



GRADO EN MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

NAVE INDUSTRIAL PARA COCHERAS DE AUTOBUSES

3. ANEXOS

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE: SANDRA

APELLIDOS: ORTUZAR HORMAECHEA

FDO.:

FECHA:11-09-2015

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE: IGNACIO

APELLIDOS: MARCOS RODRÍGUEZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:11-09-2015

ÍNDICE

3.1 CALCULOS



GRADO EN MECÁNICA

TRABAJO FIN DE GRADO

2014 / 2015

NAVE INDUSTRIAL PARA COCHERAS DE AUTOBUSES

3.1 CÁLCULOS

DATOS DE LA ALUMNA O DEL ALUMNO

NOMBRE: SANDRA

APELLIDOS: ORTUZAR HORMAECHEA

FDO.:

FECHA:11-09-2015

DATOS DEL DIRECTOR O DE LA DIRECTORA

NOMBRE: IGNACIO

APELLIDOS: MARCOS RODRÍGUEZ

DEPARTAMENTO: INGENIERÍA MECÁNICA

FDO.:

FECHA:11-09-2015

ÍNDICE

3.1.1 INTRODUCCIÓN	1
3.1.2 DATOS DE PARTIDA	1
3.1.3 ACCIONES	4
3.1.3.1 CARGAS APLICADAS	4
3.1.4 CUBIERTA	8
3.1.4.1 ELECCIÓN DE LA CUBIERTA	8
3.1.4.2 CÁLCULOS DE CUBIERTA	11
3.1.4.2.1 Peso propio	12
3.1.4.2.2 Sobrecarga de uso	13
3.1.4.2.3 Nieve	16
3.1.4.2.4 Viento	18
3.1.4.2.5 Resumen de cargas	35
3.1.4.3 COMBINACIONES	36
3.1.4.3.1 Perpendicular y paralelo	40
3.1.5 CERRAMIENTO DE FACHADA	41
3.1.5.1 ELECCIÓN DE LA FACHADA	41
3.1.5.2 CÁLCULOS DE FACHADA	44
3.1.5.2.1 Peso propio	45
3.1.5.2.2 Viento	46
3.1.5.2.3 Resumen de cargas	56
3.1.5.3 COMBINACIONES	57

3.1.5.3.1 Perpendicular y paralelo	60
3.1.6 ENTREPLANTA.....	61
3.1.6.1 ELECCIÓN DEL TECHO	61
3.1.6.2 CÁLCULOS DEL TECHO	64
3.1.6.3 ELECCIÓN DE LOS TABIQUES	67
3.1.6.4 CÁLCULO DE LOS TABIQUES	73
3.1.6.5 ELECCIÓN DEL SUELO	77
3.1.6.6 CÁLCULOS DEL SUELO	77
3.1.7 FORJADO	78
3.1.7.1 DATOS GEOMÉTRICOS	79
3.1.7.2 MATERIALES	79
3.1.7.3 CARGAS.....	80
3.1.7.4 CÁLCULOS	83
3.1.7.5 RESULTADOS	84
3.1.8 MEDIOS DE ACCESO A LA ENTREPLANTA.....	86
3.1.8.1 ESCALERAS	87
3.1.8.2 BARANDILLAS	89
3.1.9 PUERTAS	89
3.1.9.1 PUERTAS CONTRA INCENDIOS	91
3.1.9.2 PUERTAS CORREDERAS INDUSTRIALES.....	92
3.1.10 DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO.....	94
3.1.10.1 ELEMENTOS DE LA NAVE.....	136
3.1.10.1.1 Pórticos.....	136
3.1.10.1.2 Estabilización horizontal	206

3.1.10.1.3 Puertas	228
3.1.10.2 UNIONES	267
3.1.10.2.1 Especificaciones	267
3.1.10.2.2 Referencias y simbología	270
3.1.10.2.3 Comprobaciones en placas de anclaje	273
3.1.10.2.4 Relación	274
3.1.10.2.5 Memoria de cálculo	275
3.1.10.3 PLACAS DE ANCLAJE.....	312
3.1.10.3.1 Medición	321
3.1.10.3.2 Comprobación	323
3.1.10.4 CIMENTACIÓN	337
3.1.10.4.1 Elementos de cimentación aislados	337
3.1.10.4.2 Vigas	368
3.1.11 SOLERA	373
3.1.12 SANEAMIENTO Y FONTANERÍA	374
3.1.12.1 INSTALACIÓN DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES	374
3.1.12.1.1 Sumideros	375
3.1.12.1.2 Canalones	376
3.1.12.1.3 Bajantes	378
3.1.12.1.4 Colectores	378
3.1.12.1.5 Arquetas	379
3.1.12.2 INSTALACIÓN DE RECOGIDA DE AGUAS RESIDUALES.....	380
3.1.12.2.1 Ramales colectores	383
3.1.12.2.2 Bajantes de aguas residuales	383

3.1.12.2.3 Colectores horizontales de aguas residuales	384
3.1.12.2.4 Arquetas de fecales	385
3.1.12.3 SUMINISTRO DE AGUA	385
3.1.12.3.1 Instalación de agua caliente	387
3.1.12.3.2 Instalación de agua fría	393
3.1.13 ESTRUCTURA SECUNDARIA.....	396
3.1.13.1 ELECCIÓN DE LA CUBIERTA	396
3.1.13.2 CÁLCULOS DE LA CUBIERTA	398
3.1.13.2.1 Peso propio	398
3.1.13.2.2 Sobrecarga de uso	399
3.1.13.2.3 Nieve	399
3.1.13.2.4 Viento	400
3.1.13.2.5 Resumen de cargas	404
3.1.13.3 COMBINACIONES	405
3.1.13.4 ELECCIÓN DE LA FACHADA	408
3.1.13.5 CÁLCULOS DE FACHADA.....	408
3.1.13.5.1 Peso propio	409
3.1.13.5.2 Viento	409
3.1.13.5.3 Resumen de cargas	415
3.1.13.6 COMBINACIONES.....	416
3.1.14 FORJADO ESTRUCTURA SECUNDARIA	416
3.1.14.1 DATOS GEOMÉTRICOS	417
3.1.14.2 MATERIALES	418
3.1.14.3 CARGAS.....	419

3.1.14.4 CÁLCULOS	421
3.1.14.5 RESULTADOS	422
3.1.15 DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO.....	423
3.1.15.1 ELEMENTOS DE LA NAVE.....	434
3.1.15.1.1 Pórticos.....	435
3.1.15.1.2 Estabilización horizontal	472
3.1.15.2 UNIONES SOLDADAS	483
3.1.15.2.1 Especificaciones	483
3.1.15.2.2 Referencias y simbología	486
3.1.15.2.3 Relación	488
3.1.15.2.4 Memoria de cálculo	489
3.1.15.2.5 Medición	504
3.1.15.3 UNIONES ATORNILLADAS	505
3.1.15.3.1 Especificaciones	505
3.1.15.3.2 Referencias y simbología	507
3.1.15.3.3 Comprobaciones en placas de anclaje	507
3.1.15.3.4 Relación	509
3.1.15.3.5 Memoria de cálculo	509
3.1.15.3.6 Medición	527
3.1.15.4 PLACAS DE ANCLAJE.....	528
3.1.15.4.1 Medición	531
3.1.15.4.2 Comprobación	532
3.1.15.5 CIMENTACIÓN	532
3.1.15.5.1 Elementos de cimentación aislados	532

3.1.15.5.2 Vigas 539

3.1 CÁLCULOS

3.1.1 INTRODUCCIÓN

Este anexo sirve como justificación de las soluciones adoptadas, conteniendo las hipótesis de partida, los criterios y procedimientos de cálculo, así como los resultados finales, base del dimensionamiento o comprobación de los distintos elementos que constituyen el objeto del proyecto.

Inicialmente se presentarán los datos de partida, los elementos empleados y las acciones que actúan sobre la estructura en cuestión. Posteriormente, se realizará un estudio exhaustivo de determinados aspectos de la obra y su repercusión en la estructura de la nave.

Una vez conocidos estos requisitos, con el objetivo de evitar la realización de un cálculo manual y tedioso, se procederá al dimensionamiento de la nave con ayuda del programa de cálculo Nuevo Metal 3D, de Cype ingenieros.

Concretamente, los cálculos referidos a esta nave serán los referentes a estructura, cimentación y saneamiento.

3.1.2 DATOS DE PARTIDA

Nave principal

- Nave de estructura metálica
- Longitud: 70 m
- Luz: 30 m

- Distancia entre pórticos: 7 m
- Altura de rasante: 7 m
- Altura de cumbrera: 11 m
- Cubierta a dos aguas
- Inclinação de cubierta: 15°
- Junta de dilatación a: 35 m (en pòrtico central)
- Fachadas: panel sàndwich sobre correas
- Cubierta: panel sàndwich sobre correas
- Ubicación: Terreno entre la carretera de Lutzana-Asua (BI-735) y la de Playabarri, bajo la nacional N-637, municipio de Erandio
- Situación topogràfica: normal
- Zona climàtica: Zona 1 (Anejo E del DB-SE-AE del Còdigo Tècnico de la Edificaci3n)
- Zona e3lica: C (Anejo D del DB-SE-AE del Còdigo Tècnico de la Edificaci3n)
- Tensi3n admisible del terreno: 0'2 MPa

Esta nave estarà formada por 10 vanos, es decir, tendrà 11 pòrticos separados 7 metros entre s3, de los cuales, en el pòrtico central tendrà lugar la junta de dilataci3n que impida la propagaci3n de los esfuerzos longitudinales.

El cerramiento de cubierta consistirà en unos paneles prefabricados de tipo sàndwich, modelo "ACH GRECA" de la gama Promistyl del catàlogo de cerramientos de cubierta Arval (Arcelor Construcci3n), que se componen de dos paramentos metàlicos con un nùcleo de lana de roca, destinados particularmente a cerramientos industriales que requieran una elevada resistencia al fuego. Se opta por un espesor nominal de 100 mm, cuyo peso propio atiende a la cifra de 24,2 kg/m².

Sobre la cumbrera la nave soportara unos aireadores estàticos para ayudar a la ventilaci3n de los humos. Este sistema de aireaci3n lo proporciona el fabricante HIANSA con el modelo elegido HV-250 que tiene un peso de 18Kg/m.

El cerramiento lateral se compone de unos paneles prefabricados de tipo sándwich, modelo "ARGA 600/900/1000" de la gama Arga del catálogo de soluciones de fachada Arval (Arcelor Mittal), consistentes en dos caras exteriores de acero de 0,5 mm de espesor la cara interior y de 0,7 mm de espesor la cara interior, unidas entre sí por un núcleo central aislante de espuma. En el caso que nos ocupa, se asigna un panel apropiado de 60 mm de espesor al cual le corresponden 11,2 kg/m² de peso propio.

El material que se utilizará mayoritariamente para la estructura, salvo rectificaciones puntuales, es un acero laminado S-275, siendo el valor característico de su tensión de límite elástico $f_y=275$ N/mm², para espesores de chapa inferiores a 16 mm, y el de su tensión de rotura $f_u=410$ N/mm².

Estructura secundaria (tanque)

- Nave de estructura metálica
- Longitud: 12 m
- Luz: 3 m
- Distancia entre pórticos: 6 m
- Altura: 3,5 m
- Cubierta a un agua
- Inclinación de cubierta: 0°
- Fachadas: panel tipo tramex sobre correas
- Cubierta: panel tipo tramex sobre correas

Esta nave estará formada por 2 vanos, es decir, tendrá 3 pórticos separados 6 metros entre sí.

El cerramiento de cubierta y el cerramiento lateral consistirá en unos paneles prefabricados de tipo tramex, de la gama de rejilla electrosoldada del catálogo de productos metálicos profesionales de SALGO.

El material que se utilizará mayoritariamente para la estructura, salvo rectificaciones puntuales, es un acero laminado S-275, siendo el valor característico de su tensión de límite elástico $f_y=275 \text{ N/mm}^2$, para espesores de chapa inferiores a 16 mm, y el de su tensión de rotura $f_u=410 \text{ N/mm}^2$.

3.1.3 ACCIONES

A continuación, se presentan individualmente las acciones que inciden sobre la nave y el método de estimación empleado para la determinación de estas. Los efectos que éstas producen sobre la estructura, en combinación unas con otras, serán los que determinen el tipo de perfil óptimo necesario para cada elemento estructural. Todas las acciones, excepto la carga permanente, permanecen constantes para toda la obra; la carga permanente se puede valorar una vez se determinan los perfiles a utilizar.

3.1.3.1 CARGAS APLICADAS

CARGA PERMANENTE

La carga permanente de la estructura está compuesta básicamente por el peso propio de todos los elementos estructurales en conjunto. Es decir, para calcular el valor de las acciones que afectan a los elementos en estudio, se tendrá en cuenta el peso propio de: el cerramiento de cubierta, el cerramiento de fachada, las correas (tanto de cubierta como de fachada), los dinteles de los pórticos, los pilares de los pórticos, las vigas de atado entre pórticos, el forjado, etc.

El valor característico del peso propio de los elementos constructivos se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios.

SOBRECARGA DE USO

La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso. Generalmente, los efectos de la sobrecarga de uso pueden simularse por la aplicación de una carga distribuida uniformemente. De acuerdo con el uso que sea fundamental en cada zona del mismo, como valores característicos se adoptarán los de la Tabla 3.1 del Documento Básico SE-Acciones en la Edificación del CTE.

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁸⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

ACCIONES TÉRMICAS

Los edificios están sometidos a deformaciones y cambios geométricos debidos a las variaciones de la temperatura ambiente exterior. La magnitud de las mismas depende de las condiciones climáticas del lugar, la orientación y del grado de exposición del edificio, así como del aislamiento térmico. Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, pero particularmente de los estructurales, que en los casos en los que estén impedidas, producirán tensiones en los elementos afectados.

Por tanto, para esta nave, se ha optado por disponer una junta de dilatación ya que este elemento puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de hormigón o acero, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 metros de longitud. En este caso, la junta de dilatación tendrá lugar, como ya se ha mencionado, en la mitad de la nave, a 35 metros. Por lo tanto, no existirán elementos continuos de más de 35 m, cumpliéndose con lo establecido en el CTE.

SOBRECARGA DE NIEVE

La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio o sobre su cubierta dependen del clima del lugar, del tiempo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma de la estructura, de los efectos del viento y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

La determinación de la carga de nieve se realiza en función del apartado 3.5 del Documento Básico SE-Acciones en la Edificación del CTE, el cual establece unos modelos de carga que cubren los casos del depósito natural de la nieve.

ACCION DE SISMO

Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de Construcción Sismorresistente. Así, se establece que la aplicación de esta norma no es obligatoria para este proyecto por tratarse de una construcción de importancia normal con pórticos bien arriostrados entre sí en todas las direcciones, situada en una zona donde la aceleración sísmica básica, a_b , no supera 0,08 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

Se considera a la estructura de importancia normal, ya que su destrucción por terremoto podría ocasionar víctimas o producir daños económicos significativos a terceros, pero en ningún caso se trata de un servicio imprescindible ni puede dar lugar a efectos catastróficos.

ACCIÓN DE INCENDIO

Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio se definen en el Documento 8: Estudios con entidad propia; concretamente en el Documento 8.2: Estudio de Protección contra Incendios.

ACCIÓN DEL VIENTO

La distribución y el valor de las presiones que ejerce el viento sobre una edificación y las fuerzas resultantes dependen de la forma y de las dimensiones de la construcción, de las características y de la permeabilidad de su superficie, así como de la dirección, de la intensidad y del racheo del viento.

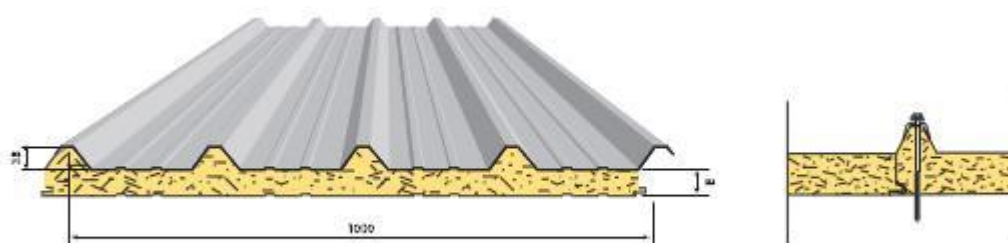
Tratándose de una fuerza que, generalmente, actúa perpendicularmente a la superficie de cada punto expuesto, se denomina presión estática y la determinación de la carga se realiza en función del apartado 3.3 del Documento Básico SE-AE Acciones en la Edificación del CTE.

3.1.4 CUBIERTA

3.1.4.1 ELECCIÓN DE LA CUBIERTA

El cerramiento de cubierta seleccionado consistirá en unos paneles prefabricados de tipo sándwich, del catálogo de cerramientos de cubierta de la empresa Arval (Arcelor Construcción), donde se ofertan una gran variedad de productos propicios para su utilización en este tipo de construcciones.

Finalmente se opta por el modelo “ACH GRECA” de la gama Promistyl.



Los paneles prefabricados, correspondientes al modelo mencionado, se componen de dos paramentos metálicos con un núcleo de lana de roca, destinados particularmente a cerramientos industriales que requieran una elevada resistencia al fuego.

En cuanto a sus condiciones de uso, cabe destacar las siguientes disposiciones:

- Cubiertas con pendientes mínimas del 5%.
- Fijación vista mediante solapado de nervio.
- Tornillo y caballete de apoyo en el alto del grecado.
- Válido para soluciones de resistencia al fuego y fonoabsorbentes.

Presenta, además, las siguientes características técnicas:

MATERIA DE BASE		NORMATIVA
Tipo de acero	DX 51 D	EN 10142
Espesor de acero	0.5 mm (ext.) / 0.5 mm (int.)	EN 10143
Tipo de protección	Galvanizado	EN 10142
	Galvanizado-Prelacado	EN 10169
Tipo de aislante	Lana de roca	EN 13501-1
Clasificación al fuego	A2 s2 d0	EN 13501-1
Espesor de aislante	50 / 80 / 100 / 150 mm	
Densidad nominal	100 / 145 Kg / m3	
Prelacado	Matiz Colorissime	

Longitud máxima limitada por transporte

Tras la ejecución de algunas comprobaciones, se designa un espesor nominal de 100 mm, cuyo peso propio atiende a la cifra de 24,2 kg/m².

DATOS TÉCNICOS			
ESPESOR NOMINAL mm	TÉRMICO W/m ² °K	MASA Kg/m ²	OPCIONES
50	0.62	16.9	
80	0.42	21.3	
100	0.35	24.2	
150	0.24	31.4	

Para $\lambda = 0.40$ W / m.k y Densidad = 145 Kg / m³

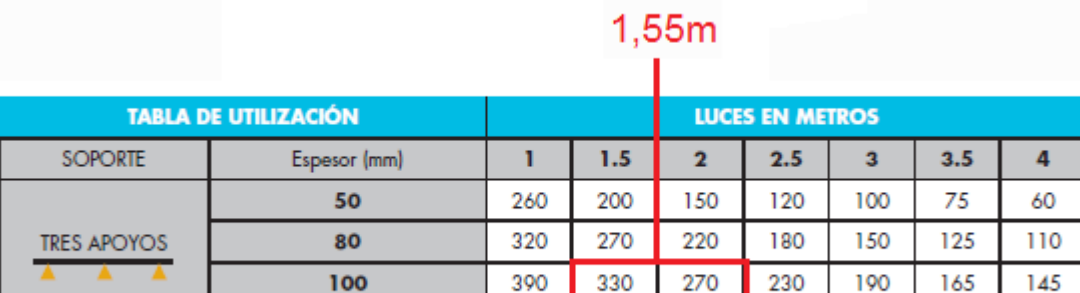
Por otro lado, en lo referente al comportamiento acústico, dichos perfiles presentan los siguientes datos:

	COMPORTAMIENTO ACÚSTICO		
	Espesor nominal mm		
	50	80	100
Aislamiento dBA	33.0	37.0	39.4
Absorción α_w	0.90	0.85	0.80

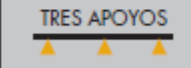
Así mismo, de la siguiente tabla se obtiene el valor de la tensión máxima que el cerramiento será capaz de soportar. Para ello, se tendrán en cuenta las consideraciones de diseño descritas anteriormente.

Por un lado, dado que el cerramiento está soportado por varias correas será multi-apoyado, sin embargo, en este caso el fabricante únicamente ofrece la posibilidad de soporte de tres apoyos, con lo cual se tomará esta opción como válida, cerciorando que se encuentra del lado de la seguridad, puesto que contra mayor número de apoyos presente, el valor de la tensión máxima admisible se verá incrementado, en función, evidentemente, de las distancias entre los soportes (a mayor distancia, menor tensión podrá tolerar).

En otra instancia, se establece una separación entre apoyos o entre correas de 1'55 m.



1,55m

TABLA DE UTILIZACIÓN		LUCES EN METROS						
SOPORTE	Espesor (mm)	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
TRES APOYOS 	50	260	200	150	120	100	75	60
	80	320	270	220	180	150	125	110
	100	390	330	270	230	190	165	145

Sobrecargas de uso Kg / m² para $F = L / 200$ Para $\lambda = 0.40$ W / m.k y Densidad = 145 Kg / m³

Obviamente, se puede apreciar que para un espesor de 100 mm y una distancia entre correas de 1'55 m, no figura un valor preciso. De modo que, se procede a la realización de una pequeña interpolación para determinar la tensión máxima admisible por el cerramiento con las consideraciones descritas.

<u>Luz entre apoyos</u>	<u>Tensión admisible</u>
1,5m	330Kg/m ²
1,55m	x
2m	270Kg/m ²

Por consiguiente, se concluye que el valor que hace referencia a la tensión máxima que el cerramiento seleccionado es capaz de soportar es de 324Kg/m² que es equivalente a 3,17 kN/m².

De este modo, se pueden destacar los siguientes datos requeridos para estimaciones posteriores:

- Peso: 24,2 kg/m²
- Espesor nominal: 100 mm
- Tensión máxima admisible: 3,17 kN/m²

3.1.4.2 CÁLCULOS DE CUBIERTA

Una vez realizada la selección de la cubierta, se procede al cálculo de ciertos valores relacionados con ella, los cuales se pueden agrupar en dos categorías bien distinguidas:

- Acciones permanentes: el peso propio de esta y el del aireador estático.
- Acciones variables: la sobrecarga de uso, la nieve y el viento que inciden sobre ella.

Por lo tanto, este apartado constará de las cuatro secciones mencionadas.

3.1.4.2.1 Peso propio

Prestando atención a las disposiciones descritas anteriormente, se destaca que el tipo de cubierta seleccionada es de paneles sándwich prefabricados modelo "ACH GRECA", con un espesor de 100 mm y un peso de 24,2 kg/m² y unos aireadores estáticos los cuales tienen un peso propio de 18Kg/m.

$$q_{pp} = 24,2\text{Kg/m}^2 \times 9,81\text{N/Kg} = 237,402 \text{ N/m}^2$$
$$q_{app} = 18\text{Kg/m} \times 0,8\text{m (ancho)} \times 9,81\text{N/Kg} = 51,50 \text{ N/m}^2$$

$$Q_{Tpp} = 288,902 \text{ N/m}^2$$

Sin embargo, como la cubierta tiene cierto ángulo de inclinación, el propio peso de la cubierta deberá descomponerse en ambos sentidos de los ejes locales.

Generando de tal forma dos tipos de fuerzas, perpendiculares y paralelas a la cubierta, las cuales se sumarán posteriormente con sus equivalentes de uso, nieve y viento, para finalmente comprobar que los paneles de la cubierta cumplen los requisitos prescritos.

De este modo, se destaca la entereza presentada por la cubierta frente a las posibles solicitaciones estimadas según la norma.

Por consiguiente, es importante realizar la descomposición de la fuerza total generada por el peso propio de la cubierta y los aireadores (q_{pp}) tanto perpendicularmente como paralelamente, teniendo en cuenta un ángulo de inclinación de 15°:

- Perpendicular:

$$q_{pp} = 288,902 \cdot \cos 15 = 279,058 \text{ N / m}^2$$

- Paralelo:

$$q_{pp} = 288,902 \cdot \sin 15 = 74,773 \text{ N / m}^2$$

3.1.4.2.2 Sobrecarga de uso

En este apartado se tienen en cuenta todos aquellos objetos que pueden actuar sobre la estructura por razón de su uso: personas, vehículos, herramientas etc.

Para la cubierta de esta nave industrial destinada al almacenaje de una flota de autobuses, se considerarán posibles sobrecargas de una o varias personas, teniendo en cuenta que puedan necesitar hacer sobre ella posibles reparaciones.

Por lo tanto, la situación de cargas uniformes será la más conservadora en el análisis estructural.

En consecuencia, atendiendo a las disposiciones de la normativa vigente y puesto que el peso del cerramiento, 288,902 N/m², es menor a 1kN/m², se puede concluir que se trata de una cubierta ligera apoyada sobre varias correas, por consiguiente, de la siguiente tabla se toma el valor de carga distribuida de 0,4 kN/m² o una carga concentrada de 1KN.

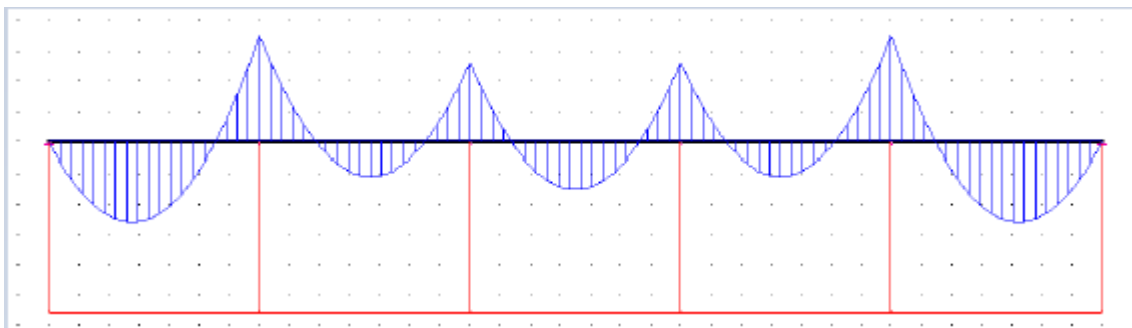
Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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 20°	1 ⁽⁴⁾⁽⁶⁾	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

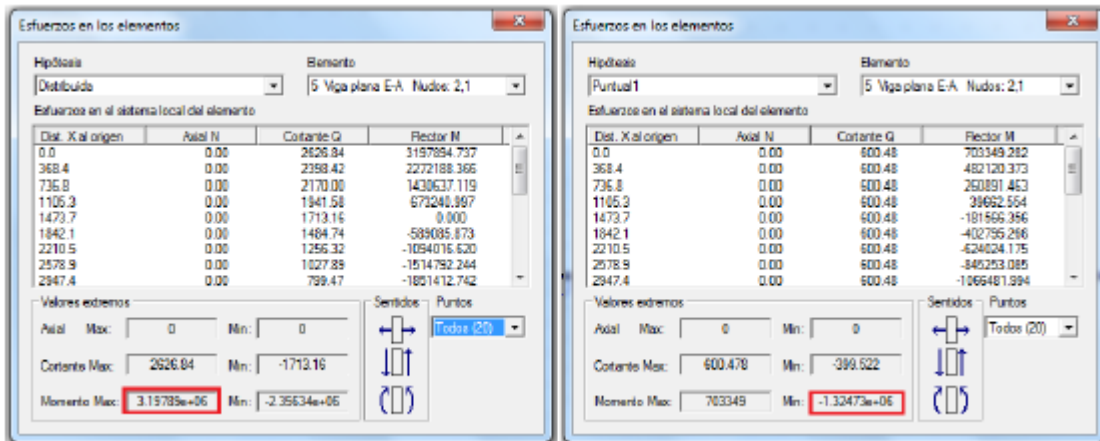
La elección del valor correcto será teniendo en cuenta siempre el lado de la seguridad, es decir se escogerá el valor más desfavorable. Por lo que, según la comprobación hecha con el programa de cálculo estructural “CESPLA”, donde se han introducido ambas hipótesis, tanto la situación generada por la carga uniforme, como la originada por la carga concentrada, se observan los momentos que surgen en cada estudio y se adoptará como válido el caso más desfavorable.

Comprobación con cespla:

- Distribuida



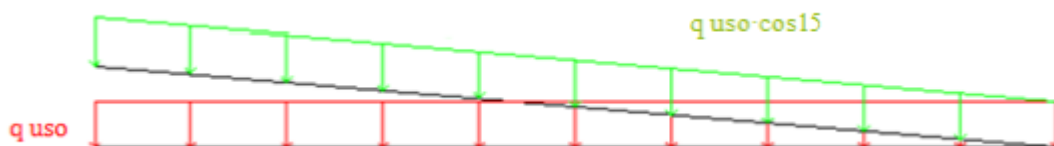
- Puntual



Conclusión: **Distribuida más desfavorable**

Como se ha demostrado, adquiriendo los momentos máximos y mínimos de ambas hipótesis, se comparan. Llegando a la conclusión de que la carga distribuida es más desfavorable que la puntual, y por lo tanto el valor de 0,4 kN/m² se tomara como sobrecarga de uso para las combinaciones y próximas operaciones.

En la nota a pie de tabla de este apartado del Código Técnico de la Edificación, se menciona que la carga está dirigida a un plano horizontal, es decir, dado que el faldón tiene cierta inclinación, será necesario multiplicar por el coseno de ese ángulo, como se muestra en el dibujo adjunto.



De este modo, con el objetivo de descomponer la sobrecarga de uso en las coordenadas locales, como se ha mencionado en el apartado anterior, irá multiplicada doblemente por el coseno (carga perpendicular) o por el seno y el coseno (carga paralela) de su pendiente.

- Perpendicular: $q_{su} \cdot \cos \alpha \cdot \cos \alpha$
- Paralelo: $q_{su} \cdot \cos \alpha \cdot \sin \alpha$

Siendo los valores de la sobrecarga de uso de la cubierta los siguientes:

- Perpendicular: $q_{su} = 0'4 \cdot \cos 15 \cdot \cos 15 = \mathbf{0'373 \text{ kN/ m}^2}$
- Paralelo: $q_{su} = 0'4 \cdot \cos 15 \cdot \sin 15 = \mathbf{0'1 \text{ kN/ m}^2}$

3.1.4.2.3 Nieve

En este apartado, al igual que en los dos anteriores, se determinan unas cargas correspondientes a los posibles efectos generados, en este caso por la nieve, sobre la cubierta de la nave. En esta ocasión, dichas cargas vienen influenciadas por la altitud y posición en el mapa geográfico.

La carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal es:

$$Q_n = \mu \times S_k$$

Determinados por:

- S_k : valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal.
- μ : Coeficiente de forma de la cubierta.

De donde ambos valores son obtenidos del Código Técnico de la Edificación. En primer lugar, el valor S_k puede obtenerse directamente de la siguiente tabla:

Tabla 3.8 Sobrecarga de nieve en capitales de provincia y ciudades autónomas

Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²	Capital	Altitud m	S_k kN/m ²
Albacete	690	0,6	Guadalajara	680	0,6	Pontevedra	0	0,3
Alicante / <i>Alacant</i>	0	0,2	Huelva	0	0,2	Salamanca	780	0,5
Almería	1.130	0,2	Huesca	470	0,2	SanSebas- tián/ <i>Donostia</i>	0	0,3
Ávila	180	1,0	Jaén	570	0,7	Santander	0	0,3
Badajoz	0	0,2	León	820	0,4	Santander	1.000	0,7
Barcelona	0	0,4	Lérida / <i>Lleida</i>	150	1,2	Segovia	10	0,7
Bilbao / <i>Bilbo</i>	0	0,3	Logroño	380	0,5	Sevilla	1.090	0,2
Burgos	860	0,6	Lugo	470	0,6	Soria	0	0,9
Cáceres	440	0,6	Lugo	660	0,7	Tarragona	0	0,4
Cádiz	0	0,4	Madrid	0	0,7	Tenerife	950	0,2
Cádiz	0	0,2	Málaga	0	0,2	Teruel	550	0,9
Castellón	0	0,2	Murcia	40	0,2	Toledo	0	0,5
Castellón	640	0,2	Murcia	130	0,2	Toledo	0	0,2
Ciudad Real	100	0,6	Orense / <i>Ourense</i>	230	0,4	Valencia/ <i>València</i>	690	0,4
Córdoba	100	0,2	Oviedo	740	0,5	Valladolid	520	0,4
Coruña / <i>A Coruña</i>	0	0,3	Palencia	0	0,4	Vitoria / <i>Gasteiz</i>	650	0,7
Cuenca	1.010	1,0	Palma de Mallorca	0	0,2	Zamora	210	0,4
Gerona / <i>Girona</i>	70	0,4	Palmas, Las	0	0,2	Zaragoza	0	0,5
Granada	690	0,5	Pamplona/ <i>Iruña</i>	450	0,7	Ceuta y Melilla	0	0,2

Siempre que el emplazamiento de la nave corresponda a una de las capitales de provincia que figuran en la tabla superior.

Sin embargo, en este caso, la localización de la nave industrial corresponde al municipio de Erandio, que se encuentra a unos 8 km de la capital provincial. De modo, que se puede tomar el valor del parámetro S_k equivalente a la capital.

En segunda instancia, el coeficiente de forma de la cubierta (μ) viene definido según las disposiciones siguientes:

“3.5.3 Coeficiente de forma

2) En un faldón limitado inferiormente por cornisas o limatesas, y en el que no hay impedimento al deslizamiento de la nieve, el coeficiente de forma tiene el valor de 1 para cubiertas con inclinación menor o igual que 30° y 0 para cubiertas con inclinación de mayor o igual que 60° (para valores intermedios se interpolará

linealmente). Si hay impedimento, se tomará $\mu = 1$ sea cual sea la inclinación. CTE-SE-AE pag.12” .

Por consiguiente, se establece que para cubiertas con inclinación menor a 30° donde no existe impedimento para el deslizamiento de la nieve $\mu=1$.

Por lo que con estos datos se llega a la conclusión de que:

$$q_n = 1 \cdot 0'3 \text{ kN} / \text{m}^2 = 0'3 \text{ kN} / \text{m}^2$$

Teniendo en cuenta lo mencionado a lo largo del cálculo de la sobrecarga de uso, la estimación inicial de la nieve será para un plano horizontal, por lo que para descomponer dicha carga en las coordenadas locales, se está ante otro cálculo de doble coseno (carga perpendicular) o una multiplicación por coseno y por seno (carga paralela):

- Perpendicular: $q_n = 0'3 \cdot \cos 15 \cdot \cos 15 = 0'28 \text{ kN} / \text{m}^2$
- Paralelo: $q_n = 0'3 \cdot \cos 15 \cdot \sin 15 = 0'075 \text{ kN/m}^2$

3.1.4.2.4 Viento

En esta última sección, se tendrá en cuenta la acción del viento, la cual en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Determinados por:

- q_b : Presión dinámica del viento.
- C_e : Coeficiente de exposición.
- C_p : Coeficiente eólico (Coeficiente de presión).

Dichos valores se estiman según las consideraciones planteadas en cada apartado, posteriormente estudiados.

Resulta consecuente reflejar que, evidentemente y por el contrario con respecto a las solicitaciones aparentes estudiadas anteriormente, las cargas generadas por acción del viento no supondrán una carga paralela a la superficie de acción, sino que su efecto se presta a consideración únicamente perpendicular.

Presión dinámica

Los valores característicos de presión dinámica son aportados por el código técnico, teniendo en cuenta el posicionamiento geográfico de la construcción, ya que la península está dividida en distintas zonas y en cada una la velocidad del viento es diferente. Toda la información esta mencionada concretamente en el siguiente anejo:

Anejo D. Acción del viento

D.1 Presión dinámica

1) *El valor básico de la presión dinámica del viento puede obtenerse con la expresión:*

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Siendo δ la densidad del aire y v_b el valor básico de la velocidad del viento.

2) El valor básico de la velocidad del viento corresponde al valor característico de la velocidad media del viento a lo largo de un período de 10 minutos, tomada en una zona plana y desprotegida frente al viento (grado de aspereza del entorno II según tabla D.2) a una altura de 10 m sobre el suelo. El valor característico de la velocidad del viento mencionada queda definido como aquel valor cuya probabilidad anual de ser sobrepasado es de 0,02 (período de retorno de 50 años).

3) La densidad del aire depende, entre otros factores, de la altitud, de la temperatura ambiental y de la fracción de agua en suspensión. En general puede adoptarse el valor de $1,25 \text{ kg/m}^3$. En emplazamientos muy cercanos al mar, en donde sea muy probable la acción de rocío, la densidad puede ser mayor.

4) El valor básico de la velocidad del viento en cada localidad puede obtenerse del mapa de la figura D.1. El de la presión dinámica es, respectivamente de $0,42 \text{ kN/m}^2$, $0,45 \text{ kN/m}^2$ y $0,52 \text{ kN/m}^2$ para las zonas A, B y C de dicho mapa. SE-AE pag.25”

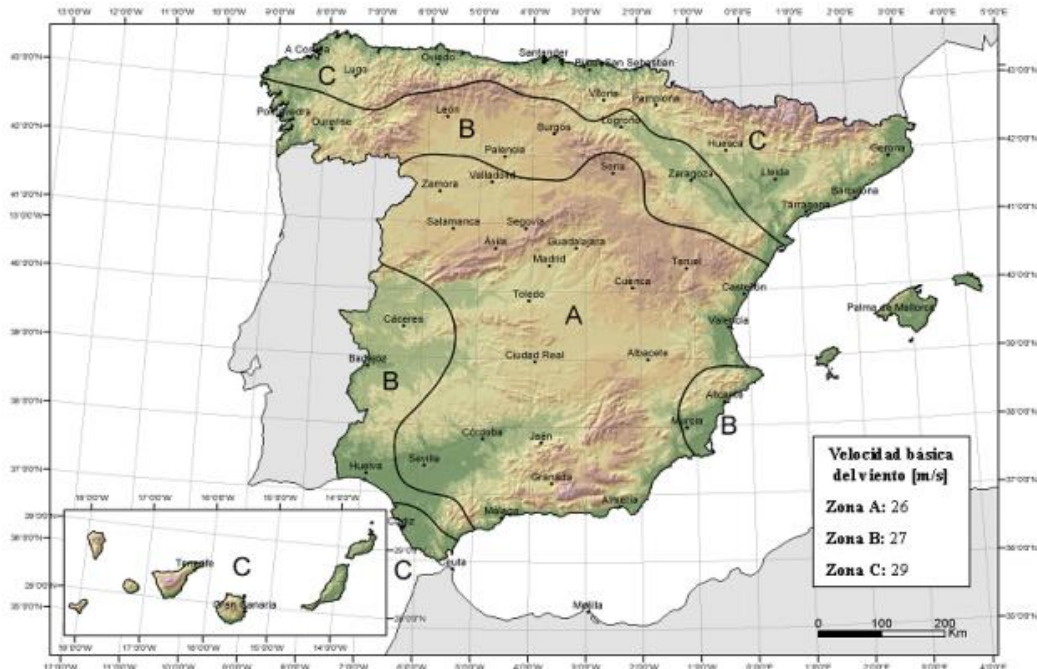


Figura D.1 Valor básico de la velocidad del viento, v_b

Teniendo en cuenta que la nave se ha colocado en el municipio de Erandio, su zona de aplicación será la Zona C, o lo que es lo mismo, se tendrá una velocidad del viento igualitaria a 29 m/s, mientras que los demás coeficientes son aportados por el CTE.

Generando una presión dinámica tal que: $q_b = 0,52 \text{ kN} / \text{m}^2$

Coeficiente de exposición

El segundo coeficiente que se debe tener en cuenta es el de exposición, el cual considera los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno.

Como la estructura tiene una altura menor que 30m y el grado de inclinación de la cubierta es de $15^\circ (< 45^\circ)$, el valor de la c_e se determina de acuerdo con lo establecido en el apartado “3.3.3. *Coeficiente de exposición*” del SE-AE –pág. 8.

De este modo, se precisa tener la siguiente tabla como preferencia para escoger el coeficiente y prestar atención al grado de aspereza del entorno.

Tratándose en este caso de un grado IV (Zona industrial).

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

<u>Altura del punto considerado</u>	<u>Coefficiente de exposición</u>
9m	1,7
11m	x
12m	1,9

Como se puede observar, dependiendo de la altura el grado de exposición varía y puesto que la altura de la nave corresponde aproximadamente a 11 metros, se obtiene así un $C_e = 1,83$.

Coeficiente eólico (Coeficiente de presión)

Finalmente, el último valor a la hora de hacer los cálculos del viento, corresponden al coeficiente eólico o de presión. El cual tendrá en cuenta la dirección del viento y la forma de la estructura a la hora de cumplir los anejos del Código Técnico de la Edificación.

Antes de comenzar con la ejecución de estimaciones se desea aclarar ciertos apartados mencionados en el código y así desechar cualquier duda que pueda generarse en un futuro próximo.

Teniendo esto como meta, resulta imprescindible prestar especial atención al apartado “3.3.5. Coeficiente eólico de naves y construcciones diáfanos” del SE AE – pág. 9:

1) En naves y construcciones diáfanos, sin forjados que conecten las fachadas, la acción de viento debe individualizarse en cada elemento de superficie exterior. Cuando en al menos dos de los lados del edificio (fachadas o cubiertas) el área total

de los huecos exceda el 30% del área total del lado considerado, la acción del viento se determina considerando la estructura como una marquesina o una pared libre.

2) A efectos del cálculo de la estructura, del lado de la seguridad se podrá utilizar la resultante en cada plano de fachada o cubierta de los valores del Anejo

D.3, que recogen el pésimo en cada punto debido a varias direcciones de viento. A los efectos locales, tales como correas, paneles de cerramiento, o anclajes, deben utilizarse los valores correspondientes a la zona o zonas en que se encuentra ubicado dicho elemento.

3) Si el edificio presenta grandes huecos la acción de viento genera, además de presiones en el exterior, presiones en el interior, que se suman a las anteriores.

El coeficiente eólico de presión interior, cp_i , se considera único en todos los en todos los paramentos interiores del edificio que delimitan la zona afectada por la fachada o cubierta que presenta grandes huecos. Para la determinación de la presión interior, en edificios de una sola planta, se considerará como coeficiente de exposición el correspondiente a la altura del punto medio del hueco, salvo que exista un hueco dominante, en cuyo caso el coeficiente de exposición será el correspondiente a la altura media de dicho hueco. Si el edificio tiene varias plantas se considerara la altura media de la planta analizada. Un hueco se considera dominante si su área es por lo menos diez veces superior a la suma de las áreas de los huecos restantes.

4) Cuando el área de las aberturas de una fachada sea el doble de las aberturas en el resto de las fachadas del edificio, se tomará $cp_i = 0,75cpe$; si es el triple $cp_i = 0,9cpe$ siendo cpe el coeficiente eólico de presión exterior. En casos intermedios se interpolará linealmente. En otro caso se tomarán los valores de la tabla 3.6. ”

Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio											
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	

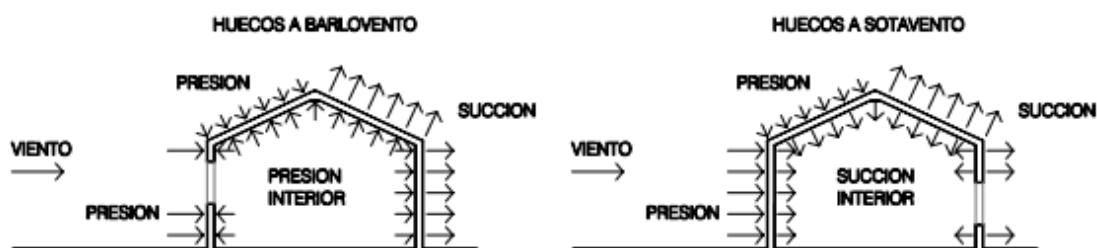


Fig. 3.1 Presiones ejercidas por el viento en una construcción diáfana

De esta forma, se procede a considerar la relevancia de cada punto estudiado en este apartado y su aplicación a la nave expuesta.

En primer lugar, en el punto primero, se establecen los requisitos de consideración del efecto exterior del viento sobre la estructura, tomando está como marquesina o como nave. Esta consideración adquiere gran importancia porque posteriormente algunos datos indispensables para la obtención del coeficiente eólico vienen dispuestos en el Anejo D, apartado “D.3 Coeficientes de presión exterior” (SE-AE –pág. 24), donde resulta propicia la elección adecuada del tipo de estructura estudiada.

En esta ocasión, dado que la nave carece de huecos permanentes se determina directamente que se estudiará como nave con cubierta a dos aguas (para la cubierta) y con paramentos verticales (para la fachada), en lugar de cómo marquesina. Además, se destaca que se trata de una nave simétrica y el área de huecos posibles (puertas) supone únicamente el 10´5% del área total de la fachada a la que corresponden dichas puertas.

En segundo lugar, el siguiente apartado hace referencia al Anejo D.3, ya mencionado anteriormente, en el cual se establecen los parámetros a emplear para

la realización de los cálculos del coeficiente eólico de presión exterior (c_{pe}). Dichas estimaciones se plantean en función de varias zonas en la cuales se dividen las superficies afectadas.

Por otro lado, en el tercer apartado, se define la posible presencia del coeficiente de presión interior (c_{pi}), además del exterior ya mentado, el cual se genera ante la presencia de huecos y se considera único en todos los paramentos interiores del edificio que delimitan la zona afectada por la superficie que presenta los huecos, es decir, que a diferencia del exterior, sus parámetros de cálculo serán constantes en el interior.

Finalmente, en el cuarto y último punto, se determinan los parámetros de cálculo del coeficiente de presión interior (c_{pi}) y las posibles relaciones de estimación de este mediante el coeficiente de presión exterior (c_{pe}). También resulta interesante contemplar la posibilidad de obtención de esta incógnita mediante la tabla de valores propuesta, *“Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior”*.

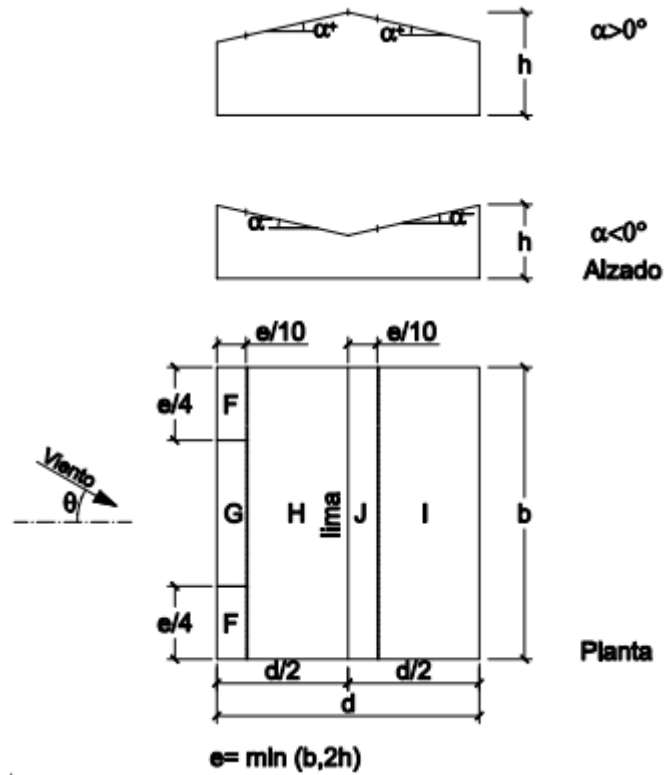
Una vez acabadas las especificaciones pertinentes, a continuación se procura el cálculo de ambas estimaciones expuestas.

Coeficiente de presión exterior

Retomando lo estipulado en el análisis anterior, se concibe la consideración de la cubierta a dos aguas para el estudio del coeficiente de presión exterior (c_{pe}).

De modo que, se acude al Anejo D, apartado D.3 Coeficiente de presión exterior, Tabla D.6 Cubiertas a dos aguas (DB-SE-AE pág.30 y 31), donde se encuentran dos tablas distintas para las diferentes direcciones de incidencia del viento sobre la estructura:

a) Dirección del viento – $45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ (transversal)



CÁLCULO DE ÁREAS

- $b = 70$ m
- $d = 30$ m
- $d/2 = 15$ m
- $h = 11$
- $e = \min(b, 2h) = \min(70, 22) = 22$ m
- $e/10 = 2,2$ m
- $e/4 = 5,5$ m

Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura)				
		F	G	H	I	J
-45°	≥ 10	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1
	≤ 1	-0,6	-0,6	-0,8	-0,7	-1,5
-30°	≥ 10	-1,1	-0,8	-0,8	-0,6	-0,8
	≤ 1	-2	-1,5	-0,8	-0,6	-1,4
-15°	≥ 10	-2,5	-1,3	-0,9	-0,5	-0,7
	≤ 1	-2,8	-2	-1,2	-0,5	-1,2
-5°	≥ 10	-2,3	-1,2	-0,8	0,2	0,2
	≤ 1	-2,5	-2	-1,2	0,2	0,2
5°	≥ 10	-1,7	-1,2	-0,6	-0,6	0,2
	≤ 1	+0,0	+0,0	+0,0	-0,6	-0,6
15°	≥ 10	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
	≤ 1	0,2	0,2	0,2	+0,0	+0,0
30°	≥ 10	-0,5	-0,5	-0,2	-0,4	-0,5
	≤ 1	0,7	0,7	0,4	0	0
45°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
60°	≥ 10	-0,0	-0,0	-0,0	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,6	+0,0	+0,0
75°	≥ 10	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3
	≤ 1	0,7	0,7	0,7	-0,2	-0,3

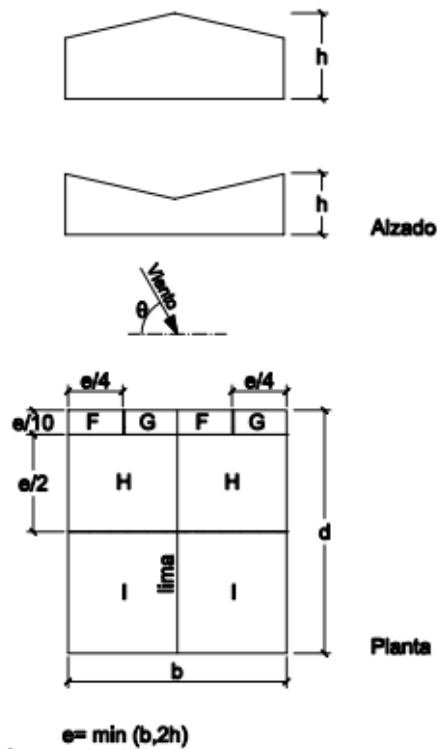
En la tabla superior, la variable A hace referencia al área de influencia del elemento o punto considerado, con lo cual, para la cubierta, teniendo en cuenta las dimensiones previamente descritas, se considera evidentemente que supera los 10 metros cuadrados.

De modo que, con el valor de 15° de pendiente de la cubierta y el parámetro A ≥ 10 m², se obtienen los siguientes valores del coeficiente de presión exterior:

ZONA	F	G	H	I	J
SUCCIÓN	-0,9	-0,8	-0,3	-0,4	-1
PRESIÓN	0,2	0,2	0,2	0	0

Donde, como se puede observar, los valores negativos atienden al fenómeno de succión, mientras que los positivos representan el efecto de la presión.

b) Dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ (**longitudinal**)



CÁLCULO DE ÁREAS

- $b = 70 \text{ m}$
- $d = 30 \text{ m}$
- $d/2 = 15 \text{ m}$
- $h = 11 \text{ m}$
- $e = \min(b, 2h) = \min(70, 22) = 22 \text{ m}$
- $e/10 = 2,2 \text{ m}$
- $e/4 = 5,5 \text{ m}$

Pendiente de la cubierta α	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$			
		F	G	H	I
-45°	≥ 10	-1,4	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,3	-1,2
-30°	≥ 10	-1,5	-1,2	-1,0	-0,9
	≤ 1	-2,1	-2,0	-1,3	-1,2
-15°	≥ 10	-1,9	-1,2	-0,8	-0,8
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
-5°	≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-1,2
5°	≥ 10	-1,6	-1,3	-0,7	-0,6
	≤ 1	-2,2	-2,0	-1,2	-0,6
15°	≥ 10	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5
	≤ 1	-2,0	-2,0	-1,2	-0,5
30°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
45°	≥ 10	-1,1	-1,4	-0,9	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,2	-0,5
60°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5
75°	≥ 10	-1,1	-1,2	-0,8	-0,5
	≤ 1	-1,5	-2,0	-1,0	-0,5

Nota:

- No se deben mezclar valores positivos y negativos en una sola cara.

Al igual que en la tabla anterior, la variable A continua considerándose superior a los 10 metros cuadrados.

De modo que, con el valor de 15° de pendiente de la cubierta y el parámetro A ≥ 10 m², se obtienen los siguientes valores del coeficiente de presión exterior para esta dirección del viento:

ZONA	F	G	H	I
SUCCIÓN	-1,3	-1,3	-0,6	-0,5

Donde, como se puede observar, los valores negativos atienden al fenómeno de succión y en este caso, dada la ausencia de valores positivos, se determina la carencia del efecto de presión para esta dirección del viento.

Coeficiente de presión interior

De nuevo, prestando atención a las disposiciones descritas en el análisis anterior, se corrobora la existencia del coeficiente de presión interior (C_{pi}).

Dicho valor, como ya se ha mencionado, se produce en las ocasiones en que la nave presenta huecos y su valor se considera único en todos los paramentos del interior del edificio afectado. Asimismo, se observa que para la estructura estudiada, los posibles huecos generados provienen de las puertas implantadas en la nave, las cuales, evidentemente, generarán dos situaciones distintas, puesto que cuando permanecen abiertas se considerarán como huecos, mientras que cuando se encuentran cerradas, no se pueden considerar como huecos sino como paredes o fachadas.

Al tratarse de una nave con dos puertas en los planos transversales y una puerta en un lado longitudinal, se determina que la nave consta de dos puertas iguales que abarcan 40m² cada una y otra puerta contra incendios de 3'28m² de área en uno de los lados longitudinales.

De modo, que se estima más perjudicial para la nave la consideración de las puertas de las fachadas transversales abiertas como huecos o como paredes, dada la apertura o no de estas, puesto que la influencia del viento en el interior de la nave procurará mayores estragos que la consideración de apertura y cerradura de cada puerta individualmente o de la apertura y cerradura de la puerta de incendios debido a sus pequeñas dimensiones en comparación con el tamaño de una sola puerta industrial. Por consiguiente, se tomarán las puertas de las fachadas transversales como abiertas o cerradas en conjunto y a conveniencia de las estimaciones oportunas de cálculo.

En consecuencia, se establece que la situación más desfavorable consiste en mantener una de las puertas industriales abierta y la contraria cerrada. Además, dada la simetría de la nave, se pueden simplificar los cálculos a dos situaciones:

Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio										
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3

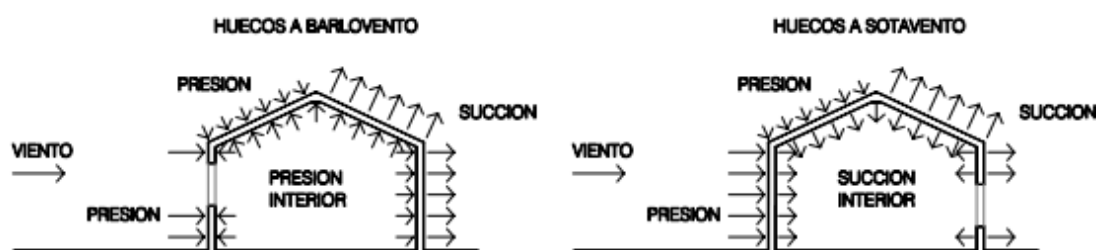


Fig. 3.1 Presiones ejercidas por el viento en una construcción diáfana

Como es evidente y ya se ha mencionado anteriormente, dada la geometría de la nave, para las direcciones transversales de ataque del viento sobre la nave, manteniendo la disposición de apertura y cerradura de puertas entre fachadas opuestas, generará efectos idénticos para ambas direcciones del viento, cuando se presente la disposición de apertura y cerradura de puertas inversa a la estudiada. Es por esta conclusión por la cual se ha optado por simplificar el estudio anterior a las dos situaciones analizadas previamente.

Consecuentemente, para realizar el cálculo del coeficiente de presión interior (c_{pi}) se precisan dos valores referentes a la esbeltez en el plano paralelo al viento y al área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio. En primer lugar, para obtener la esbeltez en el plano paralelo al viento se ejecuta una división sencilla:

$$h / b = 11/30 = 0,36 < 1$$

Donde el parámetro h corresponde a la altura de la nave (11m), mientras que b se trata de la longitud en planta de la nave con huecos (30m).

En segundo lugar, se presta atención a la siguiente ecuación:

$$\frac{\text{Área de huecos en zonas de succión}}{\text{Área total de huecos}}$$

Donde, evidentemente, se generarán las dos situaciones analizadas anteriormente:

- **Huecos a barlovento** (puertas abiertas en la fachada por donde incide el viento) = $0m^2/40m^2 = 0 \rightarrow C_{pi} = 0,7$

- **Huecos a sotavento** (puertas cerradas en la fachada por donde incide el viento) = $40m^2/40m^2 = 1 \rightarrow C_{pi} = - 0,5$

Por último, una vez obtenidos los datos referidos se acude a la “*Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior*” (SE-AE pág.9).

Tabla 3.6 Coeficientes de presión interior

Esbeltez en el plano paralelo al viento	Área de huecos en zonas de succión respecto al área total de huecos del edificio											
	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	
≤1	0,7	0,7	0,6	0,4	0,3	0,1	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	-0,5	
≥4	0,5	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,1	-0,2	-0,3	-0,3	

Con lo cual obtenemos un coeficiente de presión interior (C_{pi}) distinto para cada situación estudiada.

Resulta interesante destacar que observando los coeficientes que figuran en la tabla, los obtenidos son los de mayor valor, por tanto, esto significa que se toman los valores del lado de la seguridad, evitando así posibles complicaciones constructivas posteriores.

Resultados de la acción del viento

Y finalmente, gracias a tener todos los coeficientes, se generan los cálculos, fórmula a aplicar:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

ACCIÓN EXTERIOR DEL VIENTO

	Transversal		Longitudinal
	PRESIÓN	SUCCIÓN	SUCCIÓN
F	$1,83 \times 0,52 \times 0,2 = 0,19$	$1,83 \times 0,52 \times (-0,9) = -0,85$	$1,83 \times 0,52 \times (-1,3) = -1,23$
G	$1,83 \times 0,52 \times 0,2 = 0,19$	$1,83 \times 0,52 \times (-0,8) = -0,68$	$1,83 \times 0,52 \times (-1,3) = -1,23$
H	$1,83 \times 0,52 \times 0,2 = 0,19$	$1,83 \times 0,52 \times (-0,3) = -0,20$	$1,83 \times 0,52 \times (-0,6) = -0,57$
I	$1,83 \times 0,52 \times 0 = 0$	$1,83 \times 0,52 \times (-0,4) = -0,38$	$1,83 \times 0,52 \times (-0,5) = -0,47$
J	$1,83 \times 0,52 \times 0 = 0$	$1,83 \times 0,52 \times (-1) = -0,95$	

ACCIÓN INTERIOR DEL VIENTOHuecos a barlovento**PRESIÓN INTERIOR**

$$Q_{vpi} = 1,83 \times 0,52 \times 0,7 = 0,66$$

Huecos a sotavento**SUCCIÓN INTERIOR**

$$Q_{vpi} = 1,83 \times 0,52 \times -0,5 = -0,47$$

RESULTADOS TOTALES

$$Q_v = q_v^{\text{ext}} - q_v^{\text{int}}$$

TRANSVERSAL

En esta ocasión, al no existir puertas en las paredes laterales de la nave, en el interior de esta el viento no genera ningún esfuerzo, por tanto: $Q_v^{\text{int}} = 0$

Por consiguiente:

$$Q_v = Q_v^{\text{ext}}$$

PRESIÓN

$$Q_v^F = 0,19$$

$$Q_v^G = 0,19$$

$$Q_v^H = 0,19$$

SUCCIÓN

$$Q_v^F = -0,85$$

$$Q_v^G = -0,68$$

$$Q_v^H = -0,20$$

$$Q_v^I = 0$$

$$Q_v^J = 0$$

$$Q_v^I = -0,38$$

$$Q_v^J = -0,95$$

LONGITUDINAL

Huecos a barlovento

SUCCIÓN

$$Q_v^F = -1,23 - 0,66 = -1,9$$

$$Q_v^G = -1,23 - 0,66 = -1,9$$

$$Q_v^H = -0,57 - 0,66 = -1,23$$

$$Q_v^I = -0,47 - 0,66 = -1,13$$

Huecos a sotavento

SUCCIÓN

$$Q_v^F = -1,23 - (-0,47) = -0,76$$

$$Q_v^G = -1,23 - (-0,47) = -0,76$$

$$Q_v^H = -0,57 - (-0,47) = -0,1$$

$$Q_v^I = -0,47 - (-0,47) = 0$$

RESULTADOS FINALES

Dados los resultados obtenidos, se determina que los resultados más desfavorables y, por tanto, los valores que se emplearán para los cálculos posteriores son los siguientes: $Q_{VP} = 0,19$ y $Q_{VS} = -1,9$

3.1.4.2.5 Resumen de cargas

A continuación se expone un breve resumen de las cargas obtenidas para la posterior ejecución de las combinaciones de cargas:

Cargas permanentes

PESO PROPIO:

$$Q_{ppy} = 288,902 \cdot \cos 15 = 0,279 \text{ KN / m}^2$$

$$Q_{ppx} = 288,902 \cdot \sin 15 = 0,074 \text{ KN / m}^2$$

Cargas variables

SOBRECARGA DE USO:

$$Q_{suy} = 0'4 \cdot \cos 15 \cdot \cos 15 = 0'373 \text{ kN/ m}^2$$

$$Q_{sux} = 0'4 \cdot \cos 15 \cdot \sin 15 = 0'1 \text{ kN/ m}^2$$

SOBRECARGA DE NIEVE:

$$Q_{ny} = 0'3 \cdot \cos 15 \cdot \cos 15 = 0'28 \text{ kN / m}^2$$

$$Q_{nx} = 0'3 \cdot \cos 15 \cdot \sin 15 = 0'075 \text{ kN/m}^2$$

EFFECTOS DEL VIENTO (MÁS DESFAVORABLES)

$$\text{Presión: } Q_{vp} = 1,83 \times 0,52 \times 0,2 = 0,19 \text{ kN/ m}^2$$

$$\text{Succión: } Q_{vs} = - 1,23 - 0,66 = -1,9 \text{ kN/ m}^2$$

3.1.4.3 COMBINACIONES DE CARGAS

En primer lugar, se plantean las distintas combinaciones de cargas sin incluir el peso propio del panel para poder predimensionarlo. A continuación, se describe el proceso seguido, según Código Técnico de la Edificación Documento Básico Seguridad Estructural, para plantear las posibles combinaciones de hipótesis de carga y posteriormente seleccionar las más peligrosas.

El valor de cálculo de los efectos de las acciones correspondiente a una situación persistente o transitoria, se determina mediante combinaciones de acciones a partir de la expresión:



$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Es decir, considerando la acción simultánea de:

- todas las acciones permanentes, en valor de cálculo ($\gamma_G \cdot G_k$), incluido el pretensado ($\gamma_P \cdot P$);
- una acción variable cualquiera, en valor de cálculo ($\gamma_Q \cdot Q_k$), debiendo adoptarse como tal una tras otra sucesivamente en distintos análisis;
- el resto de las acciones variables, en valor de cálculo de combinación ($\gamma_Q \cdot \psi_0 \cdot Q_k$).

Los valores de los coeficientes de seguridad, γ , se establecen en la tabla 4.1 para cada tipo de acción, atendiendo para comprobaciones de resistencia a si su efecto es desfavorable o favorable, considerada globalmente.

Tabla 4.1 Coeficientes parciales de seguridad (γ) para las acciones

Tipo de verificación ⁽¹⁾	Tipo de acción	Situación persistente o transitoria	
		desfavorable	favorable
Resistencia	Permanente 	1,35	0,80
	Peso propio, peso del terreno		
	Empuje del terreno		
	Presión del agua	1,20	0,90
	Variable 	1,50	0
Estabilidad		desestabilizadora	estabilizadora
	Permanente	1,10	0,90
	Peso propio, peso del terreno		
	Empuje del terreno		
	Presión del agua	1,05	0,95
Variable	1,50	0	

⁽¹⁾ Los coeficientes correspondientes a la verificación de la resistencia del terreno se establecen en el DB-SE-C

Para comprobaciones de estabilidad, se diferenciará, aun dentro de la misma acción, la parte favorable (la estabilizadora), de la desfavorable (la desestabilizadora).

Los valores de los coeficientes de simultaneidad que se emplean en las combinaciones, ψ_0 , se establecen en la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Coeficientes de simultaneidad (ψ)

	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Sobrecarga superficial de uso (Categorías según DB-SE-AE)			
• Zonas residenciales (Categoría A)	0,7	0,5	0,3
• Zonas administrativas (Categoría B)	0,7	0,5	0,3
• Zonas destinadas al público (Categoría C)	0,7	0,7	0,6
• Zonas comerciales (Categoría D)	0,7	0,7	0,6
• Zonas de tráfico y de aparcamiento de vehículos ligeros con un peso total inferior a 30 kN (Categoría E)	0,7	0,7	0,6
• Cubiertas transitables (Categoría F)		(1)	
• Cubiertas accesibles únicamente para mantenimiento (Categoría G)	0	0	0
Nieve			
• para altitudes > 1000 m	0,7	0,5	0,2
• para altitudes ≤ 1000 m	0,5	0,2	0
Viento	0,6	0,5	0
Temperatura	0,6	0,5	0
Acciones variables del terreno	0,7	0,7	0,7

(1) En las cubiertas transitables, se adoptarán los valores correspondientes al uso desde el que se accede.

Siguiendo los pasos descritos anteriormente, se estudian 9 combinaciones de hipótesis de carga que quedan de la siguiente manera:

1. ~~$\gamma_G \cdot Q_{PP}$~~
2. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_{SU} \cdot Q_{SU}$
3. ~~$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_N \cdot Q_N$~~
4. ~~$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VP}$~~
5. ~~$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VS}$~~
6. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_N \cdot Q_N + \psi_0 \cdot \gamma_V \cdot Q_{VP}$
7. ~~$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_N \cdot Q_N + \psi_0 \cdot \gamma_V \cdot Q_{VS}$~~
8. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VP} + \psi_0 \cdot \gamma_N \cdot Q_N$
9. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VS} + \psi_0 \cdot \gamma_N \cdot Q_N$

A diferencia a la primera vez, en esta ocasión se pueden tachar ciertos valores, pues observándolos directamente la lógica dice que van a ser menores en comparación con alguna ecuación restante. Por ejemplo, la ecuación del peso propio evidentemente presentará un resultado menor al de la ecuación de peso, nieve y viento a presión. De la misma forma se han despreciado las fórmulas de dos valores, exceptuando la de sobrecarga de uso, ya que las últimas cuatro ecuaciones complementan las anteriores con un elemento adicional, generando en comparación un resultado mayor. Por último, cabe destacar también, que la fórmula de peso propio con nieve y viento a succión es irrelevante y claramente sustituida por la última ecuación, de peso propio, viento a succión y nieve, dados los coeficientes parciales de seguridad, que en ese caso concreto hacen nulo el valor de la sobrecarga de nieve, y los coeficientes de simultaneidad, los cuales reducen el efecto del viento a succión en la ecuación desechada.

Aclarando dichos puntos, se prosigue introduciendo los valores recopilados en el apartado anterior en las formulas seleccionadas, bien en perpendicular como en paralelo:

3.1.4.3.1 Perpendicular y paralelo

$$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_{SU} \cdot Q_{SU}$$

- Perpendicular = $1,35 \cdot 0,27 + 1,5 \cdot 0,37 = 0,97 \text{ kN/ m}^2$
- Paralelo = $1,35 \cdot 0,074 + 1,5 \cdot 0,1 = 0,25 \text{ kN/ m}^2$

$$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_N \cdot Q_N + \psi_0 \cdot \gamma_V \cdot Q_{VP}$$

- Perpendicular = $1,35 \cdot 0,27 + 1,5 \cdot 0,28 + 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,19 = 0,97 \text{ kN/ m}^2$
- Paralelo = $1,35 \cdot 0,074 + 1,5 \cdot 0,075 + 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,19 = 0,21 \text{ kN/ m}^2$

$$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VP} + \psi_0 \cdot \gamma_N \cdot Q_N$$

- Perpendicular = $1,35 \cdot 0,27 + 1,5 \cdot 0,19 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 0,28 = 0,87 \text{ kN/ m}^2$
- Paralelo = $1,35 \cdot 0,074 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 0,075 = 0,15 \text{ kN/ m}^2$

$$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{Vs} + \psi_0 \cdot \gamma_N \cdot Q_N$$

- Perpendicular = $0,8 \cdot 0,27 + 1,5 \cdot (-1,9) = -2,63 \text{ kN/ m}^2 < 3,17 \text{ kN/ m}^2$
- Paralelo = $0,8 \cdot 0,074 = 0,06 \text{ kN/ m}^2$

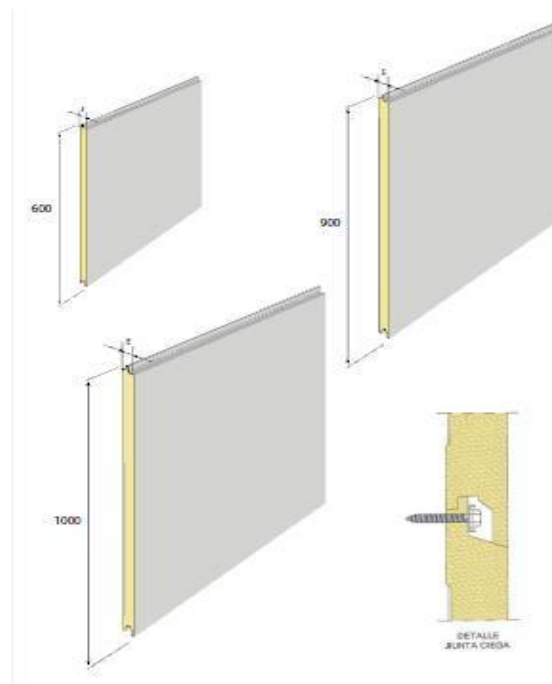
Teniendo en cuenta que la cubierta es capaz de soportar una tensión máxima admisible de $3,17 \text{ kN/ m}^2$, con esta última comprobación se confirma que la cubierta escogida es capaz de soportar las cargas a las cuales será sometida.

3.1.5 CERRAMIENTO DE FACHADA

3.1.5.1 ELECCIÓN DE LA FACHADA

El cerramiento de fachada seleccionado consistirá en unos paneles prefabricados de tipo sándwich, del catálogo de soluciones de fachada Arval (Arcelor Mittal), donde se ofertan una gran variedad de productos propicios para su utilización en este tipo de construcciones.

Finalmente se opta por el modelo “ARGA 600/900/1000”, de la gama Arga, consistente en dos caras exteriores de acero de 0,7 mm de espesor la cara exterior y 0,5 mm de espesor la cara interior, unidas entre sí con una fijación oculta mediante ensamblaje machihembrado. Este tipo de paneles están destinados particularmente al recubrimiento de fachadas en edificios industriales y módulos prefabricados.



En cuanto a sus condiciones de uso, cabe destacar las siguientes disposiciones:

- Fijación oculta mediante tapajuntas para facilitar montaje y desmontaje.
- Posibilidad de cambio de color.
- Posibilidad de traslúcidos.

Presenta, además, las siguientes características técnicas:

MATERIA DE BASE		NORMATIVA
Espesor de acero	0.7 mm (ext.) / 0.5 mm (int.)	EN 10143
Tipo de protección	Galvanizado	EN 10327
	Galvanizado-Prelacado	EN 10169
Espesor de espuma	35 / 50 / 60 mm	
Clasificación al fuego	B s2 d0 Bajo pedido	EN 13501-1
Densidad	50 Kg / m ³	
Prelacado	Matiz Colorissime	

Longitud máxima limitada por transporte. Máximo 13,5 m

Tras la ejecución de algunas comprobaciones, se asigna un panel apropiado de 60 mm de espesor al cual le corresponden 11,7 kg/m² de peso propio.

DATOS TÉCNICOS			
ESPESOR NOMINAL mm	AISLAM. TÉRMICO W/m ² K	MASA Kg/m ²	VOLUMEN EMPAQUETADO m ² / m ³
35	0.59	10.6	28.5
50	0.42	11.2	20.0
60	0.36	11.7	16.5

Así mismo, de la siguiente tabla se obtiene el valor de la tensión máxima que el cerramiento será capaz de soportar. Para ello, se tendrán en cuenta las consideraciones de diseño descritas anteriormente.

Por un lado, dado que el cerramiento está soportado por varias correas será multi-apoyado, sin embargo, en este caso, al igual que sucedía en la elección de la cubierta, el fabricante únicamente ofrece la posibilidad de soporte de tres apoyos, con lo cual se tomará esta opción como válida, cerciorando que se encuentra del lado de la seguridad, puesto que contra mayor número de apoyos presente, el valor de la tensión máxima admisible se verá incrementado, en función, evidentemente, de las distancias entre los soportes (a mayor distancia, menor tensión podrá tolerar).

En otra instancia, se establece una separación entre apoyos o entre correas de 1,75m.

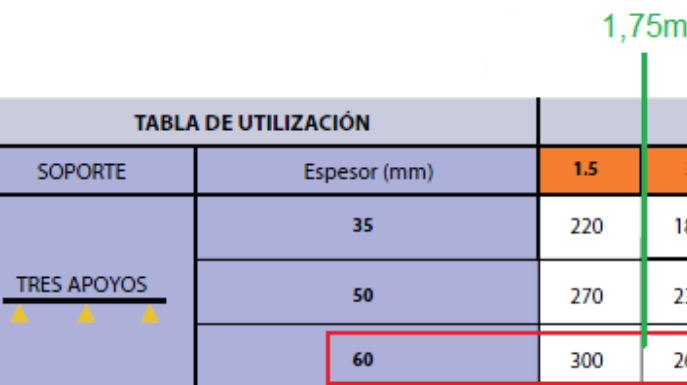
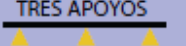


TABLA DE UTILIZACIÓN		LUCES EN METROS					
SOPORTE	Espesor (mm)	1.5	2	2.5	3	3.5	4
 TRES APOYOS	35	220	180	140	100	60	
	50	270	230	180	130	90	70
	60	300	260	210	160	120	90

Sobrecargas de uso kg / m² para F = L / 200

Obviamente, se puede apreciar que para un espesor de 60 mm y una distancia entre correas de 1,75 m, no figura un valor preciso. De modo que, se procede a la realización de una pequeña interpolación para determinar la tensión máxima admisible por el cerramiento con las consideraciones descritas.

<u>Luz entre apoyos</u>	<u>Tensión admisible</u>
1,5m	300Kg/m ²
1,75m	x
2m	260Kg/m ²

Por consiguiente, se concluye que el valor que hace referencia a la tensión máxima que el cerramiento seleccionado es capaz de soportar es de 280 Kg/m².

De este modo, se pueden destacar los siguientes datos requeridos para estimaciones posteriores:

- Peso: 11,7 kg/m²
- Espesor nominal: 60 mm
- Tensión máxima admisible: 280 kg/m²

3.1.5.2 CÁLCULOS DE FACHADA

Una vez realizada la selección del cerramiento de fachada, se procede al cálculo de ciertos valores relacionados con este, los cuales se pueden agrupar en dos categorías bien distinguidas:

- **Acciones permanentes:** el peso propio de este.
- **Acciones variables:** la sobrecarga de uso, la nieve y el viento que inciden sobre él.

Para la determinación de las disposiciones pertinentes de cada apartado resulta interesante observar los análisis realizados para cada consideración recogidos anteriormente en el estudio de la cubierta.

Sin embargo, cabe destacar que, al contrario que en la cubierta, en este caso tanto la sobrecarga de uso como la de nieve son despreciables, puesto que resulta

evidente la incapacidad de acumulación de nieve sobre la fachada y, por otro lado, es obvio el insignificante efecto generado por las tareas de mantenimiento sobre esta.

Por lo tanto, este apartado se puede simplificar a las dos secciones restantes: el peso propio y el efecto del viento sobre la fachada.

3.1.5.2.1 Peso propio

Prestando atención a las disposiciones descritas anteriormente, se destaca que el tipo de fachada seleccionada es de paneles sándwich prefabricados modelo "ARGA 600/900/1000", con un espesor de 60 mm y un peso de 11,7 kg/m². El cual, es necesario cambiar de unidades.

$$q_{pp} = 11,7 \text{ Kg/m}^2 \times 9,81 \text{ N/Kg} = 114,77 \text{ N/m}^2$$

$$Q_{Tpp} = 0,114 \text{ KN/m}^2$$

En este caso se determina que el peso propio del elemento es obviamente gravitacional, es decir, que se interpreta como una sollicitación de dirección vertical (paralela a la dirección del elemento estudiado). Por lo tanto, se evita la descomposición de esta fuerza como ocurría con la cubierta.

De este modo, se prevé el empleo de este valor para finalmente comprobar que los paneles de la fachada cumplen los requisitos prescritos, destacando así la entereza presentada por la fachada frente a las posibles sollicitaciones estimadas según la norma.

3.1.5.2.2 Viento

En esta sección, se tendrá en cuenta la acción del viento, la cual en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Determinados por:

- q_b : Presión dinámica del viento.
- C_e : Coeficiente de exposición.
- C_p : Coeficiente eólico (Coeficiente de presión).

Dichos valores se estiman según las consideraciones planteadas en cada apartado, anteriormente estudiados y analizados a fondo en el capítulo reservado a la cubierta, dónde se han realizado las consideraciones pertinentes y las disposiciones preceptivas con este motivo.

Por lo tanto, remitiendo a esos análisis, se pueden determinar directamente algunos de los valores mencionados:

Presión dinámica

La presión dinámica depende del posicionamiento geográfico del emplazamiento de la obra, de modo, que se mantiene igual que el valor determinado en el apartado de la cubierta.

Por lo tanto, se establece que prestando atención al CTE (SE-AE pág.25) y teniendo en cuenta que la nave se ha colocado en el municipio de Erandio, se determina de nuevo que su zona de aplicación será la Zona C, o lo que es lo mismo,

se tendrá una velocidad del viento igualitaria a 29 m/s, con una densidad del aire de 1'25 kg/m³. Así, según la fórmula:

$$q_b = 0,5 \cdot \delta \cdot v_b^2$$

Se genera una presión dinámica tal que: $q_b = 0'52 \text{ kN / m}$

Coeficiente de exposición

En cuanto al coeficiente de exposición, el cual considera los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno, se establece que como la estructura tiene una altura menor que 30m y el grado de inclinación de la cubierta es de 15° (< 45°), el valor del c_e se obtiene de acuerdo con lo establecido en el apartado "3.3.3. *Coeficiente de exposición*" del SE-AE –pág. 8.

De este modo, se observa que este coeficiente también permanece invariable a las estimaciones generadas en el apartado correspondiente del cálculo de cubierta. Con lo cual se puede determinar que para un grado de aspereza del entorno IV (Zona industrial) y una altura de la nave aproximadamente de 14 metros, se obtiene un C_e :

$$C_e = 1,83$$

Coeficiente eólico (Coeficiente de presión)

Finalmente, el último valor a la hora de hacer los cálculos del viento, corresponden al coeficiente eólico o de presión. El cual tendrá en cuenta la dirección del viento y la forma de la estructura a la hora de cumplir los anejos del Código Técnico de la Edificación.

Para este apartado especialmente, resulta interesante remitir a las disposiciones descritas en el análisis efectuado para los cálculos de cubierta. Por consiguiente, se establece la existencia de los dos tipos de coeficientes eólicos de presión, es decir, tanto el exterior como el interior.

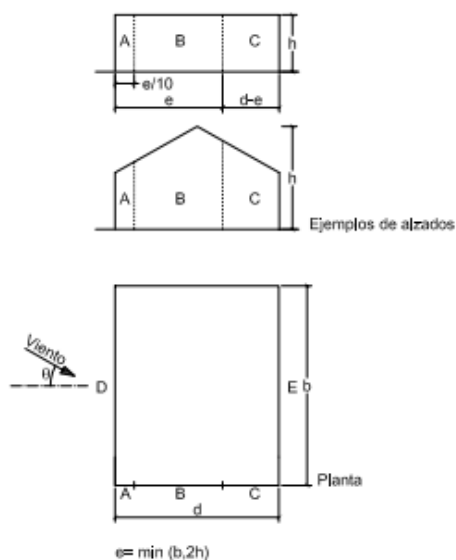
Coeficiente de presión exterior

En esta ocasión, es este el único coeficiente del viento que sufre variaciones significativas, no obstante, mantiene los principios de aplicación estudiados. Resulta evidente que en este caso, el coeficiente de presión exterior (c_{pe}) en lugar de apreciarse y distribuirse sobre la superficie de la cubierta, lo hará sobre las superficies de fachadas.

De modo que, para su obtención se acude al Anejo D, apartado D.3 Coeficientes de presión exterior, Tabla D.3 Paramentos verticales (DB-SE-AE pág.25), donde se encuentra la tabla de aplicación según la dirección de incidencia del viento sobre la estructura:

a) Dirección del viento – $45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ (transversal)

Tabla D.3 Paramentos verticales



CÁLCULO DE ÁREAS

- $b = 70 \text{ m}$
- $d = 30 \text{ m}$
- $d/2 = 15 \text{ m}$
- $h = 11 \text{ m}$
- $e = \min(b, 2h) = \min(70, 22) = 22 \text{ m}$
- $e/10 = 2,2 \text{ m}$
- $e - (e/10) = 19,8 \text{ m}$
- $d - e = 8 \text{ m}$

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

En la tabla superior, la variable A hace referencia al área de influencia del elemento o punto considerado, con lo cual, para la fachada, teniendo en cuenta las dimensiones previamente descritas, se considera evidentemente que supera los 10 metros cuadrados.

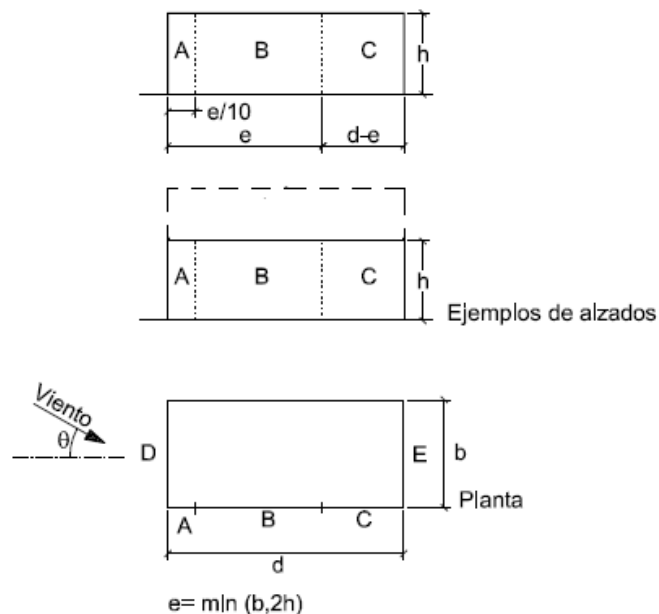
Por otro lado, el parámetro h/d relaciona la altura y el ancho de la nave, con lo cual, $11/30 = 0,36$. Como se puede apreciar en la figura, dada la ausencia de este valor concreto, se procede a la interpolación entre los valores adyacentes, obteniendo así los siguientes resultados:

h/d	A	B	C	D	E
1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5
0,36	-1,2	-0,8	-0,5	0,715	-0,32
$\geq 0,25$	-1,2	-0,8	-	0,7	-0,3

Donde, como se puede observar, para el valor $h/d = 0,36$ se han obtenido los valores representados en la tabla para la presión exterior, los valores negativos atienden al fenómeno de succión, mientras que los positivos representan el efecto de la presión.

b) Dirección del viento $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ (**longitudinal**)

Tabla D.3 Paramentos verticales



CÁLCULO DE ÁREAS

- $b = 30$ m
- $b/2 = 15$ m
- $d = 70$ m
- $h = 7$ m
- $e = \min(b, 2h) = \min(30, 14) = 14$ m
- $e/10 = 1,4$ m
- $e-(e/10) = 12,6$ m
- $d-e = 56$ m

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

Se determina que, puesto que no se ofrece un valor concreto para $h/d \leq 0,25$ en la zona C, y observando que dicha zona para toda la tabla de valores de parámetros verticales se corresponde con la cifra de -0,5, tomando posición del lado de la seguridad, se establece este valor como válido.

En la tabla superior, la variable A hace referencia al área de influencia del elemento o punto considerado, con lo cual, para la fachada, teniendo en cuenta las dimensiones previamente descritas, se considera evidentemente que supera los 10 metros cuadrados.

Por otro lado, el parámetro h/d , en este caso, relaciona la altura y la longitud de la nave, con lo cual, $7/70 = 0'1$. Como se puede apreciar en la figura, dicho valor viene definido en la fila que abarca los valores de $h/d \leq 0'25$, obteniendo así los siguientes resultados:

h/d	A	B	C	D	E
$\geq 0,25$	-1,2	-0,8	- 0,5	0,7	-0,3

Donde, como se puede observar, los valores negativos atienden al fenómeno de succión, mientras que los positivos representan el efecto de la presión.

Coeficiente de presión interior

Como ya se ha mencionado, atendiendo a las disposiciones detalladas previamente en el estudio de la cubierta, donde se analizan las cuestiones y requisitos de las consideraciones adoptadas, se estipula que el coeficiente eólico de presión interior se interpreta como único para todos los paramentos interiores del edificio que delimitan la zona afectada y viene generado por los posibles huecos presentes en la nave, los cuales, en este caso, se trata de huecos no permanentes (puertas).

De este modo, se destaca que al tratarse de un valor único para las superficies afectadas del interior y retomando los estudios de situaciones tratadas en el análisis de cubierta, dicho valor también permanece constante para la fachada.

Por tanto, para las dos situaciones originadas, la primera con los huecos a barlovento (todas las puertas de la fachada por donde incide el viento abiertas) y la segunda, con los huecos a sotavento (todas las puertas de la fachada contraria a la dirección por la que llega el viento abiertas), se obtienen los siguientes coeficientes de presión interior (c_{pi}):

- Situación con huecos a barlovento → $C_{pi} = 0,7$
- Situación con huecos a sotavento → $C_{pi} = -0,5$

En este caso, al igual que en la cubierta, cabe resaltar que los valores obtenidos atienden a las situaciones más desfavorables, desestimando así las situaciones inconcluyentes, permaneciendo de este modo del lado de la seguridad.

También cabe mencionar, que obviamente en las posibles ocasiones en las que el viento incide por cada fachada transversal, al tratarse de paredes ciegas, es decir, sin puertas ni huecos, no tendrá lugar ningún tipo de efecto de presión o succión por acción del viento en el interior de la nave.

Resultados de la acción del viento

Resulta consecuente reflejar que, evidentemente, las cargas generadas por acción del viento no supondrán una carga paralela a la superficie de acción, sino que su efecto se presta a consideración únicamente perpendicular.

Y finalmente, gracias a tener todos los coeficientes, se generan los cálculos, formula a aplicar:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

ACCIÓN EXTERIOR DEL VIENTO

	TRANSVERSAL	
	PRESIÓN	SUCCIÓN
A		$0,52 \cdot 1,83 \cdot (-1,2) = - 1,14$
B		$0,52 \cdot 1,83 \cdot (-0,8) = - 0,76$
C		$0,52 \cdot 1,83 \cdot (-0,5) = - 0,47$
D	$0,52 \cdot 1,83 \cdot (0,715) = 0,68$	
E		$0,52 \cdot 1,83 \cdot (0,32) = - 0,3$

	LONGITUDINAL	
	PRESIÓN	SUCCIÓN
A		$0,52 \cdot 1,83 \cdot (-1,2) = - 1,14$
B		$0,52 \cdot 1,83 \cdot (-0,8) = - 0,76$
C		$0,52 \cdot 1,83 \cdot (-0,5) = - 0,47$
D	$0,52 \cdot 1,83 \cdot (0,7) = 0,66$	
E		$0,52 \cdot 1,83 \cdot (0,3) = - 0,28$

ACCIÓN INTERIOR DEL VIENTO

Huecos a barlovento

PRESIÓN INTERIOR

$$Q_{vpi} = 1,83 \times 0,52 \times 0,7 = 0,66$$

Huecos a sotavento

SUCCIÓN INTERIOR

$$Q_{vpi} = 1,83 \times 0,52 \times -0,5 = -0,47$$

RESULTADOS TOTALES

$$Q_v = q_v^{\text{ext}} - q_v^{\text{int}}$$

TRANSVERSAL

En esta ocasión, al no existir puertas en las paredes laterales de la nave, en el interior de esta el viento no genera ningún esfuerzo, por tanto: $Q_v^{\text{int}} = 0$

Por consiguiente:

$$Q_v = Q_v^{\text{ext}}$$

SUCCIÓN

$$Q_v^A = - 1,14$$

$$Q_v^B = - 0,76$$

$$Q_v^C = - 0,47$$

$$Q_v^E = - 0,3$$

PRESIÓN

$$Q_v^D = 0,68$$

LONGITUDINAL**Huecos a barlovento****SUCCIÓN**

$$Q_v^A = - 1,14 - 0,66 = - 1,8$$

$$Q_v^B = - 0,76 - 0,66 = - 1,42$$

$$Q_v^C = - 0,47 - 0,66 = - 1,13$$

$$Q_v^E = - 0,28 - 0,66 = - 0,38$$

PRESIÓN

$$Q_v^D = 0,66 - 0,66 = 0,02$$

Huecos a barlovento**SUCCIÓN**

$$Q_v^A = -1,14 - (-0,47) = -0,67$$

$$Q_v^B = -0,76 - (-0,47) = -0,29$$

$$Q_v^C = -0,47 - (-0,47) = 0$$

$$Q_v^E = -0,28 - (-0,47) = -0,19$$

PRESIÓN

$$Q_v^D = 0,68 - (-0,47) = 1,15$$

RESULTADOS FINALES

Dados los resultados obtenidos, se determina que los resultados más desfavorables y, por tanto, los valores que se emplearán para los cálculos posteriores son los siguientes: $Q_{VP} = 1,15$ y $Q_{VS} = -1,8$.

3.1.5.2.3 Resumen de cargas

A continuación se expone un breve resumen de las cargas obtenidas para la posterior ejecución de las combinaciones de cargas:

Cargas permanentes

$$\text{PESO PROPIO: } Q_{Tpp} = 0,114 \text{ KN/m}^2$$

Cargas variables

EFFECTOS DEL VIENTO (MÁS DESFAVORABLES)

$$\text{Presión: } Q_{vp} = 0,68 - (-0,47) = 1,15 \text{ kN/ m}^2$$

$$\text{Succión: } Q_{vs} = -1,14 - 0,66 = -1,8 \text{ kN/ m}^2$$

3.1.5.3 COMBINACIONES DE CARGAS

Tras el cálculo de cada valor, peso propio y viento, bien a succión y a presión. A continuación, se procede del mismo modo que en el estudio de la cubierta, se generarán ciertas combinaciones, pues estas corresponden a situaciones a las que tienen que hacer frente las fachadas de la nave.

Atendiendo al siguiente aspecto:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

De acuerdo con el análisis previo realizado en el estudio de la cubierta, se establece de nuevo que este caso está basado para cargas persistentes o transitorias, es decir, peso propio, mantenimiento, nieve o viento. Sin embargo, cabe aclarar que en este estudio en concreto, únicamente se presentan el peso propio y la acción del viento, como ya se ha determinado anteriormente.

Dichas consideraciones se remiten al estudio previo realizado y las conclusiones se pueden obtener según lo establecido en el apartado que hace referencia a las combinaciones de cargas correspondiente al DB-SE – pag 9/10.

De este modo, se estipula que las nueve combinaciones posibles que se pueden aplicar en la construcción son las siguientes, donde se puede observar como los valores de peso propio, sobrecarga de uso, nieve y viento, bien a presión como a succión, se suman entre ellas, generando así todas las situaciones reales posibles.

1. $Y_G \cdot Q_{PP}$
2. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_{SU} \cdot Q_{SU}$
3. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_N \cdot Q_N$
4. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_V \cdot Q_{VP}$
5. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_V \cdot Q_{VS}$
6. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_N \cdot Q_N + \psi_0 \cdot Y_V \cdot Q_{VP}$
7. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_N \cdot Q_N + \psi_0 \cdot Y_V \cdot Q_{VS}$
8. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_V \cdot Q_{VP} + \psi_0 \cdot Y_N \cdot Q_N$
9. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_V \cdot Q_{VS} + \psi_0 \cdot Y_N \cdot Q_N$

En este caso en concreto, dada la disposición de la fachada y retomando el análisis efectuado sobre las solicitaciones a las que se ve sometida, se determina la capacidad de simplificación de estas puesto que los valores tanto de la sobrecarga de uso como de la nieve son considerados como nulos.

De nuevo, se precisa destacar que la obtención tanto de los coeficientes parciales de seguridad (γ) como de los coeficientes de simultaneidad (ψ) se realizarán del mismo modo que como se explica en el estudio previo de combinaciones de carga para la cubierta. Con lo cual, se destaca la atención prestada al CTE – SE pag. 11. Además, se puede observar que los valores serán los mismos que los obtenidos para el apartado de la cubierta, puesto que las consideraciones y los datos de referencia se mantienen constantes.

De modo que se presentan los siguientes resultados para los coeficientes parciales de seguridad y simultaneidad:

Cargas	γ		ψ
	Desfavorable	Favorable	
Permanente (peso)	1,35	0,8	0,5
Variable (viento)	1,50	0	0,6

Sin embargo, antes de introducir las cargas, es preferible desechar ciertas formulas, ya que de las nueve mencionadas solamente algunas de ellas son las más críticas:

- ~~1. $\gamma_G \cdot Q_{PP}$~~
- ~~2. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_{SU} \cdot Q_{SU}$~~
- ~~3. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_N \cdot Q_N$~~
4. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VP}$
5. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VS}$
- ~~6. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_N \cdot Q_N + w_0 \cdot \gamma_V \cdot Q_{VP}$~~
- ~~7. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_N \cdot Q_N + w_0 \cdot \gamma_V \cdot Q_{VS}$~~
- ~~8. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VP} + w_0 \cdot \gamma_N \cdot Q_N$~~
- ~~9. $\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VS} + w_0 \cdot \gamma_N \cdot Q_N$~~

Como se puede apreciar, dado el valor nulo tanto de la sobrecarga de uso como de la nieve, dichos sumandos se pueden despreciar. Por consiguiente, cabe destacar que evidentemente serán superiores los valores de las fórmulas en las que toman partido tanto el peso propio como el viento, frente a las que únicamente se toma consideración del peso propio.

Por otra parte, al intervenir de forma efectiva únicamente el peso propio y el viento, siempre que este último venga multiplicado por el coeficiente de simultaneidad, se verá reducido su valor, por tanto, dichas ecuaciones se pueden

desestimar dado el valor superior adquirido en las formulas en las que el valor del viento se encuentra multiplicado únicamente por el coeficiente parcial de seguridad.

En otra instancia, cabe destacar la igualdad entre algunas ecuaciones dadas las consideraciones descritas, por tanto se tomarán en cuenta sólo las imprescindibles, evitando duplicaciones.

Aclarando dichos puntos, se prosigue introduciendo los valores recopilados en el apartado anterior en las formulas seleccionadas, bien en perpendicular como en paralelo:

3.1.5.3.1 Perpendicular y paralelo

$$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VP}$$

- Perpendicular = $0 + 1,5 \cdot 1,15 = 1,725 \text{ kN/ m}^2 < 280\text{Kg/m}^2 = 2,7\text{KN/m}^2$
- Paralelo = $1,35 \cdot 0,114 + 0 = 0,154 \text{ kN/ m}^2$

$$\gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VS}$$

- Perpendicular = $0 + 1,5 \cdot (-1,8) = -2,71 \text{ kN/ m}^2 < 280\text{Kg/m}^2 = 2,74\text{KN/m}^2$
- Paralelo = $0,8 \cdot 0,114 + 0 = 0,09 \text{ kN/ m}^2$

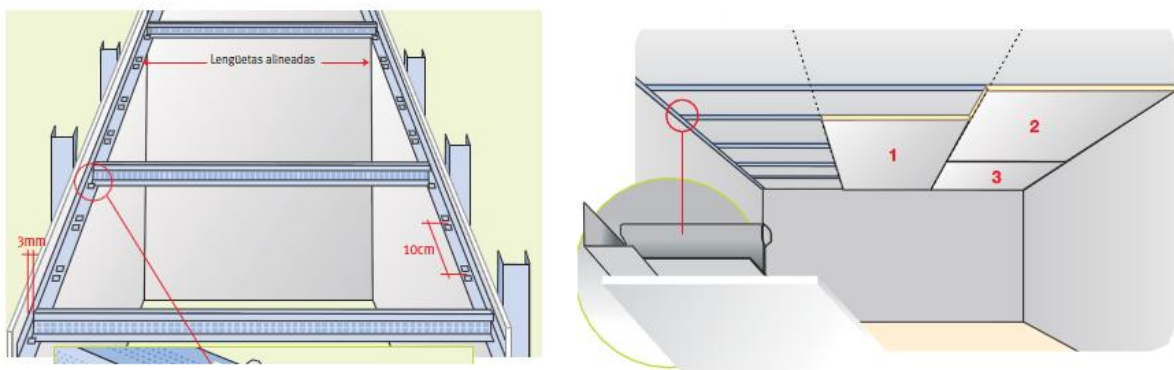
3.1.6 Entreplanta

Dadas las especificaciones constructivas referidas para la entreplanta y prestando atención a la disposición en esta planta superior destinada a diferentes departamentos tanto administrativos como sociales, se estima necesaria la implantación de un techo particular y una división de los distintos departamentos mediante las diferentes formas de tabicado determinadas a continuación.

También se considera oportuna la implantación de un suelo específico.

3.1.6.1 ELECCIÓN DEL TECHO

En lo que concierne al techo implantado, se estima un área de cubrimiento igual al área de superficie de la entreplanta, es decir, 176m^2 . De este modo se considera adecuada la implantación de un techo de cartón yeso o placa de yeso laminado, que consiste en una placa de yeso laminado entre dos capas de cartón, por lo que sus componentes son generalmente yeso y celulosa aprovechándose de la buena resistencia a la compresión del yeso con la buena resistencia a la flexión que le da el sándwich de cartón.



Se determina la selección del tipo de techo del catálogo de productos y sistemas para techos de la empresa Pladur, donde se ofertan una gran variedad de productos propicios para su utilización en este tipo de construcciones.

Finalmente, se opta por el modelo de "PLACA PLADUR", concretamente por el producto "N-15", que consiste en placas de yeso laminado formadas por una lama de yeso convenientemente tratada y recubierta en su totalidad, salvo en las testas, por dos celulosas especiales multihoja, presentando una configuración y acabado de superficies considerable. De este modo se destacan las siguientes características técnicas:

Producto Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Resistencia térmica (m ² K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según EN 520	Unidades Palet	Normativa
N 6,5	1,2	BA	3	A2-s1, d0	0,03	10	A	60	EN 520
N 10	1,2	BA	3/2,5	A2-s1, d0	0,04	10	A	48	
N 13	1,2	BA	3,2/3/2,8/2,7/2,6/2,5/2	A2-s1, d0	0,05	10	A	36 ¹	
N 15	1,2	BA	3/2,8/2,7/2,6/2,5/2	A2-s1, d0	0,06	10	A	30 ²	
N 18	1,2	BA	3/2,8/2,6/2,5	A2-s1, d0	0,07	10	A	28	

1.- Para longitudes 3 y 2,5, también disponible en palet de 50 unidades.
2.- Para longitudes 3 y 2,5, también disponible en palet de 40 unidades.

De donde cabe destacar:

- Dimensiones: 1.200mm x 2.800mm (e=15mm)
- Peso medio aproximado: 9´4 kg/m²
- Resistencia al fuego: A2 s1 d0



ESTRUCTURA METÁLICA

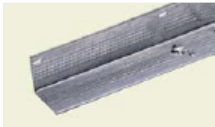
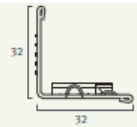

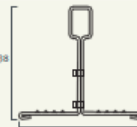
Resulta imprescindible reparar en la estructura de perfiles metálicos que sostienen dichas placas.

Para la sujeción de dichos paneles de cartón yeso o placas de yeso laminado, se considera conveniente la utilización de una serie de perfiles metálicos, dependiendo de su ubicación, a fin de establecer un sistema estructural óptimo.

Por consiguiente, se determina la selección de dichos perfiles del propio catálogo de productos y sistemas para techos de la empresa Pladur, ya mencionada. Cabe destacar que dichos elementos son de chapa de acero galvanizada de distintos espesores y formas, según su ubicación y cometido.

En primer lugar, se establece el empleo del “Perfil Angular LF-32”, que trata de un perfil con forma de “L”. Este tipo de perfiles se emplean especialmente para formar la estructura perimetral de los techos estudiados.

En segunda instancia, para los perfiles centrales se opta por el “Perfil TF-38”, cuya base está moleteada y el alma cosida para reforzarlo y permitir una instalación rápida y sencilla. Cabe destacar que se trata de un perfil en forma de “T”, usado como elemento portante en los sistemas para techos de este tipo. .

Fotos	Sección	Producto	Ancho (mm)	Alto (mm)	Longitud estándar (m)	Reacción al fuego	Normativa
		Angular LF-32	32	32	3	A1	EN 13964
		Perfil TF-38	38	38	3,6	A1	EN 13964

Aislante

Se establece procedente la introducción de un sistema de aislamiento térmico y acústico sobre los paneles de cartón yeso mencionados. En este caso, se procede a la inclusión de un material óptimo para estas situaciones, como es la lana de roca.

La empresa Rockwool ofrece una gran variedad de productos de este tipo, dependiendo de las especificaciones técnicas y los requisitos constructivos pertinentes. Por tanto, se establece oportuna la elección de un panel de lana de roca del catálogo de dicha empresa.

Tras observar con detenimiento las características y el ámbito de aplicación de cada panel ofertado, se decanta por el empleo del modelo “Confortpan 208 Roxul”, el cual trata de un panel semi-rígido de lana de roca volcánica, no revestido.

Dicho panel presenta las siguientes dimensiones:



Dimensiones (mm)

LARGO	1.350
ANCHO	600
ESPEJOR	40 50 60 75
ANCHO	400
ESPEJOR	40 50 60

Este tipo de panel presenta las siguientes características técnicas:

- Densidad nominal: 30 kg/m³
- Conductividad térmica: 0´037 W/(m.K.) Según norma UNE-EN 12667
- Resistencia al paso de vapor de agua: $\mu \pm 1´3$
- Calor específico: 0´84 kJ/kg K a 20°C

3.1.6.2 CÁLCULOS DEL TECHO

Evidentemente, este techo solo presenta las cargas del peso propio de los elementos que lo componen, es decir, no se consideran las posibles cargas de sobrecarga de uso, puesto que no se estima necesario el mantenimiento de este,

pero tampoco se someten a estudio las cargas de viento y nieve, puesto que se trata de un techo interior, ajeno a los agentes externos que intervienen sobre la nave.

Por consiguiente, para realizar el cálculo del peso total del techo escogido, se procederá a la consideración de los elementos que lo forman.

- Placa pladur "N-15": 9´4 kg/m²
- Perfil metálico "Angular LF 30": 0´28 kg/m
- Perfil metálico "TF 38": 0´5 kg/m

Atendiendo a los datos considerados, se determina el número de placas y perfiles que serán necesarios y el peso que soportará el forjado:

El espacio total a cubrir con la placa seleccionada de 1,2m x 2,8m es igual al área de los techos de ambas plantas.

Planta baja = 98m² → 30 placas

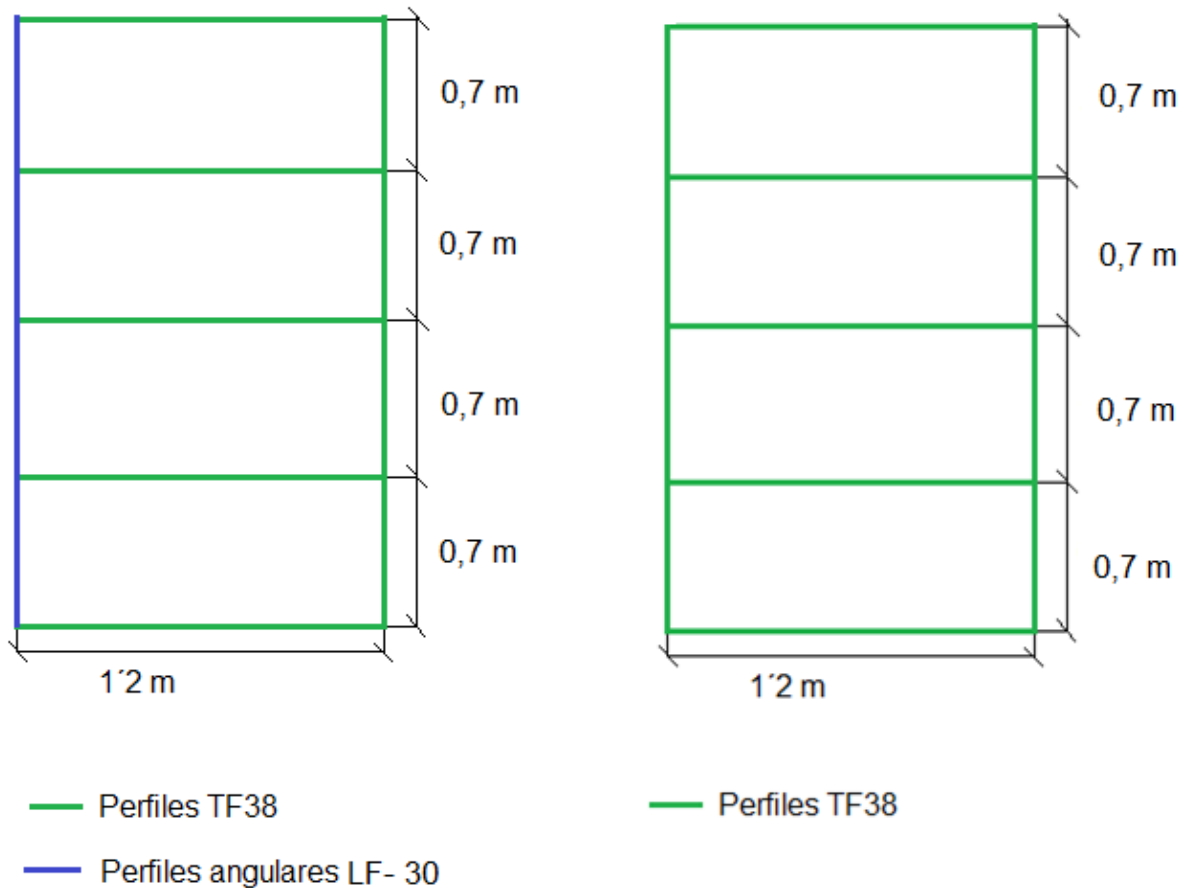
$$98\text{m}^2 \cdot 9,4 \text{ Kg/m}^2 = 921,2 \text{ Kg}$$

Primera planta = 78m² → 24 placas

$$78\text{m}^2 \cdot 9,4 \text{ Kg/m}^2 = 733,2 \text{ Kg}$$

Atendiendo a los perfiles, la disposición de estos sobre el una placa del techo de la entreplanta será la siguiente.

Los perfiles angulares LF-32 seleccionados, constan de una longitud máxima de 3 m y los perfiles de T-38 de 3,6m. De modo que atendiendo a su disposición se puede calcular el número de perfiles y el peso total que soportara el forjado.



De modo que, la entreplanta en su primera planta que es la que nos afecta para el forjado, consta de 10 placas con perfiles angulares y 14 placas normales.

$$1 \text{ Placa} = 1 \text{ perfil LF-30} \rightarrow 0,28\text{Kg/m} \cdot 2,8 \text{ m} = 0,784 \text{ Kg}$$

$$0,784 \text{ Kg} / \text{área de la placa } (1,2 \cdot 2,8) = \mathbf{0,233 \text{ Kg/m}^2}$$

$$1 \text{ placa} = 7 \text{ perfiles TF38} \rightarrow 5 \text{ perfiles TF38 de } (1,2 \text{ m}) = 0,5 \text{ kg/m} \cdot 1,2\text{m} = 3 \text{ Kg}$$

$$\rightarrow 2 \text{ perfil TF38 de } (2,8 \text{ m}) = 0,5 \text{ kg/m} \cdot 2,8 \text{ m} = 2,8 \text{ Kg}$$

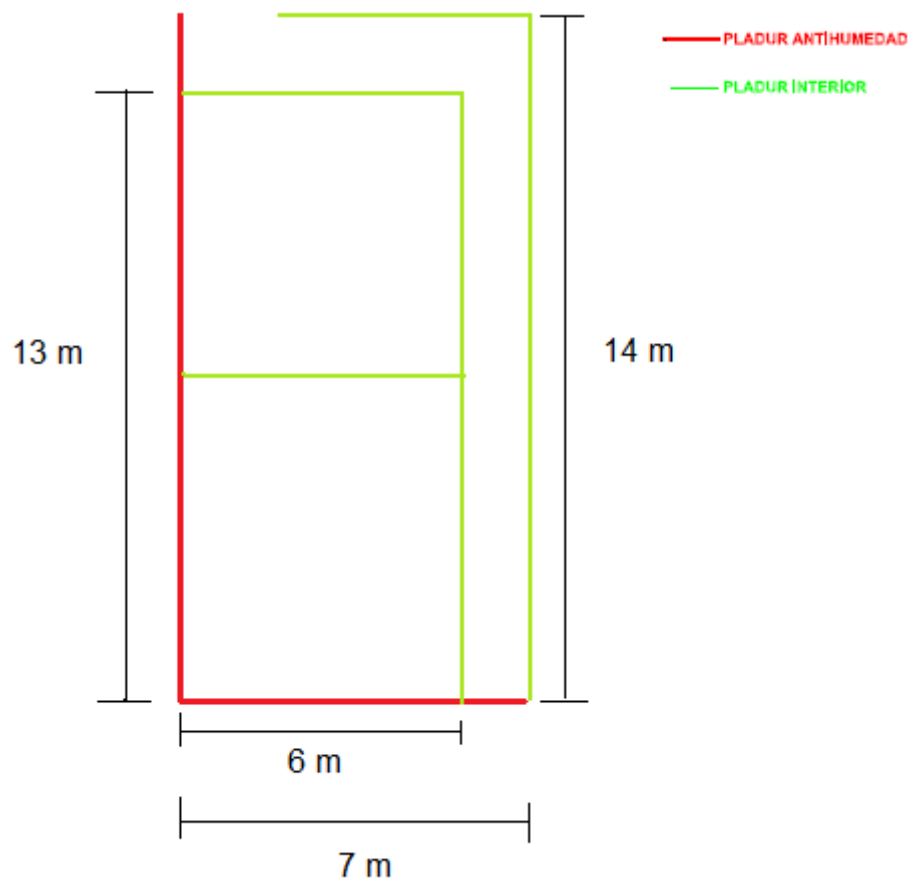
$$3 \text{ Kg} / \text{área de la placa } (1,2 \cdot 2,8) = \mathbf{0,89\text{Kg/m}^2}$$

$$2,8 \text{ Kg} / \text{área de la placa } (1,2 \cdot 2,8) = \mathbf{0,83 \text{ Kg/m}^2}$$

3.1.6.3 ELECCIÓN DE LOS TABIQUES

En lo referente al tabicado de la entreplanta, se estima oportuna la ejecución de diferentes formas de tabique según la ubicación y el cometido de este. Así, se determina la realización de tabiques mediante cartón yeso o placa de yeso laminado, mamparas de vidrio (incluida carpintería) o mediante ambos elementos de construcción.

Por lo tanto, a continuación se despliega un croquis de la disposición de tabiques en la planta superior con la descripción específica correspondiente de cada uno de ellos.



"Disposición en planta de tabiques"

Se estipula una altura libre de tabiques de 3m.

De este modo, se procede a la descripción de cada tipo de tabique seleccionado:

TABIQUE DE PLADUR ANTIHUMEDAD

Para la disposición de los tabiques adyacentes a las fachadas de la nave, se propone la implantación de un tipo de tabiques mediante la solución propuesta de placas de yeso laminado, de la empresa Pladur. Dadas las condiciones precisadas en esta ocasión, se adopta como medida óptima, el modelo de “Placa Pladur WA”, la cual, gracias a su tratamiento hidrófugo en su alma, disminuye muy considerablemente su absorción, por inmersión de agua, reforzando, por tanto la resistencia a la acción directa del agua en los diferentes sistemas propuestos por este fabricante.

En concreto el producto seleccionado atiende a la referencia “WA 13” y presenta las siguientes características:

Producto Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (Kg/m ²)	Resistencia térmica (m ² K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según UNE EN 520	Absorción total de agua	Unidades Palet	Normativa
WA 13	1,2	BA	3/2,7/2,6/2,5/2	A2 s1 d0 (C1)	9,4	0,05	10	H1	< 5%	36	UNE EN 520
WA 15	1,2	BA	3/ 2,7/2,6/2,5	A2 s1 d0 (C1)	11,6	0,06	10	H1	< 5%	30	

De donde se destaca:

- Dimensiones: 1.200mm x 3.000mm (e=13mm)
- Peso medio aproximado: 9´4 kg/m²
- Resistencia al fuego: A2 s1 d0 (C1)
- Resistencia térmica: 0´05 m² K/W
- Absorción total de agua < 5%



Resulta interesante mencionar que este tipo de tabiques se utiliza especialmente en cuartos de baño, vestuarios, lavanderías, duchas colectivas, etc... en hospitales, hoteles, colegios y en general, en edificios públicos.

TABIQUE DE PLADUR INTERIOR

Para los tabiques internos de separación de espacios de la entreplanta se empleará un tipo de cartón yeso común denominado "Placa Pladur N", también de la empresa Pladur. En este tipo de placa sus componentes (yeso y celulosa) son de composición estándar. Dicho elemento presenta el alma de yeso de color blanco, la cara vista que va a ser decorada en color crema y la opuesta en color gris oscuro.

En concreto se ha optado por el producto "N 13", que responde a las siguientes características:

Producto Espesor	Ancho (m)	Borde	Longitud estándar (m)	Reacción a fuego	Peso medio aprox. (Kg/m ²)	Resistencia térmica (m ² K/W)	Permeabilidad al vapor de agua	Tipo de placa según UNE EN 520	Unidades Palet	Normativa
N 6,5	1,2	BA	3	A2 s1 d0 (B)	5	0,03	10	A	50	UNE EN 520
N 10	1,2	BA	3/2,6/2,5	A2 s1 d0 (B)	7,6	0,04	10	A	48	
N 13	1,2	BA	3,2/3/2,8/2,7/2,6/2,5/2	A2 s1 d0 (B)	9,2	0,05	10	A	36	
N 15	1,2	BA	3/2,8/2,7/2,6/2,5	A2 s1 d0 (B)	11,3	0,06	10	A	30	
N 19	1,2	BA	3/2,7/2,6/2,5	A2 s1 d0 (B)	14,2	0,08	10	F	24	

De donde se destaca:

- Dimensiones: 1.200mm x 3.000mm (e=13mm)
- Peso medio aproximado: 9´2 kg/m²
- Resistencia al fuego: A2 s1 d0 (B)
- Resistencia térmica: 0´05 m² K/W



Es importante resaltar que dicho elemento sirve para todos los sistemas específicos facilitados por el fabricante, sin necesidad de requerimiento de especificaciones especiales. Por tanto, se puede emplear en unidades de albañilería

interior en general y en todod tipo de obras, techos, aislamientos, reformas, decoración, etc...

Estructura metálica

Prestando atención a los elementos metálicos encargados de formar la estructura sobre la cual se disponen las placas que forman los tabiques, se determina la selección de dichos perfiles del propio catálogo de productos y sistemas de tabiquería de la empresa Pladur, ya mencionada.

Los perfiles se seleccionan en base a su ubicación y cometido, a fin de establecer un sistema estructural óptimo. Cabe destacar que dichos elementos son de chapa de acero galvanizada de distintos espesores y formas.

En primer lugar, se establece el empleo de "Montantes", que son perfiles en forma de "C", utilizados como elemento portante en tabiques y trasdosados, o techos. El alma presenta perforaciones en forma oval (70 x 28) que permiten el paso de instalaciones. Las caras laterales vienen moleteadas y marcados sus ejes, para facilitar la operación de atornillado.

Además, también se pueden utilizar "Montantes Reforzados", los cuales son perfiles en forma de "U", utilizados como refuerzo dentro de los sistemas de tabiquería. En su alma llevan incorporadas también unas perforaciones (35mm de diámetro) para facilitar el paso de las instalaciones.

Se determina que la selección del tipo de montante dependerá de las especificaciones y requisitos constructivos aparentes para cada situación.

En segunda instancia, se estipula que los perfiles que forman la estructura horizontal de los tabiques y trasdosados, correspondan a una serie de perfiles en forma de "U" denominados "Canales", en los cuales se encajan los montantes.

Al igual que sucedía con los montantes, se determina que la estimación del tipo concreto de canal empleado dependerá de las prescripciones y consideraciones técnicas previstas para cada situación.

Por consiguiente, tanto los montantes como los canales a emplear se escogerán de la siguiente tabla expuesta, donde también se exponen las características técnicas de ambos perfiles estudiados.

Fotos	Sección	Producto	Ancho (mm)	Alto (mm)	Longitud estándar (m)
		Montante 34	34,2	34-36	2,6
		Montante 46	45	34-36	2,5-3,2
		Montante 70	70	34-36	2,5-3,2
		Montante 90	90	46-48	3 y 4,2
		Montante 125	125	46-48	6
		Montante 150	150	46-48	8
		Montante Reforzado	45	45	3,6
		Canal 35	35,3	30	3
		Canal 48	46,1	30	3
		Canal 48/65	46,1	65	3
		Canal 73	71,1	30	3
		Canal 73/65	71,1	65	3
		Canal 90	91,1	35	3
		Canal 125	126,1	35	4
		Canal 150	151,1	40	4

Reacción al fuego	Peso medio aprox. (Kg/m)	Chapa Galvanizada		Presentación		Normativa
		Espesor (mm)	Galvanizado mínimo	Uds por paquete	Uds por palet	
A1	0,53	0,6	Z140	12	480	UNE EN 14 195
A1	0,58	0,6	Z140	12	504	
A1	0,70	0,6	Z140	12	360	
A1	0,91	0,6	Z140	8	240	
A1	1,25	0,7	Z140	4	160	
A1	1,39	0,7	Z140	4	96	
A1	1,57	1,5	Z140	4	144	UNE EN 14 195
A1	0,41	0,55	Z140	12	480	UNE EN 14 195
A1	0,46	0,55	Z140	12	588	
A1	0,76	0,55	Z140	12	336	
A1	0,57	0,55	Z140	12	336	
A1	0,87	0,55	Z140	12	192	
A1	0,75	0,6	Z140	24	288	
A1	0,91	0,6	Z140	8	160	
A1	1,07	0,6	Z140	4	168	

Cabe destacar, además, que las piezas empleadas son exclusivas en aluminio fundido y lacado para ensambles a 90° de perfiles de suelo y techo.

Aislante

Dadas los requisitos de aislamiento tanto térmico como acústico latentes en los distintos departamentos y espacios generados en la entreplanta, se establece procedente la introducción de un sistema capaz de sufragar las necesidades descritas. Por consiguiente, se procede a la inclusión de un material óptimo para estas situaciones, como es la lana de roca, la cual se implantará entre los paneles de cartón yeso mencionados.

Finalmente, se ha optado por implantar el mismo tipo que el dispuesto en el techo de la entreplanta, es decir, el modelo “Confortpan 208 Roxul”, de la empresa Rockwool. Este tipo trata de un panel semi-rígido de lana de roca volcánica, no revestido.

Dicho panel presenta una serie de características técnicas ya expuestas en el estudio del techo, de las cuales se pueden destacar:

- Dimensiones: 1.350mm x 600mm (e = 40mm)
- Densidad nominal: 30 kg/m³
- Conductividad térmica: 0´037 W/(m.K.) Según norma UNE-EN 12667
- Resistencia térmica: 1´05 m² K/W
- Calor específico: 0´84 kJ/kg K a 20°C
- Resistencia al paso de vapor de agua: $\mu \pm 1'$

3.1.6.4 CÁLCULO DE LOS TABIQUES

Al igual que sucede con el techo, se estima que los tabiques de la entreplanta permanecerán exentos de padecer los efectos de la sobrecarga de uso, de la nieve o del viento, únicamente supondrán como es obvio, una carga sobre el forjado debida al peso propio. Para determinar el cálculo del peso propio supuesto por los tabiques, es necesario prestar especial atención a las disposiciones expuestas sobre este tema en el Código Técnico de la Edificación, de donde se destaca:

“2 Acciones permanentes

2.1 Peso propio

2 En el caso de tabiques ordinarios cuyo peso por metro cuadrado no sea superior a 1,2 kN/m² y cuya distribución en planta sea sensiblemente homogénea, su peso propio podrá asimilarse a una carga equivalente uniformemente distribuida. Como valor de dicha carga equivalente se podrá adoptar el valor del peso por metro cuadrado de alzado multiplicado por la razón entre la superficie de tabiquería y la de la planta considerada. En el caso de tabiquería más pesada, ésta podrá asimilarse al mismo valor de carga equivalente uniforme citado más un incremento local, de valor igual al exceso de peso del tabique respecto a 1,2 kN por m² de alzado.

En general, en viviendas bastará considerar como peso propio de la tabiquería una carga de 1,0 kN por cada m² de superficie construida.”

SE-AE pág.3

De modo que, al tratarse de tabiques ordinarios, se procede a realizar la comprobación mencionada.

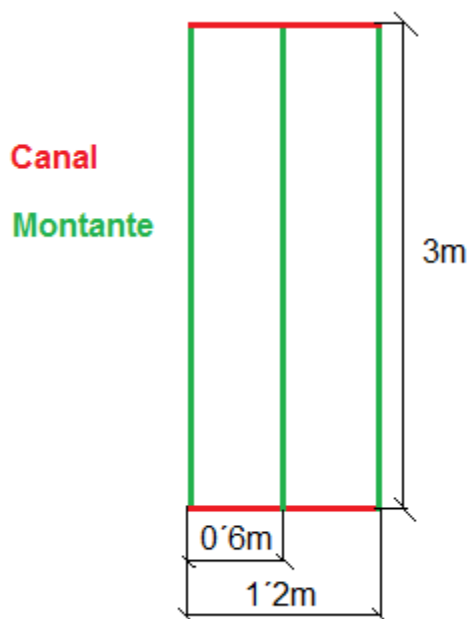
En primer lugar, se establecen los pesos propios de cada elemento:

- **Placa Pladur WA 13: 9´4 kg/m²**
- **Placa Pladur N 13: 9´2 kg/m²**
- **Montantes: 0´53 – 1´57 kg/m.** Para llevar a cabo el cálculo del peso, se tomará el valor de 1´57 kg/m, puesto que es el más desfavorable posible.
- **Canales: 0´41 – 1´07 kg/m.** Al igual que con los montantes, se determina el empleo del valor de 1´07 kg/m, dado que se trata del mayor valor de carga posible de este elemento.
- **Aislante: 2 kg/m²** (Según la “*Tabla C.2. Peso por unidad de superficie de elementos de cobertura*” del “*Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno*” (DB-SE-AE pág.19)). La obtención de este valor viene demostrada en el apartado de cálculos del techo, y puesto que se trata del mismo tipo y dimensiones de aislante empleado, se remite a dicha comprobación para establecer este valor en lugar de los 1´2 kg/m² obtenidos por el catálogo del fabricante, puesto que los 2 kg/m² suponen una carga más desfavorable.

Una vez obtenidos los valores preceptivos considerados, se observa que dos de estos elementos no presentan las mismas unidades que el resto de elementos.

Por consiguiente, estos dos elementos, montantes y canales, que se presentan en unidades de kg/m, tendrán que ser estimados en las unidades de referencia del resto de elementos, es decir, en kg/m².

Para lo cual, se precisa de una comprensión inicial del sistema estructural que presentan dichos elementos:



Como se puede observar en la figura, dadas las dimensiones geométricas que presentan todos los paneles de cartón yeso seleccionados para la ejecución de los tabiques y los requisitos técnicos de construcción de este tipo de tabiques, se consideran unas dimensiones estándar para la implantación tanto de los montantes como de los canales de cada placa dispuesta.

De este modo, calculando el peso estimado de cada uno de los elementos para cada implantación de una placa, se podrá estimar un peso aproximado en función del área abarcada.

- Montantes

Primero, se calcula el peso de cada perfil implantado en una placa, a partir de los 3 metros de longitud de perfiles.

$$\text{Peso por unidad de perfil (3m)} = 1'57 \text{ kg/m} \cdot 3 \text{ m} = 4'71 \text{ kg}$$

En segundo lugar, se multiplica dicho valor por la cantidad de unidades presentes en una placa estándar de conformación de tabiques, es decir, 3 unidades.

$$\text{Peso total sobre placa individual} = 3 \text{ unid.} \cdot 4,71 \text{ kg} = 14,13 \text{ kg}$$

Finalmente, para obtener el peso estimado de los montantes en función de la superficie considerada, se deberá dividir el valor obtenido entre el área abarcada, en este caso el área de una placa de cartón yeso.

$$\text{Área de la placa de cartón yeso} = 1,2 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 3,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso final montantes} = 14,13 \text{ kg} / 3,6 \text{ m}^2 = 3,925 \text{ kg/m}^2$$

- Canales

En primer lugar, se calcula el peso de cada perfil implantado en una placa, a partir de 1,2 metros de longitud de perfiles.

$$\text{Peso por unidad de perfil (1,2m)} = 1,07 \text{ kg/m} \cdot 1,2 \text{ m} = 1,284 \text{ kg}$$

Secundariamente, se multiplica dicho valor por la cantidad de unidades presentes en una placa estándar de conformación de tabiques, es decir, 2 unidades.

$$\text{Peso total sobre placa individual} = 2 \text{ unid.} \cdot 1,284 \text{ kg} = 2,568 \text{ kg}$$

Finalmente, para obtener el peso estimado de los canales en función de la superficie considerada, se deberá dividir el valor obtenido entre el área abarcada, en este caso el área de una placa de cartón yeso.

$$\text{Área de la placa de cartón yeso} = 1,2 \text{ m} \cdot 3 \text{ m} = 3,6 \text{ m}^2$$

$$\text{Peso final canales} = 2,568 \text{ kg} / 3,6 \text{ m}^2 = 0,713 \text{ kg/m}^2$$

3.1.6.5 ELECCIÓN DEL SUELO

Para dotar de carácter y utilidad a los nuevos espacios definidos mediante los techos y los tabiques, se cree conveniente la implantación de un suelo sobre el forjado. Dicho suelo, al igual que el techo, deberá cubrir por completo el área de la entreplanta, es decir, 98m².

Como solución óptima se ha optado por la implantación de un suelo de tarima con lamas de madera de roble machihembradas, aprovechando que la madera es un material cálido y un excelente aislante térmico y acústico. La tarima implantada será de 20 mm de espesor, ubicada sobre rastreles separados entre sí unos 30 cm.

3.1.6.6 CÁLCULOS DEL SUELO

Dada la posible repercusión del suelo sobre el forjado, que se encarga de sostener todos los elementos dispuestos sobre la entreplanta, se observa de forma evidente, que será precisa la consideración del peso que ejerce el suelo sobre dicho elemento.

Por consiguiente, prestando atención a la “*Tabla C.3. Peso por unidad de superficie de elementos de pavimentación*” del “*Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno*” (DB-SE-AE pág.20), se destaca:

Tabla C.3 Peso por unidad de superficie de elementos de pavimentación

Materiales y elementos	Peso kN/m ²	Materiales y elementos	Peso kN/m ²
Baldosa hidráulica o cerámica (incluyendo material de agarre)		Linóleo o loseta de goma y mortero	
0,03 m de espesor total	0,50	20 mm de espesor total	0,50
0,05 m de espesor total	0,80	Parque y tarima de 20 mm de espesor sobre rastreles	0,40
0,07 m de espesor total	1,10	Tarima de 20 mm de espesor	
Corcho aglomerado		rastreles recibidos con yeso	0,30
tarima de 20 mm y rastrel	0,40	Terrazo sobre mortero, 50 mm espesor	0,80

Por tanto, el peso propio del **suelo** implantado supone **0,4 kN/m²**.

3.1.7 FORJADO

Para la sustentación de todos los elementos de la entreplanta, se precisa de la implantación de un forjado. Dadas las circunstancias, en esta ocasión, se considera que un forjado de losas alveolares representa la solución constructiva más idónea, puesto que es un elemento superficial plano de hormigón pretensado, prefabricado en instalación fija exterior a la obra, aligerado mediante alveolos longitudinales y diseñados para soportar cargas producidas en forjados. Sus juntas laterales están especialmente diseñadas para que, una vez rellenas de hormigón, puedan transmitir esfuerzos cortantes a losas adyacentes.

Tras varias investigaciones, se ha optado por la implantación de un forjado de placa alveolar de la empresa Viguetas Navarras, la cual posee un catálogo para la selección del modelo adecuado.

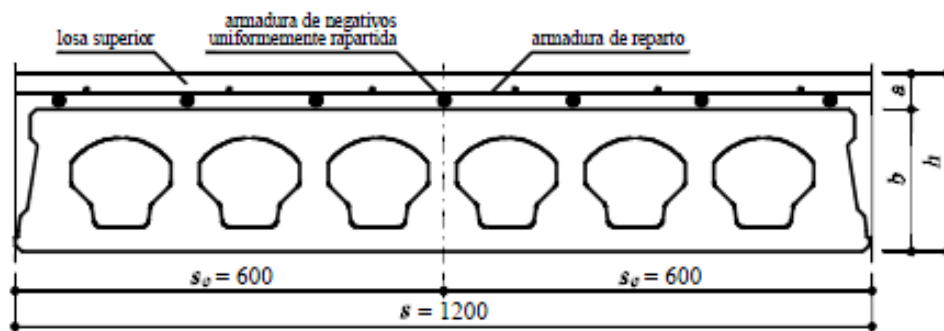
Para saber qué modelo es el adecuado se necesita saber, cuál será la carga soportada por el forjado y poder calcular el momento último que podrá soportar una placa.

3.1.7.1 DATOS TÉCNICOS Y GEOMÉTRICOS

En este apartado se precisa de la definición de la geometría de la placa alveolar para establecer cuantas serán necesarias para cubrir el área de la entreplanta y sus características técnicas dadas por el fabricante.

Donde sus características son:

Sección transversal genérica con placa alveolar PA20



Configuraciones:

$s = 1200 \text{ mm}$	h	b	a	
PA20/20+5/120	250	200	50	4,55
PA20/20+10/120	300	200	100	5,80
		mm		Peso (kN/m^2)

Se ha optado por el modelo PA20/20+5/120 de peso $4,55 \text{ KN/m}^2$, un ancho estipulado de $1,2\text{m}$ y una longitud de 7m requerida para la entreplanta estudiada.

3.1.7.2 MATERIALES

En lo referente a los materiales se destaca el hormigón normal, como el tipo de hormigón empleado en el forjado de la obra.

Además, se observan las características del hormigón a emplear:

- La resistencia característica (MPa), que en este caso en concreto se ha optado por un hormigón **HA-45** para el **hormigón pretensado**.
- La resistencia característica (MPa), que en este caso en concreto se ha optado por un hormigón **HA-25** para el hormigón **vertido en obra**.
- El coeficiente de minoración γ_c , que para el hormigón es 1'5.

3. MATERIALES

Hormigones*	Resistencia de proyecto			Coefficientes de seguridad	
		Límite elástico	Carga unitaria máxima	Alargamiento de rotura	
Pretensado	HP-45/P/12/IIa	$f_{dk}=45 \text{ N/mm}^2$ (todos los tipos de pieza FA20)		$\gamma_b=1,50$	
Vertido en obra:	HA-25/P/20/IIa	$f_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$		$\gamma_c=1,50$	
Aceros		Límite elástico	Carga unitaria máxima	Alargamiento de rotura	Coefficientes de seguridad
De armaduras activas:	Y 1670C 7I	$f_{py}=1420 \text{ N/mm}^2$	$f_{pr}=1670 \text{ N/mm}^2$	$\varepsilon_{p,max} \geq 3,5\%$	$\gamma_p=1,15$
	Y 1860S7 9,3I	$f_{py}=1640 \text{ N/mm}^2$	$f_{pr}=1860 \text{ N/mm}^2$	$\varepsilon_{p,max} \geq 3,5\%$	$\gamma_p=1,15$
De armaduras pasivas:	B 500 S	$f_{sy}=500 \text{ N/mm}^2$		$\varepsilon_{s,max} \geq 12\%$	$\gamma_s=1,15$

El acero empleado en las armaduras será el B 500 S con un coeficiente de minoración γ_s , igual a 1'15.

3.1.7.3 CARGAS

En lo referente a las cargas que intervienen sobre el forjado, se destaca que se podrán tomar los valores de las cargas permanentes y sobrecargas que solicita el forjado, ambas de servicio.

De este modo, se procede a definir los parámetros de las sollicitaciones aparentes para su posterior cálculo:

- Acciones permanentes

En este apartado, se estudia el peso propio de los elementos implantados sobre el forjado. En este caso, el techo de la entreplanta, los tabiques y el suelo colocado sobre la entreplanta, tendrán una repercusión importante sobre el forjado.

Por consiguiente, se realiza el cálculo del peso propio de los elementos que reposan sobre el forjado.

– **Peso del techo:**

$$(9,4\text{Kg/m}^2 + 0,233 \text{ Kg/m}^2 + 0,89 \text{ Kg/m}^2 + 0,83 \text{ Kg/m}^2) = 11,35 \text{ Kg/m}^2$$

$$11,35 \text{ Kg/m}^2 \cdot 9,81\text{N/Kg} = 111,37 \text{ N/m}^2$$

$$111,37 \text{ N/m}^2 / 1000 = \mathbf{0,11 \text{ KN/ m}^2}$$

– **Peso tabiques:**

$$(9,4\text{Kg/m}^2 + 9,2 \text{ Kg/m}^2 + 2 \text{ Kg/m}^2 + 3,925 \text{ Kg/m}^2 + 0,713 \text{ Kg/m}^2)$$

$$= 25,23 \text{ Kg/m}^2$$

$$25,23 \text{ Kg/m}^2 \cdot 9,81\text{N/Kg} = 247,58 \text{ N/m}^2$$

$$247,58 \text{ N/m}^2 / 1000 = \mathbf{0,25 \text{ KN/ m}^2}$$

– **Peso suelo: 0´4 kN/m²**

$$\mathbf{\text{Peso TOTAL} = 0,11 \text{ KN/ m}^2 + 0,25 \text{ KN/ m}^2 + 0´4 \text{ kN/m}^2 = \mathbf{0,76 \text{ KN/m}^2}}$$

Por otro lado, si se presta atención al libro “*CYPE 2010 Cálculo de estructuras metálicas con Nuevo Metal 3D*” del autor Antonio Manuel Reyes Rodríguez, el cual se utiliza a modo de manual para la ejecución de los cálculos en el programa de cálculo estructural mencionado, se destaca que para la entreplanta, si se pretende implantar un suelo y tabicar encima de un forjado unidireccional, se debe incrementar el peso en 200 kg/m², es decir, en 2 kN/m² (pág. 390).

Puesto que el valor de carga sobre el forjado propuesto por el consejo del libro es superior al calculado con los tabiques y suelos de implantación previsible, tomando posición, como ya se viene haciendo, del lado de la seguridad y procurando posibles modificaciones posteriores en la distribución de tabiques y suelos de la entreplanta, se tomará el valor de 2 kN/m² como peso propio de los elementos que sostiene el forjado implantado.

- Solicitaciones variables

En lo referente a las cargas variables se destaca que únicamente tendrá lugar una sobrecarga de uso, debida al tránsito de personas y materiales sobre la entreplanta. Por consiguiente, se acude al apartado “3.1.1 Valores de la sobrecarga de uso” del CTE (DB-SE-AE pág. 5).

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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 20°	1 ^{(4),(6)}	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁵⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Como se puede apreciar en la tabla superior el valor de sobrecarga de uso para la entreplanta es de 3 kN/m². Se escoge este valor puesto que al destinarse los espacios de la entreplanta en su mayoría a oficinas y despachos, supone una cifra más desfavorable y perjudicial que los 2 kN/m², asignados a zonas administrativas.

3.1.7.4 CÁLCULOS

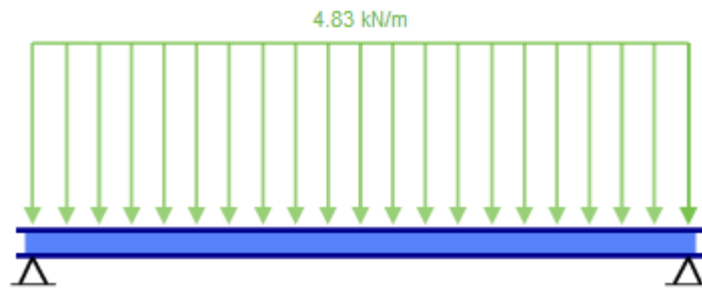
Finalmente, el forjado soportará la combinación de las cargas permanentes y las cargas variables por lo que será necesario el uso de coeficientes de mayoración que por defecto son de 1'35 para las cargas permanentes y de 1'5 para las sobrecargas. Dichos valores coinciden con los establecidos en el Código Técnico (DB-SE pág. 11) y, por tanto, se mantienen.

$$Q = 1,35 \cdot 0,76 \text{ KN/m}^2 + 1,5 \cdot 2 \text{ kN/m}^2 = 4,026 \text{ KN/m}^2$$

Como se ha descrito anteriormente, el catalogo de placas alveolares escogido indica el tipo de placa según el momento máximo capaz de soportar. Por tanto se calculara el momento último para la carga Q calculada.

Para calcular el momento ultimo, es necesario hacer un cambio de unidades para convertir la carga por unidad de superficie en una carga distribuida.

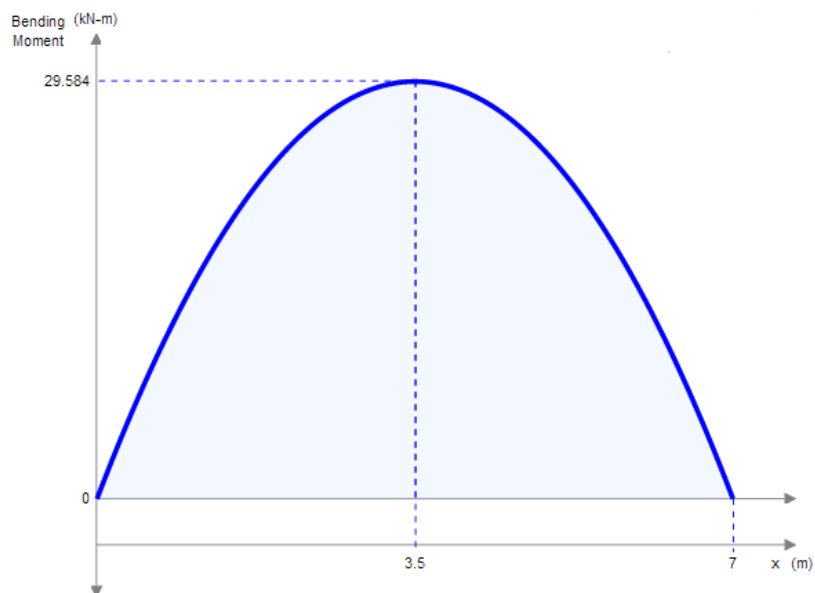
$$Q \text{ distribuida} = 4,026 \text{ KN/m}^2 \cdot 1,2 \text{ m (ancho de placa alveolar)} = 4,83 \text{ KN/m}$$



$$M_D = (q \cdot 3,5 \cdot x) - (qx^2/2)$$

donde, $x = 3,5$

$$M_D = 29,584 \text{KNm}$$



3.1.7.5 RESULTADOS

De este modo, se observa que en el catalogo de placas alveolares del fabricante viguetas Navarras hay que estimar que tipo de viga soportará dicho momento.

Entrando en el catalogo observamos que:

FLEXIÓN POSITIVA

Tipo de losa	Módulo resistente		Momento último m'_u mkN/m	Momentos límite de servicio			Rigidez total fisurada		Cortante último v_u kN/m			ζ
	W'_f cm ³ /m	β (I_f/I_k)		m'_{DES}	m'_{TL}	m'_{FC}	K'_I	K'_{II}	$m_d \geq m'_{DES}$	$m_d < m'_{DES}$ entrega l_e mm		
							m ² MN/m		50	100		
PA20_P1	8.502	2,12	101,27	53,73	76,20	87,66	34,63	3,49	88,48	97,96	104,90	1,17
PA20_P2	8.588	2,12	120,79	69,05	91,75	103,32	34,86	4,26	94,52	94,24	100,34	1,17
PA20_P3	8.717	2,12	148,92	91,53	114,56	126,31	35,21	5,36	103,41	98,67	105,77	1,17
PA20_P4	8.802	2,12	167,63	106,15	129,41	141,28	35,44	6,06	109,22	101,46	109,17	1,17
PA20_P5	8.895	2,12	186,82	121,65	145,16	157,14	35,69	6,80	115,40	104,35	112,68	1,17
PA20_P6	9.033	2,12	213,33	144,19	168,06	180,23	36,05	7,86	124,48	108,45	117,64	1,17
PA20_P7	9.125	2,13	229,81	158,72	182,83	195,13	36,29	8,54	130,40	111,04	120,77	1,17

DES descompresión
TL tracción límite
FC fisuración controlada

Atendiendo a los valores de la tabla, se puede afirmar que la placa alveolar que se estima oportuna es la PA20_p1 dado que el momento último que puede soportar es 101,27KNm > 29,584KNm.

Las combinaciones de armaduras de momentos negativos pueden ser sustituidas por otras con sección total equivalente, y misma clase de acero.

Se colocará una armadura superior mínima que proporcione un momento negativo no inferior a 1/4 del momento flector positivo máximo del vano contiguo en los extremos de los forjados aunque estos trabajen apoyados (EHE-08, Anejo 12, punto 4).

$$25\% \text{ de } M_D = 29,584\text{KNm} = 7,396\text{KNm}$$

Entrando en el catalogo observamos que:

FLEXIÓN NEGATIVA

Armadura superior por nervio	Área	Momento	Rigidez		Momentos límite de servicio					Rasante	Cortante
	A_s	último	total	fisurada	según clase de exposición					último	
	mm^2	m''_u	K''_I	K''_II	m''_f	I	II	III-IV	IIIc	$m_d \geq m''_f$	
		mkN/m	m^2MN/m		mkN/m					kN/m	kN/m
6Ø6	170	15,71	34,01	1,67	37,69	41,45	39,95	38,82	38,06	384,74	72,78
6Ø8	302	23,69	34,29	9,79	38,17	41,99	40,46	39,32	38,55	384,74	80,94
6Ø10	471	35,81	34,65	10,36	38,79	42,67	41,12	39,95	39,18	384,74	91,37
6Ø12	679	52,26	35,07	11,06	39,55	43,50	41,92	40,73	39,94	384,74	104,22
6Ø16	1.206	90,47	36,13	33,70	41,46	45,60	43,94	42,70	41,87	384,74	124,57
6Ø20	1.885	144,01	37,41	36,02	43,89	48,28	46,52	45,20	44,33	384,74	124,57
7Ø6	198	15,71	34,07	1,76	37,79	41,57	40,06	38,92	38,17	384,74	74,51
7Ø8	352	27,71	34,40	9,96	38,35	42,19	40,66	39,50	38,74	384,74	84,02
7Ø10	550	39,89	34,81	10,63	39,08	42,99	41,42	40,25	39,47	384,74	96,25
7Ø12	792	60,61	35,30	11,44	39,96	43,95	42,36	41,16	40,36	384,74	111,20
7Ø16	1.407	107,99	36,51	34,38	42,18	46,40	44,71	43,45	42,60	384,74	124,57
7Ø20	2.199	167,39	37,98	77,70	45,00	49,50	47,70	46,35	45,45	384,74	124,57
8Ø6	226	19,69	34,13	9,53	37,89	41,68	40,17	39,03	38,27	384,74	76,24

Se observa que para el 25% del momento último, se estima una armadura superior por nervio de 6 Ø 6.

Deben respetarse en todos los casos, los valores de cuantías geométricas mínimas que se establecen para las armaduras pasivas en EHE-08, tabla 42.3.5.

Se recomienda disponer en la losa superior de compresión como armadura mínima de reparto, malla electrosoldada ME 20x30 A Ø4-4 B500T.

3.1.8 MEDIOS DE ACCESO A LA ENTREPLANTA

El diseño de la entreplanta y los accesorios (escaleras, barandillas, puertas) va encaminado a salvaguardar la seguridad y confort en la utilización de la misma, siguiendo las directrices del CTE-SU (Seguridad de Utilización) y CTE-SI (Seguridad en caso de Incendio).

Además se contemplan otras normas como el RD 486/1997 “Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo” (Aplicado a escaleras y barandillas), así como la UNE-EN-ISO 14122 “Seguridad de las máquinas. Medios de acceso permanente a máquinas e instalaciones industriales”.

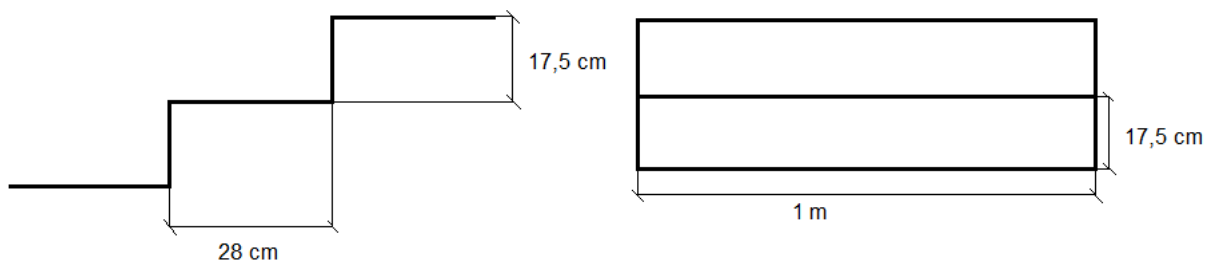
Por consiguiente, prestando atención a las disposiciones mencionadas, se procede al diseño de los distintos elementos de acceso a la entreplanta para saber las características de la escalera que se necesita solicitar a la empresa MECALUX.

3.1.8.1 ESCALERAS

Se estima necesaria la implantación de un sistema de acceso a la entreplanta respecto al plano longitudinal de la nave.

Para realizar el diseño de estos elementos, se considera conveniente atender a los posibles criterios constructivos facilitados por el libro “Arte de proyectar en arquitectura”, del autor Ernst Neufert, de la editorial Gustavo Gili, S.A.

Por tanto, siguiendo las prescripciones pertinentes se determina la ejecución de unos tramos de escalera de 1 metro de anchura, con una relación de 28 centímetros de huella frente a 17,5 centímetros de contrahuella.



Dados los 3,5 metros de altura a salvar mediante estos elementos, se considera además la ejecución de las escaleras en dos tramos con meseta intermedia y final para el acceso a la entreplanta.

De este modo se establecen dos tramos uno superior y otro inferior de 10 peldaños cada uno, con lo cual, se mantiene el respeto de los consejos y normas constructivas referentes a estos elementos, sin superar el número máximo de peldaños por tramo aconsejables.

Por otro lado, prestando atención al Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio, Sección SI 3 “*Evacuación de ocupantes*”, capítulo 4 “*Dimensionado de medios de evacuación*”, apartado 4.2 “*Cálculo*”, se destaca la siguiente tabla referente a la capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura (DB-SI3 pág. 5).

Tabla 4.2. Capacidad de evacuación de las escaleras en función de su anchura

Anchura de la escalera en m	Escalera no protegida		Escalera protegida (evacuación descendente o ascendente) ⁽¹⁾					
	Evacuación ascendente ⁽²⁾	Evacuación descendente	Nº de plantas					
			2	4	6	8	10	cada planta más
1,00	132	160	224	288	352	416	480	+32
1,10	145	176	248	320	392	464	536	+36
1,20	158	192	274	356	438	520	602	+41
1,30	171	208	302	396	490	584	678	+47
1,40	184	224	328	432	536	640	744	+52
1,50	198	240	356	472	588	704	820	+58
1,60	211	256	384	512	640	768	896	+64
1,70	224	272	414	556	698	840	982	+71
1,80	237	288	442	596	750	904	1058	+77
1,90	250	304	472	640	808	976	1144	+84
2,00	264	320	504	688	872	1056	1240	+92
2,10	277	336	534	732	930	1128	1326	+99
2,20	290	352	566	780	994	1208	1422	+107
2,30	303	368	598	828	1058	1288	1518	+115
2,40	316	384	630	876	1122	1368	1614	+123

Número de ocupantes que pueden utilizar la escalera

3.1.8.2 BARANDILLAS

Resulta interesante destacar la inevitable implantación de barandillas en los sistemas de acceso a la entreplanta, es decir, en las escaleras.

Dichos elementos están formados por un pasamanos de tubo de aluminio anodizado de 35 mm de diámetro situado a 1.100 mm de altura y un quitamiedos de iguales características situado a 600 mm de altura. Se disponen soportados por postes con una separación máxima entre ellos de 1.500 mm. Los postes están formados por un tubo cuadrado de dimensiones 50 x 50 mm provistos de perforaciones laterales con separadores para una perfecta fijación a la estructura metálica de los elementos de acceso a la entreplanta.

Los postes son de una altura total de 1.100 mm.

3.1.9 PUERTAS

Se considera conveniente prestar especial atención al Documento Básico de Seguridad en caso de Incendio (DB-SI) del Código Técnico de la Edificación, para estimar las consideraciones pertinentes y el número de puertas de acceso y evacuación de la nave.

Por consiguiente, según determina la sección 3 del documento mencionado, *“Evacuación de ocupantes”*, en el apartado 3 *“Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación”* (DB-SI3 pág. 3), se establecen los requisitos pertinentes para determinar el número de salidas necesarias en la nave.

Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾	<p>La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna salida de planta no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> - 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. - 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc.
	<p>La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en uso Hospitalario o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos.</p>
	<p>Si la altura de evacuación descendente de la planta obliga a que exista más de una salida de planta o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación mayor que 2 m, al menos dos salidas de planta conducen a dos escaleras diferentes.</p>

En primer lugar se establece una distancia máxima de 50 metros desde cualquier punto de la nave hasta alguna salida de planta.

En segunda instancia, se establece una distancia también de 50 metros desde cualquier punto de la nave hasta una zona donde existan al menos dos recorridos alternativos de evacuación, puesto que la nave tiene una salida segura y directa al exterior.

Por último, se establece un requisito que al no superar las 50 personas a evacuar en dicha entreplanta se determina la necesidad de implantación de una escalera de evacuación, tal y como se ha realizado en la entreplanta.

Finalmente, satisfaciendo dichas condiciones, se estima la implantación de tres puertas de acceso a la nave, una en cada lateral. Dichas puertas responden a dos tipos distintos:

- Dos puertas cortafuegos con barras antipánico.
- Cuatro puertas correderas industriales

3.1.9.1 PUERTAS CONTRA INCENDIOS

El tipo de puertas contra incendios seleccionadas pertenecen a la empresa Athenea (instituto de protección).

Finalmente, se ha optado por el modelo de puerta Athenea doble, la cual presenta las siguientes características:

- La estructura está construida en acero galvanizado de 0,8 mm de espesor rellena de una combinación de materiales aislantes ignífugos y térmicos.
- Su grosor es de 50 mm con un solape de 20 mm.
- Está disponible tanto en acero prelacado como en inoxidable.
- Dos bisagras con rodamientos de bolas y tornillos para regulación vertical.

A continuación se expone un cuadro de dimensiones con la referencia de pedido EI60D1600/2050.

Referencia	Hueco de Obra		División de Hojas		Luz libre de paso			Externo marco	
	anchura ⁺²⁰ ₋₁₀	altura ⁺¹⁰ ₋₅	hoja principal L1	hoja secundaria L2	anchura		altura	anchura	altura
					total	principal			
EI60D1150/2050	1150	2050	750	400	1070	675	2010	1176	2063
EI60D1200/2050	1200	2050	800	400	1120	725	2010	1226	2063
EI60D1250/2050	1250	2050	800	450	1170	725	2010	1276	2063
EI60D1300/2050	1300	2050	900	400	1220	825	2010	1326	2063
EI60D1350/2050	1350	2050	900	450	1270	825	2010	1376	2063
EI60D1400/2050	1400	2050	1000	400	1320	925	2010	1426	2063
EI60D1450/2050	1450	2050	1000	450	1370	925	2010	1476	2063
EI60D1500/2050	1500	2050	900	600	1420	825	2010	1526	2063
EI60D1600/2050	1600	2050	800	800	1520	725	2010	1626	2063
EI60D1700/2050	1700	2050	900	800	1620	825	2010	1726	2063
EI60D1800/2050	1800	2050	900	900	1720	825	2010	1826	2063
EI60D1900/2050	1900	2050	1000	900	1820	925	2010	1926	2063
EI60D2000/2050	2000	2050	1000	1000	1920	925	2010	2026	2063

Finalmente, cabe destacar que la implantación de estas puertas se realizará entre el 5º y el 6º pódico en uno de los laterales de la nave, en este caso en el contrario a la ubicación de la entreplanta y su implantación se llevará a cabo mediante el marco propiciado a través del dintel entre ambos pilares de los pórticos y los dos pilarillos desde el suelo hasta el mencionado dintel implantados para la ocasión.

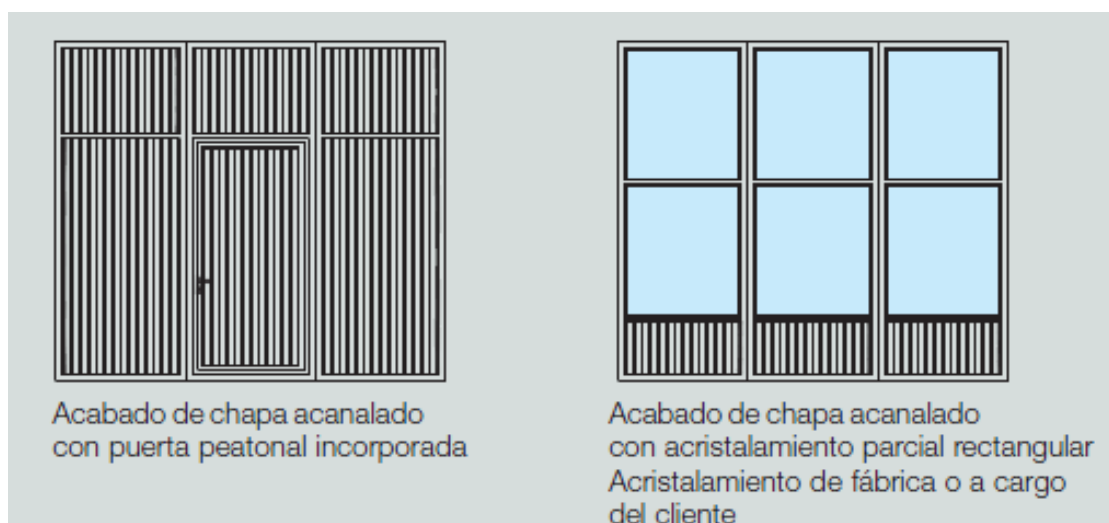
3.1.9.2 PUERTAS CORREDERAS INDUSTRIALES

Las puertas correderas seleccionadas pertenecen a la empresa de puertas industriales Hörmann, concretamente el modelo de puerta corredera de panel sencillo estable y robusta KSE.

La hoja de la puerta corredera se compone de elementos de marco tubulares soldados, situados verticalmente, los cuales son reforzados además por perfiles de modulación horizontales. Gracias a ello toda la puerta adquiere una elevada estabilidad. El listón de apoyo formado por perfilado en los cuatro lados proporciona una firme unión perimetral de los diferentes revestimientos.

Por otro lado, cabe destacar que el material galvanizado con imprimación de lacado electrostático de alta calidad ofrece elevada protección contra las influencias meteorológicas.

Cabe mencionar también, la posibilidad de incorporar una puerta peatonal en la propia puerta e incluir acristalamientos para una mayor luz y visibilidad en la nave.



Cabe destacar que se escogerá la opción de puerta junto con puerta peatonal incorporada para cumplir los requisitos de evacuación pertinentes.

Finalmente, se exponen las características técnicas de este modelo de puerta:

Campo de medidas
Puertas de 1 y 2 hojas Ancho hasta 8000 mm Alto hasta 5500 mm Alto hasta 6000 mm (con revestimiento de chapa acanalado)
Tipos de anclajes
Exterior delante de la pared exterior Interior (pared interior o exterior)
Espacio necesario para dintel
Según medida de puerta 260-380 mm
Carga de viento EN 12424
Clase 2
Comportamiento en fuego DIN 4102
Hoja clase de material A2 (no combustible)
Peso de la hoja
25 kg/m ² (hoja con revestimiento de chapa acanalado)

En lo referente al cálculo y repercusión sobre la estructura de la nave, en primer lugar se deben establecer las dimensiones de las puertas que se van a implantar, en este caso serán de 8 metros de ancho (del pilar de un pórtico al pilar del pórtico adyacente) y 5,5 metros de alto, respetando así las prescripciones constructivas expuestas en el libro, ya mencionado anteriormente, "Arte de proyectar en arquitectura", del autor Ernst Neufert, de la editorial Gustavo Gili, S.A., donde se exponen unas dimensiones de altura máximas en autobuses de 3,5 metros.

Una vez determinadas las dimensiones de las puertas, se procede al cálculo de las cargas generadas sobre la estructura. Para ello es necesario prestar atención al dato referente al peso de la puerta (25 kg/m²).

Por tanto, dicho valor ha de multiplicarse por la altura de la puerta para proceder a la correspondiente consideración de la carga permanente ejercida por la puerta sobre el dintel de sujeción de esta.

$$\text{Peso propio sobre el dintel} = 25 \text{ kg/m}^2 \cdot 5,5 \text{ m} = 137,5 \text{ Kg/m} \cdot \frac{10 \text{ N}}{1 \text{ kg}} = 1375 \text{ N} \cdot \frac{1 \text{ kN}}{1000 \text{ N}} = 1,375 \text{ KN/m}$$

3.1.10 DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO

Con el objetivo de evitar la realización de un cálculo manual y tedioso, se precisa la utilización de modo adecuado del programa de cálculo Cype Ingenieros, mencionado en la introducción de este anexo.

En primer lugar, una vez definida la geometría de la nave completamente y establecidos los cálculos pertinentes de los cerramientos tanto de cubierta como de fachada, se describen dichos parámetros en el “Generador de Pórticos”. De este modo, inicialmente se presentarán los datos de partida y las acciones que actúan sobre la estructura en cuestión, creando a continuación los pórticos y las correas, tanto de cubierta como de fachada.

Datos de la obra

- Separación entre pórticos: 7,00 m.
- Profundidad nave industrial: 70,00 m.
- Con cerramiento en cubierta.
 - Peso del cerramiento: $24,20 \text{ kg/m}^2 = 0,24 \text{ kN/m}^2$
 - Sobrecarga del cerramiento: 0 kN/m^2
- Con cerramiento en laterales.
 - Peso del cerramiento: $11,7 \text{ kg/m}^2 = 0,11 \text{ kN/m}^2$

Datos de viento

La acción del viento queda descrita según la normativa: CTE DB-SE AE (España).

- Zona eólica: C
- Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal.
- Periodo de servicio (años): 50
- Con huecos:

Fachada	Área (m ²)	Altura MEDIA (m)	Nº de huecos iguales
FRONTAL	44 m ²	2,75 m	2
TRASERA	44 m ²	2,75 m	2
DERECHA	3,28m ²	1,03 m	1

De este modo, el área total de huecos por fachada y su altura media a considerar en el programa es:

- Área delantera: 44 m²
- Altura trasera: 44 m²
- Área izquierda: 3,28 m²

Cabe destacar además, como ya se ha mencionado anteriormente, que dichos huecos no son huecos permanentemente abiertos sino que pertenecen a las puertas de acceso y evacuación de la nave.

Datos de nieve

La acción de la sobrecarga de nieve sobre la estructura queda definida según la normativa: CTE DB-SE AE (España)

- Zona de clima invernal: 1
- Altitud topográfica: 0 m
- Cubierta sin resaltos
- Exposición al viento: Normal

Aceros en perfiles

El material que se utilizará mayoritariamente para la estructura, salvo rectificaciones puntuales, es un acero laminado S-275, siendo el valor característico de su tensión de límite elástico $f_y=275$ N/mm² y el módulo de elasticidad $E = 210$ GPa.

Combinación de acciones

Hipótesis

A continuación se enumeran todas las hipótesis de carga individualmente, que se derivan de las acciones que actúan sobre la estructura:

1. Peso propio
2. Sobrecarga de uso
- 3 – N (EI): Nieve (estado inicial)
- 4 – N (R) 1: Nieve (redistribución)
- 5 – N (R) 2: Nieve (redistribución)
- 6 - V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
- 7 - V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- 8 - V(0°) H3: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
- 9 - V(0°) H4: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior
- 10 - V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior
- 11 - V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- 12 - V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior
- 13 - V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior
- 14 - V(180°) H3: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Presión interior

15 - V(180°) H4: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Succión interior

16 - V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior

17 - V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior

Correas

Una vez definidos los parámetros anteriores, se procede a calcular y dimensionar las correas, tanto de cubierta como de fachada.

Dadas las características simétricas de la estructura, se ha optado por la implantación de 11 correas en cada faldón de cubierta y 4 en cada lateral de fachada. Dichas correas irán colocadas longitudinalmente a lo largo del pabellón siendo los extremos los pórticos hastiales y el pórtico central, ya que en este caso se presenta una junta de dilatación a 35 metros, puesto que los 70 metros de longitud de la nave superan los 40 metros máximos impuestos por norma.

Para estudiarlas se tomarán como vigas continuas de extremo a extremo y tendrán como apoyos los pórticos. El perfil de la serie IPE de las correas irá colocado de forma que el pandeo se produzca en su lado fuerte y este estará perpendicular al faldón.

Por consiguiente, se obtienen los siguientes resultados a partir de los datos prescritos:

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 180	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.55 m	Número de vanos: Tres vanos o más
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida
COMPROBACIÓN	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
Flecha: 95,51 %	
Tensión: 66,92 %	
Aprovechamiento: 34.40 %	

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 160	Límite flecha: $L / 300$
Separación: 1.75 m	Número de vanos: Tres vanos o más
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida
COMPROBACIÓN	

El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.

Porcentajes de aprovechamiento:

Flecha: 58,35 %

Tensión: 36,38 %

Aprovechamiento: 54,86 %

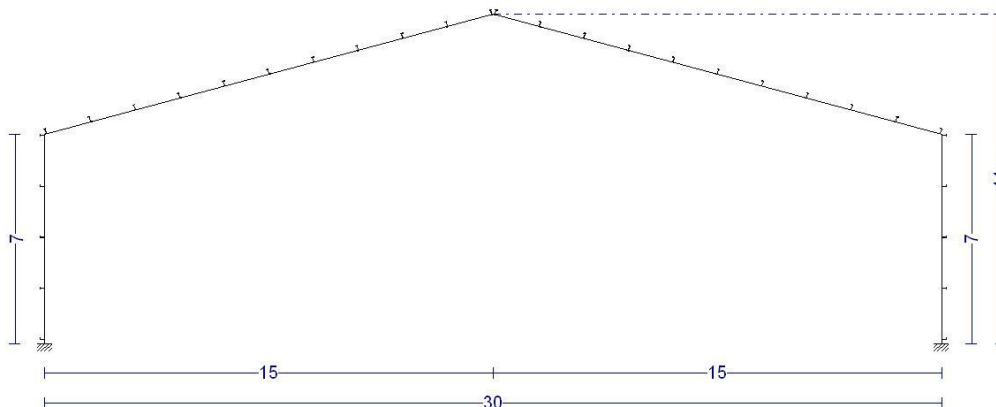
Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	22	412.75	0.13
Correas laterales	10	157.79	0.05

Pórticos

Se dispondrán 11 pórticos rígidos, separados entre sí 7 metros, logrando así una longitud de nave de 70 metros.

Serán pórticos con 30 metros de luz, 7 metros de altura en alero y 11 metros de altura en cumbre.

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Dos aguas	Luz izquierda: 15.00 m Luz derecha: 15.00 m Alero izquierdo: 7.00 m Alero derecho: 7.00 m Altura cumbre: 11.00 m	Pórtico rígido



Los pórticos serán traslacionales, por lo que, no será necesario arriostrarlos en su plano.

Por último cabe destacar que los pórticos serán biempotrados. El empotramiento en arranques reduce los momentos máximos y consigue una mayor rigidez transversal del pórtico frente a las fuerzas horizontales, debidas a la acción del viento, seísmos, puentes grúa, etc. Por el contrario incrementa las sollicitaciones

en cimentación precisando volúmenes mayores de hormigón y de sistemas más complicados de basas.

Datos de pórticos

Pórtico Tipo exterior Geometría Tipo interior

1 Dos aguas Luz izquierda: 15.00 m.

Luz derecha: 15.00 m.

Alero izquierdo: 10.00 m.

Alero derecho: 10.00 m.

Altura cumbrera: 14.02 m.

Pórtico rígido

Finalmente, se exponen los valores de las cargas generadas por el programa sobre cada pórtico:

Pórtico 1

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.71 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.43 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.43 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.44 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	2.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	2.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.95 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.71 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	1.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.44 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	3.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.95 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	1.25 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	3.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	3.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	3.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	3.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	3.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	3.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	0.51 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	1.25 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	3.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	3.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	3.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	3.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	3.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	3.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	0.51 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 2

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	9.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	9.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.77 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 3

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	8.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	8.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 4

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	7.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	7.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 5

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 6

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 7

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.89 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 8

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	7.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.62 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	7.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.62 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 9

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	8.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	8.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.52 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 10

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	4.87 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	9.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	5.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.04 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	9.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	1.42 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.46 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	6.50 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.19 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	7.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	9.08 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.49 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	2.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	6.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.40 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	5.67 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	2.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	3.17 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.35 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.21 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.10 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	4.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	5.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	2.03 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 11

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.71 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.43 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	4.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.43 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	4.79 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.59 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	2.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	2.71 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	0.02 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.44 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.24 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	0.71 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.13 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	1.23 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	3.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	0.59 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	3.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	0.85 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	3.54 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	5.44 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.24 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	1.25 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	3.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	3.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.15 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.15/1.00 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	3.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	3.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	3.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	3.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	0.51 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	1.25 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	1.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.85 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.85/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	2.36 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.70 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	3.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	3.06 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	1.03 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Presión interior	Uniforme	---	1.58 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.00/0.15 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Faja	0.15/1.00 (R)	0.68 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 Succión interior	Uniforme	---	1.11 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	3.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	3.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Presión interior	Uniforme	---	1.55 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.00/0.37 (R)	3.31 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Faja	0.37/1.00 (R)	3.30 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 Succión interior	Uniforme	---	2.66 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 1	Uniforme	---	1.01 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución) 2	Uniforme	---	0.51 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

R : Posición relativa a la longitud de la barra.

EG : Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

EXB : Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

Una vez determinados los parámetros de estos elementos se exporta la obra a Nuevo Metal 3D y en este programa se crean los elementos restantes.

En Nuevo Metal 3D se introducen todas las barras necesarias, excepto los pórticos y las correas, y todos los parámetros necesarios para la determinación de los perfiles a dimensionar, como pueden ser los parámetros referentes al pandeo, al pandeo lateral, a la calidad del material, la disposición del material, las flechas, etc.

Por otro lado, además de las cargas y combinaciones creadas por el propio programa, se han introducido las siguientes cargas para completar las solicitaciones que deberá soportar la estructura:

- En la entreplanta, se han introducido las cargas correspondientes:

- Carga permanente = 0,76 kN/m² o Peso forjado = 4,55 kN/m²
o Peso de elementos sobre el forjado = 2 kN/m²
- Sobrecarga de uso = 3 kN/m²

De este modo, la estructura queda totalmente definida y se puede proceder a la ejecución de los cálculos y el dimensionamiento del resto de elementos de la nave industrial.

3.1.10.1 ELEMENTOS DE LA NAVE

A continuación, se exponen las comprobaciones pertinentes para la situación más desfavorable de cada elemento implantado con sus correspondientes consideraciones.

3.1.10.1.1 Pórticos

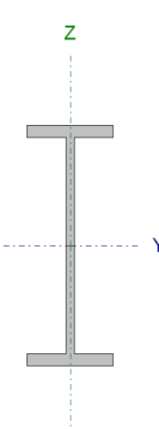
Dinteles

Se colocaran dinteles acartelados en la unión con los pilares, ya que, al ser pórticos rígidos en esos puntos se concentraran los mayores momentos, menos en aquellos pórticos que soporten el forjado ya que en el lateral en que se encuentre el forjado no se podrá acartelar ni el dintel ni el pilar. Además, no será necesario colocar dinteles de sección variable a lo largo de toda su longitud, ya que, los dinteles son de longitud moderada.

Por la misma razón, se considera conveniente la implantación de cartelas en la unión en cumbrera entre los dinteles del pórtico, puesto que también se consideran puntos de concentración de esfuerzos.

Los dinteles más desfavorables son los centrales, y de estos los que no se encuentran arriostrados, por lo que, todos los dinteles, incluyendo los extremos, se dimensionaran en función de estos, para lograr una simetría que simplifique el montaje y para que sea posible una ampliación de la nave en caso de ser necesaria en un futuro.

Por lo tanto, el resultado es el siguiente:

Perfil: IPN 600, Simple con cartelas (Cartela final inferior: 1.50 m.)							
Material: Acero (S275)							
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas					
		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)		
Inicial	Final						
N42	N125	7.245	254.00	138800.00	4674.00	787.00	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L _k	7.245	7.245	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _k : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.91 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.	Clase : <u>1</u>
A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>254.00</u> cm ²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>265.00</u> MPa
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr} : <u>1845.77</u> kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y} : <u>54812.28</u> kN
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : <u>1845.77</u> kN
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : <u>∞</u>

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>138800.00</u> cm ⁴
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>4674.00</u> cm ⁴
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>787.00</u> cm ⁴
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>3814000.00</u> cm ⁶
E: Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>7.245</u> m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>7.245</u> m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{23.77} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{23.38} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.29} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$24.78 \leq 306.26 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{535.20} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{21.60} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{115.60} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{69.66} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{vf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{67.75} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{6410.48} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{254.00} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.074} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q_1 + 1.5 \cdot V(180^\circ)H_4 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución 1.}$$

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{107.36} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{6410.48} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 254.00 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{1457.25} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 254.00 cm²
f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 252.38 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 265.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1} :** 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_v : 0.97

χ_z : 0.23

Siendo:

φ_v : 0.58

φ_z : 2.61

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_v : 0.21

α_z : 0.34

λ̄: Esbeltez reducida.

λ̄_v : 0.35

λ̄_z : 1.91

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 1845.77 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 54812.28 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 1845.77 kN

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.092} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{28.59} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución1}$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{126.44} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{C,Rd}$ viene dado por:

$$M_{C,Rd} : \underline{1375.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,v} : \underline{5452.00} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución2}$.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{0.45} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{0.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{189.79} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,z}}$: 752.00 cm³

$\mathbf{f_{vd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{vd}}$: 252.38 MPa

Siendo:

$\mathbf{f_v}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_v}$: 265.00 MPa

$\mathbf{\gamma_{M0}}$: Coeficiente parcial de seguridad del material. $\mathbf{\gamma_{M0}}$: 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.006} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estado inicial}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{11.54} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1888.43} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{129.60} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{600.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{21.60} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$24.78 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{24.78}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución1}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.39} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{2016.61} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{138.40} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{254.00} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{535.20} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{21.60} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$11.54 \text{ kN} \leq 944.22 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 11.54 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1888.43 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.39 \text{ kN} \leq 1008.31 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución1}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.39 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 2016.61 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.110}$$



$$\eta : \underline{0.110} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.130} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución1}$.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>107.36</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>126.36</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>0.22</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>6410.48</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>1375.98</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>189.79</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>254.00</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>5452.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>752.00</u> cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>252.38</u> MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>265.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.10}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.97}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.35}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.91}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(0^\circ)H3 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

$$11.54 \text{ kN} \leq 944.09 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{V}_{Ed,z}: & \text{ Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} & \mathbf{V}_{Ed,z}: & \underline{11.54} \text{ kN} \\ \mathbf{V}_{c,Rd,z}: & \text{ Esfuerzo cortante resistente de c\acute{a}lculo.} & \mathbf{V}_{c,Rd,z}: & \underline{1888.18} \text{ kN} \end{aligned}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo p\acute{e}simo se produce para la combinaci3n de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estado inicial}$.

$$\mathbf{M}_{T,Ed}: \text{ Momento torsor solicitante de c\acute{a}lculo p\acute{e}simo.} \quad \mathbf{M}_{T,Ed}: \underline{0.26} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de c\acute{a}lculo $\mathbf{M}_{T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{M}_{T,Rd}: \underline{35.39} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \mathbf{W}_T: & \text{ M3dulo de resistencia a torsi3n.} & \mathbf{W}_T: & \underline{242.90} \text{ cm}^3 \\ \mathbf{f}_{vd}: & \text{ Resistencia de c\acute{a}lculo del acero.} & \mathbf{f}_{vd}: & \underline{252.38} \text{ MPa} \end{aligned}$$

Siendo:

$$\begin{aligned} \mathbf{f}_v: & \text{ L\acute{i}mite el\acute{a}stico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} & \mathbf{f}_v: & \underline{265.00} \text{ MPa} \\ \mathbf{\gamma}_{M0}: & \text{ Coeficiente parcial de seguridad del material.} & \mathbf{\gamma}_{M0}: & \underline{1.05} \end{aligned}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot Q1 + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución2}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{6.65} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{dI,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{dI,T,Rd} : \underline{1888.18} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{dI,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{dI,Rd} : \underline{1888.43} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.05} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{242.90} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot Q1 + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución2}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.16 kN

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.01 kN·m

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd}$: 2016.34 kN

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{pl,Rd}$: 2016.61 kN

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 0.05 MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 242.90 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

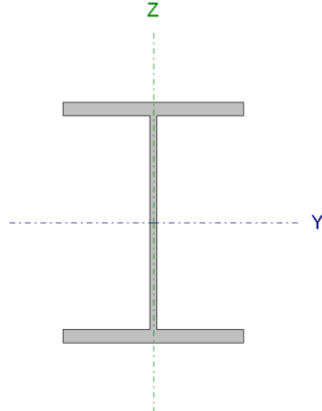
γ_{M0} : 1.05

Pilares

Todos los pilares de los pórticos intermedios estarán formados por un HE 400 B con cartela superior, para soportar junto con la cartela de los dinteles los esfuerzos generados en la unión.

Obviamente, al igual que sucedía con los dinteles, los pilares de todos los pórticos de la nave, incluidos los extremos, presentarán dimensiones similares para facilitar el montaje y mantener la posibilidad de acometer una ampliación de la nave en caso de ser necesario en un futuro.

De este modo, el resultado es el siguiente:

Perfil: HE 400 B							
Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N36	N37	7.000	197.80	57680.00	10820.00	355.70	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.			
	β	0.70	1.82	0.00	0.00		
	L _K	4.900	12.763	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000				
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 0.85 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 197.80 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y** : 265.00 MPa

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{7339.03} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{7339.03} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{9340.16} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{57680.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{10820.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{355.70} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{3817000.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{12.763} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{4.900} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{18.61} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{17.08} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{7.40} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.07 \leq 193.14 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{352.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{47.52} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{72.00} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{vf} : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.024} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 117.91 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 4992.10 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 197.80 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.040 ✓

η : 0.054 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve: estado inicial}$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 202.11 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 4992.10 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 197.80 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 3770.30 kN

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

A : 197.80 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_v : 0.77

χ_z : 0.76

Siendo:

ϕ_v : 0.92

ϕ_z : 0.87

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_v : 0.21

α_z : 0.34

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_v$: 0.85

$\bar{\lambda}_z$: 0.75

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 7339.03 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 7339.03 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 9340.16 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.134 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 46.65 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones

$1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve: estado inicial}$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 109.33 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 815.70 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 3232.00 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H1 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución2}$.

$$\mathbf{M_{Ed}^+} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+} : \underline{2.31} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución1}$.

$$\mathbf{M_{Ed}^-} : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-} : \underline{2.46} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}} : \underline{278.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

$\mathbf{W_{pl,z}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,z}} : \underline{1104.00} \text{ cm}^3$

$\mathbf{f_{vd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{vd}} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

$\mathbf{f_v}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_v} : \underline{265.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.152} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q_1 + 0.9 \cdot V(180^\circ)H_4 + 1.5 \cdot \text{Nieve: estado inicial}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{119.95} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{786.85} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{54.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$26.07 < 65.92 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{26.07}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{65.92}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.94}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.59} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{150.28} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{197.80} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{352.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{13.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$119.95 \text{ kN} \leq 393.42 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q_1 + 0.9 \cdot V(180^\circ)H_4 + 1.5 \cdot \text{Nieve: estado inicial}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 119.95 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 786.85 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.59 \text{ kN} \leq 1094.88 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q_1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H_1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.59 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 2189.76 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.154} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.161} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.108} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve: estado inicial}$.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>95.86</u> kN
M_{y,Ed} , M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>109.33</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>0.14</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>4992.10</u> kN
M_{pl,Rd,y} , M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,y} : <u>815.70</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>278.63</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>197.80</u> cm ²
W_{pl,y} , W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>3232.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>1104.00</u> cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>252.38</u> MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>265.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.02}$$

$$k_z : \underline{1.02}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.77}$$

$$\chi_z : \underline{0.76}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.85}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.75}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q_1 + 0.9 \cdot V(180^\circ)H_4 + 1.5 \cdot \text{Nieve:estado inicial}$.

$$119.95 \text{ kN} \leq 393.20 \text{ kN}$$



Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: 119.95 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: 786.39 kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

η : 0.002 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$M_{T,Ed}$: 0.05 kN·m

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$M_{T,Rd}$: 21.60 kN·m

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 148.21 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.080} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot Q_1 + 0.9 \cdot V(270^\circ)H_2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución2}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{63.25} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{786.39} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{786.85} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.21} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot Q1 + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución2}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.30} \text{ kN}$$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.03} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{pl,T,Rd} : \underline{2188.51} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{pl,Rd} : \underline{2189.76} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$$\tau_{T,Ed} : \underline{0.21} \text{ MPa}$$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{148.21} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Pilarillos

Se estima conveniente, como ya se viene mencionando en toda la obra, que la implantación de pilarillos sea homogénea si es posible en toda la nave, para facilitar las tareas de montaje.

Estos pilarillos se encargan de soportar las fuerzas de viento que recibe el cerramiento y del forjado y transmitirlas a la cimentación y a la viga contraviento. Además, soportan también las cargas debidas a los paneles del cerramiento y, en este caso, las derivadas de la entreplanta.

Perfil: HE 280 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N73	N75	8.867	131.40	19270.00	6595.00	143.70
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	8.867	8.867	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.42} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 131.40 cm²

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 265.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 1738.65 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 5080.19 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 1738.65 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 19270.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 6595.00 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 143.70 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 1130000.00 cm⁶

E : Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G : Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>8.867</u> m
L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>8.867</u> m
L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀ : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>14.03</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	i_y : <u>12.11</u> cm
	i_z : <u>7.08</u> cm
y₀ , z₀ : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	y₀ : <u>0.00</u> mm
	z₀ : <u>0.00</u> mm

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$23.24 \leq 169.50 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.	h_w : <u>244.00</u> mm
t_w : Espesor del alma.	t_w : <u>10.50</u> mm
A_w : Área del alma.	A_w : <u>25.62</u> cm ²
A_{fc,ef} : Área reducida del ala comprimida.	A_{fc,ef} : <u>50.40</u> cm ²
k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	k : <u>0.30</u>

E: Módulo de elasticidad.

E : 210000 MPa

f_{vf}: Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{vf} : 265.00 MPa

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.029 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(90°)H1.

N_{t,Ed}: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

N_{t,Ed} : 96.38 kN

La resistencia de cálculo a tracción **N_{t,Rd}** viene dada por:

N_{t,Rd} : 3316.29 kN

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 131.40 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.045} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.132} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{150.21} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{3316.29} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{1139.63} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_y: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.71}$$

$$\chi_z : \underline{0.34}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.95}$$

$$\phi_z : \underline{1.80}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de imperfección elástica.} \quad \alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.83}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.42}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{1738.65} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{5080.19} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{1738.65} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.009 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 3.39 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q1 + 0.9 \cdot V(0^\circ)H4 + 1.5 \cdot \text{Nieve: estado inicial}$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 3.35 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 387.15 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 1534.00 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.024 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 4.38 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 3.82 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{C,Rd}$ viene dado por:

$M_{C,Rd}$: 181.11 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y **Clase** : 1

de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{717.60} \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$\eta : \underline{0.017}$ ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{7.17} \text{ kN}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd} : \underline{428.39} \text{ kN}$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante. $A_v : \underline{29.40} \text{ cm}^2$

Siendo:

h: Canto de la sección.

h : 280.00 mm

t_w: Espesor del alma.

t_w : 10.50 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$23.24 < 65.92$$



Donde:

λ_w: Esbeltez del alma.

λ_w : 23.24

λ_{máx}: Esbeltez máxima.

λ_{máx} : 65.92

ε: Factor de reducción.

ε : 0.94

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 235.00 MPa

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 265.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.04} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{1541.34} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{105.78} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{131.40} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{244.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{10.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$7.17 \text{ kN} \leq 214.20 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 7.17 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 428.39 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.04 \text{ kN} \leq 770.67 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 1.04 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 1541.34 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.060 ✓

η : 0.077 ✓

η : 0.146 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q_1 + 1.5 \cdot V(180^\circ)H_4 + 0.75 \cdot \text{Nieve: estado inicial}$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 150.21 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}^-$: 2.49 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 1.53 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 3316.29 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{pl,Rd,y}$: 387.15 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 181.11 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.	A : <u>131.40</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,y} : <u>1534.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>717.60</u> cm ³
f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>252.38</u> MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>265.00</u> MPa
γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.04

k_z : 1.18

C_{m,y}, C_{m,z}: Factores de momento flector uniforme equivalente.

C_{m,y} : 1.00

C_{m,z} : 1.00

χ_y, χ_z: Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : 0.71

χ_z : 0.34

λ̄_y, λ̄_z: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

λ̄_y : 0.83

λ̄_z : 1.42

α_y, α_z: Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : 0.60

α_z : 0.60

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$$7.17 \text{ kN} \leq 214.15 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{7.17} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{428.30} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{11.63} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : 79.83 \text{ cm}^3$
 f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : 252.38 \text{ MPa}$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : 265.00 \text{ MPa}$
 γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.008} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot Q1 + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución2}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : 3.23 \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : 0.01 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{dI,T,Rd}$ viene dado por:

$$V_{dI,T,Rd} : \underline{428.30} \text{ kN}$$

Donde:

$V_{dI,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{dI,Rd} : 428.39 \text{ kN}$
 $\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : 0.08 \text{ MPa}$

Siendo:

$$\mathbf{W}_T: \text{Módulo de resistencia a torsión.} \quad \mathbf{W}_T : \underline{79.83} \text{ cm}^3$$

$$\mathbf{f}_{yd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f}_{yd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$\mathbf{f}_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f}_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

$$\mathbf{\gamma_{M0}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{M0}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot Q1 + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución2}$.

$$\mathbf{V}_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V}_{Ed} : \underline{0.57} \text{ kN}$$

$$\mathbf{M}_{T,Ed}: \text{Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M}_{T,Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $\mathbf{V}_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$$\mathbf{V}_{pl,T,Rd} : \underline{1541.00} \text{ kN}$$

Donde:

$$\mathbf{V}_{pl,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad \mathbf{V}_{pl,Rd} : \underline{1541.34} \text{ kN}$$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión.

$\tau_{T,Ed}$: 0.08 MPa

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

W_T : 79.83 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 252.38 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

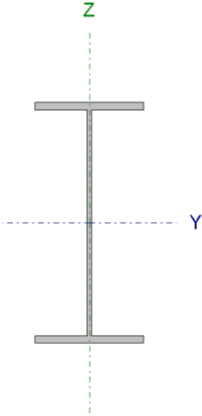
f_v : 265.00 MPa

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Jácnas y vigas de atado de la entreplanta (primer, segundo y tercer pórtico laterales)

Soportan los esfuerzos generados por la entreplanta.

Perfil: IPE 400							
Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N123	N124	7.000	84.50	23130.00	1318.00	51.08	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L_k	7.000	7.000	0.000	0.000		
	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000				
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_k : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 2.00 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase** : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 80.91 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

$$N_{cr} : \underline{557.49} \text{ kN}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{9783.60} \text{ kN}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{557.49} \text{ kN}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{23130.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{1318.00} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{51.08} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{490000.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{81000} \text{ MPa}$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{7.000} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{7.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{17.01} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{16.54} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.95} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$43.37 \leq 263.21 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{373.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{32.08} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{24.30} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{vf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.015} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 33.91 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 2213.10 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 84.50 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.015 ✓

η : 0.071 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución2}$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 31.77 kN

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 2119.16 kN

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 4

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 80.91 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$N_{b,Rd}$: 444.74 kN

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 80.91 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_v : 0.93

χ_z : 0.21

Siendo:

ϕ_v : 0.64

ϕ_z : 2.80

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_v : 0.21

α_z : 0.34

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_v$: 0.48

$\bar{\lambda}_z$: 2.00

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 557.49 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 9783.60 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 557.49 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.052 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^+ : 7.10 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución1}$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{Ed}^- : 17.70 \text{ kN}\cdot\text{m}$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd} : 342.31 \text{ kN}\cdot\text{m}$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y} : 1307.00 \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{vd} : 261.90 \text{ MPa}$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$f_v : 275.00 \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M0} : 1.05$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.010} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.20} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H3 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución1}$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.57} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{59.98} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} :$ 229.00 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} :$ 261.90 MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y :$ 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} :$ 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.043} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución1}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{22.33} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{520.17} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{34.40} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$43.37 < 64.71$$



Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{43.37}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ϵ : Factor de reducción.

$$\epsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001}$$



El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H3+0.75·Nieve:redistribucion1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.83} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{792.68} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{52.42} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{373.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y v fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$22.33 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución1}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{22.33} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 520.17 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$0.83 \text{ kN} \leq 396.34 \text{ kN}$ ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(180°)H3+0.75·Nieve:redistribución1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.83 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 792.68 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.033 ✓

η : 0.035 ✓

$$\eta : \underline{0.088} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(0°)H4+0.75·Nieve:estadoinicial.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.	N_{c,Ed} : <u>31.75</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{y,Ed} : <u>3.55</u> kN·m M_{z,Ed} : <u>0.28</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>3</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>2213.10</u> kN
M_{el,Rd,y}, M_{el,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{el,Rd,y} : <u>302.89</u> kN·m M_{el,Rd,z} : <u>38.35</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>84.50</u> cm ²
W_{el,y}, W_{el,z} : Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{el,y} : <u>1156.50</u> cm ³ W_{el,z} : <u>146.44</u> cm ³
f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{vd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\mathbf{k}_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.04}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.20}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.49}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{2.04}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.80}$$

$$\alpha_z : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución1}$.

$$22.33 \text{ kN} \leq 260.07 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{22.33} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{520.13} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo.

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

El momento torsor resistente de cálculo $M_{T,Rd}$ viene dado por:

$$M_{T,Rd} : \underline{5.72} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

W_T : Módulo de resistencia a torsión.

$$W_T : \underline{37.84} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.009} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot Q1 + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución2}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{4.94} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{dI,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{dI,T,Rd} : \underline{520.13} \text{ kN}$

Donde:

$V_{dI,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{dI,Rd} : \underline{520.17} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{37.84} \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 1.5 \cdot Q1 + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución2}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. $V_{Ed} : \underline{0.04} \text{ kN}$

$M_{T,Ed}$: Momento torsor solicitante de cálculo pésimo. $M_{T,Ed} : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo reducido $V_{pl,T,Rd}$ viene dado por:

$V_{pl,T,Rd} : \underline{792.63} \text{ kN}$

Donde:

$V_{pl,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo. $V_{pl,Rd} : \underline{792.68} \text{ kN}$

$\tau_{T,Ed}$: Tensiones tangenciales por torsión. $\tau_{T,Ed} : \underline{0.02} \text{ MPa}$

Siendo:

W_T : Módulo de resistencia a torsión. $W_T : \underline{37.84} \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

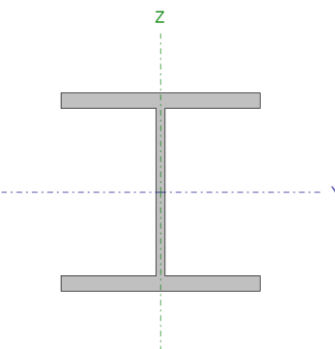
3.1.10.1.2 Estabilización horizontal

Para evitar el desplome longitudinal, se establecen una serie de elementos que hacen frente a los esfuerzos que promocionan dicho efecto.

Vigas de arriostramiento

Estos elementos atan las cabezas de los pliales de los pórticos, enmarcan las cruces de San Andrés... De este modo, contribuyen con el sistema de arriostramiento longitudinal de la nave.

Los resultados son los siguientes:

Perfil: HE 160 B							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
		N14	N19	7.000	54.30	2492.00	889.20
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
				Pandeo		Pandeo lateral	
				Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
	β			1.00	1.00	0.00	0.00
	L _K			7.000	7.000	0.000	0.000
	C _m			1.000	1.000	1.000	1.000
	C ₁			-		1.000	
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.99} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 54.30 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 376.12 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 1054.07 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 376.12 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 2492.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 889.20 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 31.24 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 47940.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky} :** 7.000 m

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{7.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{7.89} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{6.77} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{4.05} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$16.75 \leq 164.47 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{134.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{10.72} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{20.80} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.054} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución2}$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{77.44} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{1422.14} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{54.30} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.033} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.169} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución1}$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{47.55} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1422.14} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 54.30 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd} :** 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v :** 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0} :** 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{280.80} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A : \underline{54.30} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.48}$$

$$\chi_z : \underline{0.20}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{1.38}$$

$$\phi_z : \underline{2.92}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.34}$$

$$\alpha_z : \underline{0.49}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.19}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.99}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{376.12} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{1054.07} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{376.12} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.037} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{3.40} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{92.71} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{354.00} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.25} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{193.55} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{12.80} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{160.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.00} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : 261.90$ MPa

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : 1.05$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$16.75 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. $\lambda_w : 16.75$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x} : 64.71$

ε : Factor de reducción. $\varepsilon : 0.92$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. $f_{ref} : 235.00$ MPa

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_y : 275.00$ MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.25 \text{ kN} \leq 96.77 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.25} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{193.55} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.070} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.107} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.190} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q1+1.5·V(90°)H2+0.75·Nieve:redistribución1.

Donde:

N_{c,Ed} : Axil de compresión solicitante de cálculo p ^{ésimo} .	N_{c,Ed} : <u>46.91</u> kN
M_{y,Ed}, M_{z,Ed} : Momentos flectores solicitantes de cálculo p ^{ésimos} , según los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{v,Ed}⁺ : <u>3.40</u> kN·m M_{z,Ed}⁺ : <u>0.00</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
N_{pl,Rd} : Resistencia a compresión de la sección bruta.	N_{pl,Rd} : <u>1422.14</u> kN
M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z} : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	M_{pl,Rd,v} : <u>92.71</u> kN·m M_{pl,Rd,z} : <u>44.52</u> kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.	A : <u>54.30</u> cm ²
W_{pl,y}, W_{pl,z} : Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	W_{pl,v} : <u>354.00</u> cm ³ W_{pl,z} : <u>170.00</u> cm ³
f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.	f_{yd} : <u>261.90</u> MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_v : <u>275.00</u> MPa
γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.	γ_{M1} : <u>1.05</u>

k_v, k_z: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.05}$$

$$k_z : \underline{1.23}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.48}$$

$$\chi_z : \underline{0.20}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{1.19}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.99}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

$$0.25 \text{ kN} \leq 96.77 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.25} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{193.55} \text{ kN}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Elementos de arriostamiento (Cruces de San Andrés)

Estos elementos se encargan de arriostar la estructura de las escaleras para evitar su desplome.

Perfil: Ø20						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N31	N27	9.899	3.14	0.79	0.79	1.57
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.00	0.00	0.00	0.00		
L_K	0.000	0.000	0.000	0.000		
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$$\bar{\lambda} < \underline{0.01} \quad \checkmark$$

Donde:

A: Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$\mathbf{A} : \underline{3.14} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{\infty}$$

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.162} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot \text{Nieve:redistribución1}$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{12.84} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{79.29} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{3.14} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{252.38} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{265.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Perfil: L 50 x 50 x 5										
Material: Acero (S275)										
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas							
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _{yz} ⁽⁴⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	y _a ⁽³⁾ (mm)	z _a ⁽³⁾ (mm)	α ⁽⁵⁾ (grados)
N52	N74	10.074	4.80	10.96	10.96	6.45	0.40	11.00	-11.00	-45.0
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme (3) Coordenadas del centro de gravedad (4) Producto de inercia (5) Es el ángulo que forma el eje principal de inercia U respecto al eje Y, positivo en sentido antihorario.										
			Pandeo		Pandeo lateral					
			Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.				
	β		0.00	0.00	0.00	0.00				
	L _K		0.000	0.000	0.000	0.000				
	C _m		1.000	1.000	1.000	1.000				
	C ₁		-		1.000					
Notación: β: Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico										

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras de arriostramiento traccionadas no debe superar el valor 4.0.

$\bar{\lambda} < \underline{0.01}$ ✓

Donde:

- A: Área bruta de la sección transversal de la barra. A : 4.80 cm²
- f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_y : 275.00 MPa

N_{cr} : Axil crítico de pandeo elástico.

N_{cr} : ∞

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

η : 0.302 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ) + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución2}$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 37.95 kN

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 125.71 kN

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 4.80 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre axil y momento flector ni entre momentos flectores en ambas direcciones para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector, axil y cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

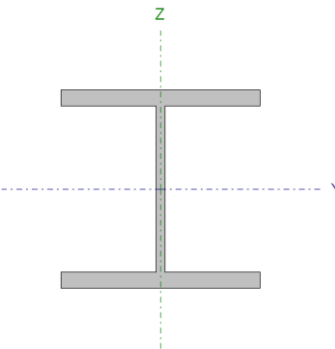
Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.10.1.3 Puertas

En este apartado se comprueban las estructuras que enmarcan las puertas de acceso y evacuación de la nave.

Dinteles de las puertas cortafuegos

Perfil: HE 140 B							
Material: Acero (S275)							
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas					
		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)		
N91	N92	1.600	43.00	1509.00	549.70	20.06	
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.69	1.69	0.00	0.00		
	L _K	2.700	2.700	0.000	0.000		
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C ₁	-		1.000			
	Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.87} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A :** 43.00 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_y :** 275.00 MPa

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico. **N_{cr} :** 1562.85 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y. **N_{cr,y} :** 4290.23 kN

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z. **N_{cr,z} :** 1562.85 kN

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión. **N_{cr,T} :** ∞

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y. **I_y :** 1509.00 cm⁴

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z. **I_z :** 549.70 cm⁴

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme. **I_t :** 20.06 cm⁴

I_w: Constante de alabeo de la sección. **I_w :** 22480.00 cm⁶

E: Módulo de elasticidad. **E :** 210000 MPa

G: Módulo de elasticidad transversal. **G :** 81000 MPa

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y. **L_{ky} :** 2.700 m

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z. **L_{kz} :** 2.700 m

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{6.92} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{5.92} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.58} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$16.57 \leq 159.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{116.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.00} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{8.12} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{16.80} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1 + 0.75 \cdot \text{Nieve: redistribución2}$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{0.38} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{1126.19} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{Mo} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(90°)H2.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.22} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{1126.19} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{43.00} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{696.51} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3. **A** : 43.00 cm²

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v** : 275.00 MPa

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M1}** : 1.05

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_y : 0.87

χ_z : 0.62

Siendo:

φ_y : 0.69

φ_z : 1.04

α: Coeficiente de imperfección elástica.

α_y : 0.34

α_z : 0.49

λ̄: Esbeltez reducida.

λ̄_y : 0.53

λ̄_z : 0.87

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 1562.85 kN

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 4290.23 kN

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 1562.85 kN

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.003} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35\cdot G+1.5\cdot V(0^\circ)H4+0.75\cdot \text{Nieve:estado inicial}$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.18} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{64.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{245.40} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.055} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.21} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{1.74} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{C,Rd}$ viene dado por:

$$M_{C,Rd} : \underline{31.38} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase :** 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,z} : \underline{119.80} \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{148.19} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{9.80} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{140.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.00} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$16.57 < 64.71$$



Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{16.57}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.09 \text{ kN} \leq 74.09 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.09} \text{ kN}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{148.19} \text{ kN}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.056} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.	$N_{t,Ed}$: <u>0.07</u> kN
$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{y,Ed}$: <u>0.03</u> kN·m
	$M_{z,Ed}$: <u>1.74</u> kN·m
Clase : Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.	Clase : <u>1</u>
$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.	$N_{pl,Rd}$: <u>1126.19</u> kN
$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.	$M_{pl,Rd,y}$: <u>64.27</u> kN·m
	$M_{pl,Rd,z}$: <u>31.38</u> kN·m
Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)	
$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.	$M_{ef,Ed}$: <u>-0.03</u> kN·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.	$\sigma_{com,Ed}$: <u>0.12</u> MPa
$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.	$W_{y,com}$: <u>245.40</u> cm ³
A : Área de la sección bruta.	A : <u>43.00</u> cm ²
$M_{b,Rd,y}$: Momento flector resistente de cálculo.	$M_{b,Rd,y}$: <u>64.27</u> kN·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(270°)H1.

$$0.09 \text{ kN} \leq 74.09 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: 0.09 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: 148.19 kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

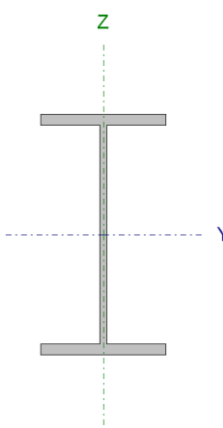
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Pilarillos de las puertas cortafuegos

Perfil: IPE 140							
Material: Acero (S275)							
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas				
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _v ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)	
N89	N91	2.050	16.40	541.20	44.92	2.45	
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme							
	Pandeo		Pandeo lateral				
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00		
	L_K	2.050	2.050	0.000	0.000		
	C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000				
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico							

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: 1.43 ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección. **Clase :** 1

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>16.40</u> cm ²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr} : <u>221.54</u> kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y} : <u>2669.13</u> kN
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : <u>221.54</u> kN
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : <u>∞</u>

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>541.20</u> cm ⁴
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>44.92</u> cm ⁴
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>2.45</u> cm ⁴
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>1980.00</u> cm ⁶
E: Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>2.050</u> m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>2.050</u> m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>5.98</u> cm

Siendo:

i_y , i_z: Radios de giro de la sección bruta,	i_y : <u>5.74</u> cm
---------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------

respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_z : \underline{1.66} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$26.85 \leq 248.60 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{126.20} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.70} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{5.93} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{5.04} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{vf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.011} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H4 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estado inicial}$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{1.70} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{159.17} \text{ kN}$$

Donde:

$$A: \text{Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.} \quad A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

$$f_v: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M1}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_v : \underline{0.95}$$

$$\chi_z : \underline{0.37}$$

Siendo:

$$\phi_v : \underline{0.61}$$

$$\phi_z : \underline{1.73}$$

$$\alpha: \text{Coeficiente de imperfección elástica.} \quad \alpha_v : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_v : \underline{0.41}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.43}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{221.54} \text{ kN}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{2669.13} \text{ kN}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{221.54} \text{ kN}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.035 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.58 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.82 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 23.14 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase: 1

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,y}$: 88.34 cm³

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.002 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^+ : 0.01 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

M_{Ed}^- : 0.01 kN·m

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$M_{c,Rd}$: 5.04 kN·m

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase** : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con $W_{pl,z}$: 19.25 cm³

mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 275.00 MPa

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.022 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.21 kN

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 99.50 kN

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 6.58 cm²

Siendo:

h: Canto de la sección. **h** : 140.00 mm

t_w: Espesor del alma. **t_w** : 4.70 mm

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero. **f_{vd}** : 261.90 MPa

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v** : 275.00 MPa

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material. **γ_{M0}** : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$26.85 < 64.71$$



Donde:

λ_w: Esbeltez del alma. **λ_w** : 26.85

λ_{máx}: Esbeltez máxima. **λ_{máx}** : 64.71

ε: Factor de reducción. **ε** : 0.92

Siendo:

f_{ref}: Límite elástico de referencia. **f_{ref}** : 235.00 MPa

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) **f_v** : 275.00 MPa

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.01} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{158.30} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{10.47} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{126.20} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{4.70} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.21 \text{ kN} \leq 49.75 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 2.21 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 99.50 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.01 \text{ kN} \leq 79.15 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.01 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 158.30 kN

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.038} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.038} \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.027} \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{1.00} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^- : \underline{0.82} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{429.52} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{23.14} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{5.04} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{16.40} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{88.34} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{19.25} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.95}$$

$$\chi_z : \underline{0.37}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.41}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.43}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

$$2.21 \text{ kN} \leq 49.75 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: 2.21 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: 99.50 kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

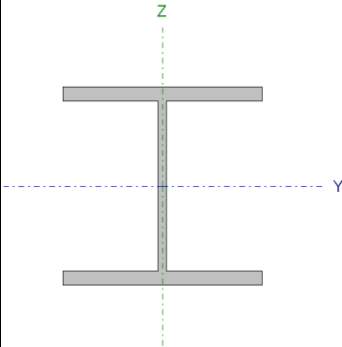
Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Dinteles de las puertas industriales

Perfil: HE 200 B						
Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N83	N84	8.000	78.10	5696.00	2003.00	59.28
Notas:						
⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado						
⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	β	1.00	1.00	0.00	0.00	
	L _K	8.000	8.000	0.000	0.000	
	C _m	1.000	1.000	1.000	1.000	
	C ₁	-		1.000		
	Notación:					
β : Coeficiente de pandeo						
L _K : Longitud de pandeo (m)						
C _m : Coeficiente de momentos						
C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$\bar{\lambda}$: **1.82** ✓

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de **Clase** : 1

desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.	A : <u>78.10</u> cm ²
f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)	f_y : <u>275.00</u> MPa
N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.	N_{cr} : <u>648.66</u> kN

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	N_{cr,y} : <u>1844.63</u> kN
b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	N_{cr,z} : <u>648.66</u> kN
c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	N_{cr,T} : <u>∞</u>

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	I_y : <u>5696.00</u> cm ⁴
I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	I_z : <u>2003.00</u> cm ⁴
I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.	I_t : <u>59.28</u> cm ⁴
I_w: Constante de alabeo de la sección.	I_w : <u>171100.00</u> cm ⁶
E: Módulo de elasticidad.	E : <u>210000</u> MPa
G: Módulo de elasticidad transversal.	G : <u>81000</u> MPa
L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	L_{ky} : <u>8.000</u> m
L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	L_{kz} : <u>8.000</u> m
L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.	L_{kt} : <u>0.000</u> m
i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	i₀ : <u>9.93</u> cm

Siendo:

i_y , i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{8.54} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{5.06} \text{ cm}$$

y_0 , z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$18.89 \leq 163.60 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{170.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{15.30} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{30.00} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{210000} \text{ MPa}$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ) + 0.75 \cdot \text{Nieve: estado inicial}$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{t,Ed} : \underline{1.30} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$$N_{t,Rd} : \underline{2045.48} \text{ kN}$$

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.05 \cdot Q1 + 1.5 \cdot V(270^\circ)H2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{0.31} \text{ kN}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{2045.48} \text{ kN}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{471.08} \text{ kN}$$

Donde:

A: Área de la sección bruta para las secciones de clase 1, 2 y 3.

$$A : \underline{78.10} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{vd} : 261.90 MPa

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 275.00 MPa

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. γ_{M1} : 1.05

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

χ_v : 0.55

χ_z : 0.23

Siendo:

ϕ_v : 1.23

ϕ_z : 2.55

α : Coeficiente de imperfección elástica.

α_v : 0.34

α_z : 0.49

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_v$: 1.08

$\bar{\lambda}_z$: 1.82

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 648.66 kN

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,y}$: 1844.63 kN

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,z}$: 648.66 kN

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$N_{cr,T}$: ∞

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.033 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

$$\mathbf{M_{Ed}^+}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^+}: \underline{5.58} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$$\mathbf{M_{Ed}^-}: \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{M_{Ed}^-}: \underline{0.00} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $\mathbf{M_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{M_{c,Rd}}: \underline{168.27} \text{ kN}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. **Clase:** 1

$\mathbf{W_{pl,y}}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $\mathbf{W_{pl,y}}: \underline{642.50} \text{ cm}^3$

$\mathbf{f_{vd}}$: Resistencia de cálculo del acero. $\mathbf{f_{vd}}: \underline{261.90} \text{ MPa}$

Siendo:

$\mathbf{f_v}$: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $\mathbf{f_v}: \underline{275.00} \text{ MPa}$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0}: \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.004} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{1.22} \text{ kN}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{272.18} \text{ kN}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{18.00} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{200.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{9.00} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$18.89 < 64.71$$



Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{18.89}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{235.00} \text{ MPa}$$

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$1.22 \text{ kN} \leq 136.09 \text{ kN}$$



Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p_{ésimo}.

V_{Ed} : 1.22 kN

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 272.18 kN

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento flector y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

η : 0.034 ✓

η : 0.033 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p_{ésimos} se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.05·Q+1.5·V(180°)H3+0.75·Nieve:estado inicial.

Donde:

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo p_{ésimo}.

$N_{t,Ed}$: 1.30 kN

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{v,Ed}^+$: 5.58 kN·m

$M_{z,Ed}^+$: 0.00 kN·m

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 1

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a tracción.

$N_{pl,Rd}$: 2045.48 kN

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente. $M_{pl,Rd,v}$: 168.27 kN·m

$M_{pl,Rd,z}$: 80.09 kN·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$: Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$M_{ef,Ed}$: 5.50 kN·m

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$\sigma_{com,Ed}$: 8.55 MPa

$W_{y,com}$: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$W_{y,com}$: 642.50 cm³

A: Área de la sección bruta.

A : 78.10 cm²

$M_{b,Rd,v}$: Momento flector resistente de cálculo.

$M_{b,Rd,v}$: 168.27 kN·m

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G.

$$1.22 \text{ kN} \leq 136.09 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{Ed,z}$: 1.22 kN

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd,z}$: 272.18 kN

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.10.2 UNIONES

Con el objetivo de determinar un cálculo y dimensionamiento óptimo de las uniones principales llevadas a cabo en la obra, se establece la necesidad de estimar una serie de consideraciones procuradas previamente.

3.1.10.2.1 Especificaciones

Norma

La ejecución de las comprobaciones pertinentes se ajusta a las prescripciones dispuestas en el apartado “8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas”, del “Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero” (CTE DB SE-A pág.70).

Materiales

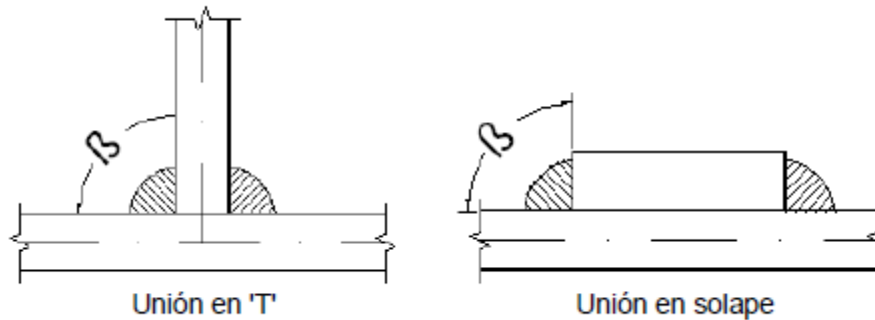
El material base que se utilizará mayoritariamente para los perfiles empleados en la estructura es un acero laminado S-275, salvo rectificaciones puntuales de requerimiento de un acero superior (S-355).

Por otro lado, en cuanto al material de aportación (soldaduras) se determina que las características mecánicas de estos materiales serán en todos los casos superiores a las del material base, según se describe en el primer punto del apartado “4.4 Materiales de aportación” del CTE (4.4.1 CTE DB SE-A pág. 13).

Disposiciones constructivas

Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

- Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.
- Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.
- En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.
- Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo β deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:
 - Si se cumple que $\beta > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
 - Si se cumple que $\beta < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Comprobaciones

En lo referente a las comprobaciones, se precisa considerable destacar las siguientes estimaciones:

- Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

- Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm, tal y como indica el artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A (pág. 73).

- Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 del CTE DB SE-A (pág. 73).

Se comprueban los siguientes tipos de tensión.

Tensión de Von Mises
$$\sqrt{\sigma_1^2 + 3(\tau_1^2 + \tau_{II}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_W \gamma_{M2}}$$

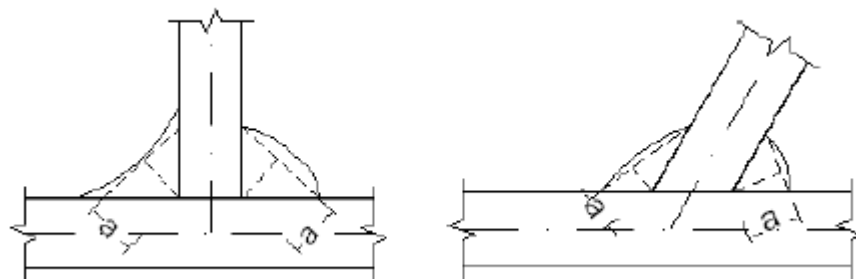
Tensión normal
$$\sigma_1 \leq K \frac{f_u}{\gamma_{M2}}$$
 Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

3.1.10.2.2 Referencias y simbología

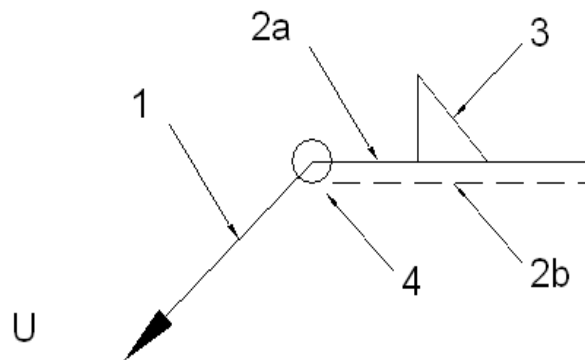
Se destacan las siguientes referencias:

- a [mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. Según el apartado 8.6.2.a del CTE DB SE-A (pág. 72).



- L[mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

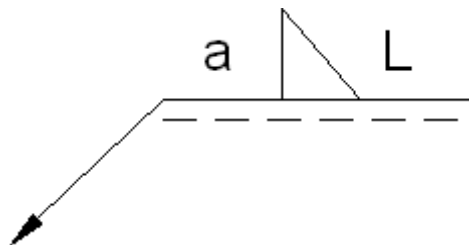
Método de representación de soldaduras



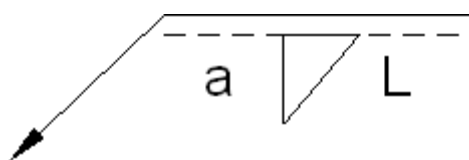
Referencias:

- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

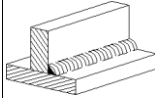

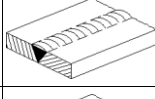

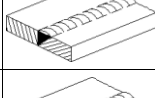

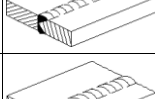

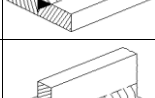

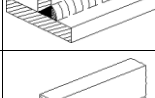

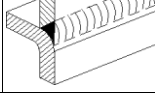



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.


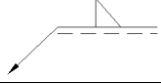



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller
	Soldadura realizada en el lugar de montaje

3.1.10.2.3 Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

- Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

- Pernos de anclaje

Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

- Placa de anclaje

Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que $1/250$ del vuelo.

Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada una de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

3.1.10.2.4 Relación

Según el dimensionamiento y los cálculos realizados, se establecen las siguientes uniones principales.

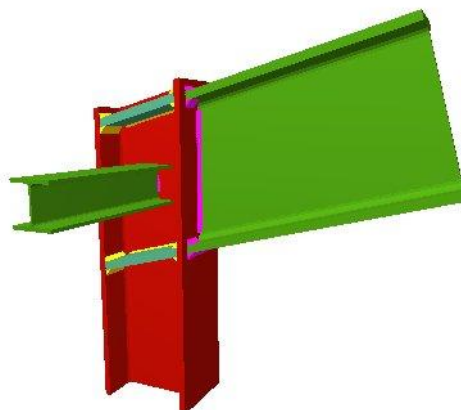
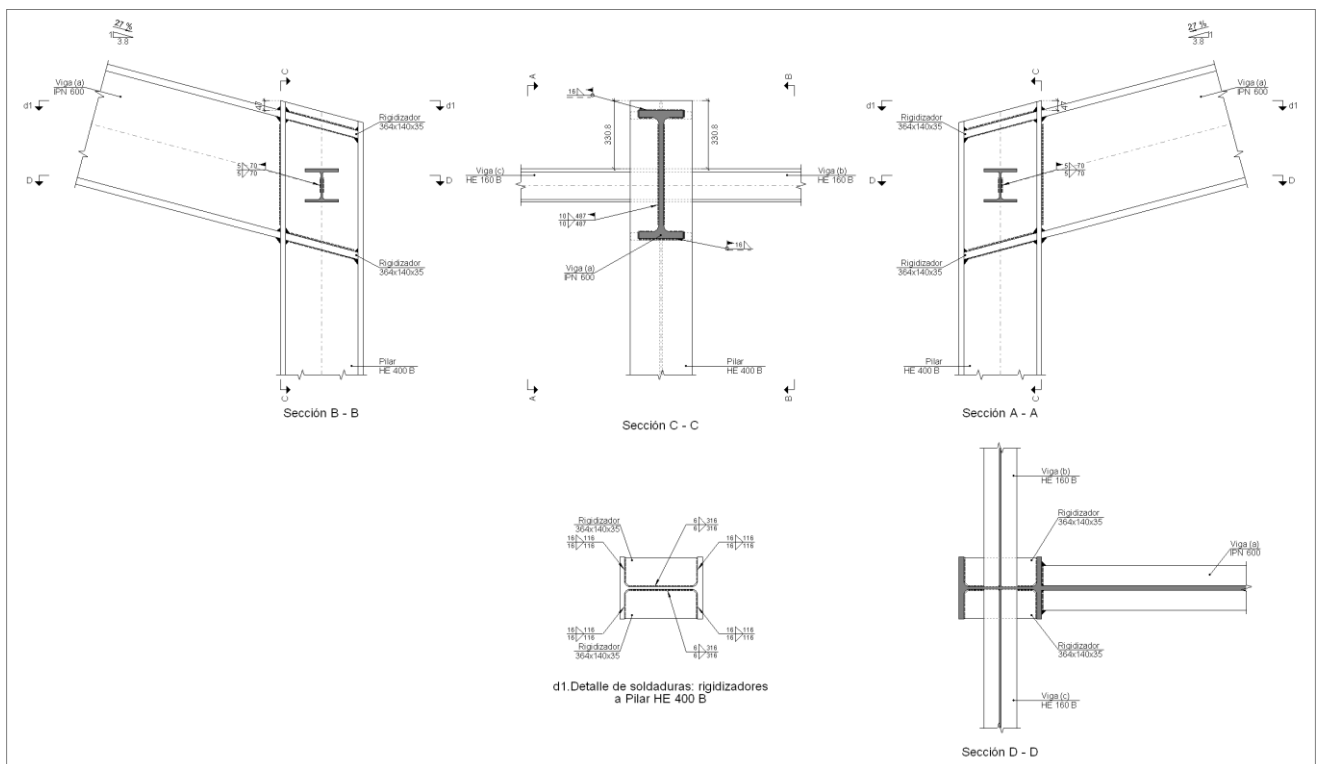
TIPO	Unión
1	Pilar con dintel sin cartelas con viga de atado
2	Pilar con dintel con cartela con viga de atado
3	Dinteles en cumbrera de los pórticos intermedios
4	Pilarillo con dintel
5	Pilarillo con dintel del marco de la puerta cortafuegos
6	Pilar con viga dintel puerta cortafuegos
7	Pilarillos de los pórticos hastiales con dintel como marco de las puertas industriales

8	Pilar viga sustentación de la entreplanta
9	Pilarillo viga sustentación de la entreplanta
10	Tirantes redondos cruces de San Andrés

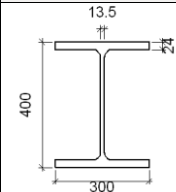
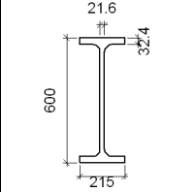
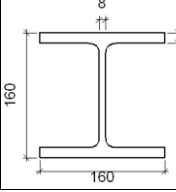
3.1.10.2.5 Memoria de cálculo

TIPO 1 (Pilar con dintel sin cartelas y viga de atado)

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPN 600		600	215	32.4	21.6	S275	2803.3	4383.3
Viga	HE 160 B		160	160	13	8	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios		
Pieza	Geometría	Acero

	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		364.3	140	35	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 400 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	26.07	64.71	40.29
	Cortante	t	28.219	116.569	24.21
Ala	Desgarro	kp/cm ²	250.127	2669.773	9.37
	Cortante	kp/cm ²	471.918	2669.773	17.68
Alma	Punzonamiento	t	6.075	44.310	13.71
	Flexión por fuerza perpendicular	t	4.130	12.691	32.54
Alma	Punzonamiento	t	3.248	44.310	7.33
	Flexión por fuerza perpendicular	t	4.130	12.691	32.54

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	16	137.7	179.2	1.9	339.5	8.23	137.7	3.93	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	6	0.0	0.0	198.8	344.3	8.35	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	16	208.6	271.5	1.2	514.5	12.47	208.6	5.95	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	6	0.0	0.0	300.9	521.1	12.63	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	16	128.9	167.8	1.9	318.0	7.71	128.9	3.68	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	6	0.0	0.0	185.9	322.0	7.81	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	16	217.4	283.0	1.2	536.3	13.00	217.4	6.20	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	6	0.0	0.0	313.9	543.7	13.18	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) IPN 600

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	16	263.7	202.6	2.8	438.9	10.64	263.7	7.52	4383.3	0.85
Soldadura del alma	10	236.8	236.8	33.9	477.2	11.57	236.8	6.75	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	16	266.1	346.4	2.1	656.4	15.91	300.8	8.58	4383.3	0.85

3) Viga (c) HE 160 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5	328.1	328.1	28.8	658.0	15.95	328.1	9.36	4383.3	0.85

4) Viga (b) HE 160 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5	613.6	613.6	28.8	1228.3	29.77	613.6	17.50	4383.3	0.85

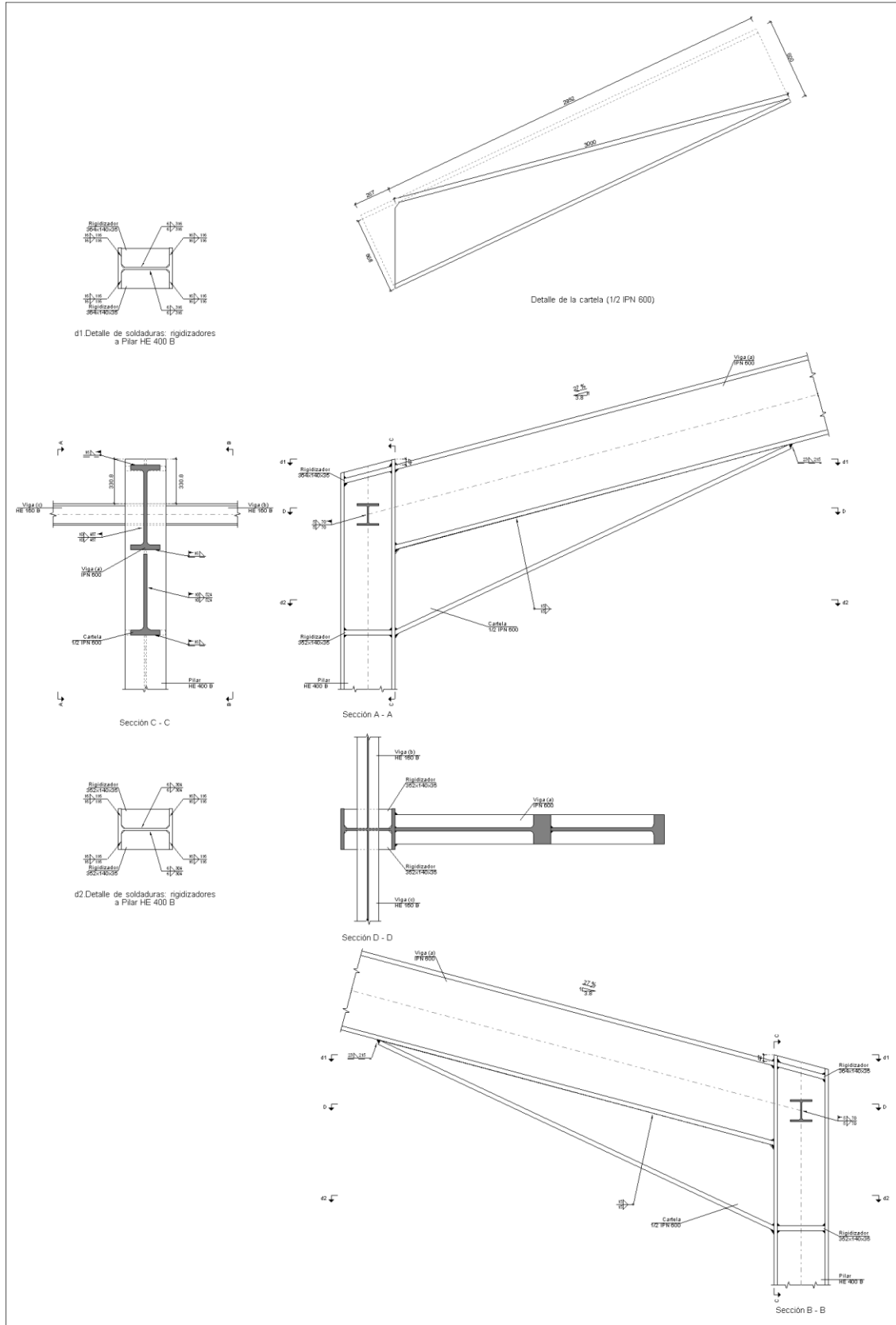
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	6	2530
			16	1856
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	280
			10	974
			16	821

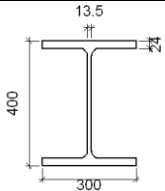
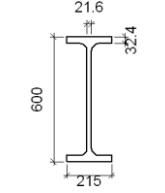
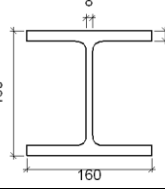
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	364x140x35	56.05
				Total

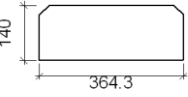
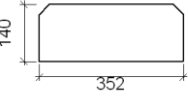
TIPO 2 (Pilar con dintel con cartela y viga de atado)

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPN 600		600	215	32.4	21.6	S275	2803.3	4383.3
Viga	HE 160 B		160	160	13	8	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		364.3	140	35	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		352	140	35	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 400 B

Comprobaciones de resistencia						
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	26.07	64.71	40.29	
	Cortante	t	117.247	223.856	52.38	
Rigidizadores	Ala	Desgarro	kp/cm ²	1554.886	2669.773	58.24
		Cortante	kp/cm ²	1686.966	2669.773	63.19
Viga (b) HE 160 B	Alma	Punzonamiento	t	8.626	44.310	19.47
		Flexión por fuerza perpendicular	t	6.755	12.691	53.22
Viga (c) HE 160 B	Alma	Punzonamiento	t	8.626	44.310	19.47
		Flexión por fuerza perpendicular	t	8.584	12.691	67.64

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	16	280.3	364.9	0.1	691.4	16.76	280.3	7.99	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	6	0.0	0.0	404.5	700.6	16.98	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	16	451.9	451.9	0.4	903.7	21.91	451.9	12.89	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	6	0.0	0.0	564.8	978.2	23.71	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	16	280.4	364.9	0.1	691.4	16.76	280.4	8.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	6	0.0	0.0	404.5	700.7	16.98	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	16	451.8	451.8	0.4	903.7	21.90	451.8	12.88	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	6	0.0	0.0	564.7	978.1	23.71	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) IPN 600

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	16	275.7	358.9	3.6	680.1	16.48	392.6	11.20	4383.3	0.85
Soldadura del alma	10	304.5	304.5	84.2	626.2	15.18	304.5	8.68	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	16	0.0	0.0	52.4	90.8	2.20	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del alma de la cartela	10	369.2	369.2	84.2	752.7	18.24	369.2	10.53	4383.3	0.85
Soldadura del ala de la cartela	16	316.4	498.6	0.8	919.8	22.30	461.1	13.15	4383.3	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	15	0.0	0.0	41.5	71.8	1.74	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	23	Para este cordón en ángulo, se adopta el espesor de garganta máximo compatible con los espesores de las piezas a unir.								

3) Viga (c) HE 160 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5	871.4	871.4	28.8	1743.4	42.26	871.4	24.85	4383.3	0.85

4) Viga (b) HE 160 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5	871.4	871.4	28.8	1743.4	42.26	871.4	24.85	4383.3	0.85

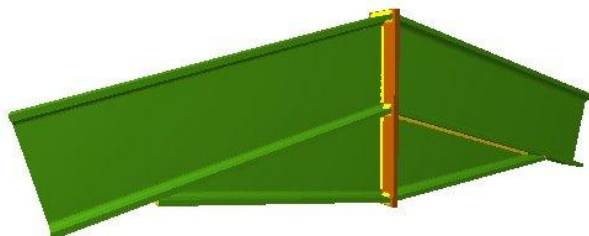
d) Medición

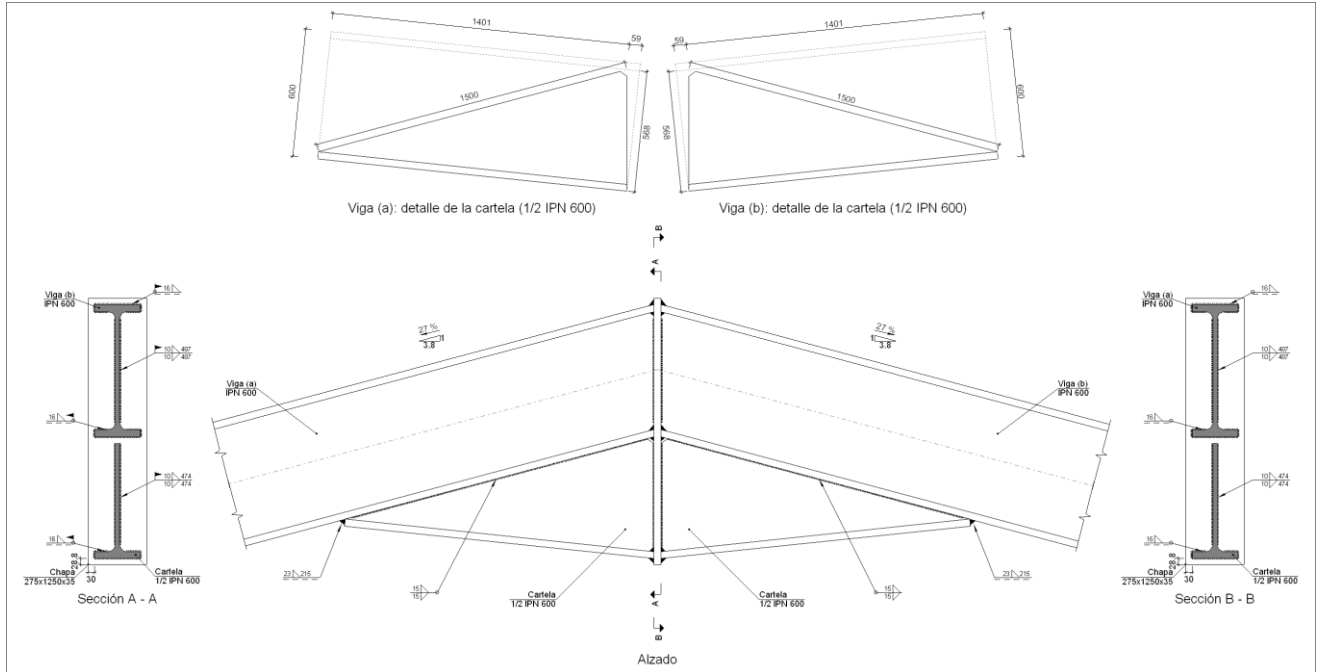
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	6	2481
			15	5936
			16	1856
			23	215
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	280
			10	2021
			16	1237

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	364x140x35	28.03
		2	352x140x35	27.08
				Total

TIPO 3 (Dinteles en cumbrera de los pórticos intermedios)


a) Detalle





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPN 600		600	215	32.4	21.6	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa frontal: Viga (a) IPN 600		275	1250	35	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Viga (a) IPN 600

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	16	147.3	191.7	3.8	363.4	8.81	178.9	5.10	4383.3	0.85
Soldadura del alma	10	151.8	151.8	2.5	303.7	7.36	151.8	4.33	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	16	44.1	57.3	3.3	108.8	2.64	60.4	1.72	4383.3	0.85
Soldadura del alma de la cartela	10	99.5	99.5	0.0	199.0	4.82	99.5	2.84	4383.3	0.85
Soldadura del ala de la cartela	16	107.9	119.8	1.3	233.8	5.67	111.9	3.19	4383.3	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	15	0.0	0.0	17.1	29.5	0.72	0.2	0.01	4383.3	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	23	Para este cordón en ángulo, se adopta el espesor de garganta máximo compatible con los espesores de las piezas a unir.								

2) Viga (b) IPN 600

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	16	147.6	192.2	3.9	364.2	8.83	179.3	5.11	4383.3	0.85
Soldadura del alma	10	152.2	152.2	4.7	304.4	7.38	152.2	4.34	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	16	44.1	57.3	0.8	108.7	2.63	60.3	1.72	4383.3	0.85
Soldadura del alma de la cartela	10	99.7	99.7	0.1	199.5	4.84	99.7	2.84	4383.3	0.85
Soldadura del ala de la cartela	16	108.1	120.0	0.1	234.3	5.68	112.1	3.20	4383.3	0.85
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	15	0.0	0.0	18.2	31.6	0.77	0.2	0.01	4383.3	0.85
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	23	Para este cordón en ángulo, se adopta el espesor de garganta máximo compatible con los espesores de las piezas a unir.								

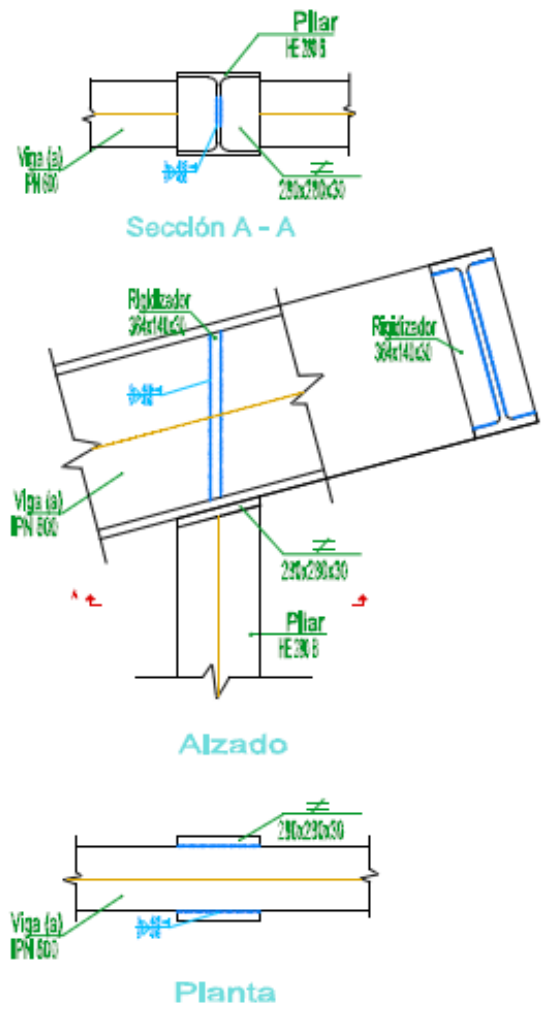
d) Medición

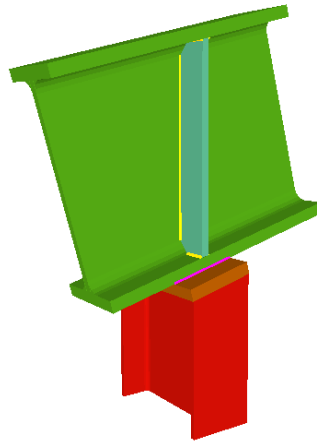
Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	10	1921
			15	5872
			16	1230
			23	430
	En el lugar de montaje	En ángulo	10	1921
			16	1230

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	1	275x1250x35	94.45
				Total

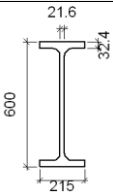
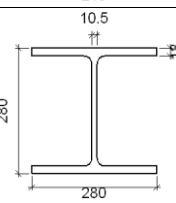
TIPO 4 (Pilarillo con dintel)

a) Detalle





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	IPN 600		600	215	32.4	21.6	S275	2803.3	4383.3
Pilar	HE 280 B		280	280	18	10.5	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 280 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltz	-	23.24	64.71	35.91
	Cortante	t	56.115	58.338	96.19
Ala	Desgarro	kp/cm ²	1650.218	2669.773	61.81
	Cortante	kp/cm ²	1113.238	2669.773	41.70

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	979.5	979.5	0.2	1958.9	47.48	979.5	27.93	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	980.9	980.9	0.2	1961.8	47.55	980.9	27.97	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	537.6	931.2	22.57	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	597.9	1035.6	25.10	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	597.9	1035.6	25.10	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	537.6	931.2	22.57	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	878.3	878.3	1028.6	2502.0	60.65	1046.1	29.83	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	5	0.0	0.0	723.8	1253.7	30.39	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	926.5	926.5	992.7	2527.8	61.27	1056.0	30.11	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	5	0.0	0.0	730.0	1264.3	30.65	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	1073.6	1073.6	0.0	2147.3	52.05	1073.6	30.62	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	5	0.0	0.0	742.4	1285.8	31.17	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	1028.4	1028.4	0.2	2056.8	49.86	1028.4	29.33	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	5	0.0	0.0	711.1	1231.7	29.86	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga IPN 600

Soldaduras en ángulo				
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises		
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)
Soldadura del ala superior	16	275.7	358.9	3.6
Soldadura del alma	10	304.5	304.5	84.2
Soldadura del ala inferior	16	0.0	0.0	52.4
Soldadura del alma de la cartela	10	369.2	369.2	84.2
Soldadura del ala de la cartela	16	316.4	498.6	0.8
Soldadura del alma de la cartela al ala inferior	15	0.0	0.0	41.5
Soldadura del ala de la cartela al ala inferior	23	Para este cordón en ángulo, se adopta el espesor de garganta máximo compatible con los espesores de las piezas a unir.		

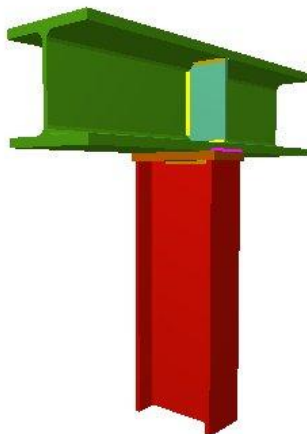
d) Medición

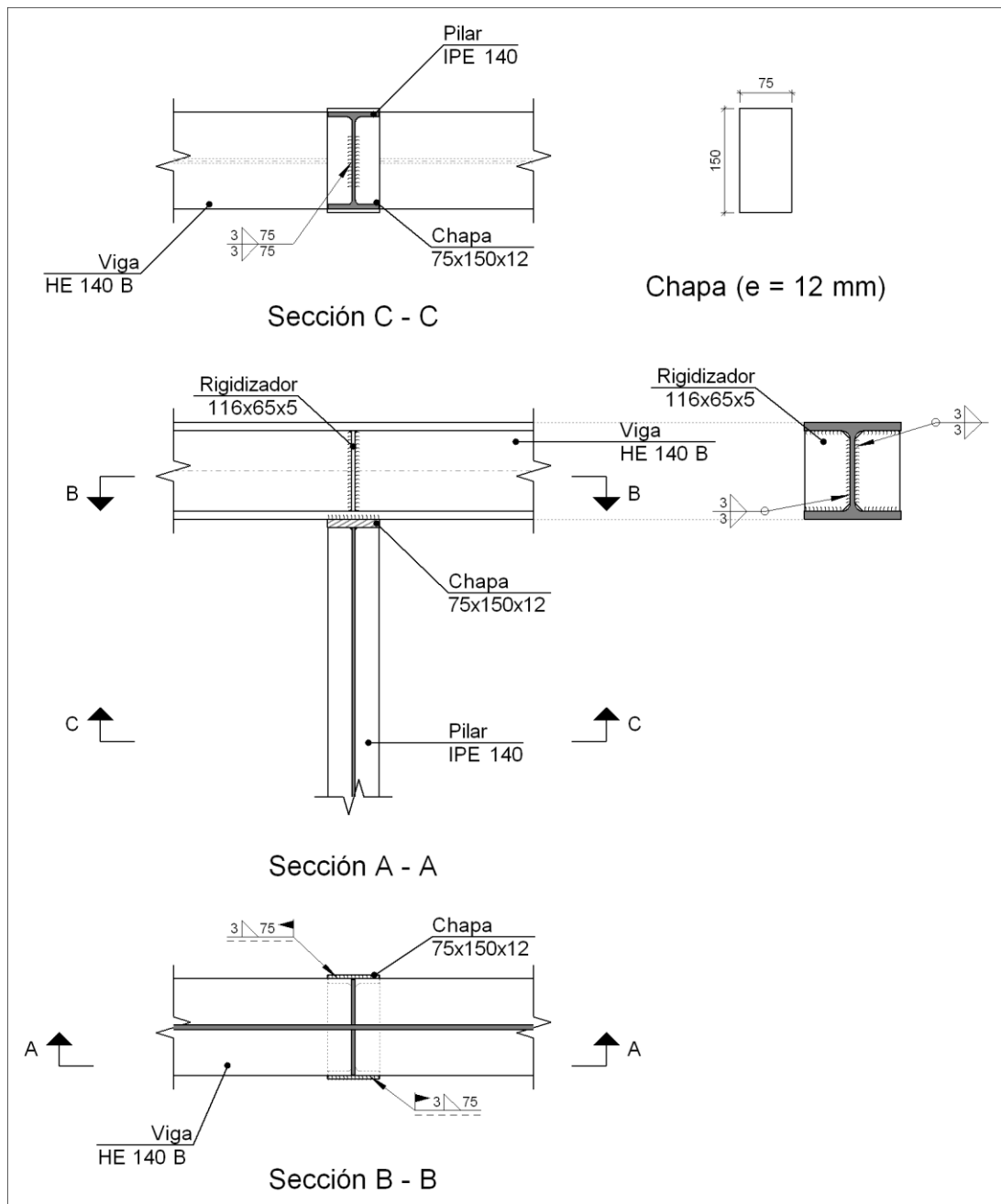
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	6	2481
			15	5936
			16	1856
			23	215
	En el lugar de montaje	En ángulo	5	280
			10	2021
16			1237	

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	364x140x35	28.03
		2	352x140x35	27.08
				Total

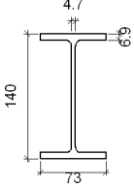
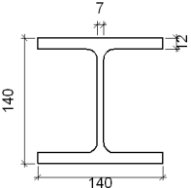
TIPO 5 (Pilarillo con dintel del marco de la puerta cortafuegos)

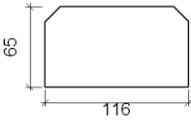
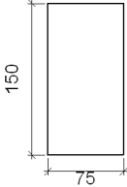
a) Detalle





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	IPE 140		140	73	6.9	4.7	S275	2803.3	4383.3
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Esquema	Geometría			Tipo	Acero	
		Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)		f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		116	65	5	S275	2803.3	4383.3
Chapa frontal: Pilar		75	150	12	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar IPE 140

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	3	16.6	17.1	12.4	40.1	0.97	17.3	0.49	4383.3	0.85

2) Viga HE 140 B

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de la viga a la chapa	3	25.6	25.6	0.3	51.1	1.24	25.6	0.73	4383.3	0.85
Soldadura de rigidizador al alma de la viga	3	0.0	0.0	13.3	23.0	0.56	0.0	0.00	4383.3	0.85

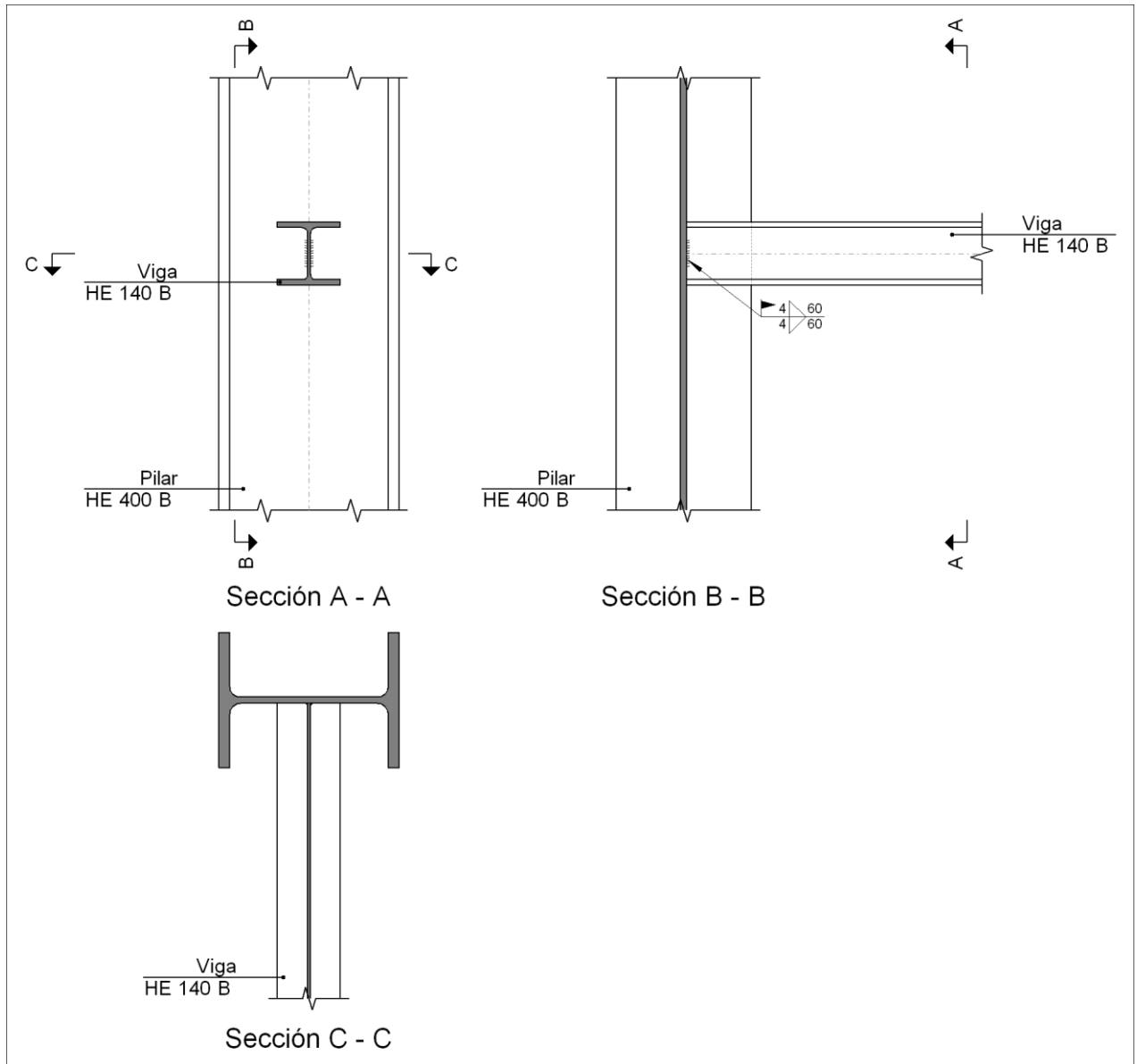
d) Medición

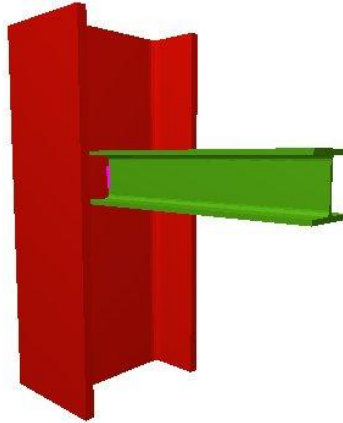
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	942
	En el lugar de montaje	En ángulo	3	150

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	116x65x5	0.59
	Chapas	1	75x150x12	1.06
	Total			1.65

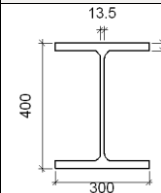
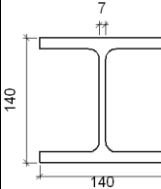
TIPO 6 (Pilar con viga dintel puerta cortafuegos)

a) Detalle





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	2803.3	4383.3
Viga	HE 140 B		140	140	12	7	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 400 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	t	0.039	38.061	0.10
	Flexión por fuerza perpendicular	t	0.039	22.667	0.17

2) Viga HE 140 B

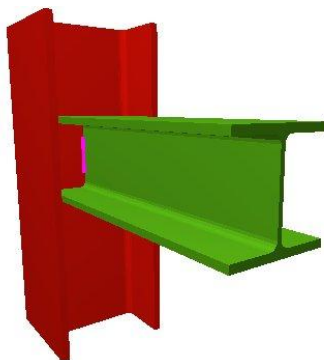
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	4	7.1	9.2	11.0	25.9	0.63	11.0	0.31	4383.3	0.85

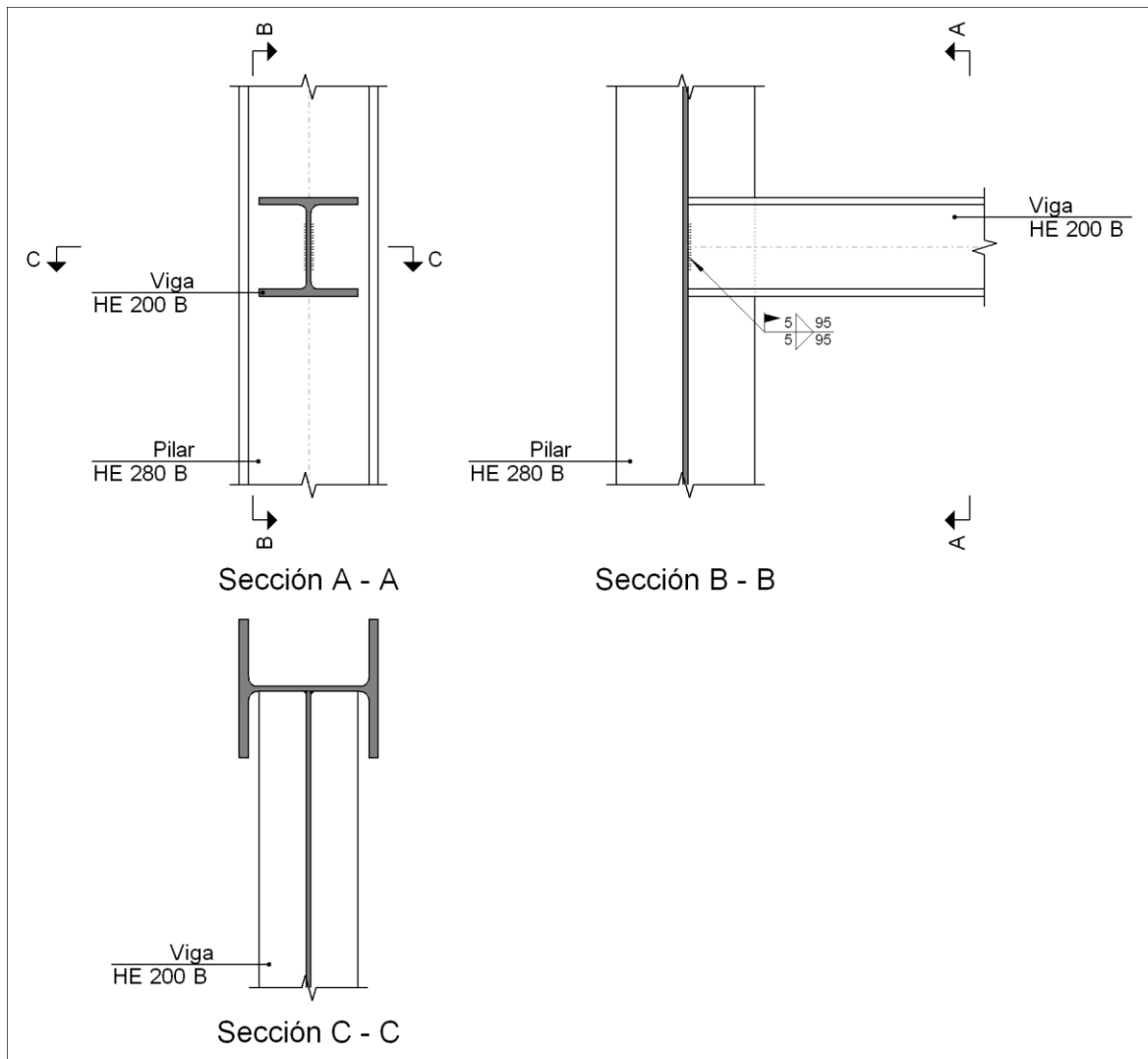
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En el lugar de montaje	En ángulo	4	120

TIPO 7 (Pilarillos de los pórticos hastiales con dintel como marco de las puertas industriales)

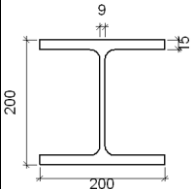
a) Detalle





b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 280 B		280	280	18	10.5	S275	2803.3	4383.3

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Viga	HE 200 B		200	200	15	9	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 280 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	t	0.171	45.951	0.37
	Flexión por fuerza perpendicular	t	0.171	15.477	1.10

2) Viga HE 200 B

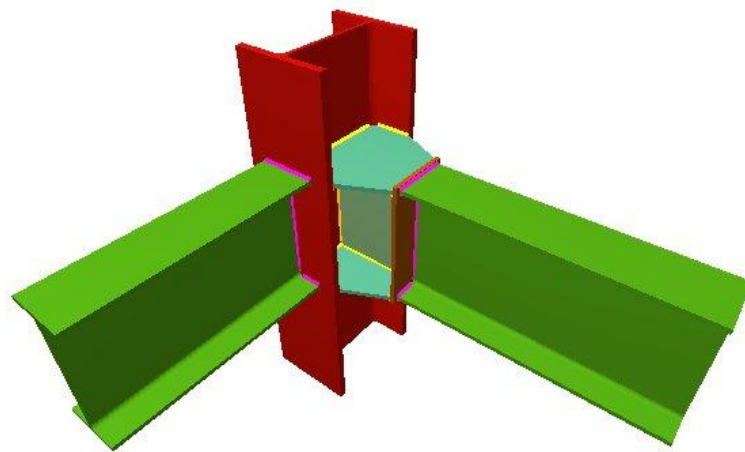
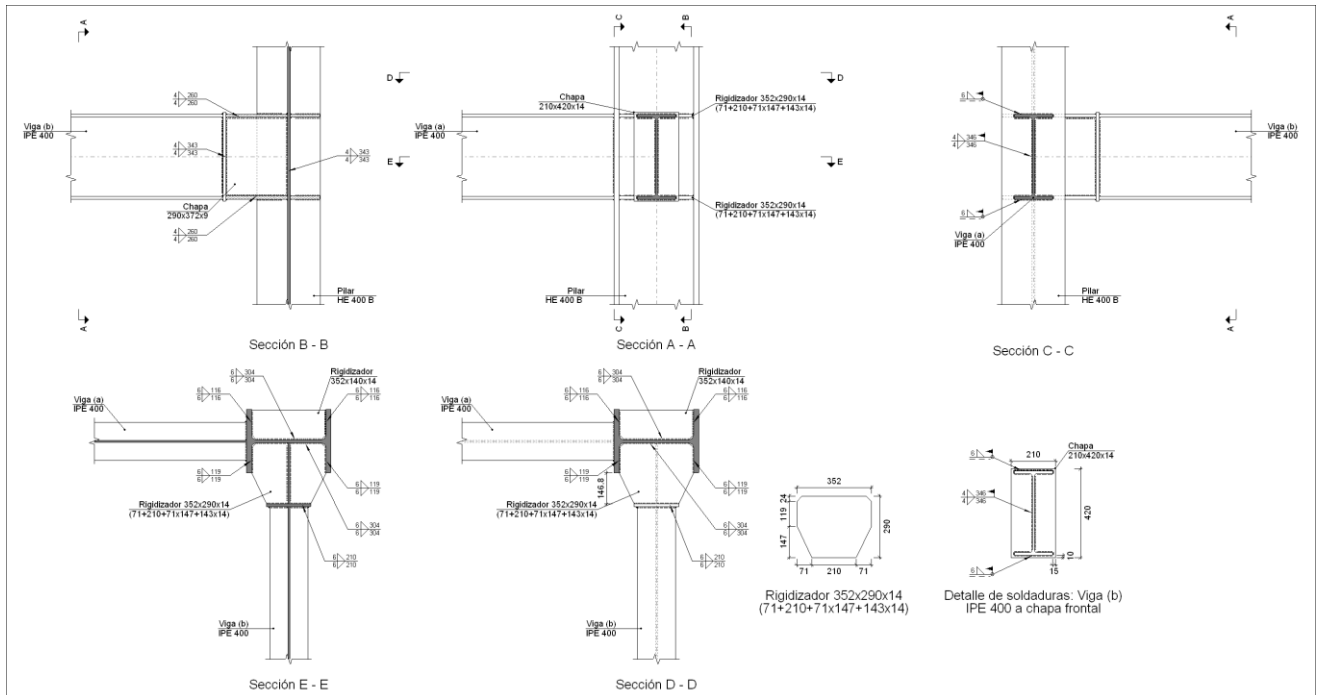
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del alma	5	12.7	12.7	34.8	65.5	1.59	12.7	0.36	4383.3	0.85

d) Medición

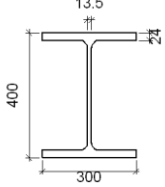
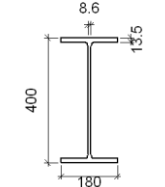
Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En el lugar de montaje	En ángulo	5	190



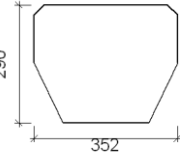
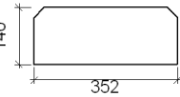
TIPO 8 (Pilar viga sustentación de la entreplanta)

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 400 B		400	300	24	13.5	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa de apoyo de la viga IPE 400		210	420	14	S275	2803.3	4383.3
Chapa vertical de la viga IPE 400		290	372.5	9	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		352	290	14	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		352	140	14	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 400 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	26.07	64.71	40.29
	Cortante	t	8.788	75.005	11.72
Ala	Desgarro	kp/cm ²	1098.444	2669.773	41.14
	Cortante	kp/cm ²	753.559	2669.773	28.23

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	907.1	907.1	0.1	1814.1	43.97	907.1	25.87	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	895.6	895.6	0.1	1791.2	43.42	895.6	25.54	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	538.4	932.5	22.60	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	578.8	1002.5	24.30	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	578.8	1002.5	24.30	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	538.4	932.5	22.60	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	35.6	35.6	1390.0	2408.7	58.39	236.1	6.73	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	6	0.0	0.0	91.3	158.2	3.83	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	0.0	0.0	1378.0	2386.8	57.86	224.4	6.40	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	6	0.0	0.0	86.9	150.4	3.65	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	219.7	219.7	0.1	439.4	10.65	219.7	6.26	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	6	0.0	0.0	85.1	147.4	3.57	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	236.5	236.5	0.1	473.0	11.47	236.5	6.74	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	6	0.0	0.0	91.6	158.6	3.85	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) IPE 400

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	296.6	296.6	0.5	593.2	14.38	296.6	8.46	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	233.6	233.6	41.5	472.7	11.46	233.6	6.66	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	296.9	296.9	0.2	593.8	14.39	296.9	8.47	4383.3	0.85

3) Viga (b) IPE 400

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	1050.9	1050.9	0.1	2101.8	50.95	1050.9	29.97	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	0.0	0.0	532.9	923.0	22.37	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	1038.2	1038.2	0.1	2076.4	50.33	1038.2	29.61	4383.3	0.85

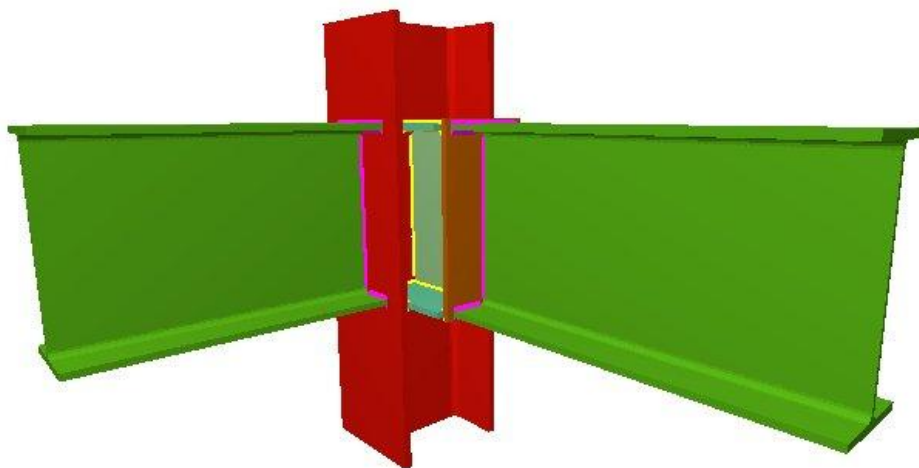
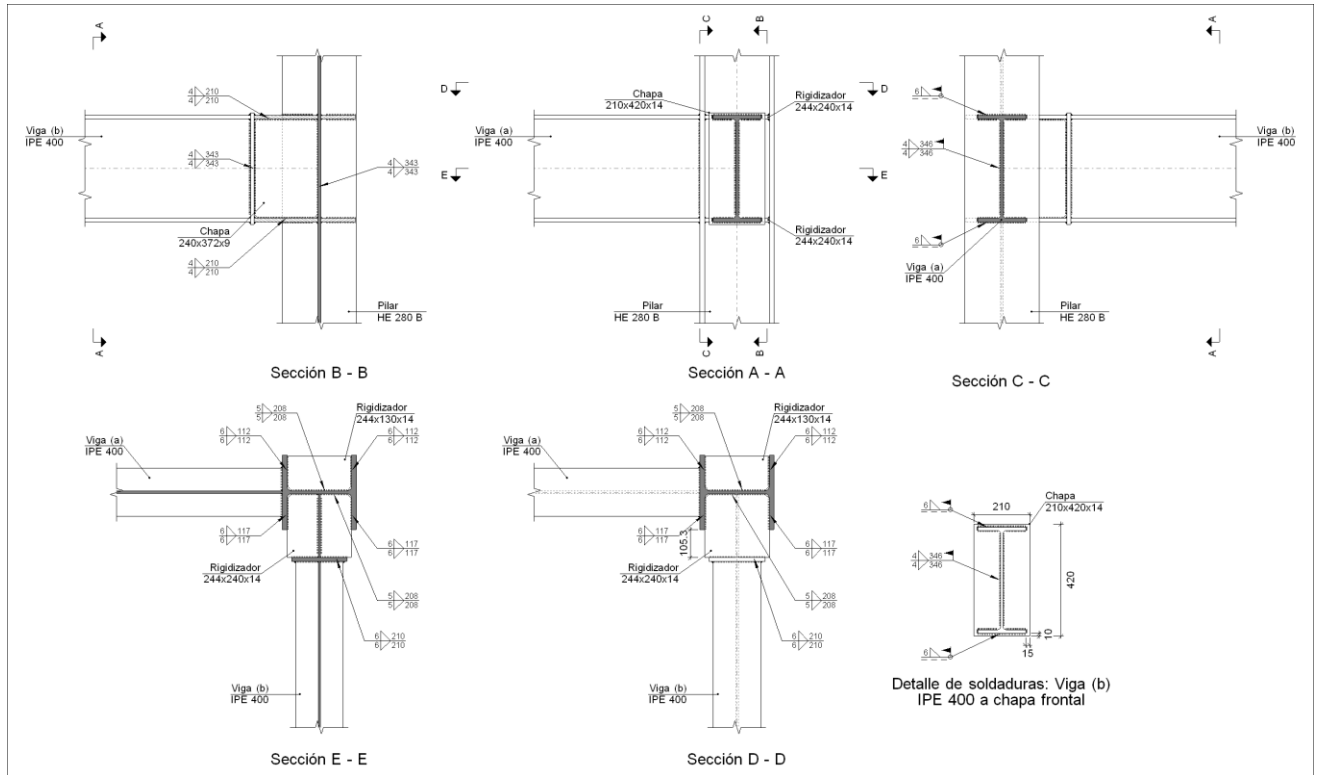
d) Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	4	2410
			6	5154
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	1384
			6	1406

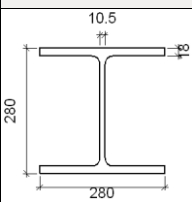
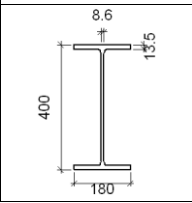
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	352x290x14 (71+210+71x147+143x14)	20.14
		2	352x140x14	10.83
	Chapas	1	290x372x9	7.63
		1	210x420x14	9.69
	Total			


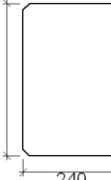

TIPO 9 (Pilarillo pórticos 9,10 y 11 con viga sustentación de la entreplanta)

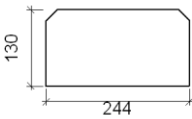
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	HE 280 B		280	280	18	10.5	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 400		400	180	13.5	8.6	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa de apoyo de la viga IPE 400		210	420	14	S275	2803.3	4383.3
Chapa vertical de la viga IPE 400		240	372.5	9	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		244	240	14	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		244	130	14	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar HE 280 B

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	23.24	64.71	35.91
	Cortante	t	56.115	58.338	96.19
Ala	Desgarro	kp/cm ²	1650.218	2669.773	61.81
	Cortante	kp/cm ²	1113.238	2669.773	41.70

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	979.5	979.5	0.2	1958.9	47.48	979.5	27.93	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	980.9	980.9	0.2	1961.8	47.55	980.9	27.97	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	537.6	931.2	22.57	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	597.9	1035.6	25.10	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	597.9	1035.6	25.10	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	537.6	931.2	22.57	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	878.3	878.3	1028.6	2502.0	60.65	1046.1	29.83	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	5	0.0	0.0	723.8	1253.7	30.39	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	926.5	926.5	992.7	2527.8	61.27	1056.0	30.11	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	5	0.0	0.0	730.0	1264.3	30.65	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	1073.6	1073.6	0.0	2147.3	52.05	1073.6	30.62	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	5	0.0	0.0	742.4	1285.8	31.17	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	1028.4	1028.4	0.2	2056.8	49.86	1028.4	29.33	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	5	0.0	0.0	711.1	1231.7	29.86	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) IPE 400

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	1230.0	1230.0	0.3	2460.1	59.63	1230.0	35.08	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	1026.1	1026.1	506.7	2232.0	54.10	1026.1	29.26	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala inferior	6	1216.6	1216.6	0.3	2433.2	58.98	1216.6	34.69	4383.3	0.85

3) Viga (b) IPE 400

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	1148.7	1148.7	0.3	2297.4	55.69	1148.7	32.76	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	0.0	0.0	532.2	921.8	22.34	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	1150.2	1150.2	0.3	2300.4	55.76	1150.2	32.80	4383.3	0.85

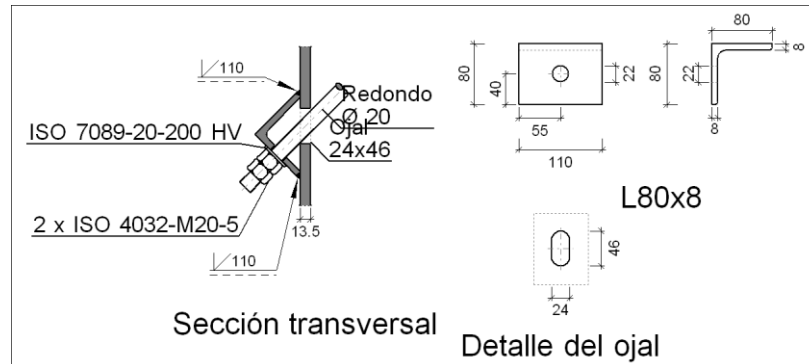
d) Medición

Soldaduras				
f _u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	4	2210
			5	1664
			6	2670
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	1384
			6	1406

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	244x240x14	12.87
		2	244x130x14	6.97
	Chapas	1	240x372x9	6.32
		1	210x420x14	9.69
	Total			

TIPO 10 (Tirantes redondos cruces de San Andrés)

a) Detalle



b) Comprobación

1) Redondo Ø20

Según el artículo 8.6.3 del CTE DB SE-A, las soldaduras a tope con penetración total de esta unión no necesitan ser comprobadas.

c) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	A tope en bisel simple	8	220

Angulares				
Material	Tipo	Descripción (mm)	Longitud (mm)	Peso (kg)
S275	Anclajes de tirantes	L80x8	110	1.05
			Total	1.05

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tuercas	Clase 5	2	ISO 4032-M20
Arandelas	Dureza 200 HV	1	ISO 7089-20

3.1.10.3 PLACAS DE ANCLAJE

Debido a que los pilares metálicos no podrían asentar directamente sobre el hormigón de la cimentación, ya que éste no resistiría las tensiones transmitidas, se dispondrán unas placas metálicas entre el pilar y la cimentación. Su misión fundamental será la de disminuir las tensiones para que puedan ser admisibles para el hormigón. Los soportes distribuirán los esfuerzos de compresión, transmitidos por las zonas comprimidas del pilar, sobre una superficie suficiente de hormigón por medio de elementos de transición, como son las placas de anclaje o basas, para que no se supere la resistencia de cálculo del citado hormigón. Las placas asentarán preferiblemente sobre un mortero de nivelación sin retracción interpuesto entre ambos materiales, estableciéndose una capa de 25-60 mm.

La unión de la placa base con las zapatas de cimentación se llevará a cabo mediante pernos de anclaje embebidos en el hormigón, los cuales inmovilizarán el pilar ante posibles fuerzas de arrancamiento o momentos. El material utilizado será un acero S-275 para las placas y los pernos serán barras corrugadas B-400-S.

Las soluciones constructivas adoptadas se basan en el método recogido en el libro "Cálculo de Estructuras", Tomo II, de D. Ramón Argüelles Álvarez, además de cumplir con lo establecido en el CTE.

Según el CTE, para asegurar la resistencia de esfuerzos tangentes, como cortantes o momentos torsores, y en caso de no disponerse de elementos específicos para ello, tales como topes o conectadores de cortante, se debe justificar la capacidad resistente en la sección de contacto entre el soporte y el hormigón mediante:

- a) el rozamiento entre la placa base y el hormigón
- b) la resistencia a cortante de los pernos de anclaje

La comprobación de resistencia de la superficie de hormigón frente a las tensiones de contacto, y la de las regiones circundantes en la masa de éste para los esfuerzos internos necesarios para equilibrar los de contacto se realizará de acuerdo a la instrucción aplicable a los elementos estructurales de hormigón armado.

Finalmente, con el objetivo de procurar un sistema bastante homogéneo entre las placas de anclaje implantadas en la obra, se considera apropiada la segregación de estos elementos en varios grupos.

- Grupo 1: (Placas de anclaje de los pilares principales de las esquinas)

N1, N3, N53 y N51

- Grupo 2: (Placas de anclaje de los pilares principales)

N6, N8, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46 y N48

- Grupo 3: (Placas de anclaje del pilar izquierdo 2º pódico)

N11

- Grupo 4: (Placas de anclaje de los pilarillos)

N56, N72, N73 y N76

- Grupo 5: (Placas de anclaje de los pilarillos primer pódico)

N131 y N132

- Grupo 6: (Placas de anclaje del pilarillo del ultimo pódico E')

N59

- Grupo 7: (Placas de anclaje de los pilarillos puerta industriales)

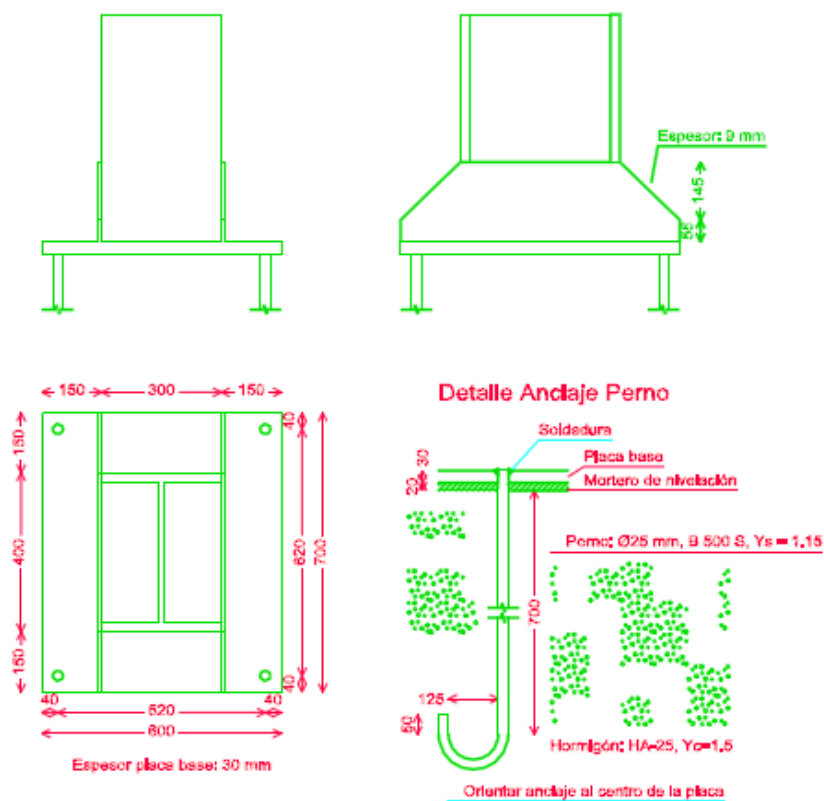
N57, N58, N64 y N65

- Grupo 8: (Placas de anclaje de los pilarillos de las puertas contraincendios)
N89 y N90

De modo que, según la clasificación descrita anteriormente, las placas de anclaje empleadas en este proyecto responden ante las siguientes descripciones:

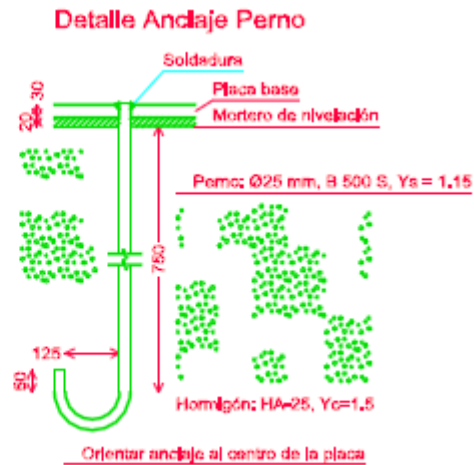
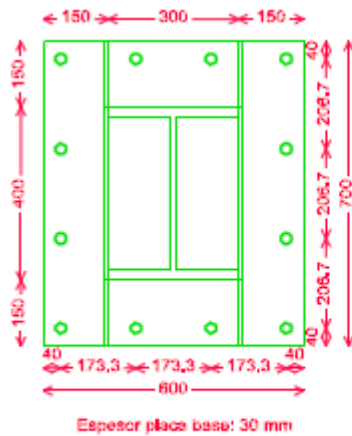
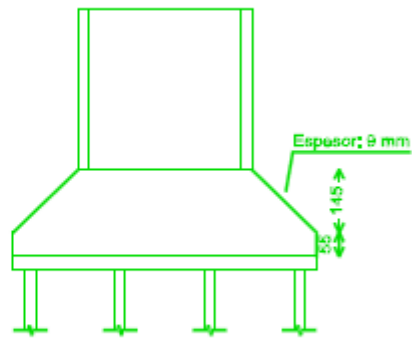
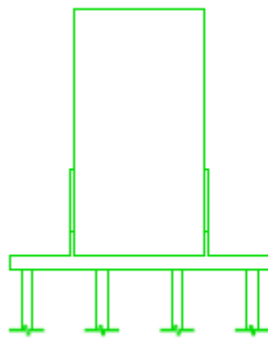
GRUPO 1

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3,N51,N53	Ancho X: 600 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 30 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x55x9.0)	4Ø25 mm L=70 cm Gancho a 180 grados



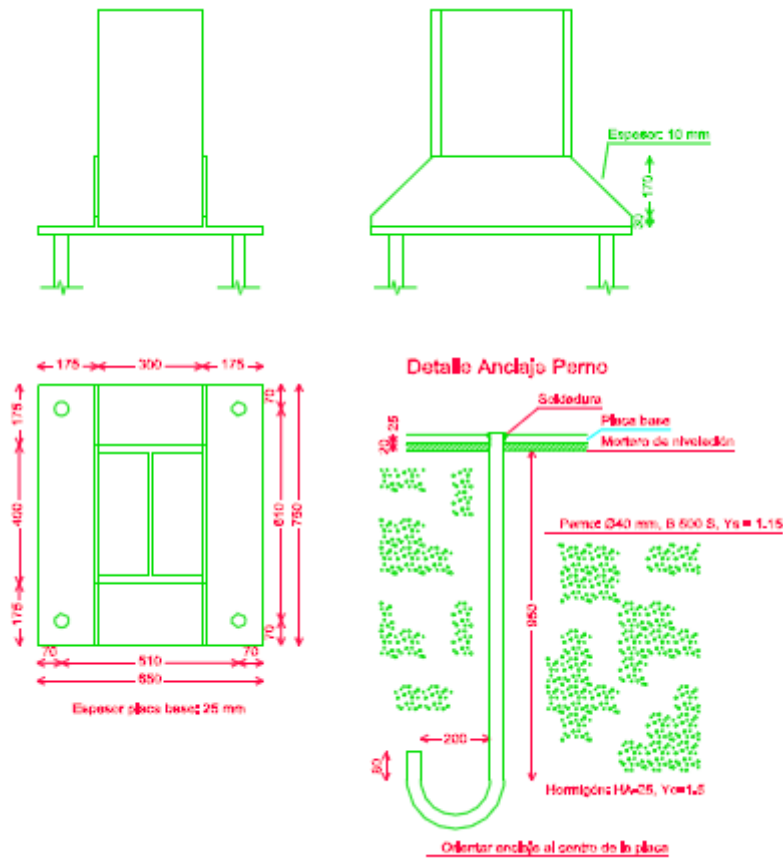
GRUPO 2

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N6,N8,N13, N16,N18,N21,N23, N26,N28,N31, N33,N36,N38, N41,N43,N46, N48	Ancho X: 600 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 30 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x55x9.0)	12Ø25 mm L=75 cm Gancho a 180 grados



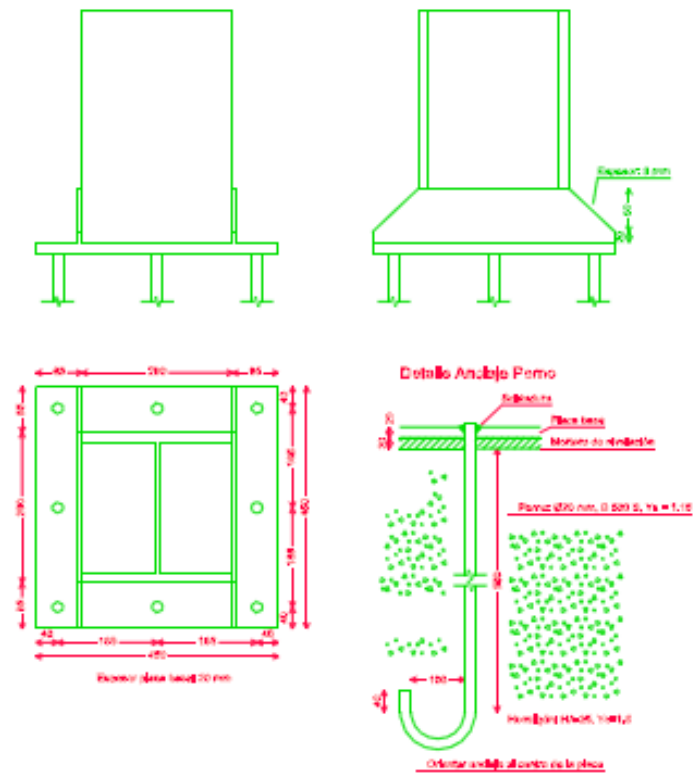
GRUPO 3

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N11	Ancho X: 650 mm Ancho Y: 750 mm Espesor: 25 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x30x10.0)	4Ø40 mm L=95 cm Gancho a 180 grados



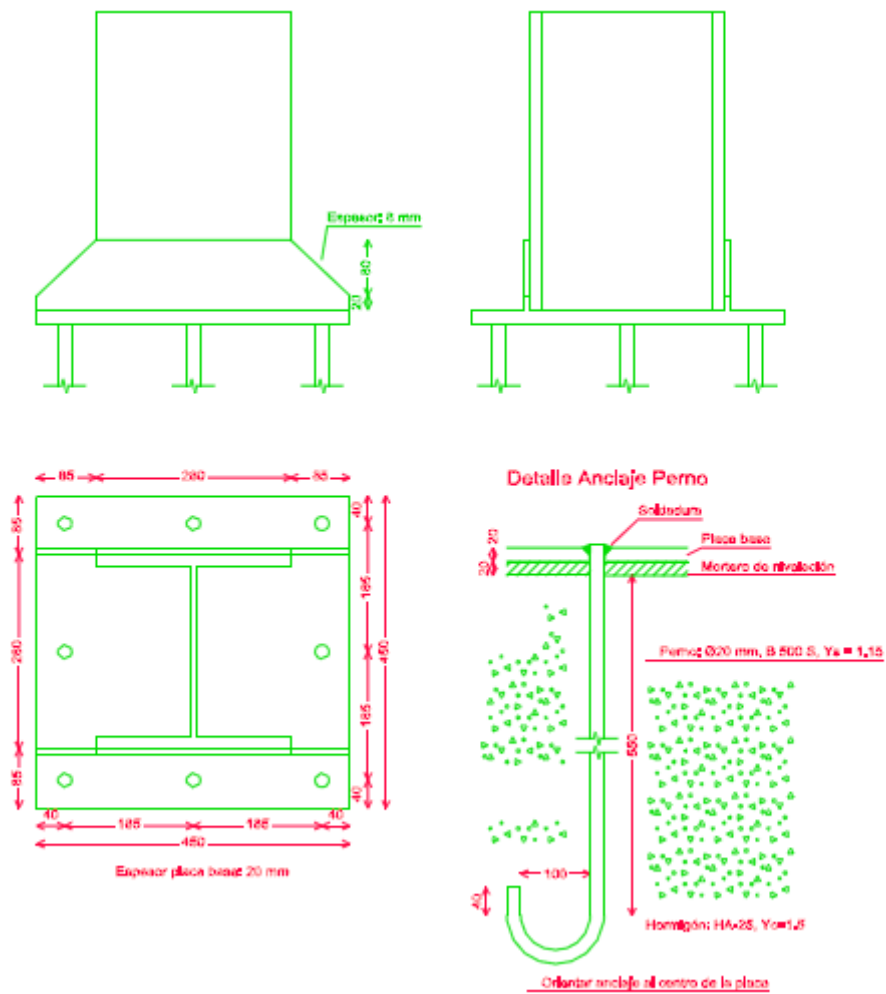
GRUPO 4

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N56,N72,N73, N76	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x20x8.0)	8Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados



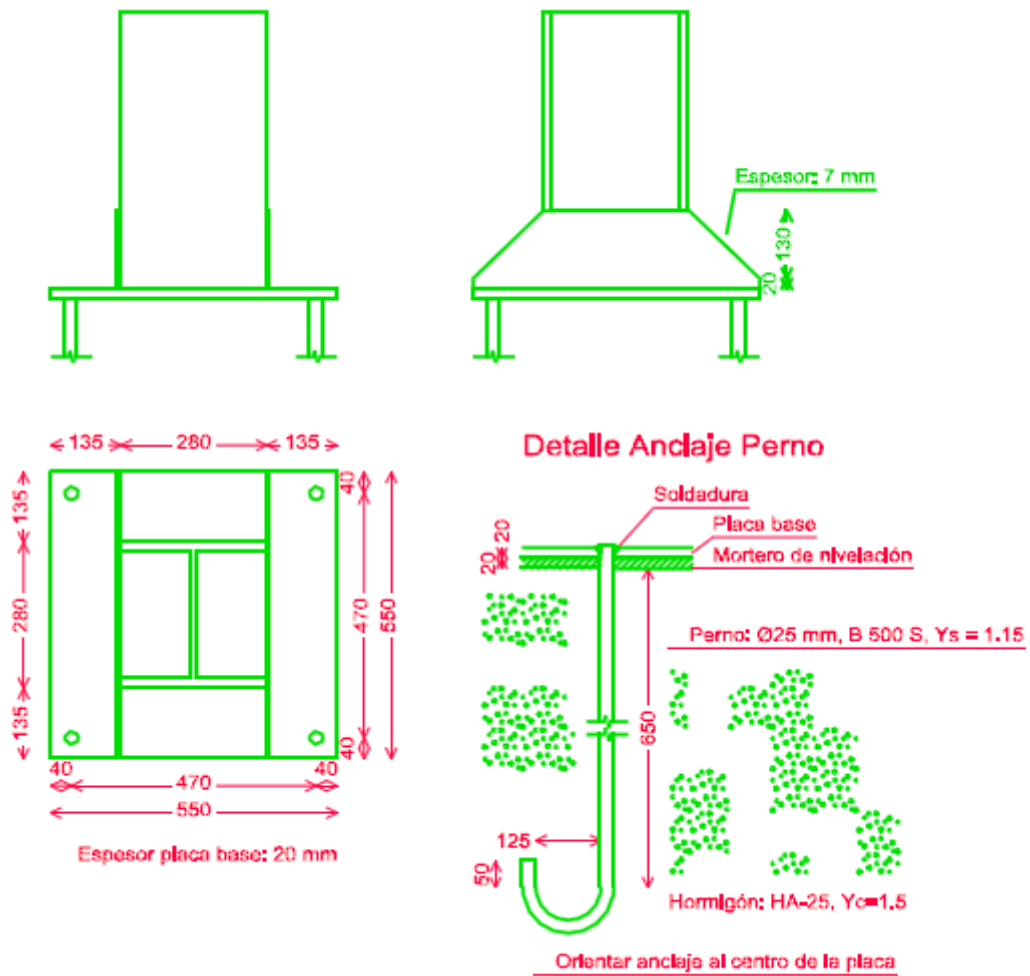
GRUPO 5

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N131,N132	Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: 2(100x20x8.0) Paralelos Y: -	8Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados



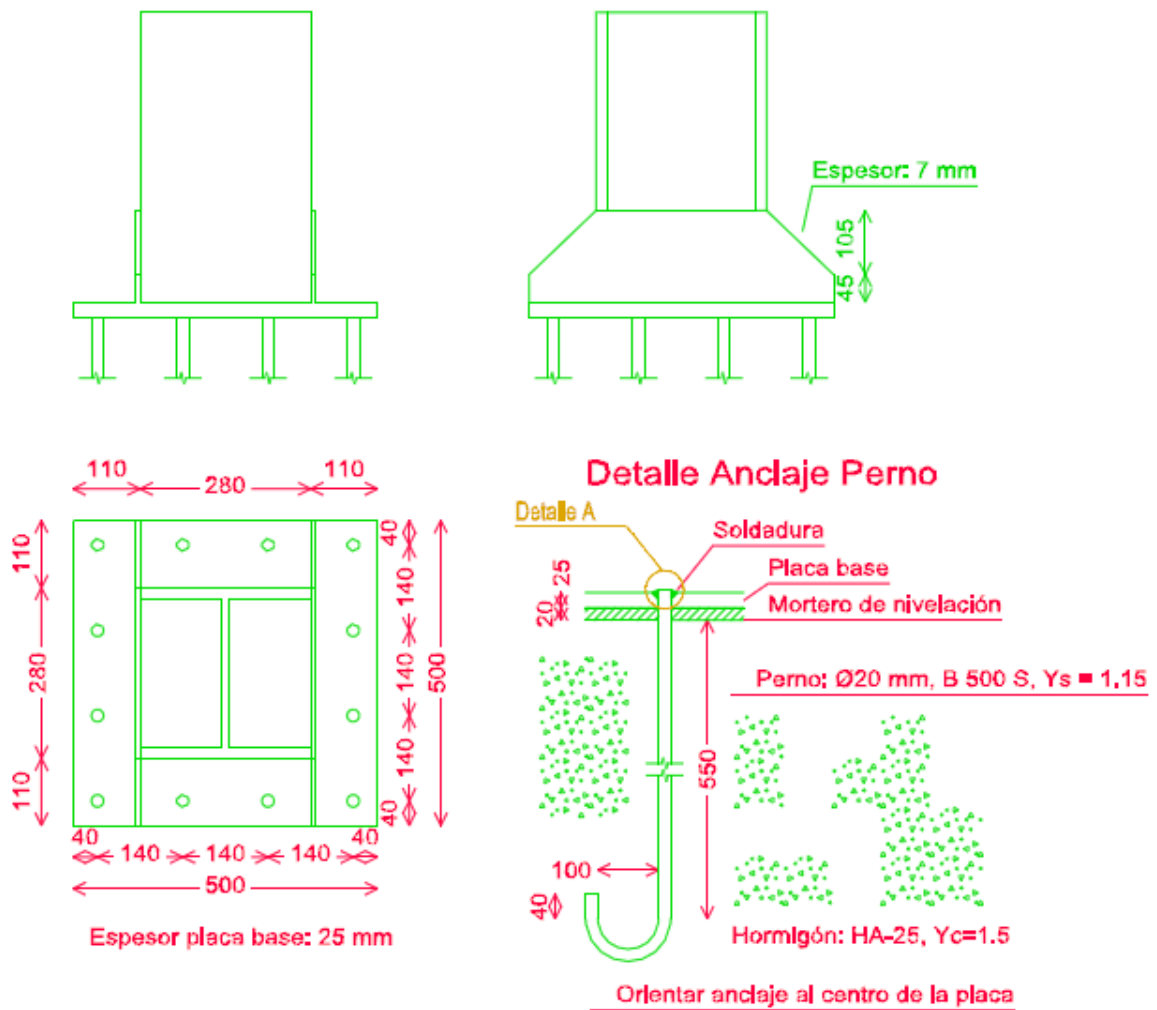
GRUPO 6

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N59	Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x20x7.0)	4Ø25 mm L=65 cm Gancho a 180 grados



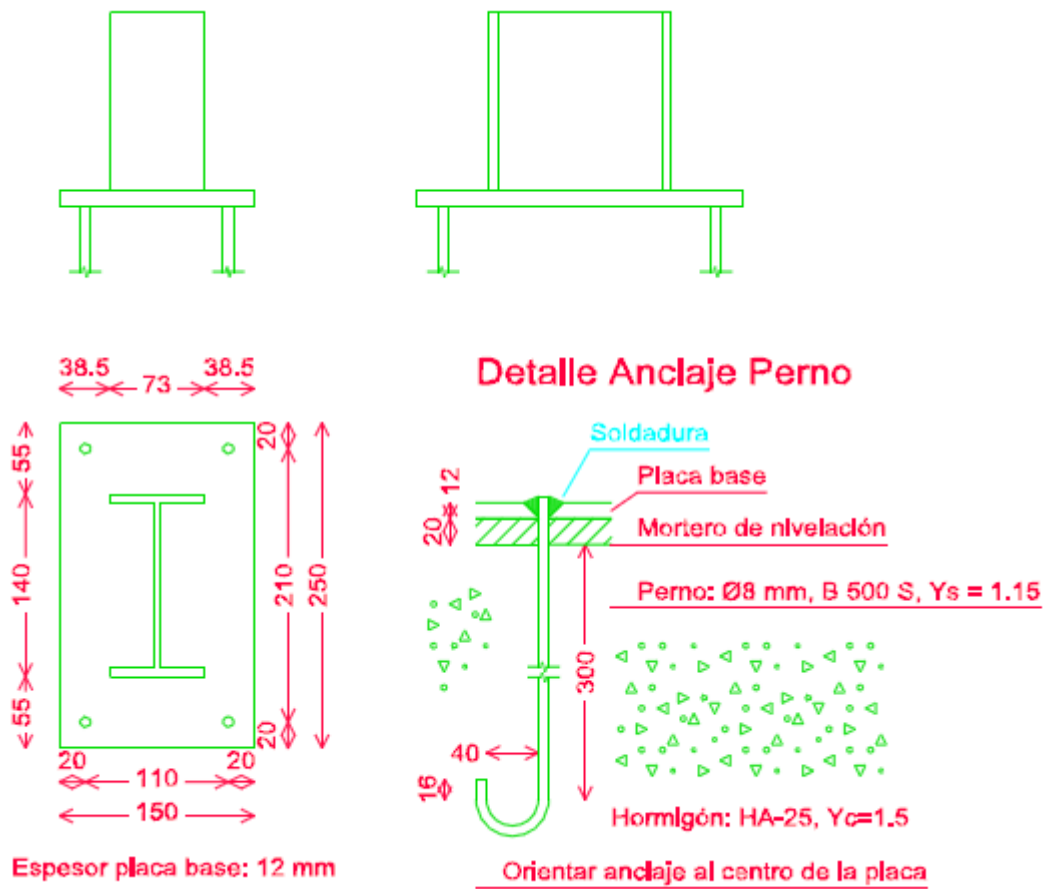
GRUPO 7

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N57,N58,N64, N65	Ancho X: 500 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 25 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x45x7.0)	12Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados



GRUPO 8

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N89,N90	Ancho X: 150 mm Ancho Y: 250 mm Espesor: 12 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø8 mm L=30 cm Gancho a 180 grados



3.1.10.3.1 Medición

En esta ocasión la medición se lleva a cabo en dos apartados, por un lado, la medición propia de las placas de anclaje y, por otro lado, la medición de los pernos de dichas placas.

Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N3, N51, N53	S275	4 x 115.62	
N6, N8, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48	S275	17 x 115.62	
N11	S275	1 x 114.55	
N56, N72, N73, N76	S275	4 x 36.59	
N57, N58, N64, N65	S275	4 x 56.04	
N59	S275	1 x 54.63	
N89, N90	S275	2 x 3.53	
N131, N132	S275	2 x 36.59	
			3047.92
Totales			3047.92

Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N3, N51, N53	16Ø25 mm L=106 cm	B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	16 x 1.06	16 x 4.09		
N6, N8, N13, N16, N18, N21, N23, N26, N28, N31, N33, N36, N38, N41, N43, N46, N48	204Ø25 mm L=111 cm	B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	204 x 1.11	204 x 4.28		
N11	4Ø40 mm L=149 cm	B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	4 x 1.49	4 x 14.72		
N56, N72, N73, N76	32Ø20 mm L=84 cm	B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	32 x 0.84	32 x 2.07		
N57, N58, N64, N65	48Ø20 mm L=84 cm	B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	48 x 0.84	48 x 2.08		
N59	4Ø25 mm L=100 cm	B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	4 x 1.00	4 x 3.86		
N89, N90	8Ø8 mm L=43 cm	B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	8 x 0.43	8 x 0.17		
N131, N132	16Ø20 mm L=84 cm	B 500 S, Ys = 1.15 (corrugado)	16 x 0.84	16 x 2.07		
					337.69	1213.20
Totales					337.69	1213.20

3.1.10.3.2 Comprobación

A continuación, se manifiestan las comprobaciones pertinentes para la placa de anclaje más desfavorable de cada agrupación.

GRUPO 1

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 4Ø25 mm L=70 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x55x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 520 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.1	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 70 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 194.46 kN Calculado: 128.96 kN Máximo: 136.12 kN Calculado: 15.32 kN Máximo: 194.46 kN Calculado: 150.85 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 196.4 kN Calculado: 121.41 kN	Cumple

Referencia: N1 -Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 4Ø25 mm L=70 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x55x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 253.373 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 412.5 kN Calculado: 14.33 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 116.385 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 68.5919 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 90.3843 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 94.3408 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1879.49	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1392.27	Cumple
- Arriba:	Calculado: 11651.6	Cumple
- Abajo:	Calculado: 13071.7	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 2

Referencia: N26 -Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 12Ø25 mm L=75 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x55x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 174 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltz de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 48.1	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 75 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 208.35 kN Calculado: 161.4 kN Máximo: 145.84 kN Calculado: 12.07 kN Máximo: 208.35 kN Calculado: 178.64 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 196.4 kN Calculado: 143.19 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 294.556 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 412.5 kN Calculado: 10.56 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	

Referencia: N26 -Placa base: Ancho X: 600 mm Ancho Y: 700 mm Espesor: 30 mm -Pernos: 12Ø25 mm L=75 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x55x9.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Derecha:	Calculado: 106.012 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 109.168 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 236.681 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 222.937 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 2327.38	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 2730.26	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4352.89	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5610.14	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa	
	Calculado: 250.845 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 3

Referencia: N11 -Placa base: Ancho X: 650 mm Ancho Y: 750 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø40 mm L=95 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x30x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 120 mm	
	Calculado: 510 mm	Cumple

Referencia: N11 -Placa base: Ancho X: 650 mm Ancho Y: 750 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø40 mm L=95 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x30x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 70 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 47 cm Calculado: 95 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 422.26 kN Calculado: 357.85 kN Máximo: 295.58 kN Calculado: 36.1 kN Máximo: 422.26 kN Calculado: 409.42 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 504 kN Calculado: 318.12 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 257.035 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 550 kN Calculado: 31.56 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 232.894 MPa Calculado: 225.823 MPa Calculado: 236.97 MPa Calculado: 244.437 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple

Referencia: N11 -Placa base: Ancho X: 650 mm Ancho Y: 750 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 4Ø40 mm L=95 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(200x30x10.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 1164.06	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1334.73	Cumple
- Arriba:	Calculado: 4271.71	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4054.14	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa	
	Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 4

Referencia: N56 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x20x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm	
	Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm	
	Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50	
	Calculado: 28.4	Cumple

Referencia: N56 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x20x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 122.23 kN Calculado: 69.56 kN Máximo: 85.56 kN Calculado: 8.87 kN Máximo: 122.23 kN Calculado: 82.23 kN	Cumple Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 125.6 kN Calculado: 65.74 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 214.106 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 220 kN Calculado: 8.1 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha: - Izquierda: - Arriba: - Abajo:	Máximo: 275 MPa Calculado: 108.735 MPa Calculado: 72.9512 MPa Calculado: 130.098 MPa Calculado: 181.873 MPa	Cumple Cumple Cumple Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250 Calculado: 3351.12 Calculado: 3670.77	Cumple Cumple

Referencia: N56 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(100x20x8.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Arriba:	Calculado: 9472.43	Cumple
- Abajo:	Calculado: 6906.77	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 180.341 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 5

Referencia: N131 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x20x8.0) Paralelos Y: -		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 185 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a X:	Máximo: 50 Calculado: 28.4	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		

Referencia: N131 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x20x8.0) Paralelos Y: -		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción:	Máximo: 122.23 kN Calculado: 96.13 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 85.56 kN Calculado: 5.86 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 122.23 kN Calculado: 104.5 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 125.6 kN Calculado: 90.79 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 291.106 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 220 kN Calculado: 5.5 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 163.18 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 149.64 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 200.218 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 101.053 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 7513.06	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 8188.51	Cumple
- Arriba:	Calculado: 1157.43	Cumple
- Abajo:	Calculado: 2469.38	Cumple

Referencia: N131 -Placa base: Ancho X: 450 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 8Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: 2(100x20x8.0) Paralelos Y: -		
Comprobación	Valores	Estado
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 224.087 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 6

Referencia: N59 -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 4Ø25 mm L=65 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x20x7.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 75 mm Calculado: 471 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 37 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltz de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 49.9	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 29 cm Calculado: 65 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante:	Máximo: 180.57 kN Calculado: 148.13 kN Máximo: 126.4 kN Calculado: 16.56 kN	Cumple Cumple

Referencia: N59 -Placa base: Ancho X: 550 mm Ancho Y: 550 mm Espesor: 20 mm -Pernos: 4Ø25 mm L=65 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x20x7.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Tracción + Cortante:	Máximo: 180.57 kN Calculado: 171.78 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 196.4 kN Calculado: 139.88 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 291.302 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 275 kN Calculado: 15.53 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 266.427 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 233.895 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 226.744 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 214.299 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 778.508	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 1005.58	Cumple
- Arriba:	Calculado: 3875.22	Cumple
- Abajo:	Calculado: 4358.63	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 7

Referencia: N64 -Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 12Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x45x7.0)		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 60 mm Calculado: 140 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 30 mm Calculado: 40 mm	Cumple
Esbeltez de rigidizadores: - Paralelos a Y:	Máximo: 50 Calculado: 46	Cumple
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 23 cm Calculado: 55 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón: - Tracción: - Cortante: - Tracción + Cortante:	Máximo: 122.23 kN Calculado: 108.02 kN Máximo: 85.56 kN Calculado: 7.04 kN Máximo: 122.23 kN Calculado: 118.07 kN	Cumple Cumple Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 125.6 kN Calculado: 102.26 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 328.191 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 275 kN Calculado: 6.61 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales: - Derecha:	Máximo: 275 MPa Calculado: 122.329 MPa	Cumple

Referencia: N64 -Placa base: Ancho X: 500 mm Ancho Y: 500 mm Espesor: 25 mm -Pernos: 12Ø20 mm L=55 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada -Rigidizadores: Paralelos X: - Paralelos Y: 2(150x45x7.0)		
Comprobación	Valores	Estado
- Izquierda:	Calculado: 101.685 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 235.551 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 235.349 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 4138.63	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 6256.15	Cumple
- Arriba:	Calculado: 5414.12	Cumple
- Abajo:	Calculado: 5062.19	Cumple
Tensión de Von Mises local: <i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Máximo: 275 MPa Calculado: 196.518 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 8

Referencia: N89 -Placa base: Ancho X: 150 mm Ancho Y: 250 mm Espesor: 12 mm -Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Gancho a 180 grados -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 110 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 20 mm	Cumple

Referencia: N89		
-Placa base: Ancho X: 150 mm Ancho Y: 250 mm Espesor: 12 mm		
-Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Gancho a 180 grados		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud mínima del perno: <i>Se calcula la longitud de anclaje necesaria por adherencia.</i>	Mínimo: 15 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Anclaje perno en hormigón:		
- Tracción:	Máximo: 26.67 kN Calculado: 14.03 kN	Cumple
- Cortante:	Máximo: 18.67 kN Calculado: 1.55 kN	Cumple
- Tracción + Cortante:	Máximo: 26.67 kN Calculado: 16.24 kN	Cumple
Tracción en vástago de pernos:	Máximo: 20.12 kN Calculado: 13.33 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en vástago de pernos:	Máximo: 500 MPa Calculado: 270.783 MPa	Cumple
Aplastamiento perno en placa: <i>Límite del cortante en un perno actuando contra la placa</i>	Máximo: 52.8 kN Calculado: 1.46 kN	Cumple
Tensión de Von Mises en secciones globales:	Máximo: 275 MPa	
- Derecha:	Calculado: 32.7968 MPa	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 32.7361 MPa	Cumple
- Arriba:	Calculado: 262.226 MPa	Cumple
- Abajo:	Calculado: 270.605 MPa	Cumple
Flecha global equivalente: <i>Limitación de la deformabilidad de los vuelos</i>	Mínimo: 250	
- Derecha:	Calculado: 49915.3	Cumple
- Izquierda:	Calculado: 50417.4	Cumple
- Arriba:	Calculado: 352.882	Cumple

Referencia: N89		
-Placa base: Ancho X: 150 mm Ancho Y: 250 mm Espesor: 12 mm		
-Pernos: 4Ø8 mm L=30 cm Gancho a 180 grados		
-Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
- Abajo:	Calculado: 345.071	Cumple
Tensión de Von Mises local:	Máximo: 275 MPa	
<i>Tensión por tracción de pernos sobre placas en voladizo</i>	Calculado: 0 MPa	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3.1.10.4 CIMENTACIÓN

3.1.10.4.1 Elementos de cimentación aislados

Durante el proceso de diseño y estimación de cálculos, se ha procurado optimizar y mantener las prestaciones de la cimentación implantada, para lo cual se ha determinado factible la posibilidad de procurar un resultado de cimentación lo más homogéneo posible.

Mediante la figura anterior, se establecen los códigos de referencia de cada zapata de hormigón armado empleada en la cimentación del presente proyecto.

Asimismo, dadas las circunstancias mencionadas, tal y como se puede apreciar en la figura anterior, existen varios tipos distintos de zapatas implantadas, con lo cual, se pueden establecer una serie de agrupaciones que serán bastante útiles a la hora de establecer descripciones, mediciones e incluso comprobaciones de estos elementos.

Por tanto, los grupos son los siguientes:

- Grupo 1: (Zapatatas de los pilares de las esquinas)

N1, N3, N53 y N51

- Grupo 2: (Zapatatas de los pilares)

N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16,
N11 y N6

- Grupo 3: (Zapatatas de los pilarillos)

N73, N76, N72, N56, N132 y N131

- Grupo 4: (Zapatatas del pilarillo del ultimo p3rtico E')

N59

- Grupo 5: (Zapatatas de los pilarillos de las puertas industriales)

N58, N57, N64 y N65

- Grupo 6: (Zapatatas de los pilarillos de las puertas contraincendios)

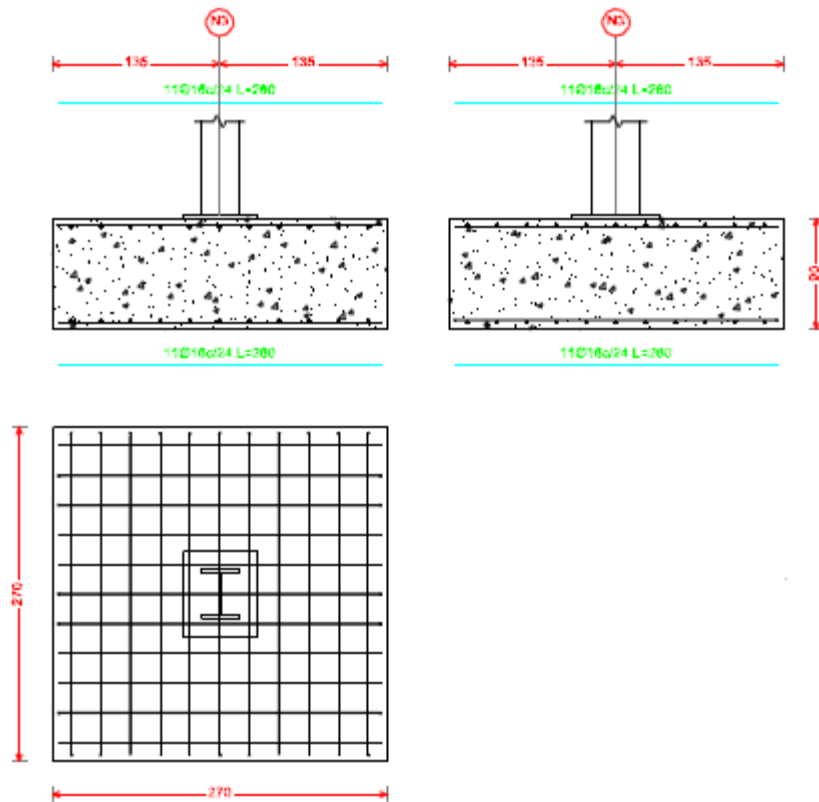
N89 y N90

A continuaci3n, se muestra la figura anterior con una interpretaci3n gr3fica de los elementos y los grupos a los que pertenecen.

Por consiguiente, en lo referente a la descripci3n de los elementos anteriormente agrupados, se establecen las siguientes caracter3sticas:

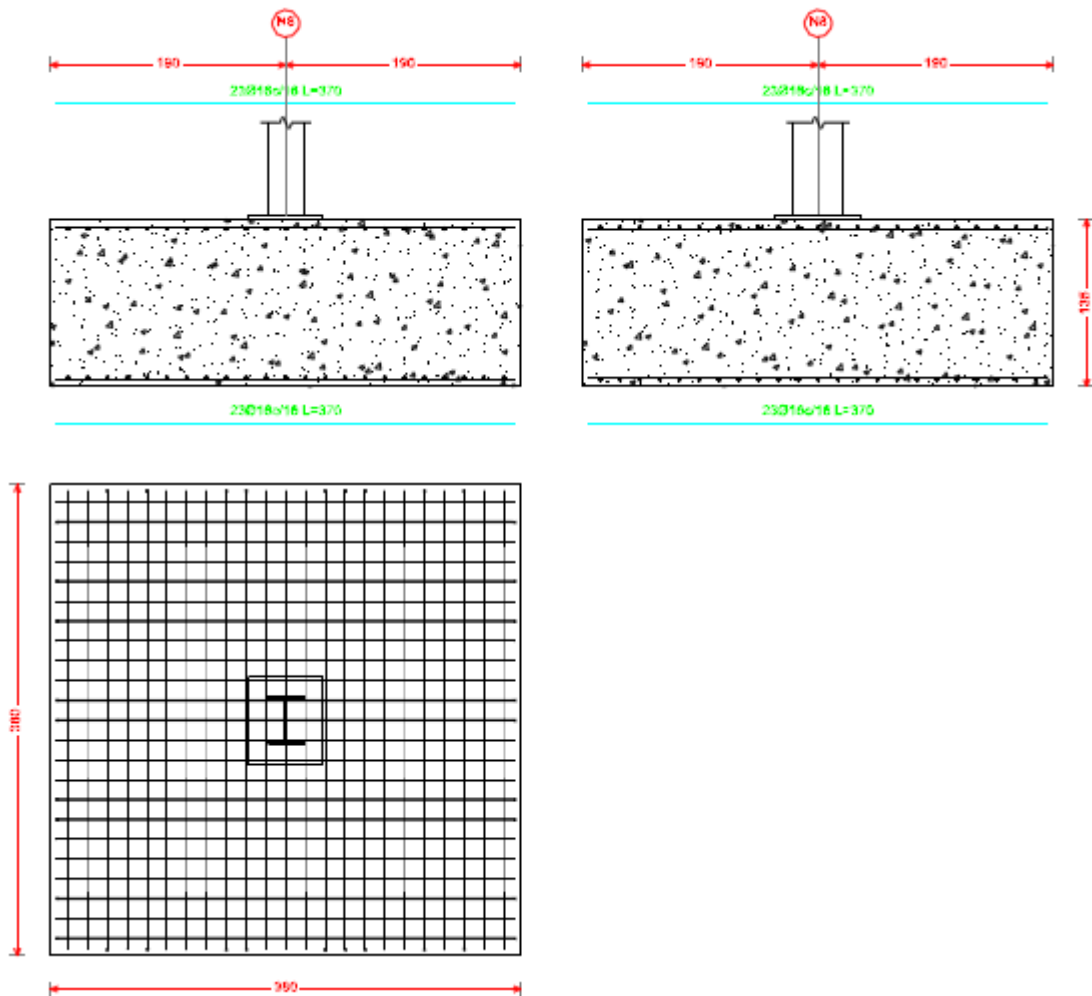
GRUPO 1

Geometría	Armado
Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 135.0 cm Ancho inicial Y: 135.0 cm Ancho final X: 135.0 cm Ancho final Y: 135.0 cm Ancho zapata X: 270.0 cm Ancho zapata Y: 270.0 cm Canto: 90.0 cm	Sup X: 11Ø16c/24 Sup Y: 11Ø16c/24 Inf X: 11Ø16c/24 Inf Y: 11Ø16c/24



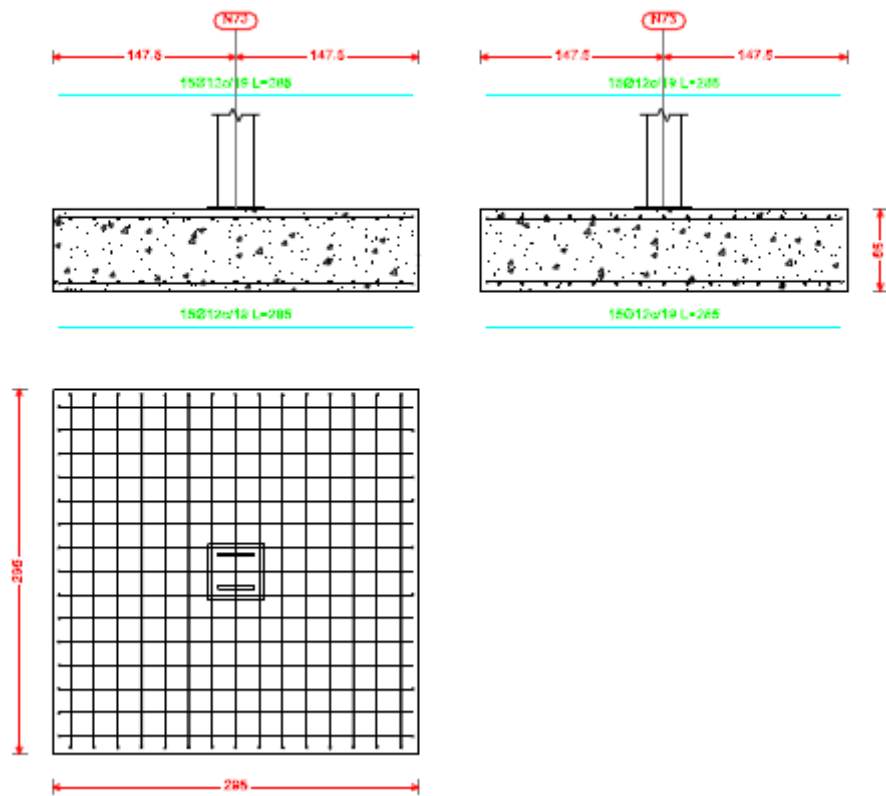
GRUPO 2

Geometría	Armado
Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 190.0 cm Ancho inicial Y: 190.0 cm Ancho final X: 190.0 cm Ancho final Y: 190.0 cm Ancho zapata X: 380.0 cm Ancho zapata Y: 380.0 cm Canto: 135.0 cm	Sup X: 23Ø16c/16 Sup Y: 23Ø16c/16 Inf X: 23Ø16c/16 Inf Y: 23Ø16c/16



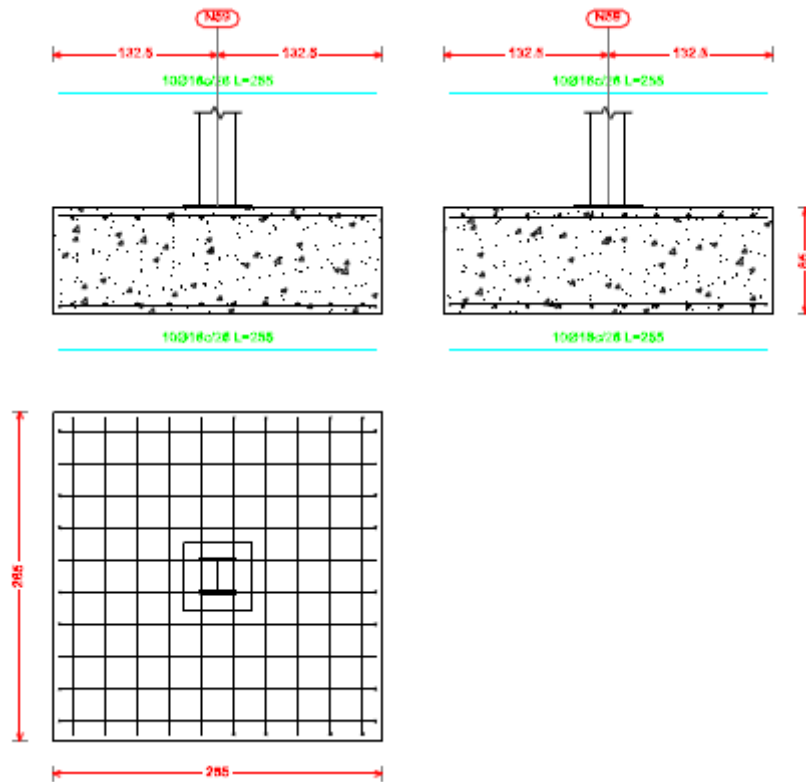
GRUPO 3

Geometría	Armado
Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 147.5 cm Ancho inicial Y: 147.5 cm Ancho final X: 147.5 cm Ancho final Y: 147.5 cm Ancho zapata X: 295.0 cm Ancho zapata Y: 295.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 10Ø16c/29 Sup Y: 10Ø16c/29 Inf X: 10Ø16c/29 Inf Y: 10Ø16c/29



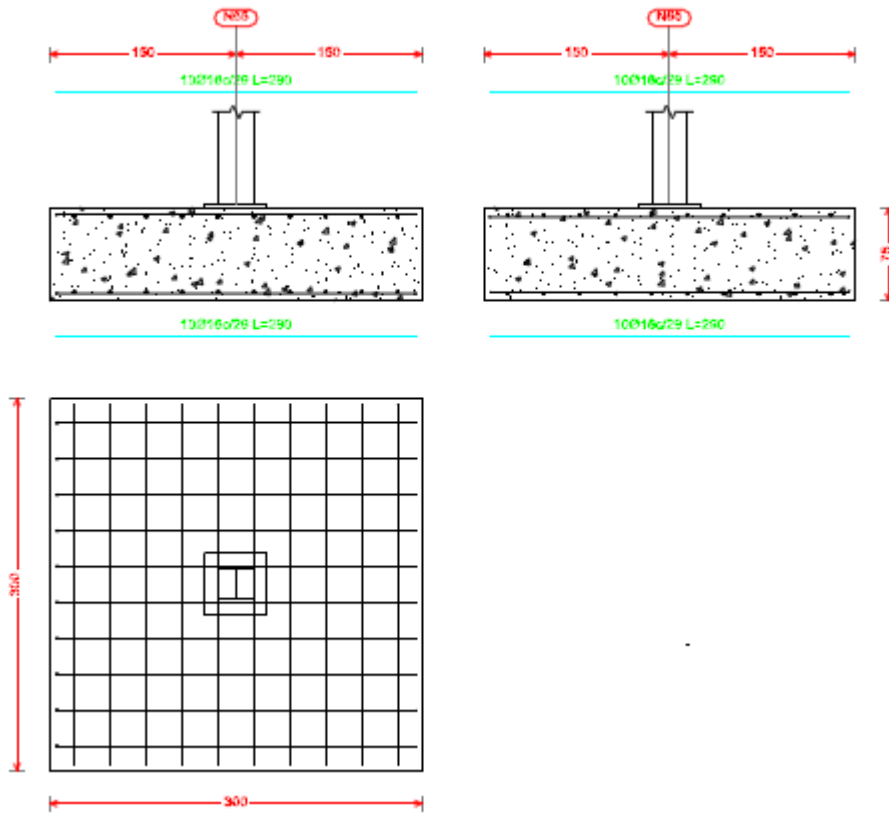
GRUPO 4

Geometría	Armado
Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 147.5 cm Ancho inicial Y: 147.5 cm Ancho final X: 147.5 cm Ancho final Y: 147.5 cm Ancho zapata X: 295.0 cm Ancho zapata Y: 295.0 cm Canto: 85.0 cm	Sup X: 10Ø16c/29 Sup Y: 10Ø16c/29 Inf X: 10Ø16c/29 Inf Y: 10Ø16c/29



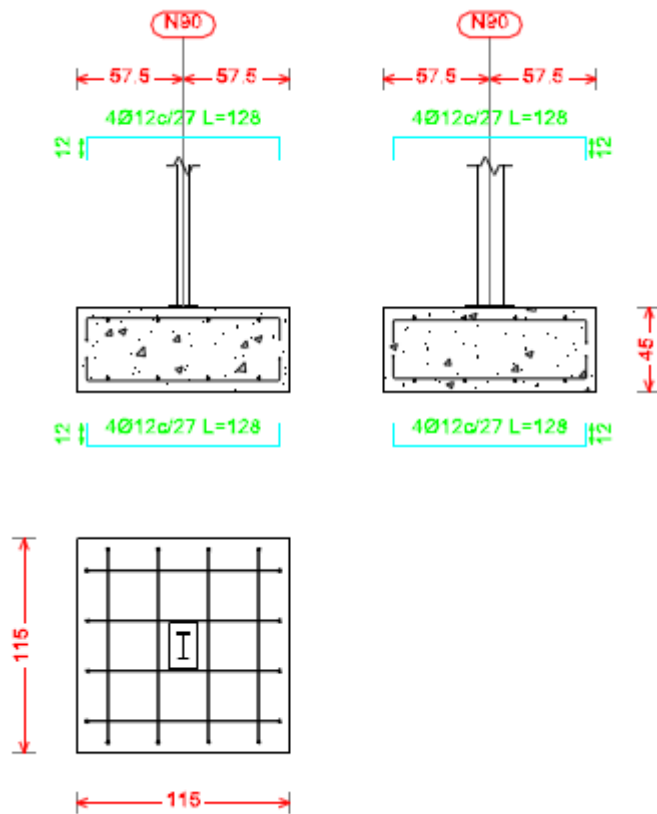
GRUPO 5

Geometría	Armado
Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 150.0 cm Ancho inicial Y: 150.0 cm Ancho final X: 150.0 cm Ancho final Y: 150.0 cm Ancho zapata X: 300.0 cm Ancho zapata Y: 300.0 cm Canto: 75.0 cm	Sup X: 10Ø16c/29 Sup Y: 10Ø16c/29 Inf X: 10Ø16c/29 Inf Y: 10Ø16c/29



GRUPO 6

Geometría	Armado
Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 57.5 cm Ancho inicial Y: 57.5 cm Ancho final X: 57.5 cm Ancho final Y: 57.5 cm Ancho zapata X: 115.0 cm Ancho zapata Y: 115.0 cm Canto: 45.0 cm	Sup X: 4Ø12c/27 Sup Y: 4Ø12c/27 Inf X: 4Ø12c/27 Inf Y: 4Ø12c/27



Medición

A continuación se llevan a cabo las mediciones pertinentes según las agrupaciones descritas.

GRUPO 1

Referencias: N1, N3, N53 y N51		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	11x2.60	28.60
	Peso (kg)	11x4.10	45.14
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.60	28.60
	Peso (kg)	11x4.10	45.14
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	11x2.60	28.60
	Peso (kg)	11x4.10	45.14
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	11x2.60	28.60
	Peso (kg)	11x4.10	45.14
Totales	Longitud (m)	114.40	
	Peso (kg)	180.56	180.56
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	125.84	
	Peso (kg)	198.62	198.62

GRUPO 2

Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	23x3.70	85.10
	Peso (kg)	23x5.84	134.32
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	23x3.70	85.10
	Peso (kg)	23x5.84	134.32
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	23x3.70	85.10
	Peso (kg)	23x5.84	134.32
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	23x3.70	85.10
	Peso (kg)	23x5.84	134.32
Totales	Longitud (m)	340.40	
	Peso (kg)	537.28	537.28
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	374.44	
	Peso (kg)	591.01	591.01

GRUPO 3

Referencias: N73, N76, N72, N56, N132 y N131		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x2.85	28.50
	Peso (kg)	10x4.50	44.98
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.85	28.50
	Peso (kg)	10x4.50	44.98
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	10x2.85	28.50
	Peso (kg)	10x4.50	44.98
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.85	28.50
	Peso (kg)	10x4.50	44.98
Totales	Longitud (m)	114.00	
	Peso (kg)	179.92	179.92
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	125.40	
	Peso (kg)	197.91	197.91

GRUPO 4

Referencia: N59		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x2.85	28.50
	Peso (kg)	10x4.50	44.98
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.85	28.50
	Peso (kg)	10x4.50	44.98
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	10x2.85	28.50
	Peso (kg)	10x4.50	44.98
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.85	28.50
	Peso (kg)	10x4.50	44.98
Totales	Longitud (m)	114.00	
	Peso (kg)	179.92	179.92
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	125.40	
	Peso (kg)	197.91	197.91

GRUPO 5

Referencias: N58, N57, N64 y N65		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	10x2.90	29.00
	Peso (kg)	10x4.58	45.77
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.90	29.00
	Peso (kg)	10x4.58	45.77
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	10x2.90	29.00
	Peso (kg)	10x4.58	45.77
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	10x2.90	29.00
	Peso (kg)	10x4.58	45.77
Totales	Longitud (m)	116.00	
	Peso (kg)	183.08	183.08
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	127.60	
	Peso (kg)	201.39	201.39

GRUPO 6

Referencias: N89 y N90		B 500 S, Ys=1.15	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	4x1.28	5.12
	Peso (kg)	4x1.14	4.55
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.28	5.12
	Peso (kg)	4x1.14	4.55
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	4x1.28	5.12
	Peso (kg)	4x1.14	4.55
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.28	5.12
	Peso (kg)	4x1.14	4.55
Totales	Longitud (m)	20.48	
	Peso (kg)	18.20	18.20
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	22.53	
	Peso (kg)	20.02	20.02

RESUMEN DE MEDICIÓN (se incluyen mermas de acero)

Elemento	B 500 S, Ys=1.15 (kg)			Hormigón (m³)	
	Ø12	Ø16	Total	HA-25, Yc=1.5	Limpieza
Referencias: N3, N53 y N51		3x198.62	595.86	3x6.56	3x0.73
Referencias: N8, N13, N18, N23, N28, N33, N38, N43, N48, N46, N41, N36, N31, N26, N21, N16, N11 y N6		18x591.01	10638.18	18x19.49	18x1.44
Referencias: N89 y N90	2x20.02		40.04	2x0.60	2x0.13
Referencia: N59		197.91	197.91	7.40	0.87
Referencias: N73, N76, N72, N56, N132 y N131		6x197.91	1187.46	6x6.53	6x0.87
Referencias: N58, N57, N64 y N65		4x201.39	805.56	4x6.75	4x0.90
Referencia: N1		204.35	204.35	6.56	0.73
Totales	40.04	13629.32	13669.36	451.88	38.86

Comprobación

Las comprobaciones mostradas a continuación corresponden a la zapata más desfavorable de cada agrupación.

GRUPO 1

Referencia: N3		
Dimensiones: 270 x 270 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0341388 MPa	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 270 x 270 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.028449 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0791667 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata:		
<i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 170.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 11.6 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 31.82 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 118.83 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 18.44 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 120.17 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 40.2 kN/m ²	Cumple
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 90 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N3:	Mínimo: 78 cm Calculado: 82 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 270 x 270 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 24 cm	Cumple

Referencia: N3		
Dimensiones: 270 x 270 x 90		
Armados: Xi:Ø16c/24 Yi:Ø16c/24 Xs:Ø16c/24 Ys:Ø16c/24		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 24 cm	Cumple
Longitud de anclaje:		
<i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 34 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 29 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 2

Referencia: N8		
Dimensiones: 380 x 380 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0438507 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0756351 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.08829 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 2256.5 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 44.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 81.27 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 310.36 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 22.86 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 96.92 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 74.1 kN/m ²	Cumple

Referencia: N8		
Dimensiones: 380 x 380 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 135 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N8:	Mínimo: 83 cm Calculado: 127 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple

Referencia: N8		
Dimensiones: 380 x 380 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 48 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 48 cm	Cumple

Referencia: N8		
Dimensiones: 380 x 380 x 135		
Armados: Xi:Ø16c/16 Yi:Ø16c/16 Xs:Ø16c/16 Ys:Ø16c/16		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 48 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 3

Referencia: N72		
Dimensiones: 295 x 295 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0602334 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0596448 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0659232 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 445.1 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 532.5 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 159.29 kN·m	Cumple

Referencia: N72		
Dimensiones: 295 x 295 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección Y:	Momento: 160.02 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 116.44 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 117.43 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ²	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 513.7 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:	Mínimo: 25 cm	
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N72:	Mínimo: 62 cm Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión:		
<i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0004	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple

Referencia: N72		
Dimensiones: 295 x 295 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 63 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple

Referencia: N72		
Dimensiones: 295 x 295 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 4

Referencia: N59		
Dimensiones: 295 x 295 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.026487 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0250155 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0538569 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 4563.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 45.7 %	Cumple
Flexión en la zapata:		

Referencia: N59		
Dimensiones: 295 x 295 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- En dirección X:	Momento: 23.51 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 104.32 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 14.52 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 80.15 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 50.4 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>		
	Mínimo: 25 cm Calculado: 85 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N59:	Mínimo: 73 cm Calculado: 77 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.0009	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.0009 Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0003	Cumple
- Armado superior dirección X:	Mínimo: 0.0001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple

Referencia: N59		
Dimensiones: 295 x 295 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 16 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 29 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 29 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>		
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm Calculado: 52 cm	Cumple

Referencia: N59		
Dimensiones: 295 x 295 x 85		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm Calculado: 53 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm Calculado: 52 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm Calculado: 52 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 5

Referencia: N65		
Dimensiones: 300 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0330597 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0265851 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.067689 MPa	Cumple

Referencia: N65		
Dimensiones: 300 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 3394.6 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 12.4 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 30.58 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 186.10 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 22.66 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 174.52 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes:	Máximo: 5000 kN/m ²	
<i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Calculado: 79.2 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo:		
<i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm	
	Calculado: 75 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N65:	Mínimo: 61 cm	
	Calculado: 67 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima:		
<i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 0.0009	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: N65		
Dimensiones: 300 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Cuantía mínima necesaria por flexión:</p> <p><i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Calculado: 0.001</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0005</p> <p>Mínimo: 0.0001</p> <p>Mínimo: 0.0002</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Diámetro mínimo de las barras:</p> <p><i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i></p> <p>- Parrilla inferior:</p> <p>- Parrilla superior:</p>	<p>Mínimo: 12 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p> <p>Calculado: 16 mm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación máxima entre barras:</p> <p><i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Máximo: 30 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Separación mínima entre barras:</p> <p><i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inferior dirección X:</p> <p>- Armado inferior dirección Y:</p> <p>- Armado superior dirección X:</p> <p>- Armado superior dirección Y:</p>	<p>Mínimo: 10 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p> <p>Calculado: 29 cm</p>	<p></p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

Referencia: N65		
Dimensiones: 300 x 300 x 75		
Armados: Xi:Ø16c/29 Yi:Ø16c/29 Xs:Ø16c/29 Ys:Ø16c/29		
Comprobación	Valores	Estado
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Calculado: 64 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 16 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Mínimo: 19 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Mínimo: 19 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 6

Referencia: N89		
Dimensiones: 115 x 115 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
Tensiones sobre el terreno: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>		
- Tensión media en situaciones persistentes:	Máximo: 0.1962 MPa Calculado: 0.0192276 MPa	Cumple
- Tensión máxima en situaciones persistentes sin viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.014715 MPa	Cumple

Referencia: N89		
Dimensiones: 115 x 115 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Tensión máxima en situaciones persistentes con viento:	Máximo: 0.24525 MPa Calculado: 0.0384552 MPa	Cumple
Vuelco de la zapata: <i>Si el % de reserva de seguridad es mayor que cero, quiere decir que los coeficientes de seguridad al vuelco son mayores que los valores estrictos exigidos para todas las combinaciones de equilibrio.</i>		
- En dirección X:	Reserva seguridad: 25328.8 %	Cumple
- En dirección Y:	Reserva seguridad: 6.8 %	Cumple
Flexión en la zapata:		
- En dirección X:	Momento: 0.00 kN·m	Cumple
- En dirección Y:	Momento: 5.84 kN·m	Cumple
Cortante en la zapata:		
- En dirección X:	Cortante: 0.39 kN	Cumple
- En dirección Y:	Cortante: 14.91 kN	Cumple
Compresión oblicua en la zapata:		
- Situaciones persistentes: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Máximo: 5000 kN/m ² Calculado: 11.5 kN/m ²	Cumple
Canto mínimo: <i>Artículo 58.8.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 45 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación:		
- N89:	Mínimo: 32 cm Calculado: 38 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Artículo 42.3.5 de la norma EHE-08</i>		
- Armado inferior dirección X:	Mínimo: 0.0009 Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 0.001	Cumple

Referencia: N89		
Dimensiones: 115 x 115 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 0.001	Cumple
Cuantía mínima necesaria por flexión: <i>Artículo 42.3.2 de la norma EHE-08</i>	Calculado: 0.001	
- Armado inferior dirección Y:	Mínimo: 0.0002	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Mínimo: 0.0001	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 58.8.2 (norma EHE-08)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 58.8.2 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 27 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 27 cm	Cumple

Referencia: N89		
Dimensiones: 115 x 115 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
<p>Longitud de anclaje:</p> <p><i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i></p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado sup. dirección Y hacia abajo:</p>	<p>Mínimo: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Mínimo: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Mínimo: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p> <p>Mínimo: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p> <p>Mínimo: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Mínimo: 22 cm</p> <p>Calculado: 22 cm</p> <p>Mínimo: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p> <p>Mínimo: 18 cm</p> <p>Calculado: 18 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>
<p>Longitud mínima de las patillas:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado inf. dirección X hacia izq:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia arriba:</p> <p>- Armado inf. dirección Y hacia abajo:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia der:</p> <p>- Armado sup. dirección X hacia izq:</p>	<p>Mínimo: 12 cm</p> <p>Calculado: 12 cm</p> <p>Calculado: 12 cm</p> <p>Calculado: 12 cm</p> <p>Calculado: 12 cm</p> <p>Calculado: 12 cm</p> <p>Calculado: 12 cm</p>	<p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p> <p>Cumple</p>

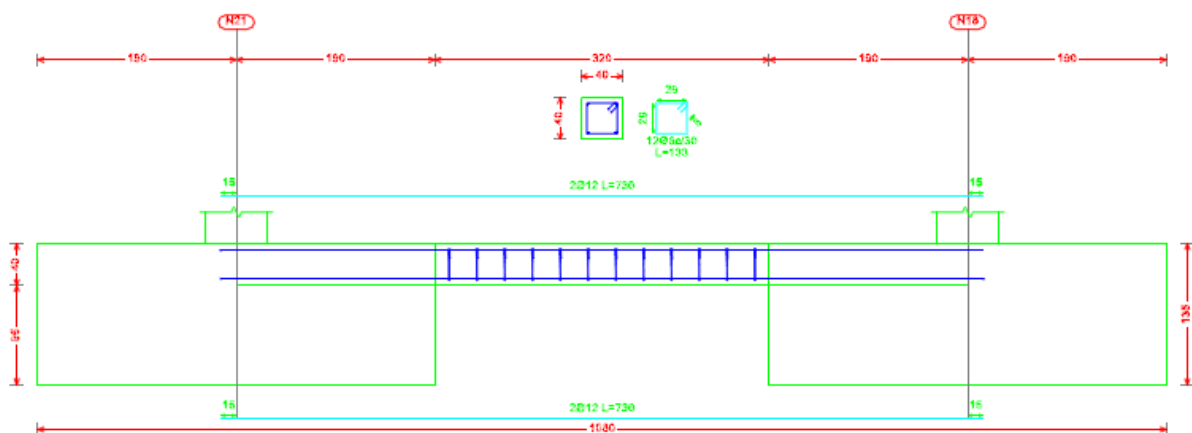
Referencia: N89		
Dimensiones: 115 x 115 x 45		
Armados: Xi:Ø12c/27 Yi:Ø12c/27 Xs:Ø12c/27 Ys:Ø12c/27		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 12 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3.1.10.4.2 Vigas

Se disponen vigas de arriostramiento entre las zapatas con el fin de proporcionar mayor estabilidad a la estructura e impedir desplazamientos horizontales.

Todas las vigas de cimentación implantadas responden a la siguiente descripción:

Geometría	Armado
Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30



Sin embargo, lo único que varía es la longitud de estas, por lo que estudiaremos las más desfavorables, que en este caso particular, serán las de mayor longitud, la viga de cimentación entre los pilares de los pórticos y entre los pilarillos de las puerta principales.

Medición

A continuación se llevan a cabo las mediciones pertinentes según las agrupaciones descritas.

ENTRE PILARES

Referencias: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N73], C [N48-N53], C [N53-N59], C [N59-N73], C [N56-N72], C [N72-N76], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N72], C [N46-N41], C [N41-N76], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x7.30	14.60
	Peso (kg)		2x6.48	12.96
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x7.30	14.60
	Peso (kg)		2x6.48	12.96
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	14x1.33		18.62
	Peso (kg)	14x0.52		7.35
Totales	Longitud (m)	18.62	29.20	
	Peso (kg)	7.35	25.92	33.27
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	20.48	32.12	
	Peso (kg)	8.09	28.51	36.60

ENTRE PILARILLOS (puertas industriales)

Referencias: C [N58-N57] y C [N64-N65]		B 500 S, Ys=1.15		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x8.30	16.60
	Peso (kg)		2x7.37	14.74
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x8.30	16.60
	Peso (kg)		2x7.37	14.74
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	18x1.33		23.94
	Peso (kg)	18x0.52		9.45
Totales	Longitud (m)	23.94	33.20	
	Peso (kg)	9.45	29.48	38.93
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	26.33	36.52	
	Peso (kg)	10.40	32.42	42.82

Comprobación

Según el criterio de agrupación definido anteriormente, se exponen las comprobaciones de las vigas de atado de la cimentación que intervienen en este proyecto.

ENTRE PILARES

Referencia: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N73], C [N48-N53], C [N53-N59], C [N59-N73], C [N56-N72], C [N72-N76], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N72], C [N46-N41], C [N41-N76], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple

Referencia: C [N3-N8], C [N8-N13], C [N13-N18], C [N18-N23], C [N28-N33], C [N33-N38], C [N38-N43], C [N43-N48], C [N48-N73], C [N48-N53], C [N53-N59], C [N59-N73], C [N56-N72], C [N72-N76], C [N56-N51], C [N51-N46], C [N46-N72], C [N46-N41], C [N41-N76], C [N41-N36], C [N36-N31], C [N31-N26], C [N26-N21], C [N21-N16], C [N16-N11], C [N11-N6] y C [N6-N1]) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	 Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ENTRE PILARILLOS (puertas industriales)

Referencia: C.1 [N58-N57] y C.1 [N64-N65] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 69.4.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	 Cumple Cumple

Referencia: C.1 [N58-N57] y C.1 [N64-N65] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-08</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-08</i> - Armadura superior: - Armadura inferior:	Máximo: 30 cm Calculado: 26 cm Calculado: 26 cm	Cumple Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3.1.11 SOLERA

A continuación, se establece una pequeña estimación sobre la solera a implantar sujeta a posibles modificaciones de mejora. Según la norma NTE-RSS referente a soleras, en locales con una sobrecarga estática prevista superior a 5 t/m², se utilizan soleras pesadas (RSS-6).

Este tipo de solera se compone de una capa inicial de arena de río con tamaño máximo de grano 0,5 cm de espesor, extendida sobre el terreno compactado mecánicamente. Esta capa se terminará enrasándola previo compactado en dos capas.

A continuación se dispone una lámina aislante de polietileno y después se pone una capa de hormigón de resistencia característica 250 kg/cm², formando una capa de 20 cm de espesor, extendido sobre la lámina aislante. Normalmente la superficie se terminará mediante reglado y el curado del hormigón se realizará mediante riego que no produzca deslavado.

En la mayor parte de las naves, sin procesos industriales, es necesario y suficiente un acabado antipolvo y antideslizante, si bien pueden utilizarse recubrimientos con otro material cuando existan requisitos especiales (estéticos, señalización, circunstancias especial es de desgaste, etc.).

Además, se incluirá una junta de contorno, a modo de separación, alrededor de cualquier elemento que interrumpa la solera, como en los pilares, y se colocará antes de verter el hormigón. El separador tendrá una altura igual al espesor de la capa de hormigón.

3.1.12 SANEAMIENTO Y FONTANERÍA

Se prevén dos instalaciones independientes, una instalación de recogida de aguas fecales y otra de recogida de aguas pluviales para la red de Saneamiento.

3.1.12.1 INSTALACIÓN DE RECOGIDA DE AGUAS PLUVIALES

En este apartado se explica la instalación de evacuación de aguas pluviales referente a la red de saneamiento y se calcula cuáles son las dimensiones necesarias de los elementos que componen dicha instalación.

El material que se va a utilizar para los tubos es el plástico de P.V.C. Aunque este material suele ser más caro que el fibrocemento, tiene una superficie menos rugosa, evitándose que se produzcan acumulaciones de agua.

Para el dimensionamiento de los elementos que forman parte de esta instalación, se hace uso de la NTE-ISS referente a saneamiento. Además, como se viene haciendo a lo largo de este proyecto, se cumplirán las prescripciones que establece el CTE en su Documento Básico de Salubridad (DB-HS).

Antes de comenzar con el dimensionamiento, es necesario conocer algunos datos:

- Superficie de cerramiento correspondiente a cada zona de canalización. Para ello, se tendrá en cuenta la proyección horizontal de los sumideros.
- Intensidad pluviométrica de la zona.
- Inclinación de los tubos.

Los tubos tendrán una inclinación distinta dependiendo de la zona de la nave en la que se encuentren. Por un lado están los tubos verticales (bajantes) y por el otro los tubos de evacuación de agua en general. Los tubos verticales se encargarán

de evacuar el agua a la tubería general, que se encuentra soterrada, de manera que se considera que los tubos verticales tienen una pendiente mayor que el 100%.

Por otro lado se encuentra la tubería general, situada bajo tierra, que evacua el agua proveniente de las bajantes a la arqueta, con una inclinación del 2%.

Los tubos serán de sección constante en toda su longitud y se calcularán para un caudal máximo.

El agua que proviene de la lluvia se recogerá en los canalones para después, a través de los sumideros, ser evacuada por las bajantes hasta llegar a los colectores situados bajo tierra. De ahí pasará a las arquetas para llegar finalmente a la red de saneamiento general del polígono industrial.

3.1.12.1.1 Sumideros

La disposición de los sumideros está regulada por el documento DB-SE-HS del Código Técnico. Son los orificios que se hacen en los canalones que sirven de unión con las bajantes y facilitan la evacuación de las aguas pluviales recogidas en la cubierta de la nave.

El cálculo del número de sumideros depende de la superficie de cubierta y a cada sumidero le corresponde la mitad de la proyección horizontal de la cubierta.

Para ello, se utiliza la siguiente tabla:

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta

Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

En el caso de la nave descrita la superficie de la cubierta en proyección horizontal es de 2100 m², por lo que es mayor que 500 m², de manera que

tendremos un sumidero cada 150 m², lo que significa que habrá **14 sumideros en total**, 7 a cada lado de la nave.

3.1.12.1.2 Canalones

Las dimensiones de los canalones dependerán del volumen de agua que deberá evacuar y de la superficie de cubierta medida en proyección horizontal.

En primer lugar, es necesario conocer la intensidad pluviométrica de la zona donde se sitúa la nave, determinada por sus coordenadas geográficas. El CTE nos facilita el siguiente mapa para determinarla.

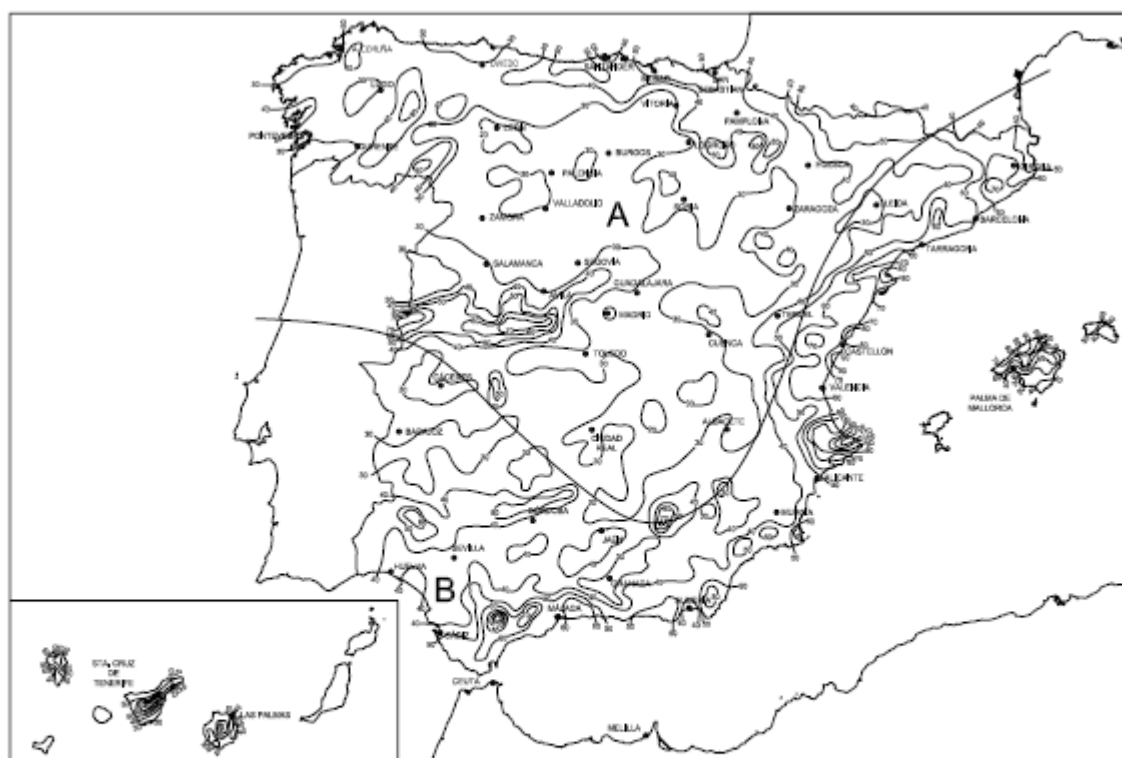


Figura B.1 Mapa de isoyetas y zonas pluviométricas

Isoyeta	Tabla B.1 Intensidad Pluviométrica <i>i</i> (mm/h)											
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Zona A	30	65	90	125	155	180	210	240	275	300	330	365
Zona B	30	50	70	90	110	135	150	170	195	220	240	265

Donde se observa que la nave se ubica en la zona isoyeta A – 50, por consiguiente en la tabla se indica que la intensidad pluviométrica es igual 155 mm/h.

En segundo lugar, se deberá de calcular la superficie en proyección horizontal que abarcara cada canalón por lo que si la superficie total es de 2100 m² la superficie a tener en cuenta para el canalón será la mitad 1050 m². También se deberá considerar la inclinación de los canalones que será de un 2%.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

Como la intensidad pluviométrica de la zona de la nave es superior a la indicada en la tabla se calculara un coeficiente de corrección para poder escoger un valor de la tabla.

$$f = i / 100\text{mm/h} \rightarrow f = 155/100 \rightarrow f = 1,55$$

Por lo tanto, la superficie de la cubierta en proyección horizontal a tener en cuenta es;

$$S = 1050 \text{ m}^2 \times 1,55 = 1.627,5 \text{ m}^2 \gg 670 \text{ m}^2$$

Al tratarse de una superficie tan grande, se optara por 250 mm como diámetro mínimo para el canalón.

3.1.12.1.3 Bajantes

Para el cálculo de las bajantes, también será necesario conocer la proyección horizontal de la cubierta y se empleara la misma que en el apartado anterior.

$$S = 1.627,5 \text{ m}^2$$

Tabla 4.8 Diámetro de las bajantes de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie en proyección horizontal servida (m ²)	Diámetro nominal de la bajante (mm)
65	50
113	63
177	75
318	90
580	110
805	125
1.544	160
2.700	200

Según la tabla 4.8 del DB-HS5, se obtiene un diámetro mínimo para las bajantes de 200mm.

3.1.12.1.4 Colectores

Los colectores son tuberías que se encuentran bajo tierra y sirven para transportar el agua recogida en las arquetas hasta los pozos de registro, recogiendo las aguas de todas las arquetas en una sola tubería. Estas tuberías enterradas tienen una pendiente del 2%.

Los colectores pueden cambiar su sección a lo largo de su recorrido, ya que el caudal de agua recogida en algunas arquetas puede ser mayor que en otras. Por eso, se dimensionan primero para la mitad de la superficie de cubierta y después para toda la cubierta en su totalidad.

Para establecer el diámetro mínimo y máximo de los colectores se utiliza la siguiente tabla 4.9 del DB-HS5:

Tabla 4.9 Diámetro de los colectores de aguas pluviales para un régimen pluviométrico de 100 mm/h

Superficie proyectada (m ²)			Diámetro nominal del colector (mm)
Pendiente del colector			
1 %	2 %	4 %	
125	178	253	90
229	323	458	110
310	440	620	125
614	862	1.228	160
1.070	1.510	2.140	200
1.920	2.710	3.850	250
2.016	4.589	6.500	315

Para la mitad de la superficie $S = 1.627,5 \text{ m}^2$, el diámetro mínimo a considerar será de 250mm. Mientras que para la totalidad de la superficie $S = 3255 \text{ m}^2$ se obtiene un diámetro máximo de 315mm.

3.1.12.1.5 Arquetas

En este apartado se determinará el número de arquetas y las dimensiones de estas que se deben disponer para este proyecto.

Las arquetas se sitúan donde exista algún cambio de dirección y también debajo de cada bajante, por lo que serán necesarias 14 arquetas.

Para calcular las dimensiones de las arquetas, es necesario conocer el diámetro de las tuberías que llegarán a ellas, siendo este diámetro como mínimo de 250 mm, tal y como se ha visto en el apartado anterior.

Utilizando la tabla 4.13 del DB-HS5:

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Se establece que las dimensiones de las arquetas serán de 60 x 70mm como mínimo.

3.1.12.2 INSTALACIÓN DE RECOGIDA DE AGUAS RESIDUALES

Para la ejecución de la red de fecales se prevé un sistema similar de bajantes de PVC y colectores enterrados hasta las arquetas registrables.

El trazo de las instalaciones de saneamiento de los servicios se ajustará a un sistema unitario que evacue todo tipo de aguas por una sola red de conductos. Los aparatos sanitarios se situarán buscando la agrupación alrededor de la bajante y quedando los inodoros a una distancia de esta no mayor de 1m.

El desagüe de inodoros se hará siempre directamente a la bajante, mientras que el desagüe de lavaderos y demás aparatos se harán con sifones individuales.



Fig. EV-02. Desagüe de aparatos sanitarios con sifón individual

A continuación, se diseñarán las instalaciones de saneamiento y las bajantes.

Para ello se calcularán las secciones mínimas de los tubos. Para llevar a cabo el diseño de la instalación, se procederá en primer lugar a definir diferentes aspectos, con el objetivo de seguir unos criterios de diseño.

Los tubos y piezas especiales a implantar serán de PVC. Este material es muy caro, pero al ser su acabado interior muy bueno, teniendo una pared interior lisa según Norma UNE 53114, evita la acumulación interior de desperdicios por los tubos, por lo que no necesita mantenimiento, lo que supone una ventaja considerable a largo plazo a pesar de que el desembolso inicial pueda ser mayor respecto a otras posibles soluciones.

De este modo, atendiendo a las prescripciones dispuestas anteriormente, se destaca el requisito impuesto por el Código Técnico de la Edificación, por el cual se establece el dimensionamiento de la red de aguas residuales de forma independiente de la red referente a pluviales.

Así, para dimensionar la red de aguas residuales se procederá a analizar la cantidad de elementos que aparecen en los diferentes espacios. Estos se dividirá en 2 partes, por un lado los baños y por otro las diferentes instalaciones.

La nave dispondrá de una planta baja dedicada al estacionamiento de la flota de autobuses y también se ubicarán los vestuarios con aseos tanto masculinos, como femeninos y ambos dotados con aseo para minusválidos.

Los vestuarios irán acompañados de sus respectivas duchas, taquillas aseos y lavamanos.

Para el dimensionamiento debe utilizarse el método de unidades de desagüe (UD), a cada sanitario en función de su uso (público o privado). Teniendo en cuenta que el edificio es de uso privado se desglosa el número de aparatos sanitarios que se instalarán y según la tabla 4.1 del DB-HS5, se procede a la consideración del número de unidades de desagüe UD correspondientes a cada aparato, el diámetro mínimo de sifón de estas y su derivación.

Tabla 4.1 UD's correspondientes a los distintos aparatos sanitarios

Tipo de aparato sanitario	Unidades de desagüe UD		Diámetro mínimo sifón y derivación individual (mm)	
	Uso privado	Uso público	Uso privado	Uso público
Lavabo	1	2	32	40
Bidé	2	3	32	40
Ducha	2	3	40	50
Bañera (con o sin ducha)	3	4	40	50
Inodoro	Con sistema	5	100	100
	Con fluxómetro	8	100	100
Urnario	Pedestal	4	-	50
	Suspendido	2	-	40
	En batería	3,5	-	-
Fregadero	De cocina	6	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	-	40
Lavadero	3	-	40	-
Vertedero	-	8	-	100
Fuente para beber	-	0,5	-	25
Sumidero sifónico	1	3	40	50
Lavavajillas	3	6	40	50
Lavadora	3	6	40	50
Cuarto de baño (lavabo, inodoro, bañera y bidé)	Inodoro con sistema	7	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-
Cuarto de aseo (lavabo, inodoro y ducha)	Inodoro con sistema	6	100	-
	Inodoro con fluxómetro	8	100	-

Quedando de la siguiente manera:

Elemento sanitario	Nº de elementos	Unidad de Desagüe (UD)	de	Diámetro del Sifón (mm)
Vestuarios Femeninos				
Duchas	7	2		40
Inodoros con cisterna	7	4		100
Lavamanos	4	1		32
Vestuarios Masculinos				
Duchas	7	2		40
Inodoros con cisterna	7	4		100
Lavamanos	4	1		32
Comedor				
Fregadero	1	.3		40

Por lo que se estima que el número total de unidades de desagüe es de **95 UD**, 46 UD por vestuario y 3 UD en el comedor.

3.1.12.2.1 Ramales Colectores

A continuación se obtendrá el diámetro de los ramales colectores entre los aparatos sanitarios y la bajante, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal, de acuerdo a la Tabla 4.3 “Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante” del CTE-DB-HS.

Tabla 4.3 Diámetros de ramales colectores entre aparatos sanitarios y bajante

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	1	1	32
-	2	3	40
-	6	8	50
-	11	14	63
-	21	28	75
47	60	75	90
123	151	181	110
180	234	280	125
438	582	800	160
870	1.150	1.680	200

Teniendo en cuenta la inclinación de 2% que deberá tener el colector, se observa que el diámetro de los ramales entre los aparatos y la bajante para los vestuarios será de 90mm y de 50mm para el comedor.

3.1.12.2.2 Bajantes de aguas residuales

El dimensionamiento de las bajantes debe realizarse de forma que no se rebase el límite de $\pm 250Pa$ de variación de presión. El diámetro de las bajantes se obtiene de la Tabla 4.4 “Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD” del CTE-DB-HS, con el mayor de los valores obtenidos considerando el máximo número de UD en la bajante y el máximo número de UD en cada ramal en función del número de plantas.

Tabla 4.4 Diámetro de las bajantes según el número de alturas del edificio y el número de UD

Máximo número de UD, para una altura de bajante de:		Máximo número de UD, en cada ramal para una altura de bajante de:		Diámetro (mm)
Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	Hasta 3 plantas	Más de 3 plantas	
10	25	6	6	50
19	38	11	9	63
27	53	21	13	75
135	280	70	53	90
360	740	181	134	110
540	1.100	280	200	125
1.208	2.240	1.120	400	160
2.200	3.600	1.680	600	200
3.800	5.600	2.500	1.000	250
6.000	9.240	4.320	1.650	315

La nave consta de dos alturas y un máximo de 46 UD en cada ramal, por lo que según la tabla se puede estimar que el diámetro de 90mm.

3.1.12.2.3 Colectores horizontales de aguas residuales

Los colectores horizontales se dimensionan para funcionar a media sección, hasta un máximo de tres cuartos de sección, bajo condiciones de flujo uniforme.

El diámetro de los colectores horizontales se obtiene en la Tabla 4.5 de DB-HS5.

Tabla 4.5 Diámetro de los colectores horizontales en función del número máximo de UD y la pendiente adoptada

Máximo número de UD			Diámetro (mm)
Pendiente			
1 %	2 %	4 %	
-	20	25	50
-	24	29	63
-	38	57	75
96	130	160	90
264	321	382	110
390	480	580	125
880	1.056	1.300	160
1.600	1.920	2.300	200
2.900	3.500	4.200	250
5.710	6.920	8.290	315
8.300	10.000	12.000	350

Para un nº total de UD de 95 y una pendiente de 2%, se estima un diámetro de 90mm.

3.1.12.2.4 Arquetas fecales

El dimensionamiento de las arquetas fecales se estimara según la tabla 4.13 anteriormente utilizada para el dimensionamiento de las arquetas pluviales. Sin embargo para el cálculo ahora previsto se tendrá en cuenta el diámetro de los colectores que es de 90mm.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas

L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Por lo que se obtiene, unas dimensiones de 40 x 40mm.

3.1.12.3 SUMINISTRO DE AGUA

Para la ejecución de este apartado, es preciso prestar especial atención a las disposiciones expuestas en el Documento Básico de Salubridad del CTE (DB-HS 4) y a las prescripciones de las Normas Tecnológicas en la Edificación referentes a las instalaciones de fontanería, como por ejemplo la NTE-IFF (de agua fría) o la NTE-IFC (de agua caliente). También resulta interesante tener en cuenta las condiciones de las Normas básicas para las instalaciones interiores de suministro de agua.

En primer lugar, mediante la Tabla 2.1 del CTE-DB-HS, se destacan las condiciones mínimas de suministro, en concreto, el caudal que debe suministrar la instalación a los aparatos y equipos del equipamiento higiénico.

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

Puesto que el conjunto de la instalación está formado por:

- 8 lavabos
- 14 duchas
- 14 inodoros con cisterna
- 1 fregadero

Se establece que el caudal instantáneo de agua fría será de 5,5 L/s y de 2,02 L/s el de agua caliente.

Además, se debe cumplir por norma que en los puntos de consumo la presión mínima debe ser de 100 kPa para grifos comunes y 150 kPa para fluxores y calentadores, sin superar en ningún punto un consumo de 500 kPa.

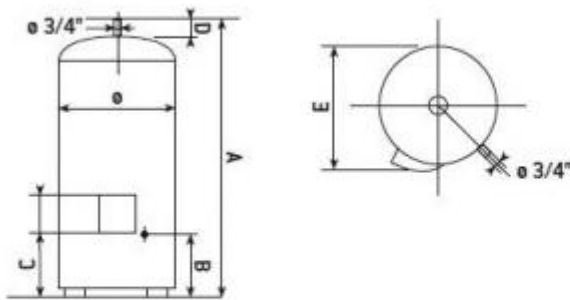
3.1.12.3.1 Instalación de agua caliente

Para llevar a cabo las estimaciones pertinentes en torno a la instalación de agua caliente en los aseos y vestuarios de la nave, se considera conveniente prestar especial atención a la Norma Tecnológica de la Edificación de Instalaciones de Fontanería de Agua Caliente (NTE-IFC).

CÁLCULO DEL CALENTADOR ACUMULADOR CENTRALIZADO

Con el fin de abastecer de agua caliente los servicios de la nave industrial tratada, se ha optado por la implantación de termos eléctricos de gran capacidad con resistencia blindada e instalación sobre suelo.

En concreto el calentador eléctrico seleccionado pertenece a la gama de productos de la empresa THERMOR y se trata del modelo GZT 500.



Con las características y dimensiones siguientes:

SOBRE SUELO

	Código	Capacidad (L)	VISUALIS	Potencia (W)	Tensión (V)	Consumo mant. 65°C kWh / 24h	Cantidad agua 40°C L (V40)	Constante enfriamiento(H)	Tiempo de calentamiento (65°C, Δt=50°C)
GZT VISUALIS 200 L	282076	200	*	2400	230	1,81	383	0,19	285 min
GZT VISUALIS 300 L	292048	300	*	3000	230	2,5	573	0,18	346 min
GZT 500 L	292043	500		5000	400 3N/ 230	4	900		5h 53 min

MEDIDAS

	Código	Dimensiones (mm)						Peso Neto (Kg)	Tomas
		ø	A	B	C	D	E		
GZT VISUALIS 200 L	282076	575	1360	270	160	30	595	51	3/4"
GZT VISUALIS 300 L	292048	575	1760	270	160	30	595	73	3/4"
GZT 500 L *	292043	680	2003	255	*	30	748	147	1"

*El termo GZT dispone de 5 años de garantía anticorrosión de la cuba.

Por consiguiente, según lo establecido en la NTE-IFC (para agua caliente), se destaca la siguiente tabla 11 de cálculo de capacidad:

7. Cálculo del calentador acumulador centralizado

En instalaciones centralizadas con calentador acumulador, la capacidad de agua C en litros, y la potencia P en kcal/h, se determinan en la Tabla 11, en función del n.º de grifos, servidos por el mismo.

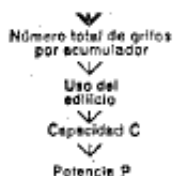


Tabla 11

Número de grifos servidos por el acumulador

Uso del edificio	Público	Número de grifos servidos por el acumulador													
		13	20	27	33	50	66	100	135	190	327	475	640	1.000	1.350
	Privado	20	30	40	50	75	100	150	200	300	500	750	1.000	1.500	2.000
C en litros		750	1.000	1.250	1.500	2.050	2.500	3.400	4.300	6.000	9.400	13.600	17.800	26.200	34.500
P en kcal/h		21.560	28.700	35.940	43.125	58.040	71.875	97.750	123.625	172.500	270.250	381.000	511.750	753.250	994.750

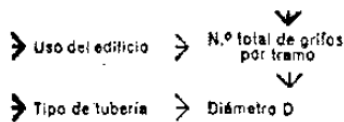
De modo que, al abastecer de agua caliente únicamente a los lavabos y a las duchas de la nave, lo que supone 23 grifos (14 duchas, 8 lavabos y un fregadero), la capacidad requerida es de 1.000 litros y la potencia es de 28.700 kcal/h. Con lo cual, obviamente se considera la implantación de **2 calentadores** del modelo seleccionado para satisfacer las necesidades de la instalación y cumplir la normativa vigente.

CÁLCULO DE DIAMETROS

Por otro lado, el diámetro preciso para cualquier tramo de la conducción se determina mediante la tabla siguiente de la Norma Tecnológica de la Edificación del apartado de Instalaciones de Fontanería concerniente al agua caliente. La determinación del diámetro a utilizar en cada tramo viene definido por el número de grifos servidos por el tramo en estudio y el uso a que se destine el edificio, además del tipo de tubería seleccionado.

2. Cálculo de diámetros

**Instalaciones Individuales
o centralizadas sin columna
de retorno**



Para el dimensionado de la red cada bañera se contará como dos grifos, considerando que lleve o puede llevar una ducha incorporada.

El diámetro D, preciso para cualquier tramo de la conducción se determina en la Tabla 1 en función del n.º de grifos servido por el tramo en estudio, y del uso a que se destine el edificio.

		Número de grifos servidos por el tramo										
Uso del edificio	Público	3	8	15	33	51	99	205	322	663	1217	2008
	Privado	3	9	18	42	67	134	291	469	1027	1929	3289
Tipo de tubería	Acero	16	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Cobre	18	22	28	36	42	50	60	80	100	125	160

Diámetro D en mm

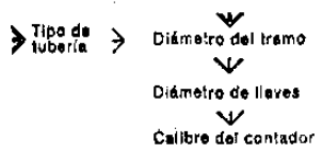
Por tanto, al tratarse de un edificio de uso privado y optar por las tuberías de acero, dado su menor diámetro para las mismas condiciones de uso, se establecen los siguientes diámetros de tuberías según su destino:

Calentadores		Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
1	Nº grifos	7	4	1
	Diámetro (mm)	20	20	15
2	Nº grifos	7	4	-
	Diámetro (mm)	20	20	-

CÁLCULO DE LLAVES Y CONTADORES

Cabe destacar también, el cálculo de llaves y contadores llevado a cabo mediante la siguiente tabla de la norma de agua caliente en instalaciones de fontanería (NTE-IFC).

3. Cálculo de llaves y contadores



El diámetro de las llaves y el calibre S del contador se determinan en la Tabla 7 a partir del diámetro D del tramo en que se instalen, calculado anteriormente.

Tabla 7		Diámetro D en mm del tramo										
		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Tipo de tubería	Acero	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Cobre	12	18	22	28	36	42	50	60	80	100	125
Diámetro de llaves (mm)		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
Calibres del contador (mm)		10	13	15	20	30	40	50	65	80	100	125

En esta tabla el diámetro de las llaves y el calibre S del contador se determinan a partir del diámetro del tramo en que se instalen, calculando anteriormente. Así se establecen los siguientes resultados:

Calentadores		Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
1	Diámetro (mm)	20	20	15
	Diámetro llaves (mm)	20	20	15
	Calibre (mm)	13	13	10
2	Diámetro (mm)	20	20	-
	Diámetro llaves (mm)	20	20	-
	Calibre (mm)	13	13	-

CÁLCULO DEL GRUPO DE PRESIÓN

Por otro lado, según lo establecido en la norma mencionada (NTE-IFC), para instalaciones individuales con calentador-acumulador y para instalaciones

centralizadas, el cálculo del grupo de presión se hará según la normativa de Instalaciones de Fontanería de Agua Fría (NTE-IFF).

Con lo cual, prestando atención a la normativa dispuesta, se considera precisa la instalación de un grupo de presión cuando la presión en la acometida sea inferior a la indicada a continuación:

- Presión mínima admisible en la acometida de red de grifos: 12 m.c.a.
- Presión mínima admisible en la acometida de red de fluxores: 17 m.c.a.

Como en la instalación de agua caliente no interviene ningún fluxor, se considerarán únicamente los 12 m.c.a. para los grifos tanto de duchas, lavobos como de fregaderos.

CÁLCULO DE LA VÁLVULA REDUCTORA

Otro aspecto a tener en cuenta es la válvula reductora, cuyo dimensionamiento, al igual que ocurría con el grupo de presión, se determina a partir de la normativa de Instalaciones de Fontanería de Agua Fría (NTE-IFF).

Por tanto, dicha válvula es precisa cuando la presión en la acometida sea superior a la indicada a continuación:

- Presión máxima admisible en la acometida de red de grifos: 39 m.c.a.
- Presión máxima admisible en la acometida de red de fluxores: 44 m.c.a.

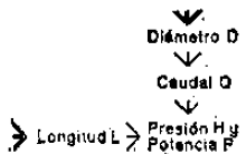
Evidentemente, al igual que sucedía con el grupo de presión, en la instalación de agua caliente no intervienen los fluxores, de modo que únicamente se tendrá en cuenta la presión máxima admisible en la acometida de red de grifos (39 m.c.a.)

CÁLCULO DE LA BOMBA ACELERADORA

Finalmente, se destaca la implantación de bombas aceleradoras, cuyo cálculo se determina de acuerdo a las disposiciones establecidas por la normativa de Instalaciones de Fontanería de Agua Caliente (NTE-IFC).

De este modo, el caudal Q, en l/min, la presión H, en m.c.a. y la potencia P en C.V. que debe suministrar la bomba aceleradora se determina mediante la siguiente tabla:

9. Cálculo de la bomba aceleradora



El caudal Q, en l/min, la presión H, en m.c.a. y la potencia P en C.V. que debe suministrar la bomba aceleradora se determinan en la Tabla 13 en función del diámetro de la columna de retorno y de la longitud L de los conductos desde el extremo superior de la columna de ida más alejada de la de retorno, hasta la entrada de la columna de retorno al elemento calefactor en instalaciones de acero,

Tabla 13 Diámetro D en mm

D	Diámetro D en mm									Q	
	10	15	20	25	32	40	50	65	80		
Q	84	13,8	22,2	31,8	53,4	76,2	113	210	310	Q	
Longitud L en m	12	3,8 1/100	2,8 1/100	1,6 1/100	1,2 1/100	0,8 1/100	0,8 1/100	0,4 1/800	0,4 1/50	0,4 1/40	H P
	20	6,3 1/60	4,7 1/50	2,6 1/50	1,9 1/50	1,0 1/50	0,9 1/50	0,7 1/50	0,6 1/30	0,6 1/20	H P
	40	12,6 1/40	9,4 1/30	5,2 1/30	3,8 1/30	2,0 1/30	1,9 1/30	1,4 1/25	1,3 1/15	1,2 1/10	H P
	60	19 1/25	14 1/25	7,8 1/25	5,8 1/25	3,0 1/25	2,8 1/20	2,1 1/15	1,9 1/10	1,8 1/8	H P
	80	25,3 1/20	18,7 1/20	10,4 1/20	7,7 1/20	4,0 1/20	3,7 1/15	2,8 1/15	2,5 1/8	2,4 1/6	H P
100	28,5 1/15	23,4 1/15	11,7 1/15	9,6 1/15	5,0 1/15	4,7 1/10	3,4 1/10	3,2 1/6	3,0 1/5	H P	

En instalaciones de cobre, se aplicará un coeficiente de minoración igual a 0,75, para la potencia P en CV, y la altura manométrica H en m.c.a.

Por tanto, puesto que la longitud máxima de cada tramo no supera los 12 metros, se tomará este valor de longitud, posicionando el cálculo como siempre del lado de la seguridad. En consecuencia, para los dos tipos de diámetros implantados por tramo se establecen las siguientes conclusiones:

Tramo de 15mm de diámetro:

- Q = 13,8 L/min
- H = 2,8 m.c.a.

- P = 1/100 C.V.

Tramo de 20mm de diámetro:

- Q = 22,2L/min
- H = 1,6 m.c.a.
- P = 1/100 C.V.

3.1.12.3.2 Instalación de agua fría

Para llevar a cabo las estimaciones oportunas del sistema de implantación de la instalación de agua fría en los aseos y vestuarios de la nave, se considera conveniente el seguimiento de la Norma Tecnológica de la edificación de Instalaciones de Fontanería de Agua Fría (NTE-IFF).

CÁLCULO DE DIAMETROS

En primer lugar, el cálculo de diámetros de tuberías se establece en función del número de grifos o fluxores servidos por cada tramo, mediante las siguientes tablas 1 y 2 respectivamente:

2. Cálculo de diámetros

Las Tablas 1 y 2 proporcionan el diámetro D de una tubería, según el número de grifos o fluxores servidos por el tramo calculado.

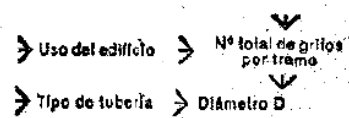


Tabla 1 N.º total de grifos servidos por el tramo

Uso del edificio	N.º total de grifos servidos por el tramo											
	Público	3	8	15	33	51	99	206	322	663	1217	2008
Privado	3	9	18	42	67	134	291	409	1027	1929	3288	
Tipo de tubería	Acero	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150
	Cobre o PVC	10	16	20	25	30	40	60	80	100	125	160

Diámetro D en mm

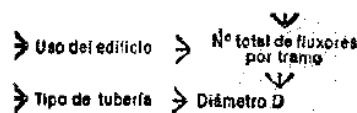


Tabla 2 N.º total de fluxores servidos por el tramo

Uso del edificio	N.º total de fluxores servidos por el tramo								
	Público	1	3	7	20	37	101	222	434
Privado	2	4	11	36	74	233	603	1343	
Tipo de tubería	Acero	32	40	50	65	80	100	125	150
	Cobre o PVC	25	30	40	60	80	100	125	160

Diámetro D en mm

Por consiguiente, puesto que se trata de un edificio de uso restringido y las tuberías a utilizar son de acero, se estipulan los siguientes diámetros para cada tramo, según su destino:

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Nº grifos	11	11	1
Diámetro (mm)	25	25	15
Nº fluxores	7	7	-
Diámetro (mm)	50	50	-

CÁLCULO DE LLAVES Y CONTADORES

Mediante la siguiente tabla facilitada por la norma mencionada (NTE-IFF), se determina el diámetro de las llaves y el calibre S del contador a partir del diámetro D del tramo en que se instalen:

3. Cálculo de llaves y contadores

La Tabla 3 determina el diámetro de las llaves y el calibre S del contador a partir del diámetro D del tramo en que se instalen, calculado anteriormente.

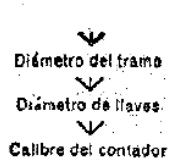


Tabla 3

Diámetro del tramo D en cm	Acero											
	15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	
Diámetro de llaves (mm)	10	15	20	25	30	40	60	80	100	125	150	
Calibre del contador (mm)	10	13	15	20	30	40	60	65	80	100	125	

Obteniéndose así los siguientes resultados:

	Tramo 1	Tramo 2	Tramo 3
Diámetro (mm)	25	25	15
Diámetro llaves (mm)	25	25	15

<i>Calibre (mm)</i>	15	15	10
<i>Diámetro (mm)</i>	50	50	-
<i>Diámetro llaves (mm)</i>	50	50	-
<i>Calibre (mm)</i>	40	40	-

CÁLCULO DEL GRUPO DE PRESIÓN

La instalación del grupo de presión será precisa cuando la presión en la acometida sea inferior a la indicada a continuación:

- Presión mínima admisible en la acometida de red de grifos: 12 m.c.a.
- Presión mínima admisible en la acometida de red de fluxores: 17 m.c.a.

CÁLCULO DE LA VÁLVULA REDUCTORA

La implantación de la válvula reductora es precisa cuando la presión en la acometida sea superior a la indicada:

- Presión máxima admisible en la acometida de red de grifos: 39 m.c.a.
- Presión máxima admisible en la acometida de red de fluxores: 44 m.c.a.

3.1.13. ESTRUCTURA SECUNDARIA (GASOLINERA)

La estructura secundaria que se describe a continuación tiene como propósito resguardar y proteger un tanque de combustible líquido, con el fin de suministrar gasóleo a la flota de autobuses almacenada en la nave principal.

Se recuerdan los datos de partida a modo de resumen para el correcto cálculo y elección de una cubierta.

Dimensiones Estructura secundaria (tanque)

- Nave de estructura metálica
- Longitud: 12 m
- Luz: 3 m
- Distancia entre pórticos: 6 m
- Altura: 3,5 m
- Cubierta plana
- Fachadas: panel tipo tramex sobre correas
- Cubierta: panel tipo tramex sobre correas

3.1.13.1 ELECCIÓN DE LA CUBIERTA

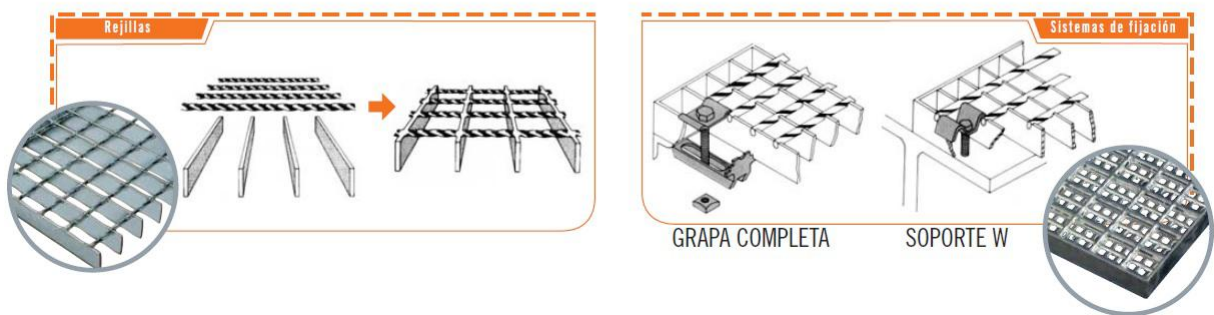
El cerramiento de cubierta seleccionado consistirá en una rejilla tipo trámex, del catálogo de productos metálicos profesionales SALGO, donde se ofertan una gran variedad de productos para su utilización en este tipo de construcciones.

Finalmente se opta por el modelo "TIPO TRÁMEX" de la gama de rejillas electrosoldadas, de 30x30 mm de luz estándar. Además de las medidas estándar, se

pueden solicitar piezas fabricadas a medida o según plano, así como acabadas en acero inoxidable, galvanizado, hierro, etc...

<p>■ Luz estándar de 30 x 30 mm. ■ Pletina portante de 30 x 2 mm. ■ Separador: Redondo.</p>			
<p>Medidas (portante x separador) en mm.</p>			
200 x 1.000	500 x 1.000	800 x 1.000	1.200 x 1.000 *
250 x 1.000	600 x 1.000	900 x 1.000	1.500 x 1.000 *
300 x 1.000 *	700 x 1.000	1.000 x 1.000 *	2.000 x 1.000 *
400 x 1.000	3.000 x 1.000 sólo en pletina portante de 30 x 3 mm.		

* Disponible en pletina portante de 30 x 3 mm.



Presenta, además, las siguientes características técnicas:

Tabla de resistencias																						
Medida de barra de carga		Malla 30 x 30 mm.										Luz entre apoyos L = Ancho diáfano entre los apoyos en mm.										
		500	600	700	800	900	1.000	1.100	1.200	1.300	1.400	1.500	1.600	1.700	1.800	1.900	2.000	2.100	2.200	2.300	2.400	2.500
30 x 5 43 kg/m ²	Fv	11.520	8.000	5.878	4.500	3556	2880	2.380	2.000	1.704	1.469	1.280	1.125	997	889	798	720	653	595	544	500	461
	fv	0,13	0,19	0,26	0,34	0,43	0,53	0,64	0,76	0,89	1,04	1,19	1,35	1,53	1,71	1,91	2,12	2,33	2,56	2,80	3,05	3,31
	Fp	956	764	636	545	478	425	382	348	319	294	273	255	239	225	213	201	191	182	173	167	160
40 x 2 27,5 kg/m ²	fv	0,13	0,18	0,24	0,31	0,39	0,47	0,56	0,66	0,77	0,89	1,02	1,16	1,30	1,45	1,61	1,78	1,96	2,15	2,34	2,54	2,76
	Fp	8.187	5.685	4.177	3.198	2.527	2.047	1.692	1.421	1.211	1.044	910	800	708	632	567	512	464	423	387	355	327
	fp	0,10	0,14	0,19	0,25	0,32	0,40	0,48	0,57	0,67	0,78	0,89	1,02	1,15	1,28	1,43	1,59	1,75	1,92	2,10	2,28	2,48
40 x 3 38 kg/m ²	Fv	667	534	445	382	334	297	267	243	222	206	191	178	167	158	149	141	133	127	121	117	112
	fv	12.288	8.533	6.269	4.800	3.793	3.072	2.539	2.133	1.818	1.567	1.365	1.200	1.063	948	851	768	697	635	581	533	492
	fp	0,10	0,14	0,18	0,23	0,29	0,35	0,42	0,50	0,58	0,67	0,77	0,87	0,97	1,09	1,21	1,34	1,47	1,61	1,76	1,91	2,07
40 x 5 55 kg/m ²	Fv	1.002	802	669	573	501	445	401	364	334	308	287	267	251	236	223	211	201	191	182	174	167
	fv	20.475	14.219	10.446	7.998	6.319	5.119	4.230	3.555	3.029	2.612	2.275	2.000	1.771	1.580	1.418	1.280	1.161	1.058	968	889	819
	fp	0,10	0,14	0,18	0,23	0,29	0,35	0,42	0,50	0,58	0,67	0,77	0,87	0,97	1,09	1,21	1,34	1,47	1,61	1,76	1,91	2,07
50 x 5	Fv	31.995	22.219	16.324	12.498	9.875	7.999	6.611	5.555	4.733	4.081	3.555	3.125	2.768	2.469	2.216	2.000	1.814	1.653	1.512	1.389	1.280
	fv	0,08	0,11	0,16	0,20	0,26	0,32	0,38	0,46	0,54	0,62	0,71	0,81	0,92	1,03	1,15	1,27	1,40	1,54	1,68	1,83	1,98
	Fp	2.569	2.056	1.713	1.469	1.285	1.142	1.050	934	856	791	734	685	643	606	571	514	514	489	466	447	429
	fp	0,08	0,11	0,15	0,19	0,23	0,28	0,34	0,40	0,46	0,54	0,61	0,69	0,78	0,87	0,97	1,07	1,18	1,29	1,40	1,53	1,65

Fv = Valores de carga para cargas distribuidas.
 fv = Valores de combado en cm con una carga Fv.
 Fp = Valores de carga de una carga única, actuando en el medio en daN y en una superficie de ataque de carga de 200 x 200 mm.
 fp = Valores de combado en cm con una carga de Fp.

Esfuerzo del material (tensión permitida) = 1.600 daN/cm²
 Factor de seguridad hasta el límite de estirado = 1,71
 Factor de seguridad hasta el límite de rotura = 2,35
 Asiento de parrilla = altura de parrilla, pero al menos 30 m

Así mismo, se observa que en la tabla se obtiene el valor de la tensión máxima que el cerramiento será capaz de soportar. Para ello, se tendrán en cuenta las consideraciones de diseño descritas anteriormente.

Es decir, que para una distancia entre correas de 0,5 m la cubierta escogida es capaz de soportar 20.475 daN/m² (carga distribuida) o 1,67 daN (carga puntual).

De este modo, se pueden destacar los siguientes datos requeridos para estimaciones posteriores:

- Peso: 55 kg/m²
- Tensión máxima admisible: 204,74 KN/m²

3.1.13.2 CÁLCULOS DE CUBIERTA

Una vez realizada la selección de la cubierta, se procede al cálculo de ciertos valores relacionados con ella, los cuales se pueden agrupar en dos categorías bien distinguidas:

- Acciones permanentes: el peso propio de esta.
- Acciones variables: la sobrecarga de uso, la nieve y el viento que inciden sobre ella.

Por lo tanto, este apartado constará de las cuatro secciones mencionadas.

3.1.13.2.1 Peso propio

Prestando atención a las disposiciones descritas anteriormente, se destaca que el tipo de cubierta seleccionada es de tipo tramex, con un peso de 55 kg/m².

$$q_{pp} = 55 \text{ Kg/m}^2 \times 9,81 \text{ N/Kg} = 539,55 \text{ N/m}^2$$

$$q_{pp} = 0,54 \text{ KN/m}^2$$

3.1.13.2.2 Sobrecarga de uso

Como se ha demostrado anteriormente, adquiriendo los momentos máximos y mínimos de ambas hipótesis. Se llega a la conclusión de que la carga distribuida es más desfavorable que la puntual, y por lo tanto el valor de $0,4 \text{ kN/m}^2$ se tomara como sobrecarga de uso para las combinaciones y próximas operaciones.

Al tratarse de una cubierta de tramex con su 50% de agujeros, las cargas serán reducidas a la mitad.

$$Q_{su} = 0,4 \cdot 50\% = 0,2 \text{ KN/m}^2$$

3.1.13.2.3 Nieve

La carga de nieve por unidad de superficie en proyección horizontal es:

$$q_n = \mu \cdot S_k$$

Como se ha demostrado anteriormente los valores para los parámetros que componen la carga de viento son los calculados en apartados anteriores:

- $\mu = 1$
- $S_k = 0,3 \text{ KN/m}^2$ (por encontrarse en Erandio)

$$Q_N = 1 \cdot 0,3 \cdot 50\% = 0,15 \text{ KN/m}^2$$

3.1.13.2.4 Viento

En esta última sección, se tendrá en cuenta la acción del viento, la cual en general es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Determinados anteriormente por:

- q_b : Presión dinámica del viento
- C_e : Coeficiente de exposición.
- C_p : Coeficiente eólico (Coeficiente de presión).

Dichos valores se estiman según las consideraciones planteadas en cada apartado, posteriormente estudiados.

PRESIÓN DINÁMICA

Como ya se ha explicado anteriormente dicho parámetro viene dado por el posicionamiento geográfico de la construcción. Y puesto que la estructura secundaria está situada al lado de la nave principal este coeficiente será el mismo.

$$q_b = 0,52 \text{ KN/m}^2$$

COEFICIENTE DE EXPOSICIÓN

El segundo coeficiente que se debe tener en cuenta es el de exposición, el cual considera los efectos de las turbulencias originadas por el relieve y la topografía del terreno.

De este modo, se precisa tener la siguiente tabla como preferencia para escoger el coeficiente y prestar atención al grado de aspereza del entorno.

Tratándose en este caso de un grado IV (Zona industrial).

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

3,5 m

<u>Altura del punto considerado</u>	<u>Coeficiente de exposición</u>
3m	1,3
3,5m	x
6m	1,4

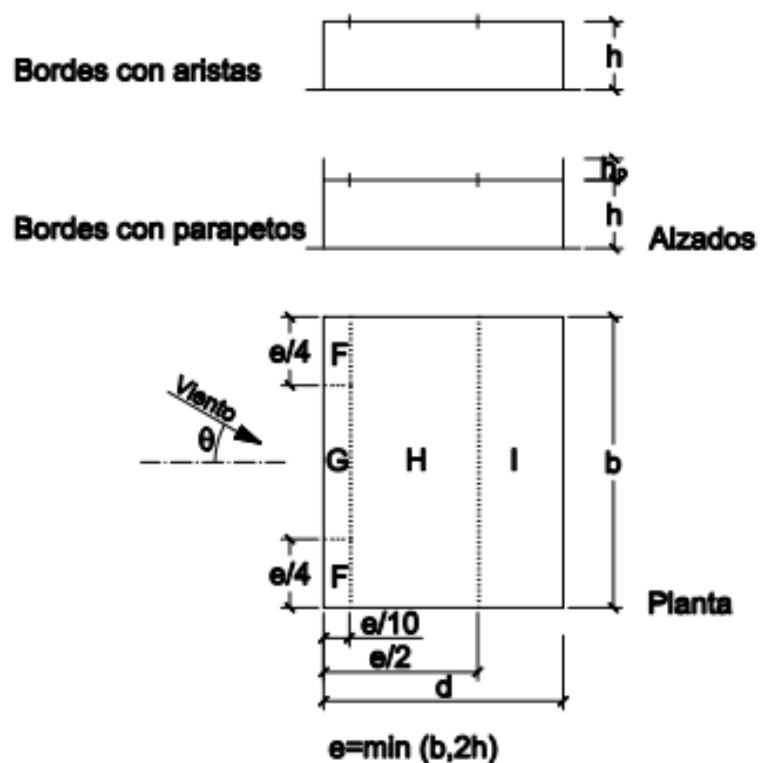
Tras realizar la interpolación pertinente se obtiene que el coeficiente de exposición $C_e = 1,316$.

Coeficiente eólico

Retomando lo estipulado en el análisis anterior, se concibe la consideración de la cubierta plana para el estudio del coeficiente de presión exterior (C_{pe}).

De modo que, se acude al Anejo D, apartado D.3 Coeficiente de presión exterior, Tabla D.4 Cubiertas planas (DB-SE-AE pág.26), donde se encuentra una tabla para la incidencia del viento sobre la estructura:

Tabla D.4 Cubiertas planas



CÁLCULO DE ÁREAS

- $b = 12 \text{ m}$
- $d = 3 \text{ m}$
- $d/2 = 15 \text{ m}$
- $h = 3,5 \text{ m}$
- $e = \min (b, 2h) = \min (12, 7) = 7 \text{ m}$
- $e/10 = 0,7 \text{ m}$
- $e/4 = 1,75 \text{ m}$

	h_p/h	A (m ²)	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$			
			F	G	H	I
Bordes con aristas		≥ 10	-1,8	-1,2	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,5	-2,0	-1,2	-0,2
Con parapetos	0,025	≥ 10	-1,6	-1,1	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,2	-1,8	-1,2	-0,2
	0,05	≥ 10	-1,4	-0,9	-0,7	0,2
		≤ 1	-2,0	-1,6	-1,2	-0,2
0,10	≥ 10	-1,2	-0,8	-0,7	0,2	
	≤ 1	-1,8	-1,4	-1,2	-0,2	

Nota: Se considerarán cubiertas planas aquellas con una pendiente no superior a 5°

	F	G	H	I
PRESIÓN	-	-	-	0,2
SUCCIÓN	-1,8	-1,2	-0,7	-0,2

Donde se observa, que para las características de la estructura secundaria los valores de coeficiente eólico dados por la tabla son los siguientes:

Resultados de la acción del viento

	PRESIÓN	SUCCIÓN
F	-	$1,316 \times 0,52 \times (-1,8) = - 1,23$
G	-	$1,316 \times 0,52 \times (-1,2) = - 0,82$
H	-	$1,316 \times 0,52 \times (-0,7) = - 0,48$
I	$1,316 \times 0,52 \times 0,2 = 0,136$	$1,316 \times 0,52 \times (-0,2) = - 0,136$

RESULTADOS FINALES

Dados los resultados obtenidos, se determina que los resultados más desfavorables y, por tanto, los valores que se emplearán para los cálculos posteriores son los siguientes: $Q_{vp} = 0,136 \text{ KN/m}^2$ y $Q_{vs} = - 1,23 \text{ KN/m}^2$

3.1.13.2.5 Resumen de cargas

A continuación se expone un breve resumen de las cargas obtenidas para la posterior ejecución de las combinaciones de cargas:

Cargas permanentes

PESO PROPIO:

$$Q_{pp} = 0,54 \text{ KN/m}^2$$

Cargas variables

SOBRECARGA DE USO:

$$Q_{su} = 0,4 \cdot 50\% = 0,2 \text{ KN/m}^2$$

SOBRECARGA DE NIEVE:

$$Q_{ny} = 0,3 \cdot 50\% = 0,15 \text{ kN/m}^2$$

EFECTOS DEL VIENTO (MÁS DESFAVORABLES)

$$\text{Presión: } Q_{vp} = 0,136 \cdot 50\% = 0,068 \text{ kN/ m}^2$$

$$\text{Succión: } Q_{vs} = - 1,23 \cdot 50\% = - 0,615 \text{ kN/ m}^2$$

3.1.13.3 Combinaciones de cargas

Tras el cálculo de cada valor, peso propio y viento, bien a succión y a presión. A continuación, se procede del mismo modo que en el estudio anterior, se generarán ciertas combinaciones, pues estas corresponden a situaciones a las que tienen que hacer frente las fachadas de la nave.

Atendiendo al siguiente aspecto:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

De acuerdo con el análisis previo realizado, se establece de nuevo que este caso está basado para cargas persistentes o transitorias, es decir, peso propio, mantenimiento, nieve o viento.

Dichas consideraciones se remiten al estudio previo realizado y las conclusiones se pueden obtener según lo establecido en el apartado que hace referencia a las combinaciones de cargas correspondiente al DB-SE – pag 9/10.

De este modo, se estipula que las nueve combinaciones posibles que se pueden aplicar en la construcción son las siguientes, donde se puede observar como los valores de peso propio, sobrecarga de uso, nieve y viento, bien a presión como a succión, se suman entre ellas, generando así todas las situaciones reales posibles.

1. $Y_G \cdot Q_{PP}$
2. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_{SU} \cdot Q_{SU}$
3. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_N \cdot Q_N$
4. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_V \cdot Q_{VP}$
5. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_V \cdot Q_{VS}$
6. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_N \cdot Q_N + \psi_0 \cdot Y_V \cdot Q_{VP}$
7. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_N \cdot Q_N + \psi_0 \cdot Y_V \cdot Q_{VS}$
8. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_V \cdot Q_{VP} + \psi_0 \cdot Y_N \cdot Q_N$
9. $Y_G \cdot Q_{PP} + Y_V \cdot Q_{VS} + \psi_0 \cdot Y_N \cdot Q_N$

En este caso en concreto, dada la disposición de la fachada y retomando el análisis efectuado sobre las sollicitaciones a las que se ve sometida, se determina la capacidad de simplificación de estas puesto que los valores tanto de la sobrecarga de uso como de la nieve son considerados como nulos.

De nuevo, se precisa destacar que la obtención tanto de los coeficientes parciales de seguridad () como de los coeficientes de simultaneidad () se realizarán del mismo modo que como se explica en el estudio previo de combinaciones de carga para la cubierta. Con lo cual, se destaca la atención prestada al CTE – SE pag. 11. Además, se puede observar que los valores serán los mismos que los obtenidos para el apartado de la cubierta, puesto que las consideraciones y los datos de referencia se mantienen constantes.

De modo que se presentan los siguientes resultados para los coeficientes parciales de seguridad:

	γ		ψ	
	Favorable	Desfavorable		
Permanentes	0,8	1,35	Nieve	0,5
Variables	0	1,5	Viento	0,6

Sin embargo, antes de introducir las cargas, es preferible desechar ciertas formulas, ya que de las nueve mencionadas solamente algunas de ellas son las más críticas:

$$2. \gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_{SU} \cdot Q_{SU}$$

$$1,35 \cdot 0,54 + 1,5 \cdot 0,2 = \mathbf{1,027 \text{ KN/m}^2 < 204,75 \text{ KN/m}^2}$$

$$6. \gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_N \cdot Q_N + \psi_0 \cdot \gamma_V \cdot Q_{VP}$$

$$1,35 \cdot 0,54 + 1,5 \cdot 0,15 + 0,6 \cdot 1,5 \cdot 0,068 = \mathbf{1,015 \text{ KN/m}^2}$$

$$8. \gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VP} + \psi_0 \cdot \gamma_N \cdot Q_N$$

$$1,35 \cdot 0,54 + 1,5 \cdot 0,068 + 0,5 \cdot 1,5 \cdot 0,15 = \mathbf{0,94 \text{ KN/m}^2}$$

$$9. \gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VS} + \psi_0 \cdot \gamma_N \cdot Q_N$$

$$0,8 \cdot 0,54 + 1,5 \cdot (-0,615) + 0,5 \cdot 0 \cdot 0,15 = \mathbf{-0,49 \text{ KN/m}^2}$$

3.1.13.4 CERRAMIENTO DE FACHADA

El cerramiento de cubierta seleccionado para la fachada será de rejilla tipo trámex del mismo modelo que la cubierta, por lo que sus características técnicas y peso propio será el mismo.

Al tratarse de la fachada únicamente se verá afectada por el viento ya que no puede haber acumulación de nieve si sobrecarga de uso.

De este modo, se pueden destacar los siguientes datos del cerramiento requeridos para estimaciones posteriores:

- Peso: 55 kg/m²
- Tensión máxima admisible: 204,74 KN/m²

3.1.13.5 CÁLCULOS DE CUBIERTA

Una vez realizada la selección de la cubierta, se procede al cálculo de ciertos valores relacionados con ella, los cuales se pueden agrupar en dos categorías bien distinguidas:

- Acciones permanentes: el peso propio de esta.
- Acciones variables: el viento que inciden sobre ella.

Por lo tanto, este apartado constará de las dos secciones mencionadas.

3.1.13.5.1 Peso propio

Calculado anteriormente en el apartado de la cubierta:

$$q_{pp} = 55 \text{ Kg/m}^2 \times 9,81 \text{ N/Kg} = 539,55 \text{ N/m}^2$$
$$q_{pp} = 0,54 \text{ KN/m}^2$$

3.1.13.5.2 Viento

La acción del viento, es una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática, q_e , que puede expresarse como:

$$q_e = q_b \cdot C_e \cdot C_p$$

Determinados anteriormente por:

- q_b : Presión dinámica del viento = **0,52 KN/m²**
- C_e : Coeficiente de exposición = **1,316**
- C_p : Coeficiente eólico (Coeficiente de presión).

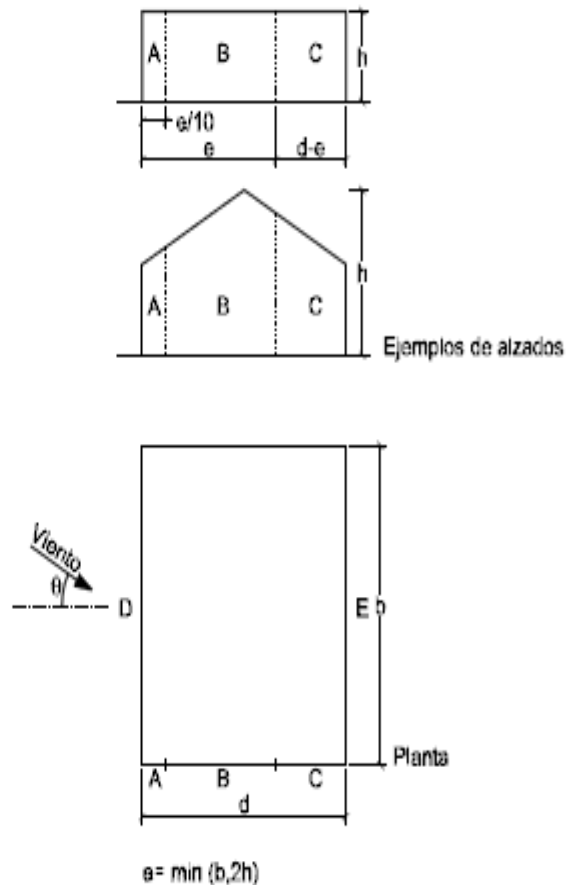
Dichos valores se estiman según las consideraciones planteadas en cada apartado, posteriormente estudiados.

Coeficiente eólico

De modo que, se acude al Anejo D, apartado D.3 Coeficiente de presión exterior, Tabla D.3 Paramento verticales (DB-SE-AE pág.26), donde se encuentra una tabla para la incidencia del viento sobre la estructura:

a) Dirección del viento – $45^\circ \leq \theta \leq 135^\circ$ (**LONGITUDINAL**)

Tabla D.3 Paramentos verticales



CÁLCULO DE ÁREAS

- $b = 12 \text{ m}$
- $d = 3 \text{ m}$
- $h = 3,5 \text{ m}$
- $A = 3 \cdot 12 = 36$
- $e = \min(b, 2h) = \min(12, 7) = 7 \text{ m}$
- $e/10 = 0,7 \text{ m}$
- $d - e = -4 \text{ m}$

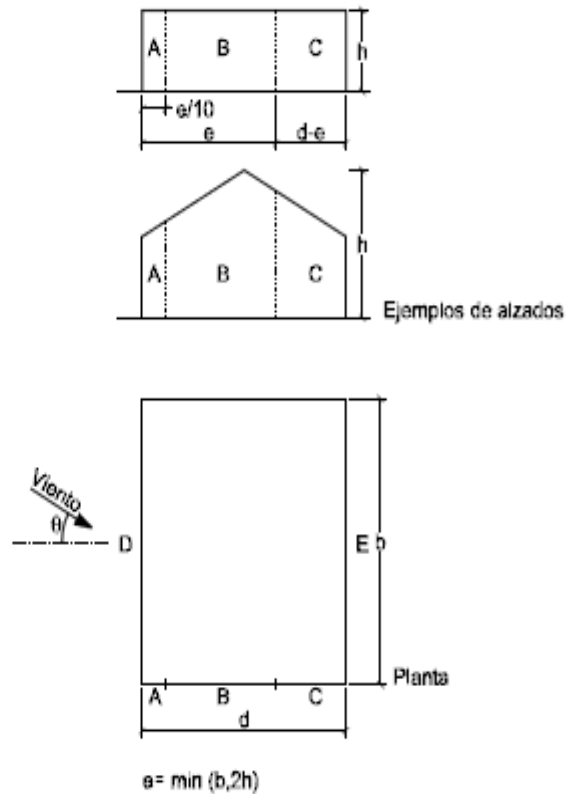
A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		A	B	C	D	E
≥ 10	5	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,7
0,29	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
5	5	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,8	-0,3
2	5	-1,3	-1,0	-0,5	0,9	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	0,7	-0,3
≤ 1	5	-1,4	-1,1	-0,5	1,0	-0,7
	1	"	"	"	"	-0,5
	$\leq 0,25$	"	"	"	"	-0,3

A	h/d	A	B	C	D	E
≥ 10	1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5
	0,29	-1,2	-0,8	-0,5	0,705	-0,31

	0,25	-1,2	-0,8	-	0,7	-0,3
--	------	------	------	---	-----	------

b) Dirección del viento – $45^\circ \leq \theta \leq 45^\circ$ (TRANSVERSAL)

Tabla D.3 Paramentos verticales



CÁLCULO DE ÁREAS

- $b = 3\text{ m}$
- $d = 12\text{ m}$
- $h = 3,5\text{ m}$
- $A = 3 \cdot 3 = 9$
- $e = \min(b, 2h) = \min(12, 7) = 7\text{ m}$
- $e/10 = 0,7\text{ m}$

- $d - e = -4 \text{ m}$

A (m ²)	h/d	Zona (según figura), $-45^\circ < \theta < 45^\circ$				
		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

9

A	h/d	A	B	C	D	E
≥10	1	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,5
9		-1,22	-0,82	-0,5	0,82	-0,5
5	1	-1,3	-0,9	-0,5	0,9	-0,5

ACCIÓN EXTERIOR DEL VIENTO

LONGITUDINAL		
	PRESIÓN	SUCCIÓN
A		$0,52 \cdot 1,136 \cdot (-1,2) = -0,82$
B		$0,52 \cdot 1,136 \cdot (-0,8) = -0,5$
C		$0,52 \cdot 1,136 \cdot (-0,5) = -0,35$
D	$0,52 \cdot 1,136 \cdot 0,705 = 0,49$	
E		$0,52 \cdot 1,136 \cdot (-0,31) = -0,2$
TRANSVERSAL		
	PRESIÓN	SUCCIÓN
A		$0,52 \cdot 1,136 \cdot (-1,22) = -0,834$
B		$0,52 \cdot 1,136 \cdot (-0,82) = -0,561$
C		$0,52 \cdot 1,136 \cdot (-0,5) = 0,35$
D	$0,52 \cdot 1,136 \cdot 0,82 = 0,561$	
E		$0,52 \cdot 1,136 \cdot (-0,5) = 0,35$

RESULTADOS FINALES

Dados los resultados obtenidos, se determina que los resultados más desfavorables y, por tanto, los valores que se emplearán para los cálculos posteriores son los siguientes: $Q_{vp} = 0,561 \text{ KN/m}^2$ y $Q_{vs} = - 0,834 \text{ KN/m}^2$

3.1.13.5.3 Resumen de cargas

A continuación se expone un breve resumen de las cargas obtenidas para la posterior ejecución de las combinaciones de cargas:

Cargas permanentes

PESO PROPIO:

$$Q_{pp} = 0,54 \text{ KN/m}^2$$

Cargas variables

EFFECTOS DEL VIENTO (MÁS DESFAVORABLES)

$$\text{Presión: } Q_{vp} = 0,561 \cdot 50\% = 0,28 \text{ kN/ m}^2$$

$$\text{Succión: } Q_{vs} = - 0,834 \cdot 50\% = - 0,417 \text{ kN/ m}^2$$

3.1.13.6 COMBINACIONES DE CARGAS

Del mismo modo que se ha calculado anteriormente, se elegirán aquellas combinaciones que sean más desfavorables para la estructura para estar siempre del lado de la seguridad.

$$4. \gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{VP}$$

$$1,35 \cdot 0,54 + 1,5 \cdot 0,28 = 1,149 \text{ KN/m}^2 < 204,75 \text{ KN/m}^2$$

$$5. \gamma_G \cdot Q_{PP} + \gamma_V \cdot Q_{Vs}$$

$$0,8 \cdot 0,54 + 1,5 \cdot (-0,417) = -0,193 \text{ KN/m}^2$$

3.1.14 FORJADO ESTRUCTURA SECUNDARIA

Para la sustentación del tanque de combustible líquido escogido, se precisa de la implantación de un forjado. Dadas las circunstancias, en esta ocasión, se considera que un forjado de losas alveolares representa la solución constructiva más idónea, puesto que es un elemento superficial plano de hormigón pretensado, prefabricado en instalación fija exterior a la obra, aligerado mediante alveolos longitudinales y diseñados para soportar cargas producidas en forjados. Sus juntas laterales están especialmente diseñadas para que, una vez rellenas de hormigón, puedan transmitir esfuerzos cortantes a losas adyacentes.

El forjado escogido será el mismo que para la entreplanta de la nave principal, se colocarán placas alveolares de la empresa Viguetas Navarras, la cual posee un catálogo para la selección del modelo adecuado.

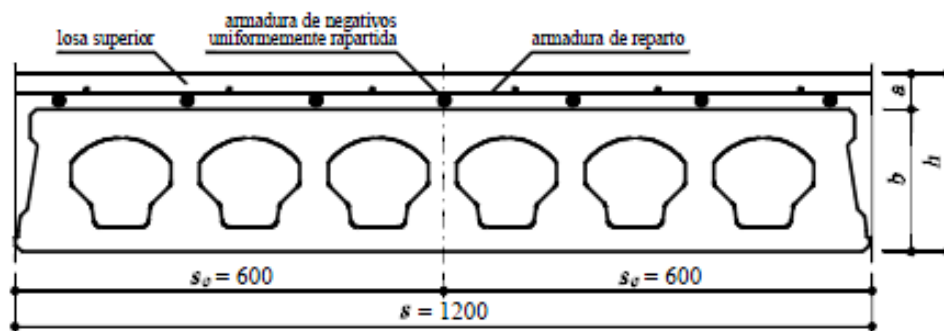
Para saber qué modelo es el adecuado se necesita saber, cuál será la carga soportada por el forjado y poder calcular el momento último que podrá soportar una placa.

3.1.13.14.1 DATOS TÉCNICOS Y GEOMÉTRICOS

En este apartado se precisa de la definición de la geometría de la placa alveolar para establecer cuantas serán necesarias para cubrir el área del y sus características técnicas dadas por el fabricante.

Donde sus características son:

Sección transversal genérica con placa alveolar PA20



Configuraciones:

$s = 1200 \text{ mm}$	h	b	a	
PA20/20+5/120	250	200	50	4,55
PA20/20+10/120	300	200	100	5,80
		mm		Peso (kN/m^2)

Se ha optado por el mismo modelo PA20/20+5/120 de peso $4,55 \text{ KN/m}^2$, un ancho estipulado de $1,2\text{m}$ y una longitud de 3m requerida para el forjado de la estructura estudiada.

3.1.14.2 MATERIALES

En lo referente a los materiales se destaca el hormigón normal, como el tipo de hormigón empleado en el forjado de la obra.

Además, se observan las características del hormigón a emplear:

- La resistencia característica (MPa), que en este caso en concreto se ha optado por un hormigón **HA-45** para el **hormigón pretensado**.
- La resistencia característica (MPa), que en este caso en concreto se ha optado por un hormigón **HA-25** para el hormigón **vertido en obra**.
- El coeficiente de minoración γ_c , que para el hormigón es 1'5.

3. MATERIALES

Hormigones*	Resistencia de proyecto			Coefficientes de seguridad	
Pretensado	HP-45/P/12/IIa	$f_{dk}=45 \text{ N/mm}^2$ (todos los tipos de pieza FA20)		$\gamma_b=1,50$	
Vertido en obra:	HA-25/P/20/IIa	$f_{ck}=25 \text{ N/mm}^2$		$\gamma_c=1,50$	
Aceros		Límite elástico	Carga unitaria máxima	Alargamiento de rotura	Coefficientes de seguridad
De armaduras activas:	Y 1670C 7I	$f_{py}=1420 \text{ N/mm}^2$	$f_{pr}=1670 \text{ N/mm}^2$	$\varepsilon_{p,max} \geq 3,5\%$	$\gamma_p=1,15$
	Y 1860S7 9,3I	$f_{py}=1640 \text{ N/mm}^2$	$f_{pr}=1860 \text{ N/mm}^2$	$\varepsilon_{p,max} \geq 3,5\%$	$\gamma_p=1,15$
De armaduras pasivas:	B 500 S	$f_{ty}=500 \text{ N/mm}^2$		$\varepsilon_{s,max} \geq 12\%$	$\gamma_s=1,15$

El acero empleado en las armaduras será el B 500 S con un coeficiente de minoración γ_s , igual a 1'15.

3.1.14.3 CARGAS

En lo referente a las cargas que intervienen sobre el forjado, se destaca que se podrán tomar los valores de las cargas permanentes y sobrecargas que solicita el forjado, ambas de servicio.

De este modo, se procede a definir los parámetros de las solicitaciones aparentes para su posterior cálculo:

- Acciones permanentes

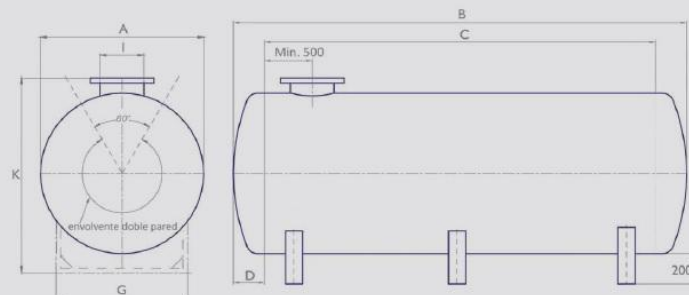
En este apartado, se estudia el peso propio de los elementos implantados sobre el forjado. En este caso, el tanque de combustible colocado sobre el forjado.

Por consiguiente, se realiza la selección del tanque que reposara sobre el forjado.

El tanque que se instalará es del fabricante Aplieco depósitos de gasoil. Se trata de depósitos de simple y doble pared para el almacenamiento de líquidos inflamables, carburantes y combustibles líquidos y no inflamables contaminantes de agua.

Presenta, además, las siguientes características técnicas:

SIMPLE PARED											Espesores		
Ref.	Capacidad (l)	A	B	C	D	E	G	I	K	nº apoyos	Fondo	Vírola	Peso Kg
DSA03	3.000	1.500	1.850	1.500	166	200	825	450	1.750	2	3	3	325
DSA05	5.000	1.900	2.104	1.458	323	250	990	(C)450	2.280	2	5	5	645
DSA10	10.000	1.900	3.940	3.294	323	475	990	450	2.280	2	5	5	1.150
DSA15	15.000	1.900	5.775	5.129	323	475	990	500	2.280	3	5	5	1.650
DSA20	20.000	2.500	4.600	3.764	418	625	1.700	500	2.280	2	6	6	2.150
DSA30	30.000	2.500	6.719	5.883	418	625	1.700	(A)500	2.280	3	6	6	2.850
DSA40	40.000	2.500	8.836	8.000	418	625	1.700	(A)500	2.280	3	6	6	3.645
DSA50	50.000	2.500	10.956	10.120	418	625	1.700	(B)500	2.280	4	6	6	4.450
DSA60	60.000	2.500	13.074	12.238	418	625	1.700	(B)500	2.280	4	6	6	5.255
DSA65	65.000	2.500	14.205	13.381	418	625	1.700	(B)500	2.280	4	6	6	6.400



Por lo que se puede observar que el peso propio del tanque es igual a 4.450 Kg que sobre la superficie de 36m² supone una carga distribuida de 123,61 Kg/m² que necesita un cambio de unidades.

$$Q_{pt} = 123,61 \text{ Kg/m}^2 \cdot 9,81 \text{ N/Kg} = 1212,62 \text{ N/m}^2 = \mathbf{1,21 \text{ KN/m}^2}$$

- Solicitaciones variables

En lo referente a las cargas variables se destaca que únicamente tendrá lugar una sobrecarga de uso, debida al tránsito de personas y materiales sobre la entreplanta. Por consiguiente, se acude al apartado "3.1.1 Valores de la sobrecarga de uso" del CTE (DB-SE-AE pág. 5).

Tabla 3.1. Valores característicos de las sobrecargas de uso

Categoría de uso		Subcategorías de uso		Carga uniforme [kN/m ²]	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 20°	1 ^{(4),(5)}	2
			Cubiertas ligeras sobre correas (sin forjado) ⁽⁶⁾	0,4 ⁽⁴⁾	1
		G2	Cubiertas con inclinación superior a 40°	0	2

Como se puede apreciar en la tabla superior el valor de sobrecarga de uso para la entreplanta es de 1 kN/m². Se escoge este valor puesto que solo será posible subirse al forjado para reparaciones del tanque.

3.1.14.4 CÁLCULOS

Finalmente, el forjado soportará la combinación de las cargas permanentes y las cargas variables por lo que será necesario el uso de coeficientes de mayoración que por defecto son de 1,35 para las cargas permanentes y de 1,5 para las sobrecargas. Dichos valores coinciden con los establecidos en el Código Técnico (DB-SE pág. 11) y, por tanto, se mantienen.

$$Q = 1,35 \cdot 1,21 \text{ KN/m}^2 + 1,5 \cdot 1 \text{ kN/m}^2 = 3,13 \text{ KN/m}^2$$

Como se ha descrito anteriormente, el catalogo de placas alveolares escogido indica el tipo de placa según el momento máximo capaz de soportar. Pero puesto que el valor de la carga generada por el tanque es menor que la generada en la entreplanta, el momento ultimo también será menos. Por tanto, la placa escogida es válida también para este caso, ya que es la que la placa con menos momento ultimo.

3.1.14.5 RESULTADOS

De este modo, se observa que la placa alveolar anteriormente escogida es del fabricante viguetas Navarras y tiene las siguientes características:

FLEXIÓN POSITIVA												
Tipo de losa	Módulo resistente		Momento último	Momentos límite de servicio			Rigidez total fisurada		Cortante último v_u kN/m			ζ
	W'_f cm ³ /m	β (I_f/I_k)		m'_u mkN/m	m'_{DES} mkN/m	m'_{TL} mkN/m	m'_{FC} mkN/m	K'_I m ² MN/m	K'_{II} m ² MN/m	$m_d \geq m'_{DES}$	$m_d < m'_{DES}$	
PA20_P1	8.502	2,12	101,27	53,73	76,20	87,66	34,63	3,49	88,48	97,96	104,90	1,17
PA20_P2	8.588	2,12	120,79	69,05	91,75	103,32	34,86	4,26	94,52	94,24	100,34	1,17
PA20_P3	8.717	2,12	148,92	91,53	114,56	126,31	35,21	5,36	103,41	98,67	105,77	1,17
PA20_P4	8.802	2,12	167,63	106,15	129,41	141,28	35,44	6,06	109,22	101,46	109,17	1,17
PA20_P5	8.895	2,12	186,82	121,65	145,16	157,14	35,69	6,80	115,40	104,35	112,68	1,17
PA20_P6	9.033	2,12	213,33	144,19	168,06	180,23	36,05	7,86	124,48	108,45	117,64	1,17
PA20_P7	9.125	2,13	229,81	158,72	182,83	195,13	36,29	8,54	130,40	111,04	120,77	1,17

DES descompresión
TL tracción límite
FC fisuración controlada

Se colocará una armadura superior mínima que proporcione un momento negativo no inferior a 1/4 del momento flector positivo máximo del vano contiguo en los extremos de los forjados aunque estos trabajen apoyados (EHE-08, Anejo 12, punto 4).

Entrando en el catalogo se observa que la armadura escogida para la entreplanta es la mínima posible de escoger por lo que será la utilizada en la estructura secundaria para estar del lado de la seguridad.

FLEXIÓN NEGATIVA

Armadura superior por nervio	Área	Momento	Rigidez		Momentos límite de servicio					Rasante	Cortante
	A_s	último	total fisurada		según clase de exposición					kN/m	último
	mm ²	m''_u mkN/m	K''_I	K''_{II}	m''_f	I	II	III-IV	IIIc		$m_d \geq m''_f$
			m ² MN/m		mkN/m						kN/m
6Ø6	170	15,71	34,01	1,67	37,69	41,45	39,95	38,82	38,06	384,74	72,78
6Ø8	302	23,69	34,29	9,79	38,17	41,99	40,46	39,32	38,55	384,74	80,94
6Ø10	471	35,81	34,65	10,36	38,79	42,67	41,12	39,95	39,18	384,74	91,37
6Ø12	679	52,26	35,07	11,06	39,55	43,50	41,92	40,73	39,94	384,74	104,22
6Ø16	1.206	90,47	36,13	33,70	41,46	45,60	43,94	42,70	41,87	384,74	124,57
6Ø20	1.885	144,01	37,41	36,02	43,89	48,28	46,52	45,20	44,33	384,74	124,57
7Ø6	198	15,71	34,07	1,76	37,79	41,57	40,06	38,92	38,17	384,74	74,51
7Ø8	352	27,71	34,40	9,96	38,35	42,19	40,66	39,50	38,74	384,74	84,02
7Ø10	550	39,89	34,81	10,63	39,08	42,99	41,42	40,25	39,47	384,74	96,25
7Ø12	792	60,61	35,30	11,44	39,96	43,95	42,36	41,16	40,36	384,74	111,20
7Ø16	1.407	107,99	36,51	34,38	42,18	46,40	44,71	43,45	42,60	384,74	124,57
7Ø20	2.199	167,39	37,98	77,70	45,00	49,50	47,70	46,35	45,45	384,74	124,57
8Ø6	226	19,69	34,13	9,53	37,89	41,68	40,17	39,03	38,27	384,74	76,24

Deben respetarse en todos los casos, los valores de cuantías geométricas mínimas que se establecen para las armaduras pasivas en EHE-08, tabla 42.3.5.

Se recomienda disponer en la losa superior de compresión como armadura mínima de reparto, malla electrosoldada ME 20x30 A Ø4-4 B500T.

3.1.15 DIMENSIONAMIENTO MEDIANTE EL PROGRAMA DE CÁLCULO

Con el objetivo de evitar la realización de un cálculo manual y tedioso, se precisa la utilización de modo adecuado del programa de cálculo Cype Ingenieros, mencionado en la introducción de este anexo.

En primer lugar, una vez definida la geometría de la nave completamente y establecidos los cálculos pertinentes de los cerramientos tanto de cubierta como de fachada, se describen dichos parámetros en el "Generador de Pórticos". De este

modo, inicialmente se presentarán los datos de partida y las acciones que actúan sobre la estructura en cuestión, creando a continuación los pórticos y las correas, tanto de cubierta como de fachada.

Datos de la obra

- Separación entre pórticos: 6,00 m.
- Profundidad estructura secundaria: 12,00 m.
- Con cerramiento en cubierta.
 - Peso del cerramiento: 0,54 kN/m²
 - Sobrecarga del cerramiento: 0,2 kN/m²
- Con cerramiento en laterales.
 - Peso del cerramiento: 0,54 kN/m²

Datos de viento

La acción del viento queda descrita según la normativa: CTE DB-SE AE (España).

- Zona eólica: C
- Grado de aspereza: IV. Zona urbana, industrial o forestal.
- Periodo de servicio (años): 50
- Sin huecos

Datos de nieve

La acción de la sobrecarga de nieve sobre la estructura queda definida según la normativa: CTE DB-SE AE (España)

- Zona de clima invernal: 1
- Altitud topográfica: 0 m
- Cubierta sin resaltos
- Exposición al viento: Normal

Aceros en perfiles

El material que se utilizará mayoritariamente para la estructura, salvo rectificaciones puntuales, es un acero laminado S-275, siendo el valor característico de su tensión de límite elástico $f_y=275$ N/mm² y el módulo de elasticidad $E = 210$ GPa.

Combinación de acciones

Hipótesis

A continuación se enumeran todas las hipótesis de carga individualmente, que se derivan de las acciones que actúan sobre la estructura:

1. Peso propio
2. Sobrecarga de uso
3. N(EI): Nieve (estado inicial)
4. N(R): Nieve (redistribución)
5. V(0°) H1: Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
6. V(0°) H2: Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
7. V(90°) H1: Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
8. V(90°) H2: Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
9. V(180°) H1: Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior

10. V(180°) H2: Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior
11. V(270°) H1: Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior
12. V(270°) H2: Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior

Correas

Una vez definidos los parámetros anteriores, se procede a calcular y dimensionar las correas, tanto de cubierta como de fachada.

Dadas las características simétricas de la estructura, se ha optado por la implantación de 7 correas en la cubierta y 7 en cada lateral de fachada. Dichas correas irán colocadas longitudinalmente a lo largo de la estructura siendo los extremos los pórticos hastiales.

Para estudiarlas se tomarán como vigas continuas de extremo a extremo y tendrán como apoyos los pórticos. El perfil de la serie IPE de las correas irá colocado de forma que el pandeo se produzca en su lado fuerte y este estará perpendicular al faldón.

Por consiguiente, se obtienen los siguientes resultados a partir de los datos prescritos:

Datos de correas de cubierta	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 100	Límite flecha: L / 250
Separación: 0.50 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida
Comprobación de resistencia	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
Tensión: 39,51%	
Flecha: 54,96%	
Aprovechamiento: 37,64 %	

Datos de correas laterales	
Descripción de correas	Parámetros de cálculo
Tipo de perfil: IPE 100	Límite flecha: L / 250
Separación: 0.50 m	Número de vanos: Dos vanos
Tipo de Acero: S275	Tipo de fijación: Fijación rígida
Comprobación de resistencia	
El perfil seleccionado cumple todas las comprobaciones.	
Porcentajes de aprovechamiento:	
Tensión: 18,18%	
Flecha: 54,8%	
Aprovechamiento: 18,37 %	

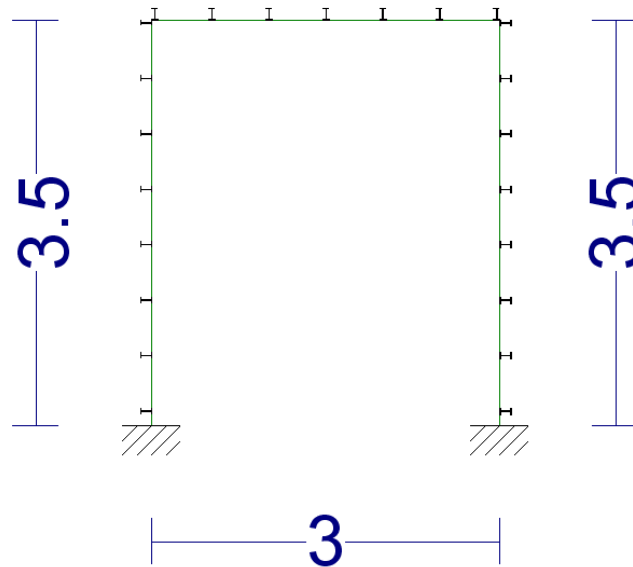
Medición de correas			
Tipo de correas	Nº de correas	Peso lineal kg/m	Peso superficial kN/m ²
Correas de cubierta	7	56.60	0.19
Correas laterales	16	129.37	0.42

Pórticos

Se dispondrán 3 pórticos rígidos, separados entre sí 6 metros, logrando así una longitud de nave de 12 metros.

Serán pórticos con 3 metros de luz, 3,5 metros de altura.

Datos de pórticos			
Pórtico	Tipo exterior	Geometría	Tipo interior
1	Un agua	Luz total: 3.00 m Alero izquierdo: 3.50 m Alero derecho: 3.50 m	Pórtico rígido



Los pórticos serán traslacionales, por lo que, no será necesario arriostrarlos en su plano.

Por último cabe destacar que los pórticos serán biempotrados. El empotramiento en arranques reduce los momentos máximos y consigue una mayor rigidez transversal del pórtico frente a las fuerzas horizontales, debidas a la acción del viento, seísmos, puentes grúa, etc. Por el contrario incrementa las sollicitaciones en cimentación precisando volúmenes mayores de hormigón y de sistemas más complicados de basas.

Datos de pórticos

Pórtico Tipo exterior Geometría Tipo interior

Un agua Luz izquierda: 1,5 m.

Luz derecha: 1,5 m.

Alero izquierdo: 3,5 m.

Alero derecho: 3,5 m.

Altura cumbre: 3,5 m.

Pórtico rígido

Finalmente, se exponen los valores de las cargas generadas por el programa sobre cada pórtico:

Pórtico 1

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	2.10 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	2.10 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.10 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.60 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	3.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	3.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	3.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	3.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	0.90 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	0.45 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 2

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	4.19 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	4.19 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.14 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	3.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	2.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	4.19 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	1.20 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	5.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	2.95 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	5.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	2.95 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	2.95 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	5.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	0.84 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	2.95 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	5.27 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.73 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.01 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.91 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	1.80 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	0.90 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Pórtico 3

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	2.10 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Carga permanente	Uniforme	---	2.10 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.07 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.05 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Pilar	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	1.69 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Carga permanente	Uniforme	---	2.10 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Sobrecarga de uso	Uniforme	---	0.60 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	3.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	3.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 0°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 90°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	3.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.23 (R)	0.42 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.23/0.77 (R)	1.48 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 180°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.77/1.00 (R)	3.16 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 1 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.26 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.00/0.25 (R)	0.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.25/0.75 (R)	0.25 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Viento a 270°, presion exterior tipo 2 sin acción en el interior	Faja	0.75/1.00 (R)	0.37 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)

Barra	Hipótesis	Tipo	Posición	Valor	Orientación
Cubierta	Viento a 270°, presión exterior tipo 2 sin acción en el interior	Uniforme	---	0.74 kN/m	EXB: (0.00, 0.00, 1.00)
Cubierta	Nieve (estado inicial)	Uniforme	---	0.90 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)
Cubierta	Nieve (redistribución)	Uniforme	---	0.45 kN/m	EG: (0.00, 0.00, -1.00)

Descripción de las abreviaturas:

R: Posición relativa a la longitud de la barra.

EG: Ejes de la carga coincidentes con los globales de la estructura.

EXB: Ejes de la carga en el plano de definición de la misma y con el eje X coincidente con la barra.

Una vez determinados los parámetros de estos elementos se exporta la obra a Nuevo Metal 3D y en este programa se crean los elementos restantes.

En Nuevo Metal 3D se introducen todas las barras necesarias, excepto los pórticos y las correas, y todos los parámetros necesarios para la determinación de los perfiles a dimensionar, como pueden ser los parámetros referentes al pandeo, al pandeo lateral, a la calidad del material, la disposición del material, las flechas, etc.

Por otro lado, además de las cargas y combinaciones creadas por el propio programa, se han introducido las siguientes cargas para completar las solicitaciones que deberá soportar la estructura:

- En la entreplanta, se han introducido las cargas correspondientes:
 - Peso forjado = 4,55 kN/m² o Peso de elementos sobre el forjado = 1,21 kN/m²
 - Sobrecarga de uso = 1 kN/m²

De este modo, la estructura queda totalmente definida y se puede proceder a la ejecución de los cálculos y el dimensionamiento del resto de elementos de la nave industrial.

3.1.15.1 ELEMENTOS DE LA NAVE

A continuación, se exponen las comprobaciones pertinentes para la situación más desfavorable de cada elemento implantado con sus correspondientes consideraciones.

3.1.15.1.1 Pórticos

Dinteles

Al tratarse de una estructura de cubierta plana, los dinteles serán vigas que unan los pilares de los pórticos. Además, no será necesario colocar dinteles de sección variable a lo largo de toda su longitud, ya que, los dinteles son de longitud moderada.

Por lo tanto, el resultado es el siguiente:

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	$I_v^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_z^{(1)}$ (cm ⁴)	$I_t^{(2)}$ (cm ⁴)
N14	N12	3.000	62.60	11770.00	788.10	28.15
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	0.70	0.17	1.00		
L_K	2.100	2.100	0.500	3.000		
C_m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C_1	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L_K : Longitud de pandeo (m) C_m : Coeficiente de momentos C_1 : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{0.70} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$\text{A}_{ef} : \underline{60.78} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\text{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\text{N}_{cr} : \underline{348.849} \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\text{N}_{cr,y} : \underline{5638.816} \text{ t}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$\text{N}_{cr,z} : \underline{377.566} \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\text{N}_{cr,T} : \underline{348.849} \text{ t}$$

Donde:

I_y: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$\text{I}_y : \underline{11770.00} \text{ cm}^4$$

I_z: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$\text{I}_z : \underline{788.10} \text{ cm}^4$$

I_t: Momento de inercia a torsión uniforme.

$$\text{I}_t : \underline{28.15} \text{ cm}^4$$

I_w: Constante de alabeo de la sección.

$$\text{I}_w : \underline{199100.00} \text{ cm}^6$$

E: Módulo de elasticidad.

$$\text{E} : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G: Módulo de elasticidad transversal.

$$\text{G} : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$\text{L}_{ky} : \underline{2.100} \text{ m}$$

L_{kz}: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$\text{L}_{kz} : \underline{2.100} \text{ m}$$

L_{kt}: Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$\text{L}_{kt} : \underline{3.000} \text{ m}$$

i₀: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$\text{i}_0 : \underline{14.16} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{13.71} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.55} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{307.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{23.03} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{18.40} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

f_{yf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{yf} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.002} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N12, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$N_{t,Ed}$: Axil de tracción solicitante de cálculo pésimo.

$N_{t,Ed}$: 0.301 t

La resistencia de cálculo a tracción $N_{t,Rd}$ viene dada por:

$N_{t,Rd}$: 167.128 t

Donde:

A : Área bruta de la sección transversal de la barra.

A : 62.60 cm²

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.013 ✓

η : 0.017 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones
1.35·G+1.05·Q+0.9·V(90°)H2+1.5·Nieve:estadoinicial.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 2.166 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 162.256 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de

Clase : 4

deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A_{ef} : \underline{60.78} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{127.268} \text{ t}$$

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A_{ef} : \underline{60.78} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.80}$$

$$\chi_T : \underline{0.78}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.51}$$

$$\phi_z : \underline{0.81}$$

$$\phi_T : \underline{0.83}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$$\alpha_T : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.17}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.67}$$

$$\bar{\lambda}_T : \underline{0.70}$$

$$N_{cr} : \underline{348.849} \text{ t}$$

$$N_{cr,y} : \underline{5638.816} \text{ t}$$

$$N_{cr,z} : \underline{377.566} \text{ t}$$

$$N_{cr,T} : \underline{348.849} \text{ t}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.030} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.042} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.644} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.654} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{21.473} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{804.30} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{2669.77}$ kp/cm²

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : \underline{2803.26}$ kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

El momento flector resistente de cálculo $M_{b,Rd}$ viene dado por:

$M_{b,Rd}^+ : \underline{21.473}$ t·m

$M_{b,Rd}^- : \underline{15.687}$ t·m

Donde:

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{804.30}$ cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{2669.77}$ kp/cm²

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : \underline{2803.26}$ kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M1} : \underline{1.05}$

χ_{LT} : Factor de reducción por pandeo lateral.

$\chi_{LT}^+ : \underline{1.00}$

$\chi_{LT}^- : \underline{0.73}$

Siendo:

$\phi_{LT}^+ : \underline{0.50}$

$\phi_{LT}^- : \underline{0.91}$

α_{LT} : Coeficiente de imperfección elástica. $\alpha_{LT} : \underline{0.34}$

$\bar{\lambda}_{LT}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}_{LT}^+ : \underline{0.15}$

$\bar{\lambda}_{LT}^- : \underline{0.79}$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr}^+ : \underline{1071.860} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{cr}^- : \underline{36.119} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTV} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTV}^+ : \underline{124.421} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTV}^- : \underline{20.737} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW}^+ : \underline{1064.614} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{LTW}^- : \underline{29.573} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.

$$W_{el,y} : \underline{713.33} \text{ cm}^3$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{788.10} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{28.15} \text{ cm}^4$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.

$$L_c^+ : \underline{0.500} \text{ m}$$

L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.

$$L_c^- : \underline{3.000} \text{ m}$$

C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.

$$C_1 : \underline{1.00}$$

$i_{f,z}$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.

$$i_{f,z}^+ : \underline{4.20} \text{ cm}$$

$$i_{f,z}^- : \underline{4.20} \text{ cm}$$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.114} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2$.

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.466} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(270^\circ)H1$.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo pésimo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{0.039} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{4.103} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{153.70} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.019} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$$V_{Ed} : \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.708} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{38.150} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.75} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{330.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$40.93 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{40.93}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

$$f_{ref} : \underline{2395.51} \text{ kp/cm}^2$$

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.007} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N14, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

$$\mathbf{V_{Ed}}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad \mathbf{V_{Ed}} : \underline{0.422} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $\mathbf{V_{c,Rd}}$ viene dado por:

$$\mathbf{V_{c,Rd}} : \underline{61.001} \text{ t}$$

Donde:

$$\mathbf{A_v}: \text{Área transversal a cortante.} \quad \mathbf{A_v} : \underline{39.58} \text{ cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{A}: \text{Área de la sección bruta.} \quad \mathbf{A} : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{d}: \text{Altura del alma.} \quad \mathbf{d} : \underline{307.00} \text{ mm}$$

$$\mathbf{t_w}: \text{Espesor del alma.} \quad \mathbf{t_w} : \underline{7.50} \text{ mm}$$

$$\mathbf{f_{vd}}: \text{Resistencia de cálculo del acero.} \quad \mathbf{f_{vd}} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

$$\mathbf{f_y}: \text{Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)} \quad \mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

$$\mathbf{\gamma_{Mo}}: \text{Coeficiente parcial de seguridad del material.} \quad \mathbf{\gamma_{Mo}} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo $\mathbf{V_{Ed}}$ no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $\mathbf{V_{c,Rd}}$.

$$0.708 \text{ t} \leq 19.075 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.708} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{38.150} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.422 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(180^\circ)H2$.

$$V_{Ed}: \text{Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.} \quad V_{Ed} : \underline{0.422} \text{ t}$$

$$V_{c,Rd}: \text{Esfuerzo cortante resistente de cálculo.} \quad V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.201} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.202} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.205} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N14, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(90^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{2.111} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.205} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{0.466} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{el,Rd,y} : \underline{19.044} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{el,Rd,z} : \underline{2.630} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{el,y} : \underline{713.33} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{98.51} \text{ cm}^3$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z , $k_{v,LT}$: Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z : \underline{1.01}$$

$$k_{v,LT} : \underline{1.00}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,LT} : \underline{1.00}$$

χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{1.00}$$

$$\chi_z : \underline{0.79}$$

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

$$\chi_{LT} : \underline{1.00}$$

$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.18}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.68}$$

α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.80}$$

$$\alpha_z : \underline{1.00}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

$$0.708 \text{ t} \leq 19.075 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{0.708} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{38.150} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Pilares

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N3	N18	0.500	62.60	11770.00	788.10	28.15
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	0.70	0.70	1.00	1.00		
L _K	0.350	0.350	0.500	0.500		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{\quad 0.14 \quad} \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{\quad 4 \quad}$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$\mathbf{A}_{ef} : \underline{\quad 60.78 \quad} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : \underline{\quad 2803.26 \quad} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{\quad 8503.347 \quad} \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{202997.368} \text{ t}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{13592.373} \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{8503.347} \text{ t}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{11770.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{788.10} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{28.15} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{199100.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{0.350} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{0.350} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.500} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{14.16} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{13.71} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.55} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{307.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{23.03} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{18.40} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{vf} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.035} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estado inicial}$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{5.754} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{162.256} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

Clase : 4

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 60.78 cm²

f_{yd}: Resistencia de cálculo del acero.

f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{Mo}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{Mo} : 1.05

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda} \leq 0.2$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$\bar{\lambda}$: 0.14

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

A_{ef} : 60.78 cm²

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

N_{cr}: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

N_{cr} : 8503.347 t

N_{cr,y}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

N_{cr,y} : 202997.368 t

N_{cr,z}: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

N_{cr,z} : 13592.373 t

N_{cr,T}: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

N_{cr,T} : 8503.347 t

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

η : 0.030 ✓

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones

$1.35 \cdot G + 1.05 \cdot Q + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve: estado inicial}$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.593} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.644} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{21.473} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{804.30} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

Para esbelteces $\bar{\lambda}_{LT} \leq 0.4$ se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$$\bar{\lambda}_{LT} : \underline{0.15}$$

M_{cr} : Momento crítico elástico de pandeo lateral.

$$M_{cr} : \underline{1071.860} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento crítico elástico de pandeo lateral M_{cr} se determina según la teoría de la elasticidad:

Siendo:

M_{LTv} : Componente que representa la resistencia por torsión uniforme de la barra.

$$M_{LTv} : \underline{124.421} \text{ t}\cdot\text{m}$$

M_{LTW} : Componente que representa la resistencia por torsión no uniforme de la barra.

$$M_{LTW} : \underline{1064.614} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Siendo:

$W_{el,y}$: Módulo resistente elástico de la sección bruta, obtenido para la fibra más comprimida.	$W_{el,y} : \underline{713.33} \text{ cm}^3$
I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	$I_z : \underline{788.10} \text{ cm}^4$
I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.	$I_t : \underline{28.15} \text{ cm}^4$
E : Módulo de elasticidad.	$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$
G : Módulo de elasticidad transversal.	$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$
L_c^+ : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala superior.	$L_c^+ : \underline{0.500} \text{ m}$
L_c^- : Longitud efectiva de pandeo lateral del ala inferior.	$L_c^- : \underline{0.500} \text{ m}$
C_1 : Factor que depende de las condiciones de apoyo y de la forma de la ley de momentos flectores sobre la barra.	$C_1 : \underline{1.00}$
$i_{f,z}^+$: Radio de giro, respecto al eje de menor inercia de la sección, del soporte formado por el ala comprimida y la tercera parte de la zona comprimida del alma adyacente al ala comprimida.	$i_{f,z}^+ : \underline{4.20} \text{ cm}$
	$i_{f,z}^- : \underline{4.20} \text{ cm}$

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.293} \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N18, para la combinación de acciones $1.35\cdot G + 1.5\cdot Q + 0.9\cdot V(90^\circ)H2$.

$$M_{Ed}^+ : \underline{1.204} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

$$M_{Ed}^- : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{4.103} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

Clase : 1

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$W_{pl,z}$: 153.70 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.020 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.746 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo **$V_{c,Rd}$** viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 38.150 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 24.75 cm²

Siendo:

h : Canto de la sección.

h : 330.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 7.50 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

40.93 < 64.71 ✓

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

λ_w : 40.93

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ϵ : Factor de reducción.

ϵ : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

η : 0.048 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N3, para la combinación de acciones
 $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.930} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{39.58} \text{ cm}^2$$

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

d : Altura del alma.

$$d : \underline{307.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.746 \text{ t} \leq 19.075 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.746} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{38.150} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$2.930 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial.}$$

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{2.930} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.495} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.495} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.495} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N18, para la combinación de acciones

$$1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(90^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial.}$$

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{5.295} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed}^+ : \underline{0.105} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed}^+ : \underline{1.204} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

Clase : 3

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$: 167.128 t

$M_{el,Rd,y}$, $M_{el,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{el,Rd,y}$: 19.044 t·m

$M_{el,Rd,z}$: 2.630 t·m

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

$W_{el,y}$, $W_{el,z}$: Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{el,y}$: 713.33 cm³

$W_{el,z}$: 98.51 cm³

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_y : 2803.26 kp/cm²

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M1} : 1.05

k_y , k_z , $k_{y,LT}$: Coeficientes de interacción.

k_y : 1.00

k_z : 1.00

$k_{y,LT}$: 1.00

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$, $C_{m,LT}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$C_{m,y}$: 1.00

$C_{m,z}$: 1.00

$C_{m,LT}$: 1.00

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

χ_y : 1.00

χ_z : 1.00

χ_{LT} : Coeficiente de reducción por pandeo lateral.

χ_{LT} : 1.00

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$\bar{\lambda}_y$: 0.03

$\bar{\lambda}_z$: 0.11

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

α_y : 0.80

α_z : 1.00

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2 + 0.75 \cdot \text{Nieve:estadoinicial}$.

$$2.930 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,v}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$V_{c,Rd,v}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{Ed,v} : \frac{2.930}{t}$$

$$V_{c,Rd,v} : \frac{61.001}{t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Jácnenas y vigas de atado de la entreplanta (primer, segundo y tercer pórtico)

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _t ⁽²⁾ (cm ⁴)
N15	N14	6.000	62.60	11770.00	788.10	28.15
Notas: ⁽¹⁾ Inercia respecto al eje indicado ⁽²⁾ Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	6.000	6.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.92} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$\mathbf{A_{ef}} : \underline{60.78} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f_y} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N_{cr}} : \underline{46.252} \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico N_{cr} es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{690.755} \text{ t}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{46.252} \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{11770.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{788.10} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{28.15} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{199100.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{14.16} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{13.71} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.55} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \quad \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

$$h_w : \underline{307.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

A_w : Área del alma.

$$A_w : \underline{23.03} \text{ cm}^2$$

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$$A_{fc,ef} : \underline{18.40} \text{ cm}^2$$

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

$$k : \underline{0.30}$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

$$f_{vf} : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.017} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.076} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{2.780} \text{ t}$$

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$$N_{c,Rd} : \underline{162.256} \text{ t}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

$$A_{ef} : \underline{60.78} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo **N_{b,Rd}** en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{36.560} \text{ t}$$

Donde:

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$A_{ef} : \underline{60.78} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ: Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.65}$$

$$\phi_z : \underline{2.63}$$

α: Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

λ̄: Esbeltez reducida.

	$\bar{\lambda}_y :$	<u>0.50</u>
	$\bar{\lambda}_z :$	<u>1.92</u>
N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:	$N_{cr} :$	<u>46.252 t</u>
$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.	$N_{cr,y} :$	<u>690.755 t</u>
$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.	$N_{cr,z} :$	<u>46.252 t</u>
$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.	$N_{cr,T} :$	<u>∞</u>

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.234} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

$$M_{Ed}^+ : \text{Momento flector solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo p\acute{e}simo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones $1.35\cdot G + 1.5\cdot Q + 0.9\cdot V(270^\circ)H1$.

$$M_{Ed}^- : \text{Momento flector solicitante de cálculo p\acute{e}simo.} \quad M_{Ed}^- : \underline{5.026} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{21.473} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple. $\text{Clase} : \underline{1}$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2. $W_{pl,y} : \underline{804.30} \text{ cm}^3$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero. $f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) $f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material. $\gamma_{M0} : \underline{1.05}$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(180^\circ)H1$.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H2$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{4.103} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{153.70} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.117} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N15, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{4.451} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{38.150} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.75} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{330.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$40.93 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma. λ_w : 40.93

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima. $\lambda_{m\acute{a}x}$: 64.71

ε : Factor de reducción. ε : 0.92

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia. f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1) f_v : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo. V_{Ed} : 0.000 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

Donde:

A_v : rea transversal a cortante. A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : rea de la sección bruta. A : 62.60 cm²

d : Altura del alma. d : 307.00 mm

t_w : Espesor del alma. t_w : 7.50 mm

f_{yd} : Resistencia de cálculo del acero. f_{yd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

4.451 t ≤ 19.075 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(270°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 4.451 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 38.150 t

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

0.000 t ≤ 30.500 t ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N15, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.000 t

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.251} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.253} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.217} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N15, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1$.

Donde:

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$$N_{c,Ed} : \underline{2.780} \text{ t}$$

$M_{y,Ed}$, $M_{z,Ed}$: Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{5.026} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{z,Ed} : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$N_{pl,Rd}$: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{167.128} \text{ t}$$

$M_{pl,Rd,y}$, $M_{pl,Rd,z}$: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{21.473} \text{ t}\cdot\text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{4.103} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{62.60} \text{ cm}^2$$

$W_{pl,y}$, $W_{pl,z}$: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{pl,y} : \underline{804.30} \text{ cm}^3$$

$$W_{pl,z} : \underline{153.70} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_y : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

k_y , k_z : Coeficientes de interacción.

$$k_y : \underline{1.01}$$

$$k_z : \underline{1.11}$$

$C_{m,y}$, $C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.

$$C_{m,y} : \underline{1.00}$$

$$C_{m,z} : \underline{1.00}$$

χ_y , χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\chi_y : \underline{0.92}$$

$$\chi_z : \underline{0.22}$$

$\bar{\lambda}_y$, $\bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.50}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.95}$$

α_y , α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.

$$\alpha_y : \underline{0.60}$$

$$\alpha_z : \underline{0.60}$$

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1$.

$$4.451 \text{ t} \leq 19.075 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed,z} : \underline{4.451} \text{ t}$$

$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{38.150} \text{ t}$$

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.15.1.2 Estabilización horizontal

Para evitar el desplome longitudinal, se establecen una serie de elementos que hacen frente a los esfuerzos que promocionan dicho efecto.

Vigas de arriostramiento

Estos elementos atan las cabezas de los pliares de los pórticos, enmarcan las cruces de San Andrés... De este modo, contribuyen con el sistema de arriostramiento longitudinal de la nave.

Los resultados son los siguientes:

Perfil: IPE 330
Material: Acero (S275)

Perfil: IPE 330 Material: Acero (S275)						
Nudos	Longitud (m)	Características mecánicas				
		Inicial	Final	Área (cm ²)	I _y ⁽¹⁾ (cm ⁴)	I _z ⁽¹⁾ (cm ⁴)
N16	N13	6.000	62.60	11770.00	788.10	28.15
Notas: (1) Inercia respecto al eje indicado (2) Momento de inercia a torsión uniforme						
	Pandeo		Pandeo lateral			
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
β	1.00	1.00	0.00	0.00		
L _K	6.000	6.000	0.000	0.000		
C _m	1.000	1.000	1.000	1.000		
C ₁	-		1.000			
Notación: β : Coeficiente de pandeo L _K : Longitud de pandeo (m) C _m : Coeficiente de momentos C ₁ : Factor de modificación para el momento crítico						

Limitación de esbeltez (CTE DB SE-A, Artículos 6.3.1 y 6.3.2.1 - Tabla 6.3)

La esbeltez reducida $\bar{\lambda}$ de las barras comprimidas debe ser inferior al valor 2.0.

$$\bar{\lambda} : \underline{1.92} \quad \checkmark$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

$$\text{Clase} : \underline{4}$$

A_{ef}: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$\mathbf{A}_{ef} : \underline{60.78} \text{ cm}^2$$

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\mathbf{f}_y : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

N_{cr}: Axil crítico de pandeo elástico.

$$\mathbf{N}_{cr} : \underline{46.252} \text{ t}$$

El axil crítico de pandeo elástico **N_{cr}** es el menor de los valores obtenidos en a), b) y c):

a) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$\mathbf{N}_{cr,y} : \underline{690.755} \text{ t}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{46.252} \text{ t}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Donde:

I_y : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

$$I_y : \underline{11770.00} \text{ cm}^4$$

I_z : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.

$$I_z : \underline{788.10} \text{ cm}^4$$

I_t : Momento de inercia a torsión uniforme.

$$I_t : \underline{28.15} \text{ cm}^4$$

I_w : Constante de alabeo de la sección.

$$I_w : \underline{199100.00} \text{ cm}^6$$

E : Módulo de elasticidad.

$$E : \underline{2140673} \text{ kp/cm}^2$$

G : Módulo de elasticidad transversal.

$$G : \underline{825688} \text{ kp/cm}^2$$

L_{ky} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.

$$L_{ky} : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_{kz} : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.

$$L_{kz} : \underline{6.000} \text{ m}$$

L_{kt} : Longitud efectiva de pandeo por torsión.

$$L_{kt} : \underline{0.000} \text{ m}$$

i_0 : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

$$i_0 : \underline{14.16} \text{ cm}$$

Siendo:

i_y, i_z : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.

$$i_y : \underline{13.71} \text{ cm}$$

$$i_z : \underline{3.55} \text{ cm}$$

y_0, z_0 : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

$$y_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

$$z_0 : \underline{0.00} \text{ mm}$$

Abolladura del alma inducida por el ala comprimida (Criterio de CYPE Ingenieros, basado en: Eurocódigo 3 EN 1993-1-5: 2006, Artículo 8)

Se debe satisfacer:

$$40.93 \leq 256.27 \checkmark$$

Donde:

h_w : Altura del alma.

h_w : 307.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 7.50 mm

A_w : Área del alma.

A_w : 23.03 cm²

$A_{fc,ef}$: Área reducida del ala comprimida.

$A_{fc,ef}$: 18.40 cm²

k : Coeficiente que depende de la clase de la sección.

k : 0.30

E : Módulo de elasticidad.

E : 2140673 kp/cm²

f_{vf} : Límite elástico del acero del ala comprimida.

f_{vf} : 2803.26 kp/cm²

Siendo:

Resistencia a tracción (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

Resistencia a compresión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5)

Se debe satisfacer:

η : 0.017 ✓

η : 0.076 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H2$.

$N_{c,Ed}$: Axil de compresión solicitante de cálculo pésimo.

$N_{c,Ed}$: 2.780 t

La resistencia de cálculo a compresión $N_{c,Rd}$ viene dada por:

$N_{c,Rd}$: 162.256 t

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación

Clase : 4

y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos comprimidos de una sección.

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$A_{ef} : \underline{60.78} \text{ cm}^2$$

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.2)

La resistencia de cálculo a pandeo $N_{b,Rd}$ en una barra comprimida viene dada por:

$$N_{b,Rd} : \underline{36.560} \text{ t}$$

Donde:

A_{ef} : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$$A_{ef} : \underline{60.78} \text{ cm}^2$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M1} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

χ : Coeficiente de reducción por pandeo.

$$\chi_y : \underline{0.93}$$

$$\chi_z : \underline{0.23}$$

Siendo:

$$\phi_y : \underline{0.65}$$

$$\phi_z : \underline{2.63}$$

α : Coeficiente de imperfección elástica.

$$\alpha_y : \underline{0.21}$$

$$\alpha_z : \underline{0.34}$$

$\bar{\lambda}$: Esbeltez reducida.

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.50}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{1.92}$$

N_{cr} : Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

$$N_{cr} : \underline{46.252} \text{ t}$$

$N_{cr,y}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

$$N_{cr,y} : \underline{690.755} \text{ t}$$

$N_{cr,z}$: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

$$N_{cr,z} : \underline{46.252} \text{ t}$$

$N_{cr,T}$: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

$$N_{cr,T} : \underline{\infty}$$

Resistencia a flexión eje Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.234} \checkmark$$

Para flexión positiva:

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.000} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones $1.35\cdot G + 1.5\cdot Q + 0.9\cdot V(270^\circ)H1$.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{5.026} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{c,Rd}$ viene dado por:

$$M_{c,Rd} : \underline{21.473} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,y}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,y} : \underline{804.30} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a pandeo lateral: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.2)

No procede, dado que las longitudes de pandeo lateral son nulas.

Resistencia a flexión eje Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

Para flexión positiva:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(180°)H2.

M_{Ed}^+ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^+ : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

M_{Ed}^- : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{Ed}^- : \underline{0.001} \text{ t}\cdot\text{m}$$

El momento flector resistente de cálculo $M_{C,Rd}$ viene dado por:

$$M_{C,Rd} : \underline{4.103} \text{ t}\cdot\text{m}$$

Donde:

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de los elementos planos de una sección a flexión simple.

$$\text{Clase} : \underline{1}$$

$W_{pl,z}$: Módulo resistente plástico correspondiente a la fibra con mayor tensión, para las secciones de clase 1 y 2.

$$W_{pl,z} : \underline{153.70} \text{ cm}^3$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Resistencia a corte Z (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.117} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N16, para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{4.451} \text{ t}$$

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$$V_{c,Rd} : \underline{38.150} \text{ t}$$

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{24.75} \text{ cm}^2$$

Siendo:

h : Canto de la sección.

$$h : \underline{330.00} \text{ mm}$$

t_w : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{7.50} \text{ mm}$$

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{vd} : \underline{2669.77} \text{ kp/cm}^2$$

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$f_v : \underline{2803.26} \text{ kp/cm}^2$$

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M0} : \underline{1.05}$$

Abolladura por cortante del alma: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.3.4)

Aunque no se han dispuesto rigidizadores transversales, no es necesario comprobar la resistencia a la abolladura del alma, puesto que se cumple:

$$40.93 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

λ_w : Esbeltez del alma.

$$\lambda_w : \underline{40.93}$$

$\lambda_{m\acute{a}x}$: Esbeltez máxima.

$$\lambda_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

ε : Factor de reducción.

$$\varepsilon : \underline{0.92}$$

Siendo:

f_{ref} : Límite elástico de referencia.

f_{ref} : 2395.51 kp/cm²

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 2803.26 kp/cm²

Resistencia a corte Y (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4)

Se debe satisfacer:

$$\eta < \underline{0.001} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 0.8·G+1.5·V(0°)H1.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

V_{Ed} : 0.000 t

El esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$ viene dado por:

$V_{c,Rd}$: 61.001 t

Donde:

A_v : Área transversal a cortante.

A_v : 39.58 cm²

Siendo:

A : Área de la sección bruta.

A : 62.60 cm²

d : Altura del alma.

d : 307.00 mm

t_w : Espesor del alma.

t_w : 7.50 mm

f_{vd} : Resistencia de cálculo del acero.

f_{vd} : 2669.77 kp/cm²

Siendo:

f_v : Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f_v : 2803.26 kp/cm²

γ_{M0} : Coeficiente parcial de seguridad del material.

γ_{M0} : 1.05

Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$4.451 \text{ t} \leq 19.075 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{4.451} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{38.150} \text{ t}$$

Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir la resistencia de cálculo a flexión, ya que el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} no es superior al 50% de la resistencia de cálculo a cortante $V_{c,Rd}$.

$$0.000 \text{ t} \leq 30.500 \text{ t} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N16, para la combinación de acciones $0.8 \cdot G + 1.5 \cdot V(0^\circ)H1$.

V_{Ed} : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{0.000} \text{ t}$$

$V_{c,Rd}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd} : \underline{61.001} \text{ t}$$

Resistencia a flexión y axil combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta : \underline{0.251} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.253} \quad \checkmark$$

$$\eta : \underline{0.217} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p^{ésimos} se producen en el nudo N16, para la combinación de acciones 1.35·G+1.5·Q+0.9·V(270°)H1.

Donde:

N_{c,Ed}: Axil de compresión solicitante de cálculo p^{ésimo}.

$$\underline{N_{c,Ed} : 2.780 \text{ t}}$$

M_{y,Ed}, M_{z,Ed}: Momentos flectores solicitantes de cálculo p^{ésimos}, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{M_{y,Ed}^- : 5.026 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{M_{z,Ed}^+ : 0.000 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Clase: Clase de la sección, según la capacidad de deformación y de desarrollo de la resistencia plástica de sus elementos planos, para axil y flexión simple.

$$\underline{\text{Clase} : 1}$$

N_{pl,Rd}: Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$\underline{N_{pl,Rd} : 167.128 \text{ t}}$$

M_{pl,Rd,y}, M_{pl,Rd,z}: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{M_{pl,Rd,y} : 21.473 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

$$\underline{M_{pl,Rd,z} : 4.103 \text{ t}\cdot\text{m}}$$

Resistencia a pandeo: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.2)

A: Área de la sección bruta.

$$\underline{A : 62.60 \text{ cm}^2}$$

W_{pl,y}, W_{pl,z}: Módulos resistentes plásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$\underline{W_{pl,y} : 804.30 \text{ cm}^3}$$

$$\underline{W_{pl,z} : 153.70 \text{ cm}^3}$$

f_{vd}: Resistencia de cálculo del acero.

$$\underline{f_{vd} : 2669.77 \text{ kp/cm}^2}$$

Siendo:

f_y: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

$$\underline{f_y : 2803.26 \text{ kp/cm}^2}$$

γ_{M1}: Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\underline{\gamma_{M1} : 1.05}$$

k_y, k_z: Coeficientes de interacción.

$$\underline{k_y : 1.01}$$

$$\underline{k_z : 1.11}$$

$C_{m,y}, C_{m,z}$: Factores de momento flector uniforme equivalente.	$C_{m,y} :$ <u>1.00</u>
	$C_{m,z} :$ <u>1.00</u>
χ_y, χ_z : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.	$\chi_y :$ <u>0.92</u>
	$\chi_z :$ <u>0.22</u>
$\bar{\lambda}_y, \bar{\lambda}_z$: Esbelteces reducidas con valores no mayores que 1.00, en relación a los ejes Y y Z, respectivamente.	$\bar{\lambda}_y :$ <u>0.50</u>
	$\bar{\lambda}_z :$ <u>1.95</u>
α_y, α_z : Factores dependientes de la clase de la sección.	$\alpha_y :$ <u>0.60</u>
	$\alpha_z :$ <u>0.60</u>

Resistencia a flexión, axil y cortante combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de cálculo a flexión y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, además, el esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo V_{Ed} es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo $V_{c,Rd}$.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones $1.35 \cdot G + 1.5 \cdot Q + 0.9 \cdot V(270^\circ)H1$.

$$4.451 \text{ t} \leq 19.075 \text{ t} \quad \checkmark$$

Donde:

$V_{Ed,z}$: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.	$V_{Ed,z} :$ <u>4.451</u> t
$V_{c,Rd,z}$: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.	$V_{c,Rd,z} :$ <u>38.150</u> t

Resistencia a torsión (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Resistencia a cortante Y y momento torsor combinados (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

3.1.15.2 UNIONES SOLDADAS**3.1.15.2.1 Especificaciones**

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero.
Apartado 8.6. Resistencia de los medios de unión. Uniones soldadas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.

- Material de aportación (soldaduras): Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del material base. (4.4.1 CTE DB SE-A)

Disposiciones constructivas:

1) Las siguientes prescripciones se aplican a uniones soldadas donde los espesores de las piezas a unir sean al menos de 4 mm.

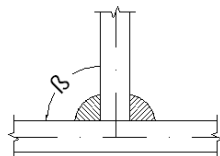
2) Los cordones de las soldaduras en ángulo no podrán tener un espesor de garganta inferior a 3 mm ni superior al menor espesor de las piezas a unir.

3) Los cordones de las soldaduras en ángulo cuyas longitudes sean menores de 40 mm o 6 veces el espesor de garganta, no se tendrán en cuenta para calcular la resistencia de la unión.

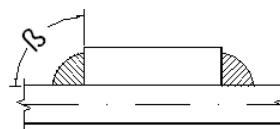
4) En el detalle de las soldaduras en ángulo se indica la longitud efectiva del cordón (longitud sobre la cual el cordón tiene su espesor de garganta completo). Para cumplirla, puede ser necesario prolongar el cordón rodeando las esquinas, con el mismo espesor de garganta y una longitud de 2 veces dicho espesor. La longitud efectiva de un cordón de soldadura deberá ser mayor o igual que 4 veces el espesor de garganta.

5) Las soldaduras en ángulo entre dos piezas que forman un ángulo b deberán cumplir con la condición de que dicho ángulo esté comprendido entre 60 y 120 grados. En caso contrario:

- Si se cumple que $b > 120$ (grados): se considerará que no transmiten esfuerzos.
- Si se cumple que $b < 60$ (grados): se considerarán como soldaduras a tope con penetración parcial.



Unión en 'T'



Unión en solape

Comprobaciones:

a) Cordones de soldadura a tope con penetración total:

En este caso, no es necesaria ninguna comprobación. La resistencia de la unión será igual a la de la más débil de las piezas unidas.

b) Cordones de soldadura a tope con penetración parcial y con preparación de bordes:

Se comprueban como soldaduras en ángulo considerando un espesor de garganta igual al canto nominal de la preparación menos 2 mm (artículo 8.6.3.3b del CTE DB SE-A).

c) Cordones de soldadura en ángulo:

Se realiza la comprobación de tensiones en cada cordón de soldadura según el artículo 8.6.2.3 CTE DB SE-A.

Se comprueban los siguientes tipos de tensión:

Tensión de Von Mises

Tensión normal

Donde $K = 1$.

Los valores que se muestran en las tablas de comprobación resultan de las combinaciones de esfuerzos que hacen máximo el aprovechamiento

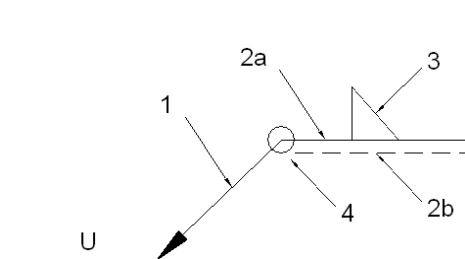
tensional para ambas comprobaciones, por lo que es posible que aparezcan dos valores distintos de la tensión normal si cada aprovechamiento máximo resulta en combinaciones distintas.

3.1.15.2 Referencias y simbología

a [mm]: Espesor de garganta del cordón de soldadura en ángulo, que será la altura mayor, medida perpendicularmente a la cara exterior, entre todos los triángulos que se pueden inscribir entre las superficies de las piezas que hayan alcanzado la fusión y la superficie exterior de las soldaduras. 8.6.2.a CTE DB SE-A

L [mm]: longitud efectiva del cordón de soldadura

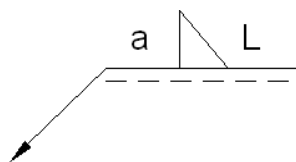
Método de representación de soldaduras



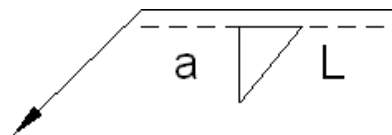
Referencias:

- 1: línea de la flecha
- 2a: línea de referencia (línea continua)
- 2b: línea de identificación (línea a trazos)
- 3: símbolo de soldadura
- 4: indicaciones complementarias
- U: Unión

Referencias 1, 2a y 2b

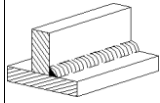

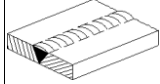

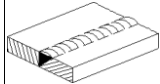

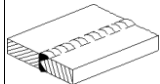

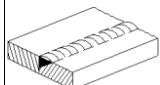

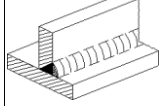

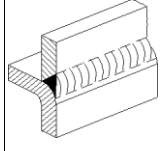



El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado de la flecha.


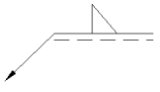


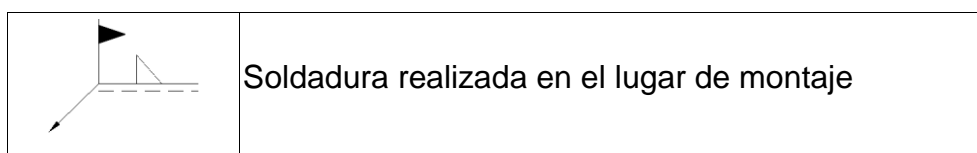
El cordón de soldadura que se detalla se encuentra en el lado opuesto al de la flecha.

Referencia 3

Designación	Ilustración	Símbolo
Soldadura en ángulo		
Soldadura a tope en 'V' simple (con chaflán)		
Soldadura a tope en bisel simple		
Soldadura a tope en bisel doble		
Soldadura a tope en bisel simple con talón de raíz amplio		
Soldadura combinada a tope en bisel simple y en ángulo		
Soldadura a tope en bisel simple con lado curvo		

Referencia 4

Representación	Descripción
	Soldadura realizada en todo el perímetro de la pieza
	Soldadura realizada en taller



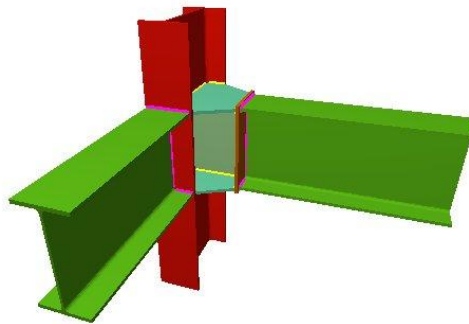
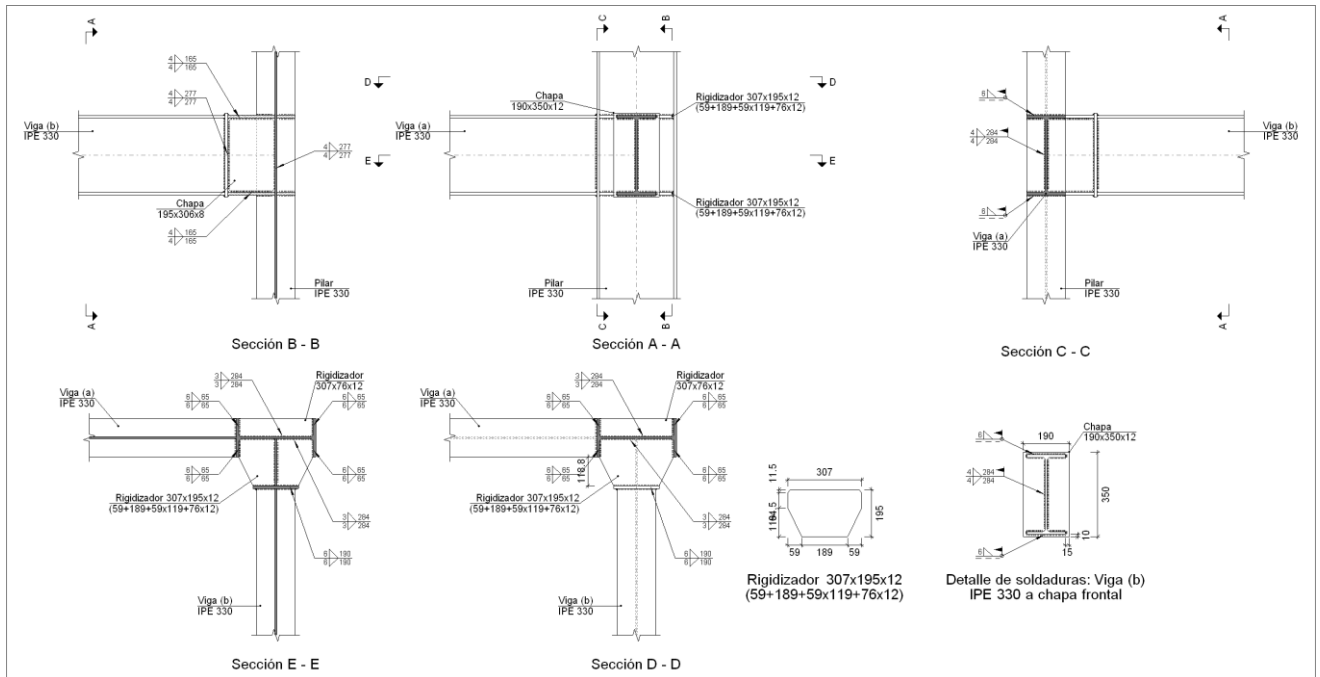
3.1.15.2.3 Relación

Tipo	Cantidad	Nudos
4	2	N13 y N18
5	2	N14 y N17
6	2	N15 y N16

3.1.15.2.3 Memoria de cálculo

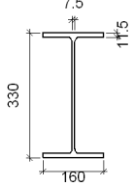
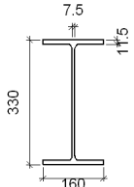
TIPO 4


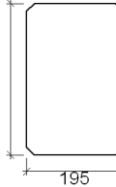
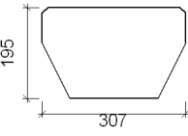
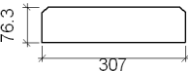
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa de apoyo de la viga IPE 330		190	350	12	S275	2803.3	4383.3
Chapa vertical de la viga IPE 330		195	306.5	8	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		307	195	12	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		307	76.3	12	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	40.93	64.71	63.26
	Cortante	t	1.120	34.335	3.26
Ala	Desgarro	kp/cm ²	618.692	2669.773	23.17
	Cortante	kp/cm ²	982.669	2669.773	36.81

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	164.3	164.3	0.0	328.6	7.97	164.3	4.69	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	316.0	316.0	0.0	632.0	15.32	316.0	9.01	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	156.2	270.5	6.56	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	176.7	306.1	7.42	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	176.7	306.1	7.42	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	156.2	270.5	6.56	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	15.5	15.5	437.2	757.9	18.37	43.8	1.25	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	28.2	48.9	1.19	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	0.7	0.7	702.2	1216.3	29.48	45.0	1.28	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	29.0	50.3	1.22	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	43.1	43.1	0.0	86.2	2.09	43.1	1.23	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	27.8	48.1	1.17	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	45.7	45.7	0.0	91.4	2.22	45.7	1.30	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	29.5	51.0	1.24	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) IPE 330

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	41.3	41.3	0.0	82.6	2.00	41.3	1.18	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	35.5	35.5	15.2	75.6	1.83	35.5	1.01	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	42.3	42.3	0.1	84.6	2.05	42.3	1.21	4383.3	0.85

3) Viga (b) IPE 330

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	192.3	192.3	3.0	384.6	9.32	192.3	5.48	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	0.0	0.0	152.0	263.3	6.38	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	359.9	359.9	3.0	719.8	17.45	359.9	10.26	4383.3	0.85

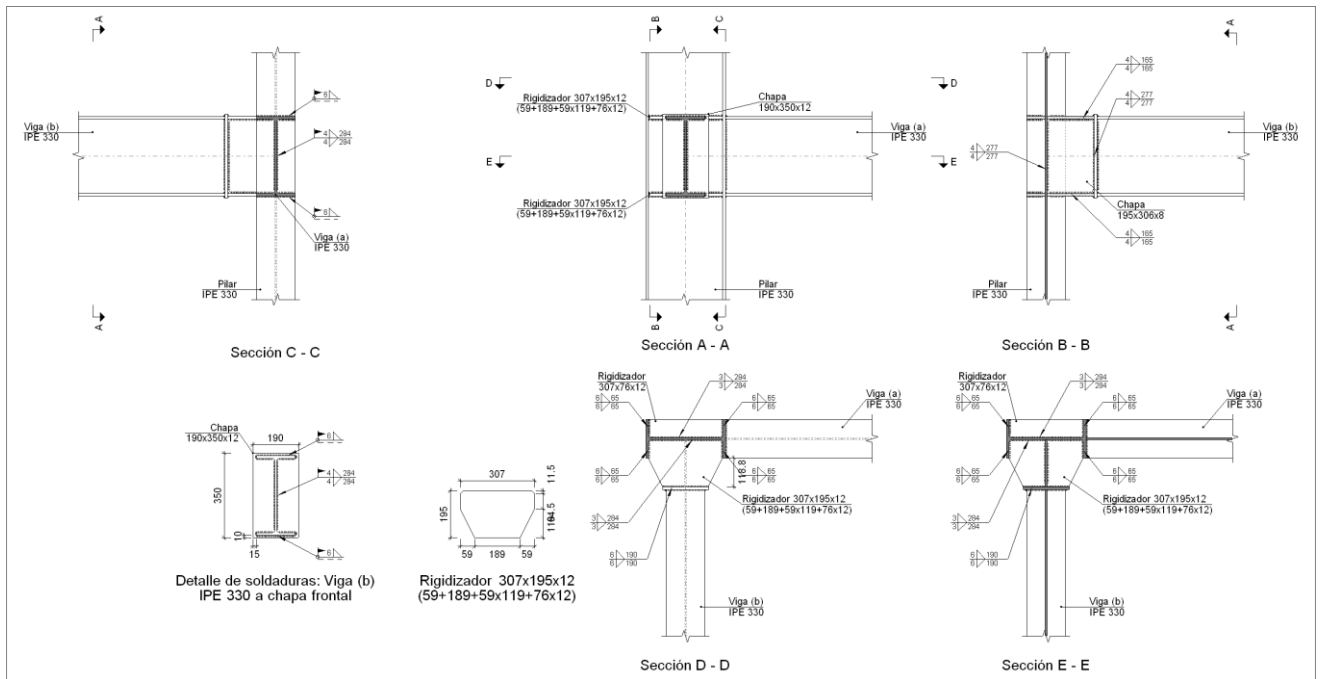
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	2272
			4	1766
			6	1796
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	1136
			6	1158

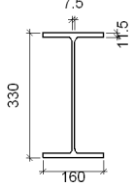
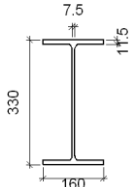
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	307x195x12 (59+189+59x119+76x12)	9.96
		2	307x76x12	4.41
	Chapas	1	195x306x8	3.75
		1	190x350x12	6.26
	Total			

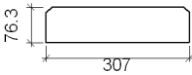
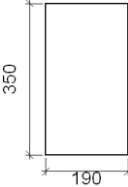
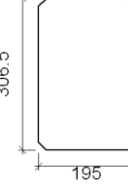
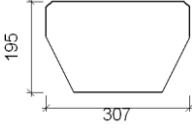
TIPO 5

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Rigidizador		307	76.3	12	S275	2803.3	4383.3
Chapa de apoyo de la viga IPE 330		190	350	12	S275	2803.3	4383.3
Chapa vertical de la viga IPE 330		195	306.5	8	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		307	195	12	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	40.93	64.71	63.26
	Cortante	t	1.120	34.335	3.26
Ala	Desgarro	kp/cm ²	618.692	2669.773	23.17
	Cortante	kp/cm ²	982.669	2669.773	36.81

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	43.1	43.1	0.0	86.2	2.09	43.1	1.23	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	27.8	48.1	1.17	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	45.7	45.7	0.0	91.4	2.22	45.7	1.30	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	29.5	51.0	1.24	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	164.3	164.3	0.0	328.6	7.97	164.3	4.69	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	316.0	316.0	0.0	632.0	15.32	316.0	9.01	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	156.2	270.5	6.56	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	176.7	306.1	7.42	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	176.7	306.1	7.42	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	156.2	270.5	6.56	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	15.5	15.5	437.2	757.9	18.37	43.8	1.25	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	28.2	48.9	1.19	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	0.7	0.7	702.2	1216.3	29.48	45.0	1.28	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	29.0	50.3	1.22	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) IPE 330

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	41.3	41.3	0.0	82.6	2.00	41.3	1.18	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	35.5	35.5	15.2	75.6	1.83	35.5	1.01	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	42.3	42.3	0.1	84.6	2.05	42.3	1.21	4383.3	0.85

3) Viga (b) IPE 330

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	192.3	192.3	3.0	384.6	9.32	192.3	5.48	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	0.0	0.0	152.0	263.3	6.38	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	359.9	359.9	3.0	719.8	17.45	359.9	10.26	4383.3	0.85

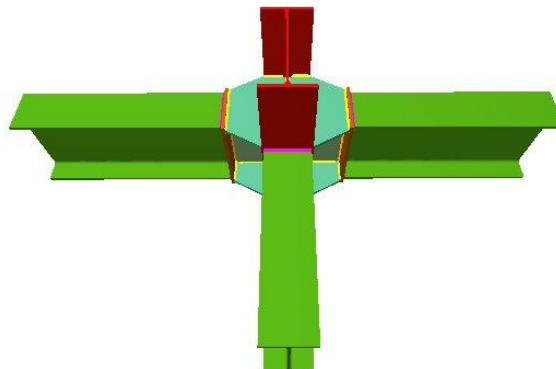
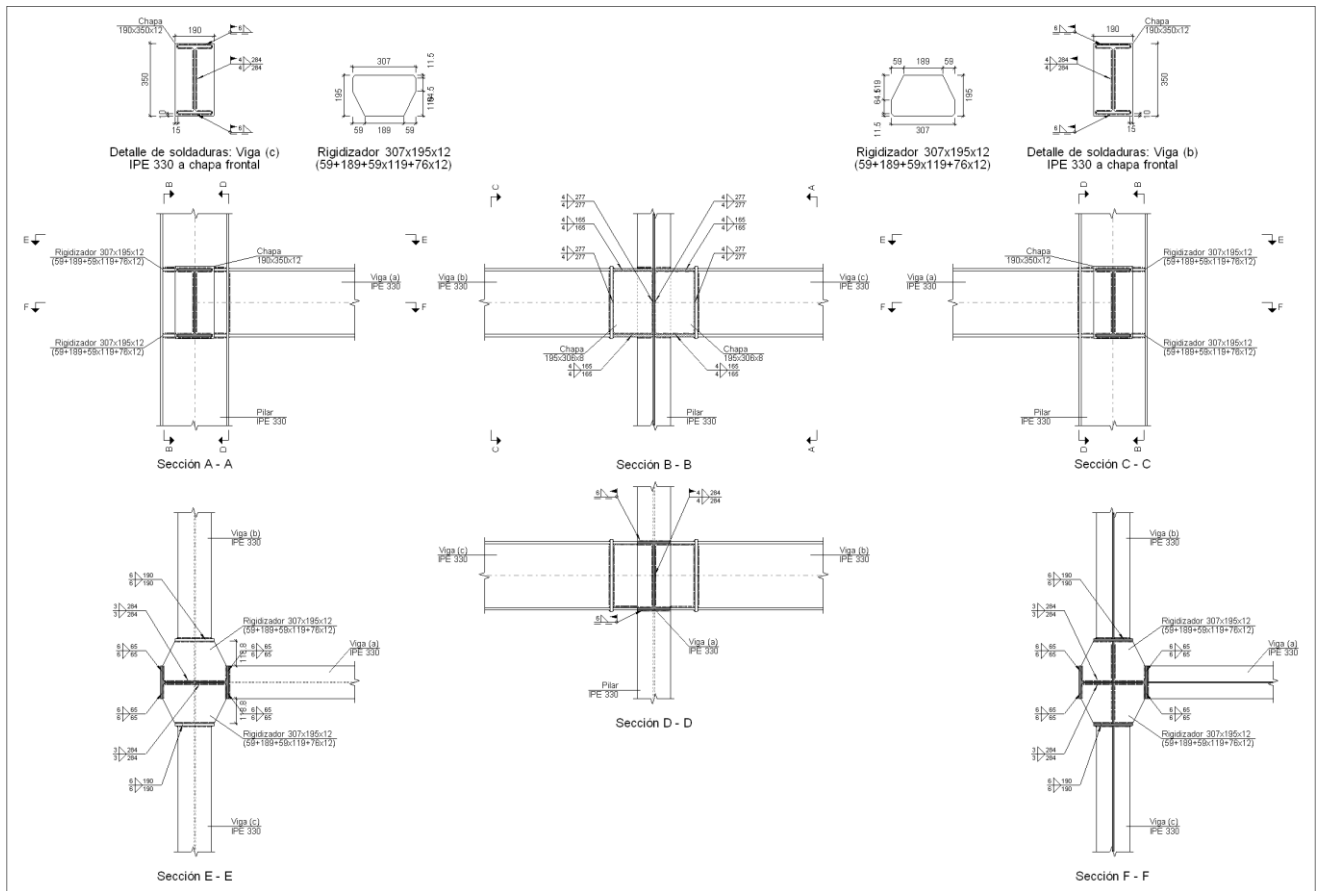
d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	2272
			4	1766
			6	1796
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	1136
			6	1158

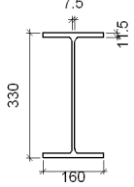
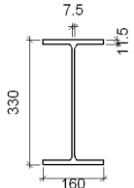
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	2	307x76x12	4.41
		2	307x195x12 (59+189+59x119+76x12)	9.96
	Chapas	1	195x306x8	3.75
		1	190x350x12	6.26
	Total			

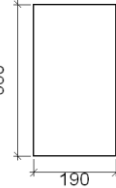
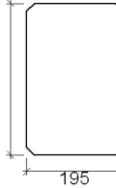
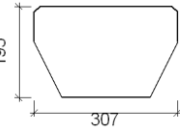
TIPO 6

a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Pilar	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	2803.3	4383.3
Viga	IPE 330		330	160	11.5	7.5	S275	2803.3	4383.3

Elementos complementarios							
Pieza	Geometría				Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Tipo	f_v (kp/cm ²)	f_u (kp/cm ²)
Chapa de apoyo de la viga IPE 330		190	350	12	S275	2803.3	4383.3
Chapa vertical de la viga IPE 330		195	306.5	8	S275	2803.3	4383.3
Rigidizador		307	195	12	S275	2803.3	4383.3

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

Comprobaciones de resistencia					
Componente	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Panel	Esbeltez	-	40.93	64.71	63.26
	Cortante	t	2.136	34.335	6.22
Ala	Desgarro	kp/cm ²	890.283	2669.773	33.35
	Cortante	kp/cm ²	1392.234	2669.773	52.15

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (kp/cm ²)	β _w
		σ _⊥ (kp/cm ²)	τ _⊥ (kp/cm ²)	τ _{//} (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ _⊥ (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	444.8	444.8	0.0	889.5	21.56	444.8	12.68	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	603.0	603.0	0.0	1206.0	29.23	603.0	17.20	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	194.6	337.0	8.17	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	220.2	381.4	9.25	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	220.2	381.4	9.25	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	194.6	337.0	8.17	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	27.6	27.6	964.1	1670.8	40.50	82.9	2.36	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	53.4	92.6	2.24	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	2.8	2.8	1240.7	2148.9	52.09	84.9	2.42	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	54.7	94.8	2.30	0.0	0.00	4383.3	0.85

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a la chapa frontal	6	444.8	444.8	0.0	889.5	21.56	444.8	12.68	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a la chapa frontal	6	603.0	603.0	0.0	1206.0	29.23	603.0	17.20	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al alma	4	0.0	0.0	194.6	337.0	8.17	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador superior	4	0.0	0.0	220.2	381.4	9.25	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical al rigidizador inferior	4	0.0	0.0	220.2	381.4	9.25	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura de la chapa vertical a la chapa frontal	4	0.0	0.0	194.6	337.0	8.17	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior a las alas	6	27.6	27.6	964.1	1670.8	40.50	82.9	2.36	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma	3	0.0	0.0	53.4	92.6	2.24	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas	6	2.8	2.8	1240.7	2148.9	52.09	84.9	2.42	4383.3	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma	3	0.0	0.0	54.7	94.8	2.30	0.0	0.00	4383.3	0.85

2) Viga (a) IPE 330

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	76.5	76.5	0.0	152.9	3.71	76.5	2.18	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	66.4	66.4	25.6	140.0	3.39	66.4	1.89	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	78.1	78.1	0.1	156.3	3.79	78.1	2.23	4383.3	0.85

3) Viga (c) IPE 330

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	514.8	514.8	3.1	1029.7	24.96	514.8	14.68	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	0.0	0.0	189.4	328.1	7.95	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	689.8	689.8	3.1	1379.5	33.44	689.8	19.67	4383.3	0.85

4) Viga (b) IPE 330

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (kp/cm ²)	β_w
		σ_{\perp} (kp/cm ²)	τ_{\perp} (kp/cm ²)	$\tau_{//}$ (kp/cm ²)	Valor (kp/cm ²)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (kp/cm ²)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	6	514.8	514.8	3.1	1029.7	24.96	514.8	14.68	4383.3	0.85
Soldadura del alma	4	0.0	0.0	189.4	328.1	7.95	0.0	0.00	4383.3	0.85
Soldadura del ala inferior	6	689.8	689.8	3.1	1379.5	33.44	689.8	19.67	4383.3	0.85

d) Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	2272
			4	3532
			6	2556
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	1704
			6	1737

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	307x195x12 (59+189+59x119+76x12)	19.91
	Chapas	2	195x306x8	7.51
		2	190x350x12	12.53
	Total			

3.1.15.2.5 Medición

Soldaduras				
f_u (kp/cm ²)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
4383.3	En taller	En ángulo	3	27264
			4	28256
			6	24592
	En el lugar de montaje	En ángulo	4	15904
			6	16212

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	16	307x76x12	35.28
		32	307x195x12 (59+189+59x119+76x12)	159.29
	Chapas	16	195x306x8	60.05
		16	190x350x12	100.23
	Total			

3.1.15.3 UNIONES ATORNILLADAS

3.1.15.3.1 Especificaciones para uniones atornilladas

Norma:

CTE DB SE-A: Código Técnico de la Edificación. Seguridad estructural. Acero. Apartado 8.5. Resistencia de los medios de unión. Uniones atornilladas.

Materiales:

- Perfiles (Material base): S275.
- Clase de acero de los tornillos empleados: 8.8 (4.3.1 CTE DB SE-A).

Disposiciones constructivas:

1) Se han considerado las siguientes distancias mínimas y máximas entre ejes de agujeros y entre éstos y los bordes de las piezas:

Disposiciones constructivas para tornillos, según artículo 8.5.1 CTE DB SE-A							
Distancias	Al borde de la pieza		Entre agujeros		Entre tornillos		
	e1 ⁽¹⁾	e2 ⁽²⁾	p1 ⁽¹⁾	p2 ⁽²⁾	Compresión	Tracción	
						Filas exteriores	Filas interiores
Mínimas	1.2 do	1.5 do	2.2 do	3 do	p1 y p2	p1, e	p1, i
Máximas ⁽³⁾	40 mm + 4t 150 mm 12t		14t 200 mm		14t 200 mm	14t 200 mm	28t 400 mm

Notas:

(1) Paralela a la dirección de la fuerza

(2) Perpendicular a la dirección de la fuerza

(3) Se considera el menor de los valores

do: Diámetro del agujero.

t: Menor espesor de las piezas que se unen.

En el caso de esfuerzos oblicuos, se interpolan los valores de manera que el resultado quede del lado de la seguridad.

- 2) No deben soldarse ni los tornillos ni las tuercas.

- 3) Cuando los tornillos se dispongan en posición vertical, la tuerca se situará por debajo de la cabeza del tornillo.

- 4) Debe comprobarse antes de la colocación que las tuercas pueden desplazarse libremente sobre el tornillo correspondiente.

- 5) En cada tornillo se colocará una arandela en el lado de la cabeza y otra en el lado de la tuerca.

- 6) Los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente.

- 7) El punzonado se admite para piezas de hasta 15 mm de espesor, siempre que el espesor nominal de la pieza no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o dimensión mínima si el agujero no es circular). De realizar el punzonado, se recomienda realizarlo con un diámetro 3 mm menor que el diámetro definitivo y luego taladrar hasta el diámetro nominal.

8) Condiciones para el apriete de los tornillos ordinarios:

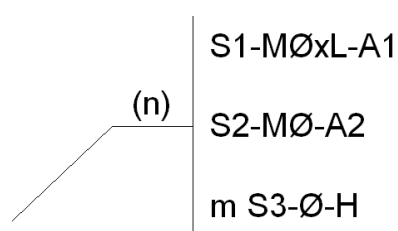
- Cada conjunto de tornillo, tuerca y arandelas debe alcanzar la condición de "apretado a tope" sin sobreprensar los tornillos. Esta condición es la que conseguiría un operario con la llave normal, sin brazo de prolongación.
- Para los grandes grupos de tornillos, el apriete debe realizarse desde los tornillos centrales hacia el exterior e incluso realizar algún ciclo de apriete adicional.

Comprobaciones:

Se realizan las comprobaciones indicadas en los artículos 8.5.2, 8.8.3 y 8.8.6 de CTE DB SE-A.

3.1.15.3.2 Referencias y simbología

Método de representación de los tornillos de una unión



Referencias:

n: Cantidad de tornillos

S1: Norma de especificación del tornillo

Ø[mm]: Diámetro nominal

L[mm]: Longitud nominal del tornillo

A1: Clase de calidad del acero del tornillo

S2: Norma de especificación de la tuerca

A2: Clase de calidad del acero de la tuerca

m: Cantidad de arandelas

S3: Norma de especificación de la arandela

H: Dureza de la arandela

3.1.15.3.3 Comprobaciones en placas de anclaje

En cada placa de anclaje se realizan las siguientes comprobaciones (asumiendo la hipótesis de placa rígida):

Hormigón sobre el que apoya la placa

Se comprueba que la tensión de compresión en la interfaz placa de anclaje-hormigón es menor a la tensión admisible del hormigón según la naturaleza de cada combinación.

Pernos de anclaje

Resistencia del material de los pernos: Se descomponen los esfuerzos actuantes sobre la placa en axiles y cortantes en los pernos y se comprueba que ambos esfuerzos, por separado y con interacción entre ellos (tensión de Von Mises), producen tensiones menores a la tensión límite del material de los pernos.

Anclaje de los pernos: Se comprueba el anclaje de los pernos en el hormigón de tal manera que no se produzca el fallo de deslizamiento por adherencia, arrancamiento del cono de rotura o fractura por esfuerzo cortante (aplastamiento).

Aplastamiento: Se comprueba que en cada perno no se supera el cortante que produciría el aplastamiento de la placa contra el perno.

Placa de anclaje

Tensiones globales: En placas con vuelo, se analizan cuatro secciones en el perímetro del perfil, y se comprueba en todas ellas que las tensiones de Von Mises sean menores que la tensión límite según la norma.

Flechas globales relativas: Se comprueba que en los vuelos de las placas no aparezcan flechas mayores que 1/250 del vuelo.

Tensiones locales: Se comprueban las tensiones de Von Mises en todas las placas locales en las que tanto el perfil como los rigidizadores dividen a la placa de anclaje propiamente dicha. Los esfuerzos en cada unas de las subplacas se obtienen a partir de las tensiones de contacto con el hormigón y los axiles de los pernos. El modelo generado se resuelve por diferencias finitas.

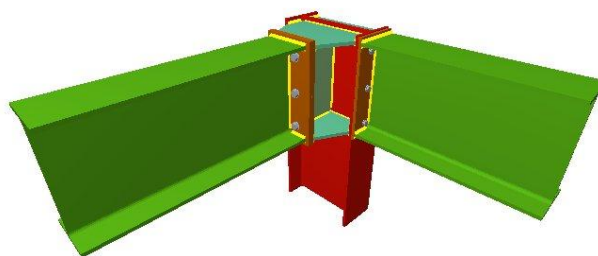
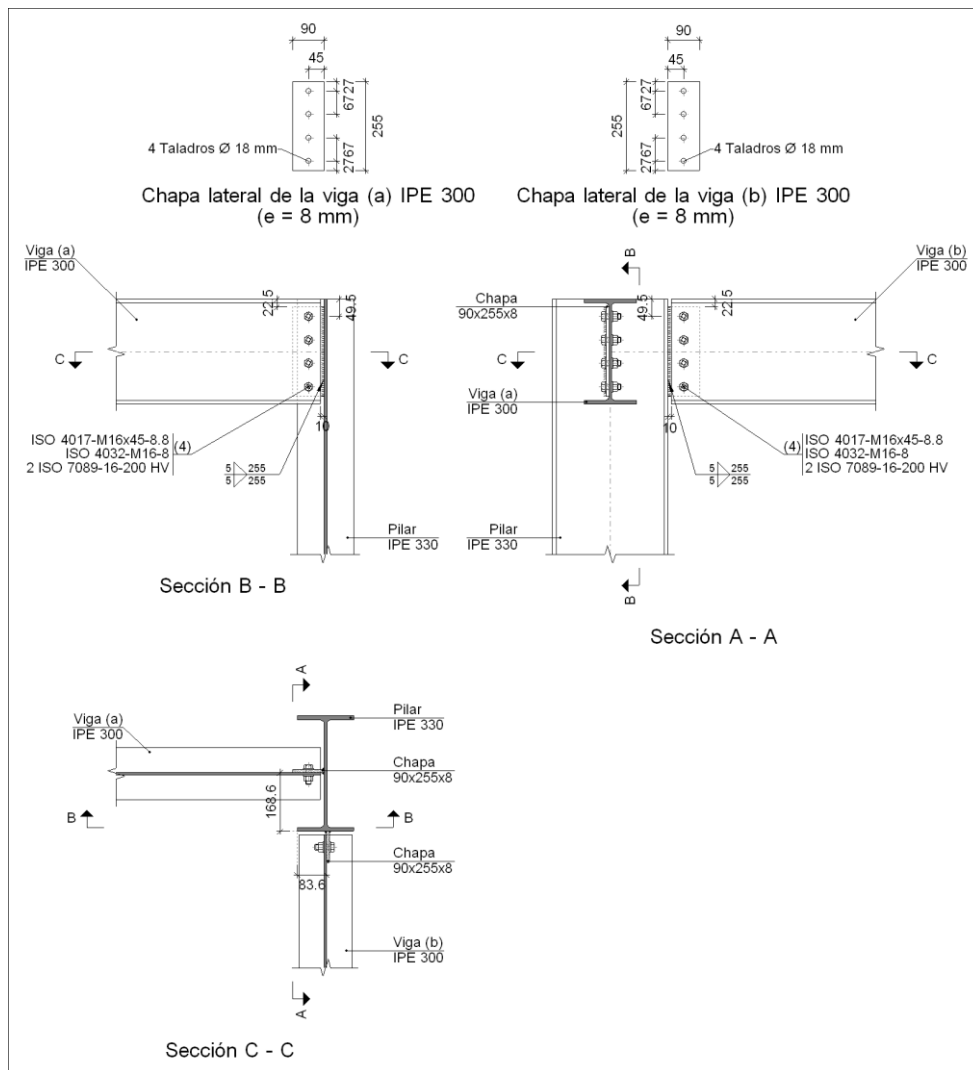
3.1.15.3.4 Relación

Tipo	Cantidad	Nudos
1	1	N2, N12
2	1	N4, N10
3	1	N6, N8

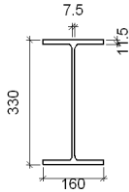
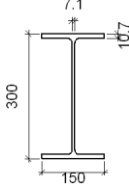
3.1.15.3.5 Memoria de cálculo

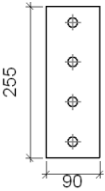
TIPO 1

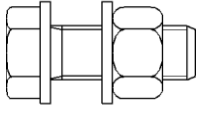
a) Detalle



b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Esquema	Geometría				Acero		
			Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 330		330.0	160.0	11.5	7.5	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 300		300.0	150.0	10.7	7.1	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral		90.0	255.0	8.0	4	18.0	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Clase	f_v (MPa)	f_u (MPa)
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		16.0	45.0	8.8	640.0	800.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

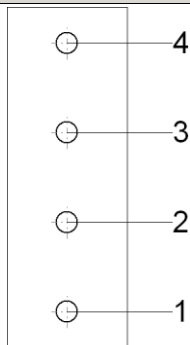
Comprobaciones de resistencia					
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	1.764	814.248	0.22

2) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Pandeo local	MPa	1.557	179.219	0.87
	Aplastamiento	kN	0.740	74.013	1.00
	Desgarro	kN	2.211	221.373	1.00
Alma	Aplastamiento	kN	0.740	69.610	1.06
	Desgarro	kN	2.211	229.213	0.96

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa lateral	5	0.2	0.2	0.8	1.3	0.33	0.5	0.14	430.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos

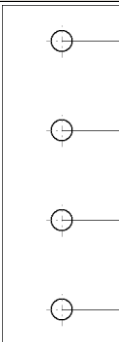


Comprobaciones para los tornillos											
Tornillo	Diámetro (mm)	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	16	Sección transversal	0.740	50.240	1.47	Vástago	0.019	90.432	0.02	1.47	1.47
		Aplastamiento	0.740	74.013	1.00	Punzonamiento	0.019	116.822	0.02		
2	16	Sección transversal	0.570	50.240	1.13	Vástago	0.019	90.432	0.02	1.13	1.13
		Aplastamiento	0.570	99.414	0.57	Punzonamiento	0.019	116.822	0.02		
3	16	Sección transversal	0.627	50.240	1.25	Vástago	0.019	90.432	0.02	1.26	1.26
		Aplastamiento	0.627	95.782	0.65	Punzonamiento	0.019	116.822	0.02		
4	16	Sección transversal	0.784	50.240	1.56	Vástago	0.019	90.432	0.02	1.58	1.58
		Aplastamiento	0.784	94.258	0.83	Punzonamiento	0.019	116.822	0.02		

3) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Pandeo local	MPa	4.480	179.219	2.50
	Aplastamiento	kN	2.841	64.514	4.40
	Desgarro	kN	8.629	221.373	3.90
Alma	Aplastamiento	kN	2.841	77.289	3.68
	Desgarro	kN	8.629	229.213	3.76

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa lateral	5	0.1	0.1	3.4	5.9	1.45	0.8	0.23	430.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos	
	

Comprobaciones para los tornillos											
Tornillo	Diámetro (mm)	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	16	Sección transversal	2.841	50.240	5.66	Vástago	0.000	90.432	0.00	5.66	5.66
		Aplastamiento	2.841	64.514	4.40	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
2	16	Sección transversal	2.263	50.240	4.51	Vástago	0.000	90.432	0.00	4.51	4.51
		Aplastamiento	2.263	106.993	2.12	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
3	16	Sección transversal	2.203	50.240	4.38	Vástago	0.000	90.432	0.00	4.38	4.38
		Aplastamiento	2.203	108.082	2.04	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
4	16	Sección transversal	2.695	50.240	5.36	Vástago	0.000	90.432	0.00	5.36	5.36
		Aplastamiento	2.684	100.361	2.67	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		

d) Medición

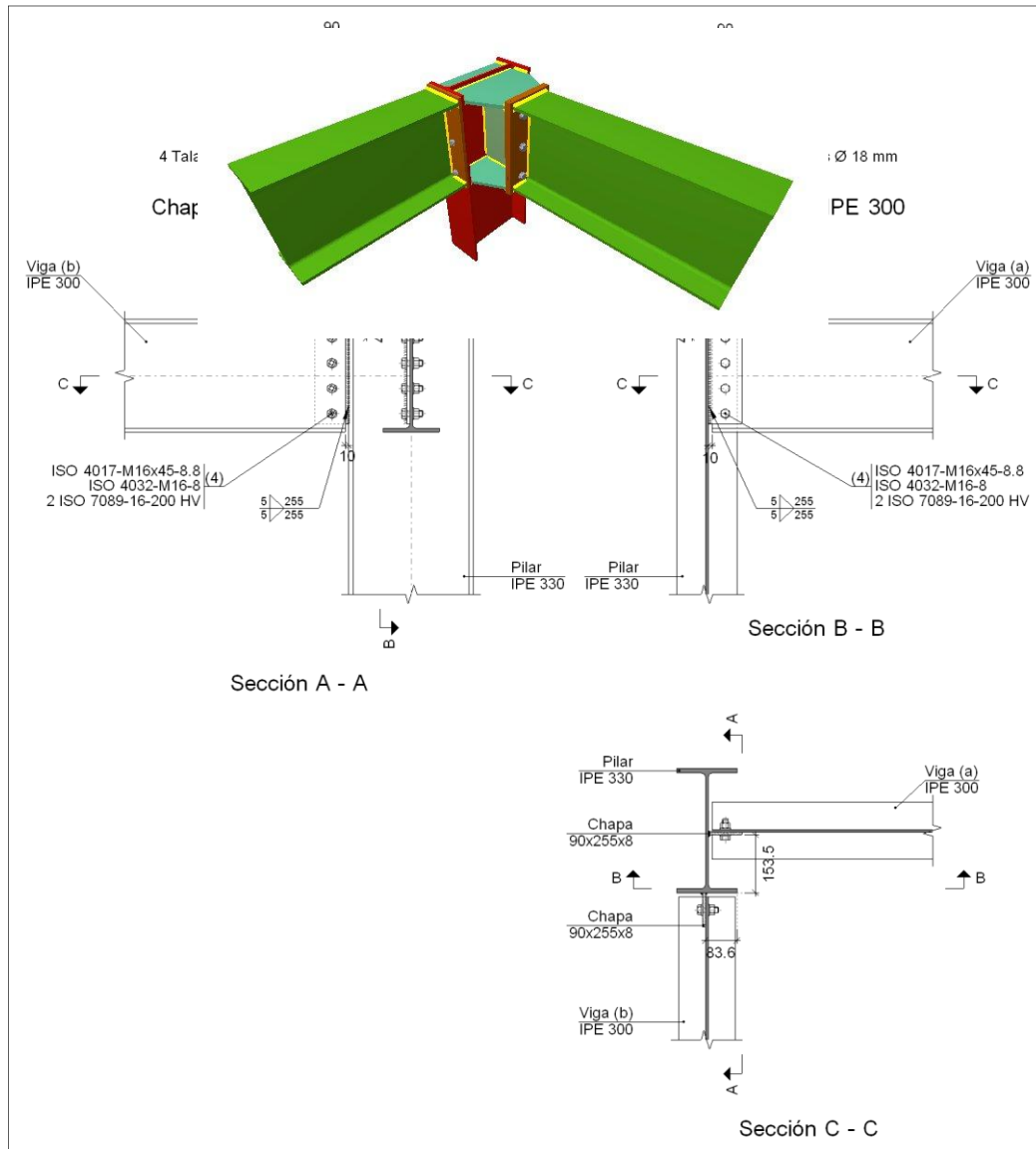
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	5	1020

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	90x255x8	2.88
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	8	ISO 4017 - M16x45
Tuercas	Clase 8	8	ISO 4032 - M16
Arandelas	Dureza 200 HV	16	ISO 7089 - 16

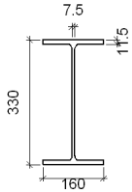
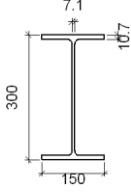
TIPO 2

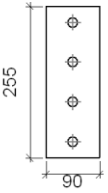
a) Detalle

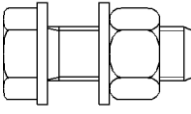


b) Descripción de los componentes de la unión

		Perfiles					Acero		
Pieza	Descripción	Geometría					Tipo	f _v (MPa)	f _u (MPa)
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)			

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 330		330.0	160.0	11.5	7.5	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 300		300.0	150.0	10.7	7.1	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Chapa lateral		90.0	255.0	8.0	4	18.0	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Clase	f_v (MPa)	f_u (MPa)
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		16.0	45.0	8.8	640.0	800.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

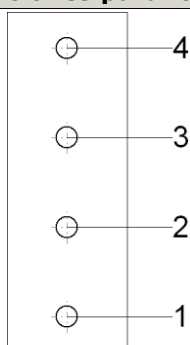
Comprobaciones de resistencia					
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Alma	Punzonamiento	kN	1.483	814.248	0.18

2) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Pandeo local	MPa	1.592	179.219	0.89
	Aplastamiento	kN	0.765	74.067	1.03
	Desgarro	kN	2.231	221.373	1.01
Alma	Aplastamiento	kN	0.765	69.580	1.10
	Desgarro	kN	2.231	229.213	0.97

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa lateral	5	0.4	0.4	0.7	1.4	0.35	0.4	0.12	430.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



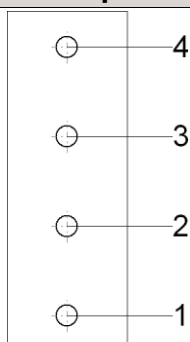
Tornillo	Diámetro (mm)	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	16	Sección transversal	0.765	50.240	1.52	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.52	1.52
		Aplastamiento	0.765	74.067	1.03	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
2	16	Sección transversal	0.590	50.240	1.17	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.17	1.17
		Aplastamiento	0.590	99.375	0.59	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
3	16	Sección transversal	0.638	50.240	1.27	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.27	1.27
		Aplastamiento	0.638	98.153	0.65	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
4	16	Sección transversal	0.821	50.240	1.63	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.63	1.63
		Aplastamiento	0.821	95.450	0.86	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		

3) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Pandeo local	MPa	4.480	179.219	2.50
	Aplastamiento	kN	2.841	64.514	4.40
	Desgarro	kN	8.629	221.373	3.90
Alma	Aplastamiento	kN	2.841	77.289	3.68
	Desgarro	kN	8.629	229.213	3.76

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa lateral	5	0.1	0.1	3.4	5.9	1.45	0.8	0.23	430.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Tornillo	Diámetro (mm)	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	16	Sección transversal	2.841	50.240	5.66	Vástago	0.000	90.432	0.00	5.66	5.66
		Aplastamiento	2.841	64.514	4.40	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
2	16	Sección transversal	2.263	50.240	4.51	Vástago	0.000	90.432	0.00	4.51	4.51
		Aplastamiento	2.263	106.993	2.12	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
3	16	Sección transversal	2.203	50.240	4.38	Vástago	0.000	90.432	0.00	4.38	4.38
		Aplastamiento	2.203	108.082	2.04	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
4	16	Sección transversal	2.695	50.240	5.36	Vástago	0.000	90.432	0.00	5.36	5.36
		Aplastamiento	2.684	100.361	2.67	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		

d) Medición

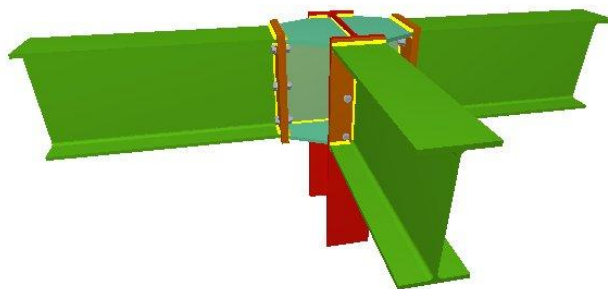
Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	5	1020

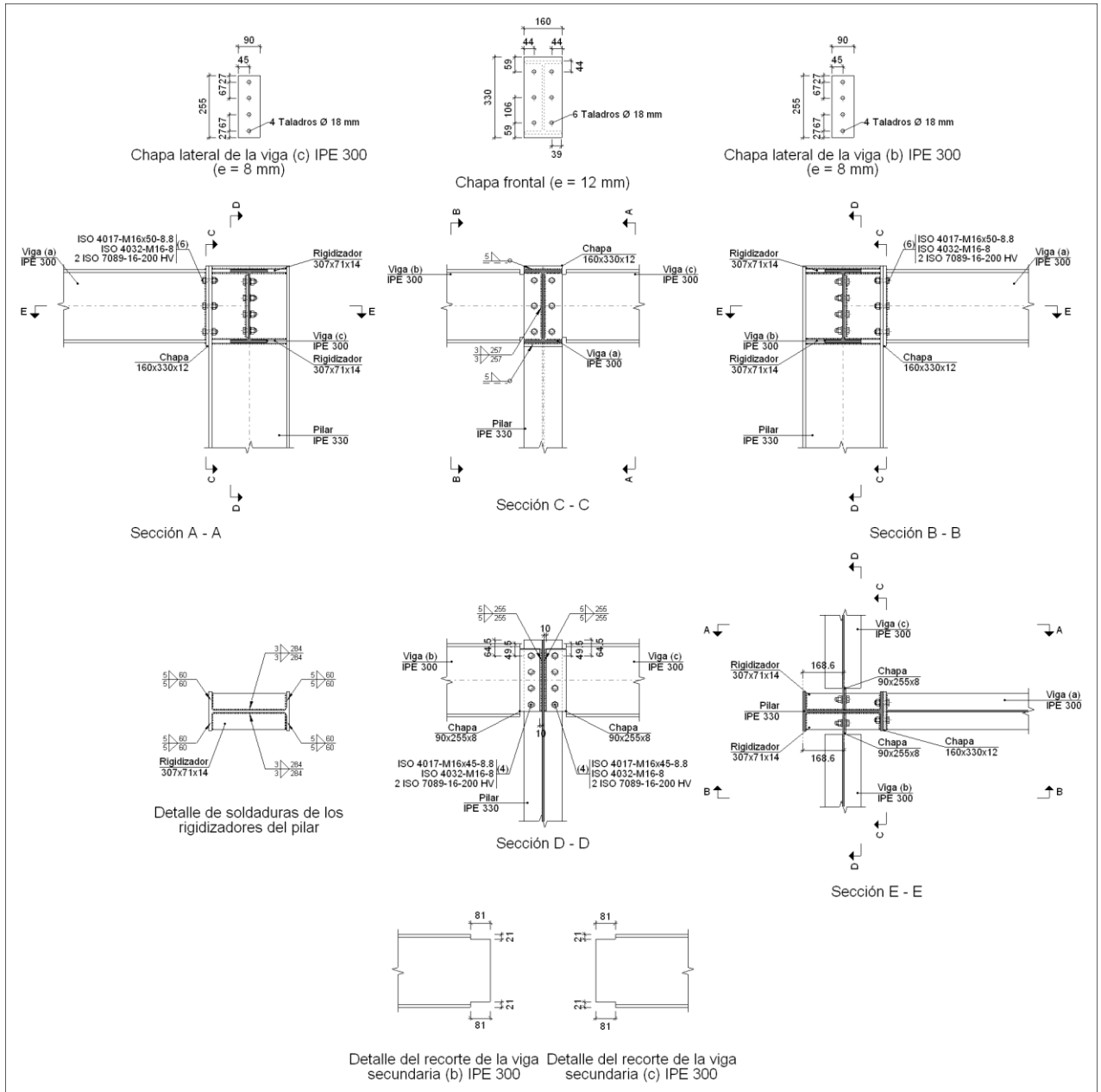
Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Chapas	2	90x255x8	2.88
				Total

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	8	ISO 4017 - M16x45
Tuercas	Clase 8	8	ISO 4032 - M16
Arandelas	Dureza 200 HV	16	ISO 7089 - 16

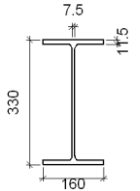
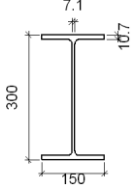
TIPO 3

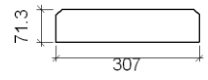
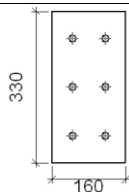
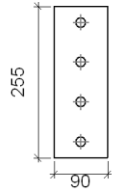
a) Detalle

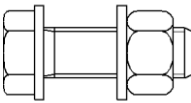
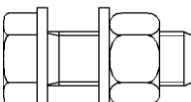




b) Descripción de los componentes de la unión

Perfiles									
Pieza	Descripción	Geometría					Acero		
		Esquema	Canto total (mm)	Ancho del ala (mm)	Espesor del ala (mm)	Espesor del alma (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Pilar	IPE 330		330.0	160.0	11.5	7.5	S275	275.0	430.0
Viga	IPE 300		300.0	150.0	10.7	7.1	S275	275.0	430.0

Elementos complementarios									
Pieza	Geometría				Taladros		Acero		
	Esquema	Ancho (mm)	Canto (mm)	Espesor (mm)	Cantidad	Diámetro (mm)	Tipo	f_v (MPa)	f_u (MPa)
Rigidizador		307.0	71.3	14.0	-	-	S275	275.0	430.0
Chapa frontal		160.0	330.0	12.0	6	18.0	S275	275.0	430.0
Chapa lateral		90.0	255.0	8.0	4	18.0	S275	275.0	430.0

Elementos de tornillería						
Descripción	Geometría			Acero		
	Esquema	Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Clase	f_v (MPa)	f_u (MPa)
ISO 4017-M16x50-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		16.0	50.0	8.8	640.0	800.0
ISO 4017-M16x45-8.8 ISO 4032-M16-8 2 ISO 7089-16-200 HV		16.0	45.0	8.8	640.0	800.0

c) Comprobación

1) Pilar IPE 330

Comprobaciones de resistencia						
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)	
Panel	Esbeltez	-	37.87	64.71	58.52	
	Cortante	kN	22.789	295.281	7.72	
Viga (a) IPE 300	Ala	Tracción por flexión	kN	10.428	78.257	13.33
		Tracción	kN	4.923	275.000	1.79
	Alma	Tracción	kN	11.010	127.650	8.63
Viga (c) IPE 300	Alma	Punzonamiento	kN	1.488	814.248	0.18
Viga (b) IPE 300	Alma	Punzonamiento	kN	1.483	814.248	0.18

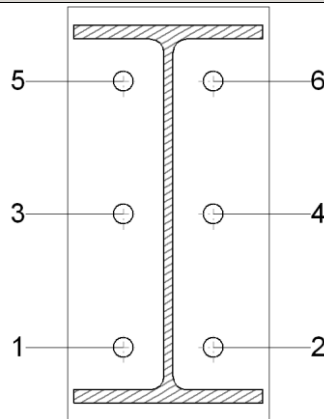
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f_u (MPa)	β_w
		σ_{\perp} (MPa)	τ_{\perp} (MPa)	$\tau_{//}$ (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ_{\perp} (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del rigidizador superior a las alas del pilar	5	13.4	13.4	0.0	26.7	6.60	13.4	3.88	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador superior al alma del pilar	3	0.0	0.0	7.4	12.8	3.15	0.0	0.00	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior a las alas del pilar	5	14.8	14.8	0.0	29.7	7.34	14.8	4.32	430.0	0.85
Soldadura del rigidizador inferior al alma del pilar	3	0.0	0.0	7.4	12.8	3.15	0.0	0.00	430.0	0.85

2) Viga (a) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa frontal	Tracción por flexión	kN	10.428	78.746	13.24
Ala	Compresión	kN	34.419	420.357	8.19
	Tracción	kN	5.269	210.179	2.51
Alma	Tracción	kN	10.319	142.091	7.26

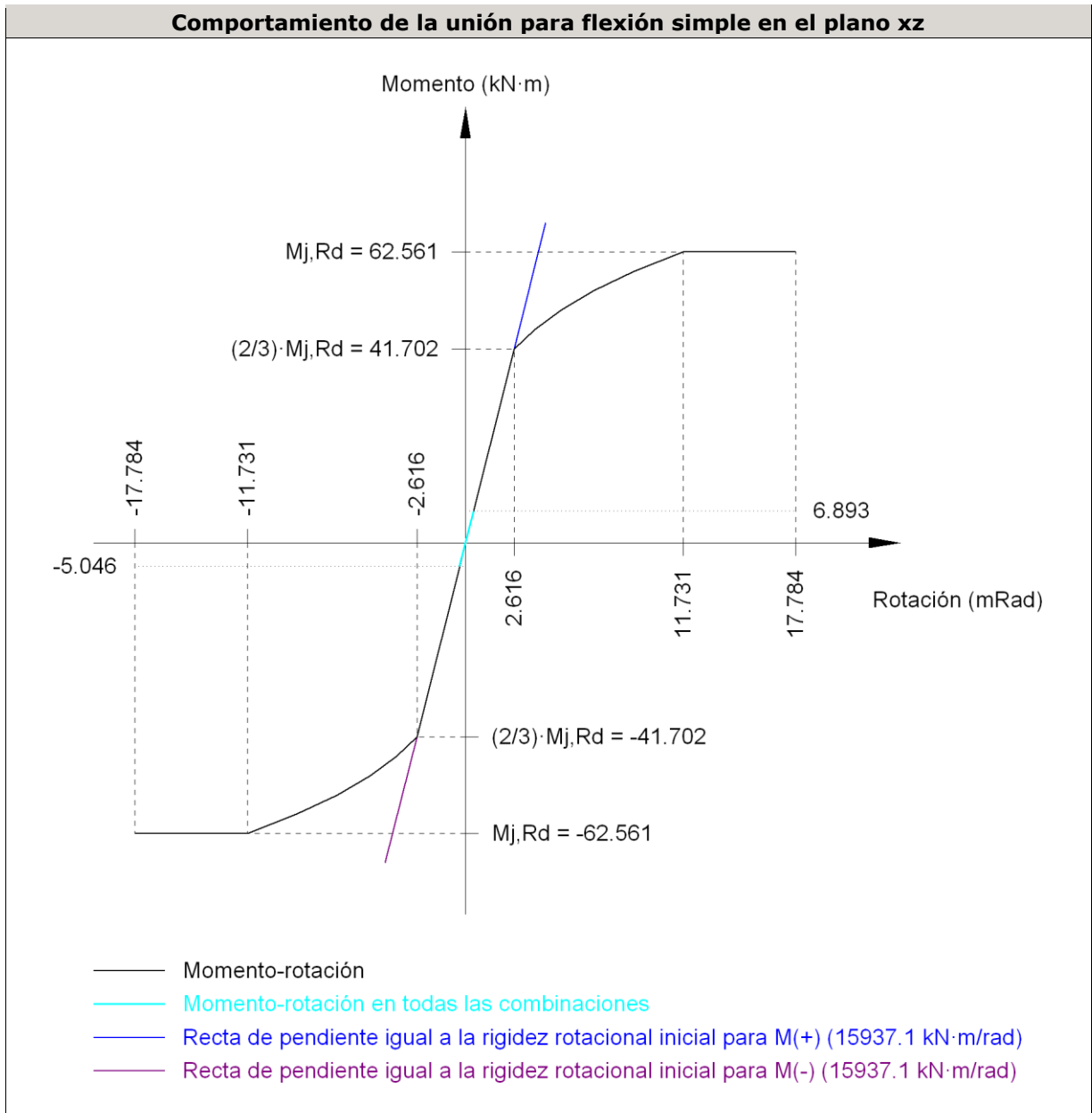
Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura del ala superior	5	14.6	14.6	0.0	29.1	7.20	14.6	4.23	430.0	0.85
Soldadura del alma	3	19.4	19.4	9.0	41.9	10.35	19.5	5.66	430.0	0.85
Soldadura del ala inferior	5	11.3	11.3	0.0	22.7	5.61	11.3	3.30	430.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Tornillo	Diámetro (mm)	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	16	Sección transversal	2.707	50.240	5.39	Vástago	9.013	90.432	9.97	9.40	9.97
		Aplastamiento	2.707	158.240	1.71	Punzonamiento	9.013	189.218	4.76		
2	16	Sección transversal	2.708	50.240	5.39	Vástago	9.013	90.432	9.97	9.40	9.97
		Aplastamiento	2.708	158.240	1.71	Punzonamiento	9.013	189.218	4.76		
3	16	Sección transversal	2.707	50.240	5.39	Vástago	7.326	90.432	8.10	10.38	10.38
		Aplastamiento	2.707	158.240	1.71	Punzonamiento	7.326	189.218	3.87		
4	16	Sección transversal	2.708	50.240	5.39	Vástago	7.326	90.432	8.10	10.37	10.37
		Aplastamiento	2.708	158.240	1.71	Punzonamiento	7.326	189.218	3.87		
5	16	Sección transversal	3.305	50.240	6.58	Vástago	12.051	90.432	13.33	14.11	14.11
		Aplastamiento	3.305	158.240	2.09	Punzonamiento	12.051	189.218	6.37		
6	16	Sección transversal	3.305	50.240	6.58	Vástago	12.051	90.432	13.33	14.10	14.10
		Aplastamiento	3.305	158.240	2.09	Punzonamiento	12.051	189.218	6.37		

Rigidez rotacional inicial	Plano xy (kN·m/rad)	Plano xz (kN·m/rad)
Calculada para momentos positivos	8266.8	15937.1
Calculada para momentos negativos	8266.8	15937.1

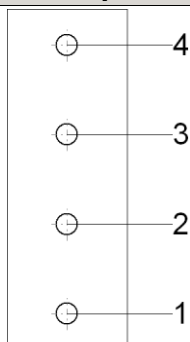


3) Viga (b) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Pandeo local	MPa	1.592	179.219	0.89
	Aplastamiento	kN	0.765	74.067	1.03
	Desgarro	kN	2.231	221.373	1.01
Alma	Aplastamiento	kN	0.765	69.580	1.10
	Desgarro	kN	2.231	229.213	0.97
	Pandeo local	MPa	2.627	117.755	2.23

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa lateral	5	0.8	0.8	0.7	1.9	0.48	0.8	0.23	430.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



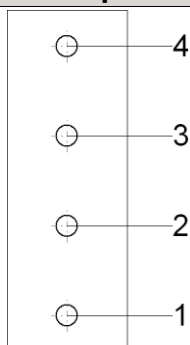
Tornillo	Diámetro (mm)	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	16	Sección transversal	0.765	50.240	1.52	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.52	1.52
		Aplastamiento	0.765	74.067	1.03	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
2	16	Sección transversal	0.590	50.240	1.17	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.17	1.17
		Aplastamiento	0.590	99.375	0.59	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
3	16	Sección transversal	0.638	50.240	1.27	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.27	1.27
		Aplastamiento	0.638	98.153	0.65	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
4	16	Sección transversal	0.821	50.240	1.63	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.63	1.63
		Aplastamiento	0.821	95.450	0.86	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		

4) Viga (c) IPE 300

Comprobaciones de resistencia					
Zona	Comprobación	Unidades	Pésimo	Resistente	Aprov. (%)
Chapa lateral	Pandeo local	MPa	1.586	179.219	0.88
	Aplastamiento	kN	0.767	74.127	1.04
	Desgarro	kN	2.223	221.373	1.00
Alma	Aplastamiento	kN	0.767	69.546	1.10
	Desgarro	kN	2.223	229.213	0.97
	Pandeo local	MPa	2.621	117.755	2.23

Soldaduras en ángulo										
Descripción	a (mm)	Tensión de Von Mises					Tensión normal		f _u (MPa)	β _w
		σ _⊥ (MPa)	τ _⊥ (MPa)	τ _{//} (MPa)	Valor (MPa)	Aprov. (%)	σ _⊥ (MPa)	Aprov. (%)		
Soldadura de la chapa lateral	5	0.8	0.8	0.7	1.9	0.48	0.8	0.23	430.0	0.85

Comprobaciones para los tornillos



Tornillo	Diámetro (mm)	Cortante				Tracción				Interacción tracción y cortante	Aprov. Máx. (%)
		Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)	Comprobación	Pésimo (kN)	Resistente (kN)	Aprov. (%)		
1	16	Sección transversal	0.767	50.240	1.53	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.53	1.53
		Aplastamiento	0.767	74.127	1.04	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
2	16	Sección transversal	0.591	50.240	1.18	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.18	1.18
		Aplastamiento	0.591	99.331	0.60	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
3	16	Sección transversal	0.636	50.240	1.26	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.26	1.26
		Aplastamiento	0.636	98.205	0.65	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		
4	16	Sección transversal	0.818	50.240	1.63	Vástago	0.000	90.432	0.00	1.63	1.63
		Aplastamiento	0.818	95.475	0.86	Punzonamiento	0.000	116.822	0.00		

d) Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	3	2786
			5	2562

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	4	307x71x14	9.62
	Chapas	2	90x255x8	2.88
		1	160x330x12	4.97
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	8	ISO 4017 - M16x45
		6	ISO 4017 - M16x50
Tuercas	Clase 8	14	ISO 4032 - M16
Arandelas	Dureza 200 HV	28	ISO 7089 - 16

3.1.15.3.6 Medición

Soldaduras				
f_u (MPa)	Ejecución	Tipo	Espesor de garganta (mm)	Longitud de cordones (mm)
430.0	En taller	En ángulo	3	8359
			5	8705

Chapas				
Material	Tipo	Cantidad	Dimensiones (mm)	Peso (kg)
S275	Rigidizadores	12	307x71x14	28.85
	Chapas	8	90x255x8	11.53
		3	160x330x12	14.92
	Total			

Elementos de tornillería			
Tipo	Material	Cantidad	Descripción
Tornillos	Clase 8.8	32	ISO 4017 - M16x45
		18	ISO 4017 - M16x50
Tuercas	Clase 8	50	ISO 4032 - M16
Arandelas	Dureza 200 HV	100	ISO 7089 - 16

3.1.15.4 PLACAS DE ANCLAJE

Debido a que los pilares metálicos no podrían asentar directamente sobre el hormigón de la cimentación, ya que éste no resistiría las tensiones transmitidas, se dispondrán unas placas metálicas entre el pilar y la cimentación. Su misión fundamental será la de disminuir las tensiones para que puedan ser admisibles para el hormigón. Los soportes distribuirán los esfuerzos de compresión, transmitidos por las zonas comprimidas del pilar, sobre una superficie suficiente de hormigón por medio de elementos de transición, como son las placas de anclaje o basas, para que no se supere la resistencia de cálculo del citado hormigón. Las placas asentarán preferiblemente sobre un mortero de nivelación sin retracción interpuesto entre ambos materiales, estableciéndose una capa de 25-60 mm.

La unión de la placa base con las zapatas de cimentación se llevará a cabo mediante pernos de anclaje embebidos en el hormigón, los cuales inmovilizarán el pilar ante posibles fuerzas de arrancamiento o momentos. El material utilizado será un acero S-275 para las placas y los pernos serán barras corrugadas B-400-S.

Las soluciones constructivas adoptadas se basan en el método recogido en el libro “Cálculo de Estructuras”, Tomo II, de D. Ramón Argüelles Álvarez, además de cumplir con lo establecido en el CTE.

Según el CTE, para asegurar la resistencia de esfuerzos tangentes, como cortantes o momentos torsores, y en caso de no disponerse de elementos específicos para ello, tales como topes o conectadores de cortante, se debe justificar la capacidad resistente en la sección de contacto entre el soporte y el hormigón mediante:

- a) el rozamiento entre la placa base y el hormigón
- b) la resistencia a cortante de los pernos de anclaje

La comprobación de resistencia de la superficie de hormigón frente a las tensiones de contacto, y la de las regiones circundantes en la masa de éste para los esfuerzos internos necesarios para equilibrar los de contacto se realizará de acuerdo a la instrucción aplicable a los elementos estructurales de hormigón armado.

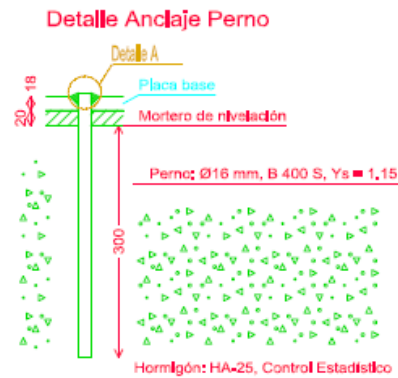
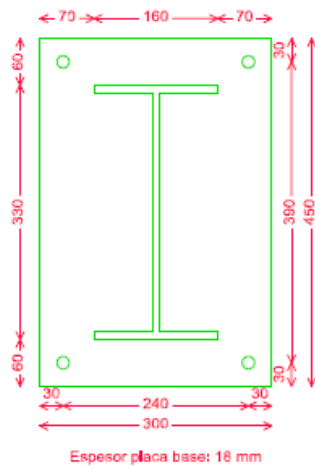
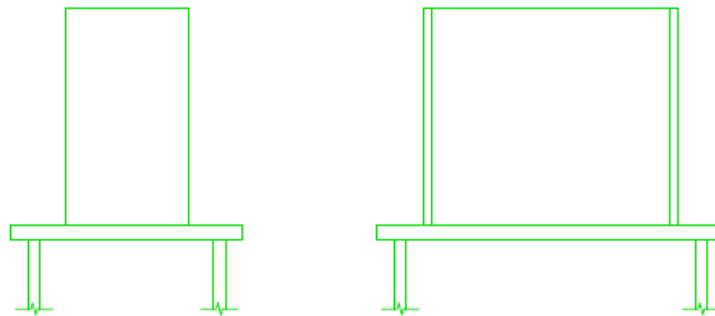
Finalmente, con el objetivo de procurar un sistema bastante homogéneo entre las placas de anclaje implantadas en la obra, se considera apropiada la agrupación de los seis pilares en un solo grupo.

- Grupo 1: (Placas de anclaje de los pilares)
N1, N3, N5, N7, N9 y N11

De modo que, las placas de anclaje empleadas en este proyecto responden ante las siguientes descripciones:

GRUPO 1

Descripción				
Referencia	Placa base	Disposición	Rigidizadores	Pernos
N1,N3,N5,N7,N9,N11	Ancho X: 300 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm	Posición X: Centrada Posición Y: Centrada	Paralelos X: - Paralelos Y: -	4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta



3.1.15.4.1 Medición

En esta ocasión la medición se lleva a cabo en dos apartados, por un lado, la medición propia de las placas de anclaje y, por otro lado, la medición de los pernos de dichas placas.

Medición placas de anclaje

Pilares	Acero	Peso kp	Totales kp
N1, N3, N5, N7, N9, N11	S275	6 x 19.08	114.45
Totales			114.45

Medición pernos placas de anclaje

Pilares	Pernos	Acero	Longitud m	Peso kp	Totales m	Totales kp
N1, N3, N5, N7, N9, N11	24Ø16 mm L=35 cm	B 400 S, Ys = 1.15 (corrugado)	24 x 0.35	24 x 0.56	8.50	13.41
Totales					8.50	13.41

3.1.15.4.2 Comprobación

A continuación, se manifiestan las comprobaciones pertinentes para la placa de anclaje más desfavorable de cada agrupación.

Referencia: N1, N3, N5, N7, N9 y N11 -Placa base: Ancho X: 300 mm Ancho Y: 450 mm Espesor: 18 mm -Pernos: 4Ø16 mm L=30 cm Prolongación recta -Disposición: Posición X: Centrada Posición Y: Centrada		
Comprobación	Valores	Estado
Separación mínima entre pernos: <i>3 diámetros</i>	Mínimo: 48 mm Calculado: 241 mm	Cumple
Separación mínima pernos-borde: <i>1.5 diámetros</i>	Mínimo: 24 mm Calculado: 30 mm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3.1.15.5 CIMENTACIÓN

3.1.15.5.1 Elementos de cimentación aislados

Durante el proceso de diseño y estimación de cálculos, se ha procurado optimizar y mantener las prestaciones de la cimentación implantada, para lo cual se ha determinado factible la posibilidad de procurar un resultado de cimentación lo más homogéneo posible.

Asimismo, existen varios tipos distintos de zapatas implantadas, con lo cual, se pueden establecer una serie de agrupaciones que serán bastante útiles a la hora de establecer descripciones, mediciones e incluso comprobaciones de estos elementos.

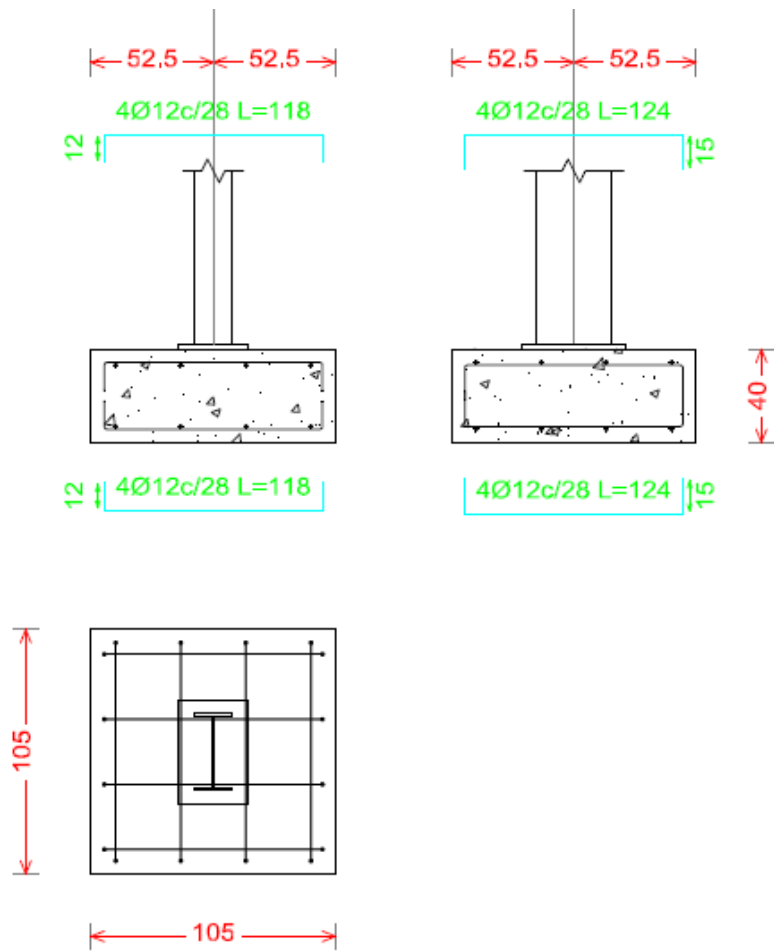
Por tanto, los grupos son los siguientes:

- Grupo 1: (Zapatas de los pilares de los pórticos hastiales)
N1, N3, N9 y N11
- Grupo 2: (Zapatas de los pilares del pórtico intermedio)
N5 y N7

Por consiguiente, en lo referente a la descripción de los elementos anteriormente agrupados, se establecen las siguientes características:

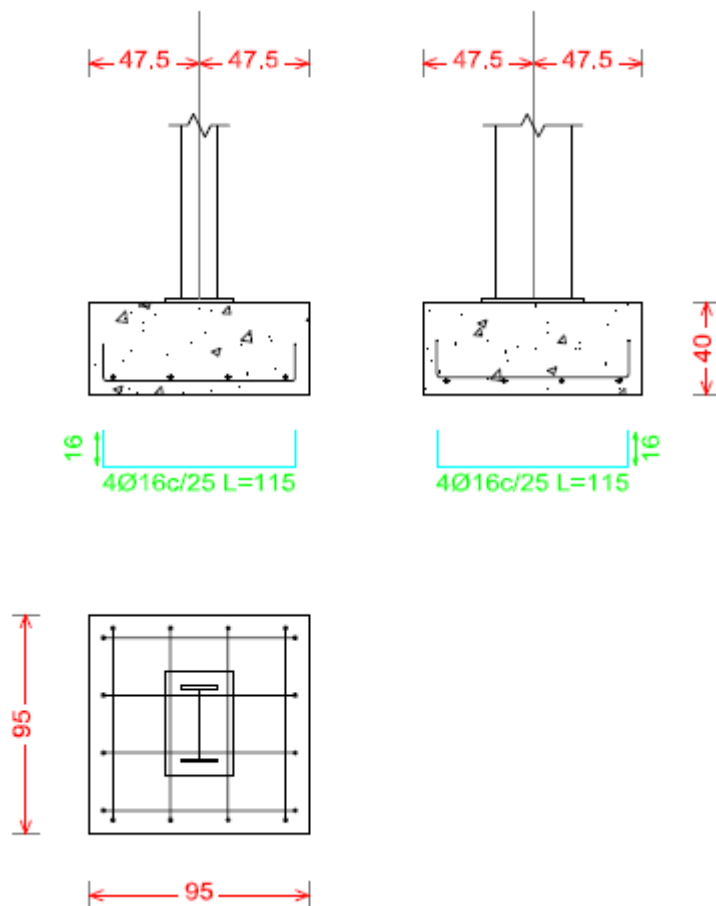
GRUPO 1

Geometría	Armado
Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 52.5 cm Ancho inicial Y: 52.5 cm Ancho final X: 52.5 cm Ancho final Y: 52.5 cm Ancho zapata X: 105.0 cm Ancho zapata Y: 105.0 cm Canto: 40.0 cm	Sup X: 4Ø12c/28 Sup Y: 4Ø12c/28 Inf X: 4Ø12c/28 Inf Y: 4Ø12c/28



GRUPO 2

Geometría	Armado
Zapata rectangular excéntrica Ancho inicial X: 47.5 cm Ancho inicial Y: 47.5 cm Ancho final X: 47.5 cm Ancho final Y: 47.5 cm Ancho zapata X: 95.0 cm Ancho zapata Y: 95.0 cm Canto: 40.0 cm	X: 4Ø16c/25 Y: 4Ø16c/25



Medición

A continuación se llevan a cabo las mediciones pertinentes según las agrupaciones descritas.

GRUPO 1

Referencias: N3, N11, N9 y N1	B 400 S, CN	Total
Nombre de armado	Ø12	

Referencias: N3, N11, N9 y N1		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø12	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	4x1.18	4.72
	Peso (kg)	4x1.05	4.19
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.24	4.96
	Peso (kg)	4x1.10	4.40
Parrilla superior - Armado X	Longitud (m)	4x1.18	4.72
	Peso (kg)	4x1.05	4.19
Parrilla superior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.24	4.96
	Peso (kg)	4x1.10	4.40
Totales	Longitud (m)	19.36	
	Peso (kg)	17.18	17.18
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	21.30	
	Peso (kg)	18.90	18.90

GRUPO 2

Referencias: N7 y N5		B 400 S, CN	Total
Nombre de armado		Ø16	
Parrilla inferior - Armado X	Longitud (m)	4x1.15	4.60
	Peso (kg)	4x1.82	7.26
Parrilla inferior - Armado Y	Longitud (m)	4x1.15	4.60
	Peso (kg)	4x1.82	7.26
Totales	Longitud (m)	9.20	
	Peso (kg)	14.52	14.52
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	10.12	
	Peso (kg)	15.97	15.97

Comprobación

Las comprobaciones mostradas a continuación corresponden a la zapata más desfavorable de cada agrupación.

GRUPO 1

Referencia: N1,N3,N9 y N11		
Dimensiones: 105 x 105 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/28 Yi:Ø12c/28 Xs:Ø12c/28 Ys:Ø12c/28		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N3:	Mínimo: 30 cm Calculado: 33 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm	
- Parrilla inferior:	Calculado: 12 mm	Cumple
- Parrilla superior:	Calculado: 12 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección X:	Calculado: 28 cm	Cumple
- Armado superior dirección Y:	Calculado: 28 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 15 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 15 cm	Cumple

Referencia: N1,N3,N9 y N11		
Dimensiones: 105 x 105 x 40		
Armados: Xi:Ø12c/28 Yi:Ø12c/28 Xs:Ø12c/28 Ys:Ø12c/28		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 12 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia der:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección X hacia izq:	Calculado: 12 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 15 cm	Cumple
- Armado sup. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 15 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

GRUPO 2

Referencia: N5 y N7		
Dimensiones: 95 x 95 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
Canto mínimo: <i>Artículo 59.8.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 25 cm Calculado: 40 cm	Cumple
Espacio para anclar arranques en cimentación: - N7:	Mínimo: 30 cm Calculado: 32 cm	Cumple
Cuantía geométrica mínima: <i>Criterio de CYPE Ingenieros</i>	Mínimo: 0.002	
- En dirección X:	Calculado: 0.0021	Cumple
- En dirección Y:	Calculado: 0.0021	Cumple
Diámetro mínimo de las barras: - Parrilla inferior: <i>Recomendación del Artículo 59.8.2 (norma EHE-98)</i>	Mínimo: 12 mm Calculado: 16 mm	Cumple
Separación máxima entre barras: <i>Artículo 59.8.2 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple

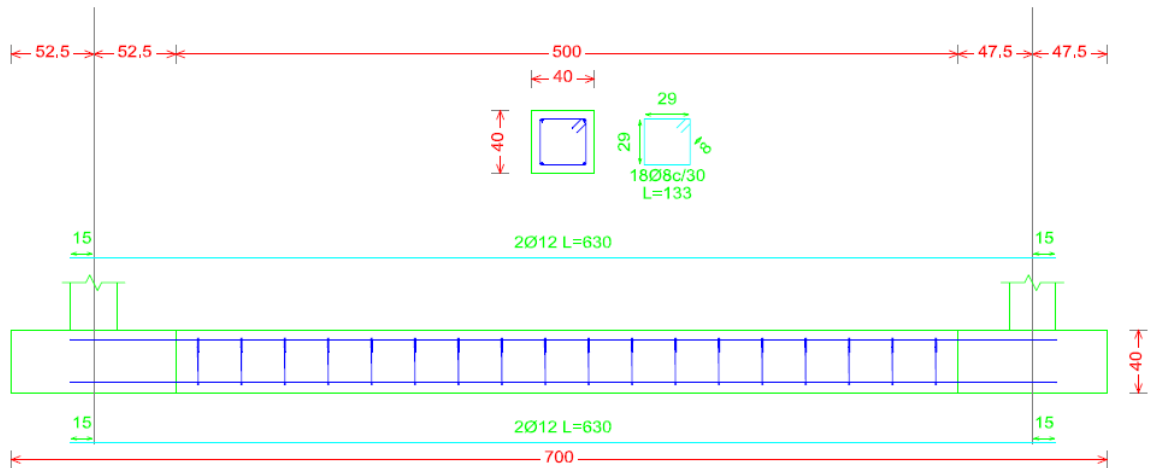
Referencia: N5 y N7		
Dimensiones: 95 x 95 x 40		
Armados: Xi:Ø16c/25 Yi:Ø16c/25		
Comprobación	Valores	Estado
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Separación mínima entre barras: <i>Recomendación del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 10 cm	
- Armado inferior dirección X:	Calculado: 25 cm	Cumple
- Armado inferior dirección Y:	Calculado: 25 cm	Cumple
Longitud de anclaje: <i>Criterio del libro "Cálculo de estructuras de cimentación", J. Calavera. Ed. INTEMAC, 1991</i>	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Longitud mínima de las patillas:	Mínimo: 16 cm	
- Armado inf. dirección X hacia der:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección X hacia izq:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia arriba:	Calculado: 16 cm	Cumple
- Armado inf. dirección Y hacia abajo:	Calculado: 16 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

3.1.15.5.2 Vigas de cimentación

Se disponen vigas de arriostramiento entre las zapatas con el fin de proporcionar mayor estabilidad a la estructura e impedir desplazamientos horizontales.

Todas las vigas de cimentación implantadas responden a la siguiente descripción:

Geometría	Armado
Ancho: 40.0 cm Canto: 40.0 cm	Superior: 2 Ø12 Inferior: 2 Ø12 Estribos: 1xØ8c/30



Sin embargo, lo único que varía es la longitud de estas, es decir se observa que habrá vigas de cimentación de tres metros y de seis.

Medición

A continuación se llevan a cabo las mediciones pertinentes según las agrupaciones descritas.

ENTRE PORTICOS

Referencias: C [N3-N7], C [N7-N11], C [N9-N5] y C [N5-N1]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x6.30	12.60
	Peso (kg)		2x5.59	11.19
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	18x1.33		23.94
	Peso (kg)	18x0.52		9.45
Totales	Longitud (m)	23.94	25.20	
	Peso (kg)	9.45	22.38	31.83
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	26.33	27.72	
	Peso (kg)	10.40	24.61	35.01

ENTRE PILARES DE LOS PORTICOS HASTIALES

Referencias: C [N11-N9], C [N1-N3] y C [N7-N5]		B 400 S, CN		Total
Nombre de armado		Ø8	Ø12	
Armado viga - Armado inferior	Longitud (m)		2x3.30	6.60
	Peso (kg)		2x2.93	5.86
Armado viga - Armado superior	Longitud (m)		2x3.30	6.60
	Peso (kg)		2x2.93	5.86
Armado viga - Estribo	Longitud (m)	8x1.33		10.64
	Peso (kg)	8x0.52		4.20
Totales	Longitud (m)	10.64	13.20	
	Peso (kg)	4.20	11.72	15.92
Total con mermas (10.00%)	Longitud (m)	11.70	14.52	
	Peso (kg)	4.62	12.89	17.51

Comprobación

Según el criterio de agrupación definido anteriormente, se exponen las comprobaciones de las vigas de atado de la cimentación que intervienen en este proyecto.

ENTRE PORTICOS

Referencia: C [N3-N7], C [N7-N11], C [N9-N5] y C [N5-N1] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

ENTRE PILARES DE LOS PORTICOS HASTIALES

Referencia: C [N11-N9], C [N1-N3] y C [N7-N5] (Viga de atado) -Dimensiones: 40.0 cm x 40.0 cm -Armadura superior: 2 Ø12 -Armadura inferior: 2 Ø12 -Estribos: 1xØ8c/30		
Comprobación	Valores	Estado
Diámetro mínimo estribos:	Mínimo: 6 mm Calculado: 8 mm	Cumple
Separación mínima entre estribos: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm Calculado: 29.2 cm	Cumple
Separación mínima armadura longitudinal: <i>Artículo 66.4.1 de la norma EHE-98</i>	Mínimo: 3.7 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Separación máxima estribos: - Sin cortantes: <i>Artículo 44.2.3.4.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm Calculado: 30 cm	Cumple
Separación máxima armadura longitudinal: <i>Artículo 42.3.1 de la norma EHE-98</i>	Máximo: 30 cm	
- Armadura superior:	Calculado: 26 cm	Cumple
- Armadura inferior:	Calculado: 26 cm	Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		

