



# INDICE DE PLANOS

## PRESENTACION

- P01 Idea del proyecto
- P02 Imagen

## URBANISMO

- U01 Territorio
- U02 Entorno
- U03 Punta Langosteira
- U04 Emplazamiento
- U05 Instalaciones urbanas
- U06 Detalles de instalaciones urbanas
- U07 Vegetación y elementos urbanos
- U08 Imagen

## ARQUITECTURA

- A01 Planta baja
- A02 Planta primera/plantas de la torre
- A03 Planta primera-ocupación
- A04 Planta de cubiertas
- A05 Axonometrías del conjunto
- A06 Alzados
- A07 Alzados
- A08 Secciones
- A09 Secciones
- A10 Secciones
- A11 Secciones
- A12 Imagen

## ESTRUCTURA

- E01 Replanteo y excavación
- E02 Planta de cimentación
- E03 Detalles planta de cimentación
- E04 Forjado planta baja
- E05 Detalles forjado planta baja
- E06 Forjado planta primera
- E07 Detalles forjado planta primera
- E08 Forjado de cubierta y forjados de la torre
- E09 Detalles forjado de cubierta
- E10 Desarrollo pórtico 5
- E11 Desarrollo pórtico 8
- E12 Desarrollo doble voladizo y torre

## CONSTRUCCION

- C01 Planta baja constructiva y acabados
- C02 Detalles planta baja constructiva
- C03 Planta constructiva primera y torre
- C04 Detalles planta primera constructiva y torre
- C05 Detalles de acabados
- C06 Sección constructiva longitudinal FF'
- C07 Detalles constructivos sección longitudinal FF'
- C08 Detalles constructivos sección longitudinal FF'
- C09 Detalles constructivos sección longitudinal FF'
- C10 Sección constructiva transversal EE'
- C11 Detalles constructivos sección transversal EE'
- C12 Carpinterías exteriores fachada
- C13 Carpinterías exteriores fachada
- C14 Carpinterías exteriores patios
- C15 Carpinterías puertas
- C16 Tabiquería
- C17 Escaleras
- C18 Escaleras

## INSTALACIONES

- 101 Evacuación de pluviales
- 102 Fontanería planta baja AF/ACS
- 103 Fontanería planta primera AF/ACS
- 104 Electricidad planta baja
- 105 Electricidad planta primera y torre
- 106 Climatización
- 107 Saneamiento planta baja
- 108 Saneamiento planta primera
- 109 Seguridad incendios planta baja
- 110 Seguridad incendios planta primera y torre
- 111 Seguridad incendios sótano

## INDICE DE MEMORIAS

1. Memoria descriptiva.....	Página 1
2. Memoria técnica constructiva.....	Página 7
3. Ahorro de energía.....	Página 9
4. Protección ruido.....	Página 17
5. Seguridad incendios.....	Página 22
6. Salubridad.....	Página 35
7. Utilización y accesibilidad.....	Página 56
8. Resumen general del presupuesto.....	Página 69
9. Memoria estructural.....	Página 82

# 1 MEMORIA DESCRIPTIVA

## 1.1 Presentación

## 1.2 Información previa

### 1.2.1 La parcela

### 1.2.2 Descripción del programa de necesidades

### 1.2.3 Servicios urbanísticos

### 1.2.4 Cumplimiento de la normativa urbanística

## 1.3 Descripción del proyecto

### 1.3.1 Descripción del edificio y su entorno

### 1.3.2 Las zonas públicas

### 1.3.3 La escala

### 1.3.4 Desarrollo del programa

## **1.1 Presentación**

El presente proyecto consiste en un Edificio para la Autoridad Portuaria del Puerto Exterior de La Coruña en Punta Langosteira. El encargo del proyecto se recibe por parte de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de A Coruña para la realización del PFC 2016, desarrollado por Adrián Dacosta Castro con Jorge Meijide Tomás como tutor.

Este proyecto se enmarca dentro de un programa de mejoras de las instalaciones del nuevo puerto exterior de La Coruña y tiene como objetivo albergar las oficinas administrativas.

La documentación del presente Proyecto Básico y de Ejecución, tanto gráfica como escrita, se redacta para establecer todos los datos descriptivos, urbanísticos y técnicos, para conseguir llevar a buen término la construcción del edificio para la Autoridad Portuaria, según las reglas de la buena construcción y la reglamentación aplicable.

## **1.2 Información previa**

### **1.2.1 La parcela:**

El emplazamiento de la edificación se encuentra en una parcela próxima a la línea de costa, situado en Punta Langosteira, en el Ayuntamiento de Arteixo.

La superficie total de la parcela que nos ocupa en este proyecto está formada por dos parcelas unidas. La primera y colindante con el puerto exterior tiene una superficie total de 1.05 ha y actualmente está en desuso. La segunda de ellas está situada en el interior y lo conforma una superficie total de 0.26 ha que actualmente está destinado al pasto arbustivo. La superficie total de la parcela asciende a 1.31 ha, o lo que es lo mismo unos 13100m<sup>2</sup>.

Se trata de una parcela con una suave pendiente, situada en torno a la cota +65m y en contacto con el talud del puerto exterior. Este desnivel es consecuencia de las importantes deformaciones del terreno natural existente causado por la construcción del puerto exterior.

Las dificultades de comunicación han hecho que esta área nunca haya sido ocupada para actividades humanas, por lo que tampoco se fundó nunca un asentamiento poblacional. Actualmente se puede acceder a las inmediaciones de ella a través de la Carretera de Suevos y continuando por la carretera de la Emisora. Esta vía de acceso se encuentra muy deteriorada en el último tramo de llegada a la parcela dificultando el acceso rodado a la misma. Una vez en el entorno de la parcela nos encontramos con pistas menores que dan acceso a un repetidor y a algún punto particular de la costa (como Punta do Salto, por ejemplo), pero no constituyen una red que vertebré el territorio o lo dote de una accesibilidad generalizada.

El ámbito más inmediato a la parcela se caracteriza por la ausencia de viviendas y la presencia del Puerto Exterior. Surge así el fuerte contraste entre el medio natural (nuestra parcela ) y lo construido (el Puerto). Esto nos proporciona dos paisajes completamente contrapuestos. Por un lado el paisaje natural de los espacios inalterados, donde las montañas y la línea de costa rocosa nos ofrecen unas vistas privilegiadas. Por otro lado un espacio deformado, en el que los desniveles del terreno y la presencia del puerto tienen una enorme importancia visual.

### **1.2.2 Descripción del programa de necesidades:**

Se plantea un edificio para la Autoridad Portuaria de A Coruña en el Puerto Exterior de Punta Langosteira. La construcción del edificio en este lugar buscará, no solamente resolver el programa que se propone, sino también adquirir un carácter emblemático y simbólico. Se propondrá a su vez la ordenación total de la parcela que resolverá una zona de aparcamiento público y dos nuevos accesos a la parcela.

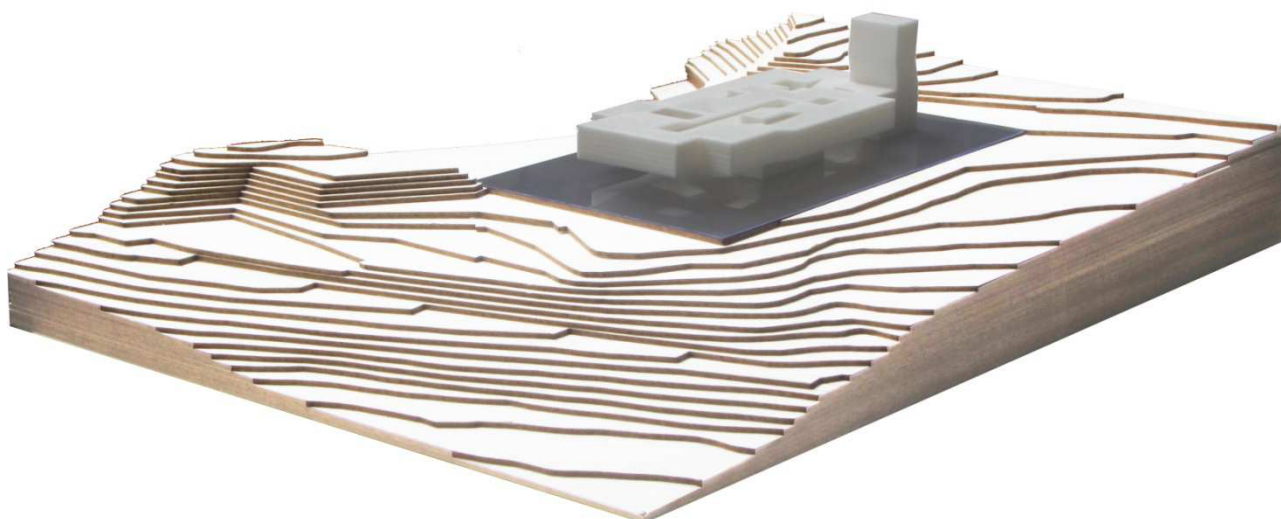
### **1.2.3 Servicios urbanísticos:**

La parcela actualmente no cuenta con un acceso rodado con las condiciones necesarias para que se pueda acceder a ella mediante un vehículo. Tampoco dispone de saneamiento mediante red general de saneamiento municipal, de acometida de agua ni suministro municipal que garantice las condiciones de potabilidad, ni de suministro eléctrico.

Para la fase de ejecución del proyecto partiré de la premisa de que la parcela dispondrá de las infraestructuras necesarias a la hora de la realización del mismo.

### **1.2.4 Cumplimiento de la normativa urbanística:**

Dado el carácter singular de la edificación su implantación y usos se tendrá total libertad en cuanto a alturas, superficie ocupada, alineaciones, etc. respetando el límite de actuación que aparece reflejado en los planos.



### **1.3 Descripción del proyecto**

#### **1.3.1 Descripción del edificio y su entorno:**

La idea del proyecto es posarse sutilmente sobre la ladera, separándose rápidamente del suelo para crear una pieza horizontal que flota. El programa ya definido de 1800m<sup>2</sup> y el amplio perímetro de la parcela permiten el desarrollo del proyecto en una única altura.

Para el desarrollo de la planta se genera un juego de geometrías básicas consistente en una sucesión de rectángulos de distintos largos y anchos. De esta manera se establece una retícula que permitirá definir la estructura del proyecto y modular los espacios de una manera más sencilla. Esta pieza se verá interrumpida por la aparición de unos patios que permitirán iluminar los espacios interiores.

En la cubierta sin embargo, dichas láminas adquieren unos pliegues que dotan de mayor dinamismo a la pieza. Los espacios verticales entre unas láminas y otras serán utilizados como entradas de luz.

La direccionalidad de la pieza viene dada por su eje más largo, que se posiciona de manera perpendicular a la pendiente de la ladera y tangente a la curva formada por el talud. De esta manera la fachada sur del edificio domina sobre el territorio y nos ofrece una visión despejada de 180° en dirección sudeste. También generará un pasillo oeste que pone en relación el proyecto con el puerto exterior.

Una discreta torre culminará el proyecto proporcionándole un cierto carácter representativo. Esta permitirá sobrepasar los puntos más elevados de la zona septentrional de la punta Langosteira y contemplar la línea generada por el horizonte y el mar.

En el interior del edificio se busca la diafanidad de los espacios. Se pretende un espacio desvinculado de la actividad actual que va a acoger el proyecto, permitiendo en todo momento ser transformado para albergar una actividad diferente. Esto se consigue a través de una tabiquería fácilmente desmontable que permite organizar espacios de trabajo para llevar a cabo la administración y el control de los distintos ámbitos que abarca el Puerto Exterior de Punta Langosteira.

Las oficinas estarán agrupadas por departamentos y en ellas aparecerán espacios comunes preparados para un trabajo realizado en equipo y de manera más comunicativa, y por otro lado espacios cerrados, donde la privacidad y el trabajo individual cobren importancia.

En la siguiente imagen se aprecia un espacio común y una oficina con las tabiquerías móviles de cristal. Se elige una tabiquería acristalada porque se pretende potenciar el trabajo en equipo, de manera que todo el mundo pueda estar en contacto con las personas que trabajan en las distintas áreas.



### 1.3.2 Las zonas públicas:

Una parte importante en el desarrollo del proyecto ha sido dar cabida a espacios públicos.

Punta Langosteira está situado en un enclave natural y tranquilo hasta donde a menudo se acerca público diverso para disfrutar del paisaje. Por ello el edificio para la autoridad portuaria pretende ser un punto de encuentro donde la gente pueda acercarse y admirar el paisaje. En ningún momento se pretende crear un proyecto hermético creado únicamente para los empleados.

Por todo ello se crea de una gran plaza de llegada. Un espacio al que se podrá acceder a pie o en bicicleta. Se pretende evitar el tráfico rodado en todo el entorno del edificio, quedando reservado para los empleados el acceso al aparcamiento del edificio.

El edificio se divide en dos zonas, una de pública concurrencia y otra destinada a albergar el programa de oficinas administrativas.

El acceso principal se sitúa junto a la gran plaza de llegada y da pie a un vestíbulo público en planta baja. Desde aquí el visitante puede recorrer tanto el vestíbulo de la planta baja como el de la planta primera, o utilizar las comunicaciones verticales para acceder a las dos plantas de la torre.

Estas dos plantas de la torre servirán de salas polivalentes de exposición y mirador para el público, aunque también pueden adquirir un carácter privado como salas de recepción de autoridades o incluso se podrán habilitar como salas de reunión.



También se generan unos balcones en el perímetro de la parcela que generan un segundo acceso al entorno del edificio. Estas permiten conectar el aparcamiento público situado al sur con un espacio público situado al oeste del edificio. Estas terrazas aportan un lugar estratégico desde donde contemplar el paisaje de la costa, mientras que el espacio situado al oeste del proyecto pone en relación la pieza con el puerto.

Se conectará el proyecto con las sendas que dan acceso a todo el entorno de punta Langosteira, permitiendo acceder a lo alto del monte de manera directa.

Por último, para completar los accesos y aprovechando el entorno natural de gran valor, se propondrá también una senda ciclable de 5 kilómetros paralela a la carretera de acceso a Punta Langosteira. Esta se enlazará con la ya existente que termina en la cala de Bens y se prolongará hasta punta Langosteira.

### 1.3.3 La escala:

La parcela donde está ubicado el edificio se entiende como parte de un entorno natural, alejado de viviendas o cualquier otra infraestructura con la que relacionarse en escala. Sin embargo, la dimensión del puerto exterior convierte nuestro edificio en una pieza de pequeña entidad.

En ningún momento se pretende discutir la gran escala del puerto, por ello se desarrolla un edificio de planta única con una discreta torre.

El proyecto se sitúa entre dos escalas: si bien las viviendas de San Martiño de Suevos y de Augadoce, los municipios más próximos, se limitan a una escala residencial, la gran infraestructura realizada para albergar el Puerto Exterior podría pertenecer a una escala territorial atendiendo a sus dimensiones.

### 1.3.4 Desarrollo del programa:

A continuación se expresan las superficies computables a efectos urbanísticos:

Pública concurrencia:

Vestíbulo planta baja	115.2 m2
Vestíbulo planta primera	114.9 m2
Salón de actos	113.1 m2
Aseos públicos	26.0 m2
Mirador torre planta primera	37.3 m2
Mirador torre planta segunda	37.3 m2
<b>Subtotal</b>	<b>443.8 m2</b>

Presidencia - Dirección:

Despacho director	43.6 m2
Secretaría de dirección (3 puestos)	44.3 m2
Gabinete de prensa (2 puestos)	20.0 m2
Salas de juntas (Divisible en dos)	79.9 m2
Sala de espera	32.5 m2
Circulaciones área dirección	11.8 m2
<b>Subtotal</b>	<b>232.1 m2</b>

Planificación y estrategia:

Despacho	16.6 m2
<b>Subtotal</b>	<b>16.6 m2</b>

Infraestructuras:

<b>Proyectos y obras:</b>	
Despacho	30.9 m2
Área de trabajo (9 puestos)	85.9 m2
<b>Desarrollo de inversiones portuarias:</b>	
Despacho	16.1 m2



<b>Pesca y gestión patrimonio:</b>	
Despacho	18.4 m2
Oficina de pesca (3 puestos)	34.8 m2
Oficina de dominio público (3 puestos)	37.1 m2
Mantenimiento y señales marítimas (1 puesto)	18.4 m2
<b>Desarrollo portuario y comercial:</b>	
Despacho	18.4 m2
Oficina de pesca (3 puestos)	43.4 m2
<b>Espacios comunes</b>	103.8 m2
<b>Subtotal</b>	407.2 m2

Área Económica y Financiera:

<b>Gestión económica:</b>	
Recursos y procesos (6 puestos)	59.8 m2
Contabilidad (4 puestos)	35.5 m2
Facturación (4 puestos)	34.9 m2
Recaudación (4 puestos)	34.9 m2
<b>Sostenibilidad:</b>	
Oficina de sostenibilidad (7 puestos)	60.6 m2
Comunicaciones e informática (5 puestos)	65.8 m2
<b>Espacios comunes</b>	114.0 m2
<b>Subtotal</b>	405.5m2

Explotación:

<b>Servicios portuarios:</b>	
Oficina de explotación (6 puestos)	59.8 m2
<b>Operaciones portuarias:</b>	
Servicios portuarios (5 puestos)	69.3 m2
<b>Relaciones laborales:</b>	
Servicios generales (5 puestos)	59.8 m2
Relaciones laborales (6 puestos)	66.9 m2
<b>Secretaría General:</b>	
Prevención de riesgos laborales (2 puestos)	24.2 m2
Relaciones laborales (6 puestos)	74.0 m2
Oficina administrativa y contrataciones (10 puestos)	86.4 m2
Archivo y registro (3 puestos)	44.0 m2
<b>Espacios comunes</b>	110.4 m2
<b>Subtotal</b>	594.8m2

Otros espacios:

Circulaciones generales planta primera	164.0 m2
Aseo 1	24.7 m2
Aseo 2	29.2 m2
Local limpieza	11.4 m2
Local instalaciones 1	51.9 m2
Local instalaciones 2	59.1 m2
Aparcamiento	1529.7 m2
<b>Subtotal</b>	1870.0 m2
<b>Total</b>	3970 m2

## 2 MEMORIA TECNICA CONSTRUCTIVA

La primera actuación a realizar en la parcela será el desescombro de la parcela, retirando todas las piezas desprendidas en el suelo y retirando la vegetación.

Una vez acondicionado el terreno se realizará la fase de excavación del terreno, según las indicaciones descritas en el plano de replanteo y excavación E01.

A posteriori se realizará la cimentación, que se ejecutará según estudio geotécnico a través de una cimentación superficial, con zapatas rígidas de hormigón armado HA25/P/40/IIa y armaduras 10Ø16c/18 en acero B-500S con unas dimensiones de 180x80cm y un recubrimiento de 5cm. Estas se asentarán sobre un terreno previamente compactado, sobre el que se coloca una capa de encachado de grava con un espesor de 15cm, con un tamaño de los áridos de  $20\text{mm} < \phi < 40\text{mm}$ ., y una segunda capa de hormigón de limpieza HM-20 de 10cm de espesor. Como no es necesario disponer de un forjado sanitario ya que existe sótano en cimentación se utilizará una solera de 20cm de espesor, de hormigón armado HA-25/P/40/IIa fabricado en central y vertido con cubilete, que estará armada con malla electrosoldada ME20x20 de Ø5mm, de acero B 500-S, con acabado superficial mediante fratasadora mecánica.

Se realizará un drenaje perimetral de la cimentación mediante un tubo de drenaje de PVC ranurado flexible Ø150mm colocado sobre lecho de arena y de tipo porosit, y que conducirá el agua a unos depósitos de acumulación de agua tipo Skywater para su posterior utilización en inodoros y riego de jardín.

Se ejecutarán unos muros de cimentación de hormigón armado HA25/P/40/IIa de e=30cm debidamente protegidos con una lámina impermeabilizante de pintura elastómera y lámina drenante de nódulos de polietileno de alta densidad (PEHD), con geotextil incorporado tipo Sika SD-8 mediante fijación mecánica y solapado al menos 20cm en vertical. También se elevarán desde la cimentación unos pilares de hormigón HA25/P/40/IIa de 30x34cm con armados longitudinales 4Ø12 y 4Ø12 en arranque, así como unos pilares de 30x40cm en aquellos que correspondan a la torre con armados longitudinales 6Ø12 y 6Ø12 en arranque.

La planta baja del edificio se realizará con una losa de hormigón armado HA-25/B/20/IIIa de espesor e=35cm con un armado superior Ø16c/20cm y un armado inferior Ø16c/20cm, de acero B 500-S. Estarán reforzadas con unas vigas embebidas en el canto de la losa de 60x35cm, y reforzada con pórticos en aquellas zonas donde las cargas son mayores. Se realizaran las juntas de dilatación indicadas en los planos siendo siempre la distancia entre ellas inferior a 40 metros.

A partir de la planta primera se desarrolla una estructura metálica mediante pilares HEB 340 y HEB 400, y un forjado mixto de chapa grecada y hormigón armado HA-25/B/20/IIIa con un canto total de 18 centímetros. Se dispondrán vigas IPE 240 en el forjado de planta primera, vigas IPE 220 en el forjado de cubiertas y vigas IPE 270 en la torre.

En la planta de cubiertas existen zonas con pendientes del 16.9%, y otras zonas planas a las que se le aplica una leve pendiente del 1% para favorecer la evacuación de pluviales. Estos se evacuan por los patios con la colocación de las bajantes pegadas a los muros o a los pilares cuando es posible.

En las cubiertas existen tres tipos de acabados: la de la torre acabada en grava, la de las cubiertas transitables acabadas en baldosas hidráulicas de hormigón prefabricado y la del resto de la planta de cubiertas acabadas en acero cortén microperforado.

La cubierta con acabado en grava corresponde a la torre y se compone de un forjado colaborante formado por chapa nervada MT 76 de 1.2mm de espesor y losa de hormigón HA-25/B/20/IIIa con un canto total de 18cm., un aislamiento térmico de lana de roca vulcanizada terminada con capa de mortero modificado con un espesor total de 20 cm., una capa de hormigón aligerado con arcilla expandida para formación de pendientes del 1%, una lámina de fieltro geotextil, una lámina impermeabilizante de pintura elastómera y una capa de grava con diámetros comprendidos entre  $20\text{mm} < \phi < 40\text{mm}$ ..

La cubierta con acabado transitable está formado igualmente de un forjado colaborante formado por una chapa nervada MT 76 de 1.2mm de espesor y losa de hormigón HA-25/B/20/IIIa con un canto total de 18cm., un aislamiento térmico de lana de roca vulcanizada terminada con capa de mortero modificado con un

espesor total de 20 cm., una capa de hormigón aligerado con arcilla expandida para formación de pendientes del 1%, una lámina de fieltro geotextil, una lámina impermeabilizante de pintura elastómera, unos plots de PVC regulables en altura y unas baldosas hidráulicas de hormigón prefabricada 120.70.6cm para exteriores con pintura elastómera antideslizante e=5cm con un grado de resbaladidad clase 3.

Por último las cubiertas con acabado en acero corten microperforado está formado igualmente de un forjado colaborante formado por una chapa nervada MT 76 de 1.2mm de espesor y losa de hormigón HA-25/B/20/IIIa con un canto total de 18cm., un aislamiento térmico de lana de roca vulcanizada terminada con capa de mortero modificado con un espesor total de 20 cm., una capa de hormigón aligerado con arcilla expandida para formación de pendientes del 1%, una lámina de fieltro geotextil, una lámina impermeabilizante de pintura elastómera, unos perfiles omega 100.100.10mm de acero galvanizado en caliente y una chapa de acero corten microperforada de espesor e=5mm para revestimiento exterior fijado mecánicamente a los perfiles omega.

Las fachadas se componen en su gran parte de unas carpinterías acristaladas de Jansen con un sistema denominado VISS TVS de montantes y travesaños en acero con ruptura de puente térmico, con triple vidrio aislante de 57mm de espesor.

Los acabados interiores varían según las necesidades arquitectónicas del proyecto. En las zonas donde existe muro de hormigón visto estos se ejecutarán mediante encofrados con tablas de madera de dimensiones variables. La tabiquería interior del edificio esta ejecutada en pladur, utilizando tres tipos en función de las exigencias de los espacios que separan (Pladur tipo N98/400(46)Lm, Pladur tipo WA 98/400(46)LM, Pladur tipo FOC 122/400(70)LM). También se utiliza una tabiquería acristalada en la zona de oficinas con particiones M82 Crystal de Movinord. Los suelos son de hormigón pulido con pintura elastómera antideslizante con espesor e=5cm y grado de resbaladidad clase 3, excepto en aquellas zonas exteriores en las que se utilizan unas baldosas hidráulicas de hormigón prefabricada 120.70.6cm para exteriores con pintura elastómera antideslizante e=5cm con un grado de resbaladidad clase 3.

Con respecto a los techos existen distintos tipos. Unos de forjado visto con chapa grecada de acero galvanizado protegida con pintura intumescente (forjado colaborante) en la mayor parte del edificio. Techo acústico suspendido con estructura metálica en la zona del salón de actos, techo continuo hidrofugado suspendido con estructura metálica en la zona de los baños y techo continuo con cortafuego suspendido con estructura metálica en los locales de instalaciones.

Los materiales y los sistemas elegidos garantizan unas condiciones de higiene, salud y protección del medioambiente, de tal forma que se alcanzan condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio haciendo que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

## 3 AHORRO DE ENERGIA

### Cumplimiento del DB-HE 0 LIMITACION DEL CONSUMO ENERGETICO

#### **3.1 Ámbito de aplicación**

1 Esta sección es de aplicación en:

- a) edificios de nueva construcción y ampliaciones de edificios existentes;
- b) edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

2 Se excluyen del ámbito de aplicación:

- a) construcciones provisionales con un plazo previsto de utilización igual o inferior a dos años;
- b) edificios industriales, de la defensa y agrícolas o partes de los mismos, en la parte destinada a talleres, procesos industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales;
- c) edificios aislados con una superficie útil total inferior a 50 m<sup>2</sup>.

#### **3.2 Caracterización y cuantificación de la exigencia**

##### **3.2.1 Caracterización de la exigencia:**

El consumo energético de los edificios se limita en función de la zona climática de su localidad de ubicación y del uso previsto.

El consumo energético para el acondicionamiento, en su caso, de aquellas edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente, será satisfecho exclusivamente con energía procedente de fuentes renovables.

##### **3.2.2 Cuantificación de la exigencia**

###### **3.2.2.1 Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de uso residencial privado**

El consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada, en su caso, no debe superar el valor límite  $Cep,lim$  obtenido mediante la siguiente expresión:

$Cep,lim = Cep,base + Fep,sup / S$  donde,  $Cep,lim$  es el valor límite del consumo energético de energía primaria no renovable para los servicios de calefacción, refrigeración y ACS, expresada en kW·h/m<sup>2</sup>·año, considerada la superficie útil de los espacios habitables;  $Cep,base$  es el valor base del consumo energético de energía primaria no renovable, dependiente de la zona climática de invierno correspondiente a la ubicación del edificio, que toma los valores de la tabla 2.1;

$Fep,sup$  es el factor corrector por superficie del consumo energético de energía primaria no renovable, que toma los valores de la tabla 2.1;

$S$  es la superficie útil de los espacios habitables del edificio, o la parte ampliada, en m<sup>2</sup>.

Tabla 2.1 Valor base y factor corrector por superficie del consumo energético

Zona climática de invierno

a A\* B\* C\* D E

$Cep,base$  [kW·h/m<sup>2</sup>·año] 40 40 45 50 60 70

$Fep,sup$  1000 1000 1000 1500 3000 4000

\* Los valores de  $Cep,base$  para las zonas climáticas de invierno A, B y C de Canarias, Baleares, Ceuta y Melilla se obtendrán multiplicando los valores de  $Cep,base$  de esta tabla por 1,2.

###### **3.2.2.2 Edificios nuevos o ampliaciones de edificios existentes de otros usos**

La calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable del edificio o la parte ampliada, en su caso, debe ser de una eficiencia igual o superior a la clase B, según el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios aprobado mediante el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril.

#### **3.3 Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia**

##### **3.3.1 Procedimiento de verificación**

Para la correcta aplicación de esta Sección del DB HE deben verificarse las exigencias cuantificadas en el apartado 2 con los datos definidos en el apartado 4, utilizando un procedimiento de cálculo acorde a las especificaciones establecidas en el apartado 5;

##### **3.3.2 Justificación del cumplimiento de la exigencia**

1 Para justificar que un edificio cumple la exigencia básica de limitación del consumo energético que se establece en esta sección del DB HE, los documentos de proyecto han de incluir la siguiente información:

- a) definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio, de acuerdo a la zonificación establecida en la sección HE1 de este DB;
- b) procedimiento empleado para el cálculo de la demanda energética y el consumo energético;
- c) demanda energética de los distintos servicios técnicos del edificio (calefacción, refrigeración, ACS y, en su caso, iluminación);
- d) descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos del edificio;
- e) rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos del edificio;
- f) factores de conversión de energía final a energía primaria empleados;

- g) para uso residencial privado, consumo de energía procedente de fuentes de energía no renovables;
- h) en caso de edificios de uso distinto al residencial privado, calificación energética para el indicador de energía primaria no renovable.

**3.4 Datos para el cálculo del consumo energético**

**3.4.1 Demanda energética y condiciones operacionales**

El consumo energético de los servicios de calefacción y refrigeración se obtendrá considerando las condiciones operacionales, datos previos y procedimientos de cálculo de la demanda energética establecidos en la Sección HE1 de este Documento Básico.

El consumo energético del servicio de agua caliente sanitaria (ACS) se obtendrá considerando la demanda energética resultante de la aplicación de la sección HE4 de este Documento Básico.

El consumo energético del servicio de iluminación se obtendrá considerando la eficiencia energética de la instalación resultante de la aplicación de la sección HE3 de este Documento Básico.

**3.4.2 Factores de conversión de energía final a energía primaria**

Los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables para cada vector energético, empleados para la justificación de las exigencias establecidas en este Documento Básico, serán los publicados oficialmente.

**3.4.3 Sistemas de referencia**

Cuando no se definan en proyecto equipos para un servicio de climatización se considerarán las eficiencias de los sistemas de referencia, que se indican en la tabla 2.2.

**Tabla 2.2 Eficiencias de los sistemas de referencia**

**Tecnología Vector energético**

**Rendimiento**

Producción de calor Gas natural 0,92

Producción de frío Electricidad 2,00

**3.5 Procedimientos de cálculo del consumo energético**

El objetivo de los procedimientos de cálculo es determinar el consumo de energía primaria procedente de fuentes de energía no renovables.

El procedimiento de cálculo debe permitir desglosar el consumo energético de energía final en función del vector energético utilizado (tipo de combustible o electricidad) para satisfacer la demanda energética de cada uno de los servicios técnicos (calefacción, refrigeración, ACS y, en su caso, iluminación).

**3.5.1 Características de los procedimientos de cálculo del consumo energético**

**3.5.1.1 Características generales**

1 Cualquier procedimiento de cálculo debe considerar, bien de forma detallada o bien de forma simplificada, los siguientes aspectos:

- a) la demanda energética necesaria para los servicios de calefacción y refrigeración, según el procedimiento establecido en la sección HE1 de este Documento Básico;
- b) la demanda energética necesaria para el servicio de agua caliente sanitaria;
- c) en usos distintos al residencial privado, la demanda energética necesaria para el servicio de iluminación;
- d) el dimensionado y los rendimientos de los equipos y sistemas de producción de frío y de calor, ACS e iluminación;
- e) el empleo de distintas fuentes de energía, sean generadas in situ o remotamente;
- f) los factores de conversión de energía final a energía primaria procedente de fuentes no renovables;
- g) la contribución de energías renovables producidas in situ o en las proximidades de la parcela.



## Cumplimiento CTE-DB HE

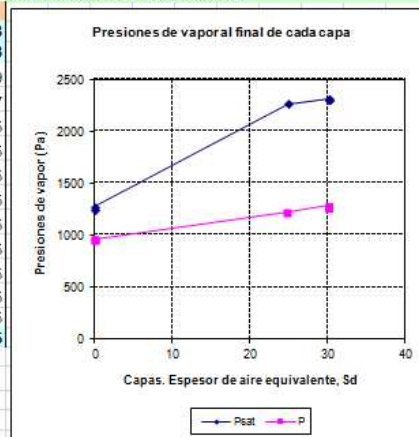
### Fichas justificativas CTE-DB-HE

Datos generales:

<b>Nombre del Edificio:</b>	Edificio para la Autoridad Portuaria de La Coruña
<b>Provincia:</b>	La Coruña
<b>Localidad:</b>	La coruña
<b>Zona Climática:</b>	C1
<b>Clasificación de espacios habitables</b>	
<b>En función del uso:</b>	Carga interna baja
<b>En función de la clase de higrometría:</b>	Clase de higrometría 4
<b>Humedad Relativa media exterior:</b>	77%
<b>Temperatura exterior media en Enero:</b>	10,2 °C
<b>Temperatura interior media en Enero:</b>	20 °C

**Cerramiento exterior con paneles GRC:** muro de hormigón armado, aislamiento térmico con láminas de poliestireno extruido y acabado con paneles GRC:

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN - CÁLCULO DE CONDENSACIONES (Superficiales e intersticiales) - © Agustín Rico Ortega										
Comprobación de condensaciones superficiales cuando no se dispone de datos										
Localidad:	Coruña, A	Espacio con clase de higrometría:		5	4	≤ 3				
Tmed. Exterior:	10,2 °C	θ. Int:	20 °C	Factor de temperatura de la superficie interior aceptable, fRsi,min:			0,8	0,69	0,56	
HR Exterior:	77 %	Φ Int:	55 %	Factor de temperatura de la superficie interior, fRsi:			0,96			
Zona:	C	Condensaciones Superficiales: el cerramiento ¿CUMPLE? →				SI	SI	SI		
Condensaciones intersticiales										
Capas	e (m)	λ	R	R+	μ	Sd	Sd+	θ	Psat	P
E EXTERIOR								10,2	1244	958
Se Capa superficial			0,04	0,04				10,3	1249	958
1 Hor.celular sin árid	0,015000	0,090	0,17	0,21	5,00	0,08	0,08	10,5	1273	959
2 poliestireno extrus	0,150000	0,028	5,36	5,56	165,00	24,75	24,83	19,5	2262	1227
3 Hor.arm. o masa	0,300000	1,630	0,18	5,75	18,00	5,40	30,23	19,8	2306	1285
4 FALTA	0,000000	1,000	0,00	5,75	0,00	0,00	30,23	19,8	2306	1285
5 FALTA	0,000000	1,000	0,00	5,75	0,00	0,00	30,23	19,8	2306	1285
6 FALTA	0,000000	1,000	0,00	5,75	0,00	0,00	30,23	19,8	2306	1285
7 FALTA	0,000000	1,000	0,00	5,75	0,00	0,00	30,23	19,8	2306	1285
8 FALTA	0,000000	1,000	0,00	5,75	0,00	0,00	30,23	19,8	2306	1285
9 FALTA	0,000000	1,000	0,00	5,75	0,00	0,00	30,23	19,8	2306	1285
# FALTA	0,000000	1,000	0,00	5,75	0,00	0,00	30,23	19,8	2306	1285
Si Capa superficial			0,13	5,88				20,0	2337	1285
I INTERIOR								20,0	2337	1285
<b>U = 0,170</b> W/(m <sup>2</sup> K).		<b>U</b> es la transmitancia								
NOTAS: comenzar por el exterior.										
Los datos se introducen manualmente en los campos:										
Los valores de las presiones de vapor de saturación, Psat, corresponden a temperaturas iguales o mayores que cero										
e es el espesor de la capa (m); λ es la conductividad térmica (W/mK); R es la resistencia térmica, e/λ (m <sup>2</sup> K/W); R+ es la resistencia térmica acumulada										
μ es el factor de resistencia al vapor de agua (-); Sd es el espesor de aire equivalente, μ·e (m); Sd+ es el espesor de aire equivalente acumulado										
θ es la temperatura (°C); Psat es la presión de vapor de saturación (Pa); P es la presión de vapor al final de cada capa (Pa); Φ es la humedad relativa										



### Cerramiento exterior con acristalamiento triple:

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN - CÁLCULO DE CONDENSACIONES (Superficiales e intersticiales) - © Agustín Rico Ortega												
Comprobación de condensaciones superficiales cuando no se dispone de datos												
Localidad:	Coruña, A			Espacio con clase de higrimetría:						5	4	≤ 3
Tmed. Exterior:	10,2	°C	θ. Int:	20	°C	Factor de temperatura de la superficie interior aceptable, fRsi,min:				0,8	0,69	0,56
HR Exterior:	77	%	Φ Int:	55	%	Factor de temperatura de la superficie interior, fRsi:				0,25		
Zona:	C			Condensaciones Superficiales: el cerramiento ¿CUMPLE? →						NO	NO	NO
Condensaciones intersticiales												
Capas	e (m)	λ	R	R+	μ	Sd	Sd+	θ	Psat	P		
E EXTERIOR								10,2	1244	958		
Se Capa superficial			0,04	0,04				11,4	1345	958		
1 Vidrio plano	0,005000	0,950	0,01	0,05	#####	500,00	500,00	11,5	1358	1067		
2 C.a. vert s/v 0,01m	0,005000	0,067	0,07	0,12	1,00	0,01	500,01	13,7	1568	1067		
3 Vidrio plano	0,005000	0,950	0,01	0,13	#####	500,00	#####	13,9	1583	1176		
4 C.a. vert s/v 0,01m	0,005000	0,067	0,07	0,20	1,00	0,01	#####	16,0	1822	1176		
5 Vidrio plano	0,005000	0,950	0,01	0,21	#####	500,00	#####	16,2	1840	1285		
6 FALTA	0,000000	1,000	0,00	0,21	0,00	0,00	#####	16,2	1840	1285		
7 FALTA	0,000000	1,000	0,00	0,21	0,00	0,00	#####	16,2	1840	1285		
8 FALTA	0,000000	1,000	0,00	0,21	0,00	0,00	#####	16,2	1840	1285		
9 FALTA	0,000000	1,000	0,00	0,21	0,00	0,00	#####	16,2	1840	1285		
# FALTA	0,000000	1,000	0,00	0,21	0,00	0,00	#####	16,2	1840	1285		
Si Capa superficial			0,13	0,34				20,0	2337	1285		
I INTERIOR								20,0	2337	1285		
<b>U = 2,985</b> W/(m² K). U es la transmitancia												
NOTAS: comenzar por el exterior.												
Los datos se introducen manualmente en los campos:												
Los valores de las presiones de vapor de saturación, Psat, corresponden a temperaturas iguales o mayores que cero												
e es el espesor de la capa (m); λ es la conductividad térmica (W/mK); R es la resistencia térmica, e/λ (m² K/W); R+ es la resistencia térmica acumulada												
μ es el factor de resistencia al vapor de agua (-); Sd es el espesor de aire equivalente, μ·e (m); Sd+ es el espesor de aire equivalente acumulado												
θ es la temperatura (°C); Psat es la presión de vapor de saturación (Pa); P es la presión de vapor al final de cada capa (Pa); Φ es la humedad relativa												

### Forjado de cubierta de la torre: forjado colaborante con aislante térmico e=20cm, hormigón aligerado para pendientes, geotextil, lámina impermeabilizante y grava:

CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN - CÁLCULO DE CONDENSACIONES (Superficiales e intersticiales) - © Agustín Rico Ortega												
Comprobación de condensaciones superficiales cuando no se dispone de datos												
Localidad:	Coruña, A			Espacio con clase de higrimetría:						5	4	≤ 3
Tmed. Exterior:	10,2	°C	θ. Int:	20	°C	Factor de temperatura de la superficie interior aceptable, fRsi,min:				0,8	0,69	0,56
HR Exterior:	77	%	Φ Int:	55	%	Factor de temperatura de la superficie interior, fRsi:				0,97		
Zona:	C			Condensaciones Superficiales: el cerramiento ¿CUMPLE? →						SI	SI	SI
Condensaciones intersticiales												
Capas	e (m)	λ	R	R+	μ	Sd	Sd+	θ	Psat	P		
E EXTERIOR								10,2	1244	958		
Se Capa superficial			0,04	0,04				10,2	1248	958		
1 Piedra compacta	0,050000	3,500	0,01	0,05	82,00	4,10	4,10	10,3	1249	959		
2 lamina impermeabl	0,010000	0,040	0,25	0,30	30000,00	300,00	304,10	10,6	1276	1022		
3 fieltro geotextil	0,005000	0,050	0,10	0,40	15,00	0,08	304,18	10,7	1286	1022		
4 mortero de pendier	0,150000	1,150	0,13	0,53	60,00	9,00	313,18	10,9	1300	1024		
5 poliestireno extrus	0,200000	0,028	7,14	7,68	165,00	33,00	346,18	19,7	2295	1031		
6 Hor.arm. o masa	0,170000	1,630	0,10	7,78	18,00	3,06	349,24	19,8	2314	1032		
7 Acero y fundición	0,012000	58,000	0,00	7,78	#####	#####	#####	19,8	2314	1285		
8 FALTA	0,000000	1,000	0,00	7,78	0,00	0,00	#####	19,8	2314	1285		
9 FALTA	0,000000	1,000	0,00	7,78	0,00	0,00	#####	19,8	2314	1285		
# FALTA	0,000000	1,000	0,00	7,78	0,00	0,00	#####	19,8	2314	1285		
Si Capa superficial			0,13	7,91				20,0	2337	1285		
I INTERIOR								20,0	2337	1285		
<b>U = 0,126</b> W/(m² K). U es la transmitancia												
NOTAS: comenzar por el exterior.												
Los datos se introducen manualmente en los campos:												
Los valores de las presiones de vapor de saturación, Psat, corresponden a temperaturas iguales o mayores que cero												
e es el espesor de la capa (m); λ es la conductividad térmica (W/mK); R es la resistencia térmica, e/λ (m² K/W); R+ es la resistencia térmica acumulada												
μ es el factor de resistencia al vapor de agua (-); Sd es el espesor de aire equivalente, μ·e (m); Sd+ es el espesor de aire equivalente acumulado												
θ es la temperatura (°C); Psat es la presión de vapor de saturación (Pa); P es la presión de vapor al final de cada capa (Pa); Φ es la humedad relativa												

**Forjado de cubierta tipo:** forjado colaborante con aislante térmico e=20cm, hormigón aligerado para pendientes, geotextil, lámina impermeabilizante, perfiles omega y chapa de acero corten microperforado:

**CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN - CÁLCULO DE CONDENSACIONES (Superficiales e intersticiales) - © Agustín Rico Ortega**

Comprobación de condensaciones superficiales cuando no se dispone de datos

Localidad: Coruña, A

Tmed. Exterior: 10,2 °C      θ. Int: 20 °C

HR Exterior: 77 %      Φ Int: 55 %

Zona: C

**Espacio con clase de higrometría:** 5 4 ≤ 3

Factor de temperatura de la superficie interior aceptable, fRsi,min: 0,8 0,69 0,56

Factor de temperatura de la superficie interior, fRsi: 0,97

Condensaciones Superficiales: el cerramiento ¿CUMPLE? → SI SI SI

**Condensaciones intersticiales**

Capas	e (m)	λ	R	R+	μ	Sd	Sd+	θ	Psat	P
E EXTERIOR								10,2	1244	958
Se Capa superficial			0,04	0,04				10,2	1248	958
1 Acero y fundición	0,005000	58,000	0,00	0,04	#####	500,00	500,00	10,2	1248	1022
2 C.a. suel s/v 0,05m	0,050000	0,238	0,21	0,25	1,00	0,05	500,05	10,5	1269	1022
3 Acero y fundición	0,005000	58,000	0,00	0,25	#####	500,00	500,00	10,5	1269	1086
4 lamina impermeabl	0,010000	0,040	0,25	0,50	30000,00	300,00	#####	10,8	1295	1125
5 fieltro geotextil	0,005000	0,050	0,10	0,60	15,00	0,08	#####	10,9	1306	1125
6 mortero de pendie	0,150000	1,150	0,13	0,73	60,00	9,00	#####	11,1	1319	1126
7 poliestireno extrus	0,200000	0,028	7,14	7,87	165,00	33,00	#####	19,7	2296	1130
8 Hor.arm. o masa	0,170000	1,630	0,10	7,98	18,00	3,06	#####	19,8	2314	1131
9 Acero y fundición	0,012000	58,000	0,00	7,98	#####	#####	#####	19,8	2314	1285
# FALTA		1,000	0,00	7,98	0,00	0,00	#####	19,8	2314	1285
Si Capa superficial			0,13	8,11				20,0	2337	1285
I INTERIOR								20,0	2337	1285

**U = 0,123 W/(m² K). U es la transmitancia**

NOTAS: comenzar por el exterior.

Los datos se introducen manualmente en los campos:

Los valores de las presiones de vapor de saturación, Psat, corresponden a temperaturas iguales o mayores que cero

e es el espesor de la capa (m); λ es la conductividad térmica (W/mK); R es la resistencia térmica, e/λ (m² K/W); R+ es la resistencia térmica acumulada

μ es el factor de resistencia al vapor de agua (-); Sd es el espesor de aire equivalente, μ·e (m); Sd+ es el espesor de aire equivalente acumulado

θ es la temperatura (°C); Psat es la presión de vapor de saturación (Pa); P es la presión de vapor al final de cada capa (Pa); Φ es la humedad relativa

**Forjado de cubierta transitable:** forjado colaborante con aislante térmico e=20cm, hormigón aligerado para pendientes, geotextil, lámina impermeabilizante, plots y baldosa hidráulica de hormigón:

**CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN - CÁLCULO DE CONDENSACIONES (Superficiales e intersticiales) - © Agustín Rico Ortega**

Comprobación de condensaciones superficiales cuando no se dispone de datos

Localidad: Coruña, A

Tmed. Exterior: 10,2 °C      θ. Int: 20 °C

HR Exterior: 77 %      Φ Int: 55 %

Zona: C

**Espacio con clase de higrometría:** 5 4 ≤ 3

Factor de temperatura de la superficie interior aceptable, fRsi,min: 0,8 0,69 0,56

Factor de temperatura de la superficie interior, fRsi: 0,97

Condensaciones Superficiales: el cerramiento ¿CUMPLE? → SI SI SI

**Condensaciones intersticiales**

Capas	e (m)	λ	R	R+	μ	Sd	Sd+	θ	Psat	P
E EXTERIOR								10,2	1244	958
Se Capa superficial			0,04	0,04				10,2	1248	958
1 FALTA	0,000000	1,000	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	10,2	1248	958
2 Hor.celular sin árid	0,060000	0,090	0,67	0,71	5,00	0,30	0,30	11,0	1313	958
3 C.a. suel s/v 0,05m	0,005000	0,238	0,02	0,73	1,00	0,01	0,31	11,0	1315	958
4 lamina impermeabl	0,010000	0,040	0,25	0,98	30000,00	300,00	300,31	11,3	1340	1021
5 fieltro geotextil	0,005000	0,050	0,10	1,08	15,00	0,08	300,38	11,4	1350	1021
6 mortero de pendie	0,150000	1,150	0,13	1,21	60,00	9,00	309,38	11,6	1363	1023
7 poliestireno extrus	0,200000	0,028	7,14	8,35	165,00	33,00	342,38	19,7	2299	1030
8 Hor.arm. o masa	0,170000	1,630	0,10	8,46	18,00	3,06	345,44	19,9	2316	1031
9 Acero y fundición	0,012000	58,000	0,00	8,46	#####	#####	#####	19,9	2316	1285
# FALTA		1,000	0,00	8,46	0,00	0,00	#####	19,9	2316	1285
Si Capa superficial			0,13	8,59				20,0	2337	1285
I INTERIOR								20,0	2337	1285

**U = 0,116 W/(m² K). U es la transmitancia**

NOTAS: comenzar por el exterior.

Los datos se introducen manualmente en los campos:

Los valores de las presiones de vapor de saturación, Psat, corresponden a temperaturas iguales o mayores que cero

e es el espesor de la capa (m); λ es la conductividad térmica (W/mK); R es la resistencia térmica, e/λ (m² K/W); R+ es la resistencia térmica acumulada

μ es el factor de resistencia al vapor de agua (-); Sd es el espesor de aire equivalente, μ·e (m); Sd+ es el espesor de aire equivalente acumulado

θ es la temperatura (°C); Psat es la presión de vapor de saturación (Pa); P es la presión de vapor al final de cada capa (Pa); Φ es la humedad relativa



**Forjado planta primera:** pavimento de hormigón pulido de 5cm, forjado colaborante y aislante térmico e=15cm

**CÓDIGO TÉCNICO DE LA EDIFICACIÓN - CÁLCULO DE CONDENSACIONES (Superficiales e intersticiales) - © Agustín Rico Ortega**

Comprobación de condensaciones superficiales cuando no se dispone de datos

Localidad:	Coruña, A	Espacio con clase de higrometría:		5	4	≤ 3
Tmed. Exterior:	10,2 °C	θ. Int:	20 °C	Factor de temperatura de la superficie interior aceptable, fRsi,min:		
HR Exterior:	77 %	Φ Int:	55 %	0,8 0,69 0,56		
Zona:	C	Factor de temperatura de la superficie interior, fRsi:		0,96		
Condensaciones Superficiales: el cerramiento ¿CUMPLE? →				SI	SI	SI

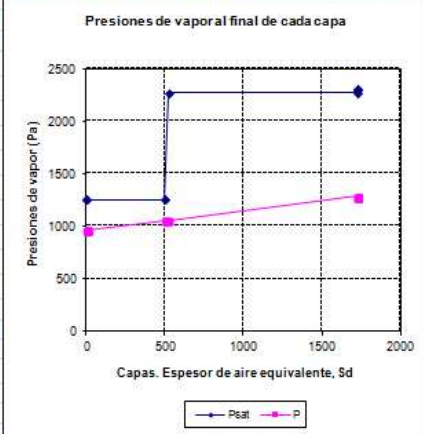
Capas	e (m)	λ	R	R+	μ	Sd	Sd+	θ	Psat	P
E EXTERIOR								10,2	1244	958
Se Capa superficial			0,04	0,04				10,3	1250	958
1 FALTA	0,000000	1,000	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	10,3	1250	958
2 FALTA	0,000000	1,000	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	10,3	1250	958
3 FALTA	0,000000	1,000	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	10,3	1250	958
4 Acero y fundición	0,005000	58,000	0,00	0,04	#####	500,00	500,00	10,3	1250	1053
5 C.a. suel s/v 0,05m	0,005000	0,238	0,02	0,06	1,00	0,01	500,01	10,3	1253	1053
6 poliestireno extrus	0,150000	0,028	5,36	5,42	165,00	24,75	524,76	19,5	2272	1057
7 Acero y fundición	0,012000	58,000	0,00	5,42	#####	#####	#####	19,5	2272	1285
8 Hor.arm. o masa	0,170000	1,630	0,10	5,52	18,00	3,06	#####	19,7	2297	1285
9 Hor.arm. o masa	0,050000	1,630	0,03	5,55	18,00	0,90	#####	19,8	2305	1285
# FALTA		1,000	0,00	5,55	0,00	0,00	#####	19,8	2305	1285
Si Capa superficial			0,13	5,68				20,0	2337	1285
I INTERIOR								20,0	2337	1285

**U = 0,176 W/(m<sup>2</sup>K). U es la transmitancia**

NOTAS: comenzar por el exterior.  
 Los datos se introducen manualmente en los campos:   

Los valores de las presiones de vapor de saturación, **Psat**, corresponden a temperaturas iguales o mayores que cero  
 e es el espesor de la capa (m); λ es la conductividad térmica (W/mK); R es la resistencia térmica, e/λ (m<sup>2</sup> KW); R+ es la resistencia térmica acumulada  
 μ es el factor de resistencia al vapor de agua (-); Sd es el espesor de aire equivalente, μ·e (m); Sd+ es el espesor de aire equivalente acumulado  
 θ es la temperatura (°C); Psat es la presión de vapor de saturación (Pa); P es la presión de vapor al final de cada capa (Pa); Φ es la humedad relativa



## Fichas justificativas de la opción simplificada

Ficha 1: Cálculo de los parámetros característicos medios

Zona climática	<b>C1</b>	Zona de baja carga interna	<input checked="" type="checkbox"/>	Zona de alta carga interna	<input type="checkbox"/>
----------------	-----------	----------------------------	-------------------------------------	----------------------------	--------------------------

Fachadas (UMm) y (UTm)					
Tipos		A (m2)	U (W/m2°C)	A · U (W/°C)	Resultados
<b>N</b>	Cerramiento exterior GRC	213.7	0.17	36.3	$\square A = 213.7 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 36.3 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 0.17 \text{ W/m}^2\text{C}$
<b>E</b>	Cerramiento exterior GRC	161.2	0.17	27.4	$\square A = 161.2 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 27.4 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 0.17 \text{ W/m}^2\text{C}$
<b>O</b>	Cerramiento exterior GRC	102.3	0.17	17.3	$\square A = 102.3 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 17.3 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 0.17 \text{ W/m}^2\text{C}$
<b>S</b>	Cerramiento exterior GRC	68.7	0.17	11.67	$\square A = 68.7 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 11.67 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 0.17 \text{ W/m}^2\text{C}$

Fachadas (UMm) y (UTm)					
Tipos		A (m2)	U (W/m2°C)	A · U (W/°C)	Resultados
<b>N</b>	Acristalamiento triple	437.5	2.985	1305.9	$\square A = 437.5 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 1305.9 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 2.985 \text{ W/m}^2\text{C}$
<b>E</b>	Acristalamiento triple	267.2	2.985	797.5	$\square A = 267.2 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 797.5 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 2.985 \text{ W/m}^2\text{C}$
<b>O</b>	Acristalamiento triple	233.2	2.985	229.2	$\square A = 233.2 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 229.2 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 2.985 \text{ W/m}^2\text{C}$
<b>S</b>	Acristalamiento triple	431.5	2.985	428.5	$\square A = 431.5 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 428.5 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 2.985 \text{ W/m}^2\text{C}$

Forjados					
Tipos		A (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> °C)	A · U (W/°C)	Resultados
Forjado cubierta torre		85.0	0.126	10.71	$\square A = 85.0 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 10.71 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 0.126 \text{ W/m}^2\text{}^\circ\text{C}$
Forjado de cubierta tipo		1745.7	0.123	214.7	$\square A = 1745 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 241.7 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 0.123 \text{ W/m}^2\text{}^\circ\text{C}$
Forjado de cubierta		473.7	0.116	54.9	$\square A = 473.7 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 54.9 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 0.116 \text{ W/m}^2\text{}^\circ\text{C}$
Forjado de planta		68.7	0.176	12.1	$\square A = 68.7 \text{ m}^2$ $\square A \cdot U = 12.1 \text{ W/}^\circ\text{C}$ $UMm = \square A \cdot U / \square A = 0.176 \text{ W/m}^2\text{}^\circ\text{C}$

## 4 PROTECCION FRENTE AL RUIDO DB-HR

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de protección frente al ruido. La correcta aplicación del DB supone que se satisfice el requisito básico "Protección frente al ruido".

Tanto el objetivo del requisito básico "Protección frente al ruido", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 14 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 14. Exigencias básicas de protección frente al ruido (HR):

El objetivo del requisito básico "Protección frente el ruido" consiste en limitar, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, el riesgo de molestias o enfermedades que el ruido pueda producir a los usuarios como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán y mantendrán de tal forma que los elementos constructivos que conforman sus *recintos* tengan unas características acústicas adecuadas para reducir la transmisión del ruido aéreo, del ruido de impactos y del ruido y vibraciones de las instalaciones propias del edificio, y para limitar el ruido reverberante de los *recintos*.

El Documento Básico "DB HR Protección frente al ruido" especifica parámetros objetivos y sistemas de verificación cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de protección frente al ruido.

En la planta baja del edificio se distinguen tres unidades de uso. La primera de ellas "Unidad de uso 1" está formada por toda la zona comprendida en el hall de entrada y sus posibles circulaciones sin incluir partes del edificio con un uso específico determinado, tal y como se describe en la terminología del Anejo 1 del CTE-DB-HR. La "Unidad de uso 2" está formada por el salón de actos. Por último la "Unidad e uso 3" está constituida por los locales de instalaciones, que son locales destinados a un uso específico.

En la planta primera del edificio se distinguen tres unidades de uso. La primera de ellas "Unidad de uso 1" está formada por el vestíbulo de llegada y sus posibles circulaciones sin incluir partes del edificio con un uso específico determinado, tal y como se describe en la terminología del Anejo 1 del CTE-DB-HR. La "Unidad de uso 2" está formada por el salón de actos. Por último la "Unidad e uso 3" está constituida por todas las oficinas y zonas de trabajo que forman parte de un grupo o colectivo que realizan la misma actividad.

En cumplimiento con el CTE-DB-HR se establece una serie de particiones interiores que cumplen acústicamente los requisitos definidos en la tabla K2 de dicho código, y que a continuación se resume.

### K.2 Fichas justificativas de la opción general de aislamiento acústico

Las tablas siguientes recogen las fichas justificativas del cumplimiento de los valores límite de aislamiento acústico mediante el método de cálculo.

<b>Tabiquería.</b> (apartado 3.1.2.3.3)	
<b>Tipo</b>	<b>Características</b>
	<b>de proyecto      exigidas</b>
Tabiquería variable realizada con doble placa de pladur a cada lado de una estructura de acero galvanizado con un montaje según norma UNE 102.043:2013 y requisitos del CTE-DB HR.	$m \text{ (kg/m}^2\text{)} = \boxed{\phantom{00}} \geq \boxed{\phantom{00}}$ $R_A \text{ (dBA)} = \boxed{52,5} \geq \boxed{33}$

Elementos de separación verticales entre:				
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido
Cualquier recinto <sup>(1)</sup> no perteneciente a la unidad de uso  (si los recintos no comparten puertas o ventanas)	<b>Protegido</b>	Elemento base	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/>  R <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/>	D <sub>nt,A</sub> = <input type="text" value="52,5"/> ≥ <input type="text" value="50"/>
		Trasdosado	ΔR <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/>	
Cualquier recinto <sup>(1)</sup> no perteneciente a la unidad de uso  (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana	R <sub>A</sub> = <input type="text" value="33"/> ≥ <input type="text" value="30"/>	
Cerramiento		R <sub>A</sub> = <input type="text" value="52,5"/> ≥ <input type="text" value="50"/>		
De instalaciones		Elemento base	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/>  R <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/>	D <sub>nt,A</sub> = <input type="text"/> ≥ <input type="text" value="55"/>
		Trasdosado	ΔR <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/>	
De actividad	Elemento base	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/>  R <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/>	D <sub>nt,A</sub> = <input type="text"/> ≥ <input type="text" value="55"/>	
	Trasdosado	ΔR <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/>		

Cualquier recinto <sup>(1)</sup> no perteneciente a la unidad de uso  (si los recintos no comparten puertas o ventanas)		Elemento base	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/>	$D_{nt,A} =$ <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/> <b>45</b>
			R <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/>	
		Trasdosado	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	
Cualquier recinto <sup>(1)(2)</sup> no perteneciente a la unidad de uso  (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		R <sub>A</sub> = <input type="text"/> <b>33</b> $\geq$ <input type="text"/> <b>20</b>
		Cerramiento		R <sub>A</sub> = <input type="text"/> <b>52,5</b> $\geq$ <input type="text"/> <b>50</b>
De instalaciones (si los recintos no comparten puertas o ventanas)	<b>Habitable</b>	Elemento base	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/>	$D_{nt,A} =$ <input type="text"/> <b>52,5</b> $\geq$ <input type="text"/> <b>45</b>
			R <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/>	
		Trasdosado	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	
De instalaciones (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		R <sub>A</sub> = <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/> <b>30</b>
		Cerramiento		R <sub>A</sub> = <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/> <b>50</b>
De actividad (si los recintos no comparten puertas o ventanas)		Elemento base	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/>	$D_{nt,A} =$ <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/> <b>45</b>
			R <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/>	
		Trasdosado	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	
De actividad (si los recintos comparten puertas o ventanas)		Puerta o ventana		R <sub>A</sub> = <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/> <b>30</b>
		Cerramiento		R <sub>A</sub> = <input type="text"/> $\geq$ <input type="text"/> <b>50</b>

<sup>(1)</sup> Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad

<sup>(2)</sup> Sólo en edificios de uso residencial o hospitalario

Elementos de separación horizontales entre:					
Recinto emisor	Recinto receptor	Tipo	Características	Aislamiento acústico en proyecto exigido	
Cualquier recinto <sup>(1)</sup> no perteneciente a la unidad de uso		Forjado	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/> R <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/> L <sub>n,w</sub> (dB)= <input type="text"/>	D <sub>nt,A</sub> = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/>	65,2 ≥ 50
		Suelo flotante	ΔR <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/> ΔL <sub>w</sub> (dB)= <input type="text"/>		
		Techo suspendido	ΔR <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/> ΔL <sub>w</sub> (dB)= <input type="text"/>	L'nt,w= <input type="text"/> ≤ <input type="text"/>	≤ 65
			ΔL <sub>w</sub> (dB)= <input type="text"/>		
De instalaciones	Protegido	Forjado	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/> R <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/> L <sub>n,w</sub> (dB)= <input type="text"/>	D <sub>nt,A</sub> = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/>	65,2 ≥ 55
		Suelo flotante	ΔR <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/> ΔL <sub>w</sub> (dB)= <input type="text"/>		
		Techo suspendido	ΔR <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/> ΔL <sub>w</sub> (dB)= <input type="text"/>	L'nt,w= <input type="text"/> ≤ <input type="text"/>	≤ 60
			ΔL <sub>w</sub> (dB)= <input type="text"/>		
De actividad		Forjado	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/> R <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/> L <sub>n,w</sub> (dB)= <input type="text"/>	D <sub>nt,A</sub> = <input type="text"/> ≥ <input type="text"/>	65,2 ≥ 55
		Suelo flotante	ΔR <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/> ΔL <sub>w</sub> (dB)= <input type="text"/>		
		Techo suspendido	ΔR <sub>A</sub> (dBA)= <input type="text"/> ΔL <sub>w</sub> (dB)= <input type="text"/>	L'nt,w= <input type="text"/> ≤ <input type="text"/>	≤ 60
			ΔL <sub>w</sub> (dB)= <input type="text"/>		

Cualquier recinto (1) no pertenece a la unidad de uso	<b>Habitable</b>	Forjado	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = 65,2 \geq 45$
			$R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	
		Suelo flotante	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	
		Techo suspendido	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	
De instalaciones		Forjado	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = 65,2 \geq 45$
			$R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	
		Suelo flotante	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	
		Techo suspendido	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	$L'_{nT,w} = \text{ } \leq 60$
De actividad		Forjado	m (kg/m <sup>2</sup> )= <input type="text"/>	$D_{nT,A} = 65,2 \geq 45$
		$R_A$ (dBA)= <input type="text"/>		
	Suelo flotante	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text"/>		
	Techo suspendido	$\Delta R_A$ (dBA)= <input type="text"/>	$L'_{nT,w} = \text{ } \geq 60$	

1) Siempre que no sea recinto de instalaciones o recinto de actividad



## 5 SEGURIDAD EN CASO DE INCEDIO DB-SI

Tal y como se describe en el DB-SI (artículo 11) "Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio", el objetivo del requisito básico "Seguridad en caso de incendio" consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio.

En el presente proyecto "Edificio para la Autoridad Portuaria de Punta Langosteira" se considera que será de aplicación el D.B SI teniendo en cuenta que éste es un edificio en el que se desarrolla una actividad de "Uso Administrativo".

Para garantizar los objetivos del Documento Básico (DB-SI) se deben cumplir determinadas secciones. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio".

Las exigencias básicas son las siguientes

Exigencia básica SI 1 Propagación interior.

Exigencia básica SI 2 Propagación exterior.

Exigencia básica SI 3 Evacuación de ocupantes.

Exigencia básica SI 4 Instalaciones de protección contra incendios.

Exigencia básica SI 5 Intervención de los bomberos.

Exigencia básica SI 6 Resistencia al fuego de la estructura.

### SI 1 Propagación interior

#### **Compartimentación en sectores de incendio**

Las distintas zonas del edificio se agrupan en sectores de incendio, según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de la sección SI 1 del DB SI. Estas zonas se compartimentan mediante elementos cuya resistencia al fuego satisface las condiciones establecidas en la tabla 1.2 de la sección SI 1 del DB SI.

A efectos del cómputo de la superficie de un sector de incendio, se considera que los locales de riesgo especial, las escaleras y pasillos protegidos, los vestíbulos de independencia y las escaleras compartimentadas como sector de incendios, que estén contenidos en dicho sector no forman parte del mismo.

Toda zona cuyo uso previsto sea diferente y subsidiario del principal del edificio, o del establecimiento en el que esté integrada, constituirá un sector de incendio diferente cuando supere los límites que establece la tabla 1.1 de la sección SI 1 del DB SI.

La obra se dividirá en 3 sectores de incendio:

<b>Nombre del sector: Sector 1</b>	
Uso previsto:	Pública concurrencia
Situación:	Planta baja, planta primera y torre
Superficie:	443.8 m <sup>2</sup>
Resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan el sector de incendio	El 90 en planta baja, primera y segunda (altura de evacuación $h \leq 15m$ ). El 120 en planta tercera (altura de evacuación $15 < h \leq 15m$ ).

Condiciones según DB - SI	- Uso pública concurrencia -La superficie construida de cada sector de incendio no excederá de 2.500 m
Distancia máxima recorrido evacuación	31.6 m
Puertas de paso entre sectores de incendio	El2 45-C5
<b>Nombre del sector: Sector 2</b>	
Uso previsto:	Administrativo
Situación:	Planta primera
Superficie:	1882.6 m <sup>2</sup>
Resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan el sector de incendio	EI 60 en planta primera
Condiciones según DB - SI	- Uso administrativo -La superficie construida de cada sector de incendio no excederá de 2.500 m
Distancia máxima recorrido evacuación	49.8 m
Puertas de paso entre sectores de incendio	El2 45-C5
<b>Nombre del sector: Sector 3</b>	
Uso previsto:	Aparcamiento
Situación:	Planta sótano
Superficie:	1529.7 m <sup>2</sup>
Resistencia al fuego de las paredes y techos que delimitan el sector de incendio	EI 120
Condiciones según DB - SI	- Aparcamiento integrado en un edificio con otros usos. - Cualquier comunicación con zonas de otro uso se debe hacer a través de vestíbulos de independencia.
Distancia máxima recorrido evacuación	40.7 m
Puertas de paso entre sectores de incendio	El2 30-C5

La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio satisface las condiciones que se establecen en la tabla 1.2.

Un elemento delimitador de un sector de incendios puede precisar una resistencia al fuego diferente al considerar la acción del fuego por la cara opuesta, según cual sea la función del elemento por dicha cara: compartimentar una zona de riesgo especial, una escalera protegida, etc.

Los ascensores que comuniquen sectores de incendio diferentes dispondrán en cada acceso o bien de puertas E 30, o bien de un vestíbulo de independencia con una puerta EI2 30-C5, excepto en zonas de riesgo especial o de uso aparcamiento, en las que se debe disponer siempre el citado vestíbulo.

### **Locales y zonas de riesgo especial**

Los locales y zonas de riesgo especial integrados en los edificios se clasifican conforme los grados de riesgo alto, medio y bajo según los criterios que se establecen en la tabla 2.1 de la sección SI 1 del DB SI. Conforme a dicha tabla se distinguirá dos locales de máquinas de instalaciones en la planta baja calificados de riesgo bajo.

Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2 de la sección SI 1 del DB SI. Siguiendo las condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en el edificio estipuladas en dicha tabla, el local de máquinas tendrá una resistencia al fuego de la estructura portante R90, así como una resistencia al fuego de las paredes y techos que separan la zona del resto del edificio EI 90. Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma resistencia al fuego que las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante compartimentador de incendios. Contarán con unas puertas EI<sub>2</sub> 45-C5, y en ningún caso el recorrido máximo hasta alguna salida del local (incluyendo el recorrido por el interior de la zona de riesgo especial) superará los 25m.

Los locales destinados a albergar instalaciones y equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinaria de aparatos elevadores, calderas, depósitos de combustible, contadores de gas o electricidad, etc. se rigen, además, por las condiciones que se establecen en dichos reglamentos. Las condiciones de ventilación de los locales y de los equipos exigidas por dicha reglamentación deberán solucionarse de forma compatible con las de compartimentación establecidas en este DB. A los efectos de este DB se excluyen los equipos situados en las cubiertas de los edificios, aunque estén protegidos mediante elementos de cobertura.

### **Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios**

La compartimentación contra incendios de los espacios ocupables debe tener continuidad en los espacios ocultos, tales como patinillos, cámaras, falsos techos, suelos elevados, etc., salvo cuando éstos estén compartimentados respecto de los primeros al menos con la misma resistencia al fuego, pudiendo reducirse ésta a la mitad en los registros para mantenimiento.

Se limita a tres plantas y a 10 m el desarrollo vertical de las cámaras no estancas en las que existan elementos cuya clase de reacción al fuego no sea B-s3,d2, B<sub>L</sub>-s3,d2 ó mejor.

La resistencia al fuego requerida a los elementos de compartimentación de incendios se debe mantener en los puntos en los que dichos elementos son atravesados por elementos de las instalaciones, tales como cables, tuberías, conducciones, conductos de ventilación, etc., excluidas las penetraciones cuya sección de paso no exceda de 50 cm<sup>2</sup>. Para ello puede optarse por una de las siguiente alternativas:

- a) Disponer un elemento que, en caso de incendio, obture automáticamente la sección de paso y garantice en dicho punto una resistencia al fuego al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, una compuerta cortafuegos automática EI t (i↔o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado, o un dispositivo intumescente de obturación.
- b) Elementos pasantes que aporten una resistencia al menos igual a la del elemento atravesado, por ejemplo, conductos de ventilación EI t (i↔o) siendo t el tiempo de resistencia al fuego requerida al elemento de compartimentación atravesado.

## Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario

Se cumplen las condiciones de las clases de reacción al fuego de los elementos constructivos, según se indica en la tabla 4.1 de la sección SI 1 del DB SI:

**Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos**

Situación del elemento	De techos y paredes	De suelos
Zonas ocupables	C-s2,d0	EFL
Aparcamientos	A2-s1,d0	A2FL-s1
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	CFL-s1
Recintos de riesgo especial	B-s1,d0	BFL-s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos, suelos elevados, etc.	B-s3,d0	BFL-s2 (6)

### SI 2 Propagación exterior

#### Medianería y fachadas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos sectores de incendio todos los puntos de las fachadas entre dos sectores de incendio tendrán una resistencia al fuego EI 60, incluyendo vidrios y puertas acristaladas.

No existen edificios colindantes por lo que no se tendrán en cuenta. Se considera el uso de vidrios con una resistencia al fuego EI 60 en la planta primera del edificio en el patio en común entre el sector 1 y el sector 2.

Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de Incendio o bien hacia una escalera protegida o hacia un pasillo protegido desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada.

La clase de *reacción al fuego* de los materiales que ocupen más del 10% de la superficie del acabado exterior de las fachadas o de las superficies interiores de las cámaras ventiladas que dichas fachadas puedan tener, será B-s3,d2 hasta una altura de 3,5 m como mínimo, en aquellas fachadas cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, y en toda la altura de la fachada cuando esta exceda de 18 m, con independencia de donde se encuentre su arranque.

#### Cubiertas

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio.

### SI 3 EVACUACIÓN DE OCUPANTES

#### Compatibilidad de los elementos de evacuación

Cumpliendo los requisitos exigidos en el apartado 1 punto 1 de la sección SI3 del BD-SI, los establecimientos de pública concurrencia integrados en un edificio cuyo uso previsto principal sea distinto del suyo, debe cumplir :

a) sus salidas de uso habitual y los recorridos hasta el espacio exterior seguro estarán situados en

elementos independientes de las zonas comunes del edificio y compartimentados respecto de éste de igual forma que deba estarlo el establecimiento en cuestión, según lo establecido en el capítulo 1 de la Sección 1 de este DB. No obstante, dichos elementos podrán servir como salida de emergencia de otras zonas del edificio,

b) sus salidas de emergencia podrán comunicar con un elemento común de evacuación del edificio a través de un vestíbulo de independencia, siempre que dicho elemento de evacuación esté dimensionado teniendo en cuenta dicha circunstancia.

### Cálculo de la ocupación

USO	SUPERFICIE m <sup>2</sup>	M <sup>2</sup> /PERSONA	OCUPACION
<b>Planta sótano</b>			
Aparcamiento	1529.7m <sup>2</sup>	15	102
<b>Ocupación total planta sótano</b>			<b>102 personas</b>
<b>Planta baja</b>			
Vestíbulo	115.2 m <sup>2</sup>	2	58
Salón de actos	113.1 m <sup>2</sup>	1/plaza	70
Aseos públicos	26.0 m <sup>2</sup>	3	9
Local limpieza	11.4 m <sup>2</sup>	-	-
Locales instalaciones 1	51.9 m <sup>2</sup>	-	-
Locales instalaciones 2	59.1 m <sup>2</sup>	-	-
<b>Ocupación total planta baja</b>			<b>138 personas</b>
<b>Planta primera</b>			
Aseo 1	24.7 m <sup>2</sup>	3	9
Aseo 2	29.2 m <sup>2</sup>	3	10
Vestíbulo	114.9 m <sup>2</sup>	2	58
Circulaciones generales	164.0 m <sup>2</sup>	2	82
<b>Presidencia y dirección</b>			
Despacho del director	43.6 m <sup>2</sup>	10	5
Sala de espera	32.5 m <sup>2</sup>	10	4
Secretaría de dirección	44.3 m <sup>2</sup>	10	5
Sala de juntas	79.9 m <sup>2</sup>	10	8
Gabinete de prensa	20.0 m <sup>2</sup>	10	2
Circulaciones área dirección	11.8 m <sup>2</sup>	2	6
<b>Área económico financiera</b>			
Recursos y procesos	59.8 m <sup>2</sup>	10	6
Contabilidad	35.5 m <sup>2</sup>	10	4
Facturación	34.9 m <sup>2</sup>	10	4
Recaudación	34.9 m <sup>2</sup>	10	4
Oficina de sostenibilidad	60.6 m <sup>2</sup>	10	7
Comunicación e informática	65.8m <sup>2</sup>	10	7
Circulaciones	114.0 m <sup>2</sup>	2	57
<b>Explotación</b>			
Oficina administrativa y contratación	86.4 m <sup>2</sup>	10	9
Archivo y registro	44.0 m <sup>2</sup>	10	5
Prevención de riesgos laborales	24.2 m <sup>2</sup>	10	3
Relaciones laborales	74.0 m <sup>2</sup>	10	8
Servicios portuarios	69.3 m <sup>2</sup>	10	7
Oficina de explotación	59.8 m <sup>2</sup>	10	6
Relaciones laborales	66.9 m <sup>2</sup>	10	7
Servicios generales	59.8 m <sup>2</sup>	10	6
Circulaciones	110.4 m <sup>2</sup>	2	56
<b>Infraestructuras</b>			
Área de trabajo	85.9 m <sup>2</sup>	10	9
Despacho 1	30.9 m <sup>2</sup>	10	4
Despacho 2	16.1 m <sup>2</sup>	10	2
Oficina de pesca	34.8 m <sup>2</sup>	10	4

Oficina de dominio público	37.1 m <sup>2</sup>	10	4
Mantenimiento y señales marítimas	18.4 m <sup>2</sup>	10	2
Despacho 3	18.4 m <sup>2</sup>	10	2
Oficina de pesca	43.4 m <sup>2</sup>	10	5
Despacho 4	18.4 m <sup>2</sup>	10	2
Circulaciones	103.8 m <sup>2</sup>	2	52
<b>Planificación y estrategia</b>			
Despacho	16.6 m <sup>2</sup>	10	2
<b>Ocupación total planta primera</b>			<b>473 personas</b>
<b>Planta segunda torre</b>			
Mirador	37.3 m <sup>2</sup>	2	14
<b>Ocupación total planta segunda</b>			<b>21 personas</b>
<b>Planta tercera torre</b>			
Mirador	37.3 m <sup>2</sup>	2	14
<b>Ocupación total planta tercera</b>			<b>21 personas</b>
<b>OCUPACION TOTAL</b>			<b>755 personas</b>

### Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación

Cumpliendo los requisitos exigidos en la tabla 3.1 contenido en el punto 3 de la sección SI3 del BD-SI, se dispondrá de una única salida de plantas de la torre, sin exceder la ocupación de 100 personas y con una longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta que no excede los 25m. La altura de evacuación descendente de la planta más alta no excede los 28m.

Así mismo se dispondrá tres salidas de planta en la planta primera, con una longitud de los recorridos de evacuación hasta una salida de planta que no excede en ningún caso los 50m.

### Dimensionado de los medios de evacuación

Cuando en una zona, en un recinto, en una planta o en el edificio deba existir más de una salida, considerando también como tales los puntos de paso obligado, la distribución de los ocupantes entre ellas a efectos de cálculo debe hacerse suponiendo inutilizada una de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

A efectos del cálculo de la capacidad de evacuación de las escaleras y de la distribución de los ocupantes entre ellas, cuando existan varias, no es preciso suponer inutilizada en su totalidad alguna de las escaleras protegidas, de las especialmente protegidas o de las compartimentadas como los sectores de incendio existentes. En cambio, cuando deban existir varias escaleras y estas sean no protegidas y no compartimentadas, debe considerarse inutilizada en su totalidad alguna de ellas, bajo la hipótesis más desfavorable.

En la planta de desembarco de una escalera, el flujo de personas que la utiliza deberá añadirse a la salida de planta que les corresponda, a efectos de determinar la anchura de esta. Dicho flujo deberá estimarse, o bien en  $160 A$  personas, siendo  $A$  la anchura, en metros, del desembarco de la escalera, o bien en el número de personas que utiliza la escalera en el conjunto de las plantas, cuando este número de personas sea menor que  $160A$ .

### Cálculo del dimensionado de los medios de evacuación.

Siguiendo los requisitos establecidos en la tabla 4.1 contenida en el apartado 4.2 de la sección SI 3 de DB-SI, todos los elementos de evacuación cumplen el dimensionado exigido y sus características se pueden encontrar en los planos de seguridad e incendio.

Toda puerta de paso cumplirá  $A \geq P / 200 \geq 0,80$  m

Todo pasillo y rampa cumplirá  $A \geq P / 200 \geq 1,00$  m

Todo paso entre filas de asientos en salas de público con salida a pasillo por uno de sus extremos cumplirá  $A \geq 30$  cm cuando tengan 7 asientos.

Toda escalera no protegida para evacuación descendente cumplirá  $A \geq P / 160$   
Toda escalera protegida para evacuación descendente cumplirá  $E \leq 3 S + 160 AS$

### **Protección de las escaleras**

Cumpliendo los requisitos exigidos en la tabla 5.1 contenido en el punto 5 de la sección SI3 del BD-SI, se dispondrán dos escaleras no protegidas con una altura de evacuación descendente  $h \leq 14$  m y una escalera protegida con una altura de evacuación descendente  $h \leq 28$  m.

### **Puertas situadas en recorridos de evacuación**

Las puertas previstas como salida de planta o de edificio y las previstas para la evacuación de más de 50 personas serán abatibles con eje de giro vertical y su sistema de cierre, o bien no actuará mientras haya actividad en las zonas a evacuar, o bien consistirá en un dispositivo de fácil y rápida apertura desde el lado del cual provenga dicha evacuación, sin tener que utilizar una llave y sin tener que actuar sobre más de un mecanismo. Las anteriores condiciones no son aplicables cuando se trate de puertas automáticas.

Abirá en el sentido de la evacuación toda puerta de salida:

- a) prevista para el paso de 100 personas, o bien.
- b) prevista para más de 50 ocupantes del recinto o espacio en el que esté situada.

Cuando existan puertas giratorias, deben disponerse puertas abatibles de apertura manual contiguas a ellas, excepto en el caso de que las giratorias sean automáticas y dispongan de un sistema que permita el abatimiento de sus hojas en el sentido de la evacuación, ante una emergencia o incluso en el caso de fallo de suministro eléctrico, mediante la aplicación manual de una fuerza no superior a 220 N. La anchura útil de este tipo de puertas y de las de giro automático después de su abatimiento, debe estar dimensionada para la evacuación total prevista.

### **Señalización de los medios de evacuación**

- a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo "SALIDA".
- b) La señal con el rótulo "Salida de emergencia" debe utilizarse en toda salida prevista para uso exclusivo en caso de emergencia.
- c) Deben disponerse señales indicativas de dirección de los recorridos, visibles desde todo origen de evacuación desde el que no se perciban directamente las salidas o sus señales indicativas y, en particular, frente a toda salida de un recinto con ocupación mayor que 100 personas que acceda lateralmente a un pasillo.
- d) En los puntos de los recorridos de evacuación en los que existan alternativas que puedan inducir a error, también se dispondrán las señales antes citadas, de forma que quede claramente indicada la alternativa correcta. Tal es el caso de determinados cruces o bifurcaciones de pasillos, así como de aquellas escaleras que, en la planta de salida del edificio, continúen su trazado hacia plantas más bajas, etc.
- e) En dichos recorridos, junto a las puertas que no sean salida y que puedan inducir a error en la evacuación debe disponerse la señal con el rótulo "Sin salida" en lugar fácilmente visible pero en ningún caso sobre las hojas de las puertas.
- f) Las señales se dispondrán de forma coherente con la asignación de ocupantes que se pretenda hacer a cada salida, conforme a lo establecido en el capítulo 4 de esta Sección.
- g) Los itinerarios accesibles (ver definición en el Anejo A del DB SUA) para personas con discapacidad que conduzcan a una zona de refugio, a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, o a una salida del edificio accesible se señalarán mediante las señales establecidas en los párrafos anteriores a), b), c) y d) acompañadas del SIA (Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad). Cuando dichos itinerarios accesibles conduzcan a una zona de refugio o a un sector de incendio alternativo previsto para la evacuación de personas con discapacidad, irán además acompañadas del rótulo "ZONA DE REFUGIO".

h) La superficie de las zonas de refugio se señalará mediante diferente color en el pavimento y el rótulo "ZONA DE REFUGIO" acompañado del SIA colocado en una pared adyacente a la zona. Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

### **Control del humo de incendio**

Cumpliendo los requisitos exigidos en la tabla 5.1 contenido en el punto 8 de la sección SI3 del CTE BD-SI se instalará un control de humo de incendio capaz de garantizar dicho control durante la evacuación de los ocupantes, de forma que ésta se pueda llevar a cabo en condiciones de seguridad.

- a) Zonas de uso Aparcamiento que no tengan la consideración de aparcamiento abierto;
- b) Establecimientos de uso Pública Concurrencia cuya ocupación exceda de 1000 personas;
- c) Atrios, cuando su ocupación en el conjunto de las zonas y plantas que constituyan un mismo sector de incendio, exceda de 500 personas, o bien cuando esté previsto para ser utilizado para la evacuación de más de 500 personas.

2 El diseño, cálculo, instalación y mantenimiento del sistema pueden realizarse de acuerdo con las normas UNE 23584:2008, UNE 23585:2004 (de la cual no debe tomarse en consideración la exclusión de los sistemas de evacuación mecánica o forzada que se expresa en el último párrafo de su apartado "0.3 Aplicaciones") y UNE-EN 12101-6:2006.

En zonas de uso Aparcamiento se consideran válidos los sistemas de ventilación conforme a lo establecido en el DB HS-3, los cuales, cuando sean mecánicos, cumplirán las siguientes condiciones adicionales a las allí establecidas:

- a) El sistema debe ser capaz de extraer un caudal de aire de 150 l/plaza con una aportación máxima de 120 l/plazas y debe activarse automáticamente en caso de incendio mediante una instalación de detección. En plantas cuya altura exceda de 4 m deben cerrarse mediante compuertas automáticas E300 60 las aberturas de extracción de aire más cercanas al suelo, cuando el sistema disponga de ellas.
- b) Los ventiladores, incluidos los de impulsión para vencer pérdidas de carga y/o regular el flujo, deben tener una clasificación F300 60.
- c) Los conductos que transcurran por un único sector de incendio deben tener una clasificación E300 60. Los que atraviesen elementos separadores de sectores de incendio deben tener una clasificación EI 60.

### **Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio**

1 En los edificios de uso Pública Concurrencia con altura de evacuación superior a 10 m o en plantas de uso Aparcamiento cuya superficie exceda de 1.500 m<sup>2</sup>, toda planta que no sea zona de ocupación nula y que no disponga de alguna salida del edificio accesible dispondrá de posibilidad de paso a un sector de incendio alternativo mediante una salida de planta accesible o bien de una zona de refugio apta para el número de plazas que se indica a continuación:

- una para usuario de silla de ruedas por cada 100 ocupantes o fracción, conforme a SI3-2;

2 Toda planta que disponga de zonas de refugio o de una salida de planta accesible de paso a un sector alternativo contará con algún itinerario accesible entre todo origen de evacuación situado en una zona accesible y aquéllas.

3 Toda planta de salida del edificio dispondrá de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible.

4 En plantas de salida del edificio podrán habilitarse salidas de emergencia accesibles para personas con discapacidad diferentes de los accesos principales del edificio.



## **SI 4 Instalaciones de protección contra incendios**

### **Dotación de instalaciones de protección contra incendios**

Los edificios deben disponer de los equipos e instalaciones de protección contra incendios que se indican en la tabla 1.1 de la Sección 4 del DB-SI. El diseño, la ejecución, la puesta en funcionamiento y el mantenimiento de dichas instalaciones, así como sus materiales, componentes y equipos, deben cumplir lo establecido en el "Reglamento de Instalaciones de Protección contra Incendios", en sus disposiciones complementarias y en cualquier otra reglamentación específica que le sea de aplicación. La puesta en funcionamiento de las instalaciones requiere la presentación, ante el órgano competente de la Comunidad Autónoma, del certificado de la empresa instaladora al que se refiere el artículo 18 del citado reglamento.

La dotación de instalaciones de protección contra incendios de carácter general constará de:

- Extintores portátiles de eficacia 21A-113B a 15 m de cualquier origen de evacuación, así como en las zonas de riesgo especial. En este segundo caso se colocará el extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual podrá servir simultáneamente a varios locales o zonas. En el interior del local o de la zona se instalarán además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales de riesgo especial medio o bajo, o que 10 m en locales o zonas de riesgo especial alto. El número total de extintores en todo el edificio es de 40.
- Bocas de incendio equipadas (los quipos serán de tipo 25mm) ya que la superficie construida es de 3831.37 y por lo tanto excede los 2.000 m<sup>2</sup>
- Sistema de alarma ya que la superficie construida es de 3831.37 y por lo tanto excede los 1000 m<sup>2</sup>. Este de transmitir señales visuales además de acústicas.
- Sistema de detección de incendios ya que la superficie construida es de 3831.37 y por lo tanto excede los 2.000 m<sup>2</sup>

No deberá disponer de columna seca ya que la altura máxima de evacuación no supera los 24m.

En las zonas de riesgo especial conforme al punto 1 de la Sección 4 del DB-SI, deben disponer de un extintor en el exterior del local o de la zona y próximo a la puerta de acceso, el cual sirve simultáneamente a varios locales o zonas. En el interior del local o de la zona se instala además los extintores necesarios para que el recorrido real hasta alguno de ellos, incluido el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales de riesgo especial medio o bajo, o que 10 m en locales o zonas de riesgo especial alto.

### **Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios**

Los medios de protección contra incendios de utilización manual (extintores, bocas de incendio, hidrantes exteriores, pulsadores manuales de alarma y dispositivos de disparo de sistemas de extinción) se deben señalar mediante señales definidas en la norma UNE 23033-1 cuyo tamaño sea:

- a) 210 x 210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 m;
- b) 420 x 420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 m;
- c) 594 x 594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 m.

Las señales deben ser visibles incluso en caso de fallo en el suministro al alumbrado normal. Cuando sean fotoluminiscentes, deben cumplir lo establecido en las normas UNE 23035-1:2003, UNE 23035-2:2003 y UNE 23035-4:2003 y su mantenimiento se realizará conforme a lo establecido en la norma UNE 23035-3:2003.

## **SI 5 Intervención de los bomberos**

### **Condiciones de aproximación y entorno**

Cumpliendo los requisitos exigidos en el apartado 1.1 de la sección SI5 del DB-SI, los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra cumplen las condiciones siguientes:

- a) anchura mínima libre 3,5 m;
- b) altura mínima libre o gálibo 4,5 m;

c) capacidad portante del vial 20 kN/m<sup>2</sup>.

En los tramos curvos, el carril de rodadura queda delimitado por la traza de una corona circular cuyos radios mínimos deben ser 5,30 m. y 12,50 m., con una anchura libre para circulación de 7,20 m.

Debido a que la altura de evacuación descendente es mayor que 9 m en la torre, el edificio dispone de un espacio de maniobra para los bomberos que cumple las siguientes condiciones a lo largo de las fachadas en las que estén situados los accesos o bien al interior del edificio, o bien al espacio abierto interior en el que se encuentren aquellos:

a) anchura mínima libre 5 m;

b) altura libre la del edificio

c) separación máxima de 10m del vehículo de bomberos a la fachada del edificio

- Edificios de hasta 15 m de altura de evacuación 23 m
- Edificios de más de 15 m. y hasta 20 m. de altura de evacuación 18 m.
- Edificios de más de 20 m. de altura de evacuación 10 m.

d) distancia máxima de 30m hasta los accesos al edificio necesarios para poder llegar hasta todas sus zonas;

e) pendiente máxima 10%;

f) resistencia al punzonamiento del suelo 100 kN sobre 20 cm  $\phi$ .

La condición referida al punzonamiento se cumple en las tapas de registro de las canalizaciones de servicios públicos situadas en los espacios de maniobra, cuando sus dimensiones son mayores que 0,15m x 0,15m, debiendo ceñirse a las especificaciones de la norma UNE-EN 124:1995.

El espacio de maniobra se mantendrá libre de mobiliario urbano, arbolado, jardines, mojones u otros obstáculos. De igual forma, donde se prevea el acceso a una fachada con escaleras o plataformas hidráulicas, se evitarán elementos tales como cables eléctricos aéreos o ramas de árboles que puedan interferir con las escaleras, etc.

Es necesario disponer de un espacio suficiente para la maniobra de los vehículos del servicio de extinción de incendios ya que existe una vía de acceso sin salida de más de 20m.

En zonas edificadas limítrofes o interiores a áreas forestales, deben cumplirse las condiciones siguientes:

a) Debe haber una franja de 25 m de anchura separando la zona edificada de la forestal, libre de arbustos o vegetación que pueda propagar un incendio del área forestal así como un camino perimetral de 5 m, que podrá estar incluido en la citada franja;

b) La zona edificada o urbanizada debe disponer preferentemente de dos vías de acceso alternativas, cada una de las cuales debe cumplir las condiciones expuestas en el apartado 1.1;

c) Cuando no se pueda disponer de las dos vías alternativas indicadas en el párrafo anterior, el acceso único debe finalizar en un fondo de saco de forma circular de 12,50 m de radio, en el que se cumplan las condiciones expresadas en el primer párrafo de este apartado.

### **Accesibilidad por fachada**

Las fachadas en las que estén situados los accesos principales y aquellas donde se prevea el acceso (a las que se hace referencia en el apartado 1.2 de la sección S15 del DB-SI), se disponen de huecos que permiten el acceso desde el exterior al personal del servicio de extinción de incendios y que cumplen las siguientes condiciones.

a) Facilitar el acceso a cada una de las plantas del edificio, de forma que la altura del alféizar respecto del nivel de la planta a la que accede no sea mayor que 1,20 m;

b) Sus dimensiones horizontal y vertical deben ser, al menos, 0,80 m y 1,20 m respectivamente.

La distancia máxima entre los ejes verticales de dos huecos consecutivos no debe exceder de 25 m, medida sobre la fachada;

c) No se deben instalar en fachada elementos que impidan o dificulten la accesibilidad al interior del edificio a través de dichos huecos, a excepción de los elementos de seguridad situados en los huecos de las plantas cuya altura de evacuación no exceda de 9 m.

## **SI 6 Resistencia al fuego de la estructura**

### **Generalidades**

Tal y como se expone en el punto 1 de la sección SI 6 del DB-SI:

1 La elevación de la temperatura que se produce como consecuencia de un incendio en un edificio afecta a su estructura de dos formas diferentes. Por un lado, los materiales ven afectadas sus propiedades, modificándose de forma importante su capacidad mecánica. Por otro, aparecen acciones indirectas como consecuencia de las deformaciones de los elementos, que generalmente dan lugar a tensiones que se suman a las debidas a otras acciones.

2 En este Documento Básico se indican únicamente métodos simplificados de cálculo suficientemente aproximados para la mayoría de las situaciones habituales (véase anejos B a F). Estos métodos sólo recogen el estudio de la resistencia al fuego de los elementos estructurales individuales ante la curva normalizada tiempo temperatura.

3 Pueden adoptarse otros modelos de incendio para representar la evolución de la temperatura durante el incendio, tales como las denominadas curvas paramétricas o, para efectos locales los modelos de incendio de una o dos zonas o de fuegos localizados o métodos basados en dinámica de fluidos (CFD, según siglas inglesas) tales como los que se contemplan en la norma UNE-EN 1991-1-2:2004.

En dicha norma se recogen, asimismo, también otras curvas nominales para fuego exterior o para incendios producidos por combustibles de gran poder calorífico, como hidrocarburos, y métodos para el estudio de los elementos externos situados fuera de la envolvente del sector de incendio y a los que el fuego afecta a través de las aberturas en fachada.

4 En las normas UNE-EN 1992-1-2:1996, UNE-EN 1993-1-2:1996, UNE-EN 1994-1-2:1996, UNE-EN 1995-1-2:1996, se incluyen modelos de resistencia para los materiales.

5 Los modelos de incendio citados en el párrafo 3 son adecuados para el estudio de edificios singulares o para el tratamiento global de la estructura o parte de ella, así como cuando se requiera un estudio más ajustado a la situación de incendio real.

6 En cualquier caso, también es válido evaluar el comportamiento de una estructura, de parte de ella o de un elemento estructural mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.

7 Si se utilizan los métodos simplificados indicados en este Documento Básico no es necesario tener en cuenta las acciones indirectas derivadas del incendio.

### **Resistencia al fuego de la estructura.**

De igual manera y como se expone en el punto 2 de la sección SI 6 del DB-SI:

1 Se admite que un elemento tiene suficiente resistencia al fuego si, durante la duración del incendio, el valor de cálculo del efecto de las acciones, en todo instante  $t$ , no supera el valor de la resistencia de dicho elemento. En general, basta con hacer la comprobación en el instante de mayor temperatura que, con el modelo de curva normalizada tiempo-temperatura, se produce al final del mismo.

2 En el caso de sectores de riesgo mínimo y en aquellos sectores de incendio en los que, por su tamaño y por la distribución de la carga de fuego, no sea previsible la existencia de fuegos totalmente desarrollados, la comprobación de la resistencia al fuego puede hacerse elemento a elemento mediante el estudio por medio de fuegos localizados, según se indica en el Eurocódigo 1 (UNE-EN 1991-1-2: 2004) situando sucesivamente la carga de fuego en la posición previsible más desfavorable.

3 En este Documento Básico no se considera la capacidad portante de la estructura tras el incendio.

### **Elementos estructurales principales.**

Se considera que la resistencia al fuego de un elemento estructural principal del edificio (incluidos forjados, vigas y soportes), es suficiente si:

- a) alcanza la clase indicada en la tabla 3.1 o 3.2 que representa el tiempo en minutos de resistencia ante la acción representada por la curva normalizada tiempo temperatura, o
- b) soporta dicha acción durante el tiempo equivalente de exposición al fuego indicado en el anejo B.

La resistencia al fuego de los elementos estructurales en el sector de incendios de uso administrativo es R60 con una altura de evacuación  $\leq 15\text{m}$ . En el sector de uso pública concurrencia la resistencia al fuego será R90 en el resto del edificio excepto en la planta tercera donde será R120.

Los locales de riesgo especial bajo, tendrán una resistencia al fuego de R 90.

En cumplimiento con el apartado 3.2 de la sección SI 6 del DB-SI, la estructura principal de la cubierta ligera no prevista para ser utilizadas en la evacuación de los ocupantes y cuya altura respecto de la rasante exterior no excede de 28 m, así como los elementos que únicamente sustenten dichas cubiertas, será R 30 cuando su fallo no pueda ocasionar daños graves a los edificios o establecimientos próximos, ni comprometer la estabilidad de otras plantas inferiores o la compartimentación de los sectores de incendio. A tales efectos, puede entenderse como ligera aquella cubierta cuya carga permanente debida únicamente a su cerramiento no exceda de 1 kN/m<sup>2</sup>.

Los elementos estructurales de una escalera protegida o de un pasillo protegido que estén contenidos en el recinto de éstos, serán como mínimo R-30. Cuando se trate de escaleras especialmente protegidas no se exige resistencia al fuego a los elementos estructurales.

### Elementos estructurales secundarios.

Cumpliendo los requisitos exigidos a los elementos estructurales secundarios (punto 4 de la sección SI6 del DB-SI):

1 Los elementos estructurales cuyo colapso ante la acción directa del incendio no pueda ocasionar daños a los ocupantes, ni comprometer la estabilidad global de la estructura, la evacuación o la compartimentación en sectores de incendio del edificio, como puede ser el caso de pequeñas entreplantas o de suelos o escaleras de construcción ligera, etc., no precisan cumplir ninguna exigencia de resistencia al fuego.

No obstante, todo suelo que, teniendo en cuenta lo anterior, deba garantizar la resistencia al fuego R que se establece en la tabla 3.1 del apartado anterior, debe ser accesible al menos por una escalera que garantice esa misma resistencia o que sea protegida.

### Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio.

1 Deben ser consideradas las mismas acciones permanentes y variables que en el cálculo en situación persistente, si es probable que actúen en caso de incendio.

2 Los efectos de las acciones durante la exposición al incendio deben obtenerse del Documento Básico DB-SE.

3 Los valores de las distintas acciones y coeficientes deben ser obtenidos según se indica en el Documento Básico DB-SE, apartado 4.2.2.

4 Si se emplean los métodos indicados en este Documento Básico para el cálculo de la resistencia al fuego estructural puede tomarse como efecto de la acción de incendio únicamente el derivado del efecto de la temperatura en la resistencia del elemento estructural.

5 Como simplificación para el cálculo se puede estimar el efecto de las acciones de cálculo en situación de incendio a partir del efecto de las acciones de cálculo a temperatura normal, como:

$$E_{fi,d} = \eta_{fi} E_d \quad (5.2)$$

siendo:

$E_d$  efecto de las acciones de cálculo en situación persistente (temperatura normal);

$\eta_{fi}$  factor de reducción.

donde el factor  $\eta_{fi}$  se puede obtener como:

$$\eta_{fi} = \frac{G_K + \psi_{1,1} Q_{K,1}}{\gamma_G G_K + \gamma_{Q,1} Q_{K,1}}$$

donde el subíndice 1 es la acción variable dominante considerada en la situación persistente.

## Determinación de la resistencia al fuego

1 La resistencia al fuego de un elemento puede establecerse de alguna de las formas siguientes:

a) comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas en los anejos C a F, para las distintas resistencias al fuego;

b) obteniendo su resistencia por los métodos simplificados dados en los mismos anejos.

c) mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 312/2005 de 18 de marzo.

2 En el análisis del elemento puede considerarse que las coacciones en los apoyos y extremos del elemento durante el tiempo de exposición al fuego no varían con respecto a las que se producen a temperatura normal.

3 Cualquier modo de fallo no tenido en cuenta explícitamente en el análisis de esfuerzos o en la respuesta estructural deberá evitarse mediante detalles constructivos apropiados.

4 Si el anejo correspondiente al material específico (C a F) no indica lo contrario, los valores de los coeficientes parciales de resistencia en situación de incendio deben tomarse iguales a la unidad:

$\gamma_{M,fi} = 1$

5 En la utilización de algunas tablas de especificaciones de hormigón y acero se considera el coeficiente de sobredimensionado  $\mu_{fi}$ , definido como:

$$\mu_{fi} = \frac{E_{fi,d}}{R_{fi,d,0}}$$

$R_{fi,d,0}$  resistencia del elemento estructural en situación de incendio en el instante inicial  $t=0$ , a temperatura normal.

## 6 SALUBRIDAD

### HS 1 Protección contra la humedad:

#### Muros en contacto con el terreno

##### Grado de impermeabilidad:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros que están en contacto con el terreno se obtiene mediante la tabla 2.1 de CTE DB HS 1, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua depende de la posición relativa del suelo en contacto con el terreno respecto al nivel freático, por lo que se establece para cada muro, en función del tipo de suelo asignado.

Coeficiente de permeabilidad del terreno: **Ks:  $1 \times 10^{-4}$  cm/s<sup>(1)</sup>**

Notas:

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene del informe geotécnico.

#### Condiciones de las soluciones constructivas

##### Muro de sótano con impermeabilización exterior

I1+I3+D3

Presencia de agua: **Alta**  
Grado de impermeabilidad: **5<sup>(1)</sup>**  
Tipo de muro: **Flexorresistente<sup>(2)</sup>**  
Situación de la impermeabilización: **Exterior**

Notas:

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.1, apartado 2.1 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(2)</sup> Muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.

Impermeabilización:

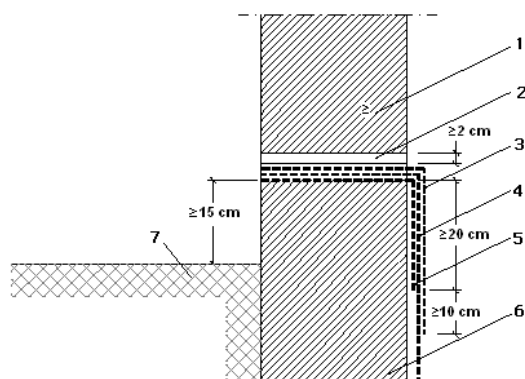
- I1 La impermeabilización debe realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante, o la aplicación directa in situ de productos líquidos, tales como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster.  
Si se impermeabiliza mediante aplicaciones líquidas debe colocarse una capa protectora en su cara exterior salvo que se coloque una lámina drenante en contacto directo con la impermeabilización. La capa protectora puede estar constituida por un geotextil o por mortero reforzado con una armadura.
- I3 Cuando el muro sea de fábrica debe recubrirse por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, tal como una capa de mortero hidrófugo sin revestir, una hoja de cartón-yeso sin yeso higroscópico u otro material no higroscópico.

##### Puntos singulares de los muros en contacto con el terreno

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Encuentros del muro con las fachadas:

- En el mismo caso cuando el muro se impermeabilice con lámina, entre el impermeabilizante y la capa de mortero, debe disponerse una banda de terminación adherida del mismo material que la banda de refuerzo, y debe prolongarse verticalmente a lo largo del paramento del muro hasta 10 cm, como mínimo, por debajo del borde inferior de la banda de refuerzo (véase la figura siguiente).



- 1.Fachada
- 2.Capa de mortero de regulación
- 3.Banda de terminación
- 4.Impermeabilización
- 5.Banda de refuerzo
- 6.Muro
- 7.Suelo exterior

- Cuando el muro se impermeabilice por el exterior, en los arranques de las fachadas sobre el mismo, el impermeabilizante debe prolongarse más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior y el remate superior del impermeabilizante debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 o disponiendo un zócalo según lo descrito en el apartado 2.3.3.2 de la sección 1 de DB HS Salubridad.
- Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación así como las de continuidad o discontinuidad, correspondientes al sistema de impermeabilización que se emplee.

Encuentros del muro con las cubiertas enterradas:

- Cuando el muro se impermeabilice por el exterior, el impermeabilizante del muro debe soldarse o unirse al de la cubierta.

Paso de conductos:

- Los pasatubos deben disponerse de tal forma que entre ellos y los conductos exista una holgura que permita las tolerancias de ejecución y los posibles movimientos diferenciales entre el muro y el conducto.
- Debe fijarse el conducto al muro con elementos flexibles.
- Debe disponerse un impermeabilizante entre el muro y el pasatubos y debe sellarse la holgura entre el pasatubos y el conducto con un perfil expansivo o un mástico elástico resistente a la compresión.

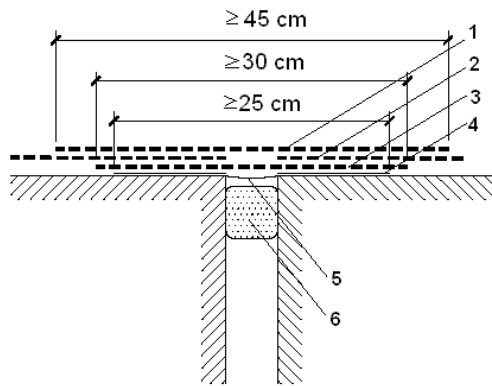
Esquinas y rincones:

- Debe colocarse en los encuentros entre dos planos impermeabilizados una banda o capa de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante utilizado de una anchura de 15 cm como mínimo y centrada en la arista.
- Cuando las bandas de refuerzo se apliquen antes que el impermeabilizante del muro deben ir adheridas al soporte previa aplicación de una imprimación.

Juntas:

- En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con lámina deben disponerse los siguientes elementos (véase la figura siguiente):
  - a) Cuando la junta sea estructural, un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;
  - b) Sellado de la junta con una masilla elástica;
  - c) Pintura de imprimación en la superficie del muro extendida en una anchura de 25 cm como mínimo centrada en la junta;

- d) Una banda de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster y de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta;
- e) El impermeabilizante del muro hasta el borde de la junta;
- f) Una banda de terminación de 45 cm de anchura como mínimo centrada en la junta, del mismo material que la de refuerzo y adherida a la lámina.



- 1. Banda de terminación
- 2. Impermeabilización
- 3. Banda de refuerzo
- 4. Pintura de imprimación
- 5. Sellado
- 6. Relleno

- En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con productos líquidos deben disponerse los siguientes elementos:
  - a) Cuando la junta sea estructural, un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;
  - b) Sellado de la junta con una masilla elástica;
  - c) La impermeabilización del muro hasta el borde de la junta;
  - d) Una banda de refuerzo de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta y del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster o una banda de lámina impermeable.
- En el caso de muros hormigonados in situ, tanto si están impermeabilizados con lámina o con productos líquidos, para la impermeabilización de las juntas verticales y horizontales, debe disponerse una banda elástica embebida en los dos testeros de ambos lados de la junta.
- Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado deben sellarse con mortero hidrófugo de baja retracción o con un sellante a base de poliuretano.

## Suelos

### Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno se obtiene mediante la tabla 2.3 de CTE DB HS 1, en función de la presencia de agua y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

La presencia de agua depende de la posición relativa de cada suelo en contacto con el terreno respecto al nivel freático.

coeficiente de permeabilidad del terreno: **6,19 E-4 cm/s<sup>(1)</sup>**

Notas:

(1) Este dato se obtiene del informe geotécnico.



## Condiciones de las soluciones constructivas

### Solera HA en planta sótano

C2+C3

Presencia de agua:	<b>Presencia de agua baja</b>
Grado de impermeabilidad:	<b>5<sup>(1)</sup></b>
Tipo de muro:	<b>Flexorresistente<sup>(2)</sup></b>
Tipo de suelo:	<b>Solera<sup>(3)</sup></b>
Tipo de intervención en el terreno:	<b>Subbase<sup>(4)</sup></b>

### Losa de HA en planta baja

C2

Presencia de agua:	<b>Presencia de agua baja</b>
Grado de impermeabilidad:	<b>5<sup>(1)</sup></b>
Tipo de muro:	<b>Flexorresistente<sup>(2)</sup></b>
Tipo de suelo:	<b>Forjado sanitario<sup>(3)</sup></b>
Tipo de intervención en el terreno:	<b>Subbase<sup>(4)</sup></b>

#### Notas:

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.3, apartado 2.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(2)</sup> Muro armado que resiste esfuerzos de compresión y de flexión. Este tipo de muro se construye después de realizado el vaciado del terreno del sótano.

<sup>(3)</sup> Solera armada para resistir mayores esfuerzos de flexión como consecuencia, entre otros, del empuje vertical del agua freática.

<sup>(4)</sup> Capa de bentonita de sodio sobre hormigón de limpieza dispuesta debajo del suelo.

#### Constitución del suelo:

C2 Cuando el suelo se construya in situ debe utilizarse hormigón de retracción moderada.

C3 Debe realizarse una hidrofugación complementaria del suelo mediante la aplicación de un producto líquido colmatador de poros sobre la superficie terminada del mismo.

#### Impermeabilización:

I2 Debe impermeabilizarse, mediante la disposición sobre la capa de hormigón de limpieza de una lámina, la base de la zapata en el caso de muro flexorresistente y la base del muro en el caso de muro por gravedad.

Si la lámina es adherida debe disponerse una capa antipunzonamiento por encima de ella. Si la lámina es no adherida ésta debe protegerse por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento.

Deben sellarse los encuentros de la lámina de impermeabilización del suelo con la de la base del muro o zapata.

#### Tratamiento perimétrico:

P2 Debe encastrarse el borde de la placa o de la solera en el muro.

#### Sellado de juntas:

S1 Deben sellarse los encuentros de las láminas de impermeabilización del muro con las del suelo y con las dispuestas en la base inferior de las cimentaciones que estén en contacto con el muro.

S2 Deben sellarse todas las juntas del suelo con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio.

S3 Deben sellarse los encuentros entre el suelo y el muro con banda de PVC o con perfiles de caucho expansivo o de bentonita de sodio, según lo establecido en el apartado 2.2.3.1 del DB HS 1 Protección frente a la humedad.

### Puntos singulares de los suelos

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Encuentros del suelo con los muros:

- En los casos establecidos en la tabla 2.4 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, el encuentro debe realizarse de la forma detallada a continuación.
- Cuando el suelo y el muro sean hormigonados in situ, excepto en el caso de muros pantalla, debe sellarse la junta entre ambos con una banda elástica embebida en la masa del hormigón a ambos lados de la junta.

Encuentros entre suelos y particiones interiores:

- Cuando el suelo se impermeabilice por el interior, la partición no debe apoyarse sobre la capa de impermeabilización, sino sobre la capa de protección de la misma.

### Fachadas y medianeras descubiertas

#### Grado de impermeabilidad

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas se obtiene de la tabla 2.5 de CTE DB HS 1, en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento correspondientes al lugar de ubicación del edificio, según las tablas 2.6 y 2.7 de CTE DB HS 1.

Clase del entorno en el que está situado el edificio:	<b>E0<sup>(1)</sup></b>
Zona pluviométrica de promedios:	<b>II<sup>(2)</sup></b>
Altura de coronación del edificio sobre el terreno:	<b>22.6 m<sup>(3)</sup> (Torre)</b>
Zona eólica:	<b>C<sup>(4)</sup></b>
Grado de exposición al viento:	<b>V3<sup>(5)</sup></b>
Grado de impermeabilidad:	<b>4<sup>(6)</sup></b>

Notas:

<sup>(1)</sup> Clase de entorno del edificio E0(Terreno tipo III: Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados tales como árboles o construcciones pequeñas).

<sup>(2)</sup> Este dato se obtiene de la figura 2.4, apartado 2.3 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(3)</sup> Para edificios de más de 100 m de altura y para aquellos que están próximos a un desnivel muy pronunciado, el grado de exposición al viento debe ser estudiada según lo dispuesto en DB SE-AE.

<sup>(4)</sup> Este dato se obtiene de la figura 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

<sup>(5)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.6, apartado 2.3 de HS1, CTE.

<sup>(6)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.5, apartado 2.3 de HS1, CTE.

### Condiciones de las soluciones constructivas

#### Fachada con acabado de paneles de GRC

**R1+B2+C1+B1+C2+R2**

Revestimiento exterior: **Sí**

Grado de impermeabilidad alcanzado: **5**

R) Resistencia a la filtración del *revestimiento exterior*:

R1 El *revestimiento exterior* debe tener al menos una resistencia media a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

HS1-12

- revestimientos continuos de las siguientes características:

- espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada;
- adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;

- permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la *hoja principal*;
- adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento aceptable frente a la fisuración;
- cuando se dispone en fachadas con el aislante por el exterior de la *hoja principal*, compatibilidad química con el aislante y disposición de una armadura constituida por una malla de fibra de vidrio o de poliéster.
- revestimientos discontinuos rígidos pegados de las siguientes características:
  - de piezas menores de 300 mm de lado;
  - fijación al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
  - disposición en la cara exterior de la *hoja principal* de un enfoscado de mortero;
  - adaptación a los movimientos del soporte.

R2 El *revestimiento exterior* debe tener al menos una resistencia alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los revestimientos discontinuos rígidos fijados

Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:

- cámara de aire sin ventilar;
  - aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la *hoja principal*.
- B2 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes elementos:
- cámara de aire sin ventilar y aislante no hidrófilo dispuestos por el interior de la *hoja principal*, estando la cámara por el lado exterior del aislante;
  - aislante no hidrófilo dispuesto por el exterior de la *hoja principal*.

Composición de la *hoja principal*:

C1 Debe utilizarse al menos una *hoja principal* de espesor medio. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- ½ pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 12 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

C2 Debe utilizarse una *hoja principal* de espesor alto. Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

HS1-14

- 1 pie de ladrillo cerámico, que debe ser perforado o macizo cuando no exista revestimiento exterior o cuando exista un revestimiento exterior discontinuo o un aislante exterior fijados mecánicamente;
- 24 cm de bloque cerámico, bloque de hormigón o piedra natural.

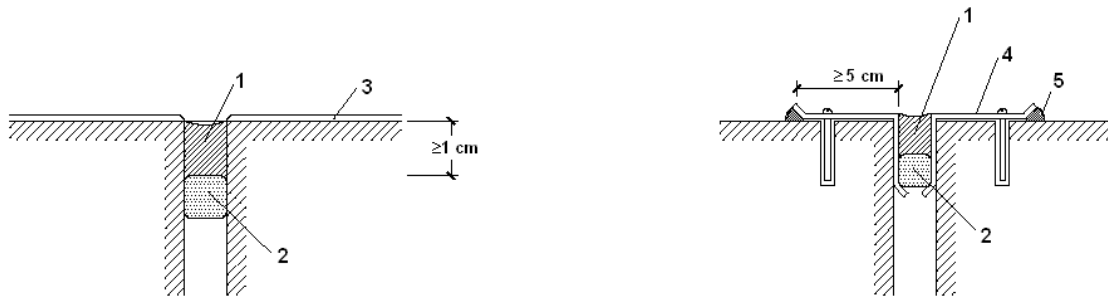
### **Puntos singulares de las fachadas**

Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, así como las de continuidad o discontinuidad relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

Juntas de dilatación:

- Deben disponerse juntas de dilatación en la *hoja principal* de tal forma que cada junta estructural coincida con una de ellas y que la distancia entre juntas de dilatación contiguas sea como máximo la que figura en la tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas de DB SE-F Seguridad estructural: Fábrica.
- En las juntas de dilatación de la *hoja principal* debe colocarse un sellante sobre un relleno introducido en la junta. Deben emplearse rellenos y sellantes de materiales que tengan una elasticidad y una adherencia suficientes para absorber los movimientos de la *hoja* previstos y que sean impermeables y resistentes a los agentes atmosféricos. La profundidad del sellante debe ser mayor o igual que 1 cm y la relación entre su espesor y su anchura debe estar comprendida entre 0,5 y 2. En fachadas enfoscadas debe enrasarse con el paramento de la *hoja principal* sin enfoscar. Cuando se utilicen chapas metálicas en las juntas de dilatación, deben disponerse las mismas de tal forma que éstas cubran a ambos lados de la junta una banda de muro de 5 cm como mínimo y cada chapa debe fijarse mecánicamente en dicha banda y sellarse su extremo correspondiente (véase la siguiente figura).

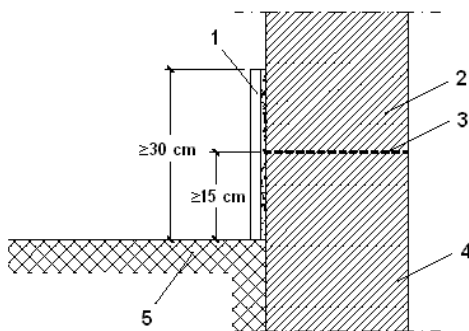
- El revestimiento exterior debe estar provisto de juntas de dilatación de tal forma que la distancia entre juntas contiguas sea suficiente para evitar su agrietamiento.



1. Sellante
2. Relleno
3. Enfoscado
4. Chapa metálica
5. Sellado

#### Arranque de la fachada desde la cimentación:

- Debe disponerse una barrera impermeable que cubra todo el espesor de la fachada a más de 15 cm por encima del nivel del suelo exterior para evitar el ascenso de agua por capilaridad o adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- Cuando la fachada esté constituida por un material poroso o tenga un revestimiento poroso, para protegerla de las salpicaduras, debe disponerse un zócalo de un material cuyo coeficiente de succión sea menor que el 3%, de más de 30 cm de altura sobre el nivel del suelo exterior que cubra el impermeabilizante del muro o la barrera impermeable dispuesta entre el muro y la fachada, y sellarse la unión con la fachada en su parte superior, o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



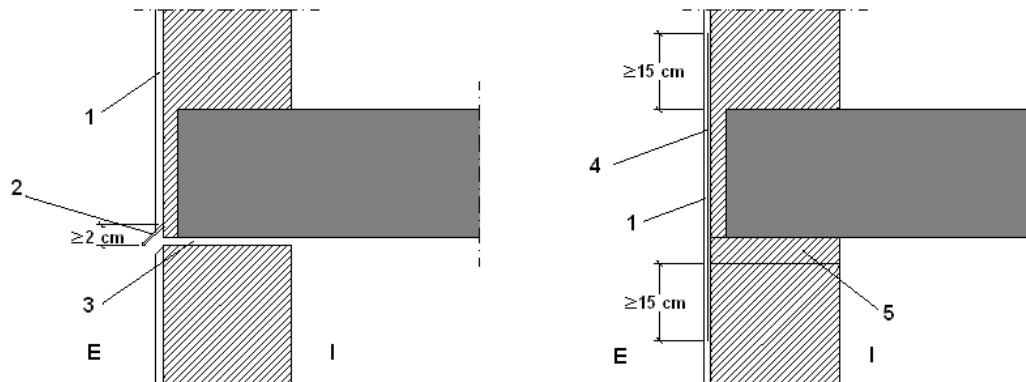
1. Zócalo
2. Fachada
3. Barrera impermeable
4. Cimentación
5. Suelo exterior

- Cuando no sea necesaria la disposición del zócalo, el remate de la barrera impermeable en el exterior de la fachada debe realizarse según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad o disponiendo un sellado.

#### Encuentros de la fachada con los forjados:

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los forjados y se tenga revestimiento exterior continuo, debe adoptarse una de las dos soluciones siguientes (véase la siguiente figura):
  - a) Disposición de una junta de desolidarización entre la hoja principal y cada forjado por debajo de éstos dejando una holgura de 2 cm que debe rellenarse después de la retracción de la hoja principal con un material cuya elasticidad sea compatible con la deformación prevista del forjado y protegerse de la filtración con un goterón;

- b) Refuerzo del revestimiento exterior con mallas dispuestas a lo largo del forjado de tal forma que sobrepasen el elemento hasta 15 cm por encima del forjado y 15 cm por debajo de la primera hilada de la fábrica.

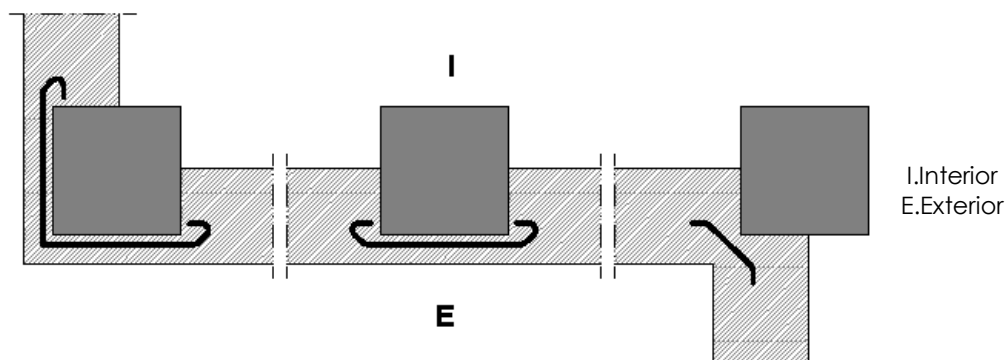


- 1. Revestimiento continuo
- 2. Perfil con goterón
- 3. Junta de desolidarización
- 4. Armadura
- 5. 1ª Hilada
- I. Interior
- E. Exterior

- Cuando en otros casos se disponga una junta de desolidarización, ésta debe tener las características anteriormente mencionadas.

Encuentros de la fachada con los pilares:

- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, en el caso de fachada con revestimiento continuo, debe reforzarse éste con armaduras dispuestas a lo largo del pilar de tal forma que lo sobrepasen 15 cm por ambos lados.
- Cuando la hoja principal esté interrumpida por los pilares, si se colocan piezas de menor espesor que la hoja principal por la parte exterior de los pilares, para conseguir la estabilidad de estas piezas, debe disponerse una armadura o cualquier otra solución que produzca el mismo efecto (véase la siguiente figura).



Encuentros de la cámara de aire ventilada con los forjados y los dinteles:

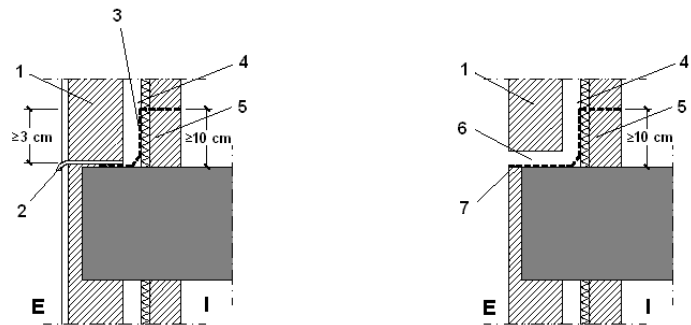
- Cuando la cámara quede interrumpida por un forjado o un dintel, debe disponerse un sistema de recogida y evacuación del agua filtrada o condensada en la misma.
- Como sistema de recogida de agua debe utilizarse un elemento continuo impermeable (lámina, perfil especial, etc.) dispuesto a lo largo del fondo de la cámara, con inclinación hacia el exterior, de tal forma que su borde superior esté situado como mínimo a 10 cm del fondo y al menos 3 cm por encima del

punto más alto del sistema de evacuación (véase la siguiente figura). Cuando se disponga una lámina, ésta debe introducirse en la hoja interior en todo su espesor.

- Para la evacuación debe disponerse uno de los sistemas siguientes:

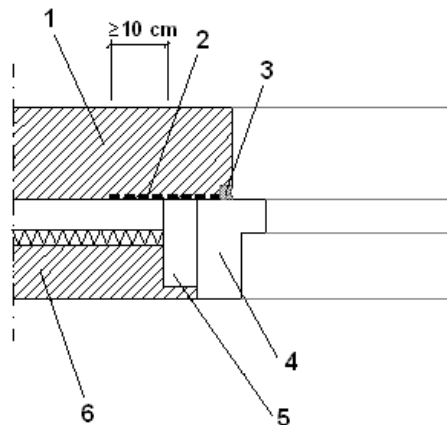
- a) Un conjunto de tubos de material estanco que conduzcan el agua al exterior, separados 1,5 m como máximo (véase la siguiente figura);
- b) Un conjunto de llagas de la primera hilada desprovistas de mortero, separadas 1,5 m como máximo, a lo largo de las cuales se prolonga hasta el exterior el elemento de recogida dispuesto en el fondo de la cámara.

1. Hoja principal
2. Sistema de evacuación
3. Sistema de recogida
4. Cámara
5. Hoja interior
6. Llagas desprovistas de mortero
7. Sistema de recogida y evacuación



Encuentro de la fachada con la carpintería:

- Debe sellarse la junta entre el cerco y el muro con un cordón que debe estar introducido en un llagueado practicado en el muro de forma que quede encajado entre dos bordes paralelos.



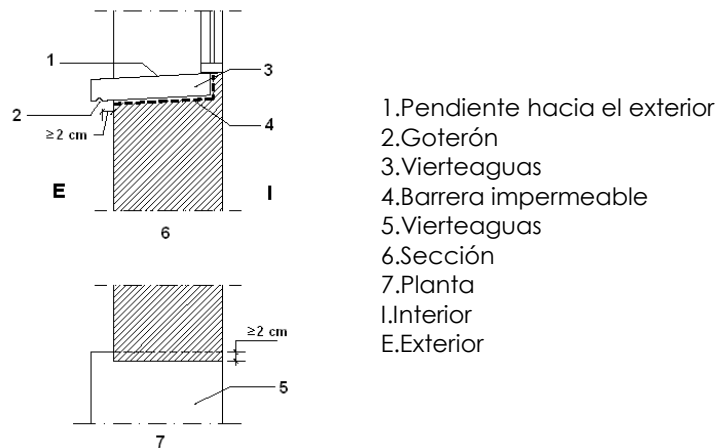
1. Hoja principal
2. Barrera impermeable
3. Sellado
4. Cerco
5. Pre cerco
6. Hoja interior

- Cuando la carpintería esté retranqueada respecto del paramento exterior de la fachada, debe rematarse el alféizar con un vierteaguas para evacuar hacia el exterior el agua de lluvia que llegue a él y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo y disponerse un goterón en el dintel para evitar que el agua de lluvia discorra por la parte inferior del dintel hacia la carpintería o adoptarse soluciones que produzcan los mismos efectos.

- El vierteaguas debe tener una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo, debe ser impermeable o disponerse sobre una barrera impermeable fijada al cerco o al muro que se prolongue por la parte trasera y por ambos lados del vierteaguas y que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. El vierteaguas debe disponer de un goterón en la cara inferior del saliente, separado del paramento exterior

de la fachada al menos 2 cm, y su entrega lateral en la jamba debe ser de 2 cm como mínimo (véase la siguiente figura).

- La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.



#### Antepechos y remates superiores de las fachadas:

- Los antepechos deben rematarse con albardillas para evacuar el agua de lluvia que llegue a su parte superior y evitar que alcance la parte de la fachada inmediatamente inferior al mismo o debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.
- Las albardillas deben tener una inclinación de 10° como mínimo, deben disponer de goterones en la cara inferior de los salientes hacia los que discurre el agua, separados de los paramentos correspondientes del antepecho al menos 2 cm y deben ser impermeables o deben disponerse sobre una barrera impermeable que tenga una pendiente hacia el exterior de 10° como mínimo. Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean de piedra o prefabricadas y cada 2 m cuando sean cerámicas. Las juntas entre las albardillas deben realizarse de tal manera que sean impermeables con un sellado adecuado.

#### Anclajes a la fachada:

- Cuando los anclajes de elementos tales como barandillas o mástiles se realicen en un plano horizontal de la fachada, la junta entre el anclaje y la fachada debe realizarse de tal forma que se impida la entrada de agua a través de ella mediante el sellado, un elemento de goma, una pieza metálica u otro elemento que produzca el mismo efecto.

#### Aleros y cornisas:

- Los aleros y las cornisas de constitución continua deben tener una pendiente hacia el exterior para evacuar el agua de 10° como mínimo y los que sobresalgan más de 20 cm del plano de la fachada deben
  - a) Ser impermeables o tener la cara superior protegida por una barrera impermeable, para evitar que el agua se filtre a través de ellos;
  - b) Disponer en el encuentro con el paramento vertical de elementos de protección prefabricados o realizados in situ que se extiendan hacia arriba al menos 15 cm y cuyo remate superior se resuelva de forma similar a la descrita en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad, para evitar que el agua se filtre en el encuentro y en el remate;
  - c) Disponer de un goterón en el borde exterior de la cara inferior para evitar que el agua de lluvia evacuada alcance la fachada por la parte inmediatamente inferior al mismo.
- En el caso de que no se ajusten a las condiciones antes expuestas debe adoptarse otra solución que produzca el mismo efecto.

- La junta de las piezas con goterón debe tener la forma del mismo para no crear a través de ella un puente hacia la fachada.

## Cubiertas planas

### Condiciones de las soluciones constructivas

#### Cubierta con acabado de grava (torre)

Tipo:	<b>No transitable</b>
<b>Formación de pendientes:</b>	
Descripción:	<b>Forjado colaborante</b>
Pendiente mínima/máxima:	<b>1.0 % / 5.0 %<sup>(1)</sup></b>
Pendiente:	<b>1.0 %</b>
<b>Aislante térmico<sup>(2)</sup>:</b>	
Material aislante térmico:	<b>Lana de roca vulcanizada</b>
Espesor:	<b>20.0 cm<sup>(3)</sup></b>
Barrera contra el vapor:	<b>Chapa grecada</b>
<b>Tipo de impermeabilización:</b>	
Descripción:	<b>Lámina impermeabilizante de pintura elastómera</b>

#### Notas:

<sup>(1)</sup> Este dato se obtiene de la tabla 2.9 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

<sup>(2)</sup> Según se determine en DB HE 1 Ahorro de energía.

<sup>(3)</sup> Debe disponerse una capa separadora bajo el aislante térmico, cuando deba evitarse el contacto entre materiales químicamente incompatibles.

#### Sistema de formación de pendientes

- El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.
- Cuando el sistema de formación de pendientes sea el elemento que sirve de soporte a la capa de impermeabilización, el material que lo constituye debe ser compatible con el material impermeabilizante y con la forma de unión de dicho impermeabilizante a él.

#### Aislante térmico:

- El material del aislante térmico debe tener una cohesión y una estabilidad suficiente para proporcionar al sistema la solidez necesaria frente a las sollicitaciones mecánicas.
- Cuando el aislante térmico esté en contacto con la capa de impermeabilización, ambos materiales deben ser compatibles; en caso contrario debe disponerse una capa separadora entre ellos.
- Cuando el aislante térmico se disponga encima de la capa de impermeabilización y quede expuesto al contacto con el agua, dicho aislante debe tener unas características adecuadas para esta situación.

#### Capa de impermeabilización:

- Cuando se disponga una capa de impermeabilización, ésta debe aplicarse y fijarse de acuerdo con las condiciones para cada tipo de material constitutivo de la misma.
- Impermeabilización con materiales bituminosos y bituminosos modificados:
  - Las láminas pueden ser de oxiasfalto o de betún modificado.
  - Cuando se quiera independizar el impermeabilizante del elemento que le sirve de soporte para mejorar la absorción de movimientos estructurales, deben utilizarse sistemas no adheridos.



- Cuando se utilicen sistemas no adheridos debe emplearse una capa de protección pesada.

#### Capa de protección:

- Cuando se disponga una capa de protección, el material que forma la capa debe ser resistente a la intemperie en función de las condiciones ambientales previstas y debe tener un peso suficiente para contrarrestar la succión del viento.
- Capa de grava:
  - La grava puede ser suelta o aglomerada con mortero.
  - La grava suelta sólo puede emplearse en cubiertas cuya pendiente sea menor que el 5%.
  - La grava debe estar limpia y carecer de sustancias extrañas. Su tamaño debe estar comprendido entre 16 y 32 mm y debe formar una capa cuyo espesor sea igual a 5 cm como mínimo. Debe establecerse el lastre de grava adecuado en cada parte de la cubierta en función de las diferentes zonas de exposición en la misma.
  - Deben disponerse pasillos y zonas de trabajo con una capa de protección de un material apto para cubiertas transitables con el fin de facilitar el tránsito en la cubierta para realizar las operaciones de mantenimiento y evitar el deterioro del sistema.

#### Puntos singulares de las cubiertas planas

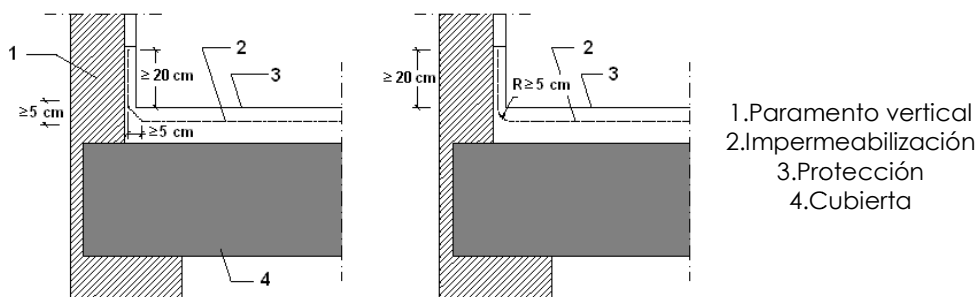
Deben respetarse las condiciones de disposición de bandas de refuerzo y de terminación, las de continuidad o discontinuidad, así como cualquier otra que afecte al diseño, relativas al sistema de impermeabilización que se emplee.

#### Juntas de dilatación:

- Deben disponerse juntas de dilatación de la cubierta y la distancia entre juntas de dilatación contiguas debe ser como máximo 15 m. Siempre que exista un encuentro con un paramento vertical o una junta estructural debe disponerse una junta de dilatación coincidiendo con ellos. Las juntas deben afectar a las distintas capas de la cubierta a partir del elemento que sirve de soporte resistente. Los bordes de las juntas de dilatación deben ser romos, con un ángulo de 45° aproximadamente, y la anchura de la junta debe ser mayor que 3 cm.
- En las juntas debe colocarse un sellante dispuesto sobre un relleno introducido en su interior. El sellado debe quedar enrasado con la superficie de la capa de protección de la cubierta.

#### Encuentro de la cubierta con un paramento vertical:

- La impermeabilización debe prolongarse por el paramento vertical hasta una altura de 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta (véase la siguiente figura).



- El encuentro con el paramento debe realizarse redondeándose con un radio de curvatura de 5 cm aproximadamente o achaflanándose una medida análoga según el sistema de impermeabilización.

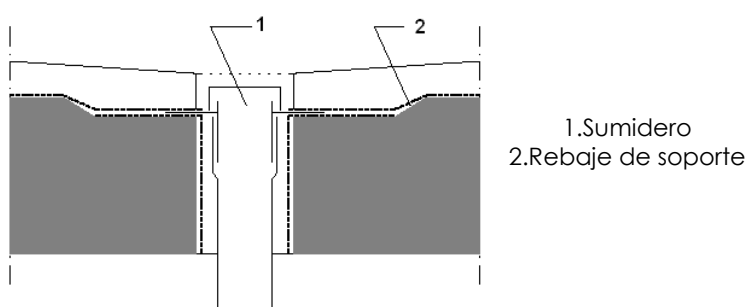
- Para que el agua de las precipitaciones o la que se deslice por el paramento no se filtre por el remate superior de la impermeabilización, dicho remate debe realizarse de alguna de las formas siguientes o de cualquier otra que produzca el mismo efecto:
  - a) Mediante una roza de 3x3 cm como mínimo en la que debe recibirse la impermeabilización con mortero en bisel formando aproximadamente un ángulo de 30° con la horizontal y redondeándose la arista del paramento;
  - b) Mediante un retranqueo cuya profundidad con respecto a la superficie externa del paramento vertical debe ser mayor que 5 cm y cuya altura por encima de la protección de la cubierta debe ser mayor que 20 cm;
  - c) Mediante un perfil metálico inoxidable provisto de una pestaña al menos en su parte superior, que sirva de base a un cordón de sellado entre el perfil y el muro. Si en la parte inferior no lleva pestaña, la arista debe ser redondeada para evitar que pueda dañarse la lámina.

Encuentro de la cubierta con el borde lateral:

- El encuentro debe realizarse mediante una de las formas siguientes:
  - a) Prolongando la impermeabilización 5 cm como mínimo sobre el frente del alero o el paramento;
  - b) Disponiéndose un perfil angular con el ala horizontal, que debe tener una anchura mayor que 10 cm, anclada al faldón de tal forma que el ala vertical descuelgue por la parte exterior del paramento a modo de goterón y prolongando la impermeabilización sobre el ala horizontal.

Encuentro de la cubierta con un sumidero o un canalón:

- El sumidero o el canalón debe ser una pieza prefabricada, de un material compatible con el tipo de impermeabilización que se utilice y debe disponer de un ala de 10 cm de anchura como mínimo en el borde superior.
- El sumidero o el canalón debe estar provisto de un elemento de protección para retener los sólidos que puedan obturar la bajante. En cubiertas transitables este elemento debe estar enrasado con la capa de protección y en cubiertas no transitables, este elemento debe sobresalir de la capa de protección.
- El elemento que sirve de soporte de la impermeabilización debe rebajarse alrededor de los sumideros o en todo el perímetro de los canalones (véase la siguiente figura) lo suficiente para que después de haberse dispuesto el impermeabilizante siga existiendo una pendiente adecuada en el sentido de la evacuación.



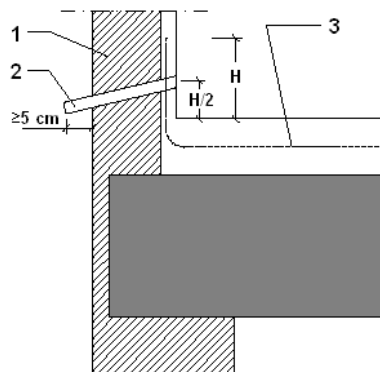
- La impermeabilización debe prolongarse 10 cm como mínimo por encima de las alas.
- La unión del impermeabilizante con el sumidero o el canalón debe ser estanca.
- Cuando el sumidero se disponga en la parte horizontal de la cubierta, debe situarse separado 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales o con cualquier otro elemento que sobresalga de la cubierta.
- El borde superior del sumidero debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta.
- Cuando el sumidero se disponga en un paramento vertical, el sumidero debe tener sección rectangular. Debe disponerse un impermeabilizante que cubra el ala vertical, que se extienda hasta 20 cm como

mínimo por encima de la protección de la cubierta y cuyo remate superior se haga según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

- Cuando se disponga un canalón su borde superior debe quedar por debajo del nivel de escorrentía de la cubierta y debe estar fijado al elemento que sirve de soporte.
- Cuando el canalón se disponga en el encuentro con un paramento vertical, el ala del canalón de la parte del encuentro debe ascender por el paramento y debe disponerse una banda impermeabilizante que cubra el borde superior del ala, de 10 cm como mínimo de anchura centrada sobre dicho borde resuelto según lo descrito en el apartado 2.4.4.1.2 de DB HS 1 Protección frente a la humedad.

#### Rebosaderos:

- En las cubiertas planas que tengan un paramento vertical que las delimite en todo su perímetro, deben disponerse rebosaderos en los siguientes casos:
  - a) Cuando en la cubierta exista una sola bajante;
  - b) Cuando se prevea que, si se obtura una bajante, debido a la disposición de las bajantes o de los faldones de la cubierta, el agua acumulada no pueda evacuar por otras bajantes;
  - c) Cuando la obturación de una bajante pueda producir una carga en la cubierta que comprometa la estabilidad del elemento que sirve de soporte resistente.
- La suma de las áreas de las secciones de los rebosaderos debe ser igual o mayor que la suma de las de bajantes que evacuan el agua de la cubierta o de la parte de la cubierta a la que sirvan.
- El rebosadero debe disponerse a una altura intermedia entre la del punto más bajo y la del más alto de la entrega de la impermeabilización al paramento vertical (véase la siguiente figura) y en todo caso a un nivel más bajo de cualquier acceso a la cubierta.



1.Paramento vertical  
2.Rebosadero  
3.Impermeabilización

- El rebosadero debe sobresalir 5 cm como mínimo de la cara exterior del paramento vertical y disponerse con una pendiente favorable a la evacuación.

#### Encuentro de la cubierta con elementos pasantes:

- Los elementos pasantes deben situarse separados 50 cm como mínimo de los encuentros con los paramentos verticales y de los elementos que sobresalgan de la cubierta.
- Deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ, que deben ascender por el elemento pasante 20 cm como mínimo por encima de la protección de la cubierta.

#### Anclaje de elementos:

- Los anclajes de elementos deben realizarse de una de las formas siguientes:
  - a) Sobre un paramento vertical por encima del remate de la impermeabilización;
  - b) Sobre la parte horizontal de la cubierta de forma análoga a la establecida para los encuentros con elementos pasantes o sobre una bancada apoyada en la misma.

#### Rincones y esquinas:

- En los rincones y las esquinas deben disponerse elementos de protección prefabricados o realizados in situ hasta una distancia de 10 cm como mínimo desde el vértice formado por los dos planos que conforman el rincón o la esquina y el plano de la cubierta.

#### Accesos y aberturas:

- Los accesos y las aberturas situados en un paramento vertical deben realizarse de una de las formas siguientes:
  - a) Disponiendo un desnivel de 20 cm de altura como mínimo por encima de la protección de la cubierta, protegido con un impermeabilizante que lo cubra y ascienda por los laterales del hueco hasta una altura de 15 cm como mínimo por encima de dicho desnivel;
  - b) Disponiéndolos retranqueados respecto del paramento vertical 1 m como mínimo. El suelo hasta el acceso debe tener una pendiente del 10% hacia fuera y debe ser tratado como la cubierta, excepto para los casos de accesos en balconeras que vierten el agua libremente sin antepechos, donde la pendiente mínima es del 1%.

## **HS 2 Recogida y evacuación de residuos:**

### **Almacén de contenedores de edificio y espacio de reserva**

Cada edificio debe disponer como mínimo de un almacén de contenedores de edificio para las fracciones de los residuos que tengan recogida puerta a puerta, y, para las fracciones que tengan recogida centralizada con contenedores de calle de superficie, debe disponer de un espacio de reserva en el que pueda construirse un almacén de contenedores cuando alguna de estas fracciones pase a tener recogida puerta a puerta.

### **Condiciones de recogida por fracción**

No procede ya que ninguna fracción tiene servicio de recogida puerta a puerta.

### **Almacén de contenedores**

No procede ya que ninguna fracción tiene servicio de recogida puerta a puerta.

### **Espacio de reserva**

Número estimado de ocupantes habituales del edificio: 0

No existe un número estimado de dormitorios sencillos ni dobles en este proyecto.

### **Espacios de almacenamiento inmediato en las viviendas**

- a) Deben disponerse en cada vivienda espacios para almacenar cada una de las cinco fracciones de los residuos ordinarios generados en ella
- b) El espacio de almacenamiento de cada fracción debe tener una superficie en planta no menor que 30x30 cm y debe ser igual o mayor que 45 dm<sup>2</sup>.
- c) En el caso de viviendas aisladas o agrupadas horizontalmente, para las fracciones de papel / cartón y vidrio, puede utilizarse como espacio de almacenamiento inmediato el almacén de contenedores del edificio.
- d) Los espacios destinados a materia orgánica y envases ligeros deben disponerse en la cocina o en zonas anejas auxiliares.
- e) Estos espacios deben disponerse de tal forma que el acceso a ellos pueda realizarse sin que haya necesidad de recurrir a elementos auxiliares y que el punto más alto esté situado a una altura no mayor que 1,20 m por encima del nivel del suelo.
- f) El acabado de la superficie de cualquier elemento que esté situado a menos de 30 cm de los límites del espacio de almacenamiento debe ser impermeable y fácilmente lavable.

## **HS 3 Calidad de aire interior**

La calidad de aire interior se controla mediante ventilación climática, generada con la climatización.

## HS 4 Suministro de agua

Abreviaturas utilizadas			
L <sub>r</sub>	Longitud medida sobre planos	D <sub>int</sub>	Diámetro interior
L <sub>t</sub>	Longitud total de cálculo (L <sub>r</sub> + L <sub>eq</sub> )	D <sub>com</sub>	Diámetro comercial
Q <sub>b</sub>	Caudal bruto	v	Velocidad
K	Coefficiente de simultaneidad	J	Pérdida de carga del tramo
Q	Caudal, aplicada simultaneidad (Q <sub>b</sub> x K)	P <sub>ent</sub>	Presión de entrada
h	Desnivel	P <sub>sal</sub>	Presión de salida

Condiciones mínimas de suministros

### Caudales mínimos

**Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato**

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm <sup>3</sup> /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm <sup>3</sup> /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	-

### Grupos de presión

No existen grupos de presión

### Baterías de contadores

Solo existirá un contador en la entrada del edificio.

### Montantes

Existirán tres montantes, AF, ACS, RETORNO ACS.

### Aislamiento térmico

-Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 23,0 mm de diámetro interior y 22,0 mm de espesor.

-Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., colocada superficialmente, para la distribución de fluidos calientes (de +60°C a +100°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 77,0 mm de diámetro

interior y 27,0 mm de espesor.

-Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 23,0 mm de diámetro interior y 10,0 mm de espesor.

-Aislamiento térmico de tuberías en instalación interior de A.C.S., empotrada en paramento, para la distribución de fluidos calientes (de +40°C a +60°C), formado por coquilla de espuma elastomérica de 16,0 mm de diámetro interior y 9,5 mm de espesor.

### HS5 Evacuación de aguas

(El cálculo de evacuación de aguas se ha efectuado mediante programa informático. Los diámetros que se asignan han sido los más desfavorables.)

#### Exigencia básica:

Los edificios dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

#### Caracterización y cuantificación de las exigencias:

<b>Características del Alcantarillado de Acometida:</b>	Público.
	Privado. (en caso de urbanización en el interior de la parcela).
	Unitario / Mixto
	Separativo

<b>Cotas y Capacidad de la Red:</b>	Cota alcantarillado > Cota de evacuación
	Cota alcantarillado < Cota de evacuación (Implica definir estación de bombeo)

#### Descripción del sistema de evacuación y sus partes.

<b>Características de la Red de Evacuación del Edificio:</b>	El vertido del conjunto de las aguas de pluviales se recogerán en seis depósitos skywater con rebosaderos a la red de recogida de pluviales. Las aguas sucias producidas en el edificio se verterán a un único pozo de saneamiento público situado aproximadamente frente al punto medio de la fachada.
	Mirar el apartado de planos y dimensionado
	Separativa total.
	Separativa hasta salida del edificio.
	Mixta
	Red enterrada.
Red colgada.	

## **CONDICIONES DE DISEÑO**

### **Condiciones generales de la evacuación**

En la vía pública próxima al edificio proyectado no existe una red de alcantarillado público. Para efectos de diseño se supone una red de alcantarillado en la carretera más cercana a la parcela del proyecto.

Los colectores del edificio pueden desaguar, preferentemente por gravedad, en el pozo o arqueta general que constituye el punto de conexión entre la instalación de evacuación y la red de alcantarillado público, a través de la correspondiente acometida.

Las aguas que verterán a la red procedente del edificio serán las pluviales, de drenaje y las residuales procedentes de las instalaciones, producidas por los usuarios del edificio y las actividades realizadas en el, sin que necesiten un tratamiento previo a su conexión a la red general. Se considerarán a los efectos de la aplicación de la vigente normativa sobre vertidos.

No existe evacuación de aguas procedentes de drenajes de niveles freáticos.

### **Configuración del sistema de evacuación**

La red de alcantarillado existente en la zona en la que se ubica el edificio es de tipo separativa, por lo que sistema de evacuación del edificio será, también separativo.

Los elementos de captación de aguas pluviales (calderetas, rejillas o sumideros) dispondrán de un cierre hidráulico que impida la salida de gases desde la red de aguas residuales por los mismos.

### **Elementos que componen la instalación**

El esquema general de la instalación proyectada responde al tipo de evacuación de aguas pluviales y residuales de forma separada con cierres hidráulicos, desagüe por gravedad hasta una arqueta general que constituye el punto de conexión con la red de alcantarillado público mediante la acometida.

### **Dimensionado de la instalación.**

El cálculo de la red de saneamiento comienza una vez elegido el sistema de evacuación y diseñado el trazado de las conducciones desde los desagües hasta el punto de vertido.

El sistema adoptado por el CTE para el dimensionamiento de las redes de saneamiento se basa en la valoración de Unidades de Desagüe (UD), y representa el peso que un aparato sanitario tiene en la evaluación de los diámetros de la red de evacuación. A cada aparato sanitario instalado se le adjudica un cierto número de UD, que variará si se trata de un edificio público o privado, y serán las adoptadas en el cálculo.

En función de las UD o las superficies de cubierta que vierten agua por cada tramo, se fijarán los diámetros de las tuberías de la red.

## **DIMENSIONADO DE LA RED DE EVACUACIÓN DE AGUAS RESIDUALES**

Red de pequeña evacuación de aguas residuales

Derivaciones individuales. Las Unidades de desagüe adjudicadas a cada tipo de aparato (UDs) y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales serán las establecidas en la tabla 4.1, en función del uso.



TIPO DE APARATO SANITARIO		Diámetro mínimo sifón y derivación individual [mm]	
		Uso privado	Uso público
Lavabo		32	40
Bidé		32	40
Ducha		40	50
Bañera (con o sin ducha)		40	50
Inodoros	Con cisterna	100	100
	Con fluxómetro	100	100
Fregadero	De cocina	40	50
	De laboratorio, restaurante, etc.	-	40
Lavavajillas		40	50
Lavadero		40	-
Vertedero		-	100
Fuente para beber		-	25
Sumidero sifónico		40	50
Lavadora		40	50

### Botes sifónicos o sifones individuales

Los botes sifónicos tendrán la altura mínima recomendada para evitar que la descarga de un aparato sanitario alto salga por otro de menor altura.

Los sifones individuales tendrán el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada.

### Ramales de colectores

El dimensionado de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante se realizará de acuerdo con la tabla 4.3, según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

### Bajantes de aguas residuales

El dimensionado de las bajantes se hará de acuerdo con la tabla 4.4, en que se hace corresponder el número de plantas del edificio con el número máximo de UD y el diámetro que le correspondería a la bajante, conociendo que el diámetro de la misma será único en toda su altura y considerando también el máximo caudal que puede descargar en la bajante desde cada ramal sin contrapresiones en éste.

### **Colectores de aguas residuales**

El dimensionado de los colectores horizontales se hará de acuerdo con la tabla 4.5, obteniéndose el diámetro en función del máximo número de UD y de la pendiente del tramo. En colectores enterrados ésta pendiente mínima será de un 2% y en los colgados de un 1%.

### **Red de evacuación de aguas pluviales**

#### **Caudal de aguas pluviales**

La intensidad pluviométrica en la localidad en la que se sitúa la edificación objeto del proyecto se obtiene de la Tabla B.1. del Apéndice B, en función de la isoyeta y de la zona pluviométrica correspondiente a la localidad.

### **Red de pequeña evacuación de aguas pluviales**

#### **Sumideros**

El número de sumideros proyectado se calculará de acuerdo con la tabla 4.6, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven. Con desniveles no mayores de 150 mm y pendientes máximas del 0,5%.

#### **Canalones**

El diámetro nominal de los canalones de evacuación de sección semicircular se calculará de acuerdo con la tabla 4.7 en función de su pendiente y de la superficie a la que sirven.

Para secciones cuadrangulares, la sección equivalente será un 10% superior a la obtenida como sección semicircular.

#### **Bajantes de aguas pluviales**

El diámetro nominal de las bajantes de pluviales se calcula de acuerdo con la tabla 4.8, en función de la superficie de la cubierta en proyección horizontal corregida para el régimen pluviométrico de la localidad en la que se encuentra el proyecto

#### **Colectores de aguas pluviales**

El diámetro nominal de los colectores de aguas pluviales se calcula de acuerdo con la tabla 4.9, en función de su pendiente, de la superficie de cubierta a la que sirve corregida para un régimen pluviométrico de la localidad en la que se encuentra el proyecto.

### **Dimensionado de la red de ventilación**

En base a lo establecido en el apartado 3.3.3. en el proyecto para la Autoridad Portuaria se cumplen los requisitos de tener menos de 7 plantas y con ramales de desagüe menores de 5 m, para poder considerar suficiente como único SISTEMA DE VENTILACIÓN EL PRIMARIO para asegurar el funcionamiento de los cierres hidráulicos.

Las bajantes de aguas residuales deben prolongarse al menos 1,30 m por encima de la cubierta del edificio, si esta no es transitable. Si lo es, la prolongación debe ser de al menos 2,00 m sobre el pavimento de la misma. La salida de la ventilación debe estar convenientemente protegida de la entrada de cuerpos extraños y su diseño debe ser tal que la acción del viento favorezca la expulsión de los gases.

Con las salidas de ventilación se cumplirán las distancias establecidas en el documento básico de salubridad. La ventilación primaria debe tener el mismo diámetro que la bajante de la que es prolongación.

## **7 SEGURIDAD DE UTILIZACION Y ACCESIBILIDAD DB-SUA**

### **SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas:**

- 1 Resbaladidad de los suelos
- 2 Discontinuidades en el pavimento
- 3 Desniveles
  - 3.1 Protección de los desniveles
  - 3.2 Características de las barreras de protección
- 4 Escaleras y rampas
  - 4.1 Escaleras de uso restringido
  - 4.2 Escaleras de uso general
  - 4.3 Rampas
  - 4.4 Pasillos escalonados de acceso a localidades en graderíos y tribunas
- 5 Limpieza de los acristalamientos exteriores

### **SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento:**

- 1 Impacto
  - 1.1 Impacto con elementos fijos
  - 1.2 Impacto con elementos practicables
  - 1.3 Impacto con elementos frágiles
  - 1.4 Impacto con elementos insuficientemente perceptibles
- 2 Atrapamiento

### **SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento de recintos**

### **SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

- 1 Alumbrado normal
- 2 Alumbrado de emergencia
  - 2.1 Dotación
  - 2.2 Posición y características de las luminarias
  - 2.3 Características de la instalación
  - 2.4 Iluminación de las señales de seguridad

### **SUA 5 Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación**

- 1 Ámbito de aplicación
- 2 Condiciones de los graderíos para espectadores de pie

### **SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento**

- 1 Piscinas
  - 1.1 Barreras de protección
  - 1.2 Características del vaso de la piscina
  - 1.3 Andenes
  - 1.4 Escaleras
- 2 Pozos y depósitos

### **SUA 7 Seguridad frente al riesgo por vehículos en movimiento**

- 1 Ámbito de aplicación
- 2 Características constructivas
- 3 Protección de recorridos peatonales
- 4 Señalización

### **SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo**

- 1 Procedimiento de verificación
- 2 Tipo de instalación exigido

### **SUA 9 Accesibilidad**

- 1 Condiciones de accesibilidad
  - 1.1 Condiciones funcionales
  - 1.2 Dotación de elementos accesibles

2 Condiciones y características de la información y señalización para la accesibilidad

2.1 Dotación

2.2 Características

Anejo A Terminología

Anejo B Características de las instalaciones de protección frente al rayo

Anejo C Normas relacionadas con la aplicación del DB-SUA

## **SUA 1 Seguridad frente al riesgo de caídas**

### **1 Resbaladidad de los suelos:**

1.1 Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento los suelos de los edificios o zonas de uso sanitario, docente, comercial, administrativo, aparcamiento y pública concurrencia, excluidas las zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI del DB SI, tendrán una clase adecuada conforme al punto 3 de este apartado.

1.2 los suelos se clasifican en función de su valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$ , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1

Tabla 1.1 clasificación de los suelos según su resbaladidad

<b>Resistencia al deslizamiento <math>R_D</math></b>	<b>Clase</b>
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

El valor de resistencia al deslizamiento  $R_d$  se determina mediante el ensayo del péndulo descrito en el Anejo A de la norma UNE-ENV 12633:2003 empleando la escala C en probetas sin desgaste acelerado. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladidad.

La tabla 1.2 indica la clase que deben tener los suelos, como mínimo, según su localización. Dicha clase se mantendrá durante la vida útil del pavimento.

Tabla 1.2 clase exigible a los suelos en función de su localización

Localización y características del suelo	Clase
Zonas interiores secas:	
-superficies con pendiente menor que el 6%	1
-superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	2
Zonas interiores húmedas, tales como las entradas a los edificios desde el espacio exterior, vestuarios, duchas, baños, aseos...	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
-superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3

### **2 Discontinuidades en el pavimento:**

Excepto en zonas de uso restringido y con el fin de limitar el riesgo de caídas como consecuencia de traspies o de tropiezos, el suelo cumplirá las condiciones siguientes:

a) No presentará imperfecciones o irregularidades que supongan una diferencia de nivel de más de 6 mm.

b) Los desniveles que no excedan de 50 mm se resolverán con una pendiente que no exceda el 25%.

c) En zonas interiores para circulación de personas, el suelo no presentará perforaciones o huecos por los que pueda introducirse una esfera de 15 mm de diámetro.

### 3 Desniveles:

#### 3.1 Protección de los desniveles

- con el fin de limitar el riesgo de caída, existirán barreras de protección en los desniveles, huecos y aberturas (tanto horizontales como verticales) balcones, ventanas, etc. con una diferencia de cota mayor que 550mm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

-en las zonas de público se facilitará la percepción de las diferencias de nivel que no excedan de 550 mm y que sean susceptibles de causar caídas, mediante diferenciación visual y táctil. La diferencia táctil estará a una distancia de 250 mm del borde, como mínimo.

#### 3.2 Características de las barreras de protección

##### 3.2.1 Altura

Las barreras de protección tendrán, como mínimo, una altura de 900 mm cuando la diferencia de cota que protegen no exceda de 6 m y de 1.100 mm en el resto de los casos, excepto en el caso de huecos de escaleras de anchura menor que 400 mm, en los que la barrera tendrá una altura de 900 mm, como mínimo.

La altura se medirá verticalmente desde el nivel de suelo o, en el caso de escaleras, desde la línea de inclinación definida por los vértices de los peldaños, hasta el límite superior de la barrera (véase figura 3.1).

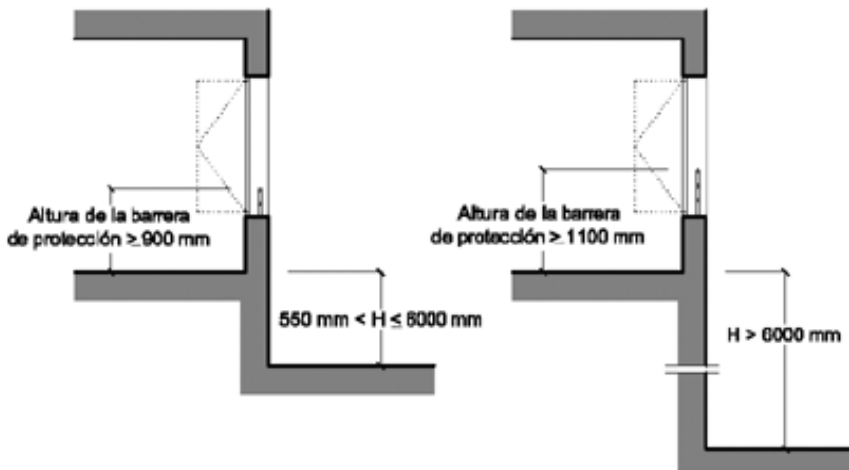


Figura 3.1 Barreras de protección en ventanas.

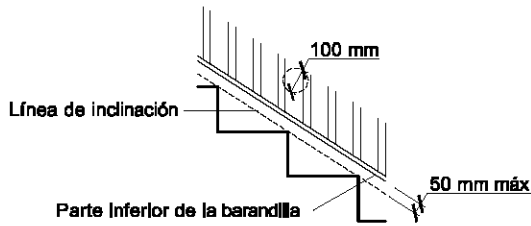
#### Resistencia:

Las barreras de protección tendrán una resistencia y una rigidez suficiente para resistir la fuerza horizontal establecida en el apartado 3.2.1 del Documento Básico SE-AE, en función de la zona en que se encuentren.

#### Características constructivas:

En cualquier zona de los edificios de uso Residencial Vivienda o de escuelas infantiles, así como en las zonas de público de los establecimientos de uso Comercial o de uso Pública Concurrencia, las barreras de protección, incluidas las de las escaleras y rampas, estarán diseñadas de forma que:

- No pueden ser fácilmente escaladas por los niños, para lo cual no existirán puntos de apoyo en la altura comprendida entre 200 mm y 700 mm sobre el nivel del suelo o sobre la línea de inclinación de una escalera.
- No tienen aberturas que puedan ser atravesadas por una esfera de 100 mm de diámetro, exceptuándose las aberturas triangulares que forman la huella y la contrahuella de los peldaños con el límite inferior de la barandilla, siempre que la distancia entre este límite y la línea de inclinación de la escalera no exceda de 50 mm (véase figura 3.2).



**Figura 3.2 Línea de inclinación y parte inferior de la barandilla**

Las barreras de protección situadas en zonas destinadas al público en edificios o establecimientos de usos distintos a los citados anteriormente únicamente precisarán cumplir la condición b) anterior, considerando para ella una esfera de 150 mm de diámetro.

#### **4 Escaleras y rampas:**

Se considera una escalera de uso general con tramos rectos, en los que la huella medirá 280 mm como mínimo, y la contrahuella 130 mm como mínimo, y 185 mm como máximo.

Del mismo modo se consideran dos escaleras de uso restringido en los que la contrahuella será de 20 cm, como máximo, y la huella de 22 cm, como mínimo. La dimensión de toda huella se medirá, en cada peldaño, según la dirección de la marcha.

La medida de la huella no incluirá la proyección vertical de la huella del peldaño superior.

#### **Tramos**

En estos casos:

- a) En zonas de uso restringido.
- b) En las zonas comunes de los edificios de uso Residencial Vivienda.
- c) En los accesos a los edificios, bien desde el exterior, bien desde porches, aparcamientos, etc.
- d) En salidas de uso previsto únicamente en caso de emergencia.
- e) En el acceso a un estrado o escenario.

No será necesario cumplir estas condiciones:

Cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo y salvará una altura de 3,20 m como máximo.

La máxima altura que puede salvar un tramo es 2,50 m en uso Sanitario y 2,10 m en escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria y edificios utilizados principalmente por ancianos.

En el resto de los casos cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo y salvará una altura de 3,20 m como máximo.

Los tramos podrán ser rectos, curvos o mixtos.

En una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella.

En tramos mixtos, la huella medida en el eje del tramo en las partes curvas no será menor que la huella en las partes rectas.

La anchura útil del tramo se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, 1.200 mm en uso comercial y 1.000 mm en uso vivienda.

La anchura de la escalera estará libre de obstáculos.

La anchura mínima útil se medirá entre paredes o barreras de protección, sin descontar el espacio ocupado por los pasamanos siempre que estos no sobresalgan más de 120 mm de la pared o barrera de protección.

En tramos curvos, la anchura útil debe excluir las zonas en las que la dimensión de la huella sea menor que 170 mm.

## Mesetas

Las mesetas dispuestas entre tramos de una escalera con la misma dirección tienen al menos la anchura de la escalera y una longitud medida en su eje de 1.000 mm, como mínimo.

En las mesetas de planta de las escaleras de zonas de público (personas no familiarizadas con el edificio) se dispondrá una franja de pavimento táctil en el arranque de los tramos descendentes, con la misma anchura que el tramo y una profundidad de 80 mm, como mínimo.

En dichas mesetas no habrá puertas ni pasillos de anchura inferior a 1.200 mm situados a menos de 400 mm de distancia del primer peldaño de un tramo.

Cuando exista un cambio de dirección entre dos tramos, la anchura de la escalera no se reducirá a lo largo de la meseta (véase figura 4.4). La zona delimitada por dicha anchura esta libre de obstáculos y sobre ella no barre el giro de apertura de ninguna puerta, excepto las de zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI.

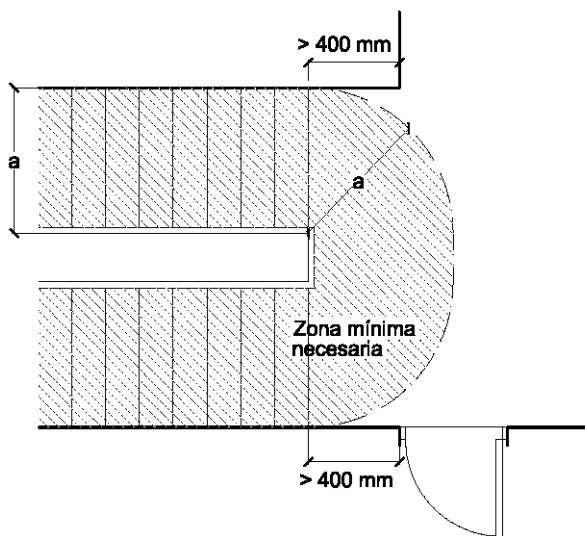


Figura 4.4 Cambio de dirección entre dos tramos.

## Pasamanos

Todas las escaleras que salvan una altura mayor que 0'55 m disponen de pasamanos continuo al menos en un lado.

4.2.4.3. Todos los pasamanos tienen una altura comprendida entre 0'90 y 1'10 m.

4.2.4.4. Los pasamanos son firmes y fáciles de asir, están separado del paramento al menos 0'04 m y su sistema de sujeción no interfiere el paso continuo de la mano.

## Rampas:

### Pendiente

En el presente edificio sí existen rampas. Las rampas que se utilizan en el proyecto tienen una pendiente del 7.9% y en ningún caso su longitud supera los 6 metros.

b) las rampas de circulación de vehículos en aparcamientos que también están previstas para la circulación de personas tienen una pendiente, como máximo, del 18%.

### Pasillos escalonados de acceso a localidades en graderíos y tribunas:

En el presente proyecto sí existen pasillos escalonados de acceso a localidades de zonas de espectadores tales como patios de butacas, anfiteatros, graderíos o similares, por lo que sí es de aplicación el artículo 4.4. de la Sección 1 del DB SU.

### Limpieza de los acristalamientos exteriores

Se prevé la limpieza desde el exterior de los acristalamientos de las fachadas este y oeste mediante una pasarela de servicio, con acceso desde el interior de la planta primera.

## SUA 2 Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

### Impacto:

#### 1.1 Impacto con elementos fijos

La altura libre de paso en zonas de circulación será, como mínimo, 2.100 mm en zonas de uso restringido y 2.200 mm en el resto de las zonas. En los umbrales de las puertas la altura libre será 2.000 mm, como mínimo.

En zonas de circulación, las paredes carecerán de elementos salientes que no arranquen del suelo, que vuelen más de 150 mm en la zona de altura comprendida entre 150 mm y 2200 mm medida a partir del suelo y que presenten riesgo de impacto.

#### 1.2 Impacto con elementos practicables

Excepto en zonas de uso restringido, las puertas de paso situadas en el lateral de los pasillos cuya anchura sea menor que 2,50 m se dispondrán de forma que el barrido de la hoja no invada el pasillo (véase figura).

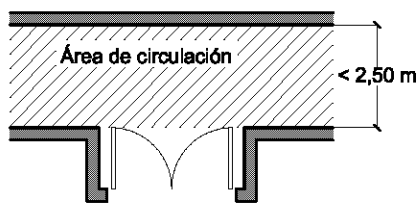
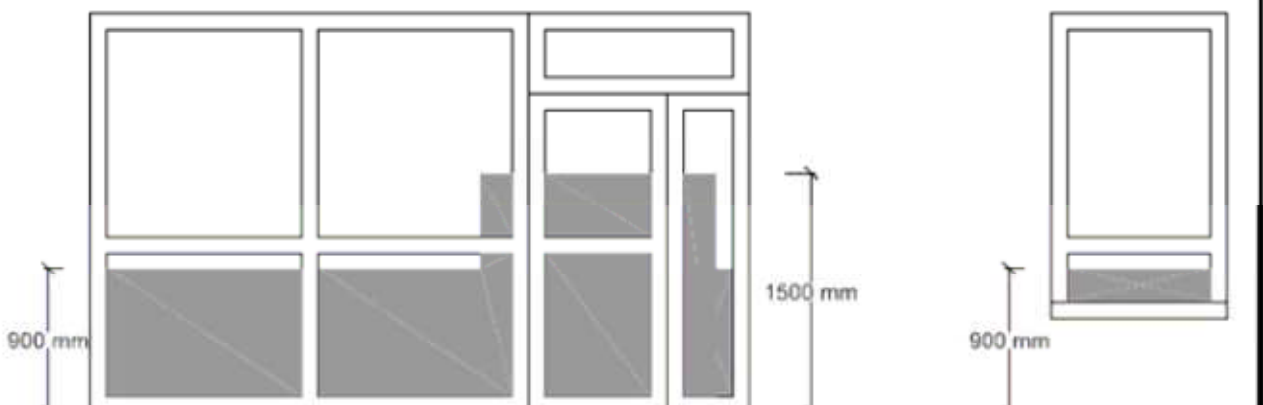


Figura 1.1 Disposición de puertas laterales a vías de circulación

#### 1.3 Impacto con elementos frágiles

Las superficies acristaladas situadas en las áreas con riesgo de impacto que a continuación se indican:



No se prevén de barreras de protección conforme al apartado 3.2 de SUA., puesto que cumplen las condiciones:

a) En aquellas en las que a diferencia de cota a ambos lados de la superficie acristalada está comprendida entre 0'55 m y 12'00 m, se prevé que resistan sin romper un impacto de nivel 2 según el procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003;

b) Si la diferencia de cota es igual o superior a 12'00 m, la superficie acristalada se ha previsto que resista sin romper un impacto de nivel 1 según la norma UNE EN 12600:2003;

c) en el resto de los casos la superficie acristalada se prevé que resista sin romper un impacto de nivel 3 o de lo contrario se prevé que tenga una *rotura de forma segura*

Las partes vidriadas de puertas y de cerramientos de duchas estarán constituidas por elementos laminados o templados que resistan sin rotura un impacto de nivel 3, conforme al procedimiento descrito en la norma UNE EN 12600:2003.

Se cumple así el punto 3 del apartado 1.3 de la sección 2 del DB SU.

#### 1.4 Impacto con elementos insuficientemente perceptibles



1. Se han proyectado grandes superficies acristaladas que pueden confundir con puertas o aberturas, en las mismas se han previsto el diseño de:

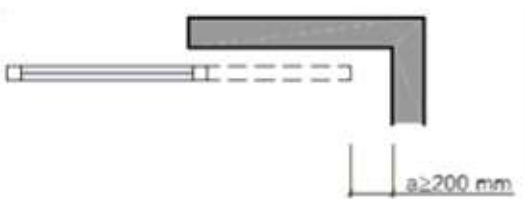
a) En toda su longitud, de una señalización situada a una altura inferior comprendida entre 0'85 m y 1'10 m y a una altura superior comprendida entre 1'50 m y 1'70 m.

b) En las que no disponen de señalización, se han previsto montantes verticales separados una distancia de 0'60 m, como máximo

c) En las que no cuentan con señalización, ni con montantes verticales se prevé la existencia de un travesaño horizontal situado a la altura inferior mencionada en el apartado a).

2. Las puertas de vidrio disponen de elementos que permitan identificarlas, tales como cercos o tiradores, cumpliendo así el punto 2 del apartado 1.4 de la sección 2 del DB SU.

**Atrapamiento:**



Las puertas correderas de accionamiento manual, se han previsto que la distancia de la misma incluidos sus mecanismos de apertura y cierre, a hasta el objeto fijo más próximo supere los 0'20 m, como mínimo

No existen elementos de apertura y cierre automáticos.

**SUA 3 Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos**

**1 Aprisionamiento:**

1. Todas las puertas de un recinto que tienen dispositivo para su bloqueo desde el interior y las personas pueden quedar accidentalmente atrapadas dentro del mismo, se han previsto con un sistema de desbloqueo de las puertas desde el exterior del recinto.

Dichos recintos tienen iluminación controlada desde su interior

2. Las dimensiones y la disposición de los pequeños recintos y espacios serán adecuadas para garantizar a los posibles usuarios en sillas de ruedas la utilización de los mecanismos de apertura y cierre de las puertas y el giro en su interior, libre del espacio barrido por las puertas.

Se cumple así el apartado 2 de la sección 3 del DB SU.

La fuerza de apertura de las puertas de salida será de 140 N, como máximo, excepto en las de los pequeños recintos y espacios, en las que será de 25 N, como máximo.

Se cumple así el apartado 3 de la sección 3 del DB SU.

**SUA 4 Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada**

**1 Alumbrado normal en zonas de circulación:**

En cada zona se dispondrá una instalación de alumbrado capaz de proporcionar, como mínimo, el nivel de iluminación que se establece en la tabla 1.1, medido a nivel del suelo.

Tabla 1.1 Niveles mínimos de iluminación			
	Zona	Iluminancia mínima lux	
Exterior	Exclusiva para personas	Escaleras	10
		Resto de zonas	5
	Para vehículos o mixtas		10
Interior	Exclusiva para personas	Escaleras	75
		Resto de zonas	50
	Para vehículos o mixtas		50

El factor de uniformidad media de la iluminación será del 40% como mínimo.

En las zonas de los establecimientos de *uso Pública Concurrencia* en las que la actividad se desarrolla con un nivel bajo de iluminación se dispondrá una iluminación de balizamiento en las rampas y encada uno de los peldaños de las escaleras.

## 2 Alumbrado de emergencia:

### Dotación

En cumplimiento del apartado 2.1 de la Sección 4 del DB SU el edificio dispondrán de un alumbrado de emergencia que, en caso de fallo del alumbrado normal, suministre la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio, evite las situaciones de pánico y permita la visión de las señales indicativas de las salidas y la situación de los equipos y medios de protección existentes.

Se ha previsto dotar de alumbrado de emergencia las zonas y elementos siguientes:

- a) Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100'00 personas;
- b) Todo *recorrido de evacuación*, conforme estos se definen en el Documento Básico SI;
- c) Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios y los de riesgo especial indicados en el Documento Básico SI;
- d) los aseos generales de planta;
- e) Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado de las zonas antes citadas;
- f) las señales de seguridad.

### Posición y características de las luminarias

En cumplimiento del apartado 2.2 de la Sección 4 del DB SU las luminarias cumplirán las siguientes condiciones:

- a) Se situarán al menos a 2 m por encima del nivel del suelo.
- b) Se dispondrá una en cada puerta de salida y en posiciones en las que sea necesario destacar un peligro potencial o el emplazamiento de un equipo de seguridad. Como mínimo se dispondrán en los siguientes puntos:
  1. En las puertas existentes en los recorridos de evacuación.
  2. En las escaleras, de modo que cada tramo de escaleras reciba iluminación directa.
  3. En cualquier otro cambio de nivel.
  4. En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

### Características de instalación

En cumplimiento del punto 1, apartado 2.3 de la Sección 4 del DB SU la instalación será fija, estará provista de fuente propia de energía y debe entrar automáticamente en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en la instalación de alumbrado normal en las zonas cubiertas por el alumbrado de emergencia. Se considera como fallo de alimentación el descenso de la tensión de alimentación por debajo del 70% de su valor nominal.

El alumbrado de emergencia de las vías de evacuación debe alcanzar al menos el 50% del nivel de iluminación requerido al cabo de los 5 s y el 100% a los 60 s.

La instalación cumplirá las condiciones de servicio que se indican a continuación durante una hora, como mínimo, a partir del instante en que tenga lugar el fallo:

- a) En las vías de evacuación cuya anchura no exceda de 2 m, la *iluminancia* horizontal en el suelo debe ser, como mínimo, 1 lux a lo largo del eje central y 0,5 lux en la banda central que comprende al menos la mitad de la anchura de la vía. Las vías de evacuación con anchura superior a 2 m pueden ser tratadas como varias bandas de 2 m de anchura, como máximo.
- b) En los puntos en los que estén situados los equipos de seguridad, las instalaciones de protección contra incendios de utilización manual y los cuadros de distribución del alumbrado, la *iluminancia* horizontal será de 5 lux, como mínimo.
- c) A lo largo de la línea central de una vía de evacuación, la relación entre la *iluminancia* máxima y la mínima no debe ser mayor que 40:1.
- d) Los niveles de iluminación establecidos deben obtenerse considerando nulo el factor de reflexión sobre paredes y techos y contemplando un factor de mantenimiento que englobe la reducción del rendimiento luminoso debido a la suciedad de las luminarias y al envejecimiento de las lámparas.
- e) Con el fin de identificar los colores de seguridad de las señales, el valor mínimo del índice de rendimiento cromático Ra de las lámparas será 40.

### Iluminación de las señales de seguridad

En cumplimiento del apartado 2.4 de la Sección 4 del DB SU La iluminación de las señales de evacuación indicativas de las salidas y de las señales indicativas de los medios manuales de protección contra incendios y

de los de primeros auxilios, cumplen los siguientes requisitos:

- a) La luminancia de cualquier área de color de seguridad de la señal debe ser al menos de 2 cd/m<sup>2</sup> en todas las direcciones de visión importantes.
- b) La relación de la luminancia máxima a la mínima dentro del color blanco o de seguridad no debe ser mayor de 10:1, debiéndose evitar variaciones importantes entre puntos adyacentes.
- c) La relación entre la luminancia Lblanca, y la luminancia Lcolor >10, no será menor que 5:1 ni mayor que 15:1.
- d) Las señales de seguridad deben estar iluminadas al menos al 50% de la iluminancia requerida, al cabo de 5 s, y al 100% al cabo de 60 s.

### **SUA 5 Seguridad frente al riesgo situaciones de alta ocupación**

Tal y como se establece en el apartado 1, de la sección 5 del DB SU en relación a la necesidad de justificar el cumplimiento de la seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación las condiciones establecidas en la sección no son de aplicación en la tipología del proyecto.

En todo lo relativo a las condiciones de evacuación se ha tenido en cuenta las condiciones de la Sección SI 3 del Documento Básico DB SI.

### **SUA 6 Seguridad frente al riesgo de ahogamiento**

Tal y como se establece en el apartado 1, de la sección 6 del DB SU en relación a la necesidad de justificar el cumplimiento de la seguridad frente al riesgo de ahogamiento las condiciones establecidas en la sección no son de aplicación en la tipología del proyecto.

### **SECCIÓN SUA 7 Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento**

Tal y como se establece en el apartado 1, de la sección 7 del DB SU en relación a la necesidad de justificar el cumplimiento de la seguridad frente al riesgo de ahogamiento las condiciones establecidas en la sección no son de aplicación en la tipología del proyecto.

### **SUA 8 Seguridad frente al riesgo causado por la acción de un rayo**

#### **Procedimiento de verificación**

1 Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo cuando la frecuencia esperada de impactos  $N_e$  sea mayor que el riesgo admisible  $N_a$ .

2 En el edificio proyectado, no se prevé la manipulación de sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivas y por tener una altura inferior a 43'00 m no se aplicará la condición de disponer de sistema de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2 del Documento Básico DB SUA 8.

3 La frecuencia esperada de impactos, determinada mediante la expresión:  
siendo:

$$N_e = N_g A_e C_1 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]}$$

$N_g$  densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año,km<sup>2</sup>), obtenida según la figura 1.1.

Para la provincia de de A Coruña, la densidad de impactos sobre el terreno es igual a 1,5 (nº impactos/año,km<sup>2</sup>)

$A_e$ : Superficie de captura equivalente del edificio aislado en m<sup>2</sup>, que es la delimitada por una línea trazada a una distancia 3H de cada uno de los puntos del perímetro del edificio, siendo H la altura del edificio en el punto del perímetro considerado., que es igual a 5637 m<sup>2</sup>

$C_1$ : Coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.

El edificio está situado Próximo a árboles o edificios de la misma altura o más altos, eso supone un valor del coeficiente  $C_1$  de 0,5 (tabla 1,1 de la sección 8 del DB SU)

$N_e$  es igual a 0,0043 (nº impactos/año)

El riesgo admisible,  $N_a$ , se determina mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3}$$

Coeficiente  $C_2$  (coeficiente en función del tipo de construcción) , conforme a la tabla 1.2:

El edificio tiene Estructura metálica y Cubierta de hormigón. El coeficiente  $C_2$  es igual a 1.  
 Coeficiente  $C_3$  (coeficiente en función del contenido del edificio) , conforme a la tabla 1.3:  
 El contenido del edificio se clasifica, en esta categoría: Otros contenidos. El coeficiente  $C_3$  es igual a 1.  
 Coeficiente  $C_4$  (coeficiente en función del uso del edificio) , conforme a la tabla 1.4:  
 El uso del edificio se clasifica en esta categoría: Pública Concurrencia. El coeficiente  $C_4$  es igual a 3

Coeficiente  $C_5$  (coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio) , conforme a la tabla 1.5:

El uso del edificio se clasifica en esta categoría: Resto de edificios. El coeficiente  $C_5$  es igual a 1 siendo:

$N_a$  igual a 0,0018.

### Tipo de instalación exigido

Conforme a lo establecido en el apartado anterior, en el presente proyecto es necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, la cual tiene al menos la *eficiencia E* que determina la siguiente fórmula:  
 $E = 1 - N_a = 0'5664$ .

La tabla 2.1 indica el nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida. Las características del sistema para cada nivel de protección se describen en el Anexo SU B:

Tabla 2.1 Componentes de la instalación

<b>Eficiencia requerida</b>	<b>Nivel de protección</b>
$E > 0,98$	1
$0,95 < E < 0,98$	2
$0,80 < E < 0,95$	3
$0 < E < 0,80$	4

Según esta tabla, el nivel de protección requerido es el 4.

### SUA 9 Accesibilidad

Condiciones de accesibilidad:

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad se cumplirán las condiciones funcionales y de dotación de elementos accesibles que se establecen a continuación.

Dentro de los límites de las viviendas, incluidas las unifamiliares y sus zonas exteriores privativas, las condiciones de accesibilidad únicamente son exigibles en aquellas que deban ser accesibles.

Condiciones funcionales

Accesibilidad en el exterior del edificio

La parcela dispondrá al menos de un *itinerario accesible* que comunique una entrada principal al edificio, y en conjuntos de viviendas unifamiliares una entrada a la zona privativa de cada vivienda, con la vía pública y con las zonas comunes exteriores, tales como aparcamientos exteriores propios del edificio, jardines, piscinas, zonas deportivas, etc.

Accesibilidad entre plantas del edificio

Los edificios de *uso Residencial Vivienda* en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna vivienda o zona comunitaria, o con más de 12 viviendas en plantas sin entrada principal accesible al edificio, dispondrán de *ascensor accesible* o *rampa accesible* (conforme al apartado 4 del SUA 1) que comunique las plantas que no sean de *ocupación nula* (ver definición en el anejo SI A del DB SI) con las de entrada accesible al edificio. En el resto de los casos, el proyecto debe prever, al menos dimensional y estructuralmente, la instalación de un *ascensor accesible* que comunique dichas plantas.

Las plantas con *viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas* dispondrán de *ascensor accesible* o de *rampa accesible* que las comunique con las plantas con entrada accesible al edificio y con las que tengan elementos asociados a dichas viviendas o zonas comunitarias, tales como trastero o plaza de aparcamiento de la vivienda accesible, sala de comunidad, tendedero, etc.

Los edificios de otros usos en los que haya que salvar más de dos plantas desde alguna entrada principal accesible al edificio hasta alguna planta que no sea de *ocupación nula*, o cuando en total existan más de 200 m<sup>2</sup> de *superficie útil* (ver definición en el anejo SI A del DB SI) en plantas sin entrada accesible al edificio, excluida la superficie de las *zonas de ocupación nula*, dispondrán de *ascensor accesible* o *rampa accesible* que comunique las plantas que no sean de *ocupación nula* con las de entrada accesible al edificio.

Las plantas que tengan zonas de *uso público* con más de 100 m<sup>2</sup> de *superficie útil* o elementos accesibles, tales como *plazas de aparcamiento accesibles*, *alojamientos accesibles*, *plazas reservadas*, etc., dispondrán de *ascensor accesible* o *rampa accesible* que las comunique con las de entrada accesible al edificio.

#### Accesibilidad en las plantas del edificio

Los edificios de *uso Residencial Vivienda* dispondrán de un *itinerario accesible* que comunique el acceso accesible a toda planta (entrada principal accesible al edificio, *ascensor accesible* o previsión del mismo, *rampa accesible*) con las viviendas, con las zonas de uso comunitario y con los elementos asociados a *viviendas accesibles para usuarios de silla de ruedas*, tales como *trasteros*, *plazas de aparcamiento accesibles*, etc., situados en la misma planta.

Los edificios de otros usos dispondrán de un *itinerario accesible* que comunique, en cada planta, el acceso accesible a ella (entrada principal accesible al edificio, *ascensor accesible*, *rampa accesible*) con las zonas de *uso público*, con todo *origen de evacuación* (ver definición en el anejo SI A del DB SI) de las zonas de *uso privado* exceptuando las *zonas de ocupación nula*, y con los elementos accesibles, tales como *plazas de aparcamiento accesibles*, *servicios higiénicos accesibles*, *plazas reservadas* en salones de actos y en zonas de espera con asientos fijos, *alojamientos accesibles*, *puntos de atención accesibles*, etc.

#### Dotación de elementos accesibles

##### Viviendas accesibles

El edificio tiene uso dotacional administrativo con lo que no se recogen estas circunstancias.

##### Alojamientos accesibles

El edificio tiene uso dotacional administrativo con lo que no se recogen estas circunstancias.

##### Plazas de aparcamiento accesibles

El edificio sí tiene aparcamiento propio por lo que es de aplicación.

##### Plazas reservadas

Los espacios con asientos fijos para el público, tales como auditorios, cines, salones de actos, espectáculos, etc., dispondrán de la siguiente reserva de plazas:

- a) Una *plaza reservada para usuarios de silla de ruedas* por cada 100 plazas o fracción.
- b) En espacios con más de 50 asientos fijos y en los que la actividad tenga una componente auditiva, una *plaza reservada para personas con discapacidad auditiva* por cada 50 plazas o fracción.

Las zonas de espera con asientos fijos dispondrán de una *plaza reservada para usuarios de silla de ruedas* por cada 100 asientos o fracción.

#### 1.2.5 Piscinas

No se aplica

#### 1.2.6 Servicios higiénicos accesibles

Siempre que sea exigible la existencia de aseos o de vestuarios por alguna disposición legal de obligado cumplimiento, existirá al menos:

- a) Un aseo accesible por cada 10 unidades o fracción de inodoros instalados, pudiendo ser de uso compartido para ambos sexos.
- b) En cada vestuario, una cabina de vestuario accesible, un aseo accesible y una ducha accesible por cada 10 unidades o fracción de los instalados. En el caso de que el vestuario no esté distribuido en cabinas individuales, se dispondrá al menos una cabina accesible.

### 1.2.7 Mobiliario fijo

El mobiliario fijo de zonas de atención al público incluirá al menos un *punto de atención accesible*. Como alternativa a lo anterior, se podrá disponer un *punto de llamada accesible* para recibir asistencia.

### 1.2.8 Mecanismos

Excepto en el interior de las viviendas y en las *zonas de ocupación nula*, los interruptores, los dispositivos de intercomunicación y los pulsadores de alarma serán *mecanismos accesibles*.

## 2. CONDICIONES Y CARACTERÍSTICAS DE LA INFORMACIÓN Y SEÑALIZACIÓN PARA LA ACCESIBILIDAD

### 2.1 Dotación

Con el fin de facilitar el acceso y la utilización independiente, no discriminatoria y segura de los edificios, se señalarán los elementos que se indican en la tabla 2.1, con las características indicadas en el apartado 2.2 siguiente, en función de la zona en la que se encuentren.

**Tabla 2.1 Señalización de elementos accesibles en función de su localización<sup>1</sup>**

<b>Elementos accesibles</b>	<b>En zonas de uso privado</b>	<b>En zonas de uso público</b>
Entradas al edificio accesibles	Cuando existan varias entradas al edificio	En todo caso
<i>Itinerarios accesibles</i>	Cuando existan varios recorridos alternativos	En todo caso
<i>Ascensores accesibles</i> , Plazas reservadas	En todo caso	
Zonas dotadas con bucle magnético u otros sistemas adaptados para personas con discapacidad auditiva	En todo caso	
<i>Plazas de aparcamiento accesibles</i>	En todo caso, excepto en uso <i>Residencial Vivienda</i> las vinculadas a un residente	En todo caso
<i>Servicios higiénicos accesibles</i> (aseo accesible, ducha accesible, cabina de vestuario accesible)	---	En todo caso
Servicios higiénicos de <i>uso general</i>	---	En todo caso
<i>Itinerario accesible</i> que comunique la vía pública con los <i>puntos de llamada accesibles</i> o, en su ausencia, con los <i>puntos de atención accesibles</i>	---	En todo caso

### 2.2 Características

Las entradas al edificio accesibles, los *itinerarios accesibles*, las *plazas de aparcamiento accesibles* y los *servicios higiénicos accesibles* (aseo, cabina de vestuario y ducha accesible) se señalarán mediante SIA, complementado, en su caso, con flecha direccional.

Los *ascensores accesibles* se señalarán mediante SIA. Asimismo, contarán con indicación en Braille y arábigo en alto relieve a una altura entre 0,80 y 1,20 m, del número de planta en la jamba derecha en sentido salida de la cabina.

Los servicios higiénicos de *uso general* se señalarán con pictogramas normalizados de sexo en alto relieve y contraste cromático, a una altura entre 0,80 y 1,20 m, junto al marco, a la derecha de la puerta y en el sentido de la entrada.

Las bandas señaladoras visuales y táctiles serán de color contrastado con el pavimento, con relieve de altura 3±1 mm en interiores y 5±1 mm en exteriores. Las exigidas en el apartado 4.2.3 de la Sección SUA 1 para señalar el arranque de escaleras, tendrán 80 cm de longitud en el sentido de la marcha, anchura la

<sup>1</sup> La señalización de los medios de evacuación para personas con discapacidad en caso de incendio se regula en DB SI 3-7

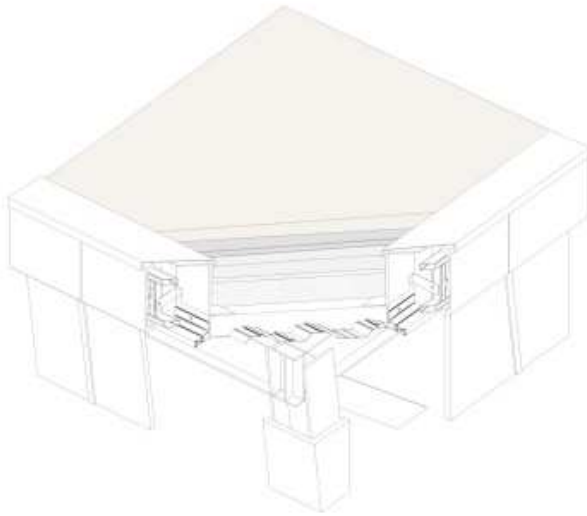
del itinerario y acanaladuras perpendiculares al eje de la escalera. Las exigidas para señalar el *itinerario accesible* hasta un *punto de llamada accesible* o hasta un *punto de atención accesible*, serán de acanaladura paralela a la dirección de la marcha y de anchura 40 cm.

Las características y dimensiones del Símbolo Internacional de Accesibilidad para la movilidad (SIA) se establecen en la norma UNE 41501:2002.

## 8. MEDICIONES Y PRESUPUESTO

### PRECIO UNITARIO

CAPITULO 5 CUBIERTA DE LA TORRE:



#### 5.1 Forjado colaborante:

Forjado de losa mixta, canto 18 cm, con chapa colaborante de acero galvanizado de 1.2 mm de espesor, 75 mm de canto y 172 mm de intereje, y capa de hormigón armado realizada con hormigón HA-25/B/20/IIIa fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,062 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>, acero UNE-EN 10080 B 500 S, CON UN PESO TOTAL DE 13.38 kg/m<sup>2</sup>.

Precio unitario: 87.06 €/ m<sup>2</sup>

Total de m<sup>2</sup> de cubierta de la torre: 85 m<sup>2</sup>.

Precio final: 87.06 €/ m<sup>2</sup> x 85 m<sup>2</sup> = 7400.1€

#### 5.2 Aislamiento térmico lana de roca vulcanizada:

Aislamiento exterior en cubiertas planas compuesto por panel de lana mineral de lana de roca volcánica Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL", según UNE-EN 13162, no revestido, de 20cm. de espesor.

Precio unitario: 32.40 €/ m<sup>2</sup>

Total de m<sup>2</sup> de cubierta de la torre: 85 m<sup>2</sup>.

Precio final: 32.40 €/ m<sup>2</sup> x 85 m<sup>2</sup> = 2754.0€

#### 5.3 Hormigón aligerado para formación de pendientes:

Formación de pendientes en cubierta plana no ventilada, con arcilla expandida de 350 kg/m<sup>3</sup> de densidad, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, con espesor medio de 10 cm, acabado con capa de regularización de mortero de cemento, industrial, M-5 de 4 cm de espesor, fratasada y limpia.

Precio unitario: 26.76 €/ m<sup>2</sup>

Total de m<sup>2</sup> de cubierta de la torre: 85 m<sup>2</sup>.

Precio final: 26.76 €/ m<sup>2</sup> x 85 m<sup>2</sup> = 2274.6€



#### **5.4 Lámina de fieltro geotextil:**

Geotextil no tejido compuesto por fibras de polipropileno unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 5,4 kN/m y una resistencia a la tracción transversal de 5,9 kN/m, colocado sobre el terreno.

Precio unitario: 0.57 €/ m<sup>2</sup>

Total de m<sup>2</sup> de cubierta de la torre: 85 m<sup>2</sup>.

Precio final: 0.57 €/ m<sup>2</sup> x 85 m<sup>2</sup> = 48.45€

#### **5.5 Lámina impermeabilizante de pintura elastómera:**

Impermeabilización de cornisa con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP, autoprottegida, tipo monocapa, totalmente adherida al soporte con soplete, previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB; resolución de encuentros con paramentos verticales mediante colocación de perfil de chapa de acero galvanizado, banda de refuerzo y banda de terminación.

Precio unitario: 21.02 €/ m<sup>2</sup>

Total de m<sup>2</sup> de cubierta de la torre: 85 m<sup>2</sup>.

Precio final: 21.02 €/ m<sup>2</sup> x 85 m<sup>2</sup> = 1786.7€

#### **5.6 Grava filtrante para cubierta:**

Relleno de grava filtrante 20mm<math>\phi</math><math><40\text{mm}</math>, para drenaje en remate de cubierta.

Precio unitario: 27.52 €/ m<sup>2</sup>

Total de m<sup>2</sup> de cubierta de la torre: 85 m<sup>2</sup>.

Precio final: 27.52 €/ m<sup>2</sup> x 85 m<sup>2</sup> = 2339.2€

## PRECIO DESCOMPUESTO

CAPITULO 5 CUBIERTA DE LA TORRE:

### 5.1 Forjado colaborante:

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt07pcl010acc	m <sup>2</sup>	Perfil de chapa de acero galvanizado de 1.2 mm de espesor, 75 mm de canto y 172 mm de intereje, 7 a 8 kg/m <sup>2</sup> y un momento de inercia de 30 a 40 cm <sup>4</sup> . Incluso tornillos autotaladrantes rosca-chapa para fijación de las chapas.	1,050	38,11	40,02
mt07aco020k	Ud	Separador homologado para losas mixtas.	3,000	0,08	0,24
mt07aco010c	Kg	Acero en barras corrugadas, UNE-EN 10080 B 500 S, elaborado en taller industrial, diámetros varios.	1,000	1,00	1,00
mt07ame010h	m <sup>2</sup>	Malla electrosoldada ME 15x30 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080.	1,150	2,12	2,44
mt10haf010nea	m <sup>3</sup>	Hormigón HA-25/B/20/IIIa, fabricado en central.	0,062	76,88	4,77
mt07cem010a	Ud	Conector en "L", de acero galvanizado, de 5 cm de altura, para fijar a estructura de acero mediante clavado.	10,000	1,29	12,90
mt07cem020	Ud	Clavos de acero galvanizado, para aplicación con pistola.	20,000	0,26	5,20
mt07cem030	Ud	Cartucho de pólvora para fijación por disparo con clavadora.	20,000	0,17	3,40
mo041	H	Oficial 1ª estructurista.	0,493	18,10	8,92
mo087	H	Ayudante estructurista.	0,351	16,94	5,95
	%	Medios auxiliares	2,000	84,84	1,70
	%	Costes indirectos	3,000	86,54	2,60
Coste de mantenimiento decenal: 5,35€ en los primeros 10 años.				Total:	87,06

### 5.2 Aislamiento termico lana de roca vulcanizada:

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt16lrw030fct	m <sup>2</sup>	Panel semirrígido de lana de roca volcánica Rockcalm - E- 211 "ROCKWOOL", según UNE-EN 13162, no revestido, de 20cm. de espesor, resistencia térmica 1,4 m <sup>2</sup> K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK), densidad 40 kg/m <sup>3</sup> , calor específico 840 J/kgK y factor de resistencia a la difusión del vapor de agua 1,3.	1,147	26,20	29,87
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,063	17,82	1,12
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,063	16,13	1,02
	%	Medios auxiliares	2,000	7,71	0,15
	%	Costes indirectos	3,000	7,86	0,24
Coste de mantenimiento decenal: 0,16€ en los primeros 10 años.				Total:	32,40

### 5.3 Hormigón aligerado para formación de pendientes:

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt04lvc010c	Ud	Ladrillo cerámico hueco doble, para revestir, 24x11,5x9 cm, según UNE-EN 771-1.	4,000	0,13	0,52
mt01arl030	m³	Arcilla expandida, de 350 kg/m³ de densidad y granulometría comprendida entre 8 y 16 mm, suministrada en sacos.	0,100	59,50	5,95
mt09lec020b	m³	Lechada de cemento 1/3 CEM II/B-P 32,5 N.	0,010	105,10	1,05
mt08aaa010a	m³	Agua.	0,014	1,50	0,02
mt09mif010ca	t	Mortero industrial para albañilería, de cemento, color gris, categoría M-5 (resistencia a compresión 5 N/mm²), suministrado en sacos, según UNE-EN 998-2.	0,075	32,25	2,42
mo020	h	Oficial 1ª construcción.	0,362	17,24	6,24
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,582	15,92	9,27
	%	Medios auxiliares	2,000	25,47	0,51
	%	Costes indirectos	3,000	25,98	0,78
Coste de mantenimiento decenal: 0,54€ en los primeros 10 años.				Total:	26,76

### 5.4 Lámina de fieltro geotextil:

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt14gsa030aa	m²	Geotextil no tejido compuesto por fibras de polipropileno unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 5,4 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 5,9 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 39 mm, resistencia CBR a punzonamiento 1 kN y una masa superficial de 80 g/m². Según UNE-EN 13252.	1,100	0,41	0,45
mo041	h	Oficial 1ª construcción de obra civil.	0,002	17,24	0,03
mo087	h	Ayudante construcción de obra civil.	0,004	16,13	0,06
	%	Medios auxiliares	2,000	0,54	0,01
	%	Costes indirectos	3,000	0,55	0,02
Coste de mantenimiento decenal: 0,03€ en los primeros 10 años.				Total:	0,57

### 5.5 Lámina impermeabilizante de pintura elastómera:

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt14iea020c	kg	Emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB, según UNE 104231.	0,500	1,60	0,80
mt14lba010c	m²	Lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-30-FP, de 2,5 mm de espesor, masa nominal 3 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster no tejido de 160 g/m², de superficie no protegida. Según UNE-EN 13707.	0,347	4,87	1,69
mt14lga010ea	m²	Lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP, de 3,5 mm de espesor, masa nominal 5 kg/m², con armadura de fieltro de poliéster reforzado y estabilizado de 150 g/m², con autoprotección mineral de color rojo. Según UNE-EN 13707.	1,350	7,71	10,41
mt15acc020	m	Perfil de chapa de acero galvanizado, para encuentros de la impermeabilización con	2,000	1,31	2,62

		paramentos verticales.			
mt15ja020a	Ud	Cartucho de masilla de poliuretano, de 310 cm³.	0,170	6,59	1,12
mo029	h	Oficial 1º aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,101	17,24	1,74
mo067	h	Ayudante aplicador de láminas impermeabilizantes.	0,101	16,13	1,63
	%	Medios auxiliares	2,000	20,01	0,40
	%	Costes indirectos	3,000	20,41	0,61
Coste de mantenimiento decenal: 2,94€ en los primeros 10 años.				Total:	21,02

### 5.6 Grava filtrante para cubierta:

Descompuesto	Ud	Descomposición	Rend.	Precio unitario	Precio partida
mt01ard030b	t	Grava filtrante sin clasificar.	2,200	9,50	20,90
mq01pan010a	h	Pala cargadora sobre neumáticos de 120 kW/1,9 m³.	0,015	40,13	0,60
mq04cab010c	h	Camión basculante de 12 t de carga, de 162 kW.	0,015	40,09	0,60
mq01mot010b	h	Motoniveladora de 154 kW.	0,010	74,71	0,75
mq02rov010c	h	Compactador monocilíndrico vibrante autopropulsado, de 74 kW, de 7,42 t, anchura de trabajo 167,6 cm.	0,025	50,32	1,26
mq02cia020j	h	Camión cisterna de 8 m³ de capacidad.	0,012	40,02	0,48
mo113	h	Peón ordinario construcción.	0,101	15,92	1,61
	%	Medios auxiliares	2,000	26,20	0,52
	%	Costes indirectos	3,000	26,72	0,80
Coste de mantenimiento decenal: 1,10€ en los primeros 10 años.				Total:	27,52

## PLIEGOS DE CONDICIONES

CAPITULO 5 CUBIERTA DE LA TORRE:

### 5.1 Forjado colaborante:

PLIEGO DE CONDICIONES

UNIDAD DE OBRA EHX011: FORJADO DE LOSA MIXTA CON CHAPA COLABORANTE.

Características técnicas:

Formación de forjado de losa mixta, canto 18 cm, con chapa colaborante de acero galvanizado de 1.2 mm de espesor, 75 mm de canto y 172 mm de intereje y capa de hormigón armado realizada con hormigón HA-25/B/20/IIIa fabricado en central, y vertido con cubilote, volumen total de hormigón 0,062 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>; acero UNE-EN 10080 B 500 S, con una cuantía total de 1 kg/m<sup>2</sup>; y malla electrosoldada ME 15x30 Ø 6-6 B 500 T 6x2,20 UNE-EN 10080. Incluso p/p de remates perimetrales y de voladizos, realizados a base de piezas angulares de chapa de acero galvanizado; formación de huecos y refuerzos adicionales; fijaciones de las chapas, conectores de acero galvanizado, de 5 cm de altura y remates, y apuntalamiento en las zonas donde sea necesario según datos del fabricante. Todo ello apoyado sobre estructura metálica no incluida en este precio.

NORMATIVA DE APLICACIÓN:

Elaboración, transporte y puesta en obra del hormigón: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Ejecución: UNE-EN 1994. Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO:

Superficie medida en verdadera magnitud, según documentación gráfica de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.

CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

AMBIENTALES:

Se suspenderán los trabajos de hormigonado cuando llueva con intensidad, nieve, exista viento excesivo, una temperatura ambiente superior a 40°C o se prevea que dentro de las 48 horas siguientes pueda descender la temperatura ambiente por debajo de los 0°C.

DEL CONTRATISTA:

Dispondrá en obra de una serie de medios, en previsión de que se produzcan cambios bruscos de las condiciones ambientales durante el hormigonado o posterior periodo de fraguado, no pudiendo comenzarse el hormigonado de los diferentes elementos sin la autorización por escrito del Director de Ejecución de la obra.

PROCESO DE EJECUCIÓN

FASES DE EJECUCIÓN:

Replanteo. Montaje de las chapas. Apuntalamiento, si fuera necesario. Fijación de las chapas y resolución de los apoyos. Fijación de los conectores a las chapas. Colocación de armaduras con separadores homologados. Vertido y compactación del hormigón. Regleado y nivelación de la superficie de acabado. Curado del hormigón. Reparación de defectos superficiales.

CONDICIONES DE TERMINACIÓN:

El forjado será monolítico y transmitirá correctamente las cargas. La superficie quedará uniforme y sin irregularidades.

CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO:

Se evitará la actuación sobre el elemento de acciones mecánicas no previstas en el cálculo.

CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO:

Se medirá, en verdadera magnitud, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, deduciendo los huecos de superficie mayor de 6 m<sup>2</sup>.

## 5.2 Aislamiento termico lana de roca vulcanizada:

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (1)	Obligatoriedad (2)	Sistema (3)
UNE-EN 13162:2013 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de lana mineral (MW). Especificación.	1.9.2013	1.9.2013	1/3/4

(1) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(2) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(3) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Pliego de condiciones

UNIDAD DE OBRA NAQ021: AISLAMIENTO INTERIOR DE CUBIERTAS INCLINADAS SOBRE ESPACIO HABITABLE.  
SISTEMA "ROCKWOOL".

### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación de aislamiento por el interior en cubiertas inclinadas sobre espacio habitable, compuesto por: panel lana mineral de lana de roca volcánica Rockcalm -E- 211 "ROCKWOOL", según UNE-EN 13162, no revestido, de 50 mm de espesor, resistencia térmica 1,4 m<sup>2</sup>K/W, conductividad térmica 0,035 W/(mK). Totalmente colocado y preparado para recibir el trasdosado interior que sea compatible con él.

### NORMATIVA DE APLICACIÓN

Ejecución: CTE. DB HS Salubridad.

### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

#### DEL SOPORTE.

Se comprobará que la cubierta es estanca e impermeable al agua de lluvia y que la estructura de madera está seca.

### PROCESO DE EJECUCIÓN

#### FASES DE EJECUCIÓN.

Corte y preparación del aislamiento.

#### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

La protección de la totalidad de la superficie será homogénea. No existirán puentes térmicos.

### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto.

### Residuos generados

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	0,101	0,168
17 02 03	Plástico.	0,025	0,042
	Total residuos:	0,126	0,210

### 5.3 Hormigón aligerado para formación de pendientes:

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (1)	Obligatoriedad (2)	Sistema (3)
UNE-EN 771-1:2011 Especificaciones de piezas para fábrica de albañilería. Parte 1: Piezas de arcilla cocida	122012	122013	2+/4
UNE-EN 998-2:2012 Especificaciones de los morteros para albañilería. Parte 2: Morteros para albañilería	162011	162012	2+/4

Pliego de condiciones

UNIDAD DE OBRA QAY010: FORMACIÓN DE PENDIENTES CON HORMIGÓN, EN CUBIERTA PLANA NO VENTILADA.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS.

Formación de pendientes en cubierta plana no ventilada, mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo cerámico hueco doble y capa de 10 cm de espesor medio a base de arcilla expandida de 350 kg/m<sup>3</sup> de densidad, vertida en seco y consolidada en su superficie con lechada de cemento, proporcionando una resistencia a compresión de 1 MPa y con una conductividad térmica de 0,087 W/mK; acabado con capa de regularización de mortero de cemento M-5 de 4 cm de espesor, fratasada y limpia. Incluso p/p de limpieza y preparación de la superficie soporte, replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas, formación de maestras, relleno de juntas con poliestireno expandido de 2 cm de espesor, vertido y regleado del hormigón, y vertido, extendido y maestreado del mortero de regularización.

#### NORMATIVA DE APLICACIÓN.

Ejecución: CTE. DB HS Salubridad.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO.

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA.

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie de la base resistente es uniforme y plana, está limpia y carece de restos de obra. Se comprobará que los paramentos verticales de casetones, petos perimetrales y otros elementos constructivos se encuentran terminados.

##### AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando llueva, nieve o la velocidad del viento sea superior a 50 km/h, debiendo aplicarse en unas condiciones térmicas ambientales que se encuentren dentro de los márgenes prescritos en las correspondientes especificaciones de aplicación.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Limpieza y preparación de la superficie soporte. Replanteo de las pendientes y trazado de limatesas, limahoyas y juntas. Formación de pendientes mediante encintado de limatesas, limahoyas y juntas con maestras de ladrillo. Relleno de juntas con poliestireno expandido. Vertido en seco de la arcilla expandida hasta alcanzar el nivel de coronación de las maestras, y consolidación con lechada de cemento. Vertido, extendido y regleado del mortero de regularización.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Será básica la condición de libre dilatación.

#### COMPROBACIÓN EN OBRA DE LAS MEDICIONES EFECTUADAS EN PROYECTO Y ABONO DE LAS MISMAS.

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

#### Residuos generados

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)
17 01 02	Ladrillos.	1,520	1,216
01 04 09	Residuos de arena y arcillas.	0,525	0,328
17 01 01	Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	1,250	0,833
	Residuos generados:	3,295	2,377
17 02 03	Plástico.	0,179	0,298
17 02 01	Madera.	0,104	0,095
	Envases:	0,283	0,393
	Total residuos:	3,578	2,770

#### 5.4 Lámina de fieltro geotextil:

##### PLIEGO DE CONDICIONES

UNIDAD DE OBRA NGX010: GEOTEXTIL NO TEJIDO.

##### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Suministro y colocación sobre el terreno de geotextil no tejido compuesto por fibras de polipropileno unidas por agujeteado, con una resistencia a la tracción longitudinal de 5,4 kN/m, una resistencia a la tracción transversal de 5,9 kN/m, una apertura de cono al ensayo de perforación dinámica según UNE-EN ISO 13433 inferior a 39 mm, resistencia CBR a punzonamiento 1 kN y una masa superficial de 80 g/m<sup>2</sup>. Incluso p/p de cortes, fijaciones al terreno, resolución de solapes y uniones.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida según documentación gráfica de Proyecto.

##### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará que las características del material sobre el que se va extender el geotextil se corresponden con las previstas en el Proyecto. La superficie estará limpia, seca y exenta de material deleznable que pueda perforar el geotextil por punzonamiento.

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Colocación del geotextil sobre el terreno. Resolución de solapes y uniones. Fijación del geotextil al terreno mediante grapas.

##### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se evitará el paso de personas y vehículos sobre los geotextiles colocados.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, incluyendo las entregas y los solapes.



#### Residuos generados

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)
17 06 04	Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	0,006	0,010
17 02 03	Plástico.	0,026	0,043
	Total residuos:	0,032	0,053

#### 5.5 Lámina impermeabilizante de pintura elastómera:

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (1)	Obligatoriedad (2)	Sistema (3)
UNE-EN 13707:2005/A2:2010 Láminas flexibles para la impermeabilización. Láminas bituminosas con armadura para impermeabilización de cubiertas. Definiciones y características.	142010	1102010	1/2+/3/4

(1) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(2) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(3) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Pliego de condiciones

UNIDAD DE OBRA NIF021: IMPERMEABILIZACIÓN DE CORNISA CON PRODUCTOS ASFÁLTICOS.

#### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Formación de impermeabilización en cornisa con lámina de betún modificado con elastómero SBS, LBM(SBS)-50/G-FP, con armadura de fieltro de poliéster reforzado y estabilizado de 150 g/m<sup>2</sup>, con autoprotección mineral de color rojo, tipo monocapa, totalmente adherida al soporte con soplete, previa imprimación con emulsión asfáltica aniónica con cargas tipo EB; resolución de encuentros con paramentos verticales mediante colocación de perfil de chapa de acero galvanizado, banda de refuerzo y banda de terminación. Incluso p/p de limpieza y preparación de la superficie, solapes y cordón de sellado aplicado entre el perfil metálico y el paramento.

#### CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO

Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

#### CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA

##### DEL SOPORTE.

Se comprobará que la superficie de la base resistente es uniforme y plana, está limpia y carece de restos de obra.

##### AMBIENTALES.

Se suspenderán los trabajos cuando llueva con intensidad, nieve o exista viento excesivo.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Limpieza y preparación de la superficie que se va a impermeabilizar. Imprimación de la superficie a impermeabilizar. Colocación de la banda de refuerzo. Colocación de la impermeabilización. Colocación de

la banda de terminación. Colocación de los perfiles metálicos. Aplicación del cordón de sellado entre el perfil y el paramento vertical.

**CONDICIONES DE TERMINACIÓN.**

La impermeabilización será estanca al agua y continua, y tendrá una adecuada fijación al soporte y un correcto tratamiento de juntas. La capa de protección será estanca al agua y conservará la integridad frente a la acción destructiva de los agentes atmosféricos. El conjunto constructivo tendrá resistencia y compatibilidad de deformaciones con la estructura y con la cobertura del edificio.

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO**

Se medirá, en proyección horizontal, la superficie realmente ejecutada según especificaciones de Proyecto, desde las caras interiores de los antepechos o petos perimetrales que la limitan.

**Residuos generados**

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)
17 03 02	Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	0,520	0,520
17 04 05	Hierro y acero.	0,105	0,050
	Residuos generados:	0,625	0,570
17 02 03	Plástico.	0,101	0,168
15 01 04	Envases metálicos.	0,027	0,045
	Envases:	0,128	0,213
	Total residuos:	0,753	0,783

**5.6 Grava filtrante para cubierta:**

Pliego de condiciones

UNIDAD DE OBRA ASD040: RELLENO CON MATERIAL DE DRENAJE.

**CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

Formación de relleno de grava filtrante sin clasificar, en trasdós de muro, para facilitar el drenaje de las aguas procedentes de lluvia, con el fin de evitar encharcamientos y el sobreempuje hidrostático contra las estructuras de contención. Compuesto por sucesivas capas de 30 cm de espesor, extendidas y compactadas por encima de la red de drenaje (no incluida en este precio), con medios mecánicos, hasta alcanzar una densidad seca no inferior al 80% de la máxima obtenida en el ensayo Proctor Modificado, realizado según UNE 103501 (no incluido en este precio). Incluso descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno y humectación de los mismos. Totalmente terminado y probado mediante las correspondientes pruebas de servicio (incluidas en este precio).

**NORMATIVA DE APLICACIÓN**

Ejecución:

- CTE. DB-SE-C Seguridad estructural: Cimientos.
- PG-3. Pliego de prescripciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes de la Dirección General de Carreteras.
- NTE-ASD. Acondicionamiento del terreno. Saneamiento: Drenajes y avenamientos.

**CRITERIO DE MEDICIÓN EN PROYECTO**

Volumen medido sobre los planos de perfiles transversales del Proyecto, que definen el movimiento de tierras a realizar en obra.

**CONDICIONES PREVIAS QUE HAN DE CUMPLIRSE ANTES DE LA EJECUCIÓN DE LAS UNIDADES DE OBRA**

**DEL SOPORTE.**

Se comprobará que el terreno coincide con el previsto en el Proyecto. Se dispondrá de la información

topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio acreditado en el área técnica correspondiente, y que incluirá, entre otros datos: plano altimétrico de la zona, cota del nivel freático, localización de estratos con distinta permeabilidad y curvas granulométricas de los tipos de terreno de la zona afectada.

#### PROCESO DE EJECUCIÓN

##### FASES DE EJECUCIÓN.

Descarga a pie de tajo de los áridos a utilizar en los trabajos de relleno. Replanteo general y de niveles. Extendido del material de relleno en tongadas de espesor uniforme. Humectación o desecación de cada tongada. Compactación. Realización de pruebas de servicio.

##### CONDICIONES DE TERMINACIÓN.

Se acabará el relleno en las condiciones adecuadas que garanticen el drenaje del terreno y la circulación de la red.

##### PRUEBAS DE SERVICIO.

Funcionamiento del drenaje.

Normativa de aplicación: NTE-ASD. Acondicionamiento del terreno. Saneamiento: Drenajes y avenamientos

##### CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO.

Se protegerá para evitar su contaminación.

##### CRITERIO DE MEDICIÓN EN OBRA Y CONDICIONES DE ABONO

Se medirá, en perfil compactado, el volumen realmente ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

#### Residuos generados

Código LER	Residuos generados	Peso (kg)	Volumen (l)
01 04 08	Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	16,354	10,903

## RESUMEN GENERAL DE PRESUPUESTO

CAP	RESUMEN	EUROS	%
C01	Demolición y movimiento de tierras	246.934,00	6,22
C02	Cimentación	539.920,00	13,60
C03	Cerramiento	469.651,00	11,83
C04	Estructura	103.100,00	25,97
C05	Cubiertas	249.713,00	6,29
C06	Acabados	392.633,00	9,89
C07	Instalaciones	568.504,00	14,32
C08	Urbanización	197.309,00	4,87
C09	Gestión de residuos	127.437,00	3,21
C10	Plan de control	101.632,00	2,56
C11	Seguridad y salud	492.280,00	1,24
	TOTAL EJECUCION MATERIAL	3.970.000,00	
	13,00 % Gastos generales .....	516.100,00	
	6,00 % Beneficio industrial .....	238.200,00	
	SUMA DE G.G Y B.I	784.300,00	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	4.754.300,00	
	10,00 % I.V.A. ....	475.430,00	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	5.229.730,00	
		euros	

El presupuesto general asciende a la cantidad de: cinco millones doscientos veintinueve mil setecientos treinta euros.

## 9 SEGURIDAD ESTRUCTURAL

### Memoria descriptiva y justificativa:

En este edificio para la Autoridad Portuaria en Puna Langosteira se utiliza un sistema de cimentación con zapatas aisladas debido a la buena tensión admisible por el terreno según el estudio geotécnico. Se ejecutan unos muros de cimentación de espesores variables según la zona para contener las tierras del sótano, así como para confinar los núcleos de comunicaciones.

Se utilizan unos pilares de hormigón armado en el sótano ya que ofrecen una mejor resistencia al fuego y debido a que por su ubicación en una zona enterrada más húmeda ofrecen mayor resistencia a una posible deterioración.

En la planta baja se emplea un forjado de losa maciza de hormigón de  $e=35\text{cm}$  ya que permite soportar de manera adecuada los esfuerzos procedentes de los rellenos de terreno que se utilizan en esta planta, además de soportar el propio tránsito de esta planta.

A partir de la planta primera se desarrolla una estructura metálica de cerchas para poder salvar los voladizos de 6,5 metros en los laterales del edificio con el menor canto posible. La estructura ha estado íntimamente ligada al proyecto arquitectónico desde el primer momento, hasta el punto en que ha sido el canto de 1.50m de las cerchas el que ha acabado por determinar los saltos de cota en la cubierta. Estos continuos movimientos se han visto perfectamente resueltos por la sucesión de los 11 pórticos metálicos que componen la parte principal de la estructura del edificio. A partir de ahí, se utilizan unas vigas riostras entre pórticos, de distintas dimensiones según el cálculo estructural, que a su vez sirven como soporte para los forjados de chapa colaborante.

Por último y continuando la lógica estructural, se ejecuta la torre también con una estructura metálica por su ligereza y por su coherencia con la estructura utilizada anteriormente.

### Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

El DB-SE constituye la base para los Documentos Básicos siguientes y se utilizará conjuntamente con ellos:

	apartado		Procede	No procede
DB-SE	3.1.1	Seguridad estructural:	X	
DB-SE-AE	3.1.2.	Acciones en la edificación	X	
DB-SE-C	3.1.3.	Cimentaciones	X	
DB-SE-A	3.1.7.	Estructuras de acero	X	
DB-SE-F	3.1.8.	Estructuras de fábrica		X
DB-SE-M	3.1.9.	Estructuras de madera		X

Deberán tenerse en cuenta, además, las especificaciones de la normativa siguiente:

	apartado		Procede	No procede
NCSE	3.1.4.	Norma de construcción sismorresistente	X	
EHE	3.1.5.	Instrucción de hormigón estructural	X	
EFHE	3.1.6	Instrucción para el proyecto y la ejecución de forjados unidireccionales de hormigón estructural realizados con elementos prefabricados		X

REAL DECRETO 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación. (BOE núm. 74, Martes 28 marzo 2006)

**Artículo 10. Exigencias básicas de seguridad estructural (SE).**

El objetivo del requisito básico «Seguridad estructural» consiste en asegurar que el edificio tiene un comportamiento estructural adecuado frente a las acciones e influencias previsibles a las que pueda estar sometido durante su construcción y uso previsto.

Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, fabricarán, construirán y mantendrán de forma que cumplan con una fiabilidad adecuada las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.

Los Documentos Básicos «DB SE Seguridad Estructural», «DB-SE-AE Acciones en la edificación», «DBSE-C Cimientos», «DB-SE-A Acero», «DB-SE-F Fábrica» y «DB-SE-M Madera», especifican parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad estructural.

Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente.

10.1 Exigencia básica SE 1: Resistencia y estabilidad: la resistencia y la estabilidad serán las adecuadas para que no se generen riesgos indebidos, de forma que se mantenga la resistencia y la estabilidad frente a las acciones e influencias previsibles durante las fases de construcción y usos previstos de los edificios, y que un evento extraordinario no produzca consecuencias desproporcionadas respecto a la causa original y se facilite el mantenimiento previsto.

10.2 Exigencia básica SE 2: Aptitud al servicio: la aptitud al servicio será conforme con el uso previsto del edificio, de forma que no se produzcan deformaciones inadmisibles, se limite a un nivel aceptable la probabilidad de un comportamiento dinámico inadmisibles y no se produzcan degradaciones o anomalías inadmisibles.

**Seguridad estructural (SE)**

**Análisis estructural y dimensionado**

Proceso	-DETERMINACION DE SITUACIONES DE DIMENSIONADO -ESTABLECIMIENTO DE LAS ACCIONES -ANALISIS ESTRUCTURAL -DIMENSIONADO	
Situaciones dimensionado de	PERSISTENTES	condiciones normales de uso
	TRANSITORIAS	condiciones aplicables durante un tiempo limitado.
	EXTRAORDINARIAS	condiciones excepcionales en las que se puede encontrar o estar expuesto el edificio.
Periodo de servicio	50 Años	
Método comprobación de	Estados límites	
Definición estado limite	Situaciones que de ser superadas, puede considerarse que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido	
Resistencia y estabilidad	ESTADO LIMITE ÚLTIMO: Situación que de ser superada, existe un riesgo para las personas, ya sea por una puesta fuera de servicio o por colapso parcial o total de la estructura: - pérdida de equilibrio - deformación excesiva - transformación estructura en mecanismo - rotura de elementos estructurales o sus uniones - inestabilidad de elementos estructurales	
Aptitud de servicio	ESTADO LIMITE DE SERVICIO Situación que de ser superada se afecta:: - el nivel de confort y bienestar de los usuarios - correcto funcionamiento del edificio - apariencia de la construcción	

## ACCIONES

Clasificación de las acciones	PERMANENTES	Aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable: acciones reológicas
	VARIABLES	Aquellas que pueden actuar o no sobre el edificio: uso y acciones climáticas
	ACCIDENTALES	Aquellas cuya probabilidad de ocurrencia es pequeña pero de gran importancia: sismo, incendio, impacto o explosión.
Valores característicos de las acciones	Los valores de las acciones se recogerán en la justificación del cumplimiento del DB SE-AE	
Datos geométricos de la estructura	La definición geométrica de la estructura está indicada en los planos de proyecto	
Características de los materiales	Los valores característicos de las propiedades de los materiales se detallarán en la justificación del DB correspondiente o bien en la justificación de la EHE.	
Modelo análisis estructural	Se realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: losas, pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.	

## Verificación de la estabilidad

$E_{d,dst} \leq E_{d,stab}$	$E_{d,dst}$ : valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras
	$E_{d,stab}$ : valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

## Verificación de la resistencia de la estructura

$E_d \leq R_d$	$E_d$ : valor de cálculo del efecto de las acciones $R_d$ : valor de cálculo de la resistencia correspondiente
----------------	---

## Combinación de acciones

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación persistente o transitoria y los correspondientes coeficientes de seguridad se han obtenido de la fórmula 4.3 y de las tablas 4.1 y 4.2 del presente DB.

El valor de cálculo de las acciones correspondientes a una situación extraordinaria se ha obtenido de la expresión 4.4 del presente DB y los valores de cálculo de las acciones se han considerado 0 o 1 si su acción es favorable o desfavorable respectivamente.

## Verificación de la aptitud de servicio

Se considera un comportamiento adecuado en relación con las deformaciones, las vibraciones o el deterioro si se cumple que el efecto de las acciones no alcanza el valor límite admisible establecido para dicho efecto.	
Flechas desplazamientos horizontales	La limitación de flecha activa establecida en general es de 1/500 de la luz
	El desplome total límite es 1/500 de la altura total

## Acciones en la edificación (SE-AE)

<b>Acciones Permanentes (G):</b>	Peso Propio de la estructura:	Corresponde generalmente a los elementos del forjado colaborante y del acero S 275 JR de la estructura.
	Cargas Muertas:	Se estiman uniformemente repartidas en la planta. Son elementos tales como el pavimento y la tabiquería (aunque esta última podría considerarse una carga variable, sí su posición o presencia varía a lo largo del tiempo).
	Peso propio de tabiques pesados y muros de cerramiento:	Éstos se consideran al margen de la sobrecarga de tabiquería. En el anejo C del DB-SE-AE se incluyen los pesos de algunos materiales y productos. El pretensado se regirá por lo establecido en la Instrucción EHE. Las acciones del terreno se tratarán de acuerdo con lo establecido en DB-SE-C.

<b>Acciones Variables (Q):</b>	La sobrecarga de uso:	Se adoptarán los valores de la tabla 3.1. Los equipos pesados no están cubiertos por los valores indicados. Las fuerzas sobre las barandillas y elementos divisorios: Se considera una sobrecarga lineal de 1 kN/m en las cubiertas por ser solamente para mantenimiento
--------------------------------	-----------------------	--

Las acciones climáticas:	<p><u>El viento:</u> Las disposiciones de este documento no son de aplicación en los edificios situados en altitudes superiores a 2.000 m. En general, las estructuras habituales de edificación no son sensibles a los efectos dinámicos del viento y podrán despreciarse estos efectos en edificios cuya esbeltez máxima (relación altura y anchura del edificio) sea menor que 6. En los casos especiales de estructuras sensibles al viento será necesario efectuar un análisis dinámico detallado. La presión dinámica del viento <math>Q_b = 1/2 \times R \times V_b^2</math>. A falta de datos más precisos se adopta <math>R = 1.25 \text{ kg/m}^3</math>. La velocidad del viento se obtiene del anejo E. Canarias está en zona C, con lo que <math>v = 29 \text{ m/s}</math>, correspondiente a un periodo de retorno de 50 años. Los coeficientes de presión exterior e interior se encuentran en el Anejo D.</p> <p><u>La temperatura:</u> En estructuras habituales de hormigón estructural o metálicas formadas por pilares y vigas, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan de juntas de dilatación a una distancia máxima de 40 metros</p> <p><u>La nieve:</u> Este documento no es de aplicación a edificios situados en lugares que se encuentren en altitudes superiores a las indicadas en la tabla 3.11. En cualquier caso, incluso en localidades en las que el valor característico de la carga de nieve sobre un terreno horizontal <math>S_k = 0</math> se adoptará una sobrecarga no menor de <math>0.20 \text{ Kn/m}^2</math></p>
Las acciones químicas, físicas y biológicas:	<p>Las acciones químicas que pueden causar la corrosión de los elementos de acero se pueden caracterizar mediante la velocidad de corrosión que se refiere a la pérdida de acero por unidad de superficie del elemento afectado y por unidad de tiempo. La velocidad de corrosión depende de parámetros ambientales tales como la disponibilidad del agente agresivo necesario para que se active el proceso de la corrosión, la temperatura, la humedad relativa, el viento o la radiación solar, pero también de las características del acero y del tratamiento de sus superficies, así como de la geometría de la estructura y de sus detalles constructivos.</p> <p>El sistema de protección de las estructuras de acero se regirá por el DB-SE-A. En cuanto a las estructuras de hormigón estructural se regirán por el Art.3.4.2 del DB-SE-AE.</p>



Acciones accidentales (A):	<p>Los impactos, las explosiones, el sismo, el fuego.</p> <p>Las acciones debidas al sismo están definidas en la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE-02.</p> <p>En este documento básico solamente se recogen los impactos de los vehículos en los edificios, por lo que solo representan las acciones sobre las estructuras portantes. Los valores de cálculo de las fuerzas estáticas equivalentes al impacto de vehículos están reflejados en la tabla 4.1</p>
----------------------------	---

### Cargas gravitatorias por niveles.

Conforme a lo establecido en el DB-SE-AE en la tabla 3.1 y al Anexo A.1 y A.2 de la EHE, las acciones gravitatorias, así como las sobrecargas de uso, tabiquería y nieve que se han considerado para el cálculo de la estructura de este edificio son las indicadas:

1.1.1.1 Niveles	1.1.2 Sobrecarga de Uso	1.1.3 Sobrecarga de Tabiquería	1.1.4 Peso propio del Forjado	1.1.5 Peso propio del Solado	1.1.6 Carga Total
Nivel colaborante 1_forjado	8,00 KN/m <sup>2</sup>	1,00 KN/m <sup>2</sup>	2,00 KN/m <sup>2</sup>	4,00 KN/m <sup>2</sup>	15,00 KN/m <sup>2</sup>
Nivel colaborante 2_forjado	4,00 KN/m <sup>2</sup>	0,00 KN/m <sup>2</sup>	2,00 KN/m <sup>2</sup>	4,00 KN/m <sup>2</sup>	10,00KN/m <sup>2</sup>

### 1.3. CIMENTACIONES (SE-C)

#### Bases de cálculo

Método de cálculo:	El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites Últimos (apartado 3.2.1 DB-SE) y los Estados Límites de Servicio (apartado 3.2.2 DB-SE). El comportamiento de la cimentación debe comprobarse frente a la capacidad portante (resistencia y estabilidad) y la aptitud de servicio.
Verificaciones:	Las verificaciones de los Estados Límites están basadas en el uso de un modelo adecuado para el sistema de cimentación elegido y el terreno de apoyo de la misma.
Acciones:	Se ha considerado las acciones que actúan sobre el edificio soportado según el documento DB-SE-AE y las acciones geotécnicas que transmiten o generan a través del terreno en que se apoya según el documento DB-SE en los apartados (4.3 - 4.4 - 4.5).

#### Estudio geotécnico pendiente de realización, datos estimados:

Generalidades:	El análisis y dimensionamiento de la cimentación exige el conocimiento previo de las características del terreno de apoyo, la tipología del edificio previsto y el entorno donde se ubica la construcción.	
Datos estimados	Terreno arenoso, nivel freático, edificaciones en construcción y realizadas colindantes.	
Tipo de reconocimiento:	Se ha realizado un reconocimiento inicial del terreno donde se pretende ubicar esta edificación, encontrándose un terreno arcilloso a la profundidad de la cota de cimentación teórica.	
Parámetros geotécnicos estimados:	Cota de cimentación	Según planos
	Estrato previsto para cimentar	arcillas
	Nivel freático.	No registrado
	Tensión admisible considerada	5,00 KpN/cm <sup>2</sup>
	Peso específico del terreno	$\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$

**Cimentación:**

Descripción:	Zapata aislada.
Material adoptado:	Hormigón armado.
Dimensiones y armado:	Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural (EHE) atendiendo a elemento estructural considerado.
Condiciones de ejecución:	Sobre la superficie de excavación del terreno se debe de extender una capa de hormigón de regularización llamada solera de asiento que tiene un espesor mínimo de 10 cm y que sirve de base a la losa de cimentación

**Sistema de contenciones:**

Descripción:	Muros de hormigón armado de espesor 30-40 centímetros, calculado en flexo-compresión compuesta con valores de empuje al reposo y como muro de forjado sanitario, es decir considerando la colaboración de los forjados en la estabilidad del muro.
Material adoptado:	Hormigón armado.
Dimensiones y armado:	Las dimensiones y armados se indican en planos de estructura. Se han dispuesto armaduras que cumplen con las cuantías mínimas indicadas en la tabla 42.3.5 de la instrucción de hormigón estructural (EHE) atendiendo a elemento estructural considerado.
Condiciones de ejecución:	Sobre la superficie de excavación del terreno se debe de extender una capa de hormigón de regularización llamada solera de asiento que tiene un espesor mínimo de 10 cm. Cuando sea necesario, la dirección facultativa decidirá ejecutar la excavación mediante bataches al objeto de garantizar la estabilidad de los terrenos y de las cimentaciones de edificaciones colindantes.

## ACCIÓN SÍSMICA (NCSE-02)

RD 997/2002, de 27 de Septiembre, por el que se aprueba la Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación (NCSR-02).

Clasificación de la construcción:	Centro social (Construcción de normal importancia)
Tipo de Estructura:	Estructura metálica con forjado colaborante
Aceleración Sísmica Básica (ab):	$ab < 0.04$ g, (siendo g la aceleración de la gravedad)
Coefficiente de contribución (K):	$K=1$
Coefficiente adimensional de riesgo ( $\rho$ ):	$\rho=1$ , (en construcciones de normal importancia)
Coefficiente de amplificación del terreno (S):	Para ( $\rho ab \leq 0.1$ g), por lo que $S=C/1.25$ Terreno tipo III (C=1.0) Roca compacta, suelo cementado o granular denso Terreno tipo II (C=1.3) Roca muy fracturada, suelo granular y cohesivo duro Terreno tipo III (C=1.6)
Coefficiente de tipo de terreno (C):	Suelo granular de compacidad media Terreno tipo IV (C=2.00) Suelo granular suelto ó cohesivo blando
Aceleración sísmica de cálculo (ac):	$Ac = S \times \rho \times ab = 0.032$ g $Ac = S \times \rho \times ab = 0.0416$ g $Ac = S \times \rho \times ab = 0.0512$ g $Ac = S \times \rho \times ab = 0.064$ g
Método de cálculo adoptado:	
Factor de amortiguamiento:	
Periodo de vibración de la estructura:	
Número de modos de vibración considerados:	
Fracción cuasi-permanente de sobrecarga:	
Coefficiente de comportamiento por ductilidad:	
Efectos de segundo orden (efecto $\rho\Delta$ ): (La estabilidad global de la estructura)	
Medidas constructivas consideradas:	
Observaciones:	Para el caso que nos ocupa de edificación de importancia normal situada en el término municipal de Arteixo (A Coruña), cuya aceleración sísmica básica ab es inferior a 0,04g, la aplicación de esta norma no es obligatoria.

## CUMPLIMIENTO DE LA INSTRUCCIÓN DE HORMIGÓN ESTRUCTURAL EHE

(RD 2661/1998, de 11 de Diciembre, por el que se aprueba la instrucción de hormigón estructural)

### ESTRUCTURA

Descripción del sistema estructural: Sistema de vigas y pilares de acero .

### PROGRAMA DE CÁLCULO:

Nombre comercial:	Metal 3D y Cypecad		
Empresa	Cype Ingenieros Avenida Eusebio Sempere, nº5 Alicante.		
Descripción del programa: idealización de la estructura: simplificaciones efectuadas.	El programa realiza un cálculo espacial en tres dimensiones por métodos matriciales de rigidez, formando las barras los elementos que definen la estructura: pilares, vigas, brochales y viguetas. Se establece la compatibilidad de deformación en todos los nudos considerando seis grados de libertad y se crea la hipótesis de indeformabilidad del plano de cada planta, para simular el comportamiento del forjado, impidiendo los desplazamientos relativos entre nudos del mismo. A los efectos de obtención de solicitaciones y desplazamientos, para todos los estados de carga se realiza un cálculo estático y se supone un comportamiento lineal de los materiales, por tanto, un cálculo en primer orden.		
Memoria de cálculo Método de cálculo	El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límites de la vigente EHE, artículo 8, utilizando el Método de Cálculo en Rotura.		
Redistribución de esfuerzos:	Se realiza una plastificación de hasta un 15% de momentos negativos en vigas, según el artículo 24.1 de la EHE.		
Deformaciones	Lím. flecha total L/250	Lím. flecha activa L/400	Máx. recomendada 1cm.
	Valores de acuerdo al artículo 50.1 de la EHE. Para la estimación de flechas se considera la Inercia Equivalente ( $I_e$ ) a partir de la Formula de Branson. Se considera el modulo de deformación $E_c$ establecido en la EHE, art. 39.1.		
Cuantías geométricas	Serán como mínimo las fijadas por la instrucción en la tabla 42.3.5 de la Instrucción vigente.		

### ESTADO DE CARGAS CONSIDERADAS:

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de: NORMA ESPAÑOLA EHE DOCUMENTO BASICO SE (CODIGO TÉCNICO)

Los valores de las acciones serán los recogidos en: DOCUMENTO BASICO SE-AE (CODIGO TECNICO)  
ANEJO A del Documento Nacional de Aplicación de la norma UNE ENV 1992 parte 1, publicado en la norma EHE  
Norma Básica Española AE/88.

Cargas verticales (valores en servicio)		
Nivel 1 (planta) 15,00 kN/m <sup>2</sup>	p.p del forjado	2,00 kN/m <sup>2</sup>
	Acabados	4,00 kN/m <sup>2</sup>
	Tabiquería	1,00 kN/m <sup>2</sup>
	Sobrecarga de uso	8,00 kN/m <sup>2</sup>
Nivel 2(cubierta) 10,00 kN/m <sup>2</sup>	p.p del forjado	2,00 kN/m <sup>2</sup>
	Acabados	4,00 kN/m <sup>2</sup>
	Tabiquería	0,00 kN/m <sup>2</sup>
	sobrecarga de uso	4,00 kN/m <sup>2</sup>
Horizontales: Viento	Se ha considerada la acción del viento estableciendo una presión dinámica de valor $W = 75 \text{ kg/m}^2$ sobre la superficie de fachadas. Esta presión se corresponde con situación normal, altura no mayor de 30 metros y velocidad del viento de 125 km/hora. Esta presión se ha considerado actuando en sus los dos ejes principales de la edificación.	
Cargas Térmicas	Serán como mínimo las fijadas por la instrucción en la tabla 42.3.5 de la Instrucción vigente..	
Sobrecargas En El Terreno	A los efectos de calcular el empuje al reposo de los muros de contención, se ha considerado en el terreno una sobre carga de 1000 kg/m <sup>2</sup> .	

#### CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES:

-Hormigón	HA-25/P/40/IIa (en Cimentación)
	HA-25/B/20/IIIa (El resto)
-tamaño máximo de árido...	30 mm
-máxima relación agua/cemento	0,50
-mínimo contenido de cemento	300 kg/m <sup>3</sup>
-F <sub>ck</sub> ...	16,66 N/mm <sup>2</sup>
-tipo de acero...	B-500-S
-F <sub>yk</sub> ...	434,78 N/mm <sup>2</sup>
-Acero estructura	S275 JR

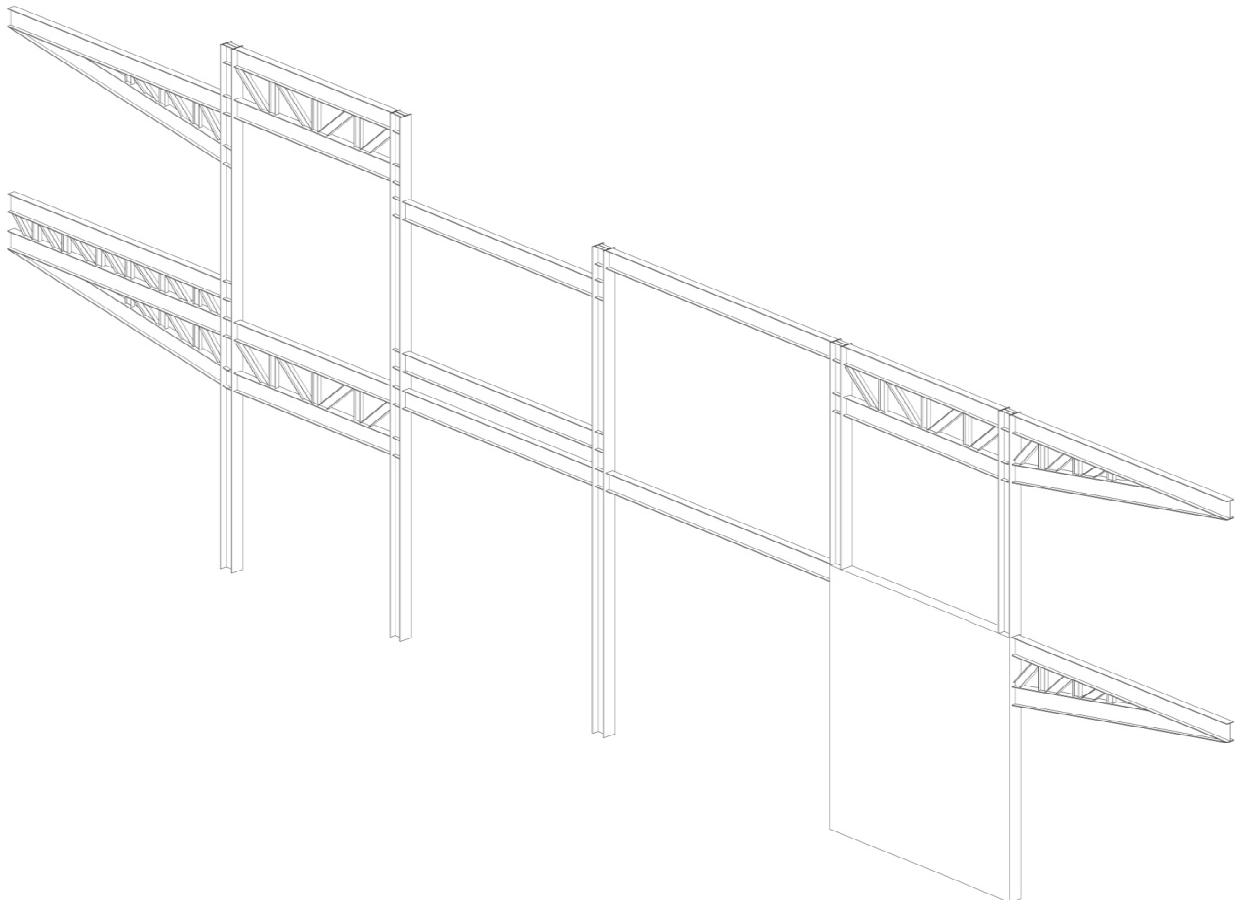
#### COEFICIENTES DE SEGURIDAD Y NIVELES DE CONTROL

El nivel de control de ejecución de acuerdo al artº 95 de EHE para esta obra es normal.  
El nivel control de materiales es estadístico para el hormigón y normal para el acero de acuerdo a los artículos 88 y 90 de la EHE respectivamente

Hormigón	Coefficiente de minoración	1,50
	Nivel de control	ESTADISTICO
Acero	Coefficiente de minoración	1,15
	Nivel de control	NORMAL
Ejecución	Coefficiente de mayoración	
	Cargas Permanentes...	1,50
	Cargas variables	1,50
	Nivel de control...	NORMAL

## DURABILIDAD

Recubrimientos exigidos:	Al objeto de garantizar la durabilidad de la estructura durante su vida útil, el artículo 37 de la EHE establece los siguientes parámetros.	
Recubrimientos:	A los efectos de determinar los recubrimientos exigidos en la tabla 37.2.4. de la vigente EHE, se considera toda la estructura en ambiente IIIa: esto es exterior marino aéreo. Para el ambiente IIIa se exigirá un recubrimiento mínimo de 35 mm, lo que requiere un recubrimiento nominal de 50 mm en cimentación, y 45 mm en el resto de casos. Para garantizar estos recubrimientos se exigirá la disposición de separadores homologados de acuerdo con los criterios descritos en cuando a distancias y posición en el artículo 66.2 de la vigente EHE.	
Cantidad mínima de cemento:	de	Para el ambiente considerado IIIa, la cantidad mínima de cemento requerida es de 300 kg/m <sup>3</sup> .
Cantidad máxima de cemento:	de	Para el tamaño de árido previsto de 30-20 mm, la cantidad máxima de cemento es de 300 kg/m <sup>3</sup> .
Resistencia recomendada:	mínima	Para ambiente IIIa la resistencia mínima es de 25 Mpa.
Relación agua cemento:	la cantidad máxima de agua se deduce de la relación $a/c \leq 0,65$	



## 9.1 DETALLE PORMENORIZADO DE ANÁLISIS DE UN PORTICO METALICO TIPO

### 1.1.- Normas consideradas

Aceros laminados y armados: CTE DB SE-A

**Categoría de uso:** B. Zonas administrativas

### 1.2.- Estados límite

E.L.U. de rotura. Acero laminado	CTE Cota de nieve: Altitud inferior o igual a 1000 m
Desplazamientos	Acciones características

#### 1.2.1.- Situaciones de proyecto

Para las distintas situaciones de proyecto, las combinaciones de acciones se definirán de acuerdo con los siguientes criterios:

##### - Con coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \gamma_{Q1} \Psi_{p1} Q_{k1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Qi} \Psi_{ai} Q_{ki}$$

##### - Sin coeficientes de combinación

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{Gj} G_{kj} + \gamma_P P_k + \sum_{i \geq 1} \gamma_{Qi} Q_{ki}$$

- Donde:

$G_k$  Acción permanente

$P_k$  Acción de pretensado

$Q_k$  Acción variable

$\gamma_G$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones permanentes

$\gamma_P$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción de pretensado

$\gamma_{Q,1}$  Coeficiente parcial de seguridad de la acción variable principal

$\gamma_{Q,i}$  Coeficiente parcial de seguridad de las acciones variables de acompañamiento

$\Psi_{p,1}$  Coeficiente de combinación de la acción variable principal

$\Psi_{a,i}$  Coeficiente de combinación de las acciones variables de acompañamiento

Para cada situación de proyecto y estado límite los coeficientes a utilizar serán:

**E.L.U. de rotura. Acero laminado: CTE DB SE-A**

Persistente o transitoria				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\gamma_p$ )	Acompañamiento ( $\gamma_a$ )
Carga permanente (G)	0.800	1.350	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.500	1.000	0.700

Accidental de incendio				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal ( $\gamma_p$ )	Acompañamiento ( $\gamma_a$ )

<b>Accidental de incendio</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	0.500	0.300

### Desplazamientos

<b>Característica</b>				
	Coeficientes parciales de seguridad (g)		Coeficientes de combinación (y)	
	Favorable	Desfavorable	Principal (y <sub>p</sub> )	Acompañamiento (y <sub>a</sub> )
Carga permanente (G)	1.000	1.000	-	-
Sobrecarga (Q)	0.000	1.000	1.000	1.000

### 1.2.2.- Combinaciones

#### ■ Nombres de las hipótesis

PP Peso propio

CM Cargas Muertas

SU Sobrecarga de Uso

#### ■ E.L.U. de rotura. Acero laminado

##### 1. Coeficientes para situaciones persistentes o transitorias

Comb.	PP	CM	SU
1	0.800	0.800	
2	1.350	0.800	
3	0.800	1.350	
4	1.350	1.350	
5	0.800	0.800	1.500
6	1.350	0.800	1.500
7	0.800	1.350	1.500
8	1.350	1.350	1.500

##### 2. Coeficientes para situaciones accidentales de incendio

Comb.	PP	CM	SU
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	0.500

#### ■ Desplazamientos

Comb.	PP	CM	SU
1	1.000	1.000	
2	1.000	1.000	1.000

### 1.3.- Resistencia al fuego

#### Perfiles de acero



Norma: CTE DB SI. Anejo D: Resistencia al fuego de los elementos de acero.

Resistencia requerida: R 60

Revestimiento de protección: Pintura intumescente

Densidad: 0.0 kg/m³

Conductividad: 0.01 W/(m·K)

Calor específico: 0.00 J/(kg·K)

El espesor mínimo necesario de revestimiento para cada barra se indica en la tabla de comprobación de resistencia.

## 2.- ESTRUCTURA

### 2.1.- Geometría

#### 2.1.1.- Barras

##### 2.1.1.1.- Materiales utilizados

Materiales utilizados							
Material		E (MPa)	n	G (MPa)	f <sub>y</sub> (MPa)	α <sub>t</sub> (m/m°C)	g (kN/m³)
Tipo	Designación						
Acero laminado	S275	210000.00	0.300	81000.00	275.00	0.000012	77.01
Notación: E: Módulo de elasticidad n: Módulo de Poisson G: Módulo de cortadura f <sub>y</sub> : Límite elástico α <sub>t</sub> : Coeficiente de dilatación g: Peso específico							

### 2.2.- Resultados

#### 2.2.1.- Barras

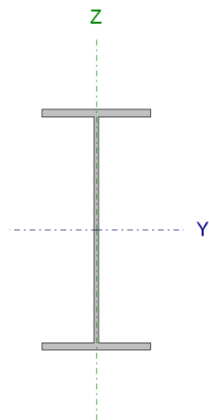
##### 2.2.1.1.- Comprobaciones E.L.U. (Completo)

Nota: Se muestra el listado completo de comprobaciones realizadas para las 10 barras con mayor coeficiente de aprovechamiento.

Barra N32/N41

**Perfil: IPE 400**  
**Material: Acero (S275)**

**Perfil: IPE 400**  
**Material: Acero (S275)**



Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
N32	N41	1.000	84.50	23130.00	1318.00	51.08

Notas:  
<sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado  
<sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme

	Pandeo		Pandeo lateral	
	Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.
b	0.50	0.50	0.00	0.00
L <sub>k</sub>	0.500	0.500	0.000	0.000
C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000
C <sub>1</sub>	-		1.000	

Notación:  
*b*: Coeficiente de pandeo  
*L<sub>k</sub>*: Longitud de pandeo (m)  
*C<sub>m</sub>*: Coeficiente de momentos  
*C<sub>1</sub>*: Factor de modificación para el momento crítico

**Situación de incendio**

Resistencia requerida: R 60  
 Factor de forma: 186.27 m<sup>-1</sup>  
 Temperatura máx. de la barra: 339.0 °C  
 Pintura intumescente: 2.8 mm

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$ : 0.15 ✓

Donde:

- A**: Área bruta de la sección transversal de la barra.
- f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
- N<sub>cr</sub>**: Axil crítico de pandeo elástico.

**A**: 84.50 cm<sup>2</sup>  
**f<sub>y</sub>**: 275.00 MPa  
**N<sub>cr</sub>**: 109268.36 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** 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<sub>cr,y</sub>**: 1917585.18 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

- b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub>**: 109268.36 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

- c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub>**: ¥

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.

**I<sub>y</sub>**: 23130.00 cm<sup>4</sup>

**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.  
**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.  
**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.  
**E**: Módulo de elasticidad.  
**G**: Módulo de elasticidad transversal.  
**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.  
**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.  
**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.  
**i<sub>o</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

**I<sub>z</sub>**: 1318.00 cm<sup>4</sup>  
**I<sub>t</sub>**: 51.08 cm<sup>4</sup>  
**I<sub>w</sub>**: 490000.00 cm<sup>6</sup>  
**E**: 210000 MPa  
**G**: 81000 MPa  
**L<sub>ky</sub>**: 0.500 m  
**L<sub>kz</sub>**: 0.500 m  
**L<sub>kt</sub>**: 0.000 m  
**i<sub>o</sub>**: 17.01 cm

$$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.  
**y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

**i<sub>y</sub>**: 16.54 cm  
**i<sub>z</sub>**: 3.95 cm  
**y<sub>0</sub>**: 0.00 mm  
**z<sub>0</sub>**: 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

43.37 £  
263.21



Donde:

**h<sub>w</sub>**: Altura del alma.  
**t<sub>w</sub>**: Espesor del alma.  
**A<sub>w</sub>**: Área del alma.  
**A<sub>fc,ef</sub>**: Área reducida del ala comprimida.  
**k**: Coeficiente que depende de la clase de la sección.  
**E**: Módulo de elasticidad.  
**f<sub>yf</sub>**: Límite elástico del acero del ala comprimida.

**h<sub>w</sub>**: 373.00 mm  
**t<sub>w</sub>**: 8.60 mm  
**A<sub>w</sub>**: 32.08 cm<sup>2</sup>  
**A<sub>fc,ef</sub>**: 24.30 cm<sup>2</sup>  
**k**: 0.30  
**E**: 210000 MPa  
**f<sub>yf</sub>**: 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

h : 0.435 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

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

$N_{t,Ed}$  : 962.03 kN

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$  : 2213.10 kN

Donde:

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

$A$  : 84.50 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

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

$\gamma_{M0}$  : 1.05

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.509 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

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

$M_{Ed}^-$  : 174.07 kN·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$  : 342.31 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.

$W_{pl,y}$  : 1307.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

**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 - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.227} \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones 1.35 · PP + 1.35 · CM + 1.5 · SU.

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

$$V_{Ed} : \underline{118.20} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{520.17} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{34.40} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$43.37 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{43.37}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$e$ : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

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

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

#### **Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

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

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$118.20 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35 · PP + 1.35 · CM + 1.5 · SU.

$V_{Ed}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cculo pésimo.

$$V_{Ed} : \underline{118.20} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{520.17} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.943 ✓

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.161 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>s</sup>imos se producen en el nudo N32, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

Donde:

**N<sub>t,Ed</sub>**: Axil de tracci3n solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

**N<sub>t,Ed</sub>** : 962.03 kN

**M<sub>y,Ed</sub>**, **M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p<sup>s</sup>imos, seg<sup>u</sup>n los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>y,Ed</sub>** : 174.07 kN·m

**M<sub>z,Ed</sub>** : 0.00 kN·m

**Clase**: Clase de la secci3n, seg<sup>u</sup>n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

**Clase** : 1

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a tracci3n.

**N<sub>pl,Rd</sub>** : 2213.10 kN

**M<sub>pl,Rd,y</sub>**, **M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>pl,Rd,y</sub>** : 342.31 kN·m

**M<sub>pl,Rd,z</sub>** : 59.98 kN·m

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.1)

**M<sub>ef,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

**M<sub>ef,Ed</sub>** : -55.03 kN·m

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

**σ<sub>com,Ed</sub>**: Tensi3n combinada en la fibra extrema comprimida.

**σ<sub>com,Ed</sub>** : 42.10 MPa

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

**W<sub>y,com</sub>**: M3dulo resistente de la secci3n referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

**W<sub>y,com</sub>** : 1307.00 cm<sup>3</sup>

**A**: 3rea de la secci3n bruta.

**A** : 84.50 cm<sup>2</sup>

**M<sub>b,Rd,y</sub>**: Momento flector resistente de c3lculo.

**M<sub>b,Rd,y</sub>** : 342.31 kN·m

**Resistencia a flexi3n, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de c3lculo a flexi3n y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, adem3s, el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo **V<sub>Ed</sub>** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de c3lculo **V<sub>c,Rd</sub>**.

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p<sup>s</sup>imos se producen para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

**118.20 kN** ≤ **260.08 kN** ✓

Donde:

**V<sub>Ed,z</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

**V<sub>Ed,z</sub>** : 118.20 kN

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

$V_{c,Rd,z}$ : 520.17 kN

**Resistencia a torsión - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente** (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 tracción - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.351 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

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

$N_{t,Ed}$ : 594.77 kN

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$ : 1695.34 kN

Donde:

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

$A$ : 84.50 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$ : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,q} / \gamma_{M,q}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$ : 200.63 MPa

$$f_{y,q} = f_y \cdot k_{y,q}$$

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

$f_y$ : 275.00 MPa

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$ : 0.73

$\gamma_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$\gamma_{M,q}$ : 1.00



**Resistencia a compresión - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$h$  : 0.414 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

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

$M_{Ed}^-$  : 108.60 kN·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$  : 262.23 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.

$W_{pl,y}$  : 1307.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$  : 200.63 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$  : 0.73

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 1.00

**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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$h$  : 0.185 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N32, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

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

$V_{Ed}$  : 73.64 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$  : 398.47 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 34.40 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$h$  : 400.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 8.60 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$  : 200.63 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$  : 0.73

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 1.00

**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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$43.37 < 64.71$  ✓

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$l_w$  : 43.37

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{máx}$ : Esbeltez máxima.

$l_{máx}$  : 64.71

$$\lambda_{\max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{\text{ref}}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{\text{ref}}$ : Límite elástico de referencia.

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

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

$$f_y : \underline{275.00 \text{ MPa}}$$

### **Resistencia a corte Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

### **Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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

$$V_{\text{Ed}} \leq \frac{V_{\text{c,Rd}}}{2}$$

$$73.64 \text{ kN} \leq 199.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

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

$$V_{\text{Ed}} : \underline{73.64 \text{ kN}}$$

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

$$V_{\text{c,Rd}} : \underline{398.47 \text{ kN}}$$

### **Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.765} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.133} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N32, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

Donde:

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

$$N_{t,Ed} : \underline{594.77} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{108.60} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

**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 tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1695.34} \text{ kN}$$

$M_{pl,Rd,y}$ ,  $M_{pl,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{262.23} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{45.94} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

$M_{ef,Ed}$ : Momento flector solicitante de cálculo pésimo.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-35.00} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

$\sigma_{com,Ed}$ : Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{26.78} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

$W_{y,com}$ : Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$$

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

$M_{b,Rd,y}$ : Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{262.23} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+CM+0.5·SU.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$73.64 \text{ kN} \leq 199.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{73.64} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{398.47} \text{ kN}$$

**Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Perfil: IPE 400							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N140	N129	1.000	84.50	23130.00	1318.00	51.08
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	b	0.50	0.50	0.00	0.00		
	L <sub>k</sub>	0.500	0.500	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>k</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>m</sub></i> : Coeficiente de momentos <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 186.27 m-1 Temperatura máx. de la barra: 339.0 °C Pintura intumescente: 2.8 mm							

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

La esbeltez reducida  $\bar{\lambda}$  de las barras traccionadas no debe superar el valor 3.0.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$ : 0.15 ✓

Donde:

- A**: Área bruta de la sección transversal de la barra.
- f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)
- N<sub>cr</sub>**: Axil crítico de pandeo elástico.

**A**: 84.50 cm<sup>2</sup>  
**f<sub>y</sub>**: 275.00 MPa  
**N<sub>cr</sub>**: 109268.36 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** 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<sub>cr,y</sub>**: 1917585.18 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

- b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub>**: 109268.36 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

- c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub>**: ¥

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

<b>I<sub>y</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.	<b>I<sub>y</sub></b> : <u>23130.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>z</sub></b> : Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.	<b>I<sub>z</sub></b> : <u>1318.00</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>t</sub></b> : Momento de inercia a torsión uniforme.	<b>I<sub>t</sub></b> : <u>51.08</u> cm <sup>4</sup>
<b>I<sub>w</sub></b> : Constante de alabeo de la sección.	<b>I<sub>w</sub></b> : <u>490000.00</u> cm <sup>6</sup>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>G</b> : Módulo de elasticidad transversal.	<b>G</b> : <u>81000</u> MPa
<b>L<sub>ky</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.	<b>L<sub>ky</sub></b> : <u>0.500</u> m
<b>L<sub>kz</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.	<b>L<sub>kz</sub></b> : <u>0.500</u> m
<b>L<sub>kt</sub></b> : Longitud efectiva de pandeo por torsión.	<b>L<sub>kt</sub></b> : <u>0.000</u> m
<b>i<sub>o</sub></b> : Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.	<b>i<sub>o</sub></b> : <u>17.01</u> cm

$$i_o = (i_y^2 + i_z^2 + y_o^2 + z_o^2)^{0.5}$$

Siendo:

<b>i<sub>y</sub></b> , <b>i<sub>z</sub></b> : Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.	<b>i<sub>y</sub></b> : <u>16.54</u> cm
	<b>i<sub>z</sub></b> : <u>3.95</u> cm
<b>y<sub>o</sub></b> , <b>z<sub>o</sub></b> : Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.	<b>y<sub>o</sub></b> : <u>0.00</u> mm
	<b>z<sub>o</sub></b> : <u>0.00</u> mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**43.37** **£**  
**263.21**



Donde:

<b>h<sub>w</sub></b> : Altura del alma.	<b>h<sub>w</sub></b> : <u>373.00</u> mm
<b>t<sub>w</sub></b> : Espesor del alma.	<b>t<sub>w</sub></b> : <u>8.60</u> mm
<b>A<sub>w</sub></b> : Área del alma.	<b>A<sub>w</sub></b> : <u>32.08</u> cm <sup>2</sup>
<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : Área reducida del ala comprimida.	<b>A<sub>fc,ef</sub></b> : <u>24.30</u> cm <sup>2</sup>
<b>k</b> : Coeficiente que depende de la clase de la sección.	<b>k</b> : <u>0.30</u>
<b>E</b> : Módulo de elasticidad.	<b>E</b> : <u>210000</u> MPa
<b>f<sub>yf</sub></b> : Límite elástico del acero del ala comprimida.	<b>f<sub>yf</sub></b> : <u>275.00</u> MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.437} \quad \checkmark$$

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

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

$$N_{t,Ed} : \underline{966.13} \text{ kN}$$

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$$N_{t,Rd} : \underline{2213.10} \text{ kN}$$

Donde:

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

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

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

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

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.485} \quad \checkmark$$

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 en el nudo N129, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

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

$$M_{Ed}^- : \underline{166.07} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$$M_{c,Rd} : \underline{342.31} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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.

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

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

$$W_{pl,y} : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$$



$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : 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 - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.213 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N129, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

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

$V_{Ed}$  : 110.94 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$  : 520.17 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 34.40 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$h$  : 400.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 8.60 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon \quad 43.37 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$l_w$  : 43.37

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$l_{m\acute{a}x}$  : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$e$ : Factor de reducción.

$e$  : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

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 - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente** (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  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2} \quad 46.69 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35 · PP + 1.35 · CM + 1.5 · SU.

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

$V_{Ed}$  : 46.69 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 - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.922 ✓

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.136 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>s</sup>imos se producen en el nudo N129, para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

Donde:

**N<sub>t,Ed</sub>**: Axil de tracci3n solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

**N<sub>t,Ed</sub>** : 966.13 kN

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de c3lculo p<sup>s</sup>imos, seg<sup>u</sup>n los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>y,Ed</sub>** : 166.07 kN·m

**M<sub>z,Ed</sub>** : 0.00 kN·m

**Clase**: Clase de la secci3n, seg<sup>u</sup>n la capacidad de deformaci3n y de desarrollo de la resistencia pl3stica de sus elementos planos, para axil y flexi3n simple.

**Clase** : 1

**N<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a tracci3n.

**N<sub>pl,Rd</sub>** : 2213.10 kN

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexi3n de la secci3n bruta en condiciones pl3sticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

**M<sub>pl,Rd,y</sub>** : 342.31 kN·m

**M<sub>pl,Rd,z</sub>** : 59.98 kN·m

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Art3culo 6.3.4.1)

**M<sub>ef,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo.

**M<sub>ef,Ed</sub>** : -46.52 kN·m

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

**σ<sub>com,Ed</sub>**: Tensi3n combinada en la fibra extrema comprimida.

**σ<sub>com,Ed</sub>** : 35.59 MPa

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

**W<sub>y,com</sub>**: M3dulo resistente de la secci3n referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

**W<sub>y,com</sub>** : 1307.00 cm<sup>3</sup>

**A**: 3rea de la secci3n bruta.

**A** : 84.50 cm<sup>2</sup>

**M<sub>b,Rd,y</sub>**: Momento flector resistente de c3lculo.

**M<sub>b,Rd,y</sub>** : 342.31 kN·m

### Resistencia a flexi3n, axil y cortante combinados - Temperatura ambiente (CTE DB SE-A, Art3culo 6.2.8)

No es necesario reducir las resistencias de c3lculo a flexi3n y a axil, ya que se puede ignorar el efecto de abolladura por esfuerzo cortante y, adem3s, el esfuerzo cortante solicitante de c3lculo p<sup>s</sup>imo **V<sub>Ed</sub>** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de c3lculo **V<sub>c,Rd</sub>**.

Los esfuerzos solicitantes de c3lculo p<sup>s</sup>imos se producen para la combinaci3n de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

**46.69 kN** ≤ **260.08 kN** ✓

Donde:

$V_{Ed,z}$ : Esfuerzo cortante solicitante de cálculo pésimo.  
 $V_{c,Rd,z}$ : Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$V_{Ed,z}$ : 46.69 kN  
 $V_{c,Rd,z}$ : 520.17 kN

**Resistencia a torsión - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente (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 tracción - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.352 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

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

$N_{t,Ed}$ : 597.50 kN

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

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$$

$N_{t,Rd}$ : 1695.34 kN

Donde:

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

$A$ : 84.50 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$ : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.  $f_{y,q}$ : 200.63 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$ : 275.00 MPa

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$ : 0.73

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 1.00

**Resistencia a compresión - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de compresión.

**Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$h$  : 0.394 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+$  : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N129, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

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

$M_{Ed}^-$  : 103.39 kN·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$  : 262.23 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.

$W_{pl,y}$  : 1307.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$  : 200.63 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$  : 0.73

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 1.00

**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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$  : 0.173 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N129, para la combinación de acciones PP+CM+0.5 SU.

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

$V_{Ed}$  : 68.92 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$  : 398.47 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 34.40 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$h$  : 400.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 8.60 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$  : 200.63 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$  : 0.73

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 1.00

**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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$\frac{d}{t_w}$  : 43.37 < 64.71 ✓

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$l_w$  : 43.37

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

Imáx: Esbeltez máxima.

Imáx : 64.71

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

e: Factor de reducción.

e : 0.92

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

f<sub>ref</sub>: Límite elástico de referencia.

f<sub>ref</sub> : 235.00 MPa

f<sub>y</sub>: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

f<sub>y</sub> : 275.00 MPa

### **Resistencia a corte Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

### **Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

29.27 kN ≤ 199.24 kN



Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

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

$V_{Ed}$  : 29.27 kN

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

$V_{c,Rd}$  : 398.47 kN

### **Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{t,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{pl,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.747 ✓

$$\eta = \frac{M_{ef,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{pl,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.112} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>ésimos</sup> se producen en el nudo N129, para la combinación de acciones PP+CM+0.5 SU.

Donde:

**N<sub>t,Ed</sub>**: Axil de tracción solicitante de cálculo p<sup>ésimo</sup>.

$$N_{t,Ed} : \underline{597.50} \text{ kN}$$

**M<sub>y,Ed</sub>, M<sub>z,Ed</sub>**: Momentos flectores solicitantes de cálculo p<sup>ésimos</sup>, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{103.39} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

**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<sub>pl,Rd</sub>**: Resistencia a tracción.

$$N_{pl,Rd} : \underline{1695.34} \text{ kN}$$

**M<sub>pl,Rd,y</sub>, M<sub>pl,Rd,z</sub>**: Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones plásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{pl,Rd,y} : \underline{262.23} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{pl,Rd,z} : \underline{45.94} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**Resistencia a pandeo**: (CTE DB SE-A, Artículo 6.3.4.1)

**M<sub>ef,Ed</sub>**: Momento flector solicitante de cálculo p<sup>ésimo</sup>.

$$M_{ef,Ed} : \underline{-29.45} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ef,Ed} = W_{y,com} \cdot \sigma_{com,Ed}$$

Siendo:

**σ<sub>com,Ed</sub>**: Tensión combinada en la fibra extrema comprimida.

$$\sigma_{com,Ed} : \underline{22.53} \text{ MPa}$$

$$\sigma_{com,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{y,com}} - 0.8 \cdot \frac{N_{t,Ed}}{A}$$

**W<sub>y,com</sub>**: Módulo resistente de la sección referido a la fibra extrema comprimida, alrededor del eje Y.

$$W_{y,com} : \underline{1307.00} \text{ cm}^3$$

**A**: Área de la sección bruta.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

**M<sub>b,Rd,y</sub>**: Momento flector resistente de cálculo.

$$M_{b,Rd,y} : \underline{262.23} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

**Resistencia a flexión, axil y cortante combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 p<sup>ésimo</sup> **V<sub>Ed</sub>** es menor o igual que el 50% del esfuerzo cortante resistente de cálculo **V<sub>c,Rd</sub>**.

Los esfuerzos solicitantes de cálculo p<sup>ésimos</sup> se producen para la combinación de acciones PP+CM+0.5 SU.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$29.27 \text{ kN} \leq 199.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

**V<sub>Ed,z</sub>**: Esfuerzo cortante solicitante de cálculo p<sup>ésimo</sup>.

$$V_{Ed,z} : \underline{29.27} \text{ kN}$$

**V<sub>c,Rd,z</sub>**: Esfuerzo cortante resistente de cálculo.

$$V_{c,Rd,z} : \underline{398.47} \text{ kN}$$



**Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.

Perfil: IPE 400							
Material: Acero (S275)							
	Nudos		Longitud (m)	Características mecánicas			
	Inicial	Final		Área (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>z</sub> <sup>(1)</sup> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>t</sub> <sup>(2)</sup> (cm <sup>4</sup> )
	N130	N139	1.014	84.50	23130.00	1318.00	51.08
	Notas: <sup>(1)</sup> Inercia respecto al eje indicado <sup>(2)</sup> Momento de inercia a torsión uniforme						
		Pandeo		Pandeo lateral			
		Plano XY	Plano XZ	Ala sup.	Ala inf.		
	b	0.50	0.50	0.00	0.00		
	L <sub>k</sub>	0.507	0.507	0.000	0.000		
	C <sub>m</sub>	1.000	1.000	1.000	1.000		
	C <sub>1</sub>	-		1.000			
Notación: <i>b</i> : Coeficiente de pandeo <i>L<sub>k</sub></i> : Longitud de pandeo (m) <i>C<sub>m</sub></i> : Coeficiente de momentos <i>C<sub>1</sub></i> : Factor de modificación para el momento crítico							
Situación de incendio							
Resistencia requerida: R 60 Factor de forma: 186.27 m <sup>-1</sup> Temperatura máx. de la barra: 339.0 °C Pintura intumescente: 2.8 mm							

**Limitación de esbeltez - Temperatura ambiente** (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.

$$\bar{\lambda} = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

$\bar{\lambda}$ : 0.14 ✓

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<sub>ef</sub>:** Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

**A<sub>ef</sub>:** 80.91 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>:** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>:** 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>:** Axil crítico de pandeo elástico.

**N<sub>cr</sub>:** 106226.15 kN

El axil crítico de pandeo elástico **N<sub>cr</sub>** 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<sub>cr,y</sub>:** 1864196.36 kN

$$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{ky}^2}$$

b) Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub>:** 106226.15 kN

$$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{kz}^2}$$

c) Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,t</sub>:** ¥

$$N_{cr,T} = \frac{1}{i_0^2} \cdot \left[ G \cdot I_t + \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_w}{L_{kt}^2} \right]$$

Donde:

**I<sub>y</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Y.  
**I<sub>z</sub>**: Momento de inercia de la sección bruta, respecto al eje Z.  
**I<sub>t</sub>**: Momento de inercia a torsión uniforme.  
**I<sub>w</sub>**: Constante de alabeo de la sección.  
**E**: Módulo de elasticidad.  
**G**: Módulo de elasticidad transversal.  
**L<sub>ky</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Y.  
**L<sub>kz</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por flexión, respecto al eje Z.  
**L<sub>kt</sub>**: Longitud efectiva de pandeo por torsión.  
**i<sub>0</sub>**: Radio de giro polar de la sección bruta, respecto al centro de torsión.

**I<sub>y</sub>** : 23130.00 cm<sup>4</sup>  
**I<sub>z</sub>** : 1318.00 cm<sup>4</sup>  
**I<sub>t</sub>** : 51.08 cm<sup>4</sup>  
**I<sub>w</sub>** : 490000.00 cm<sup>6</sup>  
**E** : 210000 MPa  
**G** : 81000 MPa  
**L<sub>ky</sub>** : 0.507 m  
**L<sub>kz</sub>** : 0.507 m  
**L<sub>kt</sub>** : 0.000 m  
**i<sub>0</sub>** : 17.01 cm

$$i_0 = (i_y^2 + i_z^2 + y_0^2 + z_0^2)^{0.5}$$

Siendo:

**i<sub>y</sub> , i<sub>z</sub>**: Radios de giro de la sección bruta, respecto a los ejes principales de inercia Y y Z.  
**y<sub>0</sub> , z<sub>0</sub>**: Coordenadas del centro de torsión en la dirección de los ejes principales Y y Z, respectivamente, relativas al centro de gravedad de la sección.

**i<sub>y</sub>** : 16.54 cm  
**i<sub>z</sub>** : 3.95 cm  
**y<sub>0</sub>** : 0.00 mm  
**z<sub>0</sub>** : 0.00 mm

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

Se debe satisfacer:

$$\frac{h_w}{t_w} \leq k \frac{E}{f_{yf}} \sqrt{\frac{A_w}{A_{fc,ef}}}$$

**43.37** £  
**263.21**



Donde:

**h<sub>w</sub>**: Altura del alma.  
**t<sub>w</sub>**: Espesor del alma.  
**A<sub>w</sub>**: Área del alma.  
**A<sub>fc,ef</sub>**: Área reducida del ala comprimida.  
**k**: Coeficiente que depende de la clase de la sección.  
**E**: Módulo de elasticidad.  
**f<sub>yf</sub>**: Límite elástico del acero del ala comprimida.

**h<sub>w</sub>** : 373.00 mm  
**t<sub>w</sub>** : 8.60 mm  
**A<sub>w</sub>** : 32.08 cm<sup>2</sup>  
**A<sub>fc,ef</sub>** : 24.30 cm<sup>2</sup>  
**k** : 0.30  
**E** : 210000 MPa  
**f<sub>yf</sub>** : 275.00 MPa

Siendo:

$$f_{yf} = f_y$$

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

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$h : \underline{0.433}$  ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

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

$N_{c,Ed} : \underline{917.77}$  kN

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

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd} : \underline{2119.16}$  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<sub>ef</sub>**: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

**A<sub>ef</sub>** : 80.91 cm<sup>2</sup>

**f<sub>yd</sub>**: Resistencia de cálculo del acero.

**f<sub>yd</sub>** : 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**γ<sub>M0</sub>**: Coeficiente parcial de seguridad del material.

**γ<sub>M0</sub>** : 1.05

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

Para esbeltos  $\lambda \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$\lambda : \underline{0.14}$

$$\lambda = \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

Donde:

**A<sub>ef</sub>**: Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

**A<sub>ef</sub>** : 80.91 cm<sup>2</sup>

**f<sub>y</sub>**: Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**f<sub>y</sub>** : 275.00 MPa

**N<sub>cr</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo, obtenido como el menor de los siguientes valores:

**N<sub>cr</sub>** : 106226.15 kN

**N<sub>cr,y</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Y.

**N<sub>cr,y</sub>** : 1864196.36 kN

**N<sub>cr,z</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por flexión respecto al eje Z.

**N<sub>cr,z</sub>** : 106226.15 kN

**N<sub>cr,T</sub>**: Axil crítico elástico de pandeo por torsión.

**N<sub>cr,T</sub>** : ¥

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$h : 0.420$  ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+ : 0.00$  kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

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

$M_{Ed}^- : 143.80$  kN·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd} : 342.31$  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.

**$W_{pl,y}$  :** 1307.00 cm<sup>3</sup>

**$f_{yd}$ :** Resistencia de cálculo del acero.

**$f_{yd}$  :** 261.90 MPa

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

**$f_y$ :** Límite elástico. (CTE DB SE-A, Tabla 4.1)

**$f_y$  :** 275.00 MPa

**$\gamma_{M0}$ :** 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 - Temperatura ambiente** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$h : 0.146$  ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

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

$$V_{Ed} : \underline{76.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$$V_{c,Rd} : \underline{520.17} \text{ kN}$$

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$$A_v : \underline{34.40} \text{ cm}^2$$

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$$h : \underline{400.00} \text{ mm}$$

$t_w$ : Espesor del alma.

$$t_w : \underline{8.60} \text{ mm}$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M0}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M0}$ : 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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \epsilon$$

$$43.37 < 64.71$$



Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{43.37}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{m\acute{a}x} = 70 \cdot \epsilon$$

$e$ : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\epsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

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

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

#### **Resistencia a corte Y - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente** (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  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$V_{Ed} : \underline{76.09} \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

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

$$V_{Ed} : \underline{76.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd} : \underline{520.17} \text{ kN}$$

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

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.889} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.889} \quad \checkmark$$

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

$$h : \underline{0.795} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N130, para la combinación de acciones 1.35·PP+1.35·CM+1.5·SU.

Donde:

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

$$N_{c,Ed} : \underline{917.77} \text{ kN}$$

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{y,Ed} : \underline{143.80} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

**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.

$$\text{Clase} : \underline{3}$$

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$$N_{pl,Rd} : \underline{2213.10} \text{ kN}$$

$M_{el,Rd,y}$ ,  $M_{el,Rd,z}$ : Resistencia a flexión de la sección bruta en condiciones elásticas, respecto a los ejes Y y Z, respectivamente.

$$M_{el,Rd,y} : \underline{302.89} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{el,Rd,z} : \underline{38.35} \text{ kN} \cdot \text{m}$$

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

$A$ : Área de la sección bruta.

$$A : \underline{84.50} \text{ cm}^2$$

$W_{el,y}$ ,  $W_{el,z}$ : Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$W_{el,y} : \underline{1156.50} \text{ cm}^3$$

$$W_{el,z} : \underline{146.44} \text{ cm}^3$$

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$$f_{yd} : \underline{261.90} \text{ MPa}$$

$$f_{yd} = f_y / \gamma_{M1}$$

Siendo:

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$\gamma_{M1}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$\gamma_{M1} : \underline{1.05}$$

$k_y$ ,  $k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

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

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

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

$c_y$ ,  $c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{1.00}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.04}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.15}$$

$\alpha_y$ ,  $\alpha_z$ : 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 - Temperatura ambiente** (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·PP+1.35·CM+1.5·SU.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$76.09 \text{ kN} \leq 260.08 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{76.09} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{520.17} \text{ kN}$$



**Resistencia a torsión - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente** (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 - Temperatura ambiente** (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 tracción - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.3, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay axil de tracción.

**Resistencia a compresión - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.5, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$h$  : 0.350 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones PP+CM+0.5.SU.

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

$N_{c,Ed}$  : 567.73 kN

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

$$N_{c,Rd} = A_{ef} \cdot f_{yd}$$

$N_{c,Rd}$  : 1623.38 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 cm<sup>2</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$  : 200.63 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$ : 275.00 MPa

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$ : 0.73

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$ : 1.00

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

Para esbelteces  $\lambda \leq 0.2$  se puede omitir la comprobación frente a pandeo, y comprobar únicamente la resistencia de la sección transversal.

$\lambda$ : Esbeltez reducida.

$\lambda$ : 0.14

$$\bar{\lambda} = k_{\lambda,\theta} \cdot \sqrt{\frac{A_{ef} \cdot f_y}{N_{cr}}}$$

Donde:

$A_{ef}$ : Área de la sección eficaz para las secciones de clase 4.

$A_{ef}$ : 80.91 cm<sup>2</sup>

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

$f_y$ : 275.00 MPa

$k_{l,q}$ : Factor de incremento de la esbeltez reducida para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{l,q}$ : 1.00

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

$N_{cr}$ : 106226.15 kN

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

$N_{cr,y}$ : 1864196.36 kN

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

$N_{cr,z}$ : 106226.15 kN

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

$N_{cr,T}$ : ¥

### Resistencia a flexión eje Y - Situación de incendio (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1$$

$\eta$ : 0.339 ✓

Para flexión positiva:

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

$M_{Ed}^+$ : 0.00 kN·m

Para flexión negativa:

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

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

$M_{Ed}^-$ : 89.01 kN·m

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

$$M_{c,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_{yd}$$

$M_{c,Rd}$ : 262.23 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.

$W_{pl,y}$ : 1307.00 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$  : 200.63 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$f_y$  : 275.00 MPa

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$k_{y,q}$  : 0.73

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$g_{M,q}$  : 1.00

**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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.6, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento flector.

**Resistencia a corte Z - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{V_{Ed}}{V_{c,Rd}} \leq 1$$

$h$  : 0.118 ✓

El esfuerzo solicitante de cálculo pésimo se produce en el nudo N130, para la combinación de acciones PP+CM+0.5 SU.

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

$V_{Ed}$  : 47.14 kN

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

$$V_{c,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}}$$

$V_{c,Rd}$  : 398.47 kN

Donde:

$A_v$ : Área transversal a cortante.

$A_v$  : 34.40 cm<sup>2</sup>

$$A_v = h \cdot t_w$$

Siendo:

$h$ : Canto de la sección.

$h$  : 400.00 mm

$t_w$ : Espesor del alma.

$t_w$  : 8.60 mm

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$$f_{y,q} : \underline{200.63} \text{ MPa}$$

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,q}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,q} : \underline{0.73}$$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

#### **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:

$$\frac{d}{t_w} < 70 \cdot \varepsilon$$

$$43.37 < 64.71 \quad \checkmark$$

Donde:

$l_w$ : Esbeltez del alma.

$$l_w : \underline{43.37}$$

$$\lambda_w = \frac{d}{t_w}$$

$l_{m\acute{a}x}$ : Esbeltez máxima.

$$l_{m\acute{a}x} : \underline{64.71}$$

$$\lambda_{max} = 70 \cdot \varepsilon$$

$e$ : Factor de reducción.

$$e : \underline{0.92}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{f_{ref}}{f_y}}$$

Siendo:

$f_{ref}$ : Límite elástico de referencia.

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

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

#### **Resistencia a corte Y - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.4, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay esfuerzo cortante.

#### **Resistencia a momento flector Y y fuerza cortante Z combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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  $V_{c,Rd}$ .

$$V_{Ed} \leq \frac{V_{c,Rd}}{2}$$

$$47.14 \text{ kN} \leq 199.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen para la combinación de acciones PP+CM+0.5·SU.

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

$$V_{Ed} : \underline{47.14} \text{ kN}$$

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

$V_{c,Rd}$  : 398.47 kN

**Resistencia a momento flector Z y fuerza cortante Y combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

Se debe satisfacer:

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{N_{pl,Rd}} + \frac{M_{y,Ed}}{M_{el,Rd,y}} + \frac{M_{z,Ed}}{M_{el,Rd,z}} \leq 1$$

h : 0.719 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot A \cdot f_{yd}} + k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{\chi_{LT} \cdot W_{el,y} \cdot f_{yd}} + \alpha_z \cdot k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.719 ✓

$$\eta = \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot A \cdot f_{yd}} + \alpha_y \cdot k_y \cdot \frac{C_{m,y} \cdot M_{y,Ed}}{W_{el,y} \cdot f_{yd}} + k_z \cdot \frac{C_{m,z} \cdot M_{z,Ed}}{W_{el,z} \cdot f_{yd}} \leq 1$$

h : 0.642 ✓

Los esfuerzos solicitantes de cálculo pésimos se producen en el nudo N130, para la combinación de acciones PP+CM+0.5 SU.

Donde:

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

$N_{c,Ed}$  : 567.73 kN

$M_{y,Ed}$ ,  $M_{z,Ed}$ : Momentos flectores solicitantes de cálculo pésimos, según los ejes Y y Z, respectivamente.

$M_{y,Ed}$  : 89.01 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** : 3

$N_{pl,Rd}$ : Resistencia a compresión de la sección bruta.

$N_{pl,Rd}$  : 1695.34 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.

$M_{el,Rd,y}$  : 232.03 kN·m

$M_{el,Rd,z}$  : 29.38 kN·m

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

**A**: Área de la sección bruta.

**A** : 84.50 cm<sup>2</sup>

$W_{el,y}$ ,  $W_{el,z}$ : Módulos resistentes elásticos correspondientes a la fibra comprimida, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$W_{el,y}$  : 1156.50 cm<sup>3</sup>

$W_{el,z}$  : 146.44 cm<sup>3</sup>

$f_{yd}$ : Resistencia de cálculo del acero.

$f_{yd}$  : 200.63 MPa

$$f_{yd} = f_{y,\theta} / \gamma_{M,\theta}$$

Siendo:

$f_{y,q}$ : Límite elástico reducido para la temperatura que alcanza el perfil.

$f_{y,q}$  : 200.63 MPa

$$f_{y,\theta} = f_y \cdot k_{y,\theta}$$

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

$$f_y : \underline{275.00} \text{ MPa}$$

$k_{y,\theta}$ : Factor de reducción del límite elástico para la temperatura que alcanza el perfil.

$$k_{y,\theta} : \underline{0.73}$$

$g_{M,q}$ : Coeficiente parcial de seguridad del material.

$$g_{M,q} : \underline{1.00}$$

$k_y, k_z$ : Coeficientes de interacción.

$$k_y = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_y \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_y \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_y : \underline{1.00}$$

$$k_z = 1 + 0.6 \cdot \bar{\lambda}_z \cdot \frac{N_{c,Ed}}{\chi_z \cdot N_{c,Rd}}$$

$$k_z : \underline{1.00}$$

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

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

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

$c_y, c_z$ : Coeficientes de reducción por pandeo, alrededor de los ejes Y y Z, respectivamente.

$$c_y : \underline{1.00}$$

$$c_z : \underline{1.00}$$

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

$$\bar{\lambda}_y : \underline{0.04}$$

$$\bar{\lambda}_z : \underline{0.15}$$

$\alpha_y, \alpha_z$ : 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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 PP+CM+0.5·SU.

$$V_{Ed,z} \leq \frac{V_{c,Rd,z}}{2}$$

$$47.14 \text{ kN} \leq 199.24 \text{ kN} \quad \checkmark$$

Donde:

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

$$V_{Ed,z} : \underline{47.14} \text{ kN}$$

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

$$V_{c,Rd,z} : \underline{398.47} \text{ kN}$$

### **Resistencia a torsión - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.7, y CTE DB SI, Anejo D)

La comprobación no procede, ya que no hay momento torsor.

**Resistencia a cortante Z y momento torsor combinados - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

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 - Situación de incendio** (CTE DB SE-A, Artículo 6.2.8, y CTE DB SI, Anejo D)

No hay interacción entre momento torsor y esfuerzo cortante para ninguna combinación. Por lo tanto, la comprobación no procede.