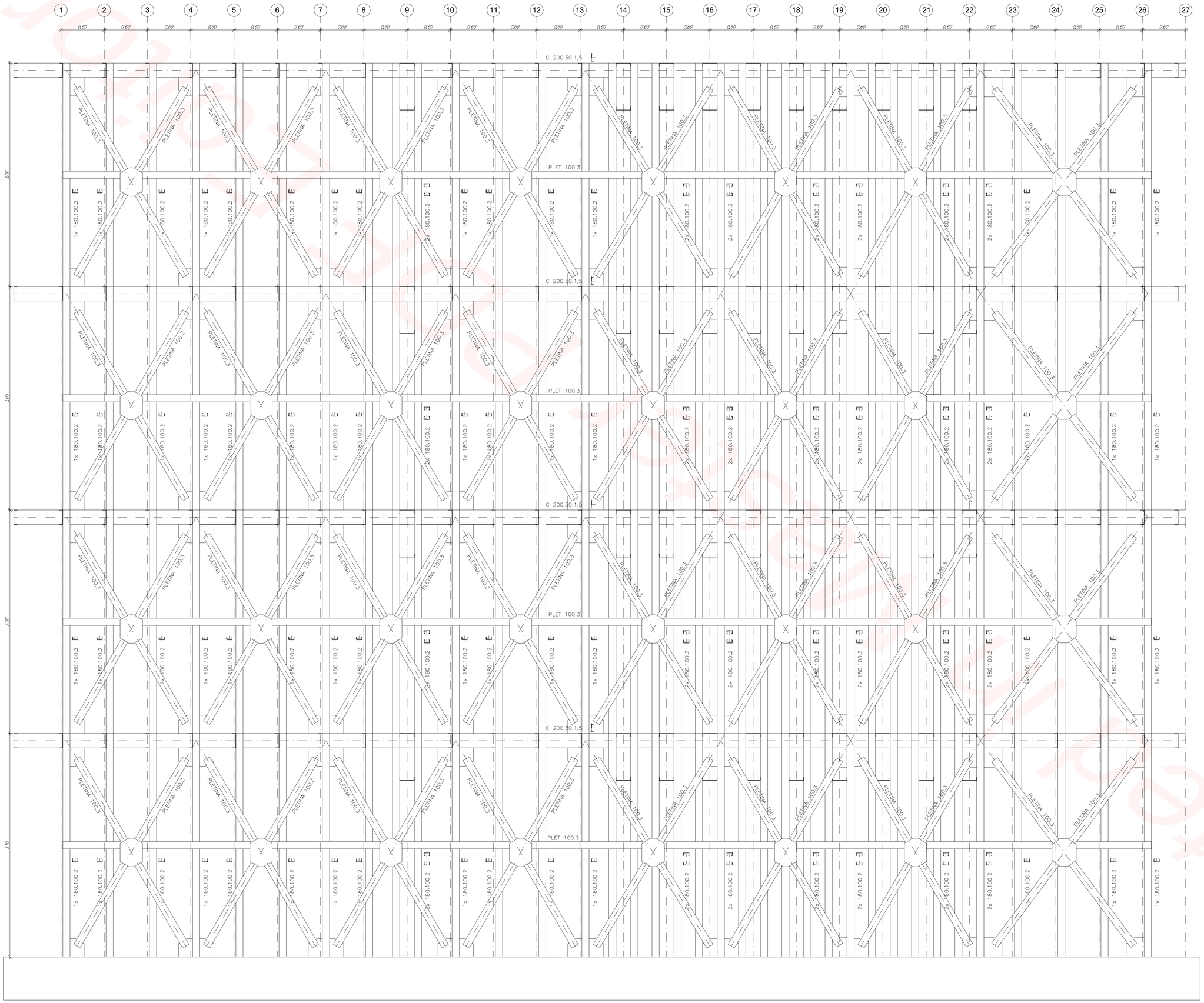
Proyecto: **EDIFICIO RESIDENCIAL**
Madrid, España

Autor:

Plano: **ALZADO ESTRUCTURAL. SECCIÓN 6 (S-6)** Escala 1 : 25

Formato A-1 Mayo 2019

Created in Master PDF Editor



CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- HORMIGON

LOCALIZACION	TIPIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	MINIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	VALOR NOMINAL RECUBRIMIENTOS	NIVEL DE CONTROL	γ
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm²	250 Kg	0.65	70 + 10 mm	ESTADÍSTICO	1.5

- ACERO

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERTIFICACION	NIVEL DE CONTROL	γ
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	f_y=250 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.05
CIMENTACIÓN	B 500 S	f_y=500 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.15
UNIONES		f_u=360 N/mm²	AENOR	NORMAL	1.25

COEFICIENTES PARCIALES DE SEGURIDAD PARA LAS ACCIONES

TIPO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE ACCION	SITUACIÓN PERSISTENTE O TRANSITORIA DESFAVORABLE	FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMANENTES (Peso propio)	1.35	0.80
	VARIABLES	1.50	0

NOTAS

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁN LO ESTABLECIDO EN LAS SIGUIENTES NORMAS:
  - PERFILES Y CHAPAS DB SE-A, UNE-EN 10025-2:2006, 10210-1 2007, 10219-1 2007

  Y SE REALIZARÁN LOS SIGUIENTES CONTROLES:
  - TOLERANCIAS: SE CUMPLIRÁN LAS RESTRICCIONES INDICADAS EN EL APARTADO 11 DEL CTE DB SE-A
  - COMPROBACIÓN DE FORMA
- LOS REPLANTEOS DE COTAS DE FORJADO, EJES DE ESTRUCTURA, HUECOS ETC. SE VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

ESTADO DE CARGAS GRAVITATORIAS

PESO PROPIO DEL FORJADO (FORJADO DE MADERA e=19mm)	0.15 kN/m²
TABIQUERÍA + SOLADO + FALSO TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m²
PENDIENTE + MORTERO + FALSO TECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO RESIDENCIAL	2.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO EN CUB ERTA TRANSITABLE DE USO PRIVADO	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE NIEVE	0.60 kN/m²

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACI
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

E2-7

Proyecto: **EDIFICIO RESIDENCIAL**
Madrid, España

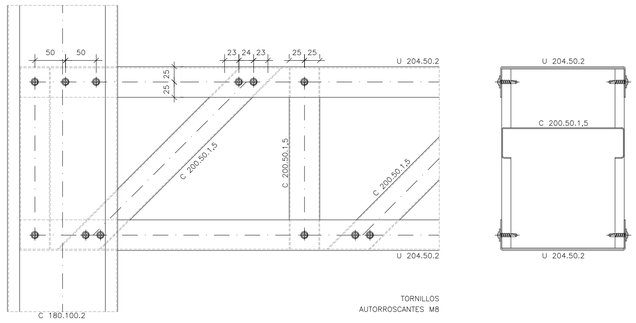
Autor:

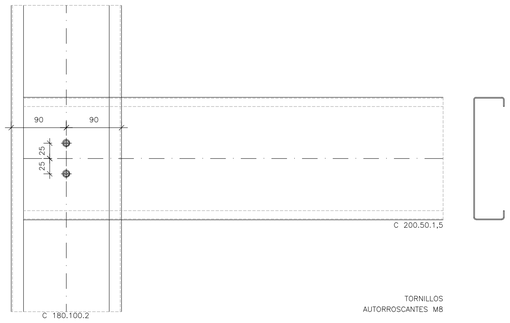
Plano: **ALZADO ESTRUCTURAL. SECCIÓN 7 (S-7)**

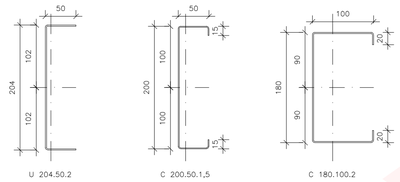
cala 1 : 25

Formato A-1

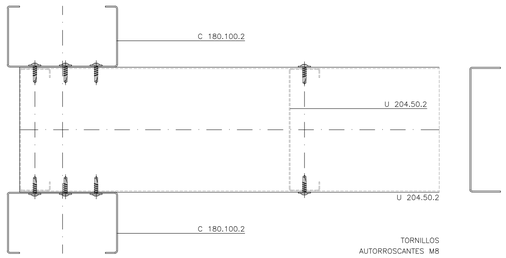
Mayo 2019



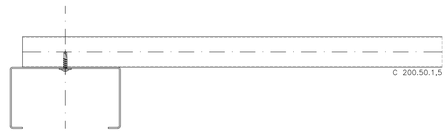




PERFILES UTILIZADOS EN PROYECTO E: 1/5



DETALLE NUDO CELOSÍA – SOPORTE E: 1/5



DETALLE NUDO VIGUETA – SOPORTE E: 1/5

CUADRO DE CARACTERISTICAS DE MATERIALES

- H O R M I G O N

LOCALIZACION	T PIFICACION	RESISTENCIA DE CALCULO	M NIMO CONTENIDO CEMENTO	MAXIMA RELACION A/C	NOM RECUBR M	NIVEL DE CONTROL	γ
CIMENTACIÓN	HA-25/B/20/IIa	16.6 N/mm²	250 Kg	0 65	70 + 10 mm	DISTICO	1 5

- A C E R O

LOCALIZACION	DESIGNACION	RESISTENCIA	CERT F	NIVEL DE CON	γ
TODA LA OBRA	S 250 GD+Z	f y=250 N/m	AENOR	NORMAL	
CIMENTACIÓN	B 500 S	f y=500 N/	AENOR	NORMAL	5
UNIONES		f =360 N	AENOR	ORMAL	1.25

C O E F I C I E N T E S P A R C I A L E S D E S E G U R I D A R A A C C I O N

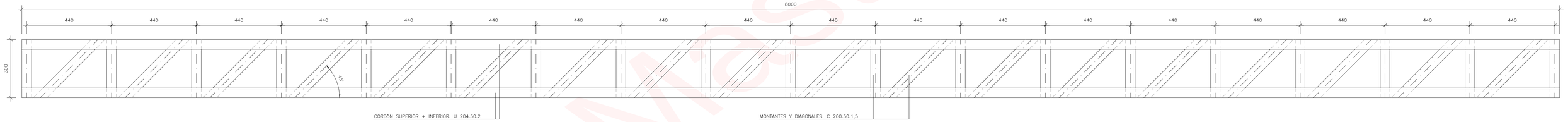
T PO DE VERIFICACIÓN	TIPO DE		SITUACIÓN PE DESFAV	ENTE O TRANSITORIA LE FAVORABLE
RESISTENCIA	PERMAN ES	pio)	5	0.80
	VARIABLES		1.50	0

N O T A S

- LOS MATERIALES CUMPLIRÁ TABLECIDO EN LAS TES NORMAS:
  - PERF LES Y CHAPAS DB S EN 10025-2:2006, 1 07, 10219-1 2007
  Y SE REALIZARÁN LOS SIGU ENTES LES:
  - TOLERANCIAS: SE CUMPLIRÁN LAS CIONES INDICADAS PARTADO 11 DEL CTE DB SE-A
  - COMPROBACIÓN DE A
- LOS REPLANTEOS D AS DE FORJADO, EJE RUCTURA, HUECO E VERIFICARAN EN OBRA S/ PLANOS DE ARQUITECTURA.

E S T A D O D E C A S G R A V I T A T O R I A S

PESO PROPIO DEL F	O (FORJADO DE MADERA e=19m	0.15 kN/m²
TABIQUERÍA + SOLADO	O TECHO EN PLANTAS	1.50 kN/m²
PENDIENTE + MORTERO	ECHO EN CUBIERTA	1.00 kN/m²
SOBRECARGA DE USO RESID		2 00 kN/m²
SOBREC DE USO EN CUB ER	SO PRIVADO	1.00 kN/m²
SOB GA DE NIEVE		0 60 kN/m²



GEOMETRÍA CELOSÍAS DE FORJADO E: 1/10

Created in Master PDF Editor

MÁSTER EN ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN
M4_2_Perfiles de pequeño espesor

E3-1

Proyecto: **EDIFICIO RESIDENCIAL**
Madrid, España

Autor:

Plano: **Detalles estructura**

Escala: indicada

Formato A-1

Mayo 2019

Master en Estructuras de Edificación

M4_2 ESTRUCTURAS DE PERFILES DE ACERO DE PEQUEÑO ESPESOR

PRÁCTICA:

P4_2.1

INTEGRANTES:

ACÍA

5 de mayo del 2019

in Master PDF Editor

Contenido

Bases del cálculo. 3
Descripción del edificio: 3
Materiales: 3
Resistencia al fuego 4
Sobre cargas de uso y carga muerta. 4
Viento. 5
Propiedades de los perfiles utilizados 7
Perfiles C.100 7
C-100.50 7
C-109.40 9
C-209.50 Correas Tipo 1 10
Perfiles C.200 12
C-200.50 Correas Tipo 2 12
Solución estructural. 14
Pilares. 14
Pilares apeo. 15
Vigas. 16
Celosías simples. 18
Celosías de apeo. 19
Flecha en celosía. 20
Arriostramiento. 21
Arriostramiento en planta 21
Arriostramiento lateral: 21
Desplome debido al viento. 22
Uniones. 24
Resistencia a corta te según normativa. 24
Tornillos. 25
Unión viga – pilar. 26
Unión pilar – arr ostramiento lateral. 26
Unión pilar – arriostramiento en planta. 27
U ón n nudos de la celosía. 28

Created in Master PDF Editor

Bases del cálculo.

Descripción del edificio:

El proyecto se trata de un edificio de viviendas entre medianeras utilizando perfil s conformados en frío de chapa galvanizada para la estructura tanto vertical como vertical, la cual podemos calificar como una estructura de ligera por los elementos estructurales usados.

El edificio consta de 3 plantas y una cubierta. Para la solución de forjado y pilares se empleó perfiles conformados. Para el piso de tableros de madera se u ó los tableros SuperPan Tech P6 de la empresa FINSA, estos tableros son de dimensiones (en milímetros) de 2400x600 con un espesor de 40.

Materiales:

Hormigón tipo. HA-25

Resistencia característica a compresión: fck=25 $N/mm2$

Resistencia de cálculo: $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{.5} = \frac{35N/mm^2}{1.5} = 23.33N/mm^2$

Coeficiente de Poisson: ν=0.2

Densidad: ρ=2500 Kg/m3

Tipo de acero laminado en frío S2 0GD+Z

Tabla 3.1b – Valores nominales del límite elástico básico f_{yb} y la resistencia última a tracción f_u

Tipo de acero	Norma	Ti	f_{yb} N/mm²	f_u N/mm²
Chapa de acero laminada en frío de calidad estructural	ISO 4997	CR 220 CR 250 CR 320	220 250 320	300 330 400
Chapas y bandas de acero estructural recubiertas en continuo por inmersión en caliente. Condiciones técnicas de suministro.	EN 10326	S220GD+Z S250GD+Z S280GD+Z S320GD+Z S350GD+Z	220 250 280 320 350	300 330 360 390 420

Límite elástico básico: f_{yk}= 280 $N/mm2$

Resistencia ultim a tracción: f_u= 360 $N/mm2$

Resistenci de cálculo: $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma s} = \frac{280}{1.15} = 243.5\ N/mm^2$

Módulo de elasticidad: E_s=210000N/mm²

Created in Master PDF Editor

Resistencia al fuego

Para determinar el tiempo equivalente de resistencia al fuego para el edificio de viviendas entre medianeras con perfiles conformados en frío menor a 15 metros de altura, obteniendo un tiempo equivalente R60; según la tabla 3.1 "Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales" del CTE-DB-SI 6.

Tabla 3.1 *Resistencia al fuego* suficiente de los elementos estructurales

Uso del *sector de incendio* considerado [1]	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante *altura de evacuación* del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar [2]	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 [3]	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 [4]		

[1] La *resistencia al fuego* suficiente R de los elementos estructurales de un suelo que separa *sectores de incendio* es función del uso del sector inferior. Los elementos estructurales de suelos que no delimitan un *sector de incendios*, sino que están contenidos en él, deben tener al menos la *resistencia al fuego* suficiente R que se exija para el uso de dicho sector

[2] En viviendas unifamiliares agrupadas o adosadas, los elementos que formen parte de la estructura común tendrán la *resistencia al fuego* exigible a edificios de *uso Residencial Vivienda*.

[3] R 180 si la *altura de evacuación* del edificio excede de 28 m.

[4] R 180 cuando se trate de *aparcamientos robotizados*.

La protección ante el fuego que tendrá la e ruc ura será atribuida a los paneles que recubran paredes y piso, no siendo considerad en el cálculo resistente de la perfilería.

Acciones

Sobre cargas de uso y carga muerta.

<u>Sobre forjado:</u>

Las acciones correspondien es a sobre cargas de uso vienen determinadas en la tabla 3.1 del CTE-DB-SE-AE:

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m²]	Carga concentrada [kN]
A	Zonas residenciales	A1	Viviendas y zonas de habitaciones en, hospitales y hoteles	2	2
		A2	Trasteros	3	2
B	Zonas administrativas			2	2
C	Zonas de acceso al público (con la excepción de las superficies pertenecientes a las categorías A, B, y D)	C1	Zonas con mesas y sillas	3	4
		C2	Zonas con asientos fijos	4	4
		C3	Zonas sin obstáculos que impidan el libre movimiento de las personas como vestíbulos de edificios públicos, administrativos, hoteles; salas de exposición en museos; etc.	5	4
		C4	Zonas destinadas a gimnasio u actividades físicas	5	7
		C5	Zonas de aglomeración (salas de conciertos, estadios, etc)	5	4
D	Zonas comerciales	D1	Locales comerciales	5	4
		D2	Supermercados, hipermercados o grandes superficies	5	7
E	Zonas de tráfico y de aparcamiento para vehículos ligeros (peso total < 30 kN)			2	20 [1]
F	Cubiertas transitables accesibles sólo privadamente [2]			1	2
G	Cubiertas accesibles únicamente para conservación [3]	G1 [7]	Cubiertas con inclinación inferior a 20º	1 [4] [6]	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) [5]	0,4 [4]	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40º	0	2

Created in Master PDF Editor

Se toma una sobre carga de uso correspondiente a 2 kN/m² para zonas residenciales y 1 kN/m² para la cubierta, no transitable.

Como carga muerta se toma la suma de los siguientes valores:

-Tablero de madera Superpan Tech P6 de 40 cm de espesor	0.65 kN/m²
-Solado e instalaciones	2 kN m²
-Carga de cerramiento	2 kN/m
-Peso propio de los perfiles	

Viento.
De acuerdo con el artículo 3.3.2 del CTE DB SE-AE, la acción del viento puede suponerse como una fuerza perpendicular a la superficie de cada pun o expuesto, calculada a partir de un valor de presión estática (q_e) igual a:

$$q_e = q_b * c_e * c_p$$

Donde:

q_b: presión dinámica del viento. Puede tomarse un valor de 0,5 N/mm2.

c_e: coeficiente de exposición. En edificios de menos de ocho plantas toma un valor de 2.

c_p: coeficiente eólico de presión, dependiente de la forma y orientación

Cálculo ajustado del valor de q_b

Alternativamente a considerar un valor de 0,5 N/mm2, puede calcularse un valor de la presión dinámica más ajustado a la situación geográfica del edificio según lo indicado en el anejo D del CTE DB SE-AE:

$$q_b = 0.5 * \delta * V_b^2$$

Donde:
δ: Densidad del aire que aunque varía en función de la altitud, temperatura y humedad puede conside arse con un valor de 1,25 kg/m3.
v_b: velocidad básica del viento en la localidad estudiada, definida en la figura D.1 del CTE DBSE-AE.

En la siguiente figur obtenida del CTE DB SE-AE, pueden apreciarse

Created in Master PDF Editor

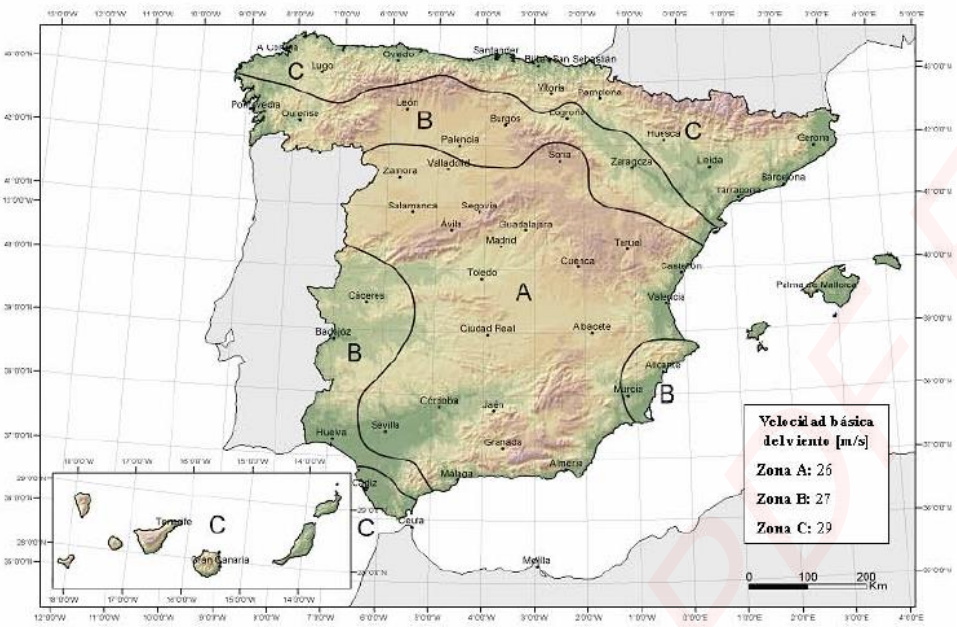


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

En nuestro caso, para un edificio situado en Madrid (zona A):

$$q_b = 0.5 * 1.25 * 422\ 5 \frac{\text{kg} * \text{m}^2}{m^3 \quad s^2} = 0.42 \frac{kN}{m^2}$$

Cálculo ajustado del valor de C_e

Como alternativa a un valor de 2 para edificios de menos de 8 plantas, puede deducirse el valor de ce mediante lo indica o en el a tículo 3.3.3 del CTE DB SE-AE para edificios de menos de 30 m. de altura, en función de la situación del edificio y su altura (zona urbana y 12 m. respectivamente en nuestro caso). Para edificios que superen dicho valor, deberán emplearse las expresiones descritas en el anejo D del documento citado.

De la siguiente tabla se saca el coeficiente de exposición del CTE DB SE-AE, se toma el valor de Ce de 1.9.

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	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,1	3,3	3,5
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

Created in Master PDF Editor

Cálculo ajustado del valor de q_e

$$q_e = q_b * c_e * c_p = 0.42 * 1.9 * c_p = 0.8c_p$$

Cálculo de C_p

El valor de Cp depende de la forma del edificio, su orientación y de la posición del elemento estudiado. Para casos sencillos pueden aplicarse los valores definid s en lo artículos 3.3.4 (edificios de pisos) y 3.3.5 (construcciones diáfanas) del CTE DB SE-AE.

Como el edificio del proyecto es un edificio de pisos con forjados que conectan todas las fachadas a intervalos regulares, sacamos los valores de la siguie te tabla CTE DB SE-AE. Considerando una esbeltez del plano paralelo al viento de 1.

Tabla 3.5. Coeficiente eólico en edificios de pisos

	Esbeltez en el plano paralelo al viento					
	< 0,25	0,50	0,75	1,00	1,25	≥ 5,00
Coeficiente eólico de presión, c_p	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8
Coeficiente eólico de succión, c_s	-0,3	-0,4	-0,4	-0,5	-0,6	-0,7

$$q_e = q_b * c_e * c_p = 0.42 * 1.9 * \frac{0\,8}{0.5} = 1.28\frac{kN}{m^2}$$

Propiedades de los perfiles utilizados

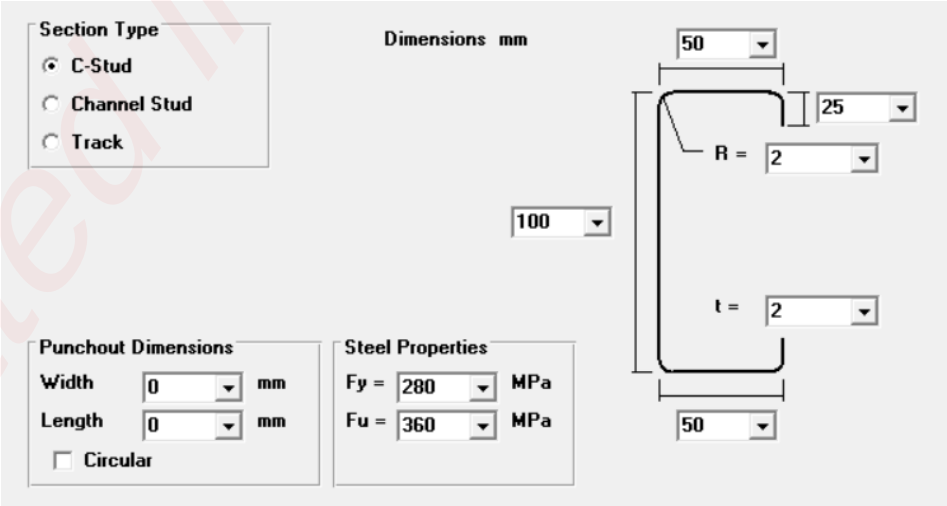
Se utilizan básicamente dos tipos de perfiles; c100 y c200; los cuales se describen a continuación:

Perfiles C.100

C-100.50

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 =	280	Mpa
Stiffening Lip =	25,00	mm	Fy With Cold-Work, Fya =	311	Mpa

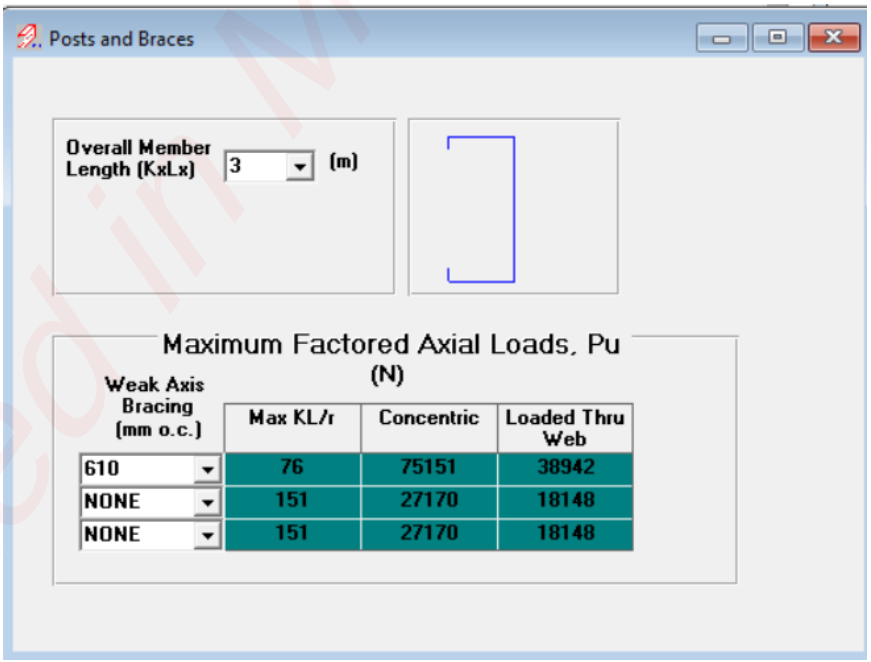


Created in Master PDF Editor

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis		
Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	50,0	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	728634	mm^4
Section Modulus (Sxx)	14573	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	4303,32	N-m
Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis		
Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	50,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	728634	mm^4
Cross Sectional Area (A)	473,7	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	39,2196	mm
Section Properties, Weak Axis		
Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	19,9335	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	186693	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	19,8524	mm
Effective Section Modulus (Syy)	6173	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	20,3171	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	1642,12	N-m
Other Section Property Data		
Member Weight per Foot of Length	36,4620	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	29364	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	105766	N
Torsional Properties		
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-48,0879	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	631599	mm^4
Warping Constant (Cw)	582285387	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	65,1517	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,4552	

Máximo esfuerzo axial.

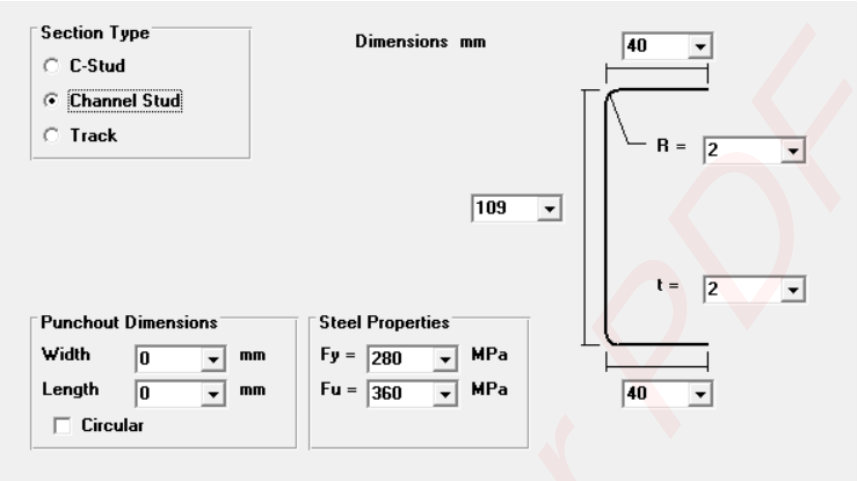


Created in Master PDF Editor

C-109.40

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	109,00	mm	Steel Thickness =	2,000	mm
Top Flange =	40,00	mm	Inside Corner Radius =	2,000	mm
Bottom Flange =	40,00	mm	Yield Stress, Fy =	280	Mpa
			Fy With Cold-Work, Fya =	280	Mpa

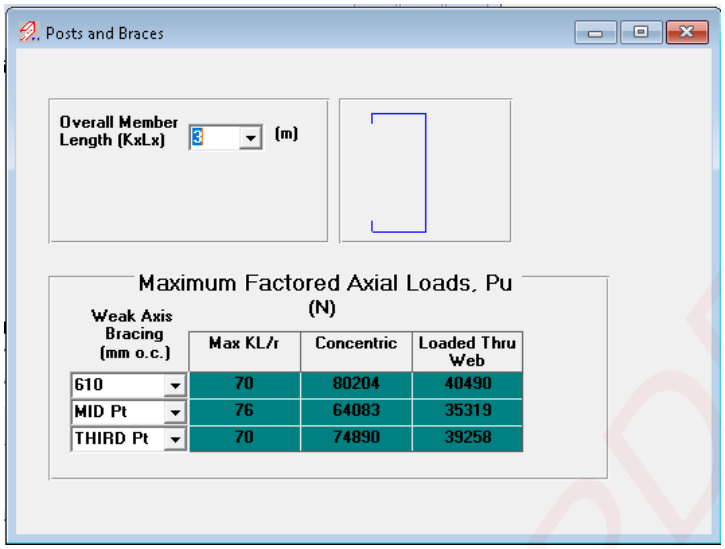


OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis		
Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	57,4	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	617550	mm^4
Section Modulus (Sxx)	10102	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	2545,87	N-m
Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis		
Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	54,5	mm
Moment of Inertia (Ixx)	635659	mm^4
Cross Sectional Area (A)	364,8	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	41,7403	mm
Section Properties, Weak Axis		
Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	9,3446	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	53673	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	12,1289	mm
Effective Section Modulus (Syy)	1543	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	8,5090	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	388,92	N-m
Other Section Property Data		
Member Weight per Foot of Length	28,0835	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	32236	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	67792	N
Torsional Properties		
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-22,0422	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	486466	mm^4
Warping Constant (Cw)	109350510	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	48,7362	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,7954	

Created in Master PDF Editor

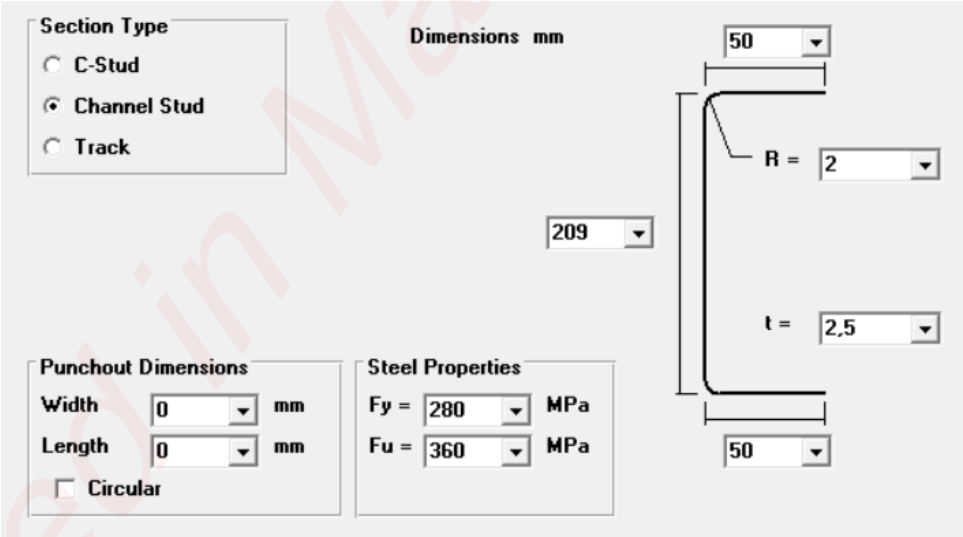
Máximo esfuerzo axial



C-209.50 Correas Tipo 1

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	209,00	mm	Steel Thickness =	2,500	mm
Top Flange =	50,00	mm	Inside Corner Radius =	2,000	mm
Bottom Flange =	50,00	mm	Yield Stress, Fy =	280	Mpa
			Fy With Cold-Work, Fya =	280	Mpa



Created in Master PDF Editor

OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	114,0	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	3306360	mm^4
Section Modulus (Sxx)	26510	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	6681,17	N-m

Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis

Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	104,5	mm
Moment of Inertia (Ixx)	3522182	mm^4
Cross Sectional Area (A)	604,8	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	76,3101	mm

Section Properties, Weak Axis

Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	8,9433	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	118688	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	14,0081	mm
Effective Section Modulus (Syy)	1767	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	6,1381	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	445,43	N-m

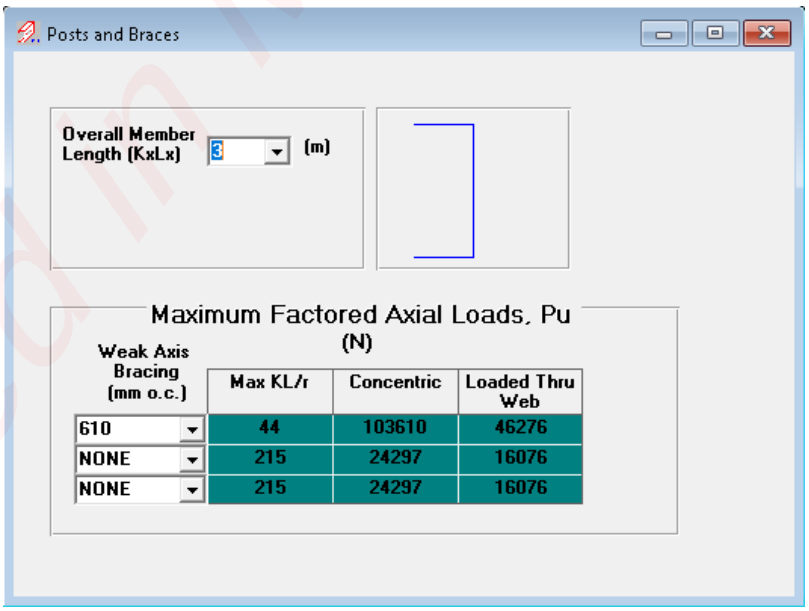
Other Section Property Data

Member Weight per Foot of Length	46,5570	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	37123	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	74637	N

Torsional Properties

Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-22,5480	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	806466	mm^4
Warping Constant (Cw)	938376648	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	80,7953	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,9221	

Máximo esfuerzo axial



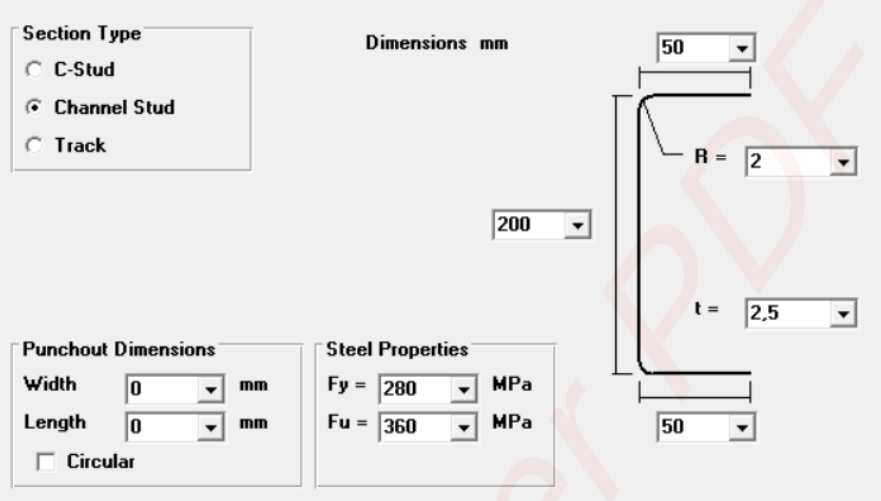
Created in Master PDF Editor

Perfiles C.200

C-200.50 Correas Tipo 2

INPUT PROPERTIES:

Web Height =	200,00	mm	Steel Thickness =	2,500	mm
Top Flange =	50,00	mm	Inside Corner Radius =	2,000	mm
Bottom Flange =	50,00	mm	Yield Stress, Fy =	280	Mpa
			Fy With Cold-Work, Fya =	280	Mpa

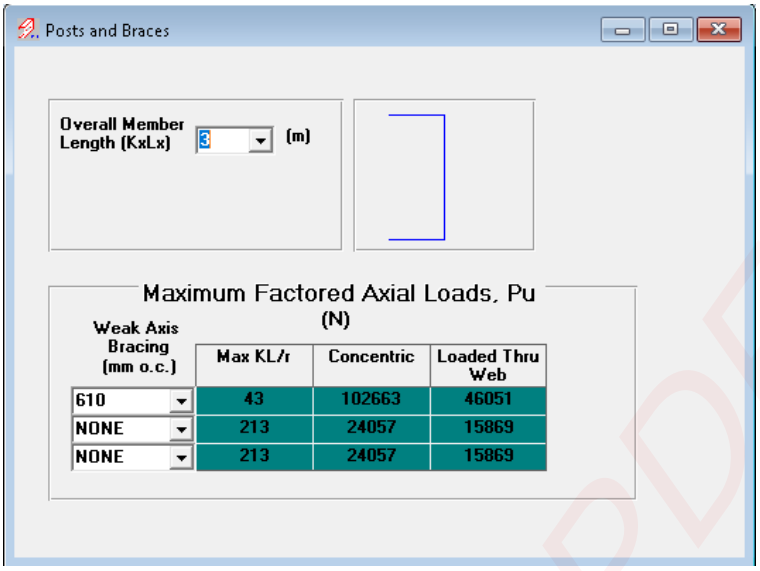


OUTPUT PROPERTIES:

Effective Section Properties, Strong Axis		
Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	104,2	mm
Moment of Inertia for Deflection (Ixx)	3802929	mm^4
Section Modulus (Sxx)	34606	mm^ 3
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mnx)	8721,50	N-m
Gross Section Properties of Full Section, Strong Axis		
Neutral Axis from Top Fiber (Ycg)	100,0	mm
Moment of Inertia (Ixx)	3913119	mm^4
Cross Sectional Area (A)	730,5	mm^2
Radius of Gyration (Rx)	73,1887	mm
Section Properties, Weak Axis		
Gross Neutral Axis (Xcg) From Web Face	9,3881	mm
Gross Moment of Inertia (Iyy)	144692	mm^4
Radius of Gyration (Ry)	14,0736	mm
Effective Section Modulus (Syy)	2904	mm^3
Effective Neutral Axis (Xcg) from Web Face	8,0550	mm
Nominal Flexural Strength * Phi (Phi*Mny)	731,96	N-m
Other Section Property Data		
Member Weight per Foot of Length	56,2306	N/m
Nominal Web Shear Capacity * Phi (Unpunched)	62122	N
Pno * Phi for use in Interaction Equation C5-2	110870	N
Torsional Properties		
Dist. from Shear Center to Neutral Axis (Xo)	-22,9442	mm
St. Venant torsion Constant (J x 1000)	1521928	mm^4
Warping Constant (Cw)	1036863513	mm^6
Radii of Gyration (Ro)	77,9813	mm
Torsional Flexural Constant (Beta)	0,9134	

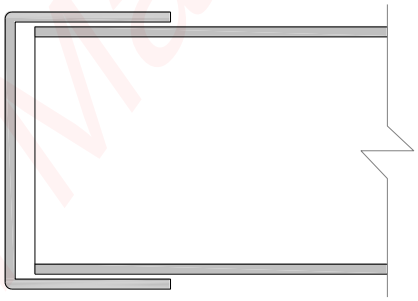
Created in Master PDF Editor

Máximo esfuerzo axial



Los perfiles de 100 utilizados para pilares y celosías simples; y los perfiles de 200 utilizados en vigas y en las celosías que apean la planta 3 y 4.

Sin embargo, mediante el programa AISIWIN, se analizaron por cada uno de estos dos perfiles un perfil un tanto más grande con la final dad de que en montaje se pueda calzar una pieza al interior de la otra como se p ese ta en la imagen a continuación:

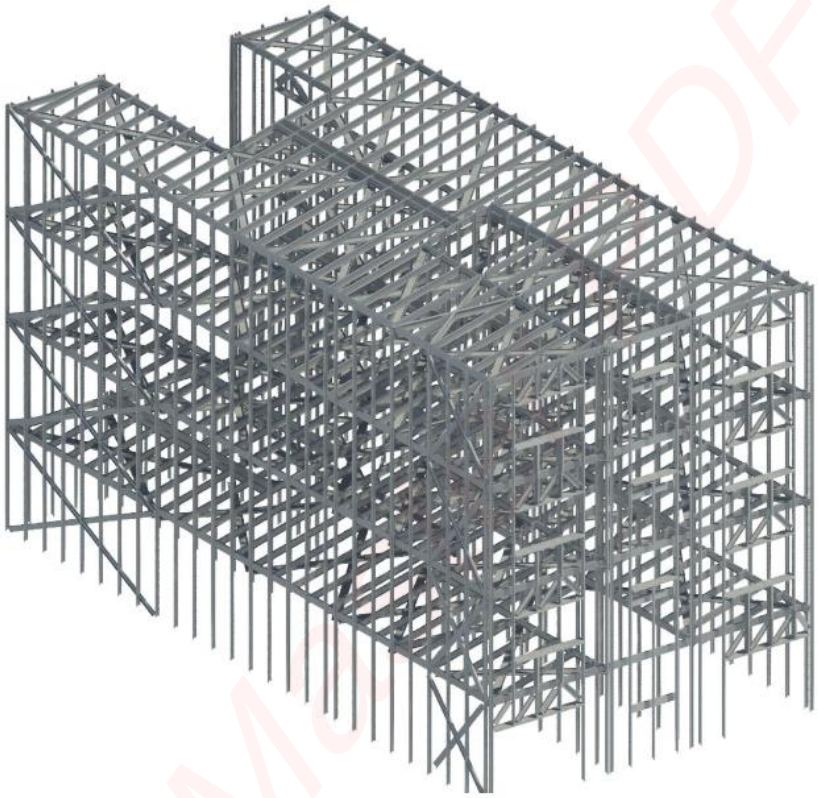


Created in Master PDF Editor

Solución estructural.

La estructura se la analizó con el programa SAP 2000 y con el programa AISIWIN, este último para determinar las propiedades de las secciones de la estructura.

Las inercias de los elementos estructurales fueron modificadas en el SAP2000 en función de lo determinado en AISIWIN con la finalidad de poder tomar directamente del SAP los valores de flechas y deformaciones.



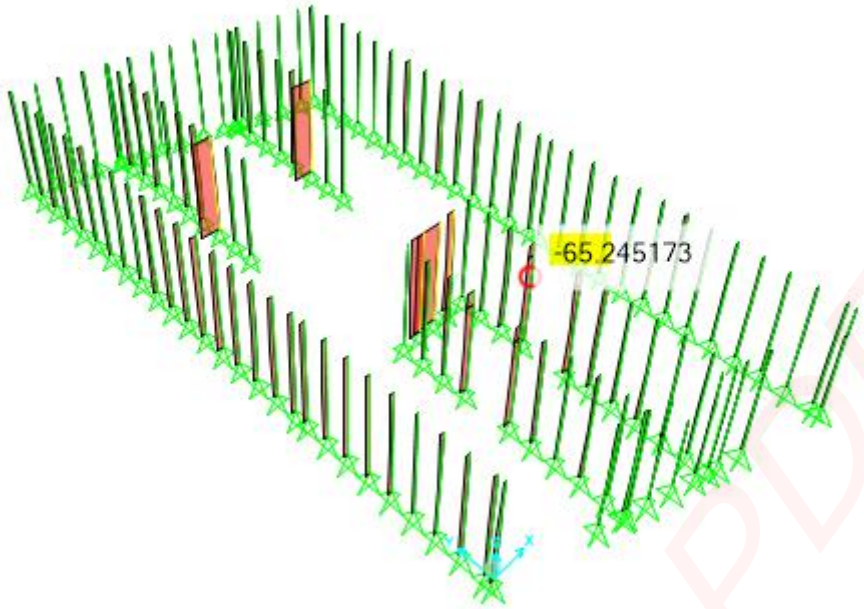
Pilares.

Se disponen los pilare c100 cada 61cm, que es la medida que trae la modulación de los paneles que serán co ocados.

Todos los elementos verticales serán arriostrados en su eje débil con bandas planas cada 61cm, estas servirán para el montaje de los paneles que recubren la estructura y a su vez ayudará a mejorar el comportamiento frente a pandeo por el eje débil.

Se det rm nan los esfuerzos axiles de los pilares, mismos que se presentan en la imagen continuación:

Created in Master PDF Editor



Se observa en la imagen los pilares de la planta i ferior; se toma como valor para diseñar el axil que acomete el pilar señalado; 65kN

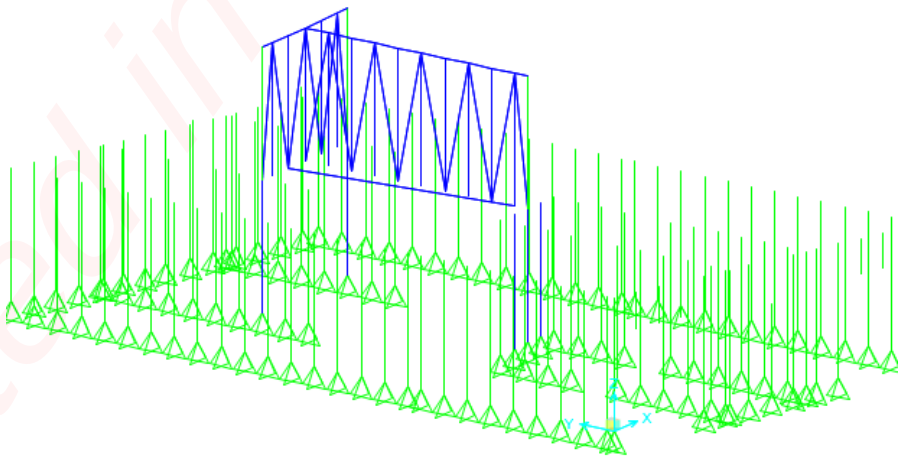
La sección de perfil elegida para una altura de 3 met os tiene una resistencia máxima de compresión de 75Kn; por lo que es válida la sección.

Los pilares superiores se encuentran sometidos a menores esfuerzos axiles.

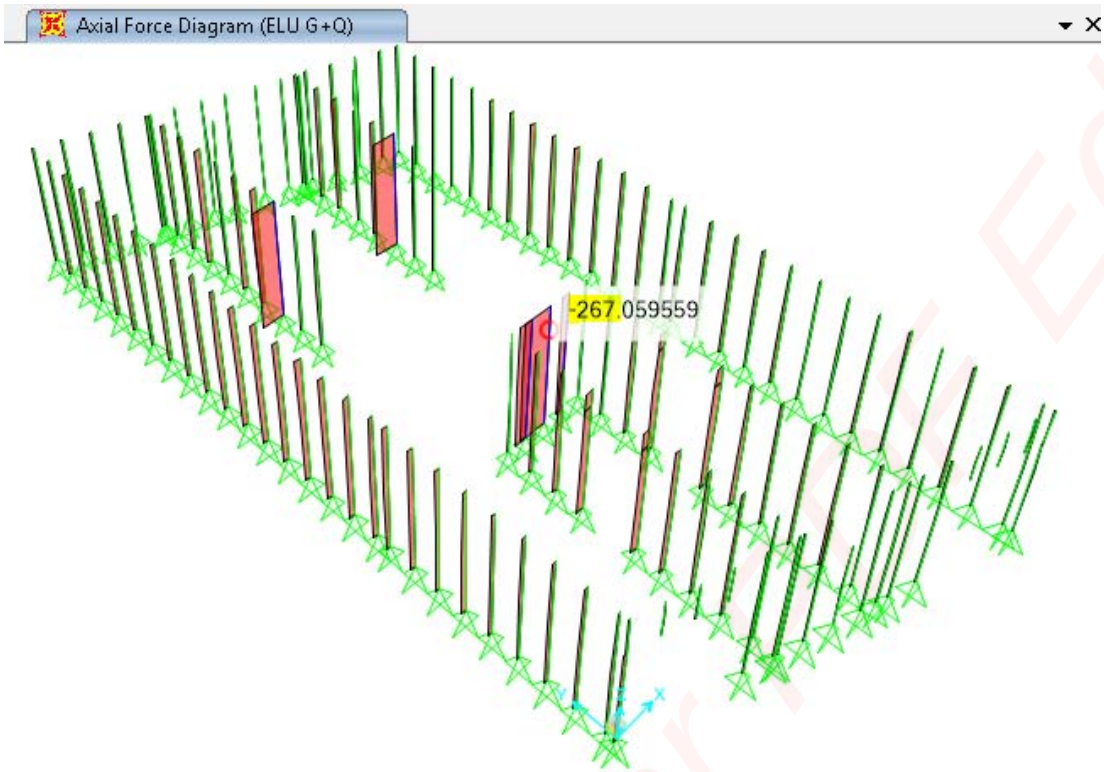
Destaca en la imagen unos pilares con esfuerzos axiles mayores; estos pilares son los que reciben los apeos y tendrán una perf ería distinta; descrita en el apartado que sigue.

Pilares apeo.

En la planta baja se encuentran u os pilares que soportan la celosía que apea las plantas 2 3 y 4; se muestra en color azul el esquemático de la celosía de apeo:



Created in Master PDF Editor



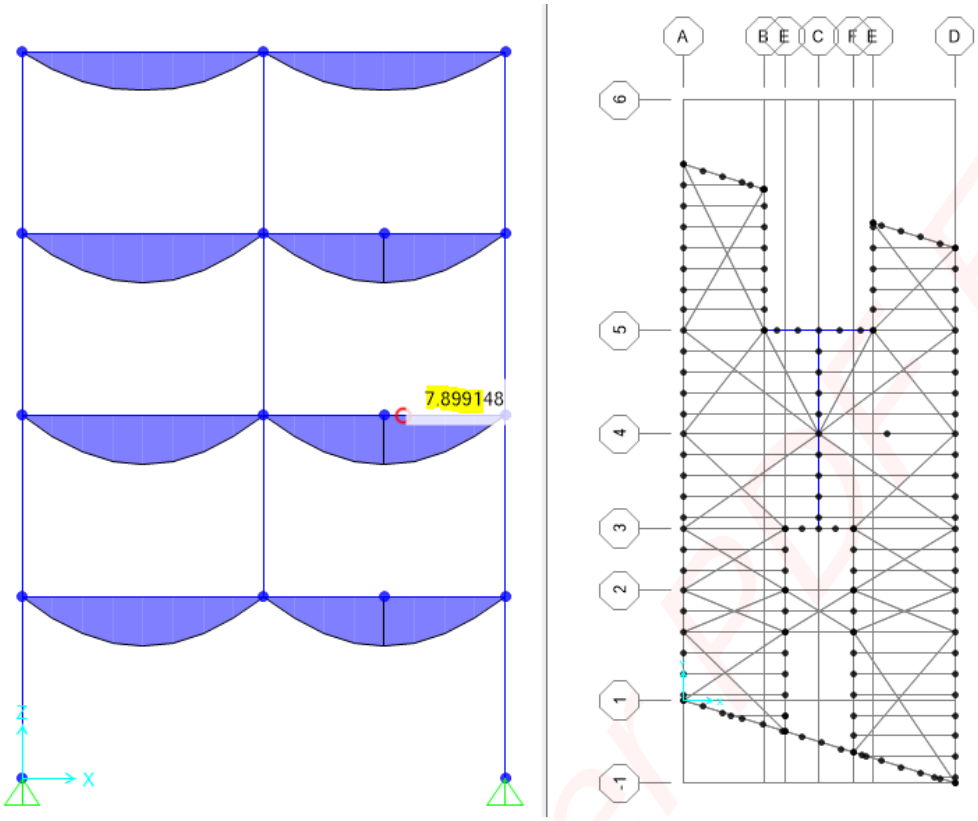
Como se aprecia en la imagen el axil máximo que llega a estos pilares producto de la celosía que apea las plantas mencionadas, es de 267Kn; por lo que para resolver este punto se juntan tres pilares de sección c200 de 3m de alturas con una capacidad resistente a axil cada uno de 104kN; dando una capacidad total entre los tres de 312kN.

Vigas.

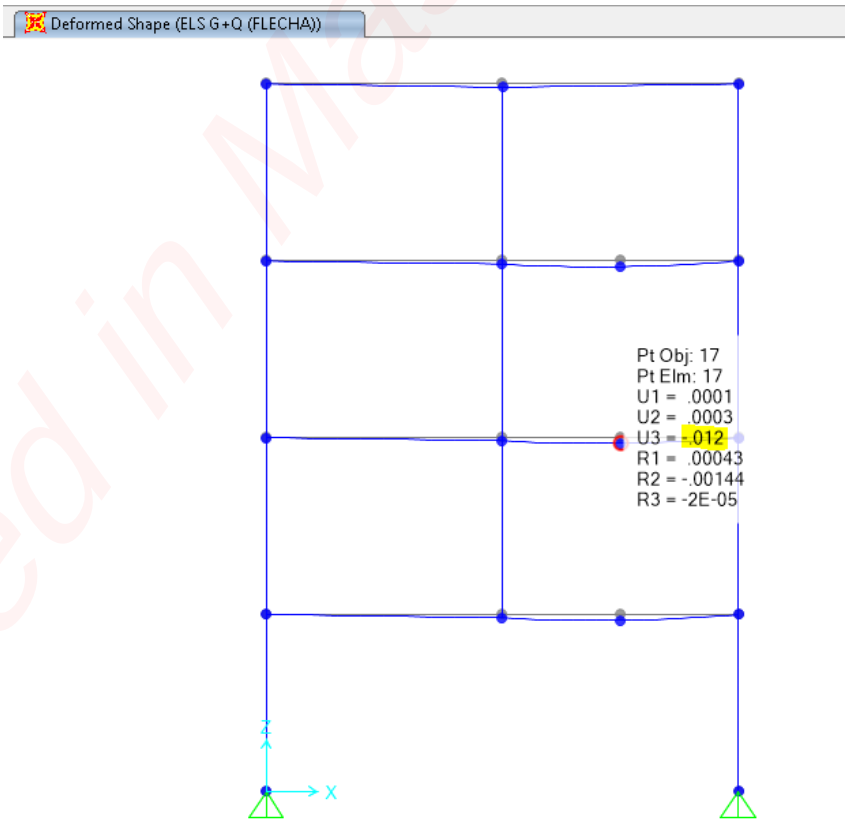
Las vigas tienen la sección c200; sobre esta descansará el tablero de madera y arriba de esto el solado y piso f lso.

Se presenta a continuación las solicitudes de esfuerzo para la viga más crítica, que es la del pórtico 4 en la planta 2:

Created in Master PDF Editor



Pues como se observa la solicitud de mome to es sumamente baja en comparación a la resistida por el perfil; sin embargo, el parámetro más restrictivo a cumplir es la flecha; con el cual se queda justo dentro de los límit s permitidos, en la combinación de G+Qψ2.



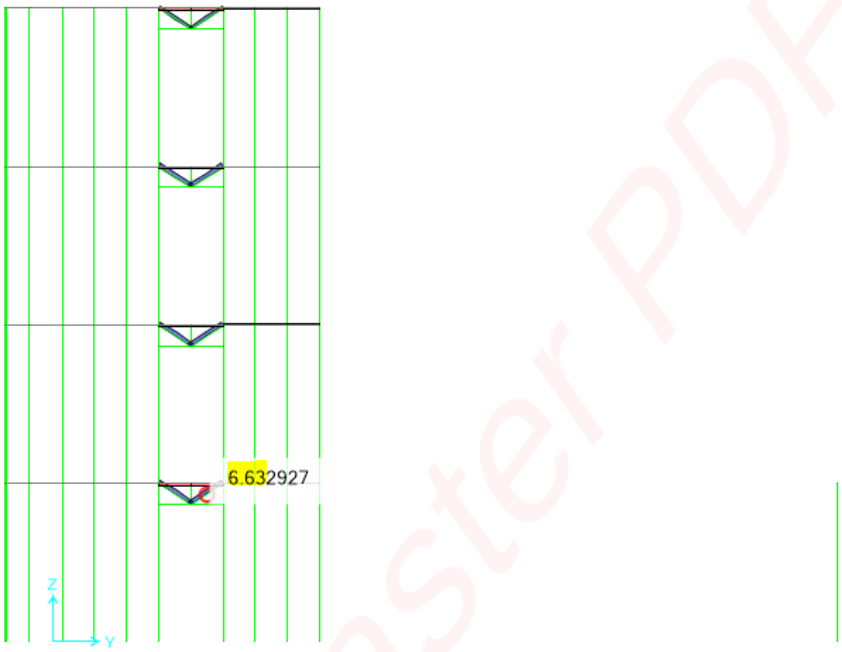
Created in Master PDF Editor

Con lo cual se está dentro de las flechas permitidas por normativa (L/300); que, para el caso, teniendo una luz de 4m la máxima flecha permisible es de 13mm.

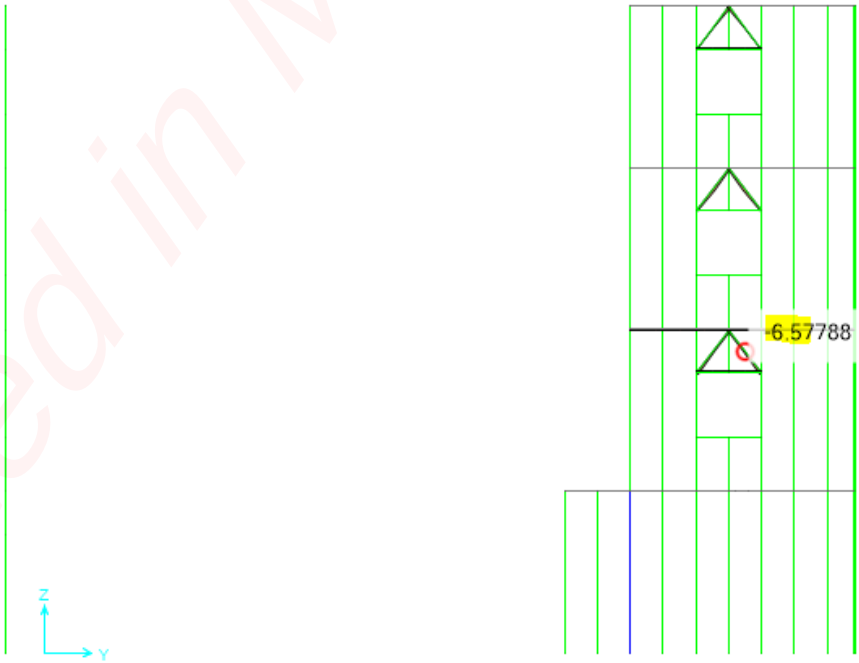
Celosías simples.

Se denominan celosías simples a las que están destinas a salvar la luz que producen los agujeros para las ventanas, o para las puertas; estás celosías están armadas con los perfiles c100; los esfuerzos a resistir presentados son muy bajos en comparación a lo resistido por el perfil.

Se presentan a continuación la gráfica de esfuerzos axiles de los pórticos E y F:



A continuación, pórticos B y E:



Created in Master PDF Editor