



CONJUNTO RESIDENCIAL PARA SENIORS A ORILLAS DEL DUERO

Autora CLARA PILAR JAUME SANTERO

Tutor ALEJANDRO DEAN ÁLVAREZ-CASTELLANOS | Cotutor JAVIER PÉREZ HERRERAS

Trabajo Fin de Máster - ARQUITECTURA - Universidad de Zaragoza

ÍNDICE

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

- 1.1. Agentes intervinientes
- 1.2. Información previa
- 1.3. Descripción del Proyecto
- 1.4. Prestaciones del Edificio

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

- 2.1. Sustentación del Edificio
- 2.2. Sistema Estructural
- 2.3. Sistema Envolvente
- 2.4. Sistema de Compartimentación
- 2.5. Sistema de Acabados
- 2.6. Sistema de Acondicionamientos e Instalaciones

3. CUMPLIMIENTO DEL CTE

- 3.1. DB SE: Seguridad Estructural
- 3.2. DB SI: Seguridad en caso de Incendio
- 3.3. DB SUA: Seguridad de Utilización y Accesibilidad
- 3.4. DB HS: Salubridad
- 3.5. DB HR: Protección frente a Ruido
- 3.6. DB HE: Ahorro de Energía

4. PLANOS

5. PLIEGOS DE CONDICIONES

6. PRESUPUESTO (ESTRUCTURA Y CUBIERTA)

7. ANEJOS A LA MEMORIA

1. MEMORIA DESCRIPTIVA

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)

1. Memoria descriptiva: Descriptiva y justificativa, que contenga la información siguiente:

1.2. Información previa*. Antecedentes y condicionantes de partida, datos del emplazamiento, entorno físico, normativa urbanística, otras normativas, en su caso. Datos del edificio en caso de rehabilitación, reforma o ampliación. Informes realizados.

1.3. Descripción del proyecto*. Descripción general del edificio, programa de necesidades, uso característico del edificio y otros usos previstos, relación con el entorno.

Cumplimiento del CTE y otras normativas específicas, normas de disciplina urbanística, ordenanzas municipales, edificabilidad, funcionalidad, etc. Descripción de la geometría del edificio, volumen, superficies útiles y construidas, accesos y evacuación. Descripción general de los parámetros que determinan las previsiones técnicas a considerar en el proyecto respecto al sistema estructural (cimentación, estructura portante y estructura horizontal), el sistema de compartimentación, el sistema envolvente, el sistema de acabados, el sistema de acondicionamiento ambiental y el de servicios.

1.4. Prestaciones del edificio*. Por requisitos básicos y en relación con las exigencias básicas del CTE. Se indicarán en particular las acordadas entre promotor y proyectista que superen los umbrales establecidos en el CTE.

Se establecerán las limitaciones de uso del edificio en su conjunto y de cada una de sus dependencias e instalaciones.

Habitabilidad (Artículo 3. Requisitos básicos de la edificación. Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación. BOE núm. 266 de 6 de noviembre de 1999

1. Higiene, salud y protección del medioambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

2. Protección contra el ruido, de tal forma que el ruido percibido no ponga en peligro la salud de las personas y les permita realizar satisfactoriamente sus actividades.

3. Ahorro de energía y aislamiento térmico, de tal forma que se consiga un uso racional de la energía necesaria para la adecuada utilización del edificio.

4. Otros aspectos funcionales de los elementos constructivos o de las instalaciones que permitan un uso satisfactorio del edificio.

Seguridad (Artículo 3. Requisitos básicos de la edificación. Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación. BOE núm. 266 de 6 de noviembre de 1999

1. Seguridad estructural, de tal forma que no se produzcan en el edificio, o partes del mismo, daños que tengan su origen o afecten a la cimentación, los soportes, las vigas, los forjados, los muros de carga u otros elementos estructurales, y que comprometan directamente la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio.

2. Seguridad en caso de incendio, de tal forma que los ocupantes puedan desalojar el edificio en condiciones seguras, se pueda limitar la extensión del incendio dentro del propio edificio y de los colindantes y se permita la actuación de los equipos de extinción y rescate.

3. Seguridad de utilización, de tal forma que el uso normal del edificio no suponga riesgo de accidente para las personas.

Funcionalidad (Artículo 3. Requisitos básicos de la edificación. Ley 38/1999 de 5 de noviembre. Ordenación de la Edificación. BOE núm. 266 de 6 de noviembre de 1999)

1. Utilización, de tal forma que la disposición y las dimensiones de los espacios y la dotación de las instalaciones faciliten la adecuada realización de las funciones previstas en el edificio.
2. Accesibilidad, de tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en los términos previstos en su normativa específica.
3. Acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

1.1. Agentes intervinientes

Promotor: Universidad de Zaragoza, Trabajo Fin de Máster

Proyectista: Clara Pilar Jaume Santero

1.2. Información previa

Se realiza el presente proyecto como encargo por parte de la Universidad de Zaragoza del estudio y desarrollo de un complejo residencial para seniors cuya ubicación queda pactada con anterioridad en la ribera de Vila Nova de Gaia, un ciudad independiente perteneciente al Área Metropolitana de Oporto, con quien comparte la citada ribera. Este margen del río que se enfrenta a la famosa ciudad portuguesa es conocido por recoger las internacionalmente conocidas bodegas de vino de Oporto, que se van sucediendo a lo largo de la ribera de Gaia, desde el icónico puente Don Luis I en dirección al mar.

Sin embargo, justo al otro lado del mismo puente se encuentra un panorama completamente distinto caracterizado por un notable abandono. La ladera que se sitúa bajo el monasterio da Serra do Pilar, monumento que define la silueta de este margen, recoge dos ejemplos de patrimonio histórico portugués abandonado.

Por un lado, se mantiene aún en pie la Capilla do Senhor d'Além, construida en el año 1877 sobre los restos de la ermita de un antiguo hospicio. Este espacio religioso abandonado se encuentra a su vez acompañado por las ruinas de una antigua fábrica cerámica con la que comparte el nombre. A pesar del valor histórico que tiene para la sociedad, actualmente de ella sólo permanecen sus característicos muros de piedra.

A continuación de estos dos emblemáticos hitos, se encuentra una fábrica anónima cuyo rastro ha quedado borrado de cualquier archivo histórico. Desconociendo dueños, usos o fechas de construcción, es prudente considerar que, dada su localización, sirviese de apoyo a la fábrica cerámica anterior. Por sus dimensiones y la característica nave de piedra aún en pie, se plantea la recuperación de esta silenciada fábrica para la creación del complejo de viviendas autónomas para la tercera edad, buscando fomentar una mayor relación de la sociedad con esta zona abandonada de la ribera y permitir a los mayores disfrutar, reviviendo con su ocupación, de su propia y admirada memoria histórica.

1.2.1. Emplazamiento

El ámbito de actuación se ubica en la calle Cabo Simão perteneciente a la freguesía de Santa Marinha, en Vila Nova de Gaia. Es característica la ubicación de dicha calle al servir de conexión entre el puente Don Luis y el puente do Infante, inmediatamente anterior.



1.2.2. Entorno físico

El área de actuación abarca una superficie aproximada de unos 5.000 m², de los cuales 1.000 m² pertenecen a una antigua nave de piedra que genera la imagen del complejo con sus características cerchas de madera. Más allá de esta singular nave en pie, el resto del espacio está conformado por una sucesión de elementos constructivos distanciados en el tiempo que dificulta mucho la lectura histórica del complejo. Todo el conjunto se encuentra a cinco metros sobre el nivel del mar, contando con un embarcadero frecuentado por pescadores locales. El solar completo se encuentra respaldado por un gran muro de contención en piedra que dirige el paseo por la calle Cabo Simão con un desnivel de más de 15m, recogiendo sobre sí mismo en la única entrada actual al solar, a pie del citado embarcadero.

1.2.3. Normativa urbanística

Serán de aplicación las siguientes normas en materia de urbanismo:

Ordenación de la edificación

LEY 38/1999 de 5-nov-99, de la Jefatura del Estado

B.O.E.: 6-nov-99

Código Técnico de la Edificación

Real Decreto 314/2006, de 17-MAR-06, del Ministerio de Vivienda

B.O.E.: 28-mar-06

Entrada en vigor al día siguiente de su publicación en el B.O.E.

Modificación de la ley 38/199, de 5-nov-99, de Ordenación de la Edificación

Ley 53/2002 de 5-dic-02, (Art. 105), de Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social, de la Jefatura del Estado

B.O.E.: 31-dic-02

Norma Básica de la Edificación NBE-AE/88 "Acciones de la Edificación"

Real Decreto 1370/1988, de 11-nov-88, del Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.

B.O.E. 17-nov-88. Modifica parcialmente la antigua MV-101/62 "Acciones de la Edificación"

Decreto 195/1963 de 17-ene de M. de Vivienda.

B.O.E. 9-feb-63

Pliego de condiciones técnicas de la dirección general de arquitectura

Orden de 04-jun-73, del Ministerio de Vivienda.

B.O.E.: 26-jun-73

1.2.4. Ficha urbanística

ARQUITECTO: Clara Jaime Santero

PROMOTOR: Universidad de Zaragoza, Trabajo Fin de Máster

TRABAJO: Proyecto de 'Complejo residencial para seniors a orillas del Duero'

SITUACIÓN: Vila Nova de Gaia, Oporto, Portugal

SITUACIÓN URBANÍSTICA:

Planeamiento sobre el municipio:	PGM NNSS DSU	Otros
Normativa vigente sobre la parcela:	PP PE ED	Otros

Condiciones de parcela:

	En norma	En proyecto
Parcela Mínima	No definido	No definido
Frente Mínimo	No definido	No definido
Fondo Mínimo	No definido	No definido

Condiciones de edificación:

Parcela Mínima	No definido	No definido
Frente Mínimo	No definido	No definido
Fondo Mínimo	No definido	No definido
Altura Máxima	No definido	No definido

Régimen de usos:

Usos permitidos	Residencial público	-
	Pública concurrencia	-
Usos condicionados	-	-

PARÁMETROS DE COMPOSICIÓN Y FORMA:

<i>Cubierta:</i>	Cubierta plana transitable con losa maciza de HA-25.
	Cubierta planta transitable sólo para mantenimiento con losa maciza de HA-25
	Cubierta inclinada con panel sándwich y revestimiento exterior de zinc.

<i>Fachada:</i>	Muro original o reproducción de sillarejo preexistente con espesor variable reforzado por muro de HA-25.
	Huecos de profundidad variable con carpintería de madera de roble y vidrio CLIMALIT 4/12/4 BE

Zaragoza, enero de 2020.

Técnico autor del proyecto: Clara Pilar Jaume Santero

1.3. Descripción del proyecto

El proyecto residencial para seniors en Vila Nova de Gaia surge del desarrollo de una estrategia de invasión de su ribera más olvidada.

Con una ya conocida silueta en dirección al mar y un característico paseo verde en dirección contraria más allá del puente do Infante, la fábrica abandonada conserva aún su memoria al cobijo de un gran muro de contención de piedra que la esconde del paseo de la ribera de Gaia y la expone abiertamente al paseo de la ribera enfrentada de Oporto.



La idea generadora del proyecto arranca de este muro de piedra que protege el histórico lugar y de alguna manera ensalza la nave existente como su seña de identidad. Se busca la colonización de este muro manteniendo siempre el respeto por la edificación más característica del complejo y creando un diálogo armónico entre ambas piezas del proyecto.

Para ello, el muro posterior ocupado busca otorgar el espacio necesario tanto a la nave preexistente como al muro de contención original, del que pretende separarse apenas 75cm, lo suficiente para crear en el espacio interior una atmósfera cálida con una ranura de luz que acompaña al que recorre longitudinalmente estas piezas en el paseo de acceso a las viviendas y a las habitaciones temporales.

Se propone, por tanto, la ocupación del espacio derruido de la izquierda que recuerda a lo que pudo haber sido otra nave del complejo para la creación de las viviendas permanentes de los seniors, espacios en dos niveles cuya vida, protegida como en una cueva, se realiza dentro de estos muros reconstruidos en planta baja, mientras que en la superior se encuentran con una pieza más liviana, un espacio regalado sin uso definido que mira al Duero.

Prolongando este ensanchamiento propuesto de muro aparece otra pieza que recoge una serie de habitaciones temporales a modo de alquiler vacacional, que sigue con la misma idea de la cueva y de la colonización del muro protector. En contraposición a esta voluntad de esconderse, la nave preexistente e imagen característica del complejo se abre a su entorno para poner a disposición,

tanto de los inquilinos del complejo como de cualquier paseante anónimo de la ciudad, una serie de equipamientos que recoge salas polivalentes, una gran sala multiusos y un restaurante. Del mismo modo que se puede recorrer el espacio entre el muro y la nave, puede recorrerse la nave en su interior, buscando ser así una alternativa al nuevo paseo proyectado dentro del propio complejo. La ubicación de unos usos tan populares pretende llamar la atención de los paseantes, y con la idea de dar mayor protagonismo al conjunto en la ribera, se plantean nuevas comunicaciones, como un ascensor vertical que conecta la cota más alta del paseo con la nave de equipamientos. Así también se proyecta una nueva conexión entre el patio posterior de la nave y la famosa capilla abandonada Senhor d'Além, así como de la antigua fábrica de cerámicas. Ambos espacios se encuentran separados por apenas unas decenas de metros pero en la actualidad el paso es impensable, por lo que se considera el quiebro del muro para dar lugar a esta conexión y hacer así del complejo, un alto más en el camino.

1.3.2. Cumplimiento del Código Técnico de la Edificación

El Código Técnico de la Edificación es el marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer los requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Se establecen estos requisitos con el fin de garantizar la seguridad de las personas, el bienestar de la sociedad y la protección del medio ambiente, debiendo los edificios proyectarse, construirse, mantenerse y conservarse de tal forma que se satisfagan estos requisitos básicos.

Funcionalidad:

En este apartado se incluyen aspectos como la accesibilidad para personas con movilidad y capacidad de comunicación reducidas, acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica o la correcta colocación de los elementos necesarios para tener acceso al servicio postal.

Seguridad:

- Seguridad estructural: 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.
- Seguridad en caso de incendio: El objetivo de este requisito básico 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.
- Seguridad de utilización y accesibilidad: El objetivo de este requisito básico consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos en el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento, así como en facilitar el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los mismos a las personas con discapacidad.

Habitabilidad:

- Higiene, salud y protección del medio ambiente: El objetivo de este requisito básico consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
- Protección contra el ruido: El objetivo de este requisito básico 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.
- Ahorro de energía y aislamiento térmico: El objetivo de este requisito básico consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir, así mismo, que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

1.3.3. Cumplimiento de otras normas específicas

EHE-O8 (R.D. 1247/2008)

Se cumple con las prescripciones de la Instrucción de Hormigón estructural y se complementan sus determinaciones con los Documentos Básicos de Seguridad Estructural.

NCSR-O2 (R.D. 997/2002)

Se cumple con los parámetros exigidos por la Norma de construcción sismo-resistente y que se justifican en la memoria de estructuras del proyecto de ejecución.

TELECOMUNICACIONES (R.D. Ley 1/1998)

Se cumple con la ley sobre Infraestructuras Comunes de Telecomunicaciones los servicios de telecomunicación, así como de telefonía y audiovisuales.

REBT (R.D. 842/2002)

Se cumple con el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión.

RITE (R.D. 1027/2007)

Se cumple con el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios y sus instrucciones técnicas complementarias.

CERTIFICACIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA (R.D. 47/2007)

Se cumple con el procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios de nueva planta.

GESTIÓN DE RESIDUOS (R.D. 105/2008)

Se cumple con las obligaciones establecidas en la regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición.

HABITABILIDAD (Orden del 29 de febrero de 1944)

Se cumple con las condiciones higiénicas mínimas de las viviendas.

1.3.4. Descripción geométrica del proyecto

El proyecto completo se desarrolla sobre una superficie de 4000 m² en planta baja distribuidos entre la nave preexistente y la pieza de piedra posterior que alberga los diferentes tipos de vivienda. Las unidades arquitectónicas que componen el proyecto se suceden a ambos lados de un paseo central proyectado que arranca más allá de la entrada original del complejo y, gracias a la nueva conexión, se extiende hacia la capilla abandonada. Contando los espacios superiores regalados tanto de las viviendas permanentes como el del interior de la nave que da lugar a la sala multiusos, el proyecto tiene una superficie total de 5785 m².

La definición geométrica estricta de cada una de las piezas y las superficies en relación a las preexistencias arquitectónicas y variaciones topográficas vienen descritas y acotadas en la documentación planimétrica que acompaña a la presente memoria. Se exponen aquí, sin embargo, las siguientes consideraciones aplicables a las diferentes piezas del proyecto.

Accesos según usos y consideraciones sobre accesibilidad:

El complejo cuenta con su entrada principal original que culmina el paseo que recorre el muro desde arriba. Sin embargo, para una mayor comodidad, se proyecta un ascensor urbano que una la cota más alta del paseo en el solar(+25m) con la cota del proyecto (+5m).

En relación a las tipologías de vivienda propuestas, tanto las de carácter temporal como las permanentes se encuentran elevadas un metro sobre el nivel inicial del conjunto, de manera que las dos piezas que recogen las diferentes tipologías son accesibles tanto por la plaza central como en sus extremos, ya sea mediante la diferencia de cota del propio paseo como con las rampas calculadas para tal propósito. Los recorridos urbanos cumplen igualmente por sus anchuras y pendientes en cuanto accesibilidad.

Evacuación según usos:

Ninguna de las tres piezas incumple los requisitos de evacuación, de modo que ninguno de los recorridos hasta una salida excede los 50, teniendo un total de dos salidas en las piezas de viviendas posterior y tres salidas en la nave de equipamientos. La salida en todos los casos se realiza de forma directa al exterior, en la planta baja, con recorridos a puntos de reunión exteriores ubicados en zonas abiertas.

Superficies útiles construidas:

Superficie total: **4859.15 m2**

Superficie total construida: **3257.58 m²**

RESIDENCIAL (25 viviendas)	2015,58 m2
Vivienda tipo (x18)	99,89 m2
Entrada	6,11 m2
Cocina – Comedor	22,52 m2
Dormitorio	10,95 m2
Aseo	2,75 m2
Ducha	1,40 m2
Espacio polivalente (+01)	23,33 m2
Terraza delantera	15,55 m2
Jardín posterior	17,28 m2
Habitación temporal (x7)	31,08 m2
Dormitorio	26,42 m2
Lavabo	2,39 m2
Cuarto de baño	2,27 m2

EQUIPAMIENTOS	954,8 m2
Recepción	164,35 m2
Vestíbulo central	56,45 m2
Vestíbulo derecho	66,54 m2
Aseos generales	38,76 m2
Cuarto anexo	2,60 m2
Administración	45,50 m2
Sala polivalente (x4)	182 m2
Espacio multiusos (+O1)	275,17 m2
Restaurante	209,53 m2
Comedor	137,89 m2
Comedor superior (+O1)	35,27 m2
Cocina	20,70 m2
Despensa	6,05 m2
Aseos	9,62 m2
Sala de estar común	78,25 m2
Zona de estar	71,42 m2
Aseos	6,83 m2
INSTALACIONES	287,2 m2
Sala de máquinas O1	62,40 m2
Sala de máquinas O2	60,70 m2
Almacén general del complejo	164,10 m2

1.3.5 Descripción general de los parámetros que determinan las previsiones técnicas

Sistema estructural:

– Cimentación

Se considera un tipo de cimentación diferente para cada pieza. Para la nave de equipamientos se proyecta una cimentación aislada bajo cada pilar que conforma la bandeja superior así como zapatas aisladas para los perfiles UPN que soportan las cerchas de cubierta y vigas centradoras en todo el perímetro de la nave.

Para las viviendas permanentes se plantea el uso de losas de cimentación debido al poco espacio existente entre dos muros de hormigón armado consecutivos, así como vigas centradoras en el perímetro que hacen también la función de recalce estructural de los muros de piedra existentes.

Para la pieza posterior de habitaciones temporales se considera una cimentación de zapatas corridas centradas en los muros de hormigón armado que conforman la estructura de la pieza.

– Estructura portante

El sustento vertical de la estructura recae en las piezas posteriores en muros de hormigón armado HA-25, con un grosor en todos los casos de 25cm. El armado, pese a poder ser variable, mantiene el recubrimiento de 25mm.

En el caso de la nave de equipamientos, la estructura portante perimetral recae en pilares UPN 300 ocultos tras trasdosado y en perfiles HEB120 para la bandeja central de la nave que alberga en su nivel superior la sala multiusos del complejo. De igual modo, en la planta superior de las viviendas se hace uso de perfil HEB 140 como estructura portante.

Las bases de cálculo adoptadas y el cumplimiento de las exigencias básicas de seguridad se ajustan a los documentos básicos del CTE.

– Estructura horizontal

Para las piezas de viviendas, la estructura horizontal se resuelve con losas macizas de hormigón armado HA-25 con un grosor de 25cm, definidas por zunchos perimetrales. La planta superior de la nave de equipamientos resuelve su estructura horizontal con un sistema mixto de acero y madera. De este modo, el forjado superior de la nave está conformado por perfiles UPN 260, IPN 260 y subestructura de vigas de madera de 12x26cm.

Sistema envolvente:

– Me1. Muro de sillarejo existente o reproducción del mismo de espesor variable aproximado 40cm, aislamiento rígido tipo XPS de espesor 12cm y estructura portante de muro de HA de espesor 25cm, con revestimiento de trasdosado de pladur o tableros de madera.

– Me2. Entablado de madera horizontal de espesor 24mm sobre anclados panel sándwich conformado por tablero de fibras bituminoso estanco al viento de espesor 18mm, aislamiento tipo XPS de espesor 12-15cm y panel de madera vista de espesor 15mm.

–Me3. Muro de piedra existente en la nave de espesor variable aproximado 100cm con trasdosado de pladur para estructura e instalaciones.

Subsistema de suelos:

– S1. Suelo en contacto con cámara sanitaria (e = 66 cm), sistema de solera sanitaria compuesta por módulos de tipo CAVITI C-50-65 y 70 con capa de compresión de 5 cm sobre mortero de regularización. Sobre el suelo sanitario se dispone aislamiento rígido de espesor 5cm, sistema de suelo radiante Schlüter y acabado de suelo de madera interior PARKLEX HY TEK, Acabado en Haya Natural de espesor 14mm.

– S2. Suelo de madera apoyado sobre panel sándwich para forjado interior THERMOCHIP Floor 12/60/12 con sistema de suelo radiante Schlüter y aislamiento bajo pavimento tipo XPS de espesor 5cm

Subsistema de cubiertas:

- C1. Cubierta transitable de forma privada; sistema portante transitable formado por losa de hormigón armado HA-25. Sobre el sistema portante se dispone hormigón en masa para la formación de pendientes, y sobre las capas separadoras un sistema de cubierta vegetal o un pavimento de tarima flotante para exterior sobre rastreles.
- C2. Cubierta plana transitable únicamente para mantenimiento, sistema portante no transitable formado por una losa maciza de HA de 25cm, con hormigón en masa para la formación de pendientes y sobre las capas separadoras un acabado de grava drenante.
- C3. Cubierta inclinada a una o dos aguas de panel sándwich formado por dos tableros de madera de espesores 27 y 24mm y con aislamiento térmico rígido de espesor mínimo 14cm pero variable para albergar vigas de madera. Revestimiento exterior de zinc, de junta alzada h=25mm.

Subsistema de acabados:

- Pi1. Revestimiento autoportante (e = 1.5 cm) de placas de cartón-yeso Pladur sobre subestructura de montantes, canales y rastreles. Una vez instalada la subestructura de compartimentación se introduce el aislante de lana mineral y se atornillan los tableros de Pladur de suelo a techo.
- Pi2. Revestimiento de pared, tablero de madera PARKLEX DRY INTERNAL de espesor 10/14mm sobre rastrel de madera 15x10mm y cámara de aire $\leq 10\text{mm}$
- Pi3. Revestimiento de alicatado cerámico para cuarto húmedos tipo TAU Classic Blanco Mate con piezas de 75x150mm, e=10mm, cogidas con mortero de cola sobre una base de cartón yeso.

Subsistema de techos:

- T1. Acabado de techo trasdosado de madera tipo PARKLEX DRY INTERNAL de espesor 10/14mm sobre rastrel de madera de dimensiones variables.
- T2. Acabado de falso techo suspendido de placas de cartón-yeso. Sistema resuelto mediante horquillas y perfiles T-47 dispuestos a intervalos de 60 cm, suspendidos de varillas roscadas atornilladas a la losa resistente mediante tacos. Una vez instalada la subestructura suspendida se introduce el aislante de lana mineral y se atornillan las dos placas de cartón-yeso de 1,5 cm de espesor.
- T3. Acabado de techo tablero inferior de madera del panel sándwich que conforma el forjado de cubierta.

Sistema de acondicionamiento ambiental:

Entendido como tal, la elección de materiales y sistemas debe garantizar las condiciones de higiene, salud y protección del medioambiente, de tal forma que se alcancen condiciones aceptables de salubridad y estanqueidad en el ambiente interior del edificio y que éste no deteriore el medio ambiente en su entorno inmediato, garantizando una adecuada gestión de toda clase de residuos.

Las condiciones aquí descritas deberán ajustarse a los parámetros establecidos en el Documento Básico HS (Salubridad), y en particular a los siguientes:

- HS 1 Protección frente a la humedad: 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.

Los parámetros básicos que se han tenido en cuenta para la solución de muros, suelos, fachadas y cubiertas han sido, según su grado de impermeabilidad, los establecidos en DB-HS-1 Protección frente a la humedad.

- HS2 Recogida y evacuación de residuos: Se dispondrá de un espacio de reserva para contenedores, así como espacios de almacenamiento inmediato cumpliendo las características en cuanto a diseño y dimensiones del DB-HS-2 Recogida y evacuación de residuos.

- RITE Calidad del aire interior: El proyecto dispone de un sistema de ventilación mecánica tanto en las viviendas como en los equipamientos de uso colectivo, cumpliendo con el caudal de ventilación mínimo para cada uno de los locales y las condiciones de diseño y dimensionado indicadas en el RITE.

Sistema de servicios:

Se entiende por sistema de servicios el conjunto de servicios externos al edificio necesarios para el correcto funcionamiento de éste.

- Suministro de agua: Se dispone de acometida de abastecimiento de agua apta para el consumo humano.

- Fontanería: La red de suministro de agua fría y caliente se realiza con tuberías de polietileno reticulado de alta densidad.

- Evacuación de aguas: Se dispone una red separativa de evacuación de aguas pluviales y residuales. La red de evacuación de aguas se realizará con tuberías de PVC y los aparatos sanitarios serán en color blanco y dispondrán de grifería mono-mando.

- Calefacción y agua caliente sanitaria: La producción de agua caliente sanitaria se realizará mediante una bomba geotérmica para las viviendas y otra para las habitaciones de carácter temporal y la nave de equipamientos.

- Suministro eléctrico: Se dispone de suministro eléctrico con potencia suficiente para la previsión de la carga total de los edificios proyectados, además se dispone de un grupo electrógeno de apoyo en caso de avería o fallo del suministro eléctrico de los equipamientos colectivos en una situación céntrica.

- Telefonía y TV: Existe acceso al servicio de telefonía disponible al público, ofertado por los principales operadores.

- Telecomunicaciones: Se dispone de infraestructura externa necesaria para el acceso a los servicios de telecomunicación regulados por la normativa vigente.

- Recogida de residuos: Se supone la conexión al servicio de recogida de residuos existente en la ciudad de Vila Nova de Gaia.

1.4. Prestaciones del edificio

1.4.1. Requisitos básicos

El nivel de prestaciones, conforme se definen a las mismas en el RD 314/2006 de 17 de Marzo de 2.006, en adelante Código Técnico de la Edificación (CTE), y en atención al desarrollo que en el mismo se efectúa de acuerdo a lo previsto en la Ley 38/1999 de 5 de Noviembre de 1.999, es tal que en el presente documento, así como una vez efectuadas las obras reflejadas en él, se cumplen las condiciones establecidas como requerimientos mínimos establecidos en el mencionado Código Técnico de la Edificación

Requisitos básicos del CTE y prestaciones que superan los umbrales establecidos en el CTE:

DB-SE SE-1: Resistencia y estabilidad

Seguridad SE-2: Aptitud al servicio

Estructural SE-AE: Acciones en la edificación

SE-C: Cimientos

SE-A: Acero

SE-F: Fábrica

SE-M: Madera

DB-SI SI 1: Propagación interior

Seguridad en caso SI 2: Propagación exterior

de Incendio SI 3: Evacuación de ocupantes

SI 4: Instalaciones de protección contra incendios

SI 5: Intervención de bomberos

SI 6: Resistencia al fuego de la estructura

DB-SUA SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

Seguridad de SUA 2: Seguridad frente al riesgo de Utilización y impacto o de atrapamiento

Accesibilidad SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento

SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación

SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

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

- Habitabilidad:

DB-HS HS 1: Protección frente a la humedad

Salubridad HS 2: Recogida y evacuación de residuos

HS 3: Calidad del aire interior

HS 4: Suministro de agua

HS 5: Evacuación de aguas

DB-HR

- Protección frente al ruido

DB-HE HE 1: Limitación de demanda energética

Ahorro de HE 2: Rendimiento de las instalaciones

Energía térmicas

HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación

HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

-Utilización

DB-SUA SUA 9: Accesibilidad

De tal forma que se permita a las personas con movilidad y comunicación reducidas el acceso y la circulación por el edificio en términos previstos en su normativa específica.

RD Ley 1/2013

Accesibilidad

RD Ley 1/1998

Acceso a los servicios de telecomunicación, audiovisuales y de información de acuerdo con lo establecido en su normativa específica.

1.4.2. Limitaciones de uso

- El edificio sólo podrá destinarse a los usos previstos en el proyecto. La dedicación de algunas de sus dependencias a uso distinto del proyectado requerirá de un proyecto de reforma y cambio de uso que será objeto de licencia nueva. Este cambio de uso será posible siempre y cuando el nuevo destino no altere las condiciones del resto del edificio ni sobrecargue las prestaciones iniciales del mismo en cuanto a estructura, instalaciones, etc.

- De las dependencias: aquellas que incumplan las precauciones, prescripciones y prohibiciones de uso referidas a las dependencias del inmueble, contenidas en el Manual de Uso y Mantenimiento del edificio.

- De las instalaciones: aquellas que incumplan las precauciones, prescripciones y prohibiciones de uso de sus instalaciones, contenidas en el Manual de Uso y Mantenimiento del edificio. Las instalaciones se diseñan para los usos previstos en el proyecto.

Zaragoza, enero de 2020

Técnico autor del proyecto: Clara Pilar Jaime Santero

2. MEMORIA CONSTRUCTIVA

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)

2. Memoria constructiva: Descripción de las soluciones adoptadas:

2.1 Sustentación del edificio*. Justificación de las características del suelo y parámetros a considerar para el cálculo de la parte del sistema estructural correspondiente a la cimentación.

2.2 Sistema estructural (cimentación, estructura portante y estructura horizontal).

Se establecerán los datos y las hipótesis de partida, el programa de necesidades, las bases de cálculo y procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural, así como las características de los materiales que intervienen.

2.3 Sistema envolvente.

Definición constructiva de los distintos subsistemas de la envolvente del edificio, con descripción de su comportamiento frente a las acciones a las que está sometido (peso propio, viento, sismo, etc.), frente al fuego, seguridad de uso, evacuación de agua y comportamiento frente a la humedad, aislamiento acústico y sus bases de cálculo.

El Aislamiento térmico de dichos subsistemas, la demanda energética máxima prevista del edificio para condiciones de verano e invierno y su eficiencia energética en función del rendimiento energético de las instalaciones proyectado según el apartado 2.6.2.

2.4 Sistema de compartimentación.

Definición de los elementos de compartimentación con especificación de su comportamiento ante el fuego y su aislamiento acústico y otras características que sean exigibles, en su caso.

2.5 Sistemas de acabados.

Se indicarán las características y prescripciones de los acabados de los paramentos a fin de cumplir los requisitos de funcionalidad, seguridad y habitabilidad.

2.6 Sistemas de acondicionamiento e instalaciones.

Se indicarán los datos de partida, los objetivos a cumplir, las prestaciones y las bases de cálculo para cada uno de los subsistemas siguientes:

1. Protección contra incendios, anti-intrusión, pararrayos, electricidad, alumbrado, ascensores, transporte, fontanería, evacuación de residuos líquidos y sólidos, ventilación, telecomunicaciones, etc.

2. Instalaciones térmicas del edificio proyectado y su rendimiento energético, suministro de combustibles, ahorro de energía e incorporación de energía solar térmica o fotovoltaica y otras energías renovables.

2.7. Equipamiento.

Definición de baños, cocinas y lavaderos, equipamiento industrial, etc.

2.1. Sustentación del edificio

Justificación de las características del suelo y parámetros a considerar para el cálculo de la parte del sistema estructural correspondiente a la cimentación.

2.1.1. Bases de cálculo

- Método de Cálculo: El dimensionado de secciones se realiza según la Teoría de los Estados Límite Últimos (apartado 3.2.1 DB SE) y los Estados Límite 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 han considerado las acciones que actúan sobre el edificio 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.

2.1.2. Estudio geotécnico

Las características del terreno de apoyo se determinarán mediante una serie de actividades que en su conjunto se denomina reconocimiento del terreno y cuyos resultados quedarán reflejados en el estudio geotécnico.

El reconocimiento del terreno, que se fijará en el estudio geotécnico en cuanto a su intensidad y alcance, dependerá de la información previa del plan de actuación urbanística, de la extensión del área a reconocer, de la complejidad del terreno y de la importancia de la edificación prevista. Salvo justificación el reconocimiento no podrá ser inferior al establecido en este DB.

Para la realización del estudio deben recabarse todos los datos en relación con las peculiaridades y problemas del emplazamiento, inestabilidad, deslizamientos, uso conflictivo previo tales como hornos, huertas o vertederos, obstáculos enterrados, configuración constructiva y de cimentación de las construcciones limítrofes, la información disponible sobre el agua freática y pluviometría, antecedentes planimétricos del desarrollo urbano y, en su caso, sismicidad del municipio, de acuerdo con la Norma de Construcción Sismorresistente NCSE vigente.

NIVEL 1. Tierra vegetal e:1m / R (compresión simple)=0,2 kg/cm²

NIVEL 2. Limos e:1,5m / R (compresión simple)=1 kg/cm²

NIVEL 3. Limos arcillosos e:1,5m / R (compresión simple)=2 kg/cm²

NIVEL 4. Grava o arcilla e:1m / R (compresión simple)=3 kg/cm²

NIVEL 5. Gravas e: en adelante / R (compresión simple)=4 kg/cm²

Comentario al estudio geotécnico:

Teniendo en cuenta el perfil litológico del terreno y las características geotécnicas asignables a cada uno de los niveles diferenciados, se llegan a las siguientes recomendaciones:

Cimentación superficial por medio de zapatas corridas y losa de cimentación de tipo rígido que se establecerán en el nivel II de conglomerados y margas, a partir de una profundidad aproximada de -1,20 m respecto a la referencia pertinente al caso concreto. Se emplea para la cimentación hormigón armado de tipo HA-25 con recubrimiento de 25 mm.

2.2. Sistema estructural

Se establecen para el cálculo los datos y las hipótesis de partida, el programa de necesidades, las bases de cálculo y procedimientos o métodos empleados para todo el sistema estructural, así como las características de los materiales utilizados.

El proceso seguido para el cálculo estructural es el siguiente: primero, determinación de situaciones de dimensionado; segundo, establecimiento de las acciones; tercero, análisis estructural; y cuarto dimensionado.

Los métodos de comprobación utilizados son el de Estado Límite Último para la resistencia y estabilidad, y el de Estado Límite de Servicio para la aptitud de servicio.

2.2.1. Cimentación

Datos e hipótesis de partida:

Se ha realizado un estudio geotécnico de la parcela por un laboratorio de control de calidad homologado para conocer la morfología y el comportamiento del terreno.

Programa de necesidades:

Se plantea el cálculo de dos edificios estructuralmente independientes, la nave preexistente reforzada por pilares de acero y las piezas posteriores de viviendas que se resuelven con sistema estructural portante y horizontal de HA-25.

Bases de cálculo:

Para la definición de las acciones actuantes, se ha seguido el CTE SE-AE.

Acciones permanentes (G):

- Peso propio

Consultar Apartado 3.1. *Seguridad estructural DB – SE* del mismo documento.

Acciones variables (Q):

- Sobrecarga de uso (U):

Consultar Apartado 3.1. *Seguridad estructural DB – SE* del mismo documento.

– Acciones climáticas:

Consultar Apartado 3.1. *Seguridad estructural DB – SE* del mismo documento.

– Acciones accidentales (A):

Sismo: No se considera

Descripción constructiva:

En primer lugar, se realiza la limpieza del terreno para determinar los niveles del conjunto. De esta manera, y dadas las características del terreno, se proyecta en la pieza posterior una cimentación mediante zapatas corridas de tipo rígido que se sitúan en la cota inferior del muro de piedra preexistente anclado en el terreno un supuesto de 1.20 m.

Tras el vaciado del terreno y excavación según planos adjuntados, se comienza a apisonar el terreno para obtener un terreno correctamente compactado bajo las zapatas. Tras cubrir los vaciados con una capa de hormigón de limpieza de 10 cm, se procede a la disposición del armado de las zapatas y el encofrado para el vertido del hormigón, que será de una resistencia de 25 N/mm² y garantizará siempre el recubrimiento mínimo de los armados de 25 mm.

Para la estructura de la nave se dispondrá de zapatas aisladas bajo pilares conectadas entre sí por vigas centradoras y perimetrales para evitar movimientos de tierras indeseados.

Características de los materiales:

El hormigón debe tener una dosificación mínima de cemento de 380 Kg/m³, siendo el cemento de tipo EN 197-4 CEM I/32,5 N y con un cono de Abrams de 18 a 20 cm, con un árido máximo de 12 mm si es de cantera y 20 mm si es de grava. El acero para todas las mallas necesarias será de tipo B-500 S. El acero de los perfiles estructurales será del tipo laminado S275 con capa de imprimación intumescente.

2.2.2. Estructura portante

Datos e hipótesis de partida:

Existen dos sistemas estructurales diferentes en el proyecto, de manera que las piezas posteriores correspondientes a las habitaciones temporales y la planta baja de las viviendas permanentes se resuelven con muros de hormigón armado HA-25 mientras que la estructura de refuerzo de la nave, así como su bandeja central y la planta superior de las viviendas permanentes están sustentados por un sistema mixto de acero y madera. Los perfiles que conforman dicha cubierta son pilares de HEB 140 y vigas IPN 180 con un subsistema de vigas de madera 12x18cm.

Para la bandeja interior de la nave, se hace uso de pilares HEB120, vigas IPN 260, perfiles huecos cuadrados 90x90, vigas UPN 260 que conforman el alzado de la bandeja y un subsistema de vigas de madera 12x26.

El peso de la cubierta lo soportan perfiles UPN300 que trabajan como vigas y pilares y soportan el peso de las cerchas de madera de clase resistente C27 así como de sus correspondientes correas de madera.

Bases de cálculo:

Para la definición de las acciones actuantes, se ha seguido el CTE SE-AE.

Acciones permanentes (G):

– Peso propio

Consultar Apartado 3.1. *Seguridad estructural DB – SE* del mismo documento.

Acciones variables (Q):

– Sobrecarga de uso (U):

Consultar Apartado 3.1. *Seguridad estructural DB – SE* del mismo documento.

– Acciones climáticas:

Consultar Apartado 3.1. *Seguridad estructural DB – SE* del mismo documento.

– Acciones accidentales (A):

Sismo: No se considera

2.2.3. Estructura horizontal

Datos e hipótesis de partida:

Al igual que los muros, en las piezas de viviendas la estructura horizontal está formada por losas de hormigón armado Ha-25 de 25cm de espesor.

Como se ha nombrado con anterioridad, la cubierta de la planta superior de las viviendas permanentes se realiza con perfiles IPN 180 y un sistema de viguetas de madera de 12x18, mientras que el soporte de la cercha de la nave de equipamientos se realiza con perfiles UPN 300 trabajando indiferentemente como vigas o pilares.

Los forjados sanitarios se resuelven mediante encofrados perdidos CAVITI de diferentes alturas desde 50 a 70 dependiendo de la altura necesaria para salvar la cota en planta baja.

Bases de cálculo:

Para la definición de las acciones actuantes, se ha seguido el CTE SE-AE.

Acciones permanentes (G):

– Peso propio

Consultar Apartado 3.1. *Seguridad estructural DB – SE* del mismo documento.

Acciones variables (Q):

– Sobrecarga de uso (U):

Consultar Apartado 3.1. *Seguridad estructural DB – SE* del mismo documento.

– Acciones climáticas:

Consultar Apartado 3.1. *Seguridad estructural DB – SE* del mismo documento.

– Acciones accidentales (A):

Sismo: No se considera

2.3. Sistema envolvente

Definición constructiva de los distintos subsistemas de la envolvente del edificio, con descripción de su comportamiento frente a las acciones a las que está sometido (peso propio, viento, sismo, etc.), frente al fuego, seguridad de uso, evacuación de agua y comportamiento frente a la humedad, aislamiento acústico y aislamiento térmico, y sus bases de cálculo.

El Aislamiento térmico de dichos subsistemas, la demanda energética máxima prevista del edificio para condiciones de verano e invierno y su eficiencia energética en función del rendimiento energético de las instalaciones proyectado según el apartado 2.6.2.

Me1. Muro de mampostería de espesor variable $e=40\text{cm}$

Definición constructiva:

Muro de fábrica de mampuestos de unos 40 cm de espesor (variables según el caso concreto, véase la información planimétrica adjunta), con acabado visto hacia el exterior.

Plancha rígida de espuma de polietileno extruido (XPS) conforme a la norma UNE EN 13164, con tratamientos de juntas perimetrales. Conductividad de 0.036 w/mK y resistencia $2.2\text{ m}^2\text{K/W}$.

Muro de hormigón armado HA-de de espesor 25cm

Peso propio: Acción permanente según DB SE-A

Nieve: No aplicable

Viento: Acción variable según DB SE-AE

Fuego: Propagación exterior según DB SI.

Me2. Entablado de madera horizontal

Definición constructiva:

Entablado de madera de pino resistente $e=24\text{mm}$

Rastrel verticales de madera de pino 40mm

Tablero de fibras vituminoso estanco al viento $e=18\text{mm}$

Pies derechos, aislamiento térmico tipo XPS $e=15\text{cm}$ de conductividad de 0.036 w/mK y resistencia $2.2\text{ m}^2\text{K/W}$

Panel de madera aglomerada (barrera de vapor)

Rastreles verticales para el paso de instalaciones 50mm

Mi3 Muro de mampostería de espesor variable $e=100\text{cm}$

Muro de fábrica de mampuestos de unos 100 cm de espesor (variables según el caso concreto, véase la información planimétrica adjunta), con acabado visto hacia el exterior.

Trasdosado de placas de cartón-yeso sobre estructura de canales y montantes tipo PLADUR

2.3.2. Subsistema de suelos

S1. Suelo en contacto con cámara sanitaria ($e = 66\text{cm}$)

Definición constructiva:

Sistema de solera sanitaria compuesta por módulos de tipo CAVITI C-45, 50 o 65 con capa de compresión de 8 cm sobre mortero de regularización (armadura de reparto con acero B-500S de $\varnothing 6\text{ c}/25\text{cm}$).

Sobre el sistema de suelo sanitario se dispone aislamiento rígido de poliestireno de $4,5\text{ cm}$, sistema de suelo radiante Schlüter y acabado de madera Haro.

Peso propio: Acción permanente según DB SE-AE.

Del suelo S1: $3,91\text{ kN/m}^2$

Nieve: No es de aplicación.

Viento: No es de aplicación.

Fuego: Propagación exterior según DB SI:

Del suelo S1: REI120 (>REI60)

Evacuación de aguas: No es de aplicación.

Comportamiento frente a la humedad: Condiciones de las soluciones de muro de fachada según DB HS1:

Los cajones de polietileno sirven de barrera para evitar la aparición de humedad por capilaridad.

Aislamiento acústico: No es de aplicación.

Aislamiento térmico: Limitación de la demanda energética según DB HE 1: valores de las transmitancias.

Del suelo S1: 0,478 W/m²K (<0,66 W/m²K)

2.3.3. Subsistema de cubiertas

C1. Cubierta transitable de forma privada

Sistema portante transitable formado por losa de hormigón HA-25. Sobre el sistema portante se dispone hormigón en masa para la formación de pendientes y sobre las capas separadoras un sistema de cubierta vegetal o un pavimento de tarima flotante para exterior sobre rastreles

Peso propio: Acción permanente según DB SE-AE:

Nieve: Acción variable según DB SE-AE

Viento: Acción variable según DB SE-AE: Presión estática del viento

Fuego: Propagación exterior según DB SI:

De la cubierta C1: REI240 (>REI90)

Evacuación de aguas: Evacuación de aguas según DB HS 5: Recogida de aguas pluviales con conexión a la red de saneamiento.

Comportamiento frente a la humedad: según DB HS1: Garantizadas las características exigidas por este apartado, toda cubierta posee el mismo grado de impermeabilidad y se considera cumplido.

Aislamiento acústico: Protección frente al ruido según NBE-CA-88: 64dBA

Aislamiento térmico: Limitación de la demanda energética según DB HE 1.

2.3.4. Subsistema de huecos

P1. Puerta exterior de acceso al patio de instalaciones

Unidades: 2 en planta baja

Transmitancia: 1,10 W/(m²K)

Sistema: Estructura de doble tablero macizo de roble con herrajes de acero inoxidable

Marco: Carpintería maciza de madera de roble.

Premarco: Listón de madera de pino.

Material: Madera estándar de roble ranurada para el acabado e interior de pino laminado.

Accesorios: Manilla de perfil rectangular macizo (Ø4cm) de aluminio con acabado anodizado.

Pórtico conformado por pilar de madera laminada de alarce con protección de barniz incoloro, con anclaje superior de varillas roscadas y camisa de acero y anclaje inferior mediante perforación en zapata y relleno de resina para el anclaje de las varillas

P2. Puerta Batiente Interior Simple

Unidades: 1 por entrada a vivienda permanentes y habitaciones temporales

Transmitancia: 0.8 W/(m²K)

Sistema: Combinación de paramento fijo tabicado de madera y puerta batiente hacia el interior de dos tablero de madera de espesor e=16mm, con rastreles de madera maciza de pino y aislamiento interior de lana mineral.

Marco: Carpintería maciza de madera de roble con acabado 'barniz satinado miel' con rotura de puente térmico.

Premarco: Listón de madera de pino.

Material: Madera estándar de roble ranurada para el acabado e interior de pino laminado.

Accesorios: Manilla de perfil rectangular macizo (Ø4cm) de aluminio con acabado anodizado.

2.4.Sistema de compartimentación

2.4.1 Carpinterías interiores

Vf1. Ventana acristalada corredera

Unidades: 3 en vivienda tipo, 12 en equipamientos

Transmitancia: 2,50 W/(m²K)

Carpintería: Marco macizo de madera de roble tratada

Premarco: Macizo de madera de pino

Acristalamiento: Vidrios CLIMALIT 4/12/4 BE

Carriles de acero inoxidable

Vi2. Ventana acristalada doble batiente

Unidades: 1 en vivienda tipo, 5 en habitaciones temporales y 4 en nave

Transmitancia: 2,50 W/(m²K)

Carpintería: Marco macizo de madera de roble tratada

Premarco: Madera de pino

Vierteaguas de madera de roble

Acristalamiento: Vidrios CLIMALIT 4/12/4 BE

Herrajes: Acero inoxidable

Contraventanas: Tablero de madera de roble e=16mm

2.5. Sistema de acabados

Pi1. Revestimiento autoportante (e = 1.5 cm) de placas de cartón-yeso Pladur sobre subestructura de montantes, canales y rastreles. Una vez instalada la subestructura de compartimentación se introduce el aislante de lana mineral y se atornillan los tableros de Pladur de suelo a techo.

Pi2. Revestimiento de pared, tablero de madera PARKLEX DRY INTERNAL de espesor 10/14mm sobre rastrel de madera 15x10mm y cámara de aire $\leq 10\text{mm}$

Pi3. Revestimiento de alicatado cerámico para cuarto húmedos tipo TAU Classic Blanco Mate con piezas de 75x150mm, e=10mm, cogidas con mortero de cola sobre una base de cartón yeso.

2.6. Sistemas de acondicionamiento e instalaciones

Se indican los datos de partida, los objetivos a cumplir, las prestaciones y las bases de cálculo para cada uno de los subsistemas siguientes:

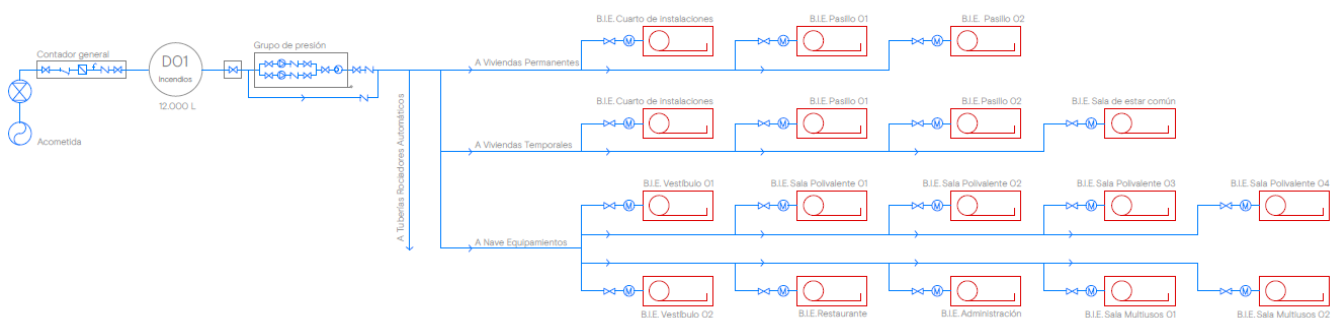
1. Protección contra incendios, anti-intrusión, pararrayos, electricidad, alumbrado, transporte, fontanería, evacuación de residuos líquidos y sólidos, ventilación, telecomunicación, etc
2. Instalaciones térmicas del edificio proyectado y su rendimiento energético, suministro de combustibles, ahorro de energía e incorporación de energías renovables.

2.6.1. Subsistema de protección contra incendios

Datos de partida: Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de los sistemas de prevención y extinción de incendios para el proyecto de 'Conjunto residencial para seniors a orillas del Duero' que nos atañe, incluyendo en éste el diseño y ejecución de los sistemas definidos a continuación.

Objetivos a cumplir: La presente documentación tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de los sistemas que garanticen el requisito básico de "Seguridad en caso de incendio", CTE-DB-SI.

El objetivo 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 del proyecto, construcción, uso y mantenimiento.



Se instalarán extintores de tal forma que cubran todos los edificios de uso comunitario. Cada uno de los extintores tendrá una eficacia como mínimo 21A-113B. Además, se instalarán extintores de CO2 en las zonas de cuadros eléctricos.

En el edificio existen locales de riesgo especial, como son los cuartos de instalaciones. En estos locales se instalará un extintor siempre próximo a la puerta de salida. Se instalarán además los extintores suficientes para que la longitud del recorrido real hasta alguno de ellos, incluso el situado en el exterior, no sea mayor que 15 m en locales de riesgo medio o bajo.

Los extintores se dispondrán de forma tal que puedan ser utilizados de manera rápida y fácil. El extintor estará señalizado con una placa fotoluminiscente de 210x210 mm, conforme a la norma UNE 23035-4, y se dispondrá además de alumbrado de emergencia que entre en funcionamiento en caso de fallo en el suministro del alumbrado normal, cuyas características se describen en el Apartado del Subsistema de Alumbrado.

Los edificios cuentan también con un sistema de alarma en todos sus espacios construidos mediante pulsadores de alarma, colocados en todas las salidas de los espacios y siguiendo siempre el recorrido de evacuación. Se cuenta también con un sistema de detección automática formado por detectores iónicos de humos de forma que se cubran todos los rincones del edificio con un radio de 5m desde cada detector.

2.6.2 Subsistema de pararrayos

Datos de partida: Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación del sistema de protección contra la acción del rayo, en caso de ser necesaria, para el proyecto de 'Conjunto residencial para seniors a orillas del Duero' que nos atañe, incluyendo en éste el diseño y ejecución de los sistemas definidos.

Objetivos a cumplir: Se debe cumplir la exigencia básica SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo, que limita el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

Descripción y características: El proceso de cálculo está detallado en el apartado SUA 8 del Cumplimiento del CTE de la presente memoria.

El proyecto necesita la instalación de un sistema de protección contra el rayo porque la frecuencia esperada de impactos es mayor que el riesgo admisible. Según los términos establecidos en el apartado 2 del CTE-DB SUA 8 los componentes de la instalación deben cumplir un nivel de protección correspondiente a la eficiencia requerida de grado 3.

2.6.3 Subsistema de fontanería

Datos de partida: Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de abastecimiento de agua para el proyecto 'Conjunto residencial para seniors a orillas del Duero', incluyendo en éste el diseño y ejecución de la red de fontanería en el presente proyecto.

Objetivos a cumplir: El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de abastecimiento de agua para los siguientes servicios:

- Almacenamiento de agua
- Red de distribución de agua

Se presentan así en este documento, junto con los documentos complementarios (planos y memoria de Justificación del DB-HS4), el diseño de la instalación, los cálculos justificativos y los materiales utilizados.

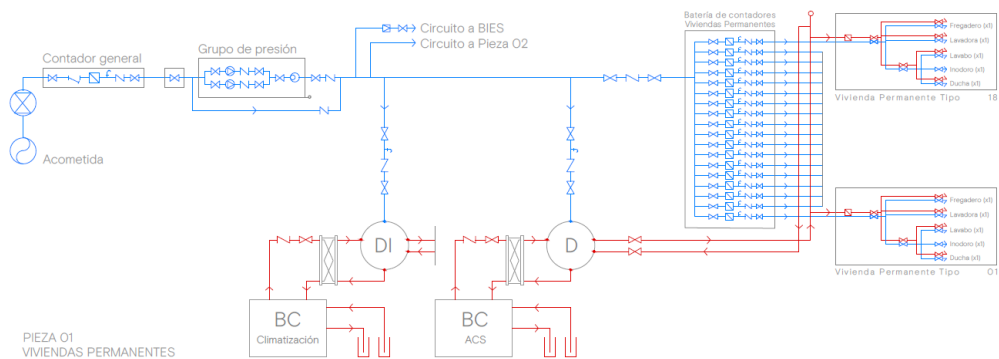
Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial el Documento Básico de Salubridad, sección 4. DB-HS 4. Suministro de Agua.

Agua fría sanitaria:

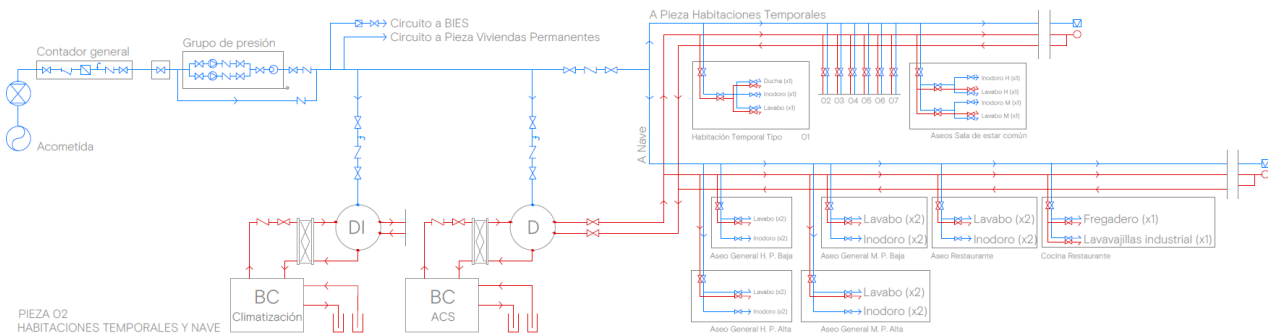
Se plantea una red de abastecimiento de agua sanitaria con la acometida general ubicada en el acceso a la calle Cabo Simão. Desde ahí se conduce a través de una red general hasta la sala de instalaciones que asociada a las viviendas permanentes, donde se alojará la batería de contadores de AFS. Como se pretende separar el gasto entre los inquilinos permanentes del complejo de aquellos que están de visita temporal, se establece una derivación antes de la batería de contadores de las viviendas permanentes. Esta derivación

se dirigirá directamente a la segunda sala de máquinas, la que se encuentra asociada a las habitaciones de carácter temporal. Esta sala de máquinas abastecerá tanto a las diferentes viviendas como a la nave de equipamientos, separando de este modo el esquema en dos partes. Las derivaciones a cada punto de consumo se realizarán por el suelo sanitario en el caso de encontrarse dentro de una vivienda o a través de un canal longitudinal formado por una losa quebrada de hormigón armado que recorre el pasillo de las dos piezas posteriores y cuenta con un punto de registro cada cinco metros correspondiente con la entrada a cada vivienda.

Esquema general Pieza Viviendas Permanentes:



Esquema general Pieza de Habitaciones temporales y Nave de equipamientos:



Toda la instalación de fontanería y agua caliente sanitaria se efectúa con tuberías de polietileno reticulado (PEX), según Norma UNE EN ISO 15875:2004. Este material posee una amplia gama de diámetros disponibles y es de fácil colocación, siendo compatible para ambos usos. Además, aporta ligereza y flexibilidad, resistencia a la corrosión y posee baja rugosidad interna, que permite transportar mayor caudal de agua con un diámetro interno inferior, es decir, que ofrece menor pérdida de carga lineal, además de evitar la formación de cal u otras sustancias que empeoran la calidad del agua. También se trata de un producto de bajo coste y rápida ejecución, por lo que la puesta en obra puede darse a mayor brevedad.

Las llaves de paso serán de tipo de bola en latón, estancas a la presión de trabajo y adecuadas para la regulación del caudal. Se disponen sistemas anti-retorno para evitar la inversión del sentido del flujo tras el contador general, en la base de cada uno de los montantes ascendentes, antes de la bomba de calor, intercambiadores, y demás elementos de bombeo. Antes de cada válvula anti-retorno se dispondrá de un grifo de vaciado de modo que se permita vaciar cualquier tramo de la red en caso de ser necesario.

Agua caliente sanitaria:

La separación en dos del esquema de abastecimiento de AFS se completa con la separación en dos partes de la producción de agua caliente sanitaria. De este modo, cada cuarto de instalaciones asociado a una pieza cuenta con dos bombas geotérmicas, una para la producción de ACS y otra para climatización, resultando un esquema más sencillo para el control de los gastos en el caso de lo inquilinos permanentes.

2.6.5. Subsistema de evacuación de residuos líquidos y sólidos

Datos de partida: Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de abastecimiento de agua para el proyecto 'Conjunto residencial para seniors a orillas del Duero', incluyendo en éste el diseño y ejecución de la red de saneamiento en el presente proyecto.

Objetivos a cumplir:

El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de saneamiento, y en general de los siguientes servicios:

– Red separativa de residuales y pluviales de zona habitable.

Se presenta así en este documento, junto con los documentos complementarios (planos y memoria de justificación del DB-HS 5), el diseño y dimensionado de la instalación y los sistemas utilizados. Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial el Documento Básico de Salubridad, sección 5. DB-HS 5. Evacuación de Aguas.

Aguas residuales:

Se plantea una red separativa por lo que, antes de verter, no confluyen las dos redes del proyecto dado que la red de pluviales se vierte directamente al río Duero.

El esquema general es análogo al de abastecimiento de agua sanitaria en cuanto a la colección general de aguas residuales, que desde colectores individuales ubicados en cada pieza se conducirán hacia un filtro verde ubicado en la periferia de la ribera, hacia un lado los de las viviendas permanentes y al contrario los que recogen las aguas de la nave de equipamientos y las habitaciones temporales. La conducción y colección individual se realiza bajo el suelo sanitario hasta llegar al corredor, momento en el que, en el caso de las habitaciones temporales se desarrolla a lo largo del canal longitudinal y en el de las viviendas permanentes se realiza por el paseo de fuera, al estar el canal ocupado previamente por otras instalaciones incompatibles.

Las unidades de desagüe adjudicadas a cada tipo de aparato (UDs) y los diámetros mínimos de sifones y derivaciones individuales serán las establecidas en el DB HS 5, en función del uso. Los sifones individuales deben tener el mismo diámetro que la válvula de desagüe conectada. El dimensionado de los ramales colectores entre aparatos sanitarios y la bajante se realizará de acuerdo con la tabla 4.3 DB HS 5 según el número máximo de unidades de desagüe y la pendiente del ramal colector.

El dimensionado de los colectores horizontales se hará de acuerdo con la tabla 4.5 DB HS 5, obteniéndose el diámetro en función de la pendiente.

Los colectores horizontales serán todos de 110 mm manteniendo una pendiente constante del 1%, La colección de aguas residuales en los aseos se realizará a través de un bote sifónico con ramales de 40 mm de diámetro.

Los colectores desaguarán por gravedad y mediante arquetas y colectores enterrados, con cierres hidráulicos. El sistema separativo para pluviales y saneamiento permite una mayor adaptabilidad a las posibles modificaciones de la red y una mayor higiene en la

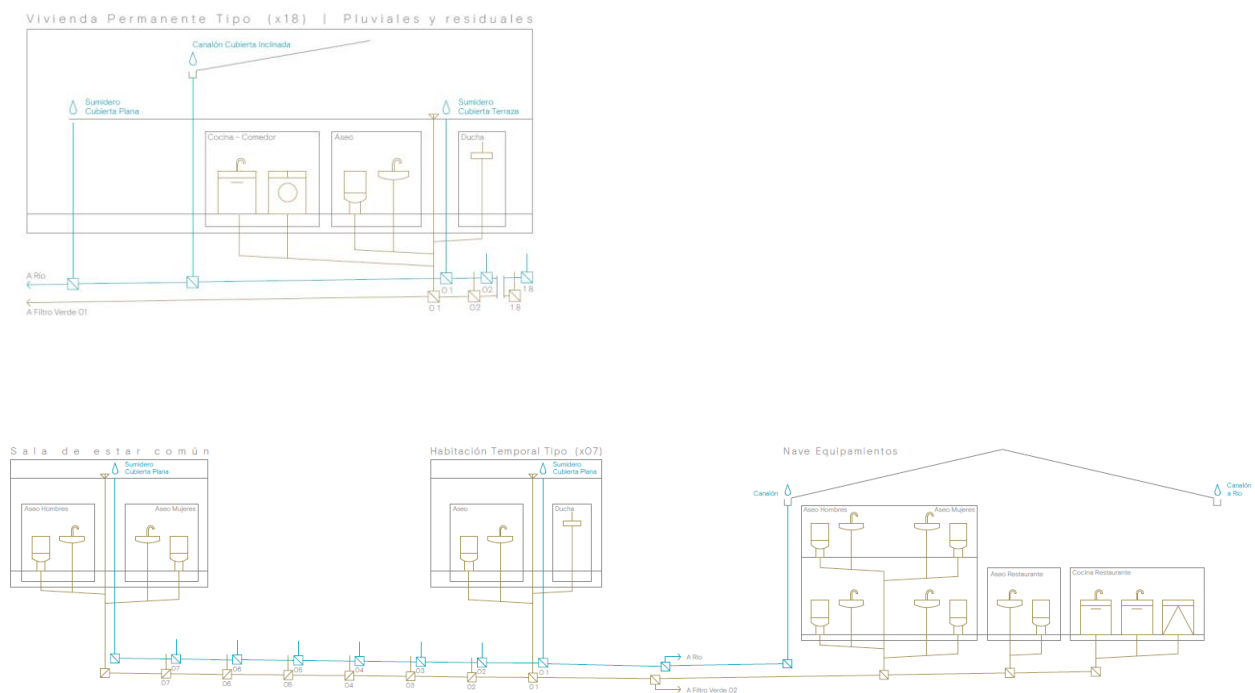
evacuación de las aguas pluviales, que permitir, a pesar de separarse también en el mismo esquema de dos piezas, verter las aguas controladamente directamente al río Duero.

La red de evacuación está constituida por los siguientes elementos:

- Puntos de captación: locales húmedos donde se recogen las aguas residuales, sumideros en la cubierta.
- Red vertical de evacuación: conjunto de tuberías que transportan las aguas, residuales o pluviales, desde las derivaciones de desagüe de aguas residuales o sumideros hasta la red horizontal.
- Red horizontal de evacuación: une las diferentes arquetas en su parte inferior y conducen las aguas hasta el punto de vertido. Esta red se proyecta enterrada, al nivel de la planta de cimentación del edificio.
- Red de aguas residuales: Las aguas residuales son aquellas que provienen de cocina, vestuarios, aseos y locales de instalaciones por posibles fugas. La cocina, a efectos de evacuación, consta únicamente de un fregadero; los aseos constan de inodoros, y lavamanos, Cada elemento sanitario está dotado de sifón individual por cumplir la distancia permitida a la bajante según el CTE.

Aguas pluviales:

Las aguas pluviales se recogen por separado dependiendo del sistema constructivo de cubierta. De este modo, la cubierta de las habitaciones temporales y la primera planta de las viviendas permanentes cuentan con sumideros que bajar por los patinillos habilitados a tal efecto mientras que la cubierta inclinada de la planta superior, así como la cubierta a dos aguas de la nave de equipamientos, cuentan con canalones metálicos longitudinales que recorren el alzado y recogen las aguas pluviales para echarlas controladamente al río.



El colector principal conduce el agua a la acometida exterior del edificio, uniéndose por último el agua de drenaje de los muros de hormigón armado y mampostería. La colección general de aguas se realiza por una red separativa a lo largo del eje urbanizado de la ribera.

2.6.6. Subsistema de ventilación

Datos de partida: Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de ventilación para el proyecto de 'Conjunto residencial para seniors a orillas del Duero', incluyendo en éste el diseño y ejecución de la red de ventilación en el presente proyecto.

Esta instalación garantiza la renovación de aire necesaria en cada uno de los ámbitos del proyecto. No obstante, el aporte de aire de renovación en invierno para este espacio también necesita un precalentamiento para no afectar al confort térmico del mismo.

Objetivos a cumplir: El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de ventilación y climatización necesaria para los dos espacios, la pleura y la vivienda, y en general de los siguientes servicios:

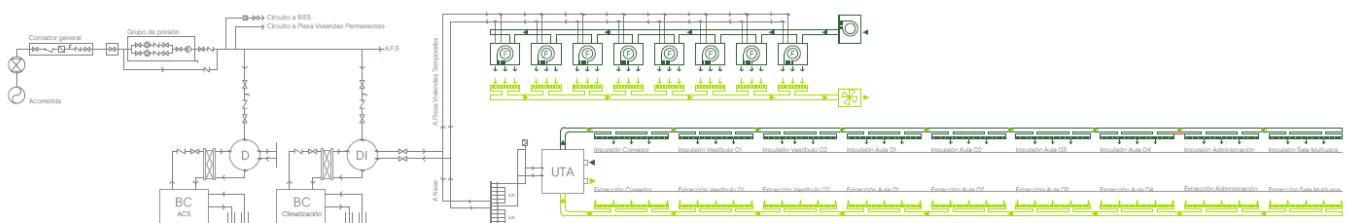
- Producción de agua caliente para climatización de las viviendas
- Recuperación de calor y tratamiento de aire
- Red de conductos de ventilación
- Extracción mecánica de cuartos húmedos

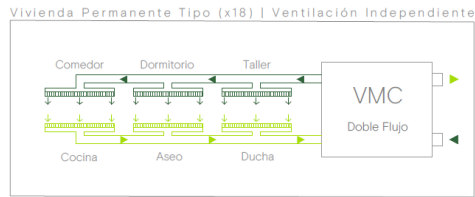
Se presenta así en este documento, junto con los documentos complementarios (planos y memoria de justificación del DB-HS3), el diseño de la instalación y los sistemas utilizados.

Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial los siguientes documentos:

- Documento Básico de Salubridad, sección 3. DB-HS 3. Calidad del aire interior
- Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE. Instrucción Técnica 1.1.4.2. Exigencia de calidad del aire interior
- UNE-EN 13779

Esquema de Ventilación:





Diseño:

En el caso de la ventilación, se establecen tres sistemas independientes, uno de ellos destinado a las viviendas permanentes, otro a las habitaciones temporales y el último a la nave de equipamientos.

En el caso de las viviendas permanentes, para evitar los ruidos que puede generar un sistema compartido, se proyecta en cada vivienda un sistema independiente de Ventilación Mecánica Controlada de doble flujo, de manera que el aire que se extrae en la extracción pueda ayudar a calentar el que acaba de ser impulsado. Se escoge un aparato de baja silueta que puede colocarse en el armario de la planta baja y a ventilar a través del mueble/chimenea que se encuentra en el espacio superior.

Para las viviendas temporales se ha optado por la impulsión a través del fancoil de aire a cada estancia y la extracción mecánica por cubierta. Para la nave de equipamientos, sin embargo, sus dimensiones obligan a pensar en un sistema mayor, por lo que se recurre al uso de una UTA colocada en el cuarto de máquinas de la pieza posterior que puede ventilar cada una de las estancias de la nave.

2.6.7. Subsistema de instalaciones térmicas

Datos de partida: Constituye el objeto de la presente memoria, la descripción y justificación de la instalación de ventilación para el proyecto de 'Conjunto residencial para seniors a orillas del Duero', incluyendo en éste el diseño y ejecución de la red de climatización en el presente proyecto.

Objetivos a cumplir:

El presente proyecto tiene por finalidad la descripción y especificación de las características gráficas y técnicas de la instalación de suelo radiante del edificio, recogiendo:

- Producción de agua caliente/fría para suelo radiante
- Red de distribución y control de suelo radiante

Se presenta así en este documento, junto con los documentos complementarios (planos), el diseño de la instalación y los sistemas utilizados.

Es de aplicación en este proyecto y su posterior ejecución toda la reglamentación y normativa de actual vigencia en España para este tipo de instalaciones, y en especial el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios, RITE.

Diseño:

En el caso de la climatización de los espacios, se sigue manteniendo el esquema separativo recurrente en el proyecto, justificado en este caso por las diferentes funciones y tiempos de demanda de los espacios. En las viviendas permanentes se plantea suelo radiante con dos serpentines en la planta baja y uno en la planta superior, completando el esquema con un pequeño radiador en el aseo.

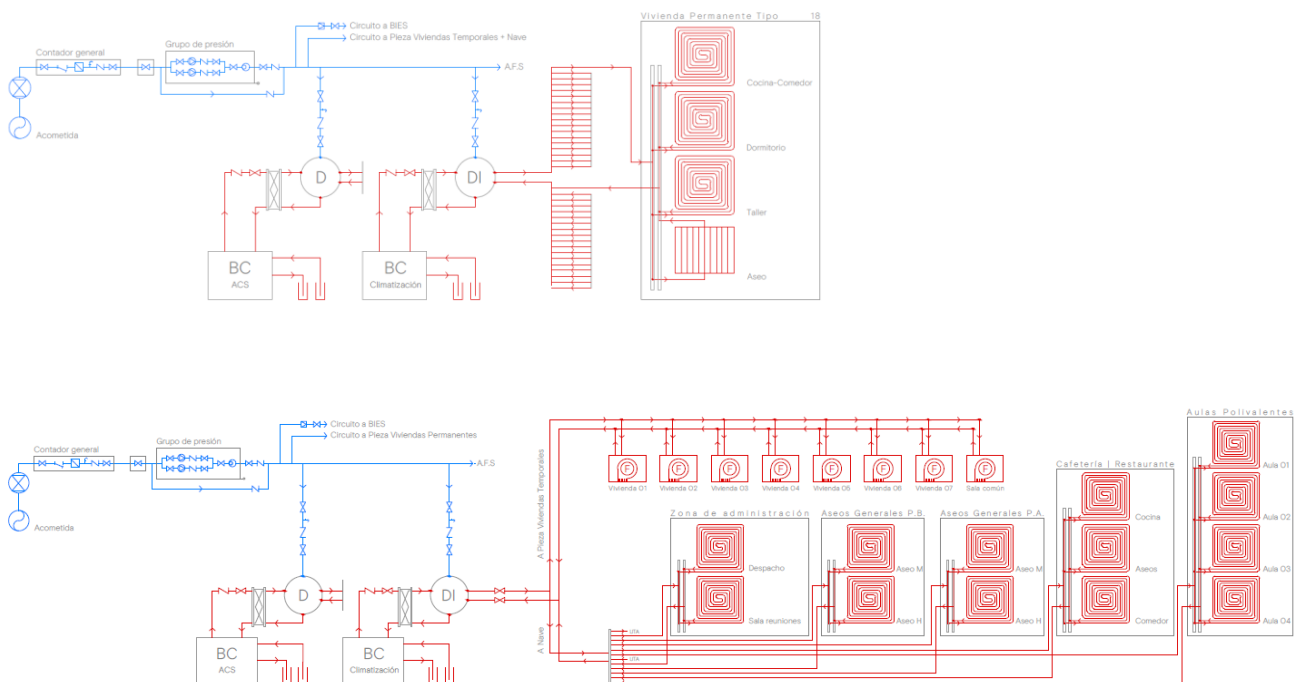
Como para la nave de equipamiento también se prevee un uso frecuente en el tiempo, se opta también por la solución de suelo radiante mientras que para las habitaciones temporales, al poder estar tiempo sin ser utilizada, el uso del suelo radiante con su mayor lentitud para ponerse en funcionamiento, no está tan justificado. Es en este caso en el que se decide optar por el uso del fancoil para la climatización de espacios tan pequeños como estas habitaciones.

Para la vivienda se proyecta un suelo radiante dinámico del fabricante Schlüter ubicado sobre el forjado de losa de hormigón HA-25. La generación del agua que da sustento al suelo radiante se detalla en el apartado de la presente memoria relativo a la generación de ACS.

La instalación se abastece por el agua procedente de la bomba de calor geotérmica. Ésta calienta el agua hasta una temperatura de 60°C y se distribuye por debajo del solado siguiendo una geometría de serpentín por ser la que mejor se adecúa a las geometrías anguladas que ocurren en la planta de las viviendas.

La empresa fabricante del suelo radiante dinámico (Schlüter) facilita una tabla que relaciona tipos de suelo, temperaturas máximas permitidas, RA recomendada, máxima superficie cubierta y temperatura de entrada al circuito que nos permite calcular la instalación en cada una de las estancias. De esta manera es posible realizar el cálculo para saber el número de distribuidores necesarios, así como el número de circuitos y el área a cubrir por cada uno de ellos para no sobrepasar la longitud máxima del tubo.

Esquema de principios:



3.CUMPLIMIENTO DEL CTE

3.1. DB SE: Seguridad Estructural

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).

1. 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.

2. 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.

3. 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-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.

4. 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 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.

3.1.1. SE: Seguridad estructural

Objeto:

Se establecen las reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural con el fin de 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.

Ámbito de aplicación:

Se establecen los principios y requisitos relativos a la resistencia mecánica y la estabilidad del edificio, así como la aptitud al servicio, incluyendo su durabilidad.

En el DB SE - AE se determinan las acciones que van a actuar sobre el edificio, para verificar si se cumplen los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB SE. Se detallan las acciones y el cálculo para el proyecto.

Documentación:

Se adjunta en los anexos de la memoria un documento con el dimensionado de la estructura, en el que se detalla para cada elemento de estudio las características mecánicas, su geometría y comportamiento, las acciones que sobre él actúan, así como los distintos cálculos con él efectuados atendiendo a cada una de las hipótesis posibles tanto para estados límite últimos como para estados límite de servicio. Se adjunta también el informe geotécnico que contiene los datos del terreno sobre el que se implanta el proyecto y que se necesitan también para los cálculos de las cimentaciones y muros perimetrales.

En los planos del proyecto aparece, igualmente, un apartado específico referente a su estructura, donde se muestra el sistema para cada uno de los forjados, así como los detalles necesarios para su correcta interpretación y puesta en obra.

Análisis estructural y dimensionado:

En el dimensionado y posterior comprobación ya vistos, se determinan las situaciones que resultan determinantes, se realiza el análisis, adoptando los métodos de cálculo adecuados a cada problema y se realizan verificaciones basadas en coeficientes parciales atendiendo a las especificaciones impuestas en estos Documentos básicos.

Proceso

- Determinación de situaciones de dimensionado
- Establecimiento de las acciones
- Análisis estructural
- Dimensionado

Situaciones de dimensionado

- 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 de comprobación

Estados límite:

Situaciones que de ser superadas se puede considerar que el edificio no cumple con alguno de los requisitos estructurales para los que ha sido concebido.

Resistencia y estabilidad

Estado límite 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 límite 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

Se clasifican en:

- Permanentes: Aquellas que actúan en todo instante, con posición constante y valor constante (pesos propios) o con variación despreciable: acciones geológicas.
- 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.

Verificación de la estabilidad

- Ed dst: valor de cálculo del efecto de las acciones desestabilizadoras
- Ed stb: valor de cálculo del efecto de las acciones estabilizadoras

Verificación de la resistencia de la estructura

- Ed: valor de cálculo del efecto de las acciones
- Rd: 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: la limitación de flecha activa establecida en general es de 1/300 de la luz.
- Desplazamientos horizontales: El desplome total límite es 1/500 de la altura total.

3.1.2 SE-AE: Acciones en la edificación

Acciones permanentes (G)

Aquellas que actúan en todo instante sobre el edificio con posición constante.

Para la definición de las acciones actuantes, se ha seguido el CTE SE-AE.

Acciones variables (Q):

- Sobrecarga de uso (U): Depende del uso de cada zona (detallado en desglose individual)
- Acciones climáticas:

Se toma las acciones de la ciudad española más cercana, en este caso se toman como referencia los datos correspondientes a Pontevedra,

Viento (Pontevedra) : $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.5 \text{ kN/mm}^2 \cdot 2 \cdot 0.7 = 0.7 \text{ kN/m}^2$

Nieve (Ni) : 0,7 kN/m²

– Acciones accidentales (A):

Sismo: No se considera

3.1.3. SE-C: Cimentaciones

Objeto:

Se establecen las reglas y procedimientos que permitan cumplir las exigencias básicas de seguridad estructural con el fin de asegurar que la cimentación del 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.

Ámbito de aplicación:

El ámbito de aplicación de este Documento Básico es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y de contención del edificio.

Bases de cálculo:

Los cálculos llevados a cabo para el dimensionado de los elementos del edificio que se incluyen en este DB están basados en una simplificación que considera el método de los estados límite para cimentaciones superficiales de hormigón armado, teniendo en cuenta las acciones del edificio sobre la cimentación, las que se puedan transmitir o generar a través del terreno, los parámetros de comportamiento mecánico del terreno y los parámetros de comportamiento mecánico del material utilizado.

Estudio geotécnico:

NIVEL 1. Tierra vegetal e:1m / R (compresión simple)=0,2 kg/cm²

NIVEL 2. Limos e:1,5m / R (compresión simple)=1 kg/cm²

NIVEL 3. Limos arcillosos e:1,5m / R (compresión simple)=2 kg/cm²

NIVEL 4. Grava o arcilla e:1m / R (compresión simple)=3 kg/cm²

NIVEL 5. Gravas e: en adelante / R (compresión simple)=4 kg/cm²

Comentario al estudio geotécnico:

Teniendo en cuenta el perfil litológico del terreno y las características geotécnicas asignables a cada uno de los niveles diferenciados, se llegan a las siguientes recomendaciones:

Cimentación superficial por medio de zapatas corridas y losa de cimentación de tipo rígido que se establecerán en el nivel II de conglomerados y margas, a partir de una profundidad aproximada de -1,20 m respecto a la referencia pertinente al caso concreto. Se emplea para la cimentación hormigón armado de tipo HA-25 con recubrimiento de 25 mm.

Acondicionamiento del terreno:

Las operaciones de excavación necesarias para acomodar la topografía inicial del terreno a la requerida en el proyecto, así como las medidas que se tengan que llevar a cabo para asegurar la estabilidad del edificio existente, se llevarán a cabo según lo establecido en este DB. El informe geotécnico especifica junto a las características del terreno, las medidas a tomar en los taludes de excavación.

3.1.4. EHE: Instrucción de hormigón estructural

Estructura

Descripción del sistema estructural: Para abordar la idea de masividad que transmite el muro, se hace uso completo del hormigón como material estructural para las piezas de las viviendas. De este modo, estas dos piezas están conformadas por muros de hormigón armado HA-25 de 25 cm de espesor y cuentan con una estructura horizontal de losa de hormigón armado HA-25, quebrada en el caso de las viviendas permanentes para dar lugar a la terraza anterior y posterior. Los zunchos necesarios para cerrar estas cubiertas también se realizan con el mismo material y espesor, llegando por tanto a confundirse la estructura portante y horizontal en estas dos piezas.

Memoria de cálculo

El dimensionado de las secciones se realiza según la Teoría de los estados límites de la vigente EHE, artículo 8.

Deformaciones:

- Lim flecha total: $L/250$
- Lím. flecha activa: $L/500$
- Máx. recomendada: 10 mm.

Valores de acuerdo al artículo 50.1 de la EHE. Para la estimación de las flechas se considera la Inercia Equivalente I_e a partir de la Fórmula de Branson. Se considera el módulo 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 Básico SE (CTE)

Los valores de las acciones serán los recogidos en el BD-SE-AE

- Cargas verticales
- Valores en servicio

3.1.5. DB-SE A Acero

Estructura

Como se ha detallado con anterioridad, los perfiles metálicos son utilizados en la nave de diferentes formas. Por un lado, cada cercha apoya sobre un perfil UPN trabajando como una viga apoyado a su vez en otro perfil igual que trabaja en vertical. En la bandeja, los pilares están conformados por perfiles HEB120. Y las vigas por IPN260.

En la planta superior de la vivienda permanente también se observan perfiles trabajando estructuralmente como los HEB 140 que funcionan como pilares y definen el alzado y perfiles IPN 180, que conectan estos pilares y ayudan a soportar tanto la cubierta como las vigas de madera que se calcularán posteriormente.

Deformaciones:

- Lim flecha total: $L/230$
- Lím. flecha activa: $L/300$
- Máx. recomendada: 10 mm.

Estado de cargas consideradas:

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de:

- Documento Básico SE-A Acero
- Documento Básico SE (CTE)

Los valores de las acciones serán los recogidos en el DB-SE-AE

- Cargas verticales
- Valores en servicio

Viviendas Permanentes Forjado Cubierta | Vigas principales

Sobrecarga de uso:

Categoría de uso G (Cubierta transitable únicamente para conservación)

Subcategoría de uso G1 (Cubierta con inclinación inferior a 20°)

Carga uniforme: **1 kN/m²**

Acción del viento (aprox.)

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.5 \text{ kN/mm}^2 \cdot 2 \cdot 0.7 = 0.7 \text{ kN/m}^2$$

Acción de la nieve

Se aproxima a la ciudad española más cercana a Oporto.
Pontevedra (altitud 0m): $s_k = 0.3 \text{ kN/m}^2$

$$q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0.3 = 0.3 \text{ kN/m}^2$$
$$q_n = 0.3 \cdot \cos(6.84^\circ) = 0.298 \text{ kN/m}^2 \approx \mathbf{0.3 \text{ kN/m}^2} \text{ (Se desprecia pendiente)}$$

Acciones sísmicas: No se consideran

Total carga variable: 2 kN/m²

Para una separación entre ejes de 5m= **10 kN/m**

Cargas permanentes:

Forjado Thermochip Roof (10/140/19): **0.2058 kN/m²**

Chapa de zinc (e=1.2mm): **0.1 kN/m²**

Peso propio viga 0.12x0.25m de clase resistente GL28h (4.018kN/m³) con intereje de 0.8m:
 $0.12 \cdot 0.25 \cdot 4.018 = 0.12054 \text{ kN/m}$
 $0.12054 / 0.8 = \mathbf{0.150675 \text{ kN/m}^2}$

Peso propio Viga IPE: $0.35378/5 = \mathbf{0.070756 \text{ kN/m}^2}$

Total carga permanente: 0.527 kN/m²

Para una separación entre ejes de 5m = **2.636 kN/m**

Nave | Vigas de apoyo de la cercha

Sobrecarga de uso: No se considera.

Cargas permanentes:

Forjado Thermochip Roof (10/140/19): **0.2058 kN/m²**

Chapa de zinc (e=1.2mm): **0.1 kN/m²**

Peso propio Viga UPN: $0.45276/5 = \mathbf{0.0905 \text{ kN/m}^2}$

Total material de cubierta: 0.3963 kN/m^2 . Para una separación de 5m = **1.9815 kN/m**

Peso propio cercha de madera de clase resistente C27 (4.41 kN/m³):

Par de sección 300x380 y longitud L=8.55m (x2):

$$0.3 \cdot 0.38 \cdot 8.55 \cdot 2 \cdot 4.41 = 8.597 \text{ kN}$$

Tirante de sección 300x250 y longitud L=11.62m:

$$0.3 \cdot 0.25 \cdot 11.62 \cdot 4.41 = 3.843 \text{ kN}$$

Pendolón de sección 300x380 y longitud L=4.65m:

$$0.3 \cdot 0.38 \cdot 4.65 \cdot 4.41 = 2.338 \text{ kN}$$

Diagonal de sección 300x200 y longitud L=2.69m (x2)

$$0.3 \cdot 0.2 \cdot 2.69 \cdot 2 \cdot 4.41 = 1.423 \text{ kN}$$

Total cercha: 16.201 kN

Peso propio correas 150x250mm de clase resistente GL28h (4.018 kN/m³):

$$0.15 \cdot 0.25 \cdot 5 \cdot 4.018 = 0.753 \text{ kN/correa}$$

$$0.753 \text{ kN/correa} \cdot 9 \text{ correas} = 6.78 \text{ kN}$$

Total cercha y correas:

$$16.201 + 6.78 = 22.981 \text{ kN}$$

$$22.981 / 2 \text{ apoyos} = 11.4905 \text{ kN en cada apoyo}$$

$$11.495 \text{ kN/5m} = \mathbf{2.298 \text{ kN/m}}$$

Total carga permanente: 4.2795 kN/m

Nave | Pilares de apoyo de la cercha

Sobrecarga de uso: No se considera.

Cargas permanentes:

Forjado Thermochip Roof (10/140/19): **0.2058 kN/m²**

Chapa de zinc (e=1.2mm): **0.1 kN/m²**

Peso propio Viga UPN: $0.45276/5 = 0.0905 \text{ kN/m}^2$

Total material de cubierta: 0.3963 kN/m^2 . Para una separación de 5m = **1.9815 kN/m**

Peso propio cercha de madera de clase resistente C27 (4.41 kN/m^3):

Par de sección 300x380 y longitud L=8.55m (x2):

$0.3 \cdot 0.38 \cdot 8.55 \cdot 2 \cdot 4.41 = 8.597 \text{ kN}$

Tirante de sección 300x250 y longitud L=11.62m:

$0.3 \cdot 0.25 \cdot 11.62 \cdot 4.41 = 3.843 \text{ kN}$

Pendolón de sección 300x380 y longitud L=4.65m:

$0.3 \cdot 0.38 \cdot 4.65 \cdot 4.41 = 2.338 \text{ kN}$

Diagonal de sección 300x200 y longitud L=2.69m (x2)

$0.3 \cdot 0.2 \cdot 2.69 \cdot 2 \cdot 4.41 = 1.423 \text{ kN}$

Total cercha: 16.201 kN

Peso propio correas 150x250mm de clase resistente GL28h (4.018 kN/m^3):

$0.15 \cdot 0.25 \cdot 5 \cdot 4.018 = 0.753 \text{ kN/correa}$

$0.753 \text{ kN/correa} \cdot 9 \text{ correas} = 6.78 \text{ kN}$

Total cercha y correas:

$16.201 + 6.78 = 22.981 \text{ kN}$

$22.981 / 2 \text{ apoyos} = 11.4905 \text{ kN en cada apoyo}$

$11.495 \text{ kN/5m} = 2.298 \text{ kN/m}$

Total carga permanente uniforme: **4.2795 kN/m**

Total carga puntual: $4.2795 \text{ kN/m} \cdot 5\text{m} = 21.3975 \text{ kN} = N_{Ed} \text{ (Carga axial)}$

3.1.5. DB-SE M Madera

Estructura

Descripción del sistema estructural: La madera se utiliza como estructura en el proyecto principalmente en la cercha característica de la nave principal. Esta cercha, que originalmente se encontraba en malas condiciones, es reproducida con los datos de la original, obteniendo como resultado una cercha sobredimensionada para la cubierta de zinc que va a soportar, por lo que se puede despreciar la comprobación de dicha cercha. Sobre ella, se calculan las correas necesarias para salvar la luz de cinco metros, de manera que la viga necesaria debe ser de 15x25cm. Se calculan también las vigas necesarias para soportar el forjado de la bandeja de la nave, obteniendo vigas de 12x26 y las de la cubierta de la planta superior de las viviendas, siendo necesarias unas vigas de 12x18m.

Deformaciones:

- Lim flecha total: L/500

- Máx. recomendada: 10 mm.

Estado de cargas consideradas:

Las combinaciones de las acciones consideradas se han establecido siguiendo los criterios de:

- Documento Básico SE-M Madera
- Documento Básico SE (CTE)

Los valores de las acciones serán los recogidos en el DB-SE-AE

- Cargas verticales
- Valores en servicio

Nave Forjado +1 | Vigas secundarias

Sobrecarga de uso:

Categoría de uso C (Zona de acceso al público)
Subcategoría de uso C1 (Zona con mesas y sillas)
Carga uniforme: **3 kN/m²**

Para separación entre ejes de 0.8m = $3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.8 \text{ m} = \mathbf{2.4 \text{ kN/m}}$

Cargas permanentes:

Forjado interior Thermochip Floor (12/120/12): **0.3194 kN/m²**

Revestimiento suelo madera Parklex Hy Tek (e=14mm): **0.1029 kN/m²**

Peso propio viga 0.12x0.27m de clase resistente GL28h (4.018kN/m³) con intereje de 0.8m:
 $0.12 \cdot 0.27 \cdot 4.018 = 0.13018 \text{ kN/m}$
 $0.13018 / 0.8 = \mathbf{0.162729 \text{ kN/m}^2}$

Total carga permanente: 0.585029 kN/m²
Para una separación entre ejes de 0.8m = **0.468 kN/m**

Viviendas Permanentes Forjado Cubierta | Vigas secundarias

Sobrecarga de uso:

Categoría de uso G (Cubierta transitable únicamente para conservación)
Subcategoría de uso G1 (Cubierta con inclinación inferior a 20°)
Carga uniforme: **1 kN/m²**

Acción del viento (aprox.)

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.5 \text{ kN/mm}^2 \cdot 2 \cdot 0.7 = 0.7 \text{ kN/m}^2$$

Acción de la nieve

Se aproxima a la ciudad española más cercana a Oporto.
Pontevedra (altitud 0m): $s_k = 0.3 \text{ kN/m}^2$

$$q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0.3 = 0.3 \text{ kN/m}^2$$
$$q_n' = 0.3 \cdot \cos(6.84^\circ) = 0.298 \text{ kN/m}^2 \approx \mathbf{0.3 \text{ kN/m}^2} \text{ (Se desprecia pendiente)}$$

Acciones sísmicas: No se consideran

Total carga variable: 2 kN/m²
Para una separación entre ejes de 0.8m = **1.6 kN/m**

Cargas permanentes:

Forjado Thermochip Roof (10/140/19): **0.2058 kN/m²**

Chapa de zinc (e=1.2mm): **0.1 kN/m²**

Peso propio viga 0.12x0.25m de clase resistente GL28h (4.018kN/m³) con intereje de 0.8m:
 $0.12 \cdot 0.25 \cdot 4.018 = 0.12054 \text{ kN/m}$
 $0.12054 / 0.8 = \mathbf{0.150675 \text{ kN/m}^2}$

Total carga permanente: 0.456 kN/m²

Para una separación entre ejes de 0.8m = 0.365 kN/m

Nave Cubierta | Correas

Sobrecarga de uso:

Categoría de uso G (Cubierta transitable únicamente para conservación)

Subcategoría de uso G2 (Cubierta con inclinación superior a 40°)

Carga uniforme: **0 kN/m²**

Acción del viento (aprox.)

$$q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.5 \text{ kN/mm}^2 \cdot 2 \cdot 0.7 = 0.7 \text{ kN/m}^2$$

Acción de la nieve

Se aproxima a la ciudad española más cercana a Oporto.

Pontevedra (altitud 0m): $s_k = 0.3 \text{ kN/m}^2$

$$q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0.3 = 0.3 \text{ kN/m}^2$$

$$q_n = 0.3 \cdot \cos(33.30^\circ) = \mathbf{0.2507 \text{ kN/m}^2}$$

Acciones sísmicas: No se consideran

Total carga variable: 0.9507 kN/m²

Para una separación entre ejes de 2.12m = 2.015 kN/m

Cargas permanentes:

Forjado Thermochip Roof (10/140/19): **0.2058 kN/m²**

Chapa de zinc (e=1.2mm): **0.1 kN/m²**

Peso propio correa 150x250mm de clase resistente GL28h (4.018kN/m³) con intereje de 2.12m:
 $0.15 \cdot 0.25 \cdot 4.018 = 0.1507 \text{ kN/m}$
 $0.1507 / 2.12 = \mathbf{0.0711 \text{ kN/m}^2}$

Total carga permanente: 0.3769 kN/m²

3.2. DB SI: Seguridad en caso de Incendio

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 11. Exigencias básicas de seguridad en caso de incendio (SI).

1. 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.
2. 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.
3. 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, excepto en el caso de los edificios, establecimientos y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el «Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales», en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación.

11.1 Exigencia básica SI 1: Propagación interior: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

11.2 Exigencia básica SI 2: Propagación exterior: se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

11.3 Exigencia básica SI 3: Evacuación de ocupantes: el edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

11.4 Exigencia básica SI 4: Instalaciones de protección contra incendios: el edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

11.5 Exigencia básica SI 5: Intervención de bomberos: se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

11.6 Exigencia básica SI 6: Resistencia al fuego de la estructura: la estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

3.2.1. SI 1: Propagación interior

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el interior del edificio.

Compartimentación en sectores de incendio:

Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección. Las superficies máximas indicadas en dicha tabla para los sectores de incendio pueden duplicarse cuando estén protegidos con una instalación automática de extinción.

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.

La resistencia al fuego de los elementos separadores de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.

Las escaleras y los ascensores que comuniquen sectores de incendio diferentes o bien zonas de riesgo especial con el resto del edificio estarán compartimentados conforme a lo que se establece en el punto 3 anterior. Los ascensores dispondrán en cada acceso, o bien de puertas E 30

La resistencia al fuego de los elementos separadores (paredes, techos y puertas) de los sectores de incendio debe satisfacer las condiciones que se establecen en la tabla 1.2 de esta Sección. Como alternativa, cuando, conforme a lo establecido en la Sección SI 6, se haya adoptado el tiempo equivalente de exposición al fuego para los elementos estructurales, podrá adoptarse ese mismo tiempo para la resistencia al fuego que deben aportar los elementos separadores de los sectores de incendio.

La normativa exige para las puertas de paso entre sectores de incendio EI2 t-C5 siendo t la mitad del tiempo de resistencia al fuego requerido a la pared en la que se encuentre. Por tanto, las puertas de paso tomando la resistencia al fuego más desfavorable, será de EI2 45-C5.

Locales 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. Los locales y las zonas así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2 de esta sección.

Tabla 2.1 Clasificación de los locales y zonas de riesgo especial integrados en edificios

Uso previsto del edificio o establecimiento	Tamaño del local o zona		
- Uso del local o zona	S = superficie construida V = volumen construido		
	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
En cualquier edificio o establecimiento:			
- Talleres de mantenimiento, almacenes de elementos combustibles (p. e.: mobiliario, lencería, limpieza, etc.) archivos de documentos, depósitos de libros, etc.	100<V≤ 200 m ³	200<V≤ 400 m ³	V>400 m ³
- Almacén de residuos	5<S≤15 m ²	15<S ≤30 m ²	S>30 m ²
- Aparcamiento de vehículos de una vivienda unifamiliar o cuya superficie S no exceda de 100 m ²	En todo caso		
- Cocinas según potencia instalada P ⁽¹⁾⁽²⁾	20<P≤30 kW	30<P≤50 kW	P>50 kW
- Lavanderías. Vestuarios de personal. Camerinos ⁽³⁾	20<S≤100 m ²	100<S≤200 m ²	S>200 m ²
- Salas de calderas con potencia útil nominal P	70<P≤200 kW	200<P≤600 kW	P>600 kW
- Salas de máquinas de instalaciones de climatización (según Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios, RITE, aprobado por RD 1027/2007, de 20 de julio, BOE 2007/08/29)	En todo caso		
- Salas de maquinaria frigorífica: refrigerante amoníaco		En todo caso	
refrigerante halogenado	P≤400 kW	P>400 kW	
- Almacén de combustible sólido para calefacción	S≤3 m ²	S>3 m ²	
- Local de contadores de electricidad y de cuadros generales de distribución	En todo caso		
- Centro de transformación			
- aparatos con aislamiento dieléctrico seco o líquido con punto de inflamación mayor que 300°C	En todo caso		
- aparatos con aislamiento dieléctrico con punto de inflamación que no exceda de 300°C y potencia instalada P: total	P≤2 520 kVA	2520<P<4000 kVA	P>4 000 kVA
en cada transformador	P≤630 kVA	630<P≤1000 kVA	P>1 000 kVA
- Sala de maquinaria de ascensores	En todo caso		
- Sala de grupo electrógeno	En todo caso		
Residencial Vivienda			
- Trasteros ⁽⁴⁾	50<S≤100 m ²	100<S≤500 m ²	S>500 m ²

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 el documento básico SI.

Tabla 2.2 Condiciones de las zonas de riesgo especial integradas en edificios ⁽¹⁾			
Característica	Riesgo bajo	Riesgo medio	Riesgo alto
Resistencia al fuego de la estructura portante ⁽²⁾	R 90	R 120	R 180
Resistencia al fuego de las paredes y techos ⁽³⁾ que separan la zona del resto del edificio ⁽²⁾⁽⁴⁾	EI 90	EI 120	EI 180
Vestíbulo de independencia en cada comunicación de la zona con el resto del edificio	-	Sí	Sí
Puertas de comunicación con el resto del edificio	EI ₂ 45-C5	2 x EI ₂ 30 -C5	2 x EI ₂ 45-C5
Máximo recorrido hasta alguna salida del local ⁽⁵⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾	≤ 25 m ⁽⁶⁾
⁽¹⁾ Las condiciones de <i>reacción al fuego</i> de los elementos constructivos se regulan en la tabla 4.1 del capítulo 4 de esta Sección. ⁽²⁾ El tiempo de <i>resistencia al fuego</i> no debe ser menor que el establecido para los sectores de incendio del uso al que sirve el local de riesgo especial, conforme a la tabla 1.2, excepto cuando se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30. Excepto en los locales destinados a albergar instalaciones y equipos, puede adoptarse como alternativa el <i>tiempo equivalente de exposición al fuego</i> determinado conforme a lo establecido en el apartado 2 del Anejo SI B. ⁽³⁾ Cuando el techo separe de una planta superior debe tener al menos la misma <i>resistencia al fuego</i> que se exige a las paredes, pero con la característica REI en lugar de EI, al tratarse de un elemento portante y compartimentador de incendios. En cambio, cuando sea una cubierta no destinada a actividad alguna, ni prevista para ser utilizada en la evacuación, no precisa tener una función de compartimentación de incendios, por lo que sólo debe aportar la <i>resistencia al fuego</i> R que le corresponda como elemento estructural, excepto en las franjas a las que hace referencia el capítulo 2 de la Sección SI 2, en las que dicha resistencia debe ser REI. ⁽⁴⁾ Considerando la acción del fuego en el interior del recinto. La <i>resistencia al fuego</i> del suelo es función del uso al que esté destinada la zona existente en la planta inferior. Véase apartado 3 de la Sección SI 6 de este DB. ⁽⁵⁾ El recorrido por el interior de la zona de riesgo especial debe ser tenido en cuenta en el cómputo de la longitud de los recorridos de evacuación hasta las salidas de planta. Lo anterior no es aplicable al recorrido total desde un garaje de una vivienda unifamiliar hasta una salida de dicha vivienda, el cual no está limitado. ⁽⁶⁾ Podrá aumentarse un 25% cuando la zona esté protegida con una Instalación automática de extinción.			

Todos los elementos de la estructura, cumplen la exigencia R90 necesaria . Asimismo, todos los elementos de compartimentación cumplen las exigencias de resistencia a fuego establecidas en la tabla 2.2.

Espacios ocultos:

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, BL-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 cm².

En el caso del presente proyecto, el paso de las instalaciones tiene una resistencia al fuego EI 90, la misma que las particiones interiores más desfavorables del proyecto.

Reacción al fuego de elementos constructivos, decorativos y de mobiliario:

Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1. Las condiciones de reacción al fuego de los componentes de las instalaciones eléctricas (cables, tubos, bandejas, regletas, armarios, etc.) se regulan en su reglamentación específica.

Tabla 4.1 Clases de reacción al fuego de los elementos constructivos

Situación del elemento	Revestimientos ⁽¹⁾	
	De techos y paredes ⁽²⁾⁽³⁾	De suelos ⁽²⁾
Zonas ocupables ⁽⁴⁾	C-s2,d0	E _{FL}
<i>Pasillos y escaleras protegidos</i>	B-s1,d0	C _{FL} -s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial ⁽⁵⁾	B-s1,d0	B _{FL} -s1
Espacios ocultos no estancos, tales como patinillos, falsos techos y suelos elevados (excepto los existentes dentro de las viviendas) etc. o que siendo estancos, contengan instalaciones susceptibles de iniciar o de propagar un incendio.	B-s3,d0	B _{FL} -s2 ⁽⁶⁾
⁽¹⁾ Siempre que superen el 5% de las superficies totales del conjunto de las paredes, del conjunto de los techos o del conjunto de los suelos del recinto considerado. ⁽²⁾ Incluye las tuberías y conductos que transcurren por las zonas que se indican sin recubrimiento resistente al fuego. Cuando se trate de tuberías con aislamiento térmico lineal, la clase de reacción al fuego será la que se indica, pero incorporando el subíndice L. ⁽³⁾ Incluye a aquellos materiales que constituyan una capa contenida en el interior del techo o pared y que no esté protegida por una capa que sea EI 30 como mínimo. ⁽⁴⁾ Incluye, tanto las de permanencia de personas, como las de circulación que no sean protegidas. Excluye el interior de viviendas. En <i>uso Hospitalario</i> se aplicarán las mismas condiciones que en <i>pasillos y escaleras protegidos</i> . ⁽⁵⁾ Véase el capítulo 2 de esta Sección. ⁽⁶⁾ Se refiere a la parte inferior de la cavidad. Por ejemplo, en la cámara de los falsos techos se refiere al material situado en la cara superior de la membrana. En espacios con clara configuración vertical (por ejemplo, patinillos) así como cuando el falso techo esté constituido por una celosía, retícula o entramado abierto, con una función acústica, decorativa, etc., esta condición no es aplicable.		

3.2.2. SI 2: Propagación exterior

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo de propagación del incendio por el exterior, tanto en el edificio considerado como a otros edificios.

Medianerías y fachadas:

Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.

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.

Cubiertas:

Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ésta tendrá una resistencia al fuego REI 60. Todos los edificios que componen el proyecto se encuentran separados por una distancia mayor a 2.5m, por lo que no hay exigencia en cuanto al encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores e incendio o a edificios diferentes.

3.2.3. SI 3: Evacuación de ocupantes

Exigencia básica:

El edificio dispondrá de los medios de evacuación adecuados para que los ocupantes puedan abandonarlo o alcanzar un lugar seguro dentro del mismo en condiciones de seguridad.

Compatibilidad de los elementos de evacuación: No hay exigencias al respecto.

Cálculo de la ocupación:

Para calcular la ocupación deben tomarse los valores de densidad de ocupación que se indican en la tabla 2.1 en función de la superficie útil de cada zona, salvo cuando sea previsible una ocupación mayor o bien cuando sea exigible una ocupación menor en aplicación de alguna disposición legal de obligado cumplimiento, como puede ser en el caso de establecimientos hoteleros, docentes, hospitales, etc. En aquellos recintos o zonas no incluidos en la tabla se deben aplicar los valores correspondientes a los que sean más asimilables.

A efectos de determinar la ocupación, se debe tener en cuenta el carácter simultáneo o alternativo de las diferentes zonas de un edificio, considerando el régimen de actividad y de uso previsto para el mismo.

Número de salidas:

En la tabla 3.1 se indica el número de salidas que debe haber en cada caso, como mínimo, así como la longitud de los recorridos de evacuación hasta ellas.

Tabla 3.1. Número de salidas de planta y longitud de los recorridos de evacuación ⁽¹⁾	
Número de salidas existentes	Condiciones
Plantas o recintos que disponen de una única salida de planta o salida de recinto respectivamente	No se admite en <i>uso Hospitalario</i>, en las plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo, así como en salas o unidades para pacientes hospitalizados cuya superficie construida exceda de 90 m². La ocupación no excede de 100 personas, excepto en los casos que se indican a continuación: - 500 personas en el conjunto del edificio, en el caso de <i>salida de un edificio</i> de viviendas; - 50 personas en zonas desde las que la evacuación hasta una <i>salida de planta</i> deba salvar una altura mayor que 2 m en sentido ascendente; - 50 alumnos en escuelas infantiles, o de enseñanza primaria o secundaria. La longitud de los recorridos de evacuación hasta una <i>salida de planta</i> no excede de 25 m, excepto en los casos que se indican a continuación: - 35 m en <i>uso Aparcamiento</i>; - 50 m si se trata de una planta, incluso de <i>uso Aparcamiento</i>, que tiene una salida directa al espacio exterior seguro y la ocupación no excede de 25 personas, o bien de un espacio al aire libre en el que el riesgo de incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. La altura de evacuación descendente de la planta considerada no excede de 28 m, excepto en <i>uso Residencial Público</i>, en cuyo caso es, como máximo, la segunda planta por encima de la de <i>salida de edificio</i>⁽²⁾, o de 10 m cuando la evacuación sea ascendente.
Plantas o recintos que disponen de más de una salida de planta o salida de recinto respectivamente ⁽³⁾	La longitud de los recorridos de evacuación hasta alguna <i>salida de planta</i> no excede de 50 m, excepto en los casos que se indican a continuación: - 35 m en zonas en las que se prevea la presencia de ocupantes que duermen, o en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> y en plantas de escuela infantil o de enseñanza primaria. - 75 m en espacios al aire libre en los que el riesgo de declaración de un incendio sea irrelevante, por ejemplo, una cubierta de edificio, una terraza, etc. La longitud de los recorridos de evacuación desde su origen hasta llegar a algún punto desde el cual existan al menos dos recorridos alternativos no excede de 15 m en plantas de hospitalización o de tratamiento intensivo en <i>uso Hospitalario</i> o de la longitud máxima admisible cuando se dispone de una sola salida, en el resto de los casos. Si la altura de evacuación descendente de la planta obliga a que exista más de una <i>salida de planta</i> o si más de 50 personas precisan salvar en sentido ascendente una altura de evacuación mayor que 2 m, al menos dos salidas de planta conducen a dos escaleras diferentes.

Todos los equipamientos en planta baja constan de las salidas suficientes teniendo en cuenta la ocupación, reducida superficie y longitudes de recorridos de evacuación.

Dimensionado de los elementos 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.

El dimensionado de los elementos de evacuación debe realizarse conforme a lo que se indica en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Dimensionado de los elementos de la evacuación	
Tipo de elemento	Dimensionado
Puertas y pasos	$A \geq P / 200^{(1)} \geq 0,80 \text{ m}^{(2)}$ La anchura de toda hoja de puerta no debe ser menor que 0,60 m, ni exceder de 1,23 m.
Pasillos y rampas	$A \geq P / 200 \geq 1,00 \text{ m}^{(3)(4)(5)}$
Pasos entre filas de asientos fijos en salas para público tales como cines, teatros, auditorios, etc. ⁽⁶⁾	En filas con salida a pasillo únicamente por uno de sus extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ cuando tengan 7 asientos y 2,5 cm más por cada asiento adicional, hasta un máximo admisible de 12 asientos. En filas con salida a pasillo por sus dos extremos, $A \geq 30 \text{ cm}$ en filas de 14 asientos como máximo y 1,25 cm más por cada asiento adicional. Para 30 asientos o más: $A \geq 50 \text{ cm}^{(7)}$ Cada 25 filas, como máximo, se dispondrá un paso entre filas cuya anchura sea 1,20 m, como mínimo.
Escaleras no protegidas ⁽⁸⁾	
para evacuación descendente	$A \geq P / 160^{(9)}$
para evacuación ascendente	$A \geq P / (160-10h)^{(9)}$

Cumplen tanto las puertas y pasos, pasillos y rampas.

Las puertas de las cabinas de aseos no precisan cumplir la anchura mínima de 0,80 m exigible a las puertas conforme a este apartado, excepto cuando deba ser accesible (ver definición de servicios higiénicos accesibles en DB SUA, Anejo A). Por tanto, todas las puertas de cabina cumplen la anchura mínima.

Escaleras protegidas	$E \leq 3 S + 160 A_s^{(9)}$
Pasillos protegidos	$P \leq 3 S + 200 A^{(9)}$
En zonas al aire libre:	
Pasos, pasillos y rampas	$A \geq P / 600^{(10)}$
Escaleras	$A \geq P / 480^{(10)}$

Se recuerda que si el pasillo debe ser itinerario accesible conforme a SUA su anchura no puede ser inferior a 1,20 m, en general, ni a 1,00 m en estrechamientos puntuales.

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.

El dispositivo de apertura se trata de una manilla conforme a la UNE-EN 1125:2009 y abrirá en el sentido de la evacuación de los ocupantes excepto en el caso de la vivienda, que se abrirá hacia el interior.

Señalización de los medios de evacuación:

Se utilizarán las señales de evacuación definidas en la norma UNE 23034:1988, conforme a los siguientes criterios:

a) Las salidas de recinto, planta o edificio tendrán una señal con el rótulo “SALIDA”, excepto en edificios de uso Residencial Vivienda y, en otros usos, cuando se trate de salidas de recintos cuya superficie no exceda de 50 m², sean fácilmente visibles desde todo punto de dichos y los ocupantes estén familiarizados con el edificio.

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 señalizarán 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 señalizará 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.

Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio:

Toda planta de salida de los edificios dispondrá de algún itinerario accesible desde todo origen de evacuación situado en una zona accesible hasta alguna salida del edificio accesible. Por tanto, no es necesario adoptar medidas especiales ni por las características del proyecto, ni por la falta de posibilidad de evacuación.

3.2.4. SI 4: Instalaciones de protección contra incendios

Exigencia básica:

El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el control y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.

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.

Tabla 1.1. Dotación de instalaciones de protección contra incendios	
Uso previsto del edificio o establecimiento	Condiciones
Instalación	
En general	
Extintores portátiles	Uno de eficacia 21A -113B: - A 15 m de recorrido en cada planta, como máximo, desde todo origen de evacuación. - En las zonas de riesgo especial conforme al capítulo 2 de la Sección 1⁽¹⁾ de este DB.
Bocas de incendio equipadas	En zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección SI1, en las que el riesgo se deba principalmente a materias combustibles sólidas ⁽²⁾ .
Ascensor de emergencia	En las plantas cuya altura de evacuación exceda de 28 m
Hidrant.es exteriores	Si la altura de evacuación descendente excede de 28 m o si la ascendente excede de 6 m, así como en establecimientos de densidad de ocupación mayor que 1 persona cada 5 m ² y cuya superficie construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Al menos un hidrante hasta 10.000 m ² de superficie construida y uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Instalación automática de extinción	Salvo otra indicación en relación con el uso, en todo edificio cuya altura de evacuación exceda de 80 m. En cocinas en las que la potencia instalada exceda de 20 kW en uso Hospitalario o Residencial Público o de 50 kW en cualquier otro uso ⁽⁴⁾ . En centros de transformación cuyos aparatos tengan aislamiento dieléctrico con punto de inflamación menor que 300 °C y potencia instalada mayor que 1 000 kVA en cada aparato o mayor que 4 000 kVA en el conjunto de los aparatos. Si el centro está integrado en un edificio de uso Pública Concurrencia y tiene acceso desde el interior del edificio, dichas potencias son 630 kVA y 2 520 kVA respectivamente.
Residencial Vivienda	
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de detección y de alarma de incendio	Si la altura de evacuación excede de 50 m. ⁽⁶⁾
Hidrant.es exteriores	Uno si la superficie total construida esté comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10.000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Administrativo	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² . ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de alarma ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² .
Sistema de detección de incendio	Si la superficie construida excede de 2.000 m ² , detectores en zonas de riesgo alto conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB. Si excede de 5.000 m ² , en todo el edificio.
Hidrant.es exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² .
Residencial Público	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 1.000 m ² o el establecimiento está previsto para dar alojamiento a más de 50 personas. ⁽⁷⁾
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la altura de evacuación excede de 24 m.
Sistema de detección y de alarma de incendio ⁽⁶⁾	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁸⁾
Instalación automática de extinción	Si la altura de evacuación excede de 28 m o la superficie construida del establecimiento excede de 5 000 m ² .
Hidrant.es exteriores	Uno si la superficie total construida está comprendida entre 2.000 y 10.000 m ² . Uno más por cada 10 000 m ² adicionales o fracción. ⁽³⁾
Hospitalario	
Extintores portátiles	En las zonas de riesgo especial alto, conforme al capítulo 2 de la Sección 1 de este DB, cuya superficie construida exceda de 500 m ² , un extintor móvil de 25 kg de polvo o de CO ₂ por cada 2.500 m ² de superficie o fracción.
Columna seca ⁽⁵⁾	Si la altura de evacuación excede de 15 m.
Bocas de incendio equipadas	En todo caso. ⁽⁷⁾
Sistema de detección y de alarma de incendio ⁽⁶⁾	En todo caso. El sistema dispondrá de detectores y de pulsadores manuales y debe permitir la transmisión de alarmas locales, de alarma general y de instrucciones verbales. Si el edificio dispone de más de 100 camas debe contar con comunicación telefónica directa con el servicio de bomberos.
Hidrant.es exteriores	En cines, teatros, auditorios y discotecas con superficie construida comprendida entre 500 y 10.000 m ² y en recintos deportivos con superficie construida comprendida entre 5.000 y 10.000 m ² . ⁽³⁾ o Si la altura de evacuación excede de 28 m o la superficie construida del establecimiento excede de 5 000 m ² .
Aparcamiento	
Bocas de incendio equipadas	Si la superficie construida excede de 500 m ² . ⁽⁷⁾ Se excluyen los aparcamientos robotizados.
Columna seca ⁽⁵⁾	Si existen más de tres plantas bajo rasante o más de cuatro sobre rasante, con tomas en todas sus plantas.
Sistema de detección de incendio	En aparcamientos convencionales cuya superficie construida exceda de 500 m ² . ⁽⁸⁾ Los aparcamientos robotizados dispondrán de pulsadores de alarma en todo caso.
Hidrant.es exteriores	Uno si la superficie construida está comprendida entre 1.000 y 10.000 m ² y uno más cada 10.000 m ² más o fracción. ⁽³⁾
Instalación automática de extinción	En todo aparcamiento robotizado.
⁽¹⁾ Un 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 y zonas de riesgo especial medio o bajo, o que 10 m en locales o zonas de riesgo especial alto.	
⁽²⁾ Los equipos serán de tipo 45 mm, excepto en edificios de uso Residencial Vivienda, en lo que serán de tipo 25 mm.	
⁽³⁾ Para el cómputo de la dotación que se establece se pueden considerar los hidrantes que se encuentran en la vía pública a menos de 100 m de la fachada accesible del edificio. Los hidrantes que se instalen pueden estar conectados a la red pública de suministro de agua.	
⁽⁴⁾ Para la determinación de la potencia instalada sólo se considerarán los aparatos directamente destinados a la preparación de alimentos y susceptibles de provocar ignición. Las freidoras y las sartenes basculantes se computarán a razón de 1 kW por cada litro de capacidad, independientemente de la potencia que tengan. La protección aportada por la instalación automática cubrirá los aparatos antes citados y la eficacia del sistema debe quedar asegurada teniendo en cuenta la actuación del sistema de extracción de humos.	
⁽⁵⁾ Los municipios pueden sustituir esta condición por la de una instalación de bocas de incendio equipadas cuando, por el emplazamiento de un edificio o por el nivel de dotación de los servicios públicos de extinción existentes, no quede garantizada la utilidad de la instalación de columna seca.	
⁽⁶⁾ El sistema de alarma transmitirá señales visuales además de acústicas. Las señales visuales serán perceptibles incluso en el interior de viviendas accesibles para personas con discapacidad auditiva (ver definición en el Anexo SUA A del DB SUA).	
⁽⁷⁾ Los equipos serán de tipo 25 mm.	
⁽⁸⁾ El sistema dispondrá al menos de detectores de incendio.	
⁽⁹⁾ La condición de disponer detectores automáticos térmicos puede sustituirse por una instalación automática de extinción no exigida.	

Se instalarán extintores portátiles de manera que desde cualquier punto de los edificios colectivos se pueda acceder a uno de ellos en un recorrido no superior a 15 m, así como en locales de riesgo especial.

Por la dimensión del presente proyecto, es necesaria la instalación de hidrantes en el exterior. Dichos hidrantes se ubicarán distribuidos a lo largo del eje urbanizado como parte del sistema urbano de instalaciones. Se dispondrán a lo largo de las vías de acceso a vehículos de emergencia, que mantienen una anchura libre de al menos 3,50 metros en su recorrido.

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) 210x210 mm cuando la distancia de observación de la señal no exceda de 10 metros;
- b) 420x420 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 10 y 20 metros;
- c) 594x594 mm cuando la distancia de observación esté comprendida entre 20 y 30 metros.

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.

3.2.5. SI 5: Intervención de los bomberos

Exigencia básica:

Se facilitará la intervención de los equipos de rescate y de extinción de incendios.

Aproximación a los edificios Los viales de aproximación de los vehículos de los bomberos a los espacios de maniobra a los que se refiere el apartado 1.2 de esta Sección, deben cumplir las condiciones que se establecen en el apartado 1.1 de esta Sección.

Los viales de aproximación al edificio tienen una anchura mayor o igual a 3,5 m, una altura libre de más de 4,5 m y una capacidad portante de más de 20 kN/m². Los radios de giro son superiores a 5,30 m.

Entorno de los edificios:

Los edificios con una altura de evacuación descendente mayor que 9 metros deben disponer de un espacio de maniobra para los bomberos 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: que cumpla las condiciones que establece el apartado 1.2 de esta Sección.

El espacio de maniobra debe mantenerse 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.

3.2.6. SI 6: Resistencia al fuego de la estructura

Exigencia básica:

La estructura portante mantendrá su resistencia al fuego durante el tiempo necesario para que puedan cumplirse las anteriores exigencias básicas.

Resistencia al fuego de la estructura:

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.

Debe definirse el material estructural empleado en cada uno de los elementos estructurales principales (soportes, vigas, forjados, losas, tirantes, etc.)

En el apartado del anejo A de la estructura, queda comprobada la resistencia al fuego de los elementos estructurales del proyecto.

Elementos estructurales principales:

La resistencia al fuego suficiente para elementos estructurales principales queda fijada en la tabla 3.1.

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales				
Uso del sector de incendio considerado ⁽¹⁾	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante altura de evacuación del edificio		
		≤15 m	≤28 m	>28 m
Vivienda unifamiliar ⁽²⁾	R 30	R 30	-	-
Residencial Vivienda, Residencial Público, Docente, Administrativo	R 120	R 60	R 90	R 120
Comercial, Pública Concurrencia, Hospitalario	R 120 ⁽³⁾	R 90	R 120	R 180
Aparcamiento (edificio de uso exclusivo o situado sobre otro uso)		R 90		
Aparcamiento (situado bajo un uso distinto)		R 120 ⁽⁴⁾		

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

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

⁽³⁾ R 180 si la altura de evacuación del edificio excede de 28 m.

⁽⁴⁾ R 180 cuando se trate de aparcamientos robotizados.

En el caso de la estructura incluida en los locales de riesgo especial, es necesario adoptar los valores de la tabla 3.2

Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios⁽¹⁾	
Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

⁽¹⁾ No será inferior al de la estructura portante de la planta del edificio excepto cuando la zona se encuentre bajo una cubierta no prevista para evacuación y cuyo fallo no suponga riesgo para la estabilidad de otras plantas ni para la compartimentación contra incendios, en cuyo caso puede ser R 30.

La resistencia al fuego suficiente R de los elementos estructurales de un suelo de una zona de riesgo especial es función del uso del espacio existente bajo dicho suelo.

3.3. DB SUA: Seguridad de Utilización y Accesibilidad

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 12. Exigencias básicas de seguridad de utilización (SU).

1. El objetivo del requisito básico «Seguridad de Utilización consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios sufran daños inmediatos durante el uso previsto de los edificios, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

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

3. El Documento Básico «DB-SU Seguridad de Utilización» 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 de utilización.

12.1 Exigencia básica SU 1: Seguridad frente al riesgo de caídas: se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

12.2 Exigencia básica SU 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento: se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o móviles del edificio.

12.3 Exigencia básica SU 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento: se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

12.4 Exigencia básica SU 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada: se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

12.5 Exigencia básica SU 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones con alta ocupación: se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

12.6 Exigencia básica SU 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento: se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

12.7 Exigencia básica SU 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento: se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

12.8 Exigencia básica SU 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo: se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

3.3.1. SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo de que los usuarios sufran caídas, para lo cual los suelos serán adecuados para favorecer que las personas no resbalen, tropiecen o se dificulte la movilidad. Asimismo, se limitará el riesgo de caídas en huecos, en cambios de nivel y en escaleras y rampas, facilitándose la limpieza de los acristalamientos exteriores en condiciones de seguridad.

Resbaladidad de los suelos:

Los suelos de los edificios de uso residencial público, docente y pública concurrencia, a excepción de en zonas de ocupación nula (definidas por el DB SI), deben tener la resistencia a deslizamiento comprendida entre los valores de la tabla 1.1 en función de su clase, establecida en la tabla 1.2 de este apartado. El pavimento del presente proyecto se adecúa a estas necesidades:

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladidad	
Resistencia al deslizamiento R_d	Clase
$R_d \leq 15$	0
$15 < R_d \leq 35$	1
$35 < R_d \leq 45$	2
$R_d > 45$	3

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 ⁽¹⁾ , terrazas cubiertas, vestuarios, baños, aseos, cocinas, etc.	
- superficies con pendiente menor que el 6%	2
- superficies con pendiente igual o mayor que el 6% y escaleras	3
Zonas exteriores. Piscinas ⁽²⁾ , Duchas.	3

⁽¹⁾ Excepto cuando se trate de accesos directos a zonas de uso restringido.

⁽²⁾ En zonas previstas para usuarios descalzos y en el fondo de los vasos, en las zonas en las que la profundidad no exceda de 1,50 m.

Discontinuidades de pavimento:

El suelo no tendrá juntas con un resalto mayor de 4mm. Los elementos especiales salientes del nivel del pavimento no superarán su cota en más de 12mm. En el caso de que estos salientes estén situados de manera perpendicular al sentido de circulación, si superan los 6mm, su ángulo con el pavimento será menor que 45°.

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 55 cm, excepto cuando la disposición constructiva haga muy improbable la caída o cuando la barrera sea incompatible con el uso previsto.

Rampas y escaleras:

Los suelos de las escaleras del proyecto serán como indica la tabla 1.2 clase 2. Los recorridos exteriores y accesos a edificios afectados por la topografía del terreno poseen pendientes que en ningún caso supera el 6%.

3.3.2. SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan sufrir impacto o atrapamiento con elementos fijos o móviles del edificio.

Impacto:

La altura libre de circulación es en todo caso mayor a 2,20m, por lo que no hay riesgo de impacto con elementos fijos. En el caso de elementos practicables (puertas), incluso en el momento en el que se encuentren abiertas e invadan un espacio de paso, siempre quedará un ancho libre de circulación adecuado a las necesidades de evacuación.

Los vidrios y puertas están adecuados a las exigencias establecidas en el siguiente apartado del DB SUA:

Tabla 1.1 Valor de los parámetros X(Y)Z en función de la diferencia de cota			
Diferencia de cotas a ambos lados de la superficie acristalada	Valor del parámetro		
	X	Y	Z
Mayor que 12 m	cualquiera	B o C	1
Comprendida entre 0,55 m y 12 m	cualquiera	B o C	1 ó 2
Menor que 0,55 m	1, 2 ó 3	B o C	cualquiera

- Se identifican las siguientes áreas con riesgo de impacto (véase figura 1.2):
- a) en puertas, el área comprendida entre el nivel del suelo, una altura de 1,50 m y una anchura igual a la de la puerta más 0,30 m a cada lado de esta;
 - b) en paños fijos, el área comprendida entre el nivel del suelo y una altura de 0,90 m.

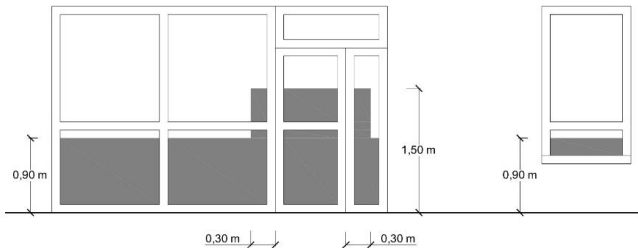


Figura 1.2 Identificación de áreas con riesgo de impacto

Atrapamiento:

Las puertas correderas de las que dispone el son de apertura manual, y por tanto no existe riesgo de atrapamiento con elementos fijos.

3.3.3. SUA 3: Seguridad frente al riesgo de aprisionamiento en recintos

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo de que los usuarios puedan quedar accidentalmente aprisionados en recintos.

Aprisionamiento:

En zonas de uso público, los aseos accesibles y cabinas de vestuarios accesibles dispondrán de un dispositivo en el interior fácilmente accesible, mediante el cual se transmita una llamada de asistencia perceptible desde un punto de control y que permita al usuario verificar que su llamada ha sido recibida, o perceptible desde un paso frecuente de personas.

Las puertas de los recintos públicos cumplen con los requisitos de accesibilidad, peso (140N) y prevención de riesgo de atrapamiento. La fuerza de maniobra de apertura y cierre de las distintas puertas será calculada según lo especificado en la norma UNE-EN 12046-2:2000.

3.3.4. SUA 4: Seguridad frente al riesgo causado por iluminación inadecuada

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo de daños a las personas como consecuencia de una iluminación inadecuada en zonas de circulación de los edificios, tanto interiores como exteriores, incluso en caso de emergencia o de fallo del alumbrado normal.

Alumbrado normal en zonas de circulación:

Se garantiza que todas las zonas de circulación interiores disponen de una iluminación de al menos 100 lux; 20 lux en las zonas exteriores.

Alumbrado de emergencia:

El edificio dispone de un alumbrado de emergencia que garantice la visibilidad suficiente en caso de fallo en el suministro de alumbrado normal.

Dotación:

Todo recinto cuya ocupación sea mayor que 100 personas.

Los recorridos desde todo origen de evacuación hasta el espacio exterior seguro y hasta las zonas de refugio, incluidas las zonas de refugio.

Los aparcamientos cerrados o cubiertos cuya superficie construida exceda de 100 m² (incluido los pasillos y las escaleras que conduzcan hasta el exterior o zonas generales del edificio).

Los locales que alberguen equipos generales de las instalaciones de protección contra incendios.

Los locales de riesgo especial.

Los aseos generales de planta en edificios de uso público.

Los lugares en los que se ubican cuadros de distribución o de accionamiento de la instalación de alumbrado.

Las señales de seguridad.

Los itinerarios accesibles.

Se dispondrá una luminaria en:

Cada puerta de salida.

Señalando peligro potencial.

Señalando emplazamiento de equipo de seguridad.

Puertas existentes en los recorridos de evacuación.

Escaleras, cada tramo de escaleras recibe iluminación directa.

En cualquier cambio de nivel.

En los cambios de dirección y en las intersecciones de pasillos.

Características de la instalación:

Será fija.

Dispondrá de fuente propia de energía.

Entrará en funcionamiento al producirse un fallo de alimentación en las zonas de alumbrado normal.

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

Las bandas de evacuación de más de 2 m de ancho serán tratadas como la suma de varias bandas de 2 m (iluminancia horizontal en el suelo como mínimo de 1 lux en el eje central. En los puntos donde están situados los equipos de seguridad, la iluminancia horizontal será de 5 lux como mínimo.

3.3.5. SUA 5: Seguridad frente al riesgo causado por situaciones de alta ocupación

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo causado por situaciones con alta ocupación facilitando la circulación de las personas y la sectorización con elementos de protección y contención en previsión del riesgo de aplastamiento.

3.3.6. SUA 6: Seguridad frente al riesgo de ahogamiento

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo de caídas que puedan derivar en ahogamiento en piscinas, depósitos, pozos y similares mediante elementos que restrinjan el acceso.

Piscinas:

No procede

3.3.7. SUA 7: Seguridad frente al riesgo causado por vehículos en movimiento

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo causado por vehículos en movimiento atendiendo a los tipos de pavimentos y la señalización y protección de las zonas de circulación rodada y de las personas.

No procede

3.3.8. SUA 8: Seguridad frente al riesgo causado por la acción del rayo

Exigencia básica:

Se limitará el riesgo de electrocución y de incendio causado por la acción del rayo, mediante instalaciones adecuadas de protección contra el rayo.

Acción del rayo:

Para determinar la necesidad de protección frente a rayo, es necesario hacer un cálculo en función de los parámetros de probabilidad de que el edificio sea alcanzado por un rayo. Para ello, es necesario seguir el procedimiento establecido en el siguiente apartado del DB SUA:

- 1 Será necesaria la instalación de un sistema de protección contra el rayo, en los términos que se establecen en el apartado 2, cuando la frecuencia esperada de impactos N_g sea mayor que el riesgo admisible N_a .
- 2 Los edificios en los que se manipulen sustancias tóxicas, radioactivas, altamente inflamables o explosivos y los edificios cuya altura sea superior a 43 m dispondrán siempre de sistemas de protección contra el rayo de eficiencia E superior o igual a 0,98, según lo indicado en el apartado 2.
- 3 La frecuencia esperada de impactos, N_g , puede determinarse mediante la expresión:

$$N_g = N_g A_g C_1 10^{-6} \text{ [nº impactos/año]} \quad (1.1)$$

siendo:

N_g densidad de impactos sobre el terreno (nº impactos/año, km²), obtenida según la figura 1.1;

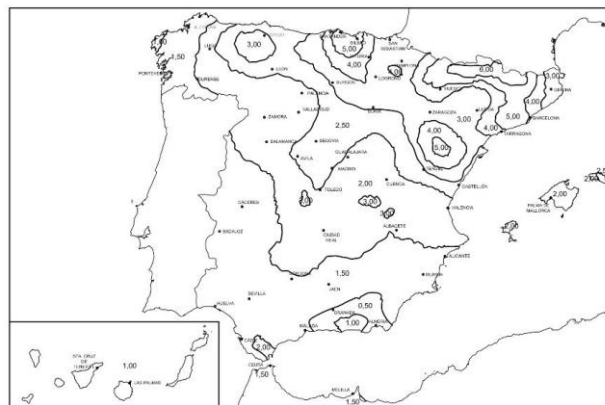


Figura 1.1 Mapa de densidad de impactos sobre el terreno N_g

- A_g : superficie de captura equivalente del edificio aislado en m², 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.
- C_1 : coeficiente relacionado con el entorno, según la tabla 1.1.

Tabla 1.1 Coeficiente C ₁	
Situación del edificio	C ₁
Próximo a otros edificios o árboles de la misma altura o más altos	0,5
Rodeado de edificios más bajos	0,75
Aislado	1
Aislado sobre una colina o promontorio	2

El riesgo admisible, N_a, puede determinarse mediante la expresión:

$$N_a = \frac{5,5}{C_2 C_3 C_4 C_5} 10^{-3} \quad (1.2)$$

siendo:

C₂ coeficiente en función del tipo de construcción, conforme a la tabla 1.2;
C₃ coeficiente en función del contenido del edificio, conforme a la tabla 1.3;
C₄ coeficiente en función del uso del edificio, conforme a la tabla 1.4;
C₅ coeficiente en función de la necesidad de continuidad en las actividades que se desarrollan en el edificio, conforme a la tabla 1.5.

Tabla 1.2 Coeficiente C ₂			
	Cubierta metálica	Cubierta de hormigón	Cubierta de madera
Estructura metálica	0,5	1	2
Estructura de hormigón	1	1	2,5
Estructura de madera	2	2,5	3

Tabla 1.3 Coeficiente C ₃	
Edificio con contenido inflamable	3
Otros contenidos	1

Tabla 1.4 Coeficiente C ₄	
Edificios no ocupados normalmente	0,5
Usos Pública Concurrencia, Sanitario, Comercial, Docente	3
Resto de edificios	1

Tabla 1.5 Coeficiente C ₅	
Edificios cuyo deterioro pueda interrumpir un servicio imprescindible (hospitales, bomberos, ...) o pueda ocasionar un impacto ambiental grave	5
Resto de edificios	1

Tipo de instalación exigido

La eficacia E requerida para una instalación de protección contra el rayo se determina mediante la siguiente fórmula:

$$E = 1 - \frac{N_r}{N_a} \quad (2.1)$$

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 SUA B:

Tabla 2.1 Componentes de la instalación	
Eficiencia requerida	Nivel de protección
E > 0,98	1
0,95 < E < 0,98	2
0,80 < E < 0,95	3
0 < E < 0,80 ⁽¹⁾	4

⁽¹⁾ Dentro de estos límites de eficiencia requerida, la instalación de protección contra el rayo no es obligatoria.

3.3.9. SUA 9: Accesibilidad

Exigencia básica:

Se facilitará el acceso y la utilización no discriminatoria, independiente y segura de los edificios a las personas con discapacidad.

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. 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.

Accesibilidad en el exterior del edificio:

Se garantiza que el acceso al edificio tiene al menos un recorrido accesible que será el utilizado por todos los usuarios, de manera que no aparece ningún tipo de discriminación positiva ni negativa ni diferenciación entre usuarios.

Accesibilidad entre plantas del edificio:

Se plantea tanto dimensionalmente y estructuralmente, la instalación de un ascensor urbano accesible que comunique la vía de acceso con la cota del proyecto

Accesibilidad en las plantas del edificio:

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 DBSI) 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:

Por existir un uso residencial público que da habitación a menos 50 usuarios, no se garantiza que al menos 1 de las plazas ofertadas sea accesibles. Los interruptores, dispositivos de intercomunicación y pulsadores de alarma son mecanismos accesibles tal y como establece la norma.

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

Al tratarse de edificios de uso público, todas las entradas al edificio, así como aseos y vestuarios (que garantizan un diámetro libre de 1,5m), deben estar señalizadas como accesibles mediante SIA.

Los servicios higiénicos de uso general se señalizarán 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 señalizadoras 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 características y dimensiones del SIA se establecen en la norma UNE 41501:2002.

3.4. DB HS: Salubridad

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 13. Exigencias básicas de salubridad (HS) «Higiene, salud y protección del medio ambiente»

1. El objetivo del requisito básico «Higiene, salud y protección del medio ambiente», tratado en adelante bajo el término salubridad, consiste en reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios, dentro de los edificios y en condiciones normales de utilización, padezcan molestias o enfermedades, así como el riesgo de que los edificios se deterioren y de que deterioren el medio ambiente en su entorno inmediato, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

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

3. El Documento Básico «DB-HS Salubridad» 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 salubridad.

13.1 Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad: se limitará el riesgo previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los edificios y en sus cerramientos como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso permitan su evacuación sin producción de daños.

13.2 Exigencia básica HS 2: Recogida y evacuación de residuos: los edificios dispondrán de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público de recogida de tal manera que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

13.3 Exigencia básica HS 3: Calidad del aire interior: Los edificios dispondrán de medios para que sus recintos se puedan ventilar adecuadamente, eliminando los contaminantes que se produzcan de forma habitual durante el uso normal de los edificios, de forma que se aporte un caudal suficiente de aire exterior y se garantice la extracción y expulsión del aire viciado por los contaminantes. Para limitar el riesgo de contaminación del aire interior de los edificios y del entorno exterior en fachadas y patios, la evacuación de productos de combustión de las instalaciones térmicas se producirá con carácter general por la cubierta del edificio, con independencia del tipo de combustible y del aparato que se utilice.

13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua: Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto de agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del caudal del agua. Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

13.5 Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas: 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.

3.4.1. HS 1: Protección frente a la humedad

Ámbito de aplicación:

Esta sección se aplica a muros y suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas). Los suelos elevados se consideran suelos que están en contacto con el terreno. Las medianerías que vayan a quedar descubiertas porque no se ha edificado en los solares colindantes o porque la superficie de las mismas excede a las de las colindantes se consideran fachadas. Los suelos de las terrazas y los de los balcones se consideran cubiertas.

Muros:

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

Tabla 2.1 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los muros			
Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno		
	$K_s \geq 10^{-2}$ cm/s	$10^{-5} < K_s < 10^{-2}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	5	4
Media	3	2	2
Baja	1	1	1

En función de este grado de impermeabilidad, se establecen en la tabla 2.2 las condiciones de la solución constructiva del muro.

Tabla 2.2 Condiciones de las soluciones de muro									
Grado de impermeabilidad	Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla		
	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco	Imp. interior	Imp. exterior	Parcialmente estanco
≤1	I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C1+I2+D1+D5	I2+I3+D1+D5	V1	C2+I2+D1+D5	C2+I2+D1+D5	
≤2	C3+I1+D1+D3 ⁽³⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤3	C3+I1+D1+D3 ⁽³⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C3+I1+D1+D3 ⁽²⁾	I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤4		I1+I3+D1+D3	D4+V1		I1+I3+D1+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1
≤5		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1 ⁽¹⁾		I1+I3+D1+D2+D3	D4+V1	C1+C2+I1	C2+I1	D4+V1

(1) Solución no aceptable para más de un sótano.

(2) Solución no aceptable para más de dos sótanos.

(3) Solución no aceptable para más de tres sótanos.

Las condiciones de las soluciones constructivas que se tomarán vienen dadas a partir de un grado de impermeabilidad de 1.

I) Impermeabilización:

I2. La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o la aplicación directa in situ de productos líquidos, tales como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster.

I3. No es de aplicación puesto que no se proyectan muros de fábrica.

D) Drenaje y evacuación:

D1. Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante entre el muro y el terreno o, cuando existe una capa de impermeabilización, entre ésta y el terreno. La capa drenante puede estar constituida por una lámina drenante, grava, una fábrica de bloques de arcilla porosos u otro material que produzca el mismo efecto.

D5. Debe disponerse una red de evacuación del agua de lluvia en las partes de la cubierta y del terreno que puedan afectar al muro y debe conectarse aquélla a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

Condiciones de los puntos singulares:

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:

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.

Encuentros del muro con las cubiertas enterradas:

No se proyectan encuentros de este tipo.

Encuentros del muro con las particiones interiores:

No se proyectan encuentros de este tipo al impermeabilizarse por el exterior.

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:

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.

Suelos:

El grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos que están en contacto con el terreno frente a la penetración del agua de éste y de las escorrentías se obtiene en la tabla 2.3 en función de la presencia de agua (baja, media, alta) y del coeficiente de permeabilidad del terreno.

Tabla 2.3 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a los suelos

Presencia de agua	Coeficiente de permeabilidad del terreno	
	$K_s > 10^{-5}$ cm/s	$K_s \leq 10^{-5}$ cm/s
Alta	5	4
Media	4	3
Baja	2	1

Tabla 2.4 Condiciones de las soluciones de suelo

	Muro flexorresistente o de gravedad					
	Suelo elevado			Solera		
	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención	Sub-base	Inyecciones	Sin intervención
Grado de impermeabilidad	V1			D1	C2+C3+D1	
	C2	V1		C2+C3	C2+C3+D1	C2+C3+D1
	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D3+D4	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+C1+S1+S2+S3	C1+C2+C3+I2+D1+D2+S1+S2+S3
	I2+S1+S3+V1	I2+S1+S3+V1+D4		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3
	I2+S1+S3+V1+D3	I2+P1+S1+S3+V1+D3		C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3	C2+C3+I2+D1+D2+P2+S1+S2+S3

V) Ventilación de la cámara:

V1 El espacio existente entre el suelo elevado y el terreno debe ventilarse hacia el exterior mediante aberturas de ventilación repartidas al 50% entre dos paredes enfrentadas, dispuestas regularmente y al tresbolillo. La relación entre el área efectiva total de las aberturas, S_s , en cm^2 , y la superficie del suelo elevado, A_s , en m^2 debe cumplir la condición:

$$30 > \frac{S_s}{A_s} > 10$$

La distancia entre aberturas de ventilación contiguas no debe ser mayor que 5 m.

Las condiciones de las soluciones constructivas vienen dadas a partir de un grado de impermeabilidad 1 y del tipo de construcción que se lleve a cabo.

C) 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.

D) Drenaje y evacuación:

D1. Debe disponerse una capa drenante y una capa filtrante sobre el terreno situado bajo el suelo. En nuestro caso al utilizar como capa drenante un encachado, debe disponerse una lámina de polietileno por encima de ella.

Condiciones de los puntos singulares:

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:

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.

Fachadas:

El grado de impermeabilidad de las fachadas viene determinado por la zona pluviométrica, que puede obtenerse en la figura 2.4 del presente apartado. En el caso este proyecto, una zona pluviométrica I con un grado de exposición al viento V2. Según la tabla 2.5 de este apartado, el grado de impermeabilidad exigido es:

		Zona pluviométrica de promedios				
Grado de exposición al viento	V1	I	II	III	IV	V
	V2	5	5	4	3	2
	V3	5	4	3	3	2
	V3	5	4	3	2	1

El grado de exposición al viento se obtiene en la tabla 2.6 en función de la altura de coronación del edificio sobre el terreno, de la zona eólica correspondiente al punto de ubicación, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será EO cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos.

En el caso en cuestión, Oporto pertenece a la zona eólica C. El entorno será tipo I (Zona de borde del mar.), por lo que será EO. La altura del edificio no supera los 15 metros de altura, por lo que el grado de exposición al viento será V2.

		Tabla 2.6 Grado de exposición al viento					
		Clase del entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
Altura del edificio en m	≤15	A	B	C	A	B	C
	16 - 40	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	41 - 100 ⁽¹⁾	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 - 100 ⁽¹⁾	V2	V2	V2	V1	V1	V1

⁽¹⁾ 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 el DB-SE-AE.

Así, las condiciones para la solución constructiva de fachada han de ser:

		Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada					
		Con revestimiento exterior			Sin revestimiento exterior		
Grado de impermeabilidad	≤1	R1+C1 ⁽¹⁾			C1 ⁽¹⁾ +J1+N1		
	≤2				B1+C1+J1+N1	C2+H1+J1+N1	C2+J2+N2
	≤3	R1+B1+C1	R1+C2		B2+C1+J1+N1	B1+C2+H1+J1+N1	B1+C2+J2+N2
	≤4	R1+B2+C1	R1+B1+C2	R2+C1 ⁽¹⁾	B2+C2+H1+J1+N1	B2+C2+J2+N2	B2+C1+H1+J2+N2
	≤5	R3+C1	B3+C1	R1+B2+C2	R2+B1+C1	B3+C1	

⁽¹⁾ Cuando la fachada sea de una sola hoja, debe utilizarse C2.

Condiciones de los puntos singulares:

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 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

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.

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

Cubiertas:

Todas las cubiertas han de tener las mismas características constructivas en lo referente a impermeabilización independientemente de los factores climáticos:

- Han de disponer de un sistema de formación de pendientes (pendiente comprendida entre el 1% y el 5%).
- Han de vapor si se estima, según el cálculo establecido por el DB HE, que se pueden producir condensaciones.
- Una capa separadora que garantice que no hay incompatibilidad entre materiales (sobre o bajo el impermeabilizante).
- Una capa de impermeabilización en el caso de cubiertas planas.
- Aislamiento térmico adecuado a las exigencias del DB HE.
- Una capa de proyección cuando la cubierta sea plana.
- Un sistema de evacuación de aguas dimensionado según el HS 5 (en este caso, sistema de sumideros que cumple los requisitos constructivos establecidos en este apartado). Se realizará un goterón en cualquier alero o saliente, de manera que se garantice que no haya problemas de infiltraciones.

Tubos de drenaje:

Los tubos de drenaje en el perímetro de los muros de contención quedan dimensionados conforme a las tablas 3.1 y 3.2 de este apartado.

3.4.2. HS 2: Recogida y evacuación de residuos

Exigencia básica:

Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de salubridad, concretamente para satisfacer el requisito básico de recogida y evacuación de residuos.

Ámbito de aplicación:

Al tratarse de un proyecto con usos distintos al de residencial vivienda se aplicarán a este efecto criterios análogos adaptados a la situación concreta.

Diseño:

El edificio dispondrá de espacios y medios para extraer los residuos ordinarios generados en ellos de forma acorde con el sistema público existente en la ciudad de Oporto, de tal manera que se facilite la adecuada separación en origen de dichos residuos, la recogida selectiva de los mismos y su posterior gestión.

3.4.3. HS 3: Calidad del aire interior

Exigencia básica:

Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de salubridad, más en concreto en este documento para satisfacer el requisito básico de calidad del aire interior.

Ámbito de aplicación:

Al tratarse de un proyecto con usos distintos al de residencial vivienda se aplicarán a este efecto las exigencias establecidas en el RITE (Reglamento de Instalaciones Térmicas en los edificios). De este documento se aplicará a este punto la Instrucción Técnica 1.1.4.2, Exigencia de calidad del aire interior, que enuncia que también se considera válido lo establecido en la norma UNE-EN 13779.

Caracterización y cuantificación de las exigencias:

Categorías de calidad del aire interior en función del uso de los edificios (IT 1.1.4.2.2)

Se establece una clasificación para cada uno de los usos del proyecto de la calidad de aire que se debe conseguir. En este caso la totalidad de los espacios para el público (equipamientos colectivos) se corresponden con una calidad de aire buena, IDA 2, con la excepción de los equipamientos destinados a gimnasio y usos múltiples, en los que basta una calidad de aire media, IDA 3.

Caudal mínimo del aire exterior de ventilación (IT 1.1.4.2.3)

Atendiendo al primero de los métodos que expone la norma, método indirecto de caudal de aire exterior por persona, se obtienen los valores de caudal de aire exterior que son precisos en cada uno de los espacios con los datos de la Tabla 1.4.2.1. Se considera que está prohibido fumar en todos los espacios colectivos.

Tabla 1.4.2.1 Caudales de aire exterior, en dm³/s por persona	
Categoría	dm³/s por persona
IDA 1	20
IDA 2	12,5
IDA 3	8
IDA 4	5

Aire de extracción (IT 1.1.4.2.5)

Según el uso del local se realiza una clasificación del aire de extracción. Este aire que se retira de los espacios interiores del edificio se podrá o no reutilizar según su procedencia.

El aire procedente de espacios de uso comunitario como aulas y espacios polivalentes, se considera Aire de Extracción de tipo AE 1 (bajo nivel de contaminación), por tanto, la recirculación es admisible.

El aire procedente de almacenes, aseos y habitaciones es contemplado como de tipo AE 2 (moderado nivel de contaminación), por tanto, la recirculación es admisible únicamente para locales de servicio.

Asimismo, el caudal de aire de extracción de locales de servicio será como mínimo de 2 dm³/sm²

La cocina y el cuarto de baño deben disponer de aberturas para extracción; las particiones situadas entre los locales con admisión y los locales con extracción deben disponer de aberturas de paso. Como aberturas de admisión, se dispondrán aberturas dotadas de aireadores o aperturas fijas de la carpintería, como son los dispositivos de microventilación. Tanto la cocina, zona de estar y baño disponen de un sistema complementario de ventilación natural, ya que cuentan con carpinterías practicables.

3.4.4. HS 4: Suministro de agua

Exigencia básica:

Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de salubridad, más en concreto en este cuartos húmedos del edificio.

Caracterización y cuantificación de las exigencias:

El agua de la instalación debe cumplir lo establecido en la legislación vigente sobre el agua para consumo humano, para ello los materiales que se vayan a utilizar en la instalación deben ser resistentes a las temperaturas como a la corrosión. Las compañías suministradoras facilitarán los datos de caudal y presión que servirán de base para el dimensionado de la instalación. Asimismo, la instalación de suministro de agua debe tener características adecuadas para evitar el desarrollo de gérmenes patógenos y no favorecer el desarrollo de la biocapa (biofilm).

Se disponen sistemas de antirretorno para evitar la inversión del sentido del flujo en los puntos tras los contadores, en la base de las ascendentes, antes del equipo de tratamiento de agua, en los tubos de alimentación no destinados a usos domésticos, y antes de los aparatos de climatización. En los aparatos y equipos de la instalación, la llegada de agua se realizará de tal modo que no se produzcan retornos. Los antirretornos se dispondrán combinados con grifos de vaciado de tal forma que siempre sea posible vaciar cualquier tramo de la red.

Las condiciones mínimas de suministro deben corresponderse a las establecidas en la tabla 2.1 de este apartado:

Tabla 2.1 Caudal instantáneo mínimo para cada tipo de aparato

Tipo de aparato	Caudal instantáneo mínimo de agua fría [dm ³ /s]	Caudal instantáneo mínimo de ACS [dm ³ /s]
Lavamanos	0,05	0,03
Lavabo	0,10	0,065
Ducha	0,20	0,10
Bañera de 1,40 m o más	0,30	0,20
Bañera de menos de 1,40 m	0,20	0,15
Bidé	0,10	0,065
Inodoro con cisterna	0,10	-
Inodoro con fluxor	1,25	-
Urinarios con grifo temporizado	0,15	-
Urinarios con cisterna (c/u)	0,04	-
Fregadero doméstico	0,20	0,10
Fregadero no doméstico	0,30	0,20
Lavavajillas doméstico	0,15	0,10
Lavavajillas industrial (20 servicios)	0,25	0,20
Lavadero	0,20	0,10
Lavadora doméstica	0,20	0,15
Lavadora industrial (8 kg)	0,60	0,40
Grifo aislado	0,15	0,10
Grifo garaje	0,20	-
Vertedero	0,20	-

En los puntos de consumo, la presión mínima debe ser de 100 kPa para grifos comunes y 150 para fluxores y calentadores. La presión máxima será de 500 kPa. Asimismo, la temperatura del agua caliente sanitaria deberá de estar en estos puntos a una temperatura entre 50°C y 65°C.

Mantenimiento:

Los elementos y equipos de la instalación que lo requieran, tales como grupo de presión, los sistemas de tratamiento de aguas, se instalan en locales de dimensiones adecuadas para que pueda llevarse a cabo su mantenimiento. Las redes de tuberías se diseñan para ser accesibles para su mantenimiento y reparación, en patinillos y falsos techos registrables, así como arquetas y registros para los que no lo son.

Ahorro de agua:

En la red de agua caliente sanitaria se dispone de una red de retorno en todos aquellos tramos en los que la tubería de ida al punto de consumo más alejado es igual o mayor que 15 m.

En los aseos comunes del edificio, los que se encuentran en la zona de pública concurrencia, los aparatos disponen de dispositivos de ahorro de agua (inodoros y lavamanos con fluxor).

Diseño de la instalación:

En el plano IO2 el esquema de principio y la distribución de las redes generales de abastecimiento de agua, Dichas redes de distribución disponen de todos los elementos necesarios para un correcto funcionamiento de ellas. Se consideran en el diseño de la red de abastecimiento de agua también los datos técnicos del material escogido, PEX.

3.4.5. HS 5: Evacuación de aguas

Exigencia básica:

Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de salubridad, más en concreto en este documento para satisfacer el requisito básico de evacuación de aguas residuales y pluviales.

Caracterización y cuantificación de las exigencias:

Evacuación de aguas residuales domésticas y pluviales, así como el drenaje, si es necesario, de aguas correspondientes a niveles freáticos.

Características del alcantarillado: Red pública unitaria (pluviales + residuales). El proyecto acomete a la red pública de alcantarillado existente en la ciudad.

Las redes de tuberías, para la evacuación de aguas residuales o pluviales, se dispondrán a la vista o alojadas en patinillos registrables de tal forma que sean accesibles para su mantenimiento y reparación. En caso contrario deben contar con arquetas o registros. Las tuberías de la red de evacuación tendrán el trazado más sencillo posible, con unas distancias y pendientes que faciliten la evacuación de los residuos, así como la capacidad de ser autolimpiables.

Los colectores de los edificios desaguarán por gravedad. Los diámetros serán los apropiados para transportar los caudales previsibles en condiciones seguras. El edificio contará con cierres hidráulicos en la instalación que impidan el paso del aire contenido en ella a los locales ocupados sin afectar al flujo de residuos. Se dispondrán sistemas de ventilación adecuados que permitan el funcionamiento de los cierres hidráulicos y la evacuación de gases.

Elementos de la red de evacuación:

- Cierres hidráulicos de PVC

a) Sifones individuales: Propios de cada aparato.

b) Arquetas sifónicas: Situados en los encuentros de los conductos enterrados de aguas pluviales y residuales.

Características: Sus superficies no deben retener materias sólidas, y serán autolimpiables con el paso del agua. No deben tener partes móviles que impidan su correcto funcionamiento. Deben tener un registro de limpieza fácilmente accesible y manipulable. La altura mínima de cierre hidráulico debe ser 50 mm, para usos continuos y 70 mm para usos discontinuos. La altura máxima debe ser 100 mm. La corona debe estar a una distancia igual o menor que 60cm por debajo de la válvula de desagüe del aparato. El diámetro del sifón debe ser igual mayor que el diámetro de la válvula de desagüe e igual o menor que el del ramal de desagüe. En caso de que exista una diferencia de diámetros, el tamaño debe aumentar en el sentido del flujo. Debe instalarse lo más cerca posible de la válvula de desagüe del aparato, para limitar la longitud de tubo sucio sin protección hacia el ambiente.

- Bajantes y canalones: Material: PVC

Características: Las bajantes deben realizarse sin desviaciones ni retranqueos y con diámetro uniforme en toda su altura excepto, en el caso de bajantes de residuales. El diámetro no debe disminuir en el sentido de la corriente.

- Colectores enterrados: Material: PVC

Características: Los tubos deben disponerse en zanjas de dimensiones adecuadas, situados por debajo de la red de distribución de agua potable. Debe tener una pendiente del 2% como mínimo. La acometida de las bajantes y los manguetones a esta red se hará con interposición de una arqueta de pie de bajante, que no debe ser sifónica. Se dispondrán registros de tal manera que los tramos entre los contiguos no superen 15m.

- Válvulas de antirretorno:

Características: Deben instalarse válvulas de antirretorno de seguridad para prevenir las posibles inundaciones cuando la red exterior de alcantarillado se sobrecargue, dispuestas en lugares de fácil acceso para su registro y mantenimiento.

Se plantea un sistema separativo, es decir, la red de aguas residuales por un lado y la red de aguas pluviales por otro, tratadas de forma separada e independiente y conducidas a la red de la ciudad.

Evacuación de aguas pluviales:

Sumideros: El número mínimo de sumideros que deben disponerse es el indicado en la tabla 4.6 de la norma, en función de la superficie proyectada horizontalmente de la cubierta a la que sirven.

Tabla 4.6 Número de sumideros en función de la superficie de cubierta	
Superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)	Número de sumideros
S < 100	2
100 ≤ S < 200	3
200 ≤ S < 500	4
S > 500	1 cada 150 m ²

Bajantes:

El diámetro de las bajantes para el régimen pluviométrico de 100 mm/h (figura B.1) debe calcularse de acuerdo con la tabla 4.8 DB HS 5, en función de la superficie proyectada horizontalmente a la que sirven.

Tabla 4.7 Diámetro del canalón para un régimen pluviométrico de 100 mm/h				
Máxima superficie de cubierta en proyección horizontal (m ²)				Diámetro nominal del canalón (mm)
Pendiente del canalón				
0.5 %	1 %	2 %	4 %	
35	45	65	95	100
60	80	115	165	125
90	125	175	255	150
185	260	370	520	200
335	475	670	930	250

En todos los casos se realiza el cumplimiento de las normas aquí detalladas.

En el caso de la recogida de aguas de los patios interiores, se disponen bajo las arquetas de aireación del suelo sanitario sumideros de pluviales, en un número determinado por la superficie a desaguar así como las normas del presente documento básico. Las pendientes proyectadas para la instalación de evacuación serán en todo el conjunto de 2%.

Accesorios: arquetas

Las dimensiones mínimas necesarias (longitud L y anchura A mínimas) de una arqueta se obtienen de la tabla 4.13 DB HS 5, en función del diámetro del colector de salida de ésta.

Tabla 4.13 Dimensiones de las arquetas									
L x A [cm]	Diámetro del colector de salida [mm]								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
	40 x 40	50 x 50	60 x 60	60 x 70	70 x 70	70 x 80	80 x 80	80 x 90	90 x 90

Mantenimiento y Conservación:

Para un correcto funcionamiento de la instalación de saneamiento, se comprobará periódicamente la estanqueidad general de la red con sus posibles fugas, la existencia de olores y el mantenimiento del resto de elementos.

Se revisarán y desatascarán los sifones y válvulas, cada vez que se produzca una disminución apreciable del caudal de evacuación, o haya obstrucciones.

Cada 6 meses se limpiarán los sumideros de locales húmedos y cubiertas transitables, y los botes sifónicos. Los sumideros y calderetas de cubiertas no transitables se limpiarán, al menos, una vez al año.

Una vez al año se revisarán los colectores suspendidos, se limpiarán las arquetas sumidero y el resto de posibles elementos de la instalación tales como pozos de registro, bombas de elevación.

Cada 10 años se procederá a la limpieza de arquetas de pie de bajante, de paso y sifónicas o antes si se apreciaran olores.

Se mantendrá el agua permanentemente en los sumideros, botes sifónicos y sifones individuales para evitar malos olores, así como se limpiarán los de terrazas y cubiertas de forma periódica.

3.5. DB HR: Protección frente al ruido

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

1. El objetivo de este requisito básico "Protección frente al 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.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán 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.
3. 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.

Objeto:

Se establecen las condiciones que debe reunir el proyecto para asegurar el cumplimiento de las exigencias básicas de protección frente al ruido para satisfacer este requisito básico.

Ámbito de aplicación:

Este documento se aplica tanto al ámbito residencial en altura como a la planta baja de espacio público

Procedimiento de verificación:

Se debe justificar el cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del aislamiento acústico a ruido aéreo y del aislamiento acústico a ruido de impactos de los diferentes recintos del proyecto. Esta verificación se lleva a cabo con la adopción de las soluciones del apartado 3.1.2, opción simplificada. Se justifica también el cumplimiento de las condiciones de diseño y dimensionado del tiempo de reverberación y de absorción acústica, así como del apartado 3.3 de este documento, referido al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

Caracterización y cuantificación de las exigencias:

Se establece una clasificación de todos los espacios del proyecto atendiendo al grado de protección necesario:

- Recintos protegidos: Zona de museo, sector docente, vivienda del personal y albergue: zona de descanso y dormitorios
- Recintos habitables: los mencionados anteriormente más los aseos públicos y la cafetería.
- Recintos de instalaciones: Planta sótano.
- Recintos no habitables: Los no enumerados tales como almacenes.

Valores límite de aislamiento:

Aislamiento acústico a ruido aéreo

Recintos protegidos:

En las unidades habitacionales en las que se diferencian tres ámbitos diferentes, dormitorio, baño y cocina, la separación entre ellos debe tener un índice global de reducción acústica, R_A , igual o mayor de 33 dBA.

La separación entre recintos protegidos y resto de recintos protegidos u otros usos distintos de instalaciones debe tener un aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, no inferior a 50 dBA cuando no compartan puertas ni ventanas. En aquellos espacios que las comparten, el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , de éstas no será menor que 30 dBA y el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A , del cerramiento no será menor que 50 dBA.

El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,At,r}$, de estos recintos con el exterior no será inferior, según a Tabla 2.1 y contando con un índice de ruido día, L_d , de 70-75 dBA, de 42 dBA.

Recintos habitables:

El aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{nT,A}$, entre estos recintos y los clasificados como no habitables no será menor a 45 dBA. En el caso de los espacios comunes y distribuidores que limitan con este tipo de recintos y comparten puertas con ellos, su índice global de reducción acústica, R_A , no será menor que 20 dBA, y el índice global del cerramiento no será menor que 50 dBA.

Aislamiento acústico a ruido de impactos:

Recintos protegidos: El nivel global de presión de ruido de impactos, $L_{nT,w}$, con cualquier otro recinto, siempre que no sea recinto de instalaciones, no será mayor que 65 dB. Cuando el recinto colindante sea un recinto de instalaciones su valor no será mayor que 60 dB.

Recintos habitables: El nivel global de presión de ruido de impactos, $L_{nT,w}$, con cualquier tipo de recinto que no sea recinto protegido, no será mayor que 60 dB.

Ruido y vibraciones de las instalaciones: Se limitan los niveles de ruido y de vibraciones que puedan transmitir a los recintos protegidos y habitables. El nivel de potencia acústica máximo de los equipos cumplirá el desarrollo reglamentario de la Ley 37/2003 del Ruido.

3.6. DB HE: Ahorro de Energía

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 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE).

1. El objetivo del requisito básico «Ahorro de energía» consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.

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

3. El Documento Básico «DB-HE Ahorro de Energía» 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 ahorro de energía.

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de demanda energética: los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas: los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes, regulando el rendimiento de las mismas y de sus equipos. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

15.3 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación: los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria: en los edificios con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

15.5 Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica: en los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o suministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de

valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

3.6.1 HE O: Limitación del consumo energético

Ámbito de aplicación:

Esta Sección es de aplicación en edificios de nueva construcción, ampliaciones de edificios existentes, y edificaciones o partes de las mismas que, por sus características de utilización, estén abiertas de forma permanente y sean acondicionadas.

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.

Cuantificación de la exigencia:

La calificación energética para el indicador consumo energético de energía primaria no renovable del edificio, 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.

Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia:

Para justificar que un edificio cumple la exigencia básica de limitación del consumo energético, los documentos de proyecto incluirán la siguiente información:

- a) Definición de la zona climática de la localidad en la que se ubica el edificio: Zona D3 para Sigüés (Zaragoza, <650 m).
- 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.

3.5.2 HE 1: Limitación de la demanda energética

Ámbito de aplicación:

Esta Sección es de aplicación en edificios de nueva construcción.

Caracterización de la exigencia:

La demanda energética de los edificios se limita en función de la zona climática de la localidad en que se ubican y del uso previsto. Se deben limitar los riesgos debidos a procesos que produzcan una merma significativa de las prestaciones térmicas o de la vida útil de los elementos que componen la envolvente térmica, tales como las condensaciones.

Cuantificación de la exigencia:

El edificio se sitúa en el término municipal de Sigüés, en Zaragoza. Esto supone que se acoge a las características de la zona climática D3 establecida por el DB HE en la tabla B.1, teniendo los cerramientos y particiones unas transmitancias comprobadas en la memoria constructiva, no superiores a los siguientes valores indicados en las tablas 2.3, 2.4 y 2.5:

Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica

Parámetro	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno ⁽¹⁾ [W/m²·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m²·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos ⁽²⁾ [W/m²·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos ⁽³⁾ [m³/h·m²]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

⁽¹⁾ Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

⁽²⁾ Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

⁽³⁾ La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

Tabla 2.4 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades de distinto uso, zonas comunes, y medianerías, U en W/m²·K

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales y verticales	1,35	1,25	1,10	0,95	0,85	0,70

Tabla 2.5 Transmitancia térmica límite de particiones interiores, cuando delimiten unidades del mismo uso, U en W/m²·K

Tipo de elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Particiones horizontales	1,90	1,80	1,55	1,35	1,20	1,00
Particiones verticales	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20	1,00

4.PLANOS

ÍNDICE DE PLANOS

DEFINICIÓN URBANÍSTICA

U01 - Emplazamiento. Proyecto

U02 - Sección urbana. Alzado urbano. Proyecto

U03 - Estado actual. Planta Baja. Conjunto

ARQUITECTURA

A01 - Planta Baja. Conjunto

A02 - Planta Alta. Conjunto

A03 - Planta Cubierta. Conjunto

A04 - Sección transversal A

A05 - Sección transversal B. Sección transversal C

A06 - Sección transversal D. Sección transversal E

A07 - Sección transversal F. Sección transversal G

A08 - Sección transversal H

A09 - Sección longitudinal I. Alzados Nave J y K

A10 - Alzado longitudinal L. Alzado longitudinal M.

CONSTRUCCIÓN

C01 - Planta Baja 01

C02 - Planta Baja 02

C03 - Planta Alta 01

C04 - Planta Alta 02

C05 - Tipología Viviendas Permanentes

C06 - Sección constructiva 01

C07 - Detalles constructivos 01

C08 - Sección constructiva 02

C09 - Detalles constructivos 02

C10 - Detalles constructivos 03

C11 - Guía de carpinterías

ESTRUCTURA

E01 - Planta Cimentación O1

E02 - Planta Cimentación O2

E03 - Planta Forjado Sanitario O1

E04 - Planta Forjado Sanitario O2

E05 - Planta Forjado +1 O1

E06 - Planta Forjado +1 O2

E07 - Planta Cubierta O1

E8 - Planta Cubierta O2

INSTALACIONES

IO1 - Fontanería Conjunto

IO2 - Fontanería. Planta Baja O1

IO3 - Fontanería. Planta Baja O2

IO4 - Fontanería. Planta Alta O1

IO5 - Calefacción. Planta Baja O1

IO6 - Calefacción. Planta Baja O2

IO7 - Calefacción. Planta Alta O1

IO8 - Calefacción. Planta Alta O2

IO9 - Refrigeración. Planta Baja O1

IO10 - Refrigeración. Planta Baja O2

IO11 - Refrigeración. Planta Alta O1

IO12 - Refrigeración. Planta Alta O2

IO13 - Ventilación. Planta Baja O1

IO14 - Ventilación. Planta Baja O2

IO15 - Ventilación. Planta Alta O1

IO16 - Ventilación. Planta Alta O2

IO17 - Electricidad. Planta Conjunto

IO18 - Saneamiento. Planta Baja. Conjunto

IO21 - Prev. Incendios. Planta Baja O1

IO22 - Prev. Incendios. Planta Baja O2

IO23 - Prev. Incendios. Planta Alta O1

5.PLIEGO DE CONDICIONES

1. Pliego de prescripciones técnicas generales

1.1. Disposiciones generales

Definición y alcance del pliego:

El presente Pliego, en unión de las disposiciones que con carácter general y particular se indican y con los pliegos de licitación de los distintos agentes intervinientes, tiene por objeto la ordenación de las condiciones técnico-facultativas que han de regir en la ejecución de las obras de construcción del presente proyecto.

Documentos que definen las obras:

El presente Pliego, conjuntamente con los Planos, la Memoria, los distintos anexos y las Mediciones y Presupuesto, forma parte del Proyecto de Ejecución que servirá de base para la ejecución de las obras.

El Pliego de Condiciones Técnicas Particulares establece la definición de las obras en cuanto a su naturaleza intrínseca. Los Planos junto con la Memoria, los anexos, las Mediciones y el Presupuesto, constituyen los documentos que definen la obra en forma geométrica y cuantitativa.

En caso de incompatibilidad o contradicción entre el Pliego y el resto de la documentación del Proyecto, se estará a lo que disponga al respecto la Dirección Facultativa. En cualquier caso, ambos documentos tienen preferencia sobre los Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales de la Edificación.

Lo mencionado en el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y omitido en los planos o viceversa, habrá de ser considerado como si estuviese expuesto en ambos documentos, siempre que la unidad de obra esté definida en uno u otro documento y figure en el presupuesto.

1.2. Disposiciones facultativas y económicas

1.2.1. Delimitación general de funciones técnicas

El arquitecto director de obra de conformidad con la Ley de Ordenación de la Edificación (Ley 38/1999, de 5 de noviembre), corresponde al arquitecto director de obra:

- a) Verificar el replanteo y comprobar la adecuación de la cimentación y de las estructuras proyectadas a las características geotécnicas del suelo.
- b) Resolver las contingencias que se produzcan en la obra y consignar en el Libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas para la correcta interpretación del proyecto.
- c) Elaborar, a requerimiento del promotor o con su conformidad, eventuales modificaciones del proyecto, que vengan exigidas por la marcha de la obra siempre que las mismas se adapten a las disposiciones normativas contempladas y observadas en la redacción del proyecto.
- d) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra (junto con el aparejador o arquitecto técnico director de ejecución de obra), así como conformar las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

e) Elaborar y suscribir la documentación de la obra ejecutada para entregarla al promotor, con los visados que en su caso fueran preceptivos.

f) Asistir a las obras, cuantas veces lo requiera su naturaleza y complejidad, a fin de resolver las contingencias que se produzcan e impartir las instrucciones complementarias que sean precisas para conseguir la correcta solución arquitectónica.

g) Coordinar la intervención en obra de otros técnicos que, en su caso, concurran a la dirección con función propia en aspectos parciales de su especialidad.

e) Asesorar a la Propiedad en el acto de la recepción de la obra.

El director de ejecución de la obra:

De conformidad con la Ley de Ordenación de la Edificación (Ley 38/1999, de 5 de noviembre), corresponde al Aparejador o Arquitecto Técnico en su condición de Director de Ejecución de la obra:

a) Planificar, a la vista del proyecto arquitectónico, del contrato y de la normativa técnica de aplicación, el control de calidad y económico de las obras.

b) Verificar la recepción en obra de los productos de construcción, realizar o disponer las pruebas y ensayos de materiales, instalaciones y demás unidades de obra según las frecuencias de muestreo programadas en el plan de control, así como efectuar las demás comprobaciones que resulten necesarias para asegurar la calidad constructiva de acuerdo con el proyecto y la normativa técnica aplicable. De los resultados informará puntualmente al constructor, impartiendo, en su caso, las órdenes oportunas; de no resolverse la contingencia adoptará las medidas que corresponda dando cuenta al arquitecto director de obra.

c) Dirigir la ejecución material de la obra comprobando los replanteos, los materiales, la correcta ejecución y disposición de los elementos constructivos y de las instalaciones, de acuerdo con el proyecto y con las instrucciones del director de obra.

d) Consignar en el Libro de órdenes y asistencias las instrucciones precisas.

e) Suscribir el acta de replanteo o de comienzo de obra y el certificado final de obra (este último junto con el arquitecto director de obra), así como elaborar y suscribir las certificaciones parciales y la liquidación final de las unidades de obra ejecutadas.

f) Colaborar con los restantes agentes en la elaboración de la documentación de la obra ejecutada, aportando los resultados del control realizado.

g) Comprobar las instalaciones provisionales y medios auxiliares, controlando su correcta ejecución.

El constructor. Corresponde al Constructor:

a) Organizar los trabajos de construcción, redactando los planes de obra que se precisen y proyectando o autorizando las instalaciones provisionales y medios auxiliares de la obra.

b) Elaborar el Plan de Seguridad y Salud de la obra en aplicación del estudio correspondiente y disponer, en todo caso, la ejecución de las medidas preventivas, velando por su cumplimiento y por la observancia de la normativa vigente en materia de seguridad e higiene en el trabajo.

- c) Suscribir con el Arquitecto y el Aparejador o Arquitecto Técnico, el acta de replanteo de la obra.
- d) Ordenar y dirigir la ejecución material con arreglo al Proyecto, a las normas técnicas y a las reglas de la buena construcción. A tal efecto, ostenta la jefatura de todo el personal que intervenga en la obra y coordina las intervenciones de los subcontratistas.
- e) Asegurar la idoneidad de todos y cada uno de los materiales y elementos constructivos que se utilicen, comprobando los preparados en obra y rechazando, por iniciativa propia o por prescripción del Aparejador o Arquitecto Técnico, los suministros o prefabricados que no cuenten con las garantías o documentos de idoneidad requeridos por las normas de aplicación.
- f) Custodiar el Libro de órdenes y asistencias, y dar el enterado a las anotaciones que se practiquen en el mismo.
- g) Facilitar a la Dirección Facultativa, con antelación suficiente, los materiales precisos para el cumplimiento de su cometido.
- h) Preparar las certificaciones parciales de obra y la propuesta de liquidación final.
- i) Suscribir con la Propiedad y demás intervinientes el acta de recepción.
- j) Concertar los seguros de accidentes de trabajo y de daños a terceros, que resulten preceptivos, durante la obra.

1.2.2. Obligaciones y derechos del constructor o contratista

Observancia de estas condiciones:

Las presentes condiciones serán de obligada observación por el Contratista, el cual deberá hacer constar que las conoce y que se compromete a ejecutar la obra con estricta sujeción a las mismas.

– Normativa vigente

El Contratista se sujetará a las leyes, reglamentos, ordenanzas y normativa vigentes, así como a las que se dicten antes y durante la ejecución de las obras.

– Verificación de los documentos del proyecto

Antes de dar comienzo a las obras, el Constructor consignará por escrito que la documentación aportada le resulta suficiente para la comprensión de la totalidad de la obra contratada, o en caso contrario solicitará las aclaraciones pertinentes.

– Plan de seguridad y salud

El Constructor, a la vista del Estudio de Seguridad y Salud, presentará el Plan de Seguridad y Salud de la obra a la aprobación del Coordinador en obra de Seguridad y Salud.

– Oficina en la obra

El Constructor habilitará en la obra una oficina que dispondrá de una mesa o tablero adecuado, en el que puedan extenderse y consultarse los planos y estará convenientemente acondicionada para que en ella pueda trabajar la Dirección Facultativa con normalidad a cualquier hora de la jornada. En dicha oficina tendrá siempre el Contratista a disposición de la Dirección Facultativa:

- El Proyecto de ejecución completo visado por el colegio profesional o con la aprobación administrativa preceptivos, incluidos los complementos que en su caso redacte el Arquitecto.
- La Licencia de Obras.
- El Libro de Órdenes y Asistencias.
- El Plan de Seguridad y Salud.
- El Libro de Incidencias.
- La normativa sobre prevención de riesgos laborales.
- La documentación de los seguros
- Representación del constructor:

El constructor viene obligado a comunicar a la Dirección Facultativa la persona designada como delegado suyo en la obra, que tendrá el carácter de Jefe de la misma, con dedicación plena y con facultades para representarle y adoptar en todo momento cuantas decisiones competan a la contrata.

Serán sus funciones las del Constructor según se especifica en la Ley de Ordenación de la Edificación. Todos los trabajos han de ejecutarse por personas especialmente preparadas. Cada oficio ordenará su trabajo armónicamente con los demás procurando siempre facilitar la marcha de los mismos, en ventaja de la buena ejecución y rapidez de la construcción, ajustándose a la planificación económica prevista en el Proyecto.

El incumplimiento de estas obligaciones o, en general, la falta de calificación suficiente por parte del personal según la naturaleza de los trabajos, facultará al Arquitecto para ordenar la paralización de las obras, sin derecho a reclamación alguna, hasta que se subsane la deficiencia.

- Presencia del constructor en la obra:

El Jefe de obra, por sí o por medio de sus técnicos o encargados, estará presente durante la jornada legal de trabajo y acompañará a la Dirección Facultativa, en las visitas que hagan a las obras, poniéndose a su disposición para la práctica de los reconocimientos que se consideren necesarios y suministrando los datos precisos para la comprobación de mediciones y liquidaciones.

- Dudas de interpretación:

Todas las dudas que surjan en la interpretación de los documentos del Proyecto o posteriormente durante la ejecución de los trabajos serán resueltas por la Dirección Facultativa.

- Datos a tener en cuenta por el constructor:

Las especificaciones no descritas en el presente Pliego con relación al Proyecto y que figuren en el resto de la documentación que completa el Proyecto: Memoria, Planos, Mediciones y Presupuesto, deben considerarse como datos a tener en cuenta en la formulación del Presupuesto por parte del Contratista que realice las obras, así como el grado de calidad de las mismas.

- Conceptos no reflejados en parte de la documentación:

En la circunstancia de que se vertieran conceptos en los documentos escritos que no fueran reflejados en los planos del Proyecto, el criterio a seguir lo decidirá la Dirección Facultativa; recíprocamente cuando en los documentos gráficos aparecieran conceptos que no se ven reflejados en los documentos escritos, la especificación de los mismos será decidida igualmente por la Dirección Facultativa.

- Trabajos no estipulados expresamente:

Es obligación de la contrata el ejecutar cuanto sea necesario para la buena construcción y aspecto de las obras, aun cuando no se halle expresamente determinado en los documentos de Proyecto, siempre que, sin separarse de su espíritu y recta interpretación, lo disponga la Dirección Facultativa dentro de los límites de posibilidades que los presupuestos habiliten para cada unidad de obra y tipo de ejecución.

- Interpretaciones, aclaraciones y modificaciones de los documentos del proyecto: Cuando se trate de aclarar, interpretar o modificar preceptos de los Pliegos de Condiciones o indicaciones de los planos o croquis, las órdenes e instrucciones correspondientes se comunicarán por escrito al Constructor, estando éste obligado a su vez a devolver los originales o las copias suscribiendo con su firma el enterado, que figurará al pie de todas las órdenes, avisos o instrucciones que reciba, tanto del Aparejador o Arquitecto Técnico como del arquitecto. Cualquier reclamación que, en contra de las disposiciones tomadas por éstos, crea oportuno hacer el Constructor habrá de dirigirla, dentro del plazo de tres días, a quien la hubiere dictado, el cual dará al Constructor el correspondiente recibo, si éste lo solicitase.

- Requerimiento de aclaraciones por parte del constructor:

El Constructor podrá requerir del Arquitecto o del Aparejador o Arquitecto Técnico, según sus respectivos cometidos, las instrucciones o aclaraciones que se precisen para la correcta interpretación y ejecución de lo proyectado.

- Reclamación contra las órdenes de la dirección facultativa:

Las reclamaciones que el Contratista quiera hacer contra las órdenes o instrucciones dimanadas de la Dirección Facultativa, sólo podrá presentarlas, a través del Arquitecto, ante la Propiedad, si son de orden económico y de acuerdo con las condiciones estipuladas en los Pliegos de Condiciones correspondientes. Contra disposiciones de tipo técnico del Arquitecto, del Aparejador o Arquitecto Técnico, no se admitirá reclamación alguna, pudiendo el Contratista salvar su responsabilidad, si lo estima oportuno, mediante exposición razonada dirigida al Arquitecto, el cual podrá limitar su contestación al acuse de recibo, que en todo caso será obligatorio para este tipo de reclamaciones.

- Libro de órdenes y asistencias:

Con objeto de que en todo momento se pueda tener un conocimiento exacto de la ejecución e incidencias de la obra, se llevará mientras dure la misma, el Libro de Órdenes, y Asistencias, en el que se reflejarán las visitas realizadas por la Dirección Facultativa, incidencias surgidas y en general todos aquellos datos que sirvan para determinar con exactitud si por la contrata se han cumplido los plazos y fases de ejecución previstos para la realización del Proyecto.

El Arquitecto director de la obra, el Aparejador o Arquitecto Técnico y los demás facultativos colaboradores en la dirección de las obras irán dejando constancia, mediante las oportunas referencias, de sus visitas e inspecciones y de las incidencias que surjan en el transcurso de ellas y obliguen a cualquier modificación en el proyecto, así como de las órdenes que se necesite dar al Contratista respecto de la ejecución de las obras, las cuales serán de su obligado cumplimiento.

Las anotaciones en el Libro de Órdenes, harán fe a efectos de determinar las posibles causas de resolución e incidencias del contrato; sin embargo, cuando el Contratista no estuviese conforme podrá alegar en su descargo todas aquellas razones que abonen su postura, aportando las pruebas que estime pertinentes.

Efectuar una orden a través del correspondiente asiento en este libro no será obstáculo para que cuando la Dirección Facultativa lo juzgue conveniente, se efectúe la misma también por oficio. Dicha circunstancia se reflejará de igual forma en el Libro de Órdenes.

- Recusación por el constructor de la dirección facultativa:

El Constructor no podrá recusar a los Arquitectos, aparejadores, o personal encargado por éstos de la vigilancia de las obras, ni pedir que por parte de la propiedad se designen otros facultativos para los reconocimientos y mediciones.

Cuando se crea perjudicado por la labor de éstos, procederá de acuerdo con lo estipulado en el artículo correspondiente (que figura anteriormente) del presente Pliego, pero sin que por esta causa puedan interrumpirse ni perturbarse la marcha de los trabajos.

- Faltas del personal:

El Arquitecto, en supuestos de desobediencia a sus instrucciones, manifiesta incompetencia o negligencia grave que comprometan o perturben la marcha de los trabajos, podrá requerir al Contratista para que aparte de la obra a los dependientes u operarios causantes de la perturbación.

- Subcontrataciones por parte del constructor:

El Constructor podrá subcontratar capítulos o unidades de obra a otros Contratistas e industriales, con sujeción a lo dispuesto por la legislación sobre esta materia y, en su caso, a lo estipulado en el Pliego de Condiciones particulares, todo ello sin perjuicio de sus obligaciones como Contratista general de la obra.

- Desperfectos a colindantes:

Si el Constructor causase algún desperfecto en propiedades colindantes tendrá que restaurarlas por su cuenta, dejándolas en el estado que las encontró al comienzo de la obra.

1.2.3. Recepción de obras

- Recepción de la obra:

Para la recepción de la obra se estará en todo a lo estipulado al respecto en el artículo 6 de la Ley de Ordenación de la Edificación (Ley 38/1999, de 5 de noviembre). Se cumplimentará con lo definido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

- Plazo de garantía:

El plazo de las garantías establecidas por la Ley de Ordenación de la Edificación comenzará a contarse a partir de la fecha consignada en el Acta de Recepción de la obra o cuando se entienda ésta tácitamente producida (Art. 6 de la LOE). Se cumplimentará con lo definido en el Pliego de Cláusulas Administrativas Particulares.

- Autorizaciones de uso:

Al realizarse la recepción de las obras deberá presentar el Constructor las pertinentes autorizaciones de los organismos oficiales para el uso y puesta en servicio de las instalaciones que así lo requieran.

Los gastos de todo tipo que dichas autorizaciones originen, así como los derivados de arbitrios, licencias, vallas, alumbrado, multas, etc., que se ocasionen en las obras desde su inicio hasta su total extinción serán de cuenta del Constructor.

- Planos de las instalaciones

El Constructor, de acuerdo con la Dirección Facultativa, entregará previa o simultáneamente a la finalización de la obra los datos de todas las modificaciones o estado definitivo en que hayan quedado las instalaciones.

Sin perjuicio de las garantías que expresamente se detallen, el Contratista garantiza en general todas las obras que ejecute, así como los materiales empleados en ellas y su buena manipulación.

Tras la recepción de la obra sin objeciones, o una vez que estas hayan sido subsanadas, el Constructor quedará relevado de toda responsabilidad, salvo en lo referente a los vicios ocultos de la construcción, de los cuales responderá, en su caso, en el plazo de tiempo que marcan las leyes. Se cumplimentarán todas las normas de las diferentes Consejerías y demás organismos, que sean de aplicación.

1.2.4. De los trabajos, materiales y los medios auxiliares

- Caminos y accesos:

El Constructor dispondrá por su cuenta los accesos a la obra y el cerramiento o vallado de ésta. El Aparejador o Arquitecto Técnico podrá exigir su modificación o mejora.

- Replanteo:

Como actividad previa a cualquier otra de la obra, se procederá por el Contratista al replanteo de las obras en presencia de la Dirección Facultativa, marcando sobre el terreno convenientemente todos los puntos necesarios para la ejecución de las mismas. De esta operación se extenderá acta por duplicado, que firmarán la Dirección Facultativa y el Contratista. La Contrata facilitará por su cuenta todos los medios necesarios para la ejecución de los referidos replanteos y señalamiento de los mismos, cuidando bajo su responsabilidad de las señales o datos fijados para su determinación.

- Comienzo de la obra. Ritmo de ejecución de los trabajos:

El Constructor dará comienzo a las obras en el plazo estipulado, desarrollándose en la forma necesaria para que dentro de los períodos parciales queden ejecutados los trabajos correspondientes y, en consecuencia, la ejecución total se lleve a efecto dentro del plazo exigido. Obligatoriamente y por escrito, deberá el Contratista contar con la autorización expresa del Arquitecto y dar cuenta al Aparejador o Arquitecto Técnico del comienzo de los trabajos al menos con cinco días de antelación.

- Orden de los trabajos:

En general la determinación del orden de los trabajos es facultad de la contrata, salvo aquellos casos en que, por circunstancias de orden técnico, estime conveniente su variación la Dirección Facultativa.

- Facilidades para subcontratistas:

De acuerdo con lo que requiera la Dirección Facultativa, el Constructor deberá dar todas las facilidades razonables para la realización de los trabajos que le sean encomendados a los Subcontratistas que intervengan en la obra. Ello sin perjuicio de las compensaciones económicas a que haya lugar entre Contratistas por utilización de medios auxiliares o suministros de energía u otros conceptos. En caso de litigio se estará a lo establecido en la legislación relativa a la subcontratación y en último caso a lo que resuelva la Dirección Facultativa.

- Ampliación del proyecto por causas imprevistas o de fuerza mayor:

Cuando sea preciso por motivo imprevisto o por cualquier accidente, ampliar el Proyecto, no se interrumpirán los trabajos, continuándose según las instrucciones dadas por el Arquitecto en tanto se formula o se tramita el Proyecto Reformado.

- Obras de carácter urgente:

El Constructor está obligado a realizar con su personal y sus materiales cuanto la Dirección Facultativa de las obras disponga para apeos, apuntalamientos, derribos, recalces o cualquier otra obra de carácter urgente.

- Responsabilidad de la dirección facultativa en el retraso de la obra:

El Constructor no podrá excusarse de no haber cumplido los plazos de obras estipulados, alegando como causa la carencia de planos u órdenes de la Dirección Facultativa, a excepción del caso en que habiéndolo solicitado por escrito no se le hubiera proporcionado.

- Condiciones generales de ejecución de los trabajos:

Todos los trabajos se ejecutarán con estricta sujeción al Proyecto, a las modificaciones del mismo que previamente hayan sido aprobadas y a las órdenes e instrucciones que bajo su responsabilidad y por escrito entreguen el Arquitecto o el Aparejador o Arquitecto Técnico al Constructor, dentro de las limitaciones presupuestarias y de conformidad con lo especificado en artículos precedentes.

- Obras ocultas:

De todos los trabajos y unidades de obra que hayan de quedar ocultos a la terminación del edificio, se levantarán los planos precisos para que queden perfectamente definidos; estos documentos se extenderán por triplicado, entregándose uno al Arquitecto; otro al Aparejador o Arquitecto Técnico; y el tercero al Constructor, firmados todos ellos por los tres. Dichos planos, que deberán ir suficientemente acotados, se considerarán documentos indispensables e irrecusables para efectuar las mediciones.

- Trabajos defectuosos:

El Constructor debe emplear los materiales que cumplan las condiciones exigidas en las Disposiciones Técnicas, Generales y Particulares del Pliego de Condiciones y realizará todos y cada uno de los trabajos contratados de acuerdo con lo especificado también en dicho documento.

Por ello y hasta que tenga lugar la recepción definitiva del edificio, es responsable de la ejecución de los trabajos que ha contratado y de las faltas y defectos que en éstos puedan existir por su mala ejecución, erradas maniobras o por la deficiente calidad de los materiales empleados o aparatos colocados, sin que le exonere de responsabilidad el control que compete al Aparejador o Arquitecto Técnico, ni tampoco el hecho de que estos trabajos hayan sido valorados en las certificaciones parciales de obra.

- Accidentes:

Así mismo será responsable ante los tribunales de los accidentes que, por ignorancia o descuido, sobrevinieran, tanto en la construcción como en los andamios, ateniéndose en todo a las disposiciones de policía urbana y leyes sobre la materia.

Como consecuencia de lo anteriormente expresado, cuando el Aparejador o Arquitecto Técnico advierta vicios o defectos en los trabajos ejecutados, o que los materiales empleados o los aparatos colocados no reúnen las condiciones perpetuadas, ya sea en el curso de la ejecución de los trabajos, o finalizados éstos, y antes de verificarse la recepción de la obra, podrá disponer que las partes

defectuosas sean demolidas y reconstruidas de acuerdo con lo contratado, y todo ello a expensas de la contrata. Si ésta no estimase justa la decisión y se negase a la demolición y reconstrucción ordenadas, se planteará la cuestión ante el Arquitecto de la obra, quien resolverá.

- Vicios ocultos:

Si el Aparejador o Arquitecto Técnico tuviese fundadas razones para creer en la existencia de vicios ocultos de construcción en las obras ejecutadas, ordenará efectuar en cualquier tiempo, y antes de la recepción de la obra, los ensayos, destructivos o no, que crea necesarios para reconocer los trabajos que suponga defectuosos, dando cuenta de la circunstancia al Arquitecto.

Los gastos que se ocasionen serán de cuenta del Constructor, siempre que los vicios existan realmente, en caso contrario serán a cargo de la Propiedad.

- De los materiales y de los aparatos. Su procedencia:

El Constructor tiene libertad de proveerse de los materiales y aparatos de todas clases en los puntos que le parezca conveniente, excepto en los casos en que el Pliego de Condiciones Técnicas particulares preceptúe una procedencia determinada.

Obligatoriamente, y antes de proceder a su empleo o acopio, el Constructor deberá presentar a la Dirección Facultativa una lista completa de los materiales y aparatos que vaya a utilizar en la que se especifiquen todas las indicaciones sobre marcas, calidades, procedencia e idoneidad de cada uno de ellos.

- Reconocimiento de los materiales por la dirección facultativa:

Los materiales serán reconocidos, antes de su puesta en obra, por la Dirección Facultativa sin cuya aprobación no podrán emplearse en la citada obra; para lo cual el Contratista proporcionará al menos dos muestras de cada material, para su examen, a la Dirección Facultativa, quien se reserva el derecho de rechazar aquellos que, a su juicio, no resulten aptos. Los materiales desechados serán retirados de la obra en el plazo más breve. Las muestras de los materiales una vez que hayan sido aceptados, serán guardados juntamente con los certificados de los análisis, para su posterior comparación y contraste.

- Ensayos y análisis:

Siempre que la Dirección Facultativa lo estime necesario, serán efectuados los ensayos, pruebas, análisis y extracción de muestras de obra realizada que permitan comprobar que tanto los materiales como las unidades de obra están en perfectas condiciones y cumplen lo establecido en este Pliego.

El abono de todas las pruebas y ensayos será de cuenta del Contratista.

Todo ensayo que no haya resultado satisfactorio o que no ofrezca las suficientes garantías podrá comenzarse de nuevo a cargo del mismo.

- Materiales no utilizables:

Se estará en todo a lo dispuesto en la legislación vigente sobre gestión de los residuos de obra.

- Materiales y aparatos defectuosos:

Cuando los materiales, elementos de instalaciones o aparatos no fuesen de la calidad prescrita en este Pliego, o no tuvieran la preparación en él exigida o, en fin, cuando la falta de prescripciones formales de aquel, se reconociera o se demostrara que no eran adecuados para su objeto, el Arquitecto a instancias propias o del Aparejador o Arquitecto Técnico, dará orden al Constructor de sustituirlos por otros que satisfagan las condiciones o llenen el objeto a que se destinen.

Si los materiales, elementos de instalaciones o aparatos fueran defectuosos, pero aceptables a juicio del Arquitecto, se recibirán con la rebaja de precio que aquél determine, a no ser que el Constructor prefiera sustituirlos por otros en condiciones.

- Limpieza de las obras:

Es obligación del Constructor mantener limpias las obras y sus alrededores, tanto de escombros como de materiales sobrantes, hacer desaparecer las instalaciones provisionales que no sean necesarias, así como adoptar las medidas y ejecutar todos los trabajos que sean necesarios para que la obra ofrezca buen aspecto.

- Obras sin prescripciones:

En la ejecución de los trabajos que entran en la construcción de las obras y para los cuales no existan prescripciones consignadas explícitamente en este Pliego ni en la restante documentación del Proyecto, el Constructor se atenderá, en primer término, a las instrucciones que dicte la Dirección Facultativa de las obras y, en segundo lugar, a las reglas y prácticas de la buena construcción.

1.2.5. Mediciones y valoraciones

La medición del conjunto de unidades de obra se verificará aplicando a cada una la unidad de medida que le sea apropiada y con arreglo a las mismas unidades adoptadas en el presupuesto, unidad completa, metros lineales, cuadrados, o cúbicos, kilogramos, partida alzada, etc.

Tanto las mediciones parciales como las que se ejecuten al final de la obra se realizarán conjuntamente con el Constructor, levantándose las correspondientes actas que serán firmadas por ambas partes.

Todas las mediciones que se efectúen comprenderán las unidades de obra realmente ejecutadas, no teniendo el Constructor derecho a reclamación de ninguna especie por las diferencias que se produjeran entre las mediciones que se ejecuten y las que figuren en el Proyecto, salvo cuando se trate de modificaciones de este aprobadas por la Dirección Facultativa y con la conformidad del promotor que vengan exigidas por la marcha de las obras, así como tampoco por los errores de clasificación de las diversas unidades de obra que figuren en los estados de valoración.

La valoración de las obras no expresadas en este Pliego se verificará aplicando a cada una de ellas la medida que le sea más apropiada y en la forma y condiciones que estime justas el Arquitecto, multiplicando el resultado final por el precio correspondiente.

El Constructor no tendrá derecho alguno a que las medidas a que se refiere este artículo se ejecuten en la forma que él indique, sino que será con arreglo a lo que determine el Director Facultativo.

Se supone que el Contratista ha hecho un detenido estudio de los documentos que componen el Proyecto y, por lo tanto, al no haber hecho ninguna observación sobre errores posibles o equivocaciones del mismo, no hay lugar a disposición alguna en cuanto afecta a medidas o precios, de tal suerte que si la obra ejecutada con arreglo al proyecto contiene mayor número de unidades de las previstas, no tiene derecho a reclamación alguna, si por el contrario el número de unidades fuera inferior se descontará del presupuesto.

Las valoraciones de las unidades de obra que figuran en el presente Proyecto se efectuarán multiplicando el número de estas por el precio unitario asignado a las mismas en el presupuesto.

En el precio unitario aludido en el artículo anterior se consideran incluidos los gastos del transporte de materiales, las indemnizaciones o pagos que hayan de hacerse por cualquier concepto, así como todo tipo de impuestos que graven los materiales, ya sea por el Estado, Comunidad Autónoma, Provincia o Municipio, durante la ejecución de las obras; de igual forma se consideran incluidas toda clase de cargas sociales.

También serán de cuenta del Contratista los honorarios, las tasas y demás gravámenes que se originen con ocasión de las inspecciones, aprobación y comprobación de las instalaciones con que esté dotado el inmueble.

El Constructor no tendrá derecho por ello a pedir indemnización alguna por las causas enumeradas.

En el precio de cada unidad de obra van comprendidos los de todos los materiales, accesorios y operaciones necesarias para dejar la obra terminada y en disposición de recibirse.

1.2.6. Condiciones de índole legal

Constructor:

Pueden ser constructores los españoles u extranjeros que se hallan en posesión de sus derechos civiles con arreglo a las leyes, y las sociedades y compañías legalmente constituidas y reconocidas en España.

Quedan exceptuados:

- a) Los que se hallen procesados criminalmente, si hubiese recaído sobre ellos auto de prisión.
- b) Los que estuviesen fallidos, con suspensión de pagos o con sus bienes intervenidos.
- c) Los que estuviesen apremiados como deudores a los caudales públicos en concepto de segundos contribuyentes.
- d) Los que en contratos anteriores con la Administración o con particulares hubieran faltado reconocidamente a sus compromisos.

Contrato:

La ejecución de las obras se contrata por unidades de obra, ejecutadas con arreglo a los documentos del proyecto y en cifras fijas

Adjudicación:

Las obras se adjudican por subasta, por lo que será obligatoria la adjudicación al mejor postor, siempre que esté conforme con lo especificado en los documentos del proyecto. La subasta se celebrará en el lugar y ante las personas que señale su convocatoria, entre las que figuran el arquitecto director o persona delegada, un representante del promotor y un delegado por los concursantes.

El arquitecto director tendrá la facultad de proponer al promotor el establecimiento de un tope de baja (secreto), por debajo del cual serán rechazadas todas las propuestas.

Zaragoza, Enero de 2020

El técnico autor del proyecto: Clara Jaime Santero

2. Pliego de prescripciones técnicas particulares

2.1. Prescripciones sobre los materiales

Para facilitar la labor a realizar, por parte del director de la ejecución de la Obra, para el control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a la obra de acuerdo con lo especificado en el Artíc. 7.2. del CTE, en el presente proyecto se especifican las Características técnicas que deberán cumplir los productos, equipos y sistemas suministrados.

Los productos, equipos y sistemas suministrados deberán cumplir las condiciones que sobre ellos se especifican en los distintos documentos que componen el Proyecto. Asimismo, sus calidades serán acordes con las distintas normas que sobre ellos estén publicadas y que tendrán un carácter de complementariedad a este apartado del Pliego. Tendrán preferencia en cuanto a su aceptabilidad aquellos materiales que estén en posesión de Documento de Idoneidad Técnica que avale sus cualidades, emitido por Organismos Técnicos reconocidos.

Este control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas comprenderá según el Artíc. 7.2. del CTE:

- El control de la documentación de los suministros, realizado de acuerdo con el Artíc. 7.2.1.
- El control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad, según el Artíc. 7.2.2.
- El control mediante ensayos, conforme al Artíc. 7.2.3.

Por parte del Constructor o Contratista debe existir obligación de comunicar a los suministradores de productos las cualidades que se exigen para los distintos materiales, aconsejándose que previamente al empleo de los mismos se solicite la aprobación del Director de Ejecución de la Obra y de las entidades y laboratorios encargados del control de calidad de la obra.

El Contratista será responsable de que los materiales empleados cumplan con las condiciones exigidas, independientemente del nivel de control de calidad que se establezca para la aceptación de los mismos.

El Contratista notificará al Director de Ejecución de la Obra, con suficiente antelación, la procedencia de los materiales que se proponga utilizar, aportando, cuando así lo solicite el Director de Ejecución de la Obra, las muestras y datos necesarios para decidir acerca de su aceptación.

Estos materiales serán reconocidos por el Director de Ejecución de la Obra antes de su empleo en obra, sin cuya aprobación no podrán ser acopiados en obra ni se podrá proceder a su colocación. Así mismo, aún después de colocados en obra, aquellos materiales que presenten defectos no percibidos en el primer reconocimiento, siempre que vaya en perjuicio del buen acabado de la obra, serán retirados de la obra. Todos los gastos que ello ocasionase serán a cargo del Contratista.

El hecho de que el Contratista subcontrate cualquier partida de obra no le exime de su responsabilidad.

La simple inspección o examen por parte de los Técnicos no supone la recepción absoluta de los mismos, siendo los oportunos ensayos los que determinen su idoneidad, no extinguiéndose la responsabilidad contractual del Contratista a estos efectos hasta la recepción definitiva de la obra.

2.1. Hormigón

Hormigón estructural

2.1.1. Condiciones de suministro

El hormigón se debe transportar utilizando procedimientos adecuados para conseguir que las masas lleguen al lugar de entrega en las condiciones estipuladas, sin experimentar variación sensible en las características que poseían recién amasadas.

Cuando el hormigón se amasa completamente en central y se transporta en amasadoras móviles, el volumen de hormigón transportado no deberá exceder del 80% del volumen total del tambor.

Cuando el hormigón se amasa, o se termina de amasar, en amasadora móvil, el volumen no excederá de los dos tercios del volumen total del tambor.

Los equipos de transporte deberán estar exentos de residuos de hormigón o mortero endurecido, para lo cual se limpiarán cuidadosamente antes de proceder a la carga de una nueva masa fresca de hormigón. Asimismo, no deberán presentar desperfectos o desgastes en las paletas o en su superficie interior que puedan afectar a la homogeneidad del hormigón.

El transporte podrá realizarse en amasadoras móviles, a la velocidad de agitación, o en equipos con o sin agitadores, siempre que tales equipos tengan superficies lisas y redondeadas y sean capaces de mantener la homogeneidad del hormigón durante el transporte y la descarga.

2.1.2. Recepción y control

Previamente a efectuar el pedido del hormigón se deben planificar una serie de tareas, con objeto de facilitar las operaciones de puesta en obra del hormigón:

- Preparar los accesos y viales por los que transitarán los equipos de transporte dentro de la obra.
- Preparar la recepción del hormigón antes de que llegue el primer camión.
- Programar el vertido de forma que los descansos o los horarios de comida no afecten a la puesta en obra del hormigón, sobre todo en aquellos elementos que no deban presentar juntas frías. Esta programación debe comunicarse a la central de fabricación para adaptar el ritmo de suministro.

Inspecciones:

Cada carga de hormigón fabricado en central, tanto si ésta pertenece o no a las instalaciones de obra, irá acompañada de una hoja de suministro que estará en todo momento a disposición de la Dirección de Obra, y en la que deberán figurar, como mínimo, los siguientes datos:

- Nombre de la central de fabricación de hormigón.
- Número de serie de la hoja de suministro.
- Fecha de entrega.
- Nombre del peticionario y del responsable de la recepción.
- Especificación del hormigón.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

2.1.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

En el vertido y colocación de las masas, incluso cuando estas operaciones se realicen de un modo continuo mediante conducciones apropiadas, se adoptarán las debidas precauciones para evitar la disgregación de la mezcla.

2.1.4. Recomendaciones para su uso en obra

El tiempo transcurrido entre la adición de agua de amasado al cemento y a los áridos y la colocación del hormigón, no debe ser mayor de hora y media. En tiempo caluroso, o bajo condiciones que contribuyan a un rápido fraguado del hormigón, el tiempo límite deberá ser inferior, a menos que se adopten medidas especiales que, sin perjudicar la calidad del hormigón, aumenten el tiempo de fraguado. Hormigonado en tiempo frío:

- La temperatura de la masa de hormigón, en el momento de verterla en el molde o encofrado, no será inferior a 5°C.
- Se prohíbe verter el hormigón sobre elementos (armaduras, moldes, etc.) cuya temperatura sea inferior a cero grados centígrados.
- En general, se suspenderá el hormigonado siempre que se prevea que, dentro de las cuarenta y ocho horas siguientes, pueda descender la temperatura ambiente por debajo de cero grados centígrados.
- En los casos en que, por absoluta necesidad, se hormigone en tiempo de heladas, se adoptarán las medidas necesarias para garantizar que, durante el fraguado y primer endurecimiento del hormigón, no se producirán deterioros locales en los elementos correspondientes, ni mermas permanentes apreciables de las características resistentes del material.

Hormigonado en tiempo caluroso:

- Si la temperatura ambiente es superior a 40°C o hay un viento excesivo, se suspenderá el hormigonado, salvo que, previa autorización expresa de la Dirección de Obra, se adopten medidas especiales.

2.2. Aceros para hormigón armado

Aceros corrugados

2.2.1. Condiciones de suministro

Los aceros se deben transportar protegidos adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

2.2.2. Recepción y control

Inspecciones:

Control de la documentación:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa. La clase técnica se especificará mediante un código de identificación del tipo de acero mediante engrosamientos u omisiones de corrugas o grafilas.

Además, las barras corrugadas deberán llevar grabadas las marcas de identificación que incluyen información sobre el país de origen y el fabricante.

En el caso de que el producto de acero corrugado sea suministrado en rollo o proceda de operaciones de enderezado previas a su suministro, deberá indicarse explícitamente en la correspondiente hoja de suministro.

En el caso de barras corrugadas en las que, dadas las características del acero, se precise de procedimientos especiales para el proceso de soldadura, el fabricante deberá indicarlos.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles de este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

2.2.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

2.2.4. Recomendaciones para su uso en obra

Para prevenir la corrosión, se deberá tener en cuenta todas las consideraciones relativas a los espesores de recubrimiento.

Con respecto a los materiales empleados, se prohíbe poner en contacto las armaduras con otros metales de muy diferente potencial galvánico.

Mallas electrosoldadas

2.2.5. Condiciones de suministro

Las mallas se deben transportar protegidas adecuadamente contra la lluvia y la agresividad de la atmósfera ambiental.

2.2.6. Recepción y control

Inspecciones:

Control de la documentación:

Los suministradores entregarán al Constructor, quién los facilitará a la Dirección Facultativa, cualquier documento de identificación del producto exigido por la reglamentación aplicable o, en su caso, por el proyecto o por la Dirección Facultativa.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

2.2.7. Conservación, almacenamiento y manipulación:

Durante el almacenamiento las armaduras se protegerán adecuadamente contra la lluvia, y de la agresividad de la atmósfera ambiental. Hasta el momento de su empleo, se conservarán en obra, cuidadosamente clasificadas según sus tipos, calidades, diámetros y procedencias, para garantizar la necesaria trazabilidad.

2.3. Morteros

Morteros hechos en obra

2.3.1. Condiciones de suministro

El conglomerante (cal o cemento) se debe suministrar: En sacos de papel o plástico, adecuados para que su contenido no sufra alteración. O a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.

La arena se debe suministrar a granel, mediante instalaciones especiales de transporte y almacenamiento que garanticen su perfecta conservación.

El agua se debe suministrar desde la red de agua potable.

2.3.2. Recepción y control

Inspecciones:

Si ciertos tipos de mortero necesitan equipamientos, procedimientos o tiempos de amasado especificados para el amasado en obra, se deben especificar por el fabricante. El tiempo de amasado se mide a partir del momento en el que todos los componentes se han adicionado.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.3.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

Los morteros deben estar perfectamente protegidos del agua y del viento, ya que, si se encuentran expuestos a la acción de este último, la mezcla verá reducido el número de finos que la componen, deteriorando sus características iniciales y por consiguiente no podrá ser utilizado. Es aconsejable almacenar los morteros secos en silos.

2.3.4. Recomendaciones para su uso en obra

Para elegir el tipo de mortero apropiado se tendrá en cuenta determinadas propiedades, como la resistencia al hielo y el contenido de sales solubles en las condiciones de servicio en función del grado de exposición y del riesgo de saturación de agua.

En condiciones climatológicas adversas, como lluvia, helada o excesivo calor, se tomarán las medidas oportunas de protección.

El amasado de los morteros se realizará preferentemente con medios mecánicos. La mezcla debe ser batida hasta conseguir su uniformidad, con un tiempo mínimo de 1 minuto. Cuando el amasado se realice a mano, se hará sobre una plataforma impermeable y limpia, realizando como mínimo tres batidas.

El mortero se utilizará en las dos horas posteriores a su amasado. Si es necesario, durante este tiempo se le podrá agregar agua para compensar su pérdida. Pasadas las dos horas, el mortero que no se haya empleado se desechará.

Morteros para revoco y enlucido

2.3.5. Condiciones de suministro

El mortero se debe suministrar en sacos de 25 ó 30 kg. Los sacos serán de doble hoja de papel con lámina intermedia de polietileno.

2.3.6. Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.3.7. Conservación, almacenamiento y manipulación

Se podrá conservar hasta 12 meses desde la fecha de fabricación con el embalaje cerrado y en local cubierto y seco.

2.3.8. Recomendaciones para su uso en obra

Se respetarán, para cada amasado, las proporciones de agua indicadas. Con el fin de evitar variaciones de color, es importante que todos los amasados se hagan con la misma cantidad de agua y de la misma forma.

Temperaturas de aplicación comprendidas entre 5°C y 30°C.

No se aplicará con insolación directa, viento fuerte o lluvia. La lluvia y las heladas pueden provocar la aparición de manchas y carbonataciones superficiales. Es conveniente, una vez aplicado el mortero, humedecerlo durante las dos primeras semanas a partir de 24 horas después de su aplicación. Al revestir áreas con diferentes soportes, se recomienda colocar malla.

2.4. Conglomerantes

Cemento

2.4.1. Condiciones de suministro

El cemento se suministra a granel o envasado.

El cemento a granel se debe transportar en vehículos, cubas o sistemas similares adecuados, con el hermetismo, seguridad y almacenamiento tales que garanticen la perfecta conservación del cemento, de forma que su contenido no sufra alteración, y que no alteren el medio ambiente.

El cemento envasado se debe transportar mediante palets o plataformas similares, para facilitar tanto su carga y descarga como su manipulación, y así permitir mejor trato de los envases.

El cemento no llegará a la obra u otras instalaciones de uso excesivamente caliente. Se recomienda que, si su manipulación se va a realizar por medios mecánicos, su temperatura no exceda de 70°C, y si se va a realizar a mano, no exceda de 40°C.

2.4.2. Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la Instrucción para la recepción de cementos (RC-08).

2.4.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

Los cementos a granel se almacenarán en silos estancos y se evitará, en particular, su contaminación con otros cementos de tipo o clase de resistencia distintos. Los silos deben estar protegidos de la humedad y tener un sistema o mecanismo de apertura para la carga en condiciones adecuadas desde los vehículos de transporte, sin riesgo de alteración del cemento.

En cementos envasados, el almacenamiento deberá realizarse sobre palets o plataforma similar, en locales cubiertos, ventilados y protegidos de las lluvias y de la exposición directa del sol. Se evitarán especialmente las ubicaciones en las que los envases puedan estar expuestos a la humedad, así como las manipulaciones durante su almacenamiento que puedan dañar el envase o la calidad del cemento.

2.4.4. Recomendaciones para su uso en obra

La elección de los distintos tipos de cemento se realizará en función de la aplicación o uso al que se destinen, las condiciones de puesta en obra y la clase de exposición ambiental del hormigón o mortero fabricado con ellos.

El comportamiento de los cementos puede ser afectado por las condiciones de puesta en obra de los productos que los contienen, entre las que cabe destacar:

- Los factores climáticos: temperatura, humedad relativa del aire y velocidad del viento.
- Los procedimientos de ejecución del hormigón o mortero: colocado en obra, prefabricado, proyectado, etc.
- Las clases de exposición ambiental:
- Los cementos que vayan a utilizarse en presencia de sulfatos, deberán poseer la característica adicional de resistencia a sulfatos.
- Los cementos deberán tener la característica adicional de resistencia al agua de mar cuando vayan a emplearse en los ambientes marino sumergido o de zona de carrera de mareas.

2.5. Aislantes e impermeabilizantes

Aislantes conformados en planchas rígidas

2.5.1. Condiciones de suministro

Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles, envueltos en films plásticos en sus seis caras.

Los paneles se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.

En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

2.5.2. Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Si el material ha de ser componente de la parte ciega del cerramiento exterior de un espacio habitable, el fabricante declarará el valor del factor de resistencia a la difusión del agua.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.5.3. Conservación, almacenamiento y manipulación

Los palets completos pueden almacenarse a la intemperie por un periodo limitado de tiempo:

- Se apilarán horizontalmente sobre superficies planas y limpias.
- Se protegerán de la insolación directa y de la acción del viento.

2.5.4. Recomendaciones para su uso en obra

Se seguirán las recomendaciones de aplicación y de uso proporcionadas por el fabricante en su documentación técnica.

Aislante térmico

2.5.5. Condiciones de suministro

Los aislantes se deben suministrar en forma de paneles enrollados o mantas, envueltos en films plásticos.

Los paneles o mantas se agruparán formando palets para su mejor almacenamiento y transporte.

En caso de desmontar los palets, los paquetes resultantes deben transportarse de forma que no se desplacen por la caja del transporte.

Se procurará no aplicar pesos elevados sobre los mismos, para evitar su deterioro.

2.5.6. Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.5.7. Conservación, almacenamiento y manipulación

Conservar y almacenar preferentemente en el palet original, protegidos del sol y de la intemperie, salvo cuando esté prevista su aplicación.

Los palets completos pueden almacenarse a la intemperie por un periodo limitado de tiempo.

Los paneles deben almacenarse bajo cubierto, sobre superficies planas y limpias.

Siempre que se manipule el panel de lana de roca se hará con guantes.

Bajo ningún concepto debe emplearse para cortar el producto maquinaria que pueda diseminar polvo, ya que éste produce irritación de garganta y de ojos.

2.5.8. Recomendaciones para su uso en obra

En aislantes utilizados en cubiertas, se recomienda evitar su aplicación cuando las condiciones climatológicas sean adversas, en particular cuando esté nevando o haya nieve o hielo sobre la cubierta, cuando llueva o la cubierta esté mojada, o cuando sople viento fuerte.

Los productos deben colocarse siempre secos.

Láminas drenantes

2.5.9. Condiciones de suministro

Las láminas se deben transportar preferentemente en palets retráctiles y, en caso de pequeños acopios, en rollos sueltos.

Cada rollo contendrá una sola pieza o como máximo dos. Sólo se aceptarán dos piezas en el 3% de los rollos de cada partida y no se aceptará ninguno que contenga más de dos piezas. Los rollos irán protegidos. Se procurará no aplicar pesos elevados sobre los mismos para evitar su deterioro.

2.5.10. Recepción y control

Inspecciones:

Este material debe estar provisto del marcado CE, que es una indicación de que cumple los requisitos esenciales y ha sido objeto de un procedimiento de evaluación de la conformidad.

Ensayos:

La comprobación de las propiedades o características exigibles a este material se realiza según la normativa vigente.

2.5.11. Conservación, almacenamiento y manipulación

Conservar y almacenar preferentemente en el palet original, apilados en posición horizontal con un máximo de cuatro hiladas puestas en el mismo sentido, a temperatura baja y uniforme, protegidos del sol, la lluvia y la humedad en lugares cubiertos y ventilados, salvo cuando esté prevista su aplicación.

3.0. Prescripciones en cuanto a la ejecución por unidad de obra

Movimientos de tierras

Unidad de obra: Desbroce y limpieza del terreno a máquina.

Características técnicas:

Desbroce y limpieza del terreno, con medios mecánicos. Comprende los trabajos necesarios para retirar de las zonas previstas para la edificación o urbanización: árboles, plantas, tocones, maleza, broza, maderas caídas, escombros, basuras o cualquier otro material existente, hasta una profundidad no menor que el espesor de la capa de tierra vegetal, considerando como mínima 25 cm. Incluso transporte de la maquinaria, retirada de los materiales excavados y carga a camión, sin incluir transporte a vertedero autorizado.

Normativa de aplicación:

Ejecución: NTE-ADE. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Explanaciones.

Criterio de medición en proyecto: Superficie medida en proyección horizontal, según documentación gráfica de Proyecto.

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

– Del soporte:

Inspección ocular del terreno.

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar.

– Del contratista:

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica.

Fases de ejecución:

– Replanteo previo.

- Remoción de los materiales de desbroce.
- Retirada y disposición de los materiales objeto de desbroce.
- Carga a camión.

Condiciones de terminación:

La superficie del terreno quedará limpia y en condiciones adecuadas para poder realizar el replanteo definitivo de la obra.

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, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra: Excavación de vaciados a máquina.

Características técnicas:

Excavación de tierras a cielo abierto, con medios mecánicos, hasta alcanzar la cota de profundidad indicada en el Proyecto. Incluso extracción de la tierra fuera de la excavación, sin carga a vertedero.

Normativa de aplicación:

Ejecución: CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos. NTE-ADZ. Acondicionamiento del terreno. Desmontes: Zanjas pozos.

Criterio de medición en proyecto:

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte:

Se comprobará la posible existencia de servidumbres, elementos enterrados, redes de servicio o cualquier tipo de instalaciones que puedan resultar afectadas por las obras a iniciar. Se dispondrá de la información topográfica y geotécnica necesaria, recogida en el correspondiente estudio geotécnico del terreno realizado por un laboratorio homologado, y que incluirá, entre otros datos: tipo, humedad y compacidad o consistencia del terreno. Se dispondrán puntos fijos de referencia en lugares que puedan verse afectados por la excavación, a los cuales se referirán todas las lecturas de cotas de nivel y desplazamientos horizontales y verticales de los puntos del terreno. Se comprobará el estado de conservación de los edificios medianeros y de las construcciones próximas que puedan verse afectadas por las excavaciones.

- Del contratista:

Si existieran instalaciones en servicio que pudieran verse afectadas por los trabajos a realizar, solicitará de las correspondientes compañías suministradoras su situación y, en su caso, la solución a adoptar, así como las distancias de seguridad a tendidos aéreos de conducción de energía eléctrica. Notificará al Director de Ejecución de la obra, con la antelación suficiente, el comienzo de las excavaciones. En caso de realizarse cualquier tipo de entibación del terreno, presentará al Director de Ejecución de la obra, para su aprobación, los cálculos justificativos de la solución a adoptar.

Fases de ejecución:

- Replanteo general y fijación de los puntos y niveles de referencia.
- Colocación de las camillas en las esquinas y extremos de las alineaciones.
- Excavación en sucesivas franjas horizontales y extracción de tierras.

Condiciones de terminación:

El fondo de la excavación quedará nivelado, limpio y ligeramente apisonado.

Conservación y mantenimiento:

Las excavaciones quedarán protegidas frente a filtraciones y acciones de erosión o desmoronamiento por parte de las aguas de escorrentía. Se tomarán las medidas oportunas para asegurar que sus características geométricas permanecen inamovibles. En tanto se efectúe la consolidación definitiva de las paredes y fondo de las excavaciones se conservarán las entibaciones realizadas, que sólo podrán quitarse, total o parcialmente, previa comprobación del Director de Ejecución de la obra, y en la forma y plazos que éste dictamine.

Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas:

Se medirá el volumen teórico ejecutado según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados, ni el relleno necesario para reconstruir la sección teórica por defectos imputables al Contratista. Se medirá la excavación una vez realizada y antes de que sobre ella se efectúe ningún tipo de relleno. Si el Contratista cerrase la excavación antes de conformada la medición, se entenderá que se aviene a lo que unilateralmente determine el Director de Ejecución de la obra.

Cimentación

Unidad de obra: Hormigón de limpieza

Características técnicas:

Formación de capa de hormigón de limpieza y nivelado de fondos de cimentación, de 10 cm de espesor, mediante el vertido con cubilote de hormigón HM-20/P/20/I fabricado en central en el fondo de la excavación previamente realizada.

Normativa de aplicación:

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

Ejecución: CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

CTE. DB HS Salubridad.

Criterio de medición en proyecto:

Superficie medida sobre la superficie teórica de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte: Se comprobará, visualmente o mediante las pruebas que se juzguen oportunas, que el terreno de apoyo de aquella se corresponde con las previsiones del Proyecto. El resultado de tal inspección, definiendo la profundidad de la cimentación de cada

uno de los apoyos de la obra, su forma y dimensiones, y el tipo consistencia del terreno, se incorporará a la documentación final de obra. En particular, se debe comprobar que el nivel de apoyo de la cimentación se ajusta al previsto y, apreciablemente, la estratigrafía coincide con la estimada en el estudio geotécnico, que el nivel freático y las condiciones hidrogeológicas se ajustan a las previstas, que el terreno presenta, apreciablemente, una resistencia y una humedad similares a la supuesta en el estudio geotécnico, que no se detectan defectos evidentes tales como cavernas, fallas, galerías, pozos, etc, y, por último, que no se detectan corrientes subterráneas que puedan producir socavación o arrastres. Una vez realizadas estas comprobaciones, se confirmará la existencia de los elementos enterrados de la instalación de puesta a tierra, y que el plano de apoyo del terreno es horizontal y presenta una superficie limpia.

- 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.

Fases de ejecución:

- Replanteo.
- Colocación de toques y/o formación de maestras.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Coronación y enrase del hormigón.

Condiciones de terminación:

La superficie quedará horizontal y plana.

Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas:

Se medirá la superficie teórica ejecutada según especificaciones de Proyecto, sin incluir los incrementos por excesos de excavación no autorizados.

Unidad de obra: Armado y hormigonado de zapatas y vigas en cimentación.

Medidas para asegurar la compatibilidad entre los diferentes productos, elementos y sistemas constructivos que componen la unidad de obra:

Dependiendo de la agresividad del terreno o la presencia de agua con sustancias agresivas, se elegirá el cemento adecuado para la fabricación del hormigón, así como su dosificación y permeabilidad y el espesor de recubrimiento de las armaduras.

Características técnicas:

Formación de zapata corrida de cimentación de hormigón armado HA-25/P/20/I fabricado en central y vertido con cubilote en excavación previa, con una cuantía aproximada de acero UNEEN 10080 B 500 S de 100 kg/m³. Incluso p/p de armaduras de espera de los soportes u otros elementos.

Normativa de aplicación:

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

Ejecución: CTE. DB SE-C Seguridad estructural: Cimientos.

NTE-CSV. Cimentaciones superficiales: Vigas flotantes.

Criterio de medición en proyecto:

Volumen medido sobre las secciones teóricas de la excavación, según documentación gráfica de Proyecto.

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte: Se comprobará la existencia de la capa de hormigón de limpieza, que presentará un plano de apoyo horizontal y una superficie limpia.
- 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.

Fases de ejecución:

- Replanteo y trazado de las vigas y de los pilares u otros elementos estructurales que apoyen en las mismas.
- Colocación de separadores y fijación de las armaduras.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Coronación y enrase de cimientos.
- Curado del hormigón.

Condiciones de terminación:

El conjunto será monolítico y transmitirá correctamente las cargas al terreno. La superficie quedará sin imperfecciones

Conservación y mantenimiento:

Se protegerán y señalizarán las armaduras de espera.

Comprobación en obra de las mediciones efectuadas en proyecto y abono de las mismas:

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

3.1 Estructura

3.1.2 Estructura de Hormigón

Unidad de obra: Armado, encofrado y hormigonado de muros de hormigón armado.

Características técnicas:

Hormigón armado HA-25N/mm², consistencia plástica, T_{máx}. 20 mm. Para ambiente normal, elaborado en central, en muro de 25 cm. de espesor y altura inferior a 6 metros, incluso armadura (60kg/m³), encofrado y desencofrado con paneles fenólicos de 2,70x2,40 m. a dos caras, vertido, encofrado y desencofrado con grúa, vibrado y colocado.

Normativa de aplicación:

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

Ejecución: NTE-EHS. Estructuras de hormigón armado: Soportes.

Encofrado y desencofrado: Instrucción de Hormigón Estructural (EHE-08).

Criterio de medición en proyecto:

Armaduras: kg de acero según documentación gráfica.

Encofrados: m² de superficie de encofrado en contacto con el hormigón.

Hormigón: m³ de volumen según proyecto.

Condiciones previas que han de cumplirse antes de la ejecución de las unidades de obra:

- Del soporte: Se comprobará la existencia de las armaduras de espera.
- 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.

Fases de ejecución:

- Replanteo.
- Colocación de las armaduras con separadores homologados.
- Montaje del encofrado.
- Vertido y compactación del hormigón.
- Desencofrado.
- Curado del hormigón.
- Reparación de defectos superficiales.

3.1.2 Estructuras de acero

Descripción Elementos metálicos incluidos en pórticos planos de una o varias plantas, como vigas y soportes ortogonales con nudos articulados, semirrígidos o rígidos, formados por perfiles comerciales o piezas armadas, simples o compuestas, que pueden tener elementos de arriostramiento horizontal metálicos o no metálicos.

También incluyen:

- Estructuras porticadas de una planta usuales en construcciones industriales con soportes verticales y dinteles de luz mediana o grande, formados por vigas de alma llena o cerchas trianguladas que soportan una cubierta ligera horizontal o inclinada, con elementos de arriostramiento frente a acciones horizontales y pandeo.

- Las mallas espaciales metálicas de dos capas, formadas por barras que definen una retícula triangulada con rigidez a flexión cuyos nudos se comportan como articulaciones, con apoyos en los nudos perimetrales o interiores (de la capa superior o inferior; sobre elementos metálicos o no metálicos), con geometría regular formada por módulos básicos repetidos, que no soportan cargas puntuales de importancia, aptas para cubiertas ligeras de grandes luces.

Materiales

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra:

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II, Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos. - Aceros en chapas y perfiles (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.4, 19.5.1, 19.5.2).

Los elementos estructurales pueden estar constituidos por los aceros establecidos por las normas UNE EN 10025:2006 (chapas y perfiles), UNE EN 10210-1:1994 (tubos acabados en caliente) y UNE EN 10219-1:1998 (tubos conformados en frío). Los tipos de acero podrán ser S235, S275 y S355; para los de UNE EN 10025:2006 y otras se admite también el tipo S450; según el CTE DB SE A, tabla 4.1, se establecen sus características mecánicas.

Estos aceros podrán ser de los grados JR, JO y J2; para el S355 se admite también el grado K2. Si se emplean otros aceros en proyecto, para garantizar su ductilidad, deberá comprobarse: la relación entre la tensión de rotura y la de límite elástico no será inferior a 1,20, el alargamiento en rotura de una probeta de sección inicial S_0 medido sobre una longitud 5,65 S_0 será superior al 15%, la deformación correspondiente a la tensión de rotura debe superar al menos un 20% la correspondiente al límite elástico. Para comprobar la ductilidad en cualquier otro caso no incluido en los anteriores, deberá demostrarse que la temperatura de transición (la mínima a la que la resistencia a rotura dúctil supera a la frágil) es menor que la mínima de aquellas a las que va a estar sometida la estructura.

Todos los aceros relacionados son soldables y únicamente se requiere la adopción de precauciones en el caso de uniones especiales (entre chapas de gran espesor, de espesores muy desiguales, en condiciones difíciles de ejecución, etc.). Si el material va a sufrir durante la fabricación algún proceso capaz de modificar su estructura metalográfica (deformación con llama, tratamiento térmico específico, etc.) se deben definir los requisitos adicionales pertinentes.

- Tornillos, tuercas, arandelas (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.3). Estos aceros podrán ser de las calidades 4.6, 5.6, 6.8, 8.8 y 10.9 normalizadas por ISO; según el CTE DB SE A, tabla 4.3, se establecen sus características mecánicas. En los tornillos de alta resistencia utilizados como pretensados se controlará el apriete.

- Materiales de aportación. Las características mecánicas de los materiales de aportación serán en todos los casos superiores a las del metal base. En aceros de resistencia mejorada a la corrosión atmosférica, la resistencia a la corrosión del material de aportación debe ser equivalente a la del material base; cuando se suelden este tipo de aceros el valor del carbono equivalente no debe exceder de 0,54.

Los productos especificados por UNE EN 10025:2006 deben suministrarse con inspección y ensayos, específicos (sobre los productos suministrados) o no específicos (no necesariamente sobre los productos suministrados), que garanticen su conformidad con el pedido y con la norma.

El comprador debe especificar al fabricante el tipo de documento de inspección requerido conforme a UNE EN 10204:2006 (tabla A.1). Los productos deben marcarse de manera legible utilizando métodos tales como la pintura, el troquelado, el marcado con láser, el código de barras o mediante etiquetas adhesivas permanentes o etiquetas fijas con los siguientes datos: el tipo, la calidad y, si fuera aplicable, la condición de suministro mediante su designación abreviada (N, conformado de normalización; M, conformado termomecánico); el tipo de marcado puede especificarse en el momento de efectuar el pedido.

Los productos especificados por UNE EN 10210 y UNE EN 10219 deben ser suministrados después de haber superado los ensayos e inspecciones no específicos recogidos en EN 10021:1994 con una testificación de inspección conforme a la norma UNE EN 10204, salvo exigencias contrarias del comprador en el momento de hacer el pedido. Cada perfil hueco debe ser marcado por un procedimiento adecuado y duradero, como la aplicación de pintura, punzonado o una etiqueta adhesiva en la que se indique la designación abreviada (tipo y grado de acero) y el nombre del fabricante; cuando los productos se suministran en paquetes, el marcado puede ser indicado en una etiqueta fijada sólidamente al paquete.

Para todos los productos se verificarán las siguientes condiciones técnicas generales de suministro, según UNE EN 10021:

- Si se suministran a través de un transformador o intermediario, se deberá remitir al comprador, sin ningún cambio, la documentación del fabricante como se indica en UNE EN 10204, acompañada de los medios oportunos para identificar el producto, de forma que se pueda establecer la trazabilidad entre la documentación y los productos; si el transformador o intermediario ha modificado en cualquier forma las condiciones o las dimensiones del producto, debe facilitar un documento adicional de conformidad con las nuevas condiciones

- Al hacer el pedido, el comprador deberá establecer que tipo de documento solicita, si es que requiere alguno y, en consecuencia, indicar el tipo de inspección: específica o no específica en base a una inspección no específica, el comprador puede solicitar al fabricante que le facilite una testificación de conformidad con el pedido o una testificación de inspección; si se solicita una testificación de inspección, deberá indicar las características del producto cuyos resultados de los ensayos deben recogerse en este tipo de documento, en el caso de que los detalles no estén recogidos en la norma del producto. - Si el comprador solicita que la conformidad de los productos se compruebe mediante una inspección específica, en el pedido se concretará cual es el tipo de documento requerido: un certificado de inspección tipo 3.1 ó 3.2 según la norma UNE EN 10204, y si no está definido en la norma del producto: la frecuencia de los ensayos, los requisitos para el muestreo y la preparación de las muestras y probetas, los métodos de ensayo y, si procede, la identificación de las unidades de inspección

El proceso de control de esta fase debe contemplar los siguientes aspectos: - En los materiales cubiertos por marcas, sellos o certificaciones de conformidad reconocidos por las Administraciones Públicas competentes, este control puede limitarse a un certificado expedido por el fabricante que establezca de forma inequívoca la traza que permita relacionar cada elemento de la estructura con el certificado de origen que lo avala.

- Si no se incluye una declaración del suministrador de que los productos o materiales cumplen con la Parte I del presente Pliego, se tratarán como productos o materiales no conformes

- . - Cuando en la documentación del proyecto se especifiquen características no avaladas por el certificado de origen del material (por ejemplo, el valor máximo del límite elástico en el caso de cálculo en capacidad), se establecerá un procedimiento de control mediante ensayos.

- Cuando se empleen materiales que por su carácter singular no queden cubiertos por una norma nacional específica a la que referir la certificación (arandelas deformables, tornillos sin cabeza, conectadores, etc.) se podrán utilizar normas o recomendaciones de prestigio reconocido

. - Cuando haya que verificar las tolerancias dimensionales de los perfiles comerciales se tendrán en cuenta las siguientes normas:

serie IPN: UNE EN 10024:1995

series IPE y HE: UNE EN 10034:1994

serie UPN: UNE 36522:2001

series L y LD: UNE EN 10056-1:1999 (medidas) y UNE EN 10056-2:1994 (tolerancias)

tubos: UNE EN 10219:1998 (parte 1: condiciones de suministro; parte 2: tolerancias)

chapas: EN 10029:1991

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento):

El almacenamiento y depósito de los elementos constitutivos de la obra se hará de forma sistemática y ordenada para facilitar su montaje. Se cuidará especialmente que las piezas no se vean afectadas por acumulaciones de agua, ni estén en contacto directo con el terreno, y se mantengan las condiciones de durabilidad; para el almacenamiento de los elementos auxiliares tales como tornillos, electrodos, pinturas, etc., se seguirán las instrucciones dadas por el fabricante de los mismos. Las manipulaciones necesarias para la carga, descarga, transporte, almacenamiento a pie de obra y montaje se realizarán con el cuidado suficiente para no provocar solicitaciones excesivas en ningún elemento de la estructura y para no dañar ni a las piezas ni a la pintura.

Se cuidarán especialmente, protegiéndolas si fuese necesario, las partes sobre las que hayan de fijarse las cadenas, cables o ganchos que vayan a utilizarse en la elevación o sujeción de las piezas de la estructura.

Se corregirá cuidadosamente, antes de proceder al montaje, cualquier abolladura, comba o torcedura que haya podido provocarse en las operaciones de transporte. Si el efecto no puede ser corregido, o se presume que después de corregido puede afectar a la resistencia o estabilidad de la estructura, la pieza en cuestión se rechazará, marcándola debidamente para dejar constancia de ello.

Puesta en obra Características técnicas de cada unidad de obra:

Condiciones previas: soporte

Los elementos no metálicos de la construcción (hormigón, fábricas, etc.) que hayan de actuar como soporte de elementos estructurales metálicos, deben cumplir las "tolerancias en las partes adyacentes" indicadas posteriormente dentro de las tolerancias admisibles. Las bases de los pilares que apoyen sobre elementos no metálicos se calzarán mediante cuñas de acero separadas entre 4 y 8 cm, después de acunadas se procederá a la colocación del número conveniente de vigas de la planta superior y entonces se alinearán y aplomarán. Los espacios entre las bases de los pilares y el elemento de apoyo si es de hormigón o fábrica, se limpiarán y rellenarán, retacando, con mortero u hormigón de cemento portland y árido, cuya máxima dimensión no sea mayor que 1/5 del espesor del espacio que debe rellenarse, y de dosificación no menor que 1:2.

La consistencia del mortero u hormigón de relleno será la conveniente para asegurar el llenado completo; en general, será fluida hasta espesores de 5 cm y más seca para espesores mayores.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

Las superficies que hayan de quedar en contacto en las uniones con tornillos pretensados de alta resistencia no se pintarán y recibirán una limpieza y el tratamiento especificado

Las superficies que hayan de soldarse no estarán pintadas ni siquiera con la capa de imprimación en una zona de anchura mínima de 10 cm desde el borde de la soldadura; si se precisa una protección temporal se pintarán con pintura fácilmente eliminable, que se limpiará cuidadosamente antes del soldeo.

Para evitar posibles corrosiones es preciso que las bases de pilares y partes estructurales que puedan estar en contacto con el terreno queden embebidas en hormigón. No se pintarán estos elementos para evitar su oxidación; si han de permanecer algún tiempo a la intemperie se recomienda su protección con lechada de cemento.

Se evitará el contacto del acero con otros metales que tengan menos potencial electrovalente (por ejemplo, plomo, cobre) que le pueda originar corrosión electroquímica; también se evitará su contacto con materiales de albañilería que tengan comportamiento higroscópico, especialmente el yeso, que le pueda originar corrosión química.

Proceso de ejecución

Ejecución

– Operaciones previas:

Corte: se realizará por medio de sierra, cizalla, corte térmico (oxicorte) automático y, solamente si este no es posible, oxicorte manual; se especificarán las zonas donde no es admisible material endurecido tras procesos de corte, como por ejemplo: Cuando el cálculo se base en métodos plásticos. A ambos lados de cada rótula plástica en una distancia igual al canto de la pieza. Cuando predomine la fatiga, en chapas y llantas, perfiles laminados, y tubos sin costura. Cuando el diseño para esfuerzos sísmicos o accidentales se base en la ductilidad de la estructura.

Conformado: el acero se puede doblar, prensar o forjar hasta que adopte la forma requerida, utilizando procesos de conformado en caliente o en frío, siempre que las características del material no queden por debajo de los valores especificados; según el CTE DB SE A, apartado 10.2.2, los radios de acuerdo mínimos para el conformado en frío serán los especificados en dicho apartado.

Perforación: los agujeros deben realizarse por taladrado u otro proceso que proporcione un acabado equivalente; se admite el punzonado en materiales de hasta 2,5 cm de espesor, siempre que su espesor nominal no sea mayor que el diámetro nominal del agujero (o su dimensión mínima si no es circular).

Ángulos entrantes y entallas: deben tener un acabado redondeado con un radio mínimo de 5 mm. Superficies para apoyo de contacto: se deben especificar los requisitos de planeidad y grado de acabado; la planeidad antes del armado de una superficie simple contrastada con un borde recto, no superará los 0,5 mm, en caso contrario, para reducirla, podrán utilizarse cuñas y forros de acero inoxidable, no debiendo utilizarse más de tres en cualquier punto que podrán fijarse mediante soldaduras en ángulo o a tope de penetración parcial.

Empalmes: sólo se permitirán los establecidos en el proyecto o autorizados por la dirección facultativa, que se realizarán por el procedimiento establecido.

Soldado: Se debe proporcionar al personal encargado un plan de soldado que figurará en los planos de taller, con todos los detalles de la unión, las dimensiones y tipo de soldadura, la secuencia de soldado, las especificaciones sobre el proceso y las medidas necesarias para evitar el desgarro laminar. Se consideran aceptables los procesos de soldadura recogidos por UNE EN ISO 4063:2000.

Los soldadores deben estar certificados por un organismo acreditado y cualificarse de acuerdo con la norma UNE EN 287-1:2004; cada tipo de soldadura requiere la cualificación específica del soldador que la realiza.

Las superficies y los bordes deben ser apropiados para el proceso de soldeo que se utilice; los componentes a soldar deben estar correctamente colocados y fijos mediante dispositivos adecuados o soldaduras de punteo, y ser accesibles para el soldador; los dispositivos provisionales para el montaje deben ser fáciles de retirar sin dañar la pieza; se debe considerar la utilización de precalentamiento cuando el tipo de acero y/o la velocidad de enfriamiento puedan producir enfriamiento en la zona térmicamente afectada por el calor.

Para cualquier tipo de soldadura que no figure entre los considerados como habituales (por puntos, en ángulo, a tope, en tapón y ojal) se indicarán los requisitos de ejecución para alcanzar un nivel de calidad análogo a ellos; según el CTE DB SE A, apartado 10.7, durante la ejecución de los procedimientos habituales se cumplirán las especificaciones de dicho apartado especialmente en lo referente a limpieza y eliminación de defectos de cada pasada antes de la siguiente.

- Uniones atornilladas:

Según el CTE DB SE A, apartados 10.4.1 a 10.4.3, las características de tornillos, tuercas y arandelas se ajustarán a las especificaciones dichos apartados. En tornillos sin pretensar el "apretado a tope" es el que consigue un hombre con una llave normal sin brazo de prolongación; en uniones pretensadas el apriete se realizará progresivamente desde los tornillos centrales hasta los bordes; según el CTE DB SE A, apartado 10.4.5, el control del pretensado se realizará por alguno de los siguientes procedimientos:

Método de control del par torsor.

Método del giro de tuerca.

Método del indicador directo de tensión.

Método combinado.

Según el CTE DB SE A, apartado 10.5, podrán emplearse tornillos avellanados, calibrados, hexagonales de inyección, o pernos de articulación, si se cumplen las especificaciones de dicho apartado.

Montaje en blanco. La estructura será provisional y cuidadosamente montada en blanco en el taller para asegurar la perfecta coincidencia de los elementos que han de unirse y su exacta configuración geométrica.

Recepción de elementos estructurales. Una vez comprobado que los distintos elementos estructurales metálicos fabricados en taller satisfacen todos los requisitos anteriores, se recepcionarán autorizándose su envío a la obra.

Transporte a obra. Se procurará reducir al mínimo las uniones a efectuar en obra, estudiando cuidadosamente los planos de taller para resolver los problemas de transporte y montaje que esto pueda ocasionar.

- Montaje en obra:

Si todos los elementos recibidos en obra han sido recepcionados previamente en taller como es aconsejable, los únicos problemas que se pueden plantear durante el montaje son los debidos a errores cometidos en la obra que debe sustentar la estructura metálica, como replanteo y nivelación en cimentaciones, que han de verificar los límites establecidos para las "tolerancias en las partes

adyacentes” mencionados en el punto siguiente; las consecuencias de estos errores son evitables si se tiene la precaución de realizar los planos de taller sobre cotas de replanteo tomadas directamente de la obra.

Por tanto esta fase de control se reduce a verificar que se cumple el programa de montaje para asegurar que todas las partes de la estructura, en cualquiera de las etapas de construcción, tienen arriostramiento para garantizar su estabilidad, y controlar todas las uniones realizadas en obra visual y geométricamente; además, en las uniones atornilladas se comprobará el apriete con los mismos criterios indicados para la ejecución en taller, y en las soldaduras, si se especifica, se efectuarán los controles no destructivos indicados posteriormente en el “control de calidad de la fabricación”.

Tolerancias admisibles

Los valores máximos admisibles de las desviaciones geométricas, para situaciones normales, aplicables sin acuerdo especial y necesarias para:

La validez de las hipótesis de cálculo en estructuras con carga estática.

Según el CTE DB SE A, apartado 11, se definen las tolerancias aceptables para edificación en ausencia de otros requisitos y corresponden a:

Tolerancias de los elementos estructurales.

Tolerancias de la estructura montada.

Tolerancias de fabricación en taller

. Tolerancias en las partes adyacentes.

Condiciones de terminación

Previamente a la aplicación de los tratamientos de protección, se prepararán las superficies reparando todos los defectos detectados en ellas, tomando como referencia los principios generales de la norma UNE EN ISO 8504-1:2002, particularizados por UNE EN ISO 8504-2:2002 para limpieza con chorro abrasivo y por UNE EN ISO 8504-3:2002 para limpieza por herramientas motorizadas y manuales.

En superficies de rozamiento se debe extremar el cuidado en lo referente a ejecución y montaje en taller, y se protegerán con cubiertas impermeables tras la preparación hasta su armado.

Las superficies que vayan a estar en contacto con el hormigón sólo se limpiarán sin pintar, extendiendo este tratamiento al menos 30 cm de la zona correspondiente.

Para aplicar el recubrimiento se tendrá en cuenta: Galvanización. Se realizará de acuerdo con UNE EN ISO 1460:1996 y UNE EN ISO 1461:1999, sellando las soldaduras antes de un decapado previo a la galvanización si se produce, y con agujeros de venteo o purga si hay espacios cerrados, donde indique la Parte I del presente Pliego; las superficies galvanizadas deben limpiarse y tratarse con pintura de imprimación anticorrosiva con diluyente ácido o chorreado barredor antes de ser pintadas.

Pintura.

Se seguirán las instrucciones del fabricante en la preparación de superficies, aplicación del producto y protección posterior durante un tiempo; si se aplica más de una capa se usará en cada una sombra de color diferente.

Tratamiento de los elementos de fijación

Para el tratamiento de estos elementos se considerará su material y el de los elementos a unir, junto con el tratamiento que estos lleven previamente, el método de apretado y su clasificación contra la corrosión.

Control de ejecución, ensayos y prueba

Se desarrollará según las dos etapas siguientes:

- Control de calidad de la fabricación:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.4.1, la documentación de fabricación será elaborada por el taller y deberá contener, al menos, una memoria de fabricación, los planos de taller y un plan de puntos de inspección. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, la compatibilidad entre los distintos procedimientos de fabricación, y entre éstos y los materiales empleados. Se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene el adecuado sistema de trazado que permita identificar el origen de cada incumplimiento

Soldaduras: se inspeccionará visualmente toda la longitud de todas las soldaduras comprobando su presencia y situación, tamaño y posición, superficies y formas, y detectando defectos de superficie y salpicaduras; se indicará si deben realizarse o no ensayos no destructivos, especificando, en su caso, la localización de las soldaduras a inspeccionar y los métodos a emplear; según el CTE DB SE A apartado 10.8.4.2, podrán ser (partículas magnéticas según UNE EN 1290:1998, líquidos penetrantes según UNE 14612:1980, ultrasonidos según UNE EN 1714:1998, ensayos radiográficos según UNE EN 1435:1998); el alcance de esta inspección se realizará de acuerdo con el artículo 10.8.4.1, teniendo en cuenta, además, que la corrección en distorsiones no conformes obliga a inspeccionar las soldaduras situadas en esa zona; se deben especificar los criterios de aceptación de las soldaduras, debiendo cumplir las soldaduras reparadas los mismos requisitos que las originales; para ello se puede tomar como referencia UNE EN ISO 5817:2004, que define tres niveles de calidad, B, C y D.

Uniones mecánicas: todas las uniones mecánicas, pretensadas o sin pretensar tras el apriete inicial, y las superficies de rozamiento se comprobarán visualmente; la unión debe rehacerse si se exceden los criterios de aceptación establecidos para los espesores de chapa, otras disconformidades podrán corregirse, debiendo volverse a inspeccionar tras el arreglo; según el CTE DB SE A, apartado 10.8.5.1, en uniones con tornillos pretensados se realizarán las inspecciones adicionales indicadas en dicho apartado; si no es posible efectuar ensayos de los elementos de fijación tras completar la unión, se inspeccionarán los métodos de trabajo; se especificarán los requisitos para los ensayos de procedimiento sobre el pretensado de tornillos. Previamente a aplicar el tratamiento de protección en las uniones mecánicas, se realizará una inspección visual de la superficie para comprobar que se cumplen los requisitos del fabricante del recubrimiento; el espesor del recubrimiento se comprobará, al menos, en cuatro lugares del 10% de los componentes tratados, según uno de los métodos de UNE EN ISO 2808:2000, el espesor medio debe ser superior al requerido y no habrá más de una lectura por componente inferior al espesor normal y siempre superior al 80% del nominal; los componentes no conformes se tratarán y ensayarán de nuevo.

- Control de calidad del montaje:

Según el CTE DB SE A, apartado 12.5.1, la documentación de montaje será elaborada por el montador y debe contener, al menos, una memoria de montaje, los planos de montaje y un plan de puntos de inspección según las especificaciones de dicho apartado. Esta documentación debe ser revisada y aprobada por la dirección facultativa verificando su coherencia con la especificada en la documentación general del proyecto, y que las tolerancias de posicionamiento de cada componente son coherentes con el sistema

general de tolerancias. Durante el proceso de montaje se comprobará que cada operación se realiza en el orden y con las herramientas especificadas, que el personal encargado de cada operación posee la cualificación adecuada, y se mantiene un sistema de trazado que permite identificar el origen de cada incumplimiento.

Ensayos y pruebas

Las actividades y ensayos de los aceros y productos incluidos en el control de materiales, pueden ser realizados por laboratorios oficiales o privados; los laboratorios privados, deberán estar acreditados para los correspondientes ensayos conforme a los criterios del Real Decreto 2200/1995, de 20 de diciembre, o estar incluidos en el registro general establecido por el Real Decreto 1230/1989, de 13 de octubre.

Previamente al inicio de las actividades de control de la obra, el laboratorio o la entidad de control de calidad deberán presentar a la dirección facultativa para su aprobación un plan de control o, en su caso, un plan de inspección de la obra que contemple, como mínimo, los siguientes aspectos:

Identificación de materiales y actividades objeto de control y relación de actuaciones a efectuar durante el mismo (tipo de ensayo, inspecciones, etc.).

Previsión de medios materiales y humanos destinados al control con indicación, en su caso, de actividades a subcontratar.

Programación inicial del control, en función del programa previsible para la ejecución de la obra.

Planificación del seguimiento del plan de autocontrol del constructor, en el caso de la entidad de control que efectúe el control externo de la ejecución.

Designación de la persona responsable por parte del organismo de control.

Sistemas de documentación del control a emplear durante la obra

El plan de control deberá prever el establecimiento de los oportunos lotes, tanto a efectos del control de materiales como de los productos o de la ejecución, contemplando tanto el montaje en taller o en la propia obra.

Criterios de medición y valoración

Se especificarán las siguientes partidas, agrupando los elementos de características similares:

- Kilogramo de acero en perfil comercial (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil
- Kilogramo de acero en pieza soldada (viga o soporte) especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo soldadura.
- Kilogramo de acero en soporte compuesto (empresillado o en celosía) especificando clase de acero y tipo de perfil (referencia a detalle); incluyendo elementos de enlace y sus uniones.
- Unidad de nudo sin rigidizadores especificar soldado o atornillado, y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.

- Unidad de nudo con rigidizadores especificar soldado o atornillado, y tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos.
- Unidad de placa de anclaje en cimentación incluyendo anclajes y rigidizadores (si procede), y especificando tipo de placa (referencia a detalle).
- Metro cuadrado de pintura anticorrosiva especificando tipo de pintura (imprimación, manos intermedias y acabado), número de manos y espesor de cada una.
- Metro cuadrado de protección contra fuego (pintura, mortero o aplacado) especificando tipo de protección y espesor; además, en pinturas igual que en punto anterior, y en aplacados sistema de fijación y tratamiento de juntas (si procede).

En el caso de mallas espaciales:

- Kilogramo de acero en perfil comercial (abierto o tubo) especificando clase de acero y tipo de perfil; incluyendo terminación de los extremos para unión con el nudo (referencia a detalle).
- Unidad de nudo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos (si los hay).
- Unidad de nudo de apoyo especificando tipo de nudo (referencia a detalle); incluyendo cordones de soldadura o tornillos o placa de anclaje (si los hay) en montaje a pie de obra y elevación con grúas
- Unidad de acondicionamiento del terreno para montaje a nivel del suelo especificando características y número de los apoyos provisionales.
- Unidad de elevación y montaje en posición acabada incluyendo elementos auxiliares para acceso a nudos de apoyo; especificando equipos de elevación y tiempo estimado en montaje "in situ".
- Unidad de montaje en posición acabada. En los precios unitarios de cada una, además de los conceptos expresados en cada caso, irá incluida la mano de obra directa e indirecta, obligaciones sociales y parte proporcional de medios auxiliares para acceso a la posición de trabajo y elevación del material, hasta su colocación completa en obra.

La valoración que así resulta corresponde a la ejecución material de la unidad completa terminada.

Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio

Como última fase de todos los controles especificados anteriormente, se realizará una inspección visual del conjunto de la estructura y de cada elemento a medida que van entrando en carga, verificando que no se producen deformaciones o grietas inesperadas en alguna parte de ella.

En el caso de que se aprecie algún problema, o si especifica en la Parte I del presente Pliego, se pueden realizar pruebas de carga para evaluar la seguridad de la estructura, toda o parte de ella; en estos ensayos, salvo que se cuestione la seguridad de la estructura, no deben sobrepasarse las acciones de servicio, se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 99.2 de la EHE):

- Viabilidad y finalidad de la prueba.
- Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida
- Procedimientos de medida.
- Escalones de carga y descarga.
- Medidas de seguridad.
- Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.
- Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión.

3.1.3 Estructura de madera

Descripción

Sistema estructural diseñado con elementos de madera o productos derivados de este material, que unidos entre sí formarán un conjunto resistente a las solicitaciones que puedan incidir sobre la edificación.

Incluye:

Elementos verticales (pilares o muros entramados).

Elementos horizontales (vigas, viguetas de forjado y entrevigado de suelo).

Armadura de cubiertas de correas, de pares, de cerchas y de bóvedas y cúpulas.

Los pilares de madera maciza podrán tener sección cuadrada, rectangular o maciza, con alturas de 3 ó 4 m.

Las vigas principales constituyen los sistemas de apoyo de los forjados

Las viguetas de forjado comprenden aquellas piezas que se emplean para la construcción de forjados de pisos, pudiéndose diferenciar:

Sistemas ligeros de entramado formado por piezas de pequeña escuadría.

Sistemas tradicionales de piezas de gran escuadría con entrevigado relleno de mortero, empleado en las edificaciones antiguas.

El entramado de madera maciza se utiliza en construcciones sencillas, por lo general de carácter rural, pudiendo emplearse también en la construcción de puentes o pasarelas de madera, utilizando estos entablados como superficie de tránsito o de rodadura.

En los forjados llamados pesados, los revoltones son de bóvedas de ladrillo y relleno con escombros correspondiendo esta tipología a la edificación antigua, pudiendo resolverse también con bovedillas de yeso. En la construcción actual se emplea este sistema, aunque puede completarse el entrevigado con bovedillas de arcilla cocida y otros materiales como tableros de madera o cerámicos.

Los muros de entramados, muy empleados en la construcción ligera, consisten en montantes de madera de pequeña sección dispuestos a una separación de 40 cm, armados con tablero contrachapado. En la construcción tradicional el sistema de montantes se completa con relleno de fábrica de ladrillo, de piedra o de adobe. En esta solución los montantes suelen estar más separados.

Las armaduras de cubierta consisten en sistemas estructurales que pueden consistir en el empleo de pares apoyados en su extremo inferior directamente sobre muro o sobre estribos, y el extremo superior apoyados uno contra otro o bien contra la hilera que constituye la cumbrera. Los estribos pueden estar atados mediante tirantes, con lo que mejora su comportamiento estructural, y pueden tener nudillos, además de tirantes, o exclusivamente nudillos.

Las cerchas son sistemas triangulados que apoyan directamente sobre muros o sobre durmientes, estando separadas de 1 a 3 o más metros, relacionándose entre si mediante correas. La tipología de cerchas podrá variar entre la cercha de pares, tirante y pendón, cercha romana de pares, tornapuntas, tirante y pendolón, la cercha en W, cercha en abanico, tipo Polonceau, de tijera, viga recta en celosía, sobre forjado creando espacio habitable, pórticos rígidos de madera aserrada y cartelas de tablero contrachapado clavado, entre otras.

Todas estas estructuras pueden ser de madera maciza o de madera laminada.

Materiales

Características y recepción de los productos que se incorporan a las unidades de obra:

La recepción de los productos, equipos y sistemas se realizará conforme se desarrolla en la Parte II Condiciones de recepción de productos. Este control comprende el control de la documentación de los suministros (incluida la del marcado CE cuando sea pertinente), el control mediante distintivos de calidad o evaluaciones técnicas de idoneidad y el control mediante ensayos.

Los materiales que se incorporan a las unidades de obra son las siguientes:

– Madera maciza:

Dentro de la madera maciza se incluye la madera aserrada y la madera de rollizo. Según el CTE DB SE M, para la madera aserrada se realiza una asignación de clase resistente para diferentes clases arbóreas, permitiendo que especificada una clase resistente, se pueda utilizar, en el cálculo, los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a la misma, según el CTE DB SE M, tablas E.1 y E.2.

Las clases resistentes son:

Para coníferas y chopo: C14, C16, C18, C20, C22, C24, C27, C30, C35, C40, C45 y C50.

Para frondosas: D30, D35, D40, D50, D60 y D70.

Según el CTE DB SE M, Anejo C, en la tabla C.1, se establece para la madera aserrada, con carácter informativo y no exhaustivo, la asignación de clase resistente, en función de la calidad según la norma de clasificación la especie arbórea y la procedencia considerada. Según el CTE DB SE M, Anejo C, en la tabla C.2, se incluye, con carácter informativo y operativo, una selección del contenido de las normas UNE EN 1912:1999 y UNE 56.544:1997 relativas a la asignación de clase resistente a la madera aserrada, y según el CTE DB SE M, Anejo C, en la tabla C.1 se incluye la relación de las especies arbóreas, citadas en la Tabla C.1, indicando el nombre botánico, y su procedencia. Otras denominaciones posibles de la especie arbórea, locales o comerciales, se identificarán por su nombre botánico.

La madera en rollo se suele utilizar para la formación de forjados en medios rurales, así como en la construcción de armaduras de correas o de pares, también en sistemas rústicos.

El contenido de humedad será el que corresponda a la humedad de utilización, siempre que el proceso de fabricación lo permita, a fin de reducir los movimientos del material a causa de la variación de humedad.

– Madera laminada encolada:

Los elementos de madera laminada encolada constituyen piezas estructurales formadas por encolado de láminas de madera con dirección de la fibra sensiblemente paralela. La madera laminada podrá estar fabricada con todas las maderas citadas en la norma UNE EN 386:1995 “Madera laminada encolada. Requisitos de fabricación. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación”.

El contenido de humedad de cada lámina deberá estar comprendido entre el 8 y el 15%. La variación del contenido de humedad de las láminas de una misma pieza no excederá el 4%. La comprobación del contenido de humedad se hará mediante la norma EN 13183.

Según el CTE DB SE M, la madera laminada encolada, para su uso en estructuras, estará clasificada según una clase resistente, basándose en una de las dos opciones siguientes:

Experimentalmente, con ensayos normalizados, según el CTE DB SE M, apartado D.2.

Deducida teóricamente a partir de las propiedades de las láminas de madera, que conforman el elemento estructural, según el CTE DB SE M, apartado D.3.

Siendo que los valores de las propiedades de la madera laminada encolada así clasificada, son mayores o iguales a los que corresponden para la clase resistente asignada, permitiendo al proyectista que, especificada una Clase Resistente, pueda utilizar, en el cálculo, los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas a la misma.

Las clases resistentes son las siguientes:

Para madera laminada encolada homogénea: GL24h, GL28h, GL32h y GL36h.

Para madera laminada encolada combinada: GL24c, GL28c, GL32c y GL36c.

Según el CTE DB SE M, en la tabla D.1 se expresa la asignación de clases resistentes de la madera laminada encolada, y en el apartado D.4, Tabla D.2 del mismo documento, se incluyen las correspondencias conocidas entre las clases resistentes de madera laminada encolada y de madera aserrada empleada en las láminas.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada se obtiene, en este caso, mediante ensayos de acuerdo con las normas UNE EN 408:1996 y UNE EN 1194. Los valores obtenidos de las propiedades, mediante ensayos, deben ser superiores, o iguales, a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada mediante ensayos se obtiene mediante cálculo aplicando las expresiones matemáticas que figuran en la norma UNE EN 1194, para lo cual es preciso conocer, previamente, los valores característicos de las propiedades de la madera aserrada a emplear en las láminas, de acuerdo con lo establecido en el CTE DB SE M, Anejo E.

En madera laminada combinada las expresiones se aplican a las propiedades de las partes individuales de la sección transversal. El análisis de las tensiones puede realizarse basándose en la hipótesis de la deformación plana de la sección. La comprobación de la resistencia debe realizarse en todos los puntos relevantes de la sección transversal. Los valores de las propiedades obtenidos

mediante las expresiones que figuran en la norma UNE EN 1194 deben ser superiores o iguales a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

La asignación de la clase resistente, con respecto a los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas se hará de acuerdo con las indicaciones del CTE DB SE M, Anejo E, Tabla E.3 para la madera laminada encolada homogénea y Tabla E.4 para la madera laminada encolada combinada.

Los requisitos mínimos de fabricación se indican en la norma UNE 386:1995 "Madera laminada encolada. Especificaciones y requisitos mínimos de fabricación", según la clase de servicio.

– Madera microlaminada:

Es un producto derivado de la madera para uso estructural fabricado con chapas de madera de pequeño espesor (del orden de 3 a 5 mm) encoladas con la misma dirección de la fibra, conocida con las siglas de su nombre en inglés, LVL. La madera microlaminada para uso estructural deberá suministrarse con una certificación de los valores de las propiedades mecánicas y del efecto del tamaño de acuerdo con los planteamientos generales del CTE DB SE M.

Tablero estructural.

El tablero es en general, una pieza en la que predominan la longitud y la anchura sobre el espesor, y en la que el elemento constitutivo principal es la madera. Se le conoce, también, como producto derivado de la madera.

Los tableros pueden ser:

Tablero contrachapado.

Tablero de fibras.

Tablero de partículas (tablero aglomerado y tablero de virutas).

El tablero contrachapado es el formado por capas de chapas de madera encoladas de modo que las direcciones de las fibras de dos capas consecutivas formen un cierto ángulo, generalmente de 90°. Los valores característicos de las propiedades mecánicas de los tableros contrachapados deben ser aportados por el fabricante de acuerdo con la normativa de ensayo UNE EN 789:1996 y la UNE EN 1058:1996.

El tablero de fibras es el formado por fibras lignocelulósicas mediante la aplicación de calor y/o presión. La cohesión se consigue por las propiedades adhesivas intrínsecas de las fibras o por adición de un aglomerante sintético. Podrán ser: tablero de fibras de densidad media (tablero DM o MDF); tablero de fibras duro (densidad mayor o igual a 900 kg/m³); tablero de fibras semiduro (densidad comprendida entre 400 y 900 kg/m³).

El tablero de partículas es aquél formado por partículas de madera o de otro material leñoso, aglomeradas entre sí mediante un adhesivo y presión, a la temperatura adecuada. También llamado tablero aglomerado. El tablero de virutas es un tablero de constitución similar al de partículas pero fabricado con virutas de mayores dimensiones. Sus propiedades mecánicas son mayores. Puede ser Tablero de virutas orientadas OSB (Oriented Strand Board), en cuyo caso las virutas de las capas externas están orientadas siguiendo la dirección longitudinal del tablero, por lo que las propiedades mecánicas del tablero se incrementan en esa dirección y disminuyen en la dirección perpendicular. Los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de los tableros de fibras se incluyen el CTE DB SE M, tablas C9 y C10, y ambiente en el que se utilizan.

En las estructuras de madera, de los tableros anteriores, se utilizan solamente aquellos que, en las correspondientes normas UNE, se especifica para uso estructural o de alta prestación estructural. (Este último con propiedades de resistencia y de rigidez mayores que el análogo estructural).

El uso de los diferentes tipos de tableros debe limitarse a las clases de servicio contempladas para cada tipo en el CTE DB SE M, tabla 2.1. En el Anejo E.3 del mismo DB, figuran los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a cada tipo de tablero estructural de los que allí se especifican. En los apartados E.3.1 a E.3.3 se establecen los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociados a los tipos de tableros y al ambiente en el que se utilizan.

En el CTE DB SE M, tablas E.5 a E.8I, se indican los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas a cada tipo de tablero de partículas y ambiente en el que se utilizan

Adhesivos.

La documentación técnica del adhesivo debe incluir las prescripciones de uso e incompatibilidades. El encolado de piezas de madera de especies diferentes o de productos derivados de la madera variados (sobre todo si los coeficientes de contracción son diferentes) requiere un conocimiento específico sobre su viabilidad.

En el CTE DB SE M, tabla 4.1, se describen los adhesivos utilizados en madera para uso estructural y su adecuación a la clase de servicio. Los adhesivos utilizados en la fabricación de elementos estructurales de madera se ajustarán a las normas UNE EN 301:1994 y UNE EN 12436: 2002.

Los adhesivos que cumplan las especificaciones para el Tipo I, definidas en UNE EN 301:1994, pueden utilizarse en todas las clases de servicio, y los que cumplan las especificaciones para el Tipo II únicamente en la clase de servicio 1 ó 2 y nunca expuestos de forma prolongada a temperaturas superiores a los 50 °C. En el producto se indicará de forma visible que el adhesivo es apto para uso estructural, así como para qué clases de servicio es apto.

Uniones.

Las uniones de piezas estructurales de madera se realizarán mediante:

Elementos mecánicos de fijación de tipo clavija (clavos, pernos, pasadores, tirafondos y grapas).

Elementos mecánicos de fijación de tipo conectores.

Uniones tradicionales.

Elementos mecánicos de fijación.

Los elementos mecánicos de fijación contemplados en el CTE DB SE M para la realización de las uniones son:

De tipo clavija: clavos de fuste liso o con resaltos, grapas, tirafondos (tornillos rosca madera), pernos o pasadores.

Conectores: de anillo, de placa o dentados.

En el proyecto se especificará, para su utilización en estructuras de madera, y para cada tipo de elemento mecánico:

Resistencia característica a tracción del acero $f_{u,k}$.

Información geométrica que permita la correcta ejecución de los detalles.

Las uniones exteriores expuestas al agua deben diseñarse de forma que se evite la retención del agua. En las estructuras que no estén en Clase de Servicio 1 ó 2, además de la consideración del tratamiento de la madera y la protección de otros materiales, las uniones deben quedar ventiladas y con capacidad de evacuar el agua rápidamente y sin retenciones. Todos los elementos metálicos que se empleen tendrá la misma resistencia al fuego que la propia estructura construida en madera o producto derivado de este material.

Para las uniones con clavijas, se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE M, apartado 8.3; uniones con clavos, apartado 8.3.2; En la tabla 8.2 se establece la separación y distancias mínimas; uniones con grapas, apartado 8.3.3, del DB SE-M. En la tabla 8.3, se establecen las separaciones y distancias mínimas en grapas; uniones con pernos, apartado 8.3.4 del DB SE-M. En la tabla 8.4, se establecen las separaciones y distancias mínimas; uniones con pasadores, apartado 8.3.5. En la tabla 8.5, se establecen las separaciones y distancias mínimas para pasadores; uniones con tirafondos, apartado 8.3.6. En la tabla 8.6, se establecen las separaciones y distancias mínimas al borde para tirafondos.

Para uniones con conectores se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE M, apartado 8.4, estableciéndose en la tabla 8.8 las separaciones y distancias mínimas para conectores de anillo y de placa.

Uniones tradicionales. Las uniones tradicionales, también denominadas carpinteras o uniones por contacto, transmiten las fuerzas mediante tensiones de compresión localizada y de cortante entre las mismas piezas de madera mediante el corte y mecanización adecuados. El material aportado (generalmente herrajes en forma de pletinas y otros elementos de fijación) es muy reducido y su función es la de mantener en posición las uniones. En algunos casos pueden servir para refuerzo de la unión o para resistir una inversión de la sollicitación.

El control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Se indicarán las condiciones particulares de control para la recepción de los productos, incluyendo los ensayos necesarios para comprobar que los mismos reúnen las características.

Debe comprobarse que los productos recibidos:

Corresponden a los especificados en el Pliego de condiciones del proyecto.

Disponen de la documentación exigida.

Están caracterizados por las propiedades exigidas.

Han sido ensayados, cuando así se establezca en el Pliego de condiciones o lo determine la dirección facultativa, con la frecuencia establecida.

Para la madera y los productos derivados de madera para uso estructural existe marcado CE, que se irán actualizando según las resoluciones oficiales que se publiquen. Según Resolución de 13 de noviembre de 2006, de la Dirección General de Desarrollo Industrial (BOE 20 diciembre de 2006), las normas de marcado CE vigentes hasta la fecha, referentes a estos productos son las siguientes:

- Tableros derivados de la madera para su utilización en la construcción (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 19.7.1).
- Estructura de madera. Madera laminada encolada (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.1).
- Estructuras de madera. Madera estructural con sección transversal rectangular (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.2).
- Estructuras de madera. Elementos estructurales prefabricados que utilizan conectores metálicos de placa dentada (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.3).
- Estructuras de madera. Madera microlaminada (LVL). Requisitos (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.5.4).
- Elementos metálicos de unión: (ver Parte II, Relación de productos con marcado CE, 1.1.3).

Estos aceros podrán ser de las calidades 4.6, 5.6, 6.8, 8.8 y 10.9 normalizadas por ISO, cuyas características mecánicas se recogen en el CTE DB SE A., tabla 4.3.

A la llegada de los productos a la obra, la dirección facultativa comprobará:

Para la madera aserrada:

Especie botánica: la identificación anatómica se realizará en laboratorio especializado.

Clase Resistente: la propiedad o propiedades de resistencia, rigidez y densidad, se especificarán según notación y ensayos del CTE DB SE M, apartado 4.1.2.

Tolerancias en las dimensiones: se ajustarán a la norma UNE EN 336:1995 para maderas de coníferas. Esta norma, en tanto no exista norma propia, se aplicará también para maderas de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma de la especie de frondosa utilizada.

Contenido de humedad: salvo especificación en contra, debe ser $\leq 20\%$.

Para los tableros:

Propiedades de resistencia, rigidez y densidad: se determinarán según notación y ensayos del CTE DB SE M, apartado 4.4.2.

Tolerancias en las dimensiones: según UNE EN 312-1:1997 para tableros de partículas, UNE EN 300:1997 para tablero de virutas orientadas (OSB), UNE EN 622-1:2004 para tableros de fibras y UNE EN 315:1994 para tableros contrachapados.

Para los elementos estructurales de madera laminada encolada:

Clase Resistente: la propiedad o propiedades de resistencia, de rigidez y la densidad, se especificarán según notación del CTE DB SE M, apartado 4.2.2.

Tolerancias en las dimensiones: según UNE EN 390:1995.

Dimensiones de la muestra a ensayar: una rebanada de la sección transversal de la pieza con una anchura de 50 mm, tomada del extremo de la pieza.

Determinación de la resistencia característica de las uniones dentadas de empalme de láminas. Norma de ensayo UNE EN 408:1996 "Estructuras de madera. Métodos de ensayo. Madera maciza y laminada encolada". Determinación de algunas propiedades físico-mecánicas".

Para otros elementos estructurales realizados en taller.

Tipo, propiedades, tolerancias dimensionales, planeidad, contraflechas, (en su caso): comprobaciones según lo especificado en la documentación del proyecto.

Para madera y productos derivados de la madera, tratados con productos protectores: se comprobará la certificación del tratamiento.

Para los elementos mecánicos de fijación: se comprobará la certificación del tipo de material utilizado y del tratamiento de protección.

El incumplimiento de alguna de las especificaciones de un producto, salvo demostración de que no suponga riesgo apreciable, tanto de las resistencias mecánicas como de la durabilidad, será condición suficiente para la no-aceptación del producto y en su caso de la partida.

Se debe comprobar que todos los productos vienen acompañados por los documentos de identificación exigidos por la normativa de obligado cumplimiento y, en su caso, por el proyecto o por la dirección facultativa. Esta documentación comprenderá, al menos, los siguientes documentos:

Los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado.

El certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física.

Los documentos de conformidad o autorizaciones administrativas exigidas reglamentariamente, incluida la documentación correspondiente al marcado CE de los productos de construcción, cuando sea pertinente, de acuerdo con las disposiciones que sean transposición de las Directivas Europeas que afecten a los productos suministrados.

En el albarán de suministro o, en su caso, en documentos aparte, el suministrador facilitará, al menos, la siguiente información para la identificación de los materiales y de los elementos estructurales:

Con carácter general: nombre y dirección de la empresa suministradora; nombre y dirección de la fábrica o del aserradero, según corresponda; fecha del suministro; cantidad suministrada; certificado de origen, y distintivo de calidad del producto, en su caso.

Con carácter específico:

Madera aserrada: especie botánica y clase resistente, dimensiones nominales; contenido de humedad o indicación de acuerdo con la norma de clasificación correspondiente.

Tablero: tipo de tablero estructural según norma UNE (con declaración de los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad asociadas al tipo de tablero estructural); dimensiones nominales.

Elemento estructural de madera laminada encolada: tipo de elemento estructural y clase resistente (de la madera laminada encolada empleada); dimensiones nominales; marcado según UNE EN 386:1995.

Otros elementos estructurales realizados en taller: tipo de elemento estructural y declaración de la capacidad portante del elemento con indicación de las condiciones de apoyo (o los valores de las propiedades de resistencia, rigidez y densidad de los materiales que lo conforman); dimensiones nominales.

Madera y productos derivados de la madera tratados con productos protectores.

Certificado del tratamiento en el que debe figurar: la identificación del aplicador.

La especie de madera tratada; el protector empleado y su número de registro (Ministerio de Sanidad y Consumo); el método de aplicación empleado; la categoría de riesgo que cubre; la fecha del tratamiento; precauciones a tomar ante mecanizaciones posteriores al tratamiento; informaciones complementarias, en su caso.

Elementos mecánicos de fijación: tipo (clavo sin o con resaltos, tirafondo, pasador, perno o grapa) y resistencia característica a tracción del acero y tipo de protección contra la corrosión; dimensiones nominales;

Declaración, cuando proceda, de los valores característicos de resistencia al aplastamiento y momento plástico para uniones madera-madera, madera-tablero y madera-acero.

Se deberá comprobar que los productos de construcción incorporados a la unidad de obra, llevan el marcado CE, de conformidad con la Directiva 89/106/CEE de productos de construcción. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

Los distintivos de calidad que ostenten los productos, equipos o sistemas suministrados, que aseguren las características técnicas de los mismos exigidas en el proyecto y documentará, en su caso, el reconocimiento oficial del distintivo.

Las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores.

En determinados casos puede ser necesario realizar ensayos y pruebas sobre algunos productos, según lo establecido en la reglamentación vigente, o bien según lo especificado en el proyecto u ordenados por la dirección facultativa. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o los indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto.

La asignación de clase resistente a la madera laminada encolada se obtiene, en este caso, mediante ensayos de acuerdo con las normas UNE EN 408:1996 y UNE EN 1194.

Los valores obtenidos de las propiedades, mediante ensayos, deben ser superiores, o iguales, a los correspondientes a la clase resistente a asignar.

El criterio de aceptación en los casos en que no haya de realizar ensayos será:

Que la documentación de suministro aportada es suficiente y adecuada a la normativa y a las especificaciones del proyecto.

Que el producto esté en posesión de un distintivo de calidad que exime de ensayos.

Que los resultados de los ensayos estén de acuerdo con los valores admisibles de la normativa, del proyecto o de la dirección facultativa.

Se verificará que la documentación anterior es suficiente para la aceptación de los productos, equipos y sistemas amparados por ella. Si no es así, la dirección facultativa estimará si ha de rechazarse; o bien condicionará su aceptación a la realización de los oportunos ensayos o a la presentación de informes o actas de ensayos realizados por un laboratorio ajeno al fabricante.

Almacenamiento y manipulación (criterios de uso, conservación y mantenimiento):

Los elementos de madera para estructuras deberán almacenarse en condiciones favorables de contenido de humedad, no superiores a las de utilización final de los mismos incorporados a las obras. Se recomienda que estos productos no se almacenen a la intemperie para no modificar su contenido de humedad considerablemente, teniendo en cuenta que en los días de mayor temperatura y aire más seco se puede producir fendas y alabeos tras un secado brusco de la madera. También se tendrá en cuenta el efecto de la luz solar en la superficie, pudiendo ésta alterarse de manera desigual su color. Así mismo, se recomienda que la madera almacenada no esté asentada en contacto con el terreno o directamente sobre la superficie sobre la que se apoya, debiendo estar separada ésta, para permitir su aireación.

Se evitará, durante el almacenaje de los elementos de madera o productos derivados de este material, que estén sometidos a tensiones superiores a las previstas para las condiciones de servicio. Si se tratara de elementos de grandes dimensiones, especialmente en el caso de tratarse de piezas de madera laminada, se evitará que en su manipulación se produzcan distorsiones que dañen los de manera permanente.

En el caso de tratarse de madera laminada, ésta se mantendrá protegida de la acción de la humedad, atendiendo a las características de los adhesivos que unen las láminas.

Puesta en obra

Características técnicas de cada unidad de obra:

Se realizarán tareas de replanteo teniendo en cuenta las tolerancias admisibles para las estructuras de madera, y las operaciones necesarias para su presentación en obra y montaje final.

Se recomienda que los soportes se fijen a las bases de hormigón o de fábrica de ladrillo previstas en proyecto, mediante elementos metálicos no envolventes, que permitan la aireación del extremo del mismo. Estas bases deberán estar perfectamente niveladas para permitir el fácil asiento de la estructura.

En el caso de tratarse de elementos horizontales que se incorporan a la estructura vertical pétreo, se preverá realizar un replanteo exacto de los mismos, más la holgura necesaria para su montaje y posterior aireación de las cabezas. Es conveniente nivelar perfectamente la zona de apoyo de los elementos horizontales mediante la preparación de una capa de mortero, sobre la que se podrá colocar previamente, una plancha metálica para garantizar un completo apoyo de los mismos.

Las uniones se replantearán con especial cuidado para que una vez unidas o ensambladas las distintas piezas, éstas encajen perfectamente.

Compatibilidad entre los productos, elementos y sistemas constructivos

En todo caso se tendrá en cuenta la alteración que tanto la cal como el cemento producen en la madera, evitando así cualquier contacto entre estos materiales.

Proceso de ejecución

Antes de su utilización en la construcción, la madera debe secarse, en la medida que sea posible, hasta alcanzar contenidos de humedad adecuados a la obra acabada (humedad de equilibrio higroscópico).

Si los efectos de las contracciones o mermas no se consideran importantes, o si han sido reemplazadas las partes dañadas de la estructura, pueden aceptarse contenidos más elevados de humedad durante el montaje siempre que se asegure que la madera podrá secarse al contenido de humedad deseado.

Se evitará el contacto de la madera directamente con el terreno. Si el primer forjado sobre el terreno fuera de madera, éste se construirá elevado del mismo, debiendo quedar ventilada la cámara que se forme, con orificios protegidos con rejilla y situados a tal altura que evite la posible entrada de agua a la misma. La sección mínima de los mismos es de 1.500 cm³.

Los anclajes de los durmientes a la cimentación serán de barras o pletinas de acero con sección mínima de 5 mm² con una separación máxima de 1,80 m entre sí y de 60 cm a las esquinas de la construcción. La longitud del anclaje embebido en obra gruesa será de 10 cm como mínimo.

Las piezas de solera se anclarán al durmiente con la misma cuantía anterior, y separación no superior a 1 m. La solución del anclaje será capaz de resistir acciones de succión mediante pletinas de pequeño espesor que se clavan o atornillan a los montantes y se anclan en el hormigón de la cimentación.

Las viguetas tendrán una entrega sobre las vigas de al menos 5 cm de longitud. Para la construcción de juntas entre elementos, y para elementos formados con madera de conífera, se considerarán las siguientes variaciones dimensionales de origen higrotérmico:

Para tableros contrachapados y de OSB, y en su plano, serán como máximo de valor 0,02% por cada 1% de variación de contenido de humedad del mismo.

Para madera aserrada, laminada o microlaminada se podrá tomar, por cada 1% de variación de contenido de humedad, un valor de 0,01% en dirección longitudinal y 0,2% en la transversal (esta última corresponde en realidad a la tangencial, y la radial se podrá tomar como 0,1%).

A continuación se enumeran una serie de buenas prácticas que mejoran notablemente la durabilidad de la estructura:

Evitar el contacto directo de la madera con el terreno, manteniendo una distancia mínima de 20 cm y disponiendo un material hidrófugo (barrera antihumedad).

Evitar que los arranques de soportes y arcos queden embebidos en el hormigón u otro material de fábrica. Para ello se protegerán de la humedad colocándolos a una distancia suficiente del suelo o sobre capas impermeables.

Ventilar los encuentros de vigas en muros, manteniendo una separación mínima de 15 mm entre la superficie de la madera y el material del muro. El apoyo en su base debe realizarse a través de un material intermedio, separador, que no transmita la posible humedad del muro (véase CTE DB SE M, figura 11.2.a).

Evitar uniones en las que se pueda acumular el agua; Proteger la cara superior de los elementos de madera que estén expuestos directamente a la intemperie y en los que pueda acumularse el agua. En el caso de utilizar una albardilla (normalmente de chapa metálica), esta albardilla debe permitir, además, la aireación de la madera que cubre (véase CTE DB SE M, figura 11.2.b).

Evitar que las testas de los elementos estructurales de madera queden expuestas al agua de lluvia ocultándolas, cuando sea necesario, con una pieza de remate protector (véase CTE DB SE M, figura 11.2.c).

Facilitar, en general, al conjunto de la cubierta la rápida evacuación de las aguas de lluvia y disponer sistemas de desagüe de las condensaciones en los lugares pertinentes.

Los posibles cambios de dimensiones, producidos por la hinchazón o merma de la madera, no deben quedar restringidos por los elementos de unión:

En general, en piezas de canto superior a 80 cm, no deben utilizarse empalmes ni nudos rígidos realizados con placas de acero que coarten el movimiento de la madera (véase CTE DB SE M, figura 11.3.a).

Las soluciones con placas de acero y pernos quedan limitadas a situaciones en las que se esperan pequeños cambios de las condiciones higrotérmicas del ambiente y el canto de los elementos estructurales no supera los 80 cm. Igualmente acontece en uniones de tipo corona en los nudos de unión de pilar/dintel en pórticos de madera laminada, según el CTE DB SE M, figura 11.3.

Para el atornillado de los elementos metálicos de unión se practicarán pre-taladros, con un diámetro no mayor del 70% del diámetro del tornillo o elemento de sujeción, y en todo caso atendiendo a las especificaciones del DB SE-M para evitar la rotura de la pieza por hienda.

Tolerancias admisibles

Las tolerancias dimensionales, o desviaciones admisibles respecto a las dimensiones nominales de la madera aserrada, se ajustarán a los límites de tolerancia de la clase 1 definidos en la norma UNE EN 336:1995 para coníferas y chopo. Esta norma se aplicará, también, para maderas de otras especies de frondosas con los coeficientes de hinchazón y merma correspondientes, en tanto no exista norma propia. Las tolerancias dimensionales, o desviaciones admisibles respecto a las dimensiones nominales de la madera laminada encolada, se ajustarán a los límites de tolerancia definidos en la norma UNE EN 390:1995.

La combadura de columnas y vigas medida en el punto medio del vano, en aquellos casos en los que puedan presentarse problemas de inestabilidad lateral, o en barras de pórticos, debe limitarse a 1/500 de la longitud del vano en piezas de madera laminada y microlaminada o a 1/300 en piezas de madera maciza.

Montaje de madera laminada:

El fabricante o montador de la estructura de madera deberá comprobar el replanteo de la obra en los puntos de apoyo de las piezas. El constructor deberá observar las siguientes tolerancias no acumulables admitidas generalmente:

Sobre la luz :	± 2 cm
Transversalmente:	± 1 cm
De nivelación:	± 2 cm
En las esquinas de la construcción:	±1 cm

Las tolerancias se reducirán a la mitad en el caso de colocar las placas de anclaje en el momento del vertido del hormigón.

Celosías con uniones de placas dentadas

Después del montaje, se admite una combadura máxima de 10 mm en cualquier pieza de la cercha siempre que se afiance de manera segura en la cubierta terminada de forma que se evite el momento provocado por dicha distorsión. La desviación máxima de una cercha respecto a la vertical no debe exceder el valor de $10 + 5 \cdot (H - 1)$ mm, con un valor máximo de 2,5 cm; donde H es la altura (diferencia de cota entre apoyos y punto más alto), expresada en metros.

Consideraciones relativas a las uniones:

Las uniones exteriores expuestas al agua deben diseñarse de forma que se evite la retención del agua.

En las estructuras que no estén en Clase de Servicio 1 ó 2, además de la consideración del tratamiento de la madera y la protección de otros materiales, las uniones deben quedar ventiladas y con capacidad de evacuar el agua rápidamente y sin retenciones.

Condiciones de terminación

Durabilidad de las estructuras de madera.

Debe garantizarse la durabilidad de las estructuras de madera tanto del material como de las fijaciones metálicas empleadas en las uniones. Se deberán tomar medidas, por lo tanto, para garantizar la durabilidad de la estructura al menos durante el tiempo que se considere periodo de servicio y en condiciones de uso adecuado. Se tendrá en cuenta tanto el diseño de la propia estructura así como la posibilidad de añadir un tratamiento.

Tratamiento contra la humedad:

La madera ha de estar tratada contra la humedad, según la clase de riesgo. Las especificaciones del tratamiento deberá hacerse referencia a:

Tipo de producto a utilizar.

Sistema de aplicación: pincelado, pulverizado, autoclave, inmersión. Retención y penetración del producto.

Protección de la madera.

La protección de la madera ante los agentes bióticos y abióticos será preventiva. Se preverá la posibilidad de que la madera no sufra ataques debidos a este origen en un nivel aceptable. Los productos a aplicar deberán estar indicados por los fabricantes, quienes en el envase y en la documentación técnica del dicho producto, indicarán las instrucciones de uso y mantenimiento.

Protección preventiva frente a los agentes bióticos

Según el grado de exposición al aumento del grado de humedad de la madera durante el tiempo en el que estará en servicio, se establecen cuatro niveles de riesgo de los elementos estructurales (apartado 3.2.1.2. del CTE DB SE M):

Tipos de protección frente a agentes bióticos y métodos de impregnación:

Protección superficial: es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es de 3 mm, siendo como mínimo de 1 mm en cualquier parte de la superficie tratada. Se corresponde con la clase de penetración P2 de la norma UNE EN 351-1:1996.

Protección media: es aquella en la que la penetración media alcanzada por el protector es superior a 3 mm en cualquier zona tratada, sin llegar al 75% del volumen impregnable. Se corresponde con las clases de penetración P3 a P7 de la norma UNE EN 351-1:1996.

Protección profunda: es aquella en que la penetración media alcanzada por el protector es igual o superior al 75% del volumen impregnable. Se corresponde con las clases de penetración P8 y P9 de la norma UNE EN 351-1:1996.

La elección del tipo de protección frente a agentes bióticos se recoge la tabla 3.2 del DB SE-M, en la que se indica el tipo de protección exigido en función de la clase de riesgo.

Se ha de tener en cuenta que no todas las especies son igualmente impregnables. Entre las difícilmente impregnables se encuentran algunas especies coníferas: abetos, piceas, cedro rojo, en las que hay que emplear procedimientos especiales.

Además, cada especie, y en concreto las zonas de duramen y albura, pueden tener asociada lo que se llama durabilidad natural. La albura o el duramen de una especie no tiene por qué requerir protección para una determinada clase de riesgo a pesar de que así lo indicase la tabla 3.2.

Cada especie y zona tiene también asociada una impregnabilidad, es decir, una cierta capacidad de ser impregnada con mayor o menor profundidad. En caso de que se especifique la especie y zona, debe comprobarse que el tratamiento prescrito al elemento es compatible con su impregnabilidad.

En el caso de que el tratamiento empape la madera, en obra debe constatarse que se entrega el producto conforme a los requisitos del proyecto. El fabricante garantizará que la especie a tratar es compatible con el tratamiento en profundidad (y con las colas en el caso de usarse).

Para la protección de piezas de madera laminada encolada: será el último tratamiento a aplicar en las piezas de madera laminada, una vez realizadas todas las operaciones de acabado (cepillado, mecanizado de aristas y taladros etc.).

Para los tratamientos de protección media o de profundidad, se realizará sobre las láminas previamente a su encolado. El fabricante deberá comprobar que el producto protector es compatible con el encolado, especialmente cuando se trate de protectores orgánicos.

Protección preventiva frente a agentes meteorológicos.

En este caso se tendrá especial cuidado en la ejecución de los detalles constructivos dado que en ello está la clave para mantener alejada la humedad de los elementos de madera, evitando en todos los casos que el agua quede retenida en los elementos de madera. Para la clase de riesgo igual o superior a 3, los elementos estructurales deben estar protegidos frente a los agentes meteorológicos, debiéndose emplear en el exterior productos de poro abierto, como los lasures, ya que no forman película, permitiendo el flujo de humedad entre el ambiente y la madera.

Protección contra la corrosión de los elementos metálicos:

Se estará a lo dispuesto en el CTE DB SE M, para los valores mínimos del espesor del revestimiento de protección frente a la corrosión o el tipo de acero necesario según las diferentes clases de servicio.

Protección preventiva frente a la acción del fuego:

Se tendrán en cuenta las indicaciones a este respecto indicados en el CTE DB SI vigente.

Control de ejecución, ensayos y pruebas

Control de ejecución

Para la realización del control de la ejecución de cualquier elemento será preceptiva la aceptación previa de todos los productos constituyentes o componentes de dicha unidad de inspección, cualquiera que haya sido el modo de control utilizado para la recepción del mismo. El control de la ejecución de las obras se realizará en las diferentes fases, de acuerdo con las especificaciones del proyecto, sus anexos y modificaciones autorizados por la dirección facultativa.

Se comprobará el replanteo de ejes, así como la verticalidad de los soportes, se comprobará las dimensiones y disposición de los elementos resistentes, así como las ensambladuras y uniones, tanto visualmente como de su geometría. Se atenderá especialmente a las condiciones de arriostramiento de la estructura y en el caso de uniones atornilladas, se comprobará el apriete de los tornillos. En caso de disconformidad con la unidad de inspección la dirección facultativa dará la oportuna orden de reparación o demolición y nueva ejecución. Subsana la deficiencia, se procederá de nuevo a la inspección hasta que este satisfactoriamente ejecutado; pudiéndose en su caso ordenar una prueba de servicio de esa unidad de inspección antes de su aceptación.

Aceptadas las diferentes unidades de inspección, solo se dará por aceptado el elemento caso de no estar programada la prueba de servicio. Ensayos y pruebas Los ensayos a realizar podrán ser, en caso de duda, de comprobación de las características mecánicas y de tratamientos de los elementos estructurales. Se procederá de acuerdo con la normativa de ensayos recogidas por las normas vigentes.

En caso de tener que efectuar pruebas de carga, conforme a la programación de control o bien por orden de la dirección facultativa, se procederá a su realización, y se comprobará si sus resultados están de acuerdo con los valores de la normativa, del proyecto o de las indicaciones de la dirección facultativa. En caso afirmativo se procederá a la aceptación final. Si los resultados de la prueba de carga no son conformes, la dirección facultativa dará las órdenes oportunas de reparación o, en su caso, de demolición. Subsana la deficiencia, se procederá de nuevo como en el caso general, hasta la aceptación final del elemento controlado.

Conservación y mantenimiento

Deberá cuidarse especialmente que los elementos estructurales contruidos en madera natural, o bien con productos derivados de este material puedan mojarse debido a las filtraciones de agua de lluvia durante los trabajos impermeabilización de la cubierta, o por no existir sistemas de cerramiento en los vanos, y también debido a las aportaciones de agua en aquellos oficios que conlleven su empleo. También se tendrá especial cuidado con las manchas superficiales que se puedan producir en la superficie del material, que difícilmente se podrán retirar al penetrar en su estructura porosa.

Criterios de medición y valoración

- m² de forjado con vigueta de madera, especificando escuadría de la vigueta y tipo de madera, de bovedilla y de hormigón.
- Unidad de cercha de madera especificando tipo de madera, luz y carga
- m² de estructura de madera laminada en arcos especificando luz y tipo de arcos
- m² de estructura de madera laminada pórticos especificando luz y tipo de pórticos
- m² de entablado de cubierta especificando tipo de madera y sección
- m² de estructura de madera laminada para cubierta, especificando tipo de madera, luz y pendiente.

- m de elementos de postes, vigas, correas, y cabios, especificando escuadría y tipo de madera
- m 2 de tratamiento de la madera contra insectos xilófagos al exterior, mediante rociado a presión.
- m 2 de tratamiento de la madera contra insectos xilófagos al exterior, mediante gasificado o humo.
- m 2 de tratamiento interior de muros contra insectos xilófagos, mediante inyector de $\phi 12$ mm.
- m 2 de tratamiento interior de muros contra insectos xilófagos, hasta 1 m, mediante inyector de $\phi 18$ mm.
- Unidad de tapón para tratamiento de madera:
- m 2 de tratamiento de protección de la madera contra el fuego, especificando tipo de producto y procedimiento de aplicación.

Se considerarán incluidas en las mediciones las operaciones de nivelación, medios auxiliares empleados en el montaje, desperdicios por uniones, ensambladuras y diferentes pérdidas por acoples de los elementos para el montaje de la estructura, incluidos los herrajes necesarios para realizar las ensambladuras y uniones, es decir, todos los conceptos que intervienen para ultimar perfectamente la unidad de obra.

Prescripciones sobre verificaciones en el edificio terminado

Verificaciones y pruebas de servicio para comprobar las prestaciones finales del edificio: Se comprobará el aspecto final de la estructura y particularmente de las uniones y ensambladuras. La eficacia de la impermeabilidad de la cubierta, así como de los cerramientos verticales es de especial importancia debido a las alteraciones que un aumento en el contenido de humedad de la madera puede ocasionar.

Al entrar en carga la estructura se comprobará visualmente su eficaz comportamiento, no produciéndose deformaciones o grietas en los elementos estructurales. En el caso de percibirse algún problema, por estar indicado en proyecto, con carácter voluntario, o bien en caso que la dirección facultativa lo requiera, se podrán realizar pruebas de carga, o bien otras comprobaciones sobre el producto terminado si el resultado no fuera satisfactorio. Se realizarán de acuerdo con un Plan de Ensayos que evalúe la viabilidad de la prueba, por una organización con experiencia en este tipo de trabajos, dirigida por un técnico competente, que debe recoger los siguientes aspectos (adaptados del artículo 99.2 de la EHE):

Viabilidad y finalidad de la prueba.

Magnitudes que deben medirse y localización de los puntos de medida.

Procedimientos de medida.

Escalones de carga y descarga.

Medidas de seguridad.

Condiciones para las que el ensayo resulta satisfactorio.

Estos ensayos tienen su aplicación fundamental en elementos sometidos a flexión. Se comprobará, además, la efectividad de las uniones metálicas, así como la protección a fuego.

6. PLIEGO DE PRESUPUESTO

1. Calculo de partida de la estructura metálica

Pasos previos:

Se realiza un primer dimensionado de la longitud de cada tipo de perfil metálico laminado S275 empleado en la estructura del edificio. Los perfiles empleados son del tipo UPN (300, 260), IPN (260, 180), HEB (120, 140) y perfiles de seccion cuadrada (90x90)

Mediciones Estructura metálica:

Se procede a la medición de los distintos perfiles empleados, diferenciando entre los empleados en la construcción de la nave y los empleados en la constitución de la cubierta de las viviendas.

Perfiles empleados en la NAVE

UPN 300 – 222 m

UPN 260 – 80 m

IPN 260 – 90 m

HEB 120 – 70 m

Perfil cuadrado 90x90x5 – 28 m

Perfiles empleados en la cubierta de las VIVIENDAS

HEB 140 – 95 m

IPN 180 – 161,5 m

Con los prontuarios de acero laminado se obtiene el peso de cada uno de los perfiles empleados para su posterior introducción en el programa de calculo de precios.

UPN	Dimensiones						Sección		Peso
	h mm	b mm	t mm	t mm	r mm	d mm	l mm	A cm	G Kg/m ¹
UPN 80	80	45	6	8	4	46	1,45	11	8,64
UPN 100	100	50	6	8,5	4,5	64	1,55	13,5	10,6
UPN 120	120	55	7	9	4,5	82	1,6	17	13,4
UPN 140	140	60	7	10	5	98	1,75	20,4	16
UPN 160	160	65	7,5	10,5	5,5	115	1,84	24	18,8
UPN 180	180	70	8	11	5,5	133	1,92	27	22
UPN 200	200	75	8,5	11,5	6	151	2,01	32,2	25,3
UPN 220	220	80	9	12,5	6,5	167	2,14	37,4	29,4
UPN 240	240	85	9,5	13	6,5	184	2,23	42,3	33,2
UPN 260	260	90	10	14	7	200	2,36	48,3	37,9
UPN 280	280	95	10	15	7,5	216	2,53	53,3	41,8
UPN 300	300	100	10	16	8	232	2,7	58,8	46,2

IPN	Dimensiones						Sección	Peso
	h	b	t	t	r	d	A	G
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	cm	Kg/m ¹
IPN 80	80	45	3,9	5,9	2,3	59	7,58	5,95
IPN 100	100	50	4,5	6,8	2,7	75	10,6	8,32
IPN 120	120	58	5,1	7,7	3,1	92	14,2	11,1
IPN 140	140	66	5,7	8,6	3,4	109	18,3	14,4
IPN 160	160	74	6,3	9,5	3,8	125	22,8	17,9
IPN 180	180	82	6,9	10,4	4,1	142	27,9	21,9
IPN 200	200	90	7,5	11,3	4,5	159	33,5	26,3
IPN 220	220	98	8,1	12,2	4,9	175	39,6	31,1
IPN 240	240	106	8,7	13,1	5,2	192	46,1	36,2
IPN 260	260	113	9,4	14,1	5,6	208	53,4	41,9
IPN 280	280	119	10,1	15,2	6,1	225	61,1	48
IPN 300	300	125	10,8	16,2	6,5	241	69,1	54,2

L	Dimensiones				Sección	Peso
	b	t	r	r	A	G
	mm	mm	mm	mm	cm	Kg/m ¹
L 20x3*	20	3	4	2	1,13	0,88
L 20x4	20	4	4	2	1,46	1,14
L 25x3*	25	3	4	2	1,43	1,12
L 25x4	25	4	4	2	1,86	1,46
L 25x5	25	5	4	2	2,27	1,78
L 30x3*	30	3	5	2,5	1,74	1,36
L 30x4*	30	4	5	2,5	2,27	1,73
L 30x5	30	5	5	2,5	2,78	2,18
L 35x3*	35	3	5	2,5	2,04	1,6
L 35x4*	35	4	5	2,5	2,67	2,09
L 35x5	35	5	5	2,5	3,28	2,57
L 40x4*	40	4	6	3	3,08	2,42
L 40x5*	40	5	6	3	3,79	2,97
L 40x6	40	6	6	3	4,48	3,52
L 45x4*	45	4	7	3,5	3,49	2,74
L 45x5*	45	5	7	3,5	4,3	3,38
L 45x6*	45	6	7	3,5	5,09	4
L 50x4*	50	4	7	3,5	3,89	3,06
L 50x5*	50	5	7	3,5	4,8	3,77
L 50x6*	50	6	7	3,5	5,69	4,47
L 50x7	50	7	7	3,5	6,56	5,15
L 50x8	50	8	7	3,5	7,41	5,82
L 60x5*	60	5	8	4	5,82	4,57
L 60x6*	60	6	8	4	6,91	5,42
L 60x8*	60	8	8	4	9,03	7,09
L 60x10	60	10	8	4	11,1	8,69
L 70x6*	70	6	9	4,5	8,13	6,38
L 70x7*	70	7	9	4,5	9,4	7,38
L 70x8*	70	8	9	4,5	10,6	8,36
L 70x10	70	10	9	4,5	13,1	10,3
L 80x8*	80	8	10	5	12,3	9,63
L 80x10*	80	10	10	5	15,1	11,9
L 80x12	80	12	10	5	17,9	14
L 90x8*	90	8	11	5,5	13,9	10,9
L 90x10*	90	10	11	5,5	17,1	13,4
L 90x12	90	12	11	5,5	20,3	15,9

HEB	Dimensiones						Sección	Peso
	h mm	b mm	t mm	t mm	r mm	d mm	A cm	G Kg/m ²
HEB 100	100	100	6	10	12	56	26	20,4
HEB 120	120	120	6,5	11	12	74	34	26,7
HEB 140	140	140	7	12	12	92	43	33,7
HEB 160	160	160	8	13	15	104	54,3	42,6
HEB 180	180	180	8,5	14	15	122	65,3	51,2
HEB 200	200	200	9	15	18	134	78,1	61,3
HEB 220	220	220	9,5	16	18	152	91	71,5
HEB 240	240	240	10	17	21	164	106	83,2
HEB 260	260	260	10	17,5	24	177	118	93
HEB 280	280	280	10,5	18	24	196	131	103
HEB 300	300	300	11	19	27	208	149	117

Pesos obtenidos por perfil:

A continuación desglosamos por los pesos de los diferentes perfiles, de nuevo realizando la división entre nave y viviendas.

Perfiles empleados en la NAVE

- UPN 300 – 222 m x 46,2 Kg/m = 10256,4 Kg
- UPN 260 – 80 m x 41,9 Kg/m = 3352 Kg
- IPN 260 – 90 m x 37,9 Kg/m = 3411 Kg
- HEB 120 – 70 m x 26,7 Kg/m = 1869 Kg
- Perfil cuadrado 90x90x5 – 28 m x 10,9 Kg/m = 305,2 Kg

Lo cual hace un total de **19193,6 kg** de Acero UNE-EN 10025 S275JR para conformar estructura de la nave, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series UPN, IPN, HEB e 90x90x5, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra.

Perfiles empleados en la cubierta de las VIVIENDAS

- HEB 140 – 95 m x 33,7 Kg/m = 3201,5 Kg
- IPN 180 – 161,5 m x 21,9 Kg/m = 3536,85 Kg

Lo cual hace un total de **6738,35 kg** de Acero UNE-EN 10025 S275JR para conformar la cubierta de las viviendas, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series HEB e IPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra.

Coste Estructura NAVE

EAS010 kg Acero en pilares.

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt07ala010dab	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	12125,400	0,96	11640,38
Subtotal materiales:					11640,38
2		Equipo y maquinaria			
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0,018	3,20	0,06
Subtotal equipo y maquinaria:					0,06
3		Mano de obra			
mo047	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,019	19,37	0,37
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,019	18,29	0,35
Subtotal mano de obra:					0,72
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	11641,16	232,82
Coste de mantenimiento decenal: 0,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4): 11873,98		

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)	Sistema (c)
UNE-EN 10025-1:2006 Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones generales de suministro.	192005	192006	2+

EAV010 kg Acero en vigas.

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt07ala010dab	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	6763,000	0,96	6492,48
Subtotal materiales:					6492,48
2		Equipo y maquinaria			
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0,021	3,20	0,07
Subtotal equipo y maquinaria:					0,07
3		Mano de obra			
mo047	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,022	19,37	0,43
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,012	18,29	0,22
Subtotal mano de obra:					0,65
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	6493,20	129,86
Coste de mantenimiento decenal: 0,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4): 6623,06		

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)	Sistema (c)
UNE-EN 10025-1:2006 Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones generales de suministro.	192005	192006	2+

EAS010 kg Acero en pilares.

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt07ala010dcb	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series L, LD, T, redondo, cuadrado, rectangular o pletina, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	302,500	1,03	311,58
		Subtotal materiales:			311,58
2		Equipo y maquinaria			
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0,018	3,20	0,06
		Subtotal equipo y maquinaria:			0,06
3		Mano de obra			
mo047	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,019	19,37	0,37
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,019	18,29	0,35
		Subtotal mano de obra:			0,72
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	312,36	6,25
Coste de mantenimiento decenal: 0,06€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4):		318,61

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)	Sistema (c)
UNE-EN 10025-1:2006 Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones generales de suministro.	192005	192006	2+

El coste del material estructural asciende a 18444,44 EUR para la estructura metálica de la nave proyectada.

Coste Estructura VIVIENDAS

EAS010 kg Acero en pilares.

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en pilares formados por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, colocado con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, las placas de arranque y de transición de pilar inferior a superior, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.	
---	--

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt07ala010dab	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	3201,500	0,96	3073,44
Subtotal materiales:					3073,44
2		Equipo y maquinaria			
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0,018	3,20	0,06
Subtotal equipo y maquinaria:					0,06
3		Mano de obra			
mo047	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,019	19,37	0,37
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,019	18,29	0,35
Subtotal mano de obra:					0,72
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	3074,22	61,48
Coste de mantenimiento decenal: 0,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4): 3135,70		

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)	Sistema (c)
UNE-EN 10025-1:2006 Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones generales de suministro.	192005	192006	2+

EAV010 kg Acero en vigas.

Acero UNE-EN 10025 S275JR, en vigas formadas por piezas simples de perfiles laminados en caliente de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante, con uniones soldadas en obra, a una altura de hasta 3 m. El precio incluye las soldaduras, los cortes, los despuntes, las piezas especiales, los casquillos y los elementos auxiliares de montaje.	
---	--

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt07ala010dab	kg	Acero laminado UNE-EN 10025 S275JR, en perfiles laminados en caliente, piezas simples, para aplicaciones estructurales, de las series IPN, IPE, HEB, HEA, HEM o UPN, acabado con imprimación antioxidante. Trabajado y montado en taller, para colocar con uniones soldadas en obra.	3536,850	0,96	3395,38
Subtotal materiales:					3395,38
2		Equipo y maquinaria			
mq08sol020	h	Equipo y elementos auxiliares para soldadura eléctrica.	0,021	3,20	0,07
Subtotal equipo y maquinaria:					0,07
3		Mano de obra			
mo047	h	Oficial 1ª montador de estructura metálica.	0,022	19,37	0,43
mo094	h	Ayudante montador de estructura metálica.	0,012	18,29	0,22
Subtotal mano de obra:					0,65
4		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	3396,10	67,92
Coste de mantenimiento decenal: 0,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3+4): 3464,02		

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)	Sistema (c)
UNE-EN 10025-1:2006 Productos laminados en caliente, de acero no aleado, para construcciones metálicas de uso general. Parte 1: Condiciones generales de suministro.	192005	192006	2+

El coste del material estructural asciende a **6468,82 EUR** para la estructura metálica de las viviendas proyectadas.

2. Calculo de partida de las cubiertas de zinc (Nave y viviendas permanentes)

Pasos previos:

Se realiza un primer dimensionado del área total de ambas cubiertas para poder aplicar las superficies en el programa de presupuestos.

Cubierta NAVE – 966, 6 m²

Cubierta VIVIENDAS – 894, 9 m²

Elementos que conforman las cubiertas

La cubierta de la nave esta conformada por un revestimiento exterior de zinc con junta alzada, lámina impermeabilizante de polietileno, un entablado de madera de e=27mm, aislante de poliestireno expandido XPS e=140mm y un panel de madera interior de e=24mm. Para estos elementos se supondrá la misma superficie total que la cubierta y se calculará su precio por separado al tratarse de una cubierta customizada que no obedece a una solución preestablecida. Para la misma cubierta también se tendrá en cuenta como elemento especial un canalón perimetral metálico de longitud 112m (56m por alero).

La cubierta de la vivienda esta conformada por un revestimiento exterior de zinc con junta alzada, lámina impermeabilizante de polietileno, un entablado de madera de e=27mm, aislante de poliestireno expandido XPS e=140mm y un panel de madera interior de e=24mm. Para estos elementos se supondrá la misma superficie total que la cubierta y se calculará su precio por separado al tratarse de una cubierta customizada que no obedece a una solución preestablecida. Para la misma cubierta también se tendrá en cuenta como elemento especial un canalón perimetral metálico de longitud 90 m.

Coste Cubierta NAVE

QUM010 m² Cobertura de chapa para cubierta de zinc

Cobertura de chapa para cubierta de zinc con junta alzada h=25mm, y e=0.8mm, fijada en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 5%. Incluso accesorios de fijación de las chapas. El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt13ccp010a	m²	Chapa para cubierta de zinc con junta alzada h=25mm y espesor e=0,8mm	966,600	6,15	5944,59
mt13ccp030	Ud	Kit de accesorios de fijación, para chapas perfiladas, en cubiertas inclinadas.	1,000	1,00	1,00
			Subtotal materiales:		5945,59
2		Mano de obra			
mo051	h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	0,276	19,11	5,27
mo098	h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	0,138	17,53	2,42
			Subtotal mano de obra:		7,69
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	5953,28	119,07
Coste de mantenimiento decenal: 4,48€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 6072,35		

NAN020 m² Aislamiento térmico por el exterior de cubiertas inclinadas, sobre panel continuo de madera

Aislamiento térmico por el exterior de cubiertas inclinadas, sobre panel continuo de madera, formado por: panel rígido de poliestireno expandido de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 140 mm de espesor, resistencia térmica 3,64 m²K/W, conductividad térmica 0,033 W/(mK), colocado con taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt16pel050ck	m²	Panel rígido de poliestireno expandido según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 140 mm de espesor, conductividad térmica 0,033 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación EPS-EN 13163-L3-W3-T2-S5-P10-CS(10)150-BS250.	966,600	20,21	19534,99
mt16aaa025a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, de 60 mm, con aro de estanqueidad, para fijación de placas aislantes.	2416,500	0,07	169,16
			Subtotal materiales:		19704,15
2		Mano de obra			
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,082	19,11	1,57
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,082	17,53	1,44
			Subtotal mano de obra:		3,01
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	19707,16	394,14
Coste de mantenimiento decenal: 0,50€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 20101,30		

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad(a)	Obligatoriedad(b)	Sistema(c)
UNE-EN 13163:2013/A1:2015 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.	1072020	1072020	1/3/4

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

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

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

EMT020 m² Entablado para forjado, de tablas de madera.

Entablado para forjado de tablas de madera con bordes machihembrados, con resistencia al deslizamiento 35<Rd<=45 según UNE-ENV 12633 y resbaladidad clase 2 según CTE, de 1000x140 mm y 27 mm de espesor, fijadas con clavos de hierro sobre viguetas de madera. Colocación a rompejuntas.
--

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt07mee200a	m²	Tabla de madera con bordes machihembrados, con resistencia al deslizamiento 35<Rd<=45 según UNE-ENV 12633 y resbaladidad clase 2 según CTE, de 1000x140 mm y 27 mm de espesor, para entablado en forjados de madera.	966,600	24,54	23720,36
mt50spa102	kg	Clavos de hierro.	193,320	1,04	201,05
		Subtotal materiales:			23921,41
2		Mano de obra			
mo048	h	Oficial 1ª montador de estructura de madera.	0,492	19,37	9,53
mo095	h	Ayudante montador de estructura de madera.	0,246	18,29	4,50
		Subtotal mano de obra:			14,03
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	23935,44	478,71
Coste de mantenimiento decenal: 13,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 24414,15		

QUM011 m Punto singular para cubierta inclinada metálica.

Canalón para cubierta inclinada con una pendiente mayor del 10%, de 1,0 mm de espesor. Incluso accesorios de fijación de las piezas a las placas y masilla de base neutra monocomponente, para sellado de juntas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt12www030ccE	m	Chapa plegada de acero galvanizado, de 1 mm de espesor, para canalón interior.	112,000	6,10	683,20
mt13ccg030d	Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x130 mm de acero galvanizado, con arandela.	8,000	0,35	2,80
mt21vva011	l	Masilla de base neutra monocomponente, para sellado de juntas; para aplicar con pistola.	0,025	14,13	0,35
		Subtotal materiales:			686,35
2		Mano de obra			
mo051	h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	0,386	19,11	7,38
mo098	h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	0,193	17,53	3,38
		Subtotal mano de obra:			10,76
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	697,11	13,94
Coste de mantenimiento decenal: 6,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 711,05		

RDM010 m² Revestimiento vertical con tablero de madera.

Revestimiento decorativo con tablero de madera, hidrófugo, sin recubrimiento, de 24 mm de espesor, fijado con adhesivo de caucho sobre la superficie regularizada de paramentos verticales interiores.
--

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt29tma140	kg	Adhesivo de caucho sintético, de aplicación a dos caras, para revestimientos decorativos de madera.	96,670	4,10	396,35
mt29tma030a	m²	Tablero de madera, hidrófugo, sin recubrimiento, de 24 mm de espesor, para revestimiento de paramentos verticales interiores.	966,600	6,74	6514,88
		Subtotal materiales:			6911,23
2		Mano de obra			
mo017	h	Oficial 1ª carpintero.	0,358	18,86	6,75
mo058	h	Ayudante carpintero.	0,358	17,65	6,32
		Subtotal mano de obra:			13,07
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	6924,30	138,49
Coste de mantenimiento decenal: 14,68€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 7062,79		

El coste total del material para la cubierta de la nave proyectada asciende a **57168,73 EUROS**

Coste Cubierta VIVIENDAS

QUM010 m² Cobertura de chapa para cubierta de zinc

Cobertura de chapa para cubierta de zinc con junta alzada h=25mm, y e=0.8mm, fijada en cubierta inclinada, con una pendiente mayor del 5%. Incluso accesorios de fijación de las chapas. El precio no incluye la superficie soporte ni los puntos singulares y las piezas especiales de la cobertura.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt13ccp010a	m²	Chapa para cubierta de zinc con junta alzada h=25mm y espesor e=0,8mm	894,900	6,15	5503,64
mt13ccp030	Ud	Kit de accesorios de fijación, para chapas perfiladas, en cubiertas inclinadas.	1,000	1,00	1,00
		Subtotal materiales:			5504,64
2		Mano de obra			
mo051	h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	0,276	19,11	5,27
mo098	h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	0,138	17,53	2,42
		Subtotal mano de obra:			7,69
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	5512,33	110,25
Coste de mantenimiento decenal: 4,48€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 5622,58		

NAN020 m² Aislamiento térmico por el exterior de cubiertas inclinadas, sobre panel continuo de madera

Aislamiento térmico por el exterior de cubiertas inclinadas, sobre panel continuo de madera, formado por: panel rígido de poliestireno expandido de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 140 mm de espesor, resistencia térmica 3,64 m²K/W, conductividad térmica 0,033 W/(mK), colocado con taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt16pel050ck	m²	Panel rígido de poliestireno expandido según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral a media madera, de 140 mm de espesor, conductividad térmica 0,033 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación EPS-EN 13163-L3-W3-T2-S5-P10-CS(10)150-BS250.	894,900	20,21	18085,93
mt16aaa025a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, de 60 mm, con aro de estanqueidad, para fijación de placas aislantes.	1789,800	0,07	125,29
		Subtotal materiales:			18211,22
2		Mano de obra			
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,082	19,11	1,57
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,082	17,53	1,44
		Subtotal mano de obra:			3,01
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	18214,23	364,28
Coste de mantenimiento decenal: 0,50€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 18578,51		

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad (a)	Obligatoriedad (b)	Sistema (c)
UNE-EN 13163:2013/A1:2015 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.	1072020	1072020	1/3/4

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

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

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

EMT020 m² Entablado para forjado, de tablas de madera.

Entablado para forjado de tablas de madera con bordes machihembrados, con resistencia al deslizamiento $35 < R_d \leq 45$ según UNE-ENV 12633 y resbaladidad clase 2 según CTE, de 1000x140 mm y 27 mm de espesor, fijadas con clavos de hierro sobre viguetas de madera. Colocación a rompejuntas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt07mee200a	m²	Tabla de madera con bordes machihembrados, con resistencia al deslizamiento $35 < R_d \leq 45$ según UNE-ENV 12633 y resbaladidad clase 2 según CTE, de 1000x140 mm y 27 mm de espesor, para entablado en forjados de madera.	894,900	24,54	21960,85
mt50spa102	kg	Clavos de hierro.	178,980	1,04	186,14
Subtotal materiales:					22146,99
2		Mano de obra			
mo048	h	Oficial 1ª montador de estructura de madera.	0,492	19,37	9,53
mo095	h	Ayudante montador de estructura de madera.	0,246	18,29	4,50
Subtotal mano de obra:					14,03
3		Costes directos complementarios			
%		Costes directos complementarios	2,000	22161,02	443,22
Coste de mantenimiento decenal: 13,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 22604,24		

QUM011 m Punto singular para cubierta inclinada metálica.

Canalón para cubierta inclinada con una pendiente mayor del 10%, de 1,0 mm de espesor. Incluso accesorios de fijación de las piezas a las placas y masilla de base neutra monocomponente, para sellado de juntas.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt12www030ccE	m	Chapa plegada de acero galvanizado, de 1 mm de espesor, para canalón interior.	90,000	6,10	549,00
mt13ccg030d	Ud	Tornillo autorroscante de 6,5x130 mm de acero galvanizado, con arandela.	8,000	0,35	2,80
mt21va011	l	Masilla de base neutra monocomponente, para sellado de juntas; para aplicar con pistola.	0,025	14,13	0,35
Subtotal materiales:					552,15
2		Mano de obra			
mo051	h	Oficial 1ª montador de cerramientos industriales.	0,386	19,11	7,38
mo098	h	Ayudante montador de cerramientos industriales.	0,193	17,53	3,38
Subtotal mano de obra:					10,76
3		Costes directos complementarios			
%		Costes directos complementarios	2,000	562,91	11,26
Coste de mantenimiento decenal: 6,05€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 574,17		

RDM010 m² Revestimiento vertical con tablero de madera.

Revestimiento decorativo con tablero de madera, hidrófugo, sin recubrimiento, de 24 mm de espesor, fijado con adhesivo de caucho sobre la superficie regularizada de paramentos verticales interiores.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt29ma140	kg	Adhesivo de caucho sintético, de aplicación a dos caras, para revestimientos decorativos de madera.	89,500	4,10	366,95
mt29ma030a	m²	Tablero de madera, hidrófugo, sin recubrimiento, de 24 mm de espesor, para revestimiento de paramentos verticales interiores.	894,900	6,74	6031,63
Subtotal materiales:					6398,58
2		Mano de obra			
mo017	h	Oficial 1ª carpintero.	0,358	18,86	6,75
mo058	h	Ayudante carpintero.	0,358	17,65	6,32
Subtotal mano de obra:					13,07
3		Costes directos complementarios			
%		Costes directos complementarios	2,000	6411,65	128,23
Coste de mantenimiento decenal: 14,68€ en los primeros 10 años.			Costes directos (1+2+3): 6539,88		

El coste total del material para la cubierta de las viviendas proyectadas asciende a **52813,58 EUROS**

7. ANEJOS

Desimpresionado de la Estructural

MADERA

Nave Forjado +1 | Vigas secundarias

- Datos iniciales:

- Clase resistente **GL28h**
 - Propiedades según SE-M Tabla E.3
 - Densidad característica: 4.018 kN/m^3
- Dimensiones (b x h): **120 x 270 mm**
- Distancia entre ejes: 0.8 m
- Luz de cálculo: 5 m

- Propiedades geométricas de la sección:

- $A = b \cdot h = 120 \cdot 270 = 32400 \text{ mm}^2$
- $I_{\max} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{120 \cdot 270^3}{12} = 196830000 \text{ mm}^4$
- $W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{120 \cdot 270^2}{6} = 1458000 \text{ mm}^3$

- Cargas:

- Sobrecarga de uso:
 - Categoría de uso C (Zona de acceso al público)
 - Subcategoría de uso C1 (Zona con mesas y sillas)
 - Carga uniforme: **3 kN/m²**
 - Para separación entre ejes de 0.8m = $3 \text{ kN/m}^2 \cdot 0.8 \text{ m} = 2.4 \text{ kN/m}$
- Cargas permanentes:
 - Forjado interior Thermochip Floor (12/120/12): **0.3194 kN/m²**
 - Revestimiento suelo madera Parklex Hy Tek (e=14mm): **0.1029 kN/m²**
 - Peso propio viga 0.12x0.27m de clase resistente GL28h (4.018 kN/m^3) con intereje de 0.8m:
 - $0.12 \cdot 0.27 \cdot 4.018 = 0.13018 \text{ kN/m}$
 - $0.13018 / 0.8 = 0.162729 \text{ kN/m}^2$
 - **Total carga permanente: 0.585029 kN/m²**
 - Para una separación entre ejes de 0.8m = **0.468 kN/m**

- Combinación de hipótesis:

- Hipótesis de carga ELU:
 - Coeficientes parciales de seguridad:
 - Situación permanente desfavorable: $\gamma_G = 1.35$
 - Situación variable desfavorable: $\gamma_Q = 1.50$
 - $Q = \gamma_G \cdot Q_G + \gamma_Q \cdot Q_Q = 1.35 \cdot 0.468 + 1.50 \cdot 2.4 = 4.2318 \text{ kN/m}$
- Hipótesis de carga ELS:
 - $Q = Q_G + Q_Q = 0.468 + 2.4 = 2.868 \text{ kN/m}$

- Cálculo de solicitaciones:

- $M_{Ed, \max} = \frac{q_d \cdot L^2}{8} = \frac{4.2318 \cdot 5^2}{8} = 13.224375 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $V_{Ed, \max} = \frac{q_d \cdot L}{2} = \frac{4.2318 \cdot 5}{2} = 10.5795 \text{ kN}$

- Comprobaciones de resistencia:

- Comprobación a flexión:
 - $f_{m,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.8 \cdot \frac{28}{1.25} = 17.92 \text{ N/mm}^2$
 - $\sigma_{m,d} = \sigma_{\max} = \frac{M_{Ed, \max}}{W} = \frac{13.224375 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}}{1458000 \text{ mm}^3} = 9.07 \text{ N/mm}^2$

- $\sigma_{\max} < f_{m,d}$ **Cumple a flexión**
- Comprobación a cortante:
 - $f_{v,d} = k_{\text{mod}} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0.8 \cdot \frac{3.2}{1.25} = 2.048 \text{ N/mm}^2$
 - $\tau_d = \frac{3 \cdot V_{d,\max}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 10.5795 \cdot 10^3 \text{ N}}{2 \cdot 32400} = 0.489 \text{ N/mm}^2$
 - $\tau_d < f_{v,d}$ **Cumple a cortante**
- Comprobación de deformación:
 - Condición $f_{\max} \leq \frac{L}{500}$
 - $\frac{L}{500} = \frac{5000}{500} = 10 \text{ mm}$
 - $f_{\max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 2.868 \text{ N/mm} \cdot 5000^4}{384 \cdot 12600 \cdot 196830000} = 9.41 \text{ mm}$
 - $f_{\max} < \frac{L}{500}$ **Cumple la flecha**

Viviendas Permanentes Forjado Cubierta | Vigas secundarias

- Datos iniciales:

- Clase resistente **GL28h**
 - Propiedades según SE-M Tabla E.3
 - Densidad característica: 4.018 kN/m^3
- Dimensiones (b x h): **120 x 250 mm**
- Distancia entre ejes: 0.8 m
- Luz de cálculo: 5 m
- Pendiente cubierta (12%): $\alpha = \arctg\left(\frac{12}{100}\right) = 6.84^\circ$

- Propiedades geométricas de la sección:

- $A = b \cdot h = 120 \cdot 250 = 30000 \text{ mm}^2$
- $I_{\max} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{120 \cdot 250^3}{12} = 156250000 \text{ mm}^4$
- $W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{120 \cdot 250^2}{6} = 1250000 \text{ mm}^3$

- Cargas:

- Sobrecarga de uso:
 - Categoría de uso G (Cubierta transitable únicamente para conservación)
 - Subcategoría de uso G1 (Cubierta con inclinación inferior a 20°)
 - Carga uniforme: **1 kN/m²**
 - Acción del viento (aprox.)
 - $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.5 \text{ kN/mm}^2 \cdot 2 \cdot 0.7 = 0.7 \text{ kN/m}^2$
 - Acción de la nieve
 - Se aproxima a la ciudad española más cercana a Oporto.
 - Pontevedra (altitud 0m): $s_k = 0.3 \text{ kN/m}^2$
 - $q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0.3 = 0.3 \text{ kN/m}^2$
 - $q_n = 0.3 \cdot \cos(6.84^\circ) = 0.298 \text{ kN/m}^2 \approx \mathbf{0.3 \text{ kN/m}^2}$ (Se desprecia pendiente)
 - Acciones sísmicas: No se consideran
 - **Total carga variable: 2 kN/m²**
 - Para una separación entre ejes de 0.8m = **1.6 kN/m**
- Cargas permanentes:
 - Forjado Thermochip Roof (10/140/19): **0.2058 kN/m²**
 - Chapa de zinc (e=1.2mm): **0.1 kN/m²**
 - Peso propio viga 0.12x0.25m de clase resistente GL28h (4.018 kN/m^3) con intereje de 0.8m:

- $0.12 \cdot 0.25 \cdot 4.018 = 0.12054 \text{ kN/m}$
- $0.12054 / 0.8 = 0.150675 \text{ kN/m}^2$
- **Total carga permanente: 0.456 kN/m^2**
 - Para una separación entre ejes de $0.8 \text{ m} = 0.365 \text{ kN/m}$

- **Combinación de hipótesis:**

- Hipótesis de carga ELU:
 - Coeficientes parciales de seguridad:
 - Situación permanente desfavorable: $\gamma_G = 1.35$
 - Situación variable desfavorable: $\gamma_Q = 1.50$
 - $Q = \gamma_G \cdot Q_G + \gamma_Q \cdot Q_Q = 1.35 \cdot 0.365 + 1.50 \cdot 1.6 = 2.893 \text{ kN/m}$
- Hipótesis de carga ELS:
 - $Q = Q_G + Q_Q = 0.365 + 1.6 = 1.965 \text{ kN/m}$

- **Cálculo de solicitaciones:**

- $M_{Ed, \max} = \frac{q_d \cdot L^2}{8} = \frac{2.893 \cdot 5^2}{8} = 9.041 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $V_{Ed, \max} = \frac{q_d \cdot L}{2} = \frac{2.893 \cdot 5}{2} = 7.233 \text{ kN}$

- **Comprobaciones de resistencia:**

- Comprobación a flexión:
 - $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.8 \cdot \frac{28}{1.25} = 17.92 \text{ N/mm}^2$
 - $\sigma_{m,d} = \sigma_{\max} = \frac{M_{Ed, \max}}{W} = \frac{9.041 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}}{1250000 \text{ mm}^3} = 7.233 \text{ N/mm}^2$
 - $\sigma_{\max} < f_{m,d}$ **Cumple a flexión**
- Comprobación a cortante:
 - $f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0.8 \cdot \frac{3.2}{1.25} = 2.048 \text{ N/mm}^2$
 - $\tau_d = \frac{3 \cdot V_{d, \max}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 7.233 \cdot 10^3 \text{ N}}{2 \cdot 30000} = 0.362 \text{ N/mm}^2$
 - $\tau_d < f_{v,d}$ **Cumple a cortante**
- Comprobación de deformación:
 - Condición $f_{\max} \leq \frac{L}{500}$
 - $\frac{L}{500} = \frac{5000}{500} = 10 \text{ mm}$
 - $f_{\max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 1.965 \text{ N/mm} \cdot 5000^4}{384 \cdot 12600 \cdot 156250000} = 8.123 \text{ mm}$
 - $f_{\max} < \frac{L}{500}$ **Cumple la flecha**

Nave Cubierta | Correas

- **Datos iniciales:**

- Clase resistente **GL28h**
 - Propiedades según SE-M Tabla E.3
 - Densidad característica: 4.018 kN/m^3
- Luz de la nave: 14.3 m
- Dimensiones correa (b x h): **$150 \times 250 \text{ mm}$**
- Separación entre pilares: 5 m
- Pendiente cubierta (65.7%): $\alpha = \arctg\left(\frac{65.7}{100}\right) = 33.30^\circ$

- **Propiedades geométricas de la sección:**

- $A = b \cdot h = 150 \cdot 250 = 37500 \text{ mm}^2$
- $I_{\max} = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{150 \cdot 250^3}{12} = 195312500 \text{ mm}^4$
- $W = \frac{b \cdot h^2}{6} = \frac{150 \cdot 250^2}{6} = 1562500 \text{ mm}^3$

- Separación entre correas:

- Para calcular la separación entre correas, se tiene en cuenta la máxima separación posible para el panel Thermohip Roof (máx: 2400mm).
- Longitud del faldón: $\frac{L/2}{\cos \alpha} = \frac{14.3/2}{\cos(33.30^\circ)} = 8.55 \text{ m}$
- Número de vanos: $8.55/2.4 = 3.56 \approx 4 \text{ vanos}$
- Número de correas: $N^\circ \text{ de vanos} + 1 = 5 \text{ correas}$
- Separación entre correas: $8.55/4 = 2.12 \text{ m}$ (< 2.4m del panel)

- Cargas:

- Sobrecarga de uso:
 - Categoría de uso G (Cubierta transitable únicamente para conservación)
 - Subcategoría de uso G2 (Cubierta con inclinación superior a 40°)
 - Carga uniforme: **0 kN/m²**
 - Acción del viento (aprox.)
 - $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.5 \text{ kN/mm}^2 \cdot 2 \cdot 0.7 = 0.7 \text{ kN/m}^2$
 - Acción de la nieve
 - Se aproxima a la ciudad española más cercana a Oporto.
 - Pontevedra (altitud 0m): $s_k = 0.3 \text{ kN/m}^2$
 - $q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0.3 = 0.3 \text{ kN/m}^2$
 - $q_n = 0.3 \cdot \cos(33.30^\circ) = 0.2507 \text{ kN/m}^2$
 - Acciones sísmicas: No se consideran
 - **Total carga variable: 0.9507 kN/m²**
 - Para una separación entre ejes de 2.12m = **2.015 kN/m**
- Cargas permanentes:
 - Forjado Thermohip Roof (10/140/19): **0.2058 kN/m²**
 - Chapa de zinc (e=1.2mm): **0.1 kN/m²**
 - Peso propio correa 150x250mm de clase resistente GL28h (4.018 kN/m^3) con intereje de 2.12m:
 - $0.15 \cdot 0.25 \cdot 4.018 = 0.1507 \text{ kN/m}$
 - $0.1507/2.12 = 0.0711 \text{ kN/m}^2$
 - **Total carga permanente: 0.3769 kN/m²**
 - Para una separación entre ejes de 2.12m = **0.799 kN/m**

- Combinación de hipótesis:

- Hipótesis de carga ELU:
 - Coeficientes parciales de seguridad:
 - Situación permanente desfavorable: $\gamma_G = 1.35$
 - Situación variable desfavorable: $\gamma_Q = 1.50$
 - $Q = \gamma_G \cdot Q_G + \gamma_Q \cdot Q_Q = 1.35 \cdot 0.799 + 1.50 \cdot 2.015 = 4.101 \text{ kN/m}$
- Hipótesis de carga ELS:
 - $Q = Q_G + Q_Q = 0.799 + 2.015 = 2.814 \text{ kN/m}$

- Cálculo de solicitaciones:

- $M_{\text{Ed, max}} = \frac{q_d \cdot L^2}{8} = \frac{4.101 \cdot 5^2}{8} = 12.815 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $V_{\text{Ed, max}} = \frac{q_d \cdot L}{2} = \frac{4.101 \cdot 5}{2} = 10.252 \text{ kN}$

- Comprobaciones de resistencia:

- Comprobación a flexión:

- $f_{m,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0.8 \cdot \frac{28}{1.25} = 17.92 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_{m,d} = \sigma_{max} = \frac{M_{Ed,max}}{W} = \frac{12.815 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}}{1562500 \text{ mm}^3} = 8.202 \text{ N/mm}^2$
- $\sigma_{max} < f_{m,d}$ **Cumple a flexión**

○ Comprobación a cortante:

- $f_{v,d} = k_{mod} \cdot \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0.8 \cdot \frac{3.2}{1.25} = 2.048 \text{ N/mm}^2$
- $\tau_d = \frac{3 \cdot V_{d,max}}{2 \cdot A} = \frac{3 \cdot 10.252 \cdot 10^3 \text{ N}}{2 \cdot 37500} = 0.41 \text{ N/mm}^2$
- $\tau_d < f_{v,d}$ **Cumple a cortante**

○ Comprobación de deformación:

- Condición $f_{max} \leq \frac{L}{500}$
- $\frac{L}{500} = \frac{5000}{500} = 10 \text{ mm}$
- $f_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 2.814 \text{ N/mm} \cdot 5000^4}{384 \cdot 12600 \cdot 195312500} = 9.305 \text{ mm}$
- $f_{max} < \frac{L}{500}$ **Cumple la flecha**

ACERO

Viviendas Permanentes Forjado Cubierta | Vigas principales

- Datos iniciales:

- IPE 270
 - Acero S275
 - Densidad característica: 0.35378 kN/m^3
 - Sección clase 1
- Luz de cálculo: 4.4 m
- Separación entre ejes: 5m
- Pendiente cubierta (12%): $\alpha = \arctg\left(\frac{12}{100}\right) = 6.84^\circ$

- Propiedades geométricas de la sección:

- I_y : 57900000 mm^4
- W_{ply} : 484000 mm^3
- A : 4590 mm^2
- $A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 4590 - 2 \cdot 135 \cdot 10.2 + (6.6 + 2 \cdot 15) \cdot 10.2 = 2209.32 \text{ mm}^2$

- Cargas:

- Sobrecarga de uso:
 - Categoría de uso G (Cubierta transitable únicamente para conservación)
 - Subcategoría de uso G1 (Cubierta con inclinación inferior a 20°)
 - Carga uniforme: 1 kN/m^2
 - Acción del viento (aprox.)
 - $q_e = q_b \cdot c_e \cdot c_p = 0.5 \text{ kN/mm}^2 \cdot 2 \cdot 0.7 = 0.7 \text{ kN/m}^2$
 - Acción de la nieve
 - Se aproxima a la ciudad española más cercana a Oporto.
 - Pontevedra (altitud 0m): $s_k = 0.3 \text{ kN/m}^2$
 - $q_n = \mu \cdot s_k = 1 \cdot 0.3 = 0.3 \text{ kN/m}^2$
 - $q_{nt} = 0.3 \cdot \cos(6.84^\circ) = 0.298 \text{ kN/m}^2 \approx 0.3 \text{ kN/m}^2$ (Se desprecia pendiente)
 - Acciones sísmicas: No se consideran
 - **Total carga variable: 2 kN/m^2**
 - Para una separación entre ejes de 5m = 10 kN/m
- Cargas permanentes:
 - Forjado Thermochip Roof (10/140/19): 0.2058 kN/m^2
 - Chapa de zinc ($e=1.2\text{mm}$): 0.1 kN/m^2
 - Peso propio viga $0.12 \times 0.25 \text{m}$ de clase resistente GL28h (4.018 kN/m^3) con intereje de 0.8m:
 - $0.12 \cdot 0.25 \cdot 4.018 = 0.12054 \text{ kN/m}$
 - $0.12054 / 0.8 = 0.150675 \text{ kN/m}^2$
 - Peso propio Viga IPE: $0.35378/5 = 0.070756 \text{ kN/m}^2$
 - **Total carga permanente: 0.527 kN/m^2**
 - Para una separación entre ejes de 5m = 2.636 kN/m

- Combinación de hipótesis:

- Hipótesis de carga ELU:
 - Coeficientes parciales de seguridad:
 - Situación permanente desfavorable: $\gamma_G = 1.35$
 - Situación variable desfavorable: $\gamma_Q = 1.50$
 - $Q = \gamma_G \cdot Q_G + \gamma_Q \cdot Q_Q = 1.35 \cdot 2.636 + 1.50 \cdot 10 = 18.559 \text{ kN/m}$
- Hipótesis de carga ELS:
 - $Q = Q_G + Q_Q = 2.636 + 10 = 12.636 \text{ kN/m}$

- Cálculo de solicitaciones:

- $M_{Ed, \max} = \frac{q_d \cdot L^2}{8} = \frac{18.559 \cdot 4.4^2}{8} = 44.91 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $V_{Ed, \max} = \frac{q_d \cdot L}{2} = \frac{18.559 \cdot 4.4}{2} = 40.83 \text{ kN} = 40830 \text{ N}$

- **Comprobaciones de resistencia:**

o Comprobación a flexión:

$$f_{y,d} = \frac{275}{1.05} = 261.905 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{M_{Ed,max}}{W} = \frac{44.91 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}}{484000 \text{ mm}^3} = 92.79 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{M_{Ed,max}}{W} < f_{y,d} \quad \text{Cumple a flexión}$$

o Comprobación a cortante:

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2209.32 \cdot \frac{275}{1.05 \cdot \sqrt{3}} = 334073.11 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{18.559 \cdot 4.4}{2} = 40.83 \text{ kN} = 40830 \text{ N}$$

$$V_{Ed} < V_{pl,Rd} \quad \text{Cumple a cortante}$$

o Comprobación de deformación:

$$\text{Condición } f_{max} \leq \frac{L}{500}$$

$$\frac{L}{500} = \frac{4400}{500} = 8.8 \text{ mm}$$

$$f_{max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 12.636 \text{ N/mm} \cdot 4400^4}{384 \cdot 210000 \cdot 57900000} = 5.072 \text{ mm}$$

$$f_{max} < \frac{L}{500} \quad \text{Cumple la flecha}$$

Nave | Vigas de apoyo de la cercha

- **Datos iniciales:**

o **UPN 300**

- Acero S275
- Densidad característica: 0.45276 kN/m³
- Sección clase 1

o Luz de cálculo: 5 m

- **Propiedades geométricas de la sección:**

- o I_y : 80300000 mm⁴
- o W_y : 535000 mm³
- o A : 5880 mm²
- o $A_v = A - d \cdot t_w = 5880 - 232 \cdot 10 = 3560 \text{ mm}^2$ (A_v para perfiles cargados perpendicularmente al alma)

- **Cargas:**

o Sobrecarga de uso: No se considera.

o Cargas permanentes:

- Forjado Thermochip Roof (10/140/19): 0.2058 kN/m²
- Chapa de zinc (e=1.2mm): 0.1 kN/m²
- Peso propio Viga UPN: 0.45276/5 = 0.0905 kN/m²
- **Total material de cubierta:** 0.3963 kN /m². Para una separación de 5m = 1.9815 kN/m
- Peso propio cercha de madera de clase resistente C27 (4.41 kN/m³):
 - Par de sección 300x380 y longitud L=8.55m (x2):
 - o $0.3 \cdot 0.38 \cdot 8.55 \cdot 2 \cdot 4.41 = 8.597 \text{ kN}$
 - Tirante de sección 300x250 y longitud L=11.62m:
 - o $0.3 \cdot 0.25 \cdot 11.62 \cdot 4.41 = 3.843 \text{ kN}$
 - Pendolón de sección 300x380 y longitud L=4.65m:
 - o $0.3 \cdot 0.38 \cdot 4.65 \cdot 4.41 = 2.338 \text{ kN}$
 - Diagonal de sección 300x200 y longitud L=2.69m (x2)
 - o $0.3 \cdot 0.2 \cdot 2.69 \cdot 2 \cdot 4.41 = 1.423 \text{ kN}$
 - Total cercha: 16.201 kN
- Peso propio correas 150x250mm de clase resistente GL28h (4.018 kN/m³):
 - $0.15 \cdot 0.25 \cdot 5 \cdot 4.018 = 0.753 \text{ kN/correa}$

- $0.753 \text{ kN/correa} \cdot 9 \text{ correas} = 6.78 \text{ kN}$
- **Total cercha y correas:**
 - $16.201 + 6.78 = 22.981 \text{ kN}$
 - $22.981 / 2 \text{ apoyos} = 11.4905 \text{ kN en cada apoyo}$
 - $11.495 \text{ kN/5m} = \mathbf{2.298 \text{ kN/m}}$
- **Total carga permanente: 4.2795 kN/m**

- **Combinación de hipótesis:**

- Hipótesis de carga ELU:
 - Coeficientes parciales de seguridad:
 - Situación permanente desfavorable: $\gamma_G = 1.35$
 - Situación variable desfavorable: $\gamma_Q = 1.50$
 - $Q = \gamma_G \cdot Q_G + \gamma_Q \cdot Q_Q = 1.35 \cdot 4.2795 + 1.50 \cdot 0 = \mathbf{5.777 \text{ kN/m}}$
- Hipótesis de carga ELS:
 - $Q = Q_G + Q_Q = 4.2795 + 0 = \mathbf{4.2795 \text{ kN/m}}$

- **Cálculo de solicitaciones:**

- $M_{Ed, \max} = \frac{q_d \cdot L^2}{8} = \frac{5.777 \cdot 5^2}{8} = 18.054 \text{ kN}\cdot\text{m}$
- $V_{Ed, \max} = \frac{q_d \cdot L}{2} = \frac{5.777 \cdot 5}{2} = 14.443 \text{ kN} = \mathbf{14443 \text{ N}}$

- **Comprobaciones de resistencia:**

- Comprobación a flexión:
 - $f_{y,d} = \frac{275}{1.05} = 261.905 \text{ N/mm}^2$
 - $\frac{M_{Ed, \max}}{W} = \frac{18.054 \cdot 10^6 \text{ N}\cdot\text{mm}}{535000 \text{ mm}^3} = 33.746 \text{ N/mm}^2$
 - $\frac{M_{Ed, \max}}{W} < f_{y,d}$ **Cumple a flexión**
- Comprobación a cortante:
 - $V_{pl, Rd} = A_v \cdot \frac{f_{yd}}{\sqrt{3}} = 2209.32 \cdot \frac{275}{1.05 \cdot \sqrt{3}} = 334073.11 \text{ kN}$
 - $V_{Ed} = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{5.777 \cdot 5}{2} = 14.443 \text{ kN} = 14443 \text{ N}$
 - $V_{Ed} < V_{pl, Rd}$ **Cumple a cortante**
- Comprobación de deformación:
 - Condición $f_{\max} \leq \frac{L}{500}$
 - $\frac{L}{500} = \frac{5000}{500} = 10 \text{ mm}$
 - $f_{\max} = \frac{5 \cdot q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I} = \frac{5 \cdot 4.2795 \text{ N/mm} \cdot 5000^4}{384 \cdot 210000 \cdot 80300000} = 2.065 \text{ mm}$
 - $f_{\max} < \frac{L}{500}$ **Cumple la flecha**

Nave | Pilares de apoyo de la cercha

- **Datos iniciales:**

- UPN 300
 - Acero S275
 - Densidad característica: 0.45276 kN/m^3
 - Sección clase 1
- Longitud de la columna: $L = \mathbf{5.18 \text{ m}}$
- Longitud de pandeo: $L_{cr} = \beta \cdot L = 1 \cdot 5.18 = \mathbf{5.18 \text{ m}}$
 - Se considera barra recta biarticulada de sección y axil constante (Tabla 6.1 CTE DB SE-A): $\beta = 1$

- **Propiedades geométricas de la sección:**

- I_y : 80300000 mm⁴
- W_y : 535000 mm³
- A : 5880 mm²

- Cargas:

- Sobrecarga de uso: No se considera.
- Cargas permanentes:
 - Forjado Thermochip Roof (10/140/19): **0.2058 kN/m²**
 - Chapa de zinc (e=1.2mm): **0.1 kN/m²**
 - Peso propio Viga UPN: $0.45276/5 = 0.0905$ kN/m²
 - **Total material de cubierta**: 0.3963 kN /m². Para una separación de 5m = **1.9815 kN/m**
 - Peso propio cercha de madera de clase resistente C27 (4.41 kN/m³):
 - Par de sección 300x380 y longitud L=8.55m (x2):
 - $0.3 \cdot 0.38 \cdot 8.55 \cdot 2 \cdot 4.41 = 8.597$ kN
 - Tirante de sección 300x250 y longitud L=11.62m:
 - $0.3 \cdot 0.25 \cdot 11.62 \cdot 4.41 = 3.843$ kN
 - Pendolón de sección 300x380 y longitud L=4.65m:
 - $0.3 \cdot 0.38 \cdot 4.65 \cdot 4.41 = 2.338$ kN
 - Diagonal de sección 300x200 y longitud L=2.69m (x2)
 - $0.3 \cdot 0.2 \cdot 2.69 \cdot 2 \cdot 4.41 = 1.423$ kN
 - Total cercha: 16.201 kN
 - Peso propio correas 150x250mm de clase resistente GL28h (4.018 kN/m³):
 - $0.15 \cdot 0.25 \cdot 5 \cdot 4.018 = 0.753$ kN/correa
 - 0.753 kN/correa · 9 correas = 6.78 kN
 - **Total cercha y correas**:
 - $16.201 + 6.78 = 22.981$ kN
 - $22.981 / 2$ apoyos = 11.4905 kN en cada apoyo
 - 11.495 kN/5m = **2.298 kN/m**
 - Total carga permanente uniforme: **4.2795 kN/m**
 - Total carga puntual: 4.2795 kN/m · 5m = **21.3975 kN = N_{Ed} (Carga axial)**

- Fuerza de pandeo crítica N_{cr} :

$$\begin{aligned} \circ N_{cr,y} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_y}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 80300000}{5180^2} = 6202618.44 \text{ N} = 6202.618 \text{ kN} \\ \circ N_{cr,z} &= \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I_z}{L_{cr}^2} = \frac{\pi^2 \cdot 210000 \cdot 4950000}{5180^2} = 382353.19 \text{ N} = 382.353 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Esbeltez adimensional:

$$\begin{aligned} \circ \lambda_y &= \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,y}}} = \sqrt{\frac{58.8 \cdot 27.5}{6202.618}} = 0.51 \\ \circ \lambda_z &= \sqrt{\frac{A \cdot f_y}{N_{cr,z}}} = \sqrt{\frac{58.8 \cdot 27.5}{382.353}} = 2.056 \end{aligned}$$

- Factor de reducción:

- Perfil simple U. Curva de pandeo c factor de imperfección $\alpha=0.49$
- Pandeo alrededor del eje y-y:
 - $\phi_y = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_y - 0.2)] + \lambda_y^2$
 - $\phi_y = 0.5 \cdot [1 + 0.49 \cdot (0.51 - 0.2)] + 0.51^2 = 0.706$
 - $\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y^2}} = \frac{1}{0.706 + \sqrt{0.706^2 - 0.51^2}} = 0.837$
- Pandeo alrededor del eje z-z:
 - $\phi_z = 0.5 \cdot [1 + \alpha \cdot (\lambda_z - 0.2)] + \lambda_z^2$
 - $\phi_z = 0.5 \cdot [1 + 0.49 \cdot (2.056 - 0.2)] + 2.056^2 = 2.627$
 - $\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z^2}} = \frac{1}{2.627 + \sqrt{2.627^2 - 2.056^2}} = 0.1677$

- $\chi = \min (\chi_y, \chi_z) = 0.1677$

- Comprobaciones a pandeo:

- $N_{b, Rd} = \chi \cdot \frac{A \cdot f_y}{\gamma_M} = 0.1677 \cdot \frac{58.8 \cdot 27.5}{1} = 271.17 \text{ kN}$

- $\frac{N_{Ed}}{N_{b, Rd}} = \frac{21.3975}{271.17} = 0.0789 < 1 \quad \text{Cumple a pandeo}$