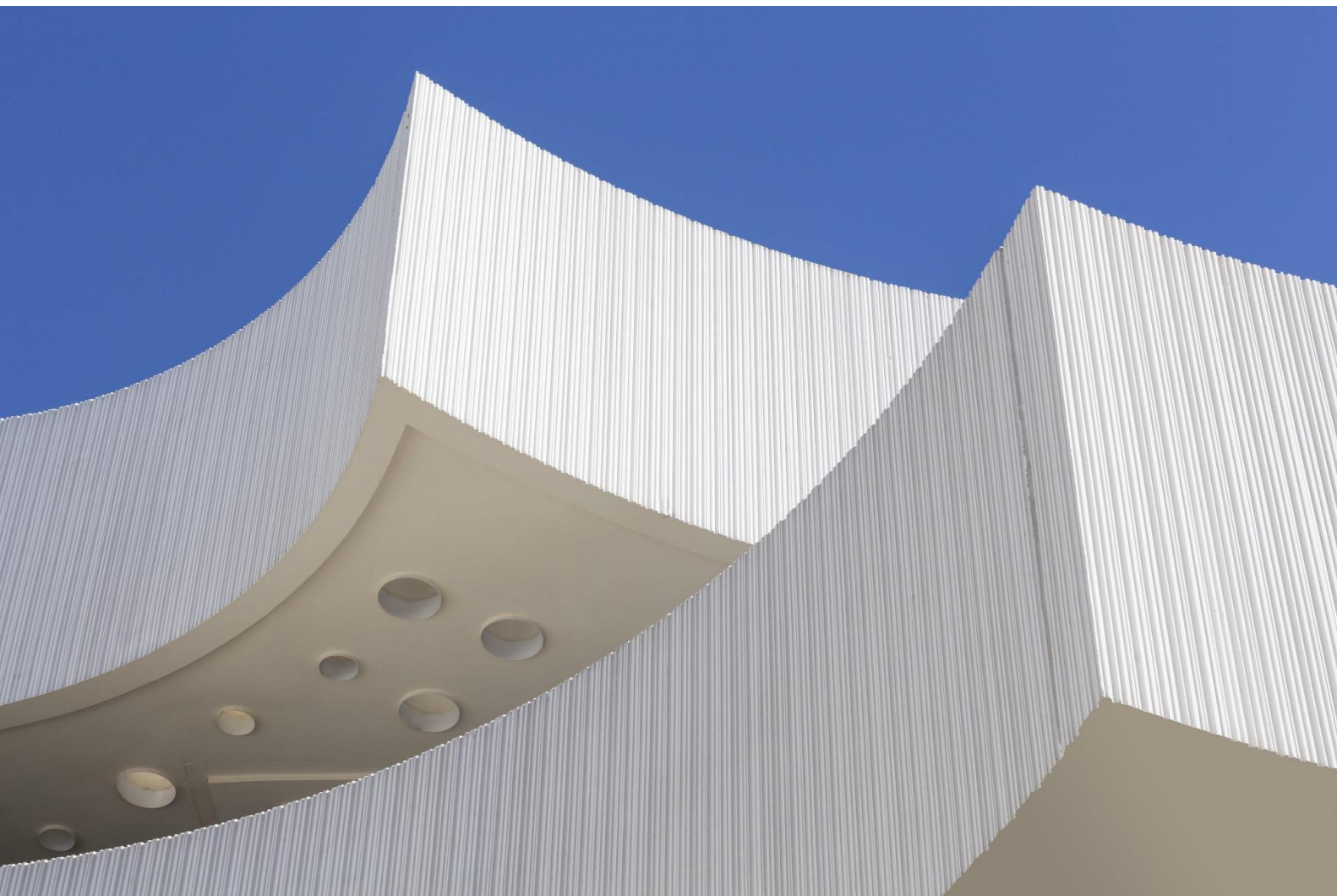




**GUÍA TÉCNICA DE APLICACIÓN DEL CÓDIGO TÉCNICO DE LA
EDIFICACIÓN (CTE) A LAS SOLUCIONES CONSTRUCTIVAS
CON ELEMENTOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN**

Versión 2 – abril 2020

INTRODUCCIÓN	3
ESTRUCTURA DEL CTE.....	4
EL CTE Y LOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN	6
PARTE 1: DISPOSICIONES Y CONDICIONES GENERALES DE APLICACIÓN DEL CTE.....	8
<i>Capítulo 1. Disposiciones generales</i>	<i>8</i>
<i>Capítulo 2. Condiciones técnicas y administrativas.....</i>	<i>10</i>
PARTE 2: DOCUMENTOS BÁSICOS	13
<i>DB-SE Seguridad estructural.....</i>	<i>13</i>
<i>DB-SE AE Seguridad estructural. Acciones en la edificación.....</i>	<i>15</i>
<i>Documento Básico SE-C Cimientos</i>	<i>20</i>
<i>Documento Básico SE-F Fábrica</i>	<i>27</i>
<i>Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio.....</i>	<i>37</i>
<i>Documento Básico SU Seguridad de utilización y accesibilidad</i>	<i>60</i>
<i>Documento Básico HS Salubridad</i>	<i>69</i>
<i>Documento Básico HR Protección frente al ruido</i>	<i>93</i>
<i>Documento Básico HE Ahorro de energía.....</i>	<i>108</i>
REFERENCIAS	122
CONTENIDO MULTIMEDIA.....	123

INTRODUCCIÓN

El Código Técnico de la Edificación (CTE) representa el marco reglamentario de referencia en España que rige desde 2006 la construcción de los nuevos edificios y ciertas rehabilitaciones. Desde entonces se han ido publicando distintas actualizaciones y alguna ampliación de los contenidos que abarca, bien para adecuarse a la evolución de la tecnología constructiva, o bien motivadas por órdenes reglamentarias de alcance superior como las Directivas europeas.

La reciente aprobación de la actualización de cuatro documentos básicos de los que componen el CTE de entrada en vigor en 2020, ha motivado que actualicemos esta guía de aplicación cuya versión original databa de 2009.

El objetivo de la misma es presentar aquellos apartados que tienen una incidencia más directa sobre los sistemas constructivos que incorporan elementos prefabricados de hormigón, incluyendo aquellos comentarios aclaratorios que se han considerado más interesantes y que vienen incluidos en las versiones comentadas del CTE, además de algún comentario desarrollado por el Departamento Técnico de ANDECE a consultas recibidas durante toda la vigencia del CTE.

NOTA: Los comentarios informativos se definen con este formato.

ESTRUCTURA DEL CTE

Las exigencias normativas que contemplan aspectos que afectan de forma más directa a las soluciones constructivas que pueden integrar productos prefabricados de hormigón son las sombreadas en gris y serán las que se aborden en esta guía de aplicación:

EXIGENCIAS	DOCUMENTOS BÁSICOS Y SECCIONES
Seguridad estructural (SE)	DB-SE-AE Acciones en la edificación
	<u>DB-SE-C Cimientos</u>
	DB-SE-A Acero
	<u>DB-SE-F Fábrica</u>
	DB-SE-M Madera
Seguridad en caso de incendio (SI)	<u>SI 1: Propagación interior</u>
	<u>SI 2: Propagación exterior</u>
	SI 3: Evacuación de ocupantes
	SI 4: Instalaciones de protección contra incendios
	SI 5: Intervención de bomberos
	<u>SI 6: Resistencia estructural al incendio</u>
Seguridad de utilización (SU) y accesibilidad	<u>SUA 1: Seguridad frente al riesgo de caídas</u>
	SUA 2: Seguridad frente al riesgo de impacto o de atrapamiento
	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
	<u>SUA 9: Accesibilidad</u>

EXIGENCIAS	DOCUMENTOS BÁSICOS
Salubridad (HS) “Higiene, salud y protección del medio ambiente”	HS 1: Protección frente a la humedad
	HS 2: Recogida y evacuación de residuos
	HS 3: Calidad del aire interior
	HS 4: Suministro de agua
	HS 5: Evacuación de aguas
	HS 6: Protección frente a la exposición al radón
Protección frente al ruido (HR)	
Ahorro de energía (HE)	HE0: Limitación del consumo energético
	HE 1: Limitación de demanda energética
	HE 2: Rendimiento de las instalaciones 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

El CTE se estructura en dos partes:

- La [parte I](#) contiene las disposiciones y condiciones generales de aplicación del CTE y las exigencias básicas que deben cumplir los edificios.
- La [parte II](#), formada por los Documentos Básicos, que permiten cumplir las exigencias básicas. Estos documentos están basados en el conocimiento consolidado de las distintas técnicas constructivas, tienen un carácter abierto y evolutivo, para actualizarse en función de los avances técnicos y las demandas sociales que se vayan produciendo.

Estos documentos, en su versión actualizada, pueden descargarse directa y gratuitamente de la web <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-documentoscte.html>

Además, se han elaborado otros documentos y herramientas, para ayudar a la interpretación y aplicación del reglamento, como son los Documentos Básicos con comentarios, los Documentos de Apoyo o Guías de aplicación; que pueden consultarse en la propia página web www.codigotecnico.org

EL CTE Y LOS PREFABRICADOS DE HORMIGÓN

La primera observación que debe realizarse es que el CTE, en general, no se centra en los productos o componentes de los edificios, y sí en cambio en los sistemas constructivos, salvo algún caso muy puntual en el que se definen las especificaciones de algún producto (referencias a normas, etc.) Por ejemplo, en los elementos prefabricados destinados a forjados, ya tengan marcado CE (losas alveolares, prelosas, viguetas y bovedillas, o elementos para forjados nervados) o no (casetones), deben ser las soluciones o elementos constructivos de los que forman parte (es decir, el forjado completo con todas sus capas y componentes) los que cumplan los requisitos establecidos en el CTE (por ejemplo, un determinado índice de transmisión a ruido por impacto (DB-HR) o una resistencia al fuego determinada (DB-SI)).

En esta guía, se han agrupado los prefabricados de hormigón en varias tipologías constructivas, con el fin de determinar la aplicabilidad o no de los distintos Documentos Básicos:

- Prefabricados estructurales: elementos para forjados (EF), elementos estructurales (EE) y elementos de cimentación (EC).
- Fábricas: bloques (BQ).
- Revestimientos de cubierta (RC): tejas de hormigón.
- Revestimientos de fachada (RF): paneles de hormigón (formato pesado o formato ligero).
- Revestimientos de paredes y suelos (RV): adoquines, baldosas y bordillos de hormigón.
- Saneamiento (SA): tubos de hormigón, canales de desagüe y pozos de registro.
- Muros de contención (MC).

DOCUMENTOS BÁSICOS		EF	EE	EC	BQ	RC	RF	RV	SA	MC
Seguridad estructural (SE)	DB-SE-C Cimientos			X						
	DB-SE-F Fábrica				X					
Seguridad en caso de incendio (SI)	SI 1: Propagación interior	X			X					
	SI 2: Propagación exterior	X			X	X	X			
	SI 6: Resistencia estructural al incendio	X	X							
	Anejo SI C Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado	X	X							
	Anejo SI F Resistencia al fuego de los elementos de fábrica				X					
Seguridad de utilización (SU)	SU 1: Seguridad frente al riesgo de caídas							X		
Salubridad (HS) “Higiene, salud y protección del medio ambiente”	HS 1: Protección frente a la humedad				X	X	X			
	HS 5: Evacuación de aguas								X	
	HS 6: Protección frente a la exposición al radón									X
Protección frente al ruido (HR)		X			X	X	X			
Ahorro de energía (HE)	HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética	X			X	X	X			

PARTE 1: DISPOSICIONES Y CONDICIONES GENERALES DE APLICACIÓN DEL CTE

Capítulo 1. Disposiciones generales

Artículo 1. Objeto

1. 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, en desarrollo de lo previsto en la disposición adicional segunda de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

En la LOE, Ley de Ordenación de la Edificación, en el Capítulo I Disposiciones Generales, Artículo 2 Ámbito de Aplicación, en el punto 1, se dice literalmente:

“1. Esta Ley es de aplicación al proceso de la edificación, entendiendo por tal la acción y el resultado de construir un edificio de carácter permanente, público o privado, cuyo uso principal esté comprendido en los siguientes grupos:

- a) Administrativo, sanitario, religioso, residencial en todas sus formas, docente y cultural.
- b) Aeronáutico; agropecuario; de la energía; de la hidráulica; minero; de telecomunicaciones (referido a la ingeniería de las telecomunicaciones); del transporte terrestre, marítimo, fluvial y aéreo; forestal; industrial; naval; de la ingeniería de saneamiento e higiene, y accesorio a las obras de ingeniería y su explotación.
- c) Todas las demás edificaciones cuyos usos no estén expresamente relacionados en los grupos anteriores.”

Este punto nos dice que debemos de aplicar la LOE a todos los edificios incluidos en alguno de los puntos citados, independientemente de si son obra nueva o reforma.

2. El CTE establece dichas exigencias básicas para cada uno de los requisitos básicos de “seguridad estructural”, “seguridad en caso de incendio”, “seguridad de utilización y accesibilidad”, “higiene, salud y protección del medio ambiente”, “protección contra el ruido” y “ahorro de energía y aislamiento térmico”, y proporciona procedimientos que permiten acreditar su cumplimiento con suficientes garantías técnicas.

4. Las exigencias básicas deben cumplirse en el proyecto, la construcción, el mantenimiento y la conservación de los edificios y sus instalaciones.

Artículo 2. Ámbito de aplicación

1. El CTE será de aplicación, en los términos establecidos en la LOE y con las limitaciones que en el mismo se determinan, a las edificaciones públicas y privadas cuyos proyectos precisen disponer de la correspondiente licencia o autorización legalmente exigible.
2. El CTE se aplicará a las obras de edificación de nueva construcción, excepto a aquellas construcciones de sencillez técnica y de escasa entidad constructiva, que no tengan carácter residencial o público, ya sea de forma eventual o permanente, que se desarrollen en una sola planta y no afecten a la seguridad de las personas.
3. Igualmente, el CTE se aplicará a las obras de ampliación, modificación, reforma o rehabilitación que se realicen en edificios existentes, siempre y cuando dichas obras sean compatibles con la naturaleza de la intervención y, en su caso, con el grado de protección que puedan tener los edificios afectados. La posible incompatibilidad de aplicación deberá justificarse en el proyecto y, en su caso, compensarse con medidas alternativas que sean técnica y económicamente viables.

Artículo 3. Contenido del CTE

2. Los DB contienen:

- a) la caracterización de las exigencias básicas y su cuantificación, en la medida en que el desarrollo científico y técnico de la edificación lo permite, mediante el establecimiento de los niveles o valores límite de las prestaciones de los edificios o sus partes, entendidas dichas prestaciones como el conjunto de características cualitativas o cuantitativas del edificio, identificables objetivamente, que determinan su aptitud para cumplir las exigencias básicas correspondientes; y
- b) unos procedimientos cuya utilización acredita el cumplimiento de aquellas exigencias básicas, concretados en forma de métodos de verificación o soluciones sancionadas por la práctica. También podrán contener remisión o referencia a instrucciones, reglamentos u otras normas técnicas a los efectos de especificación y control de los materiales, métodos de ensayo y datos o procedimientos de cálculo, que deberán ser tenidos en cuenta en la redacción del proyecto del edificio y su construcción.

Artículo 4. Documentos Reconocidos y Registro General del CTE

1. Como complemento de los Documentos Básicos, de carácter reglamentario, incluidos en el CTE y con el fin de lograr una mayor eficacia en su aplicación, se crean los Documentos Reconocidos del CTE.

2. Los Documentos Reconocidos podrán tener el contenido siguiente:

- a) especificaciones y guías técnicas o códigos de buena práctica que incluyan procedimientos de diseño, cálculo, ejecución, mantenimiento y conservación de productos, elementos y sistemas constructivos;
- b) métodos de evaluación y soluciones constructivas, programas informáticos, datos estadísticos sobre la siniestralidad en la edificación u otras bases de datos;
- c) comentarios sobre la aplicación del CTE; o
- d) cualquier otro documento que facilite la aplicación del CTE, excluidos los que se refieran a la utilización de un producto o sistema constructivo particular o bajo patente.

Un Documento Reconocido que hay a disposición de los usuarios es el Catálogo Informático de Elementos Constructivos, que recoge un amplio abanico de materiales, productos y elementos constructivos para cubiertas, fachadas, huecos y particiones interiores que cuentan con las características higrotérmicas y acústicas relacionadas con las exigencias anteriormente mencionadas [\[+\]](#)

Capítulo 2. Condiciones técnicas y administrativas

Artículo 5. Condiciones generales para el cumplimiento del CTE

2.1. Los productos de construcción que se incorporen con carácter permanente a los edificios, en función de su uso previsto, llevarán el marcado CE.

Sólo es válido en los casos que sea de aplicación, es decir, que queden dentro de una norma armonizada y que dicha norma esté recogida en la lista que periódicamente publica el Diario Oficial de la Unión Europea. No obstante, en el caso de los productos prefabricados de hormigón hay muy pocas excepciones que quedan todavía hoy fuera: casetones para forjados reticulares o bovedillas para nervio in situ en forjados, por citar dos ejemplos.

2.3. Las marcas, sellos, certificaciones de conformidad u otros distintivos de calidad voluntarios que faciliten el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE, podrán ser reconocidos por las Administraciones Públicas competentes.

El empleo de distintivo de calidad de elementos prefabricados ofrece una serie de ventajas importantes, que se define en la Instrucción de Hormigón Estructural:

- Permite el empleo de coeficientes parciales de seguridad menores en acero y hormigón.
- Permite la aplicación de una mayor fuerza de tesado en el caso de aceros para armadura activa, consiguiéndose un mayor aprovechamiento de los límites resistentes del acero empleado y la reducción de la longitud de anclaje.
- Facilidad para la optimización en el cálculo y diseño de la estructura.
- El plan de control tendría un contenido más sencillo y simplificado.



Artículo 7. Condiciones en la ejecución de las obras

1.4. Durante la construcción de las obras el director de obra y el director de la ejecución de la obra realizarán, según sus respectivas competencias, los controles siguientes:

a) control de recepción en obra de los productos, equipos y sistemas que se suministren a las obras de acuerdo con el artículo 7.2;

2. Control de recepción en obra de productos, equipos y sistemas

2.1. El control de recepción tiene por objeto comprobar que las características técnicas de los productos, equipos y sistemas suministrados satisfacen lo exigido en el proyecto. Este control comprenderá (entre otros):

2.1.1. Los suministradores entregarán al constructor, quien los facilitará al director de ejecución de la obra, los documentos de identificación del producto 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:

- a) los documentos de origen, hoja de suministro y etiquetado;
- b) el certificado de garantía del fabricante, firmado por persona física; y
- c) 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.

2.2.1. El suministrador proporcionará la documentación precisa sobre:

- a) 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 de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.3; y
- b) las evaluaciones técnicas de idoneidad para el uso previsto de productos, equipos y sistemas innovadores, de acuerdo con lo establecido en el artículo 5.2.5, y la constancia del mantenimiento de sus características técnicas.

Un documento muy útil es la ficha de control documental desarrollada por ANDECE y que tiene como objetivo presentar toda la documentación pertinente que el fabricante debe proporcionar [\[+\]](#)

2.3.1. Para verificar el cumplimiento de las exigencias básicas del CTE puede ser necesario, en determinados casos, 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.

2.3.2. La realización de este control se efectuará de acuerdo con los criterios establecidos en el proyecto o indicados por la dirección facultativa sobre el muestreo del producto, los ensayos a realizar, los criterios de aceptación y rechazo y las acciones a adoptar.

La realización de ensayos siempre es la opción menos onerosa, aunque puede conducir a obtener valores más precisos de las características que se ensayen con respecto a los valores que se podrían obtener por cálculo o por referencia a la reglamentación (por ejemplo, valores tabulados). Siempre que se lleve a cabo, debe venir expresamente indicada en el proyecto y tener en cuenta en la valoración de los productos a suministrar.

PARTE 2: DOCUMENTOS BÁSICOS

DB-SE Seguridad estructural

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.
4. Las estructuras de hormigón están reguladas por la Instrucción de Hormigón Estructural vigente [\[+\]](#).

Se recomienda la utilización del documento desarrollado por ANDECE "Biblioteca de consultas. Prefabricados de hormigón en la EHE-08" [\[+\]](#)

1.2 Prescripciones aplicables conjuntamente con DB-SE

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

- DB-SE-AE Acciones en la edificación
- DB-SE-C Cimientos
- DB-SE-A Acero
- DB-SE-F Fábrica
- DB-SE-M Madera
- DB-SI Seguridad en caso de incendio

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

- NCSE Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación: NCSE-02.
- EHE Instrucción de hormigón estructural: EHE-08

4.3.3.2 Desplazamientos horizontales

- 1 Cuando se considere la integridad de los elementos constructivos, susceptibles de ser dañados por desplazamientos horizontales, tales como tabiques o fachadas rígidas, se admite que la estructura global tiene suficiente rigidez lateral, si ante cualquier combinación de acciones característica, el desplome (véase figura 4.1) es menor de: a) desplome total: 1/500 de la altura total del edificio; b) desplome local: 1/250 de la altura de la planta, en cualquiera de ellas.

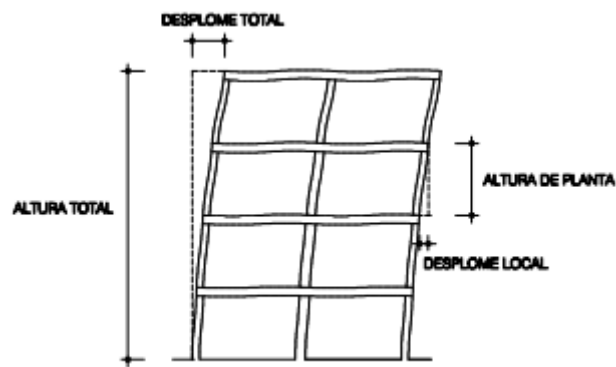


Figura 4.1 Desplomes

La condición limitativa del cumplimiento de deformaciones para garantizar la integridad de elementos constructivos tiene su lógica de aplicación para intentar que los elementos más frágiles o "dañables" de una construcción, como pueden ser tabiquerías, pavimentos, fachadas de ladrillo, ventanales, etc. no se vean perjudicados por una deformación de la estructura portante superior a lo que estos elementos unidos a ella puedan soportar sin fisurarse o colapsar.

Sin embargo, en el caso de naves o edificios industriales diáfanos en su totalidad o en el caso de las zonas diferenciadas diáfanas de ellos, por tanto, no tiene sentido la aplicación de este precepto para considerar las deformaciones máximas en la estructura portante ya que este tipo de elementos no existen y las fachadas formadas por paneles de hormigón de grandes dimensiones se vinculan a la estructura de manera articulada en todas sus uniones por lo que pueden girar sin producirse daños en ellas.

DB-SE AE Seguridad estructural. Acciones en la edificación

1. Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

1 El campo de aplicación de este Documento Básico es el de la determinación de las acciones sobre los edificios, para verificar el cumplimiento de los requisitos de seguridad estructural (capacidad portante y estabilidad) y aptitud al servicio, establecidos en el DB-SE.

El análisis de todas las estructuras prefabricadas de hormigón exige tener en cuenta su comportamiento evolutivo con el tiempo. El diseño de estructuras prefabricadas es muchas veces el diseño de estructuras combinadas en el que la aportación de materiales a la sección constructiva del elemento resistente final e incluso las condiciones de sustentación (apeos) se producen en fases temporales diferentes hasta su entrada en servicio.



2 Acciones permanentes

2.1 Peso propio

1 El peso propio a tener en cuenta es el de los elementos estructurales, los cerramientos y elementos separadores, la tabiquería, todo tipo de carpinterías, revestimientos (como pavimentos, guarnecidos, enlucidos, falsos techos), rellenos (como los de tierras) y equipo fijo.

2 El valor característico del peso propio de los elementos constructivos, se determinará, en general, como su valor medio obtenido a partir de las dimensiones nominales y de los pesos específicos medios. En el Anejo C se incluyen los pesos de materiales, productos y elementos constructivos típicos.

2.2 Pretensado

1 La acción del pretensado se evaluará a partir de lo establecido en la Instrucción EHE.

2.3 Acciones del terreno

1 Las acciones derivadas del empuje del terreno, tanto las procedentes de su peso como de otras acciones que actúan sobre él, o las acciones debidas a sus desplazamientos y deformaciones, se evalúan y tratan según establece el DB-SE-C.

3 Acciones variables

3.1 Sobrecarga de uso

1 La sobrecarga de uso es el peso de todo lo que puede gravitar sobre el edificio por razón de su uso.

3.1.2 Reducción de sobrecargas

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

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

Tabla 3.2. Coeficiente de reducción de sobrecargas

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

3 Los coeficientes de reducción anteriores podrán aplicarse simultáneamente en un elemento vertical cuando las plantas situadas por encima de dicho elemento estén destinadas al mismo uso y siempre que correspondan a diferentes usuarios, lo que se hará constar en la memoria del proyecto y en las instrucciones de uso y mantenimiento. En el caso de 1 ó 2 plantas, se puede aplicar la reducción por superficie tributaria a los elementos verticales.

El forjado horizontal en superficie, como tal estructura portante, se considera susceptible de reducción de sobrecargas en función de su superficie tributaria aunque entre paréntesis sólo se citan explícitamente las vigas y los nervios, pero no incluye específicamente a otros elementos de forjados que podrían estar dentro de esta clasificación, como sí aparece en el articulado homónimo del Eurocódigo 2 (Norma UNE-EN 1991-1) en los apartados 6.2 y 6.3, donde sí se indica expresamente que la reducción de sobrecarga (aplicado a través de un coeficiente reductor α_A) es posible realizarla en forjados portantes (de planta o de cubierta si son de un solo uso) y no sólo en elementos sueltos portantes.

Por ejemplo, para un forjado compuesto por 20 placas alveolares de canto 30 cm de 10x1,2 m de superficie (240 m² de forjado total), según la tabla 3.2, la superficie tributaria sería ≥ 100 m² por lo que el coeficiente reductor de las sobrecargas es 0,7. Por tanto, en todas las placas de este forjado podríamos aplicar una reducción de un 30% ($\times 0,7$) en el valor de las sobrecargas para su dimensionamiento.

3.2 Acciones sobre barandillas y elementos divisorios

La estructura propia de las barandillas, petos, antepechos o quitamiedos de terrazas, miradores, balcones o escaleras deben resistir una fuerza horizontal, uniformemente distribuida.

3.3 Viento

1 La acción de viento, en general una fuerza perpendicular a la superficie de cada punto expuesto, o presión estática,

3.4 Acciones térmicas

2 Las variaciones de la temperatura en el edificio conducen a deformaciones de todos los elementos constructivos, en particular, los estructurales, que, en los casos en los que estén impedidas, producen tensiones en los elementos afectados.

3 La disposición de juntas de dilatación puede contribuir a disminuir los efectos de las variaciones de la temperatura. En edificios habituales con elementos estructurales de

hormigón, pueden no considerarse las acciones térmicas cuando se dispongan juntas de dilatación de forma que no existan elementos continuos de más de 40 m de longitud. Para otro tipo de edificios, los DB incluyen la distancia máxima entre juntas de dilatación en función de las características del material utilizado.

3.5 Nieve

1 La distribución y la intensidad de la carga de nieve sobre un edificio, o en particular sobre una cubierta, depende del clima del lugar, del tipo de precipitación, del relieve del entorno, de la forma del edificio o de la cubierta, de los efectos del viento, y de los intercambios térmicos en los paramentos exteriores.

4 Acciones accidentales

4.1 Sismo

1 Las acciones sísmicas están reguladas en la NSCE, Norma de construcción sismorresistente: parte general y edificación.

4.2 Incendio

1 Las acciones debidas a la agresión térmica del incendio están definidas en el DB-SI

4.3 Impacto

1 Las acciones sobre un edificio causadas por un impacto dependen de la masa, de la geometría y de la velocidad del cuerpo impactante, así como de la capacidad de deformación y de amortiguamiento tanto del cuerpo como del elemento contra el que impacta.

4.4 Otras acciones accidentales

1 En los edificios con usos tales como fábricas químicas, laboratorios o almacenes de materiales explosivos, se hará constar en el proyecto las acciones accidentales específicas consideradas, con indicación de su valor característico y su modelo.

Anejo C. Prontuario de pesos y coeficientes de rozamiento interno

Tabla C.1 Peso específico aparente de materiales de construcción

Materiales y elementos	Peso específico aparente (kN/m³)
Hormigón ligero	9,0 a 20,0
Hormigón normal	24,0
Hormigón pesado	>28,0

En este apartado, cuyos datos no son más que una referencia, posiblemente sea más oportuno acudir al catálogo de elementos constructivos, o directamente a las fichas técnicas del fabricante si éste queda definido en proyecto.

Documento Básico SE-C Cimientos

Los principales elementos prefabricados de hormigón afectados por este documento básico son:

NORMA DE REFERENCIA	Elementos
UNE EN 12794:2006+A1:2008/AC:2009	Pilotes de cimentación
UNE EN 14991:2008	Elementos de cimentación (vigas y zapatas)
UNE EN 15258:2009	Elementos para muros de contención

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

1 El ámbito de aplicación de este DB-C es el de la seguridad estructural, capacidad portante y aptitud al servicio, de los elementos de cimentación y, en su caso, de contención de todo tipo de edificios, en relación con el terreno, independientemente de lo que afecta al elemento propiamente dicho, que se regula en los Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE.



2 Bases de cálculo

2.4 Verificaciones basadas en el formato de los coeficientes parciales

4 La comprobación de la capacidad estructural de la cimentación, como elemento estructural a dimensionar, puede realizarse con el formato general de acciones y coeficientes de seguridad incluidos en el DB-SE, y en el resto de Documentos Básicos relativos a la seguridad estructural de los diferentes materiales o la instrucción EHE, o utilizando el formato de acciones y coeficientes de seguridad incluidos a tal efecto en este DB.

Tabla 2.1. Coeficientes de seguridad parciales

γ_E el coeficiente parcial para el efecto de las acciones. Elementos de hormigón estructural cuyo nivel de ejecución es intenso o normal, valor 1,6 según la Instrucción EHE. En los casos en los que el nivel de control de ejecución sea reducido, el coeficiente γ_E debe tomarse, para situaciones persistentes o transitorias, igual a 1,8.

5 Cimentaciones profundas

5.1.1 Definiciones

1 A efectos de este DB se considerará que una cimentación es profunda si su extremo inferior, en el terreno, está a una profundidad superior a 8 veces su diámetro o ancho.

5.1.2 Tipologías

5.1.2.1 Por la forma de trabajo

1 En cuanto a la forma de trabajo, los pilotes se clasifican en:

- a) pilotes por fuste: en aquellos terrenos en los que al no existir un nivel claramente más resistente, al que transmitir la carga del pilotaje, éste transmitirá su carga al terreno fundamentalmente a través del fuste. Se suelen denominar pilotes “flotantes”;
- b) pilotes por punta: en aquellos terrenos en los que al existir, a cierta profundidad, un estrato claramente más resistente, las cargas del pilotaje se transmitirán fundamentalmente por punta. Se suelen denominar pilotes “columna”.

5.1.2.2 Por el tipo de pilote

1 Los pilotes pueden ser de naturaleza y forma muy variada. En general siempre será un elemento aproximadamente prismático cuya longitud es mucho mayor que la dimensión transversal media.

5.1.2.2.1 Por el tipo de material del pilote

1 Para la construcción de pilotes se puede utilizar, entre otros, hormigón prefabricado: podrá ser de hormigón armado (hormigones de alta resistencia) u hormigón pretensado o postensado.

5.1.2.2.3 Por el procedimiento constructivo

1 De forma general, atendiendo al modo de colocar los pilotes dentro del terreno, se considerarán los siguientes:

- a) pilotes prefabricados hincados: la característica fundamental de estos pilotes estriba en el desplazamiento del terreno que su ejecución puede inducir, ya que el pilote se introduce en el terreno sin hacer excavaciones previas que faciliten su alojamiento en el terreno. Las formas de hincar pilotes pueden ser diferentes según se use vibración o se emplee, como suele ser más frecuente, la hinca o percusión con golpes de maza (...)

5.2 Acciones a considerar

1 Además de las acciones de la estructura sobre la cimentación se tendrá en cuenta que los pilotes puedan estar sometidos a efectos “parásitos” inducidos por acciones derivadas por el movimiento del propio terreno de cimentación.

5.2.2 Rozamiento negativo

1 La situación de rozamiento negativo se produce cuando el asiento del terreno circundante al pilote es mayor que el asiento del pilote. En esta situación, el pilote soporta, además de la carga que le transmite la estructura, parte del peso del terreno.

4 El rozamiento lateral por fuste se puede reducir notablemente en pilotes prefabricados (hormigón, metálicos o madera) tratándolo mediante pinturas bituminosas.

5.3 Análisis y dimensionado

5.3.8 Consideraciones estructurales

1 En el análisis de los estados límite últimos se tendrá en cuenta que las acciones en el pilote pueden llegar a provocar el agotamiento de la capacidad estructural de su sección resistente.

5.3.8.1 Tope estructural

1 El tope estructural o carga nominal es el valor de cálculo de la capacidad resistente del pilote. Se debe comprobar que, la sollicitación axial sobre cada pilote, no supere este tope.

2 El tope estructural depende de:

- a) la sección transversal del pilote;
- b) el tipo de material del pilote;
- c) el procedimiento de ejecución;
- d) el terreno.

3 Los valores del tope estructural se adoptarán de acuerdo con la siguiente expresión:

$$Q_{\text{tope}} = \sigma \cdot A$$

siendo:

σ la tensión del pilote

Hormigón pretensado o postesado: $\sigma = 0,30 (f_{ck} - 0,9 f_p)$

f_{ck} es la resistencia característica del hormigón

f_p es la tensión introducida en el hormigón por el pretensado

A el área de la sección transversal

5.4 Condiciones constructivas y de control

5.4.1.2 Pilotes prefabricados hincados

1 Para la ejecución de los pilotes prefabricados se consideran adecuadas las especificaciones constructivas recogidas con relación a este tipo de pilotes en la norma UNE-EN 12699:2016.

5.4.2.2 Control de ejecución de pilotes prefabricados hincados

1 Los controles de todos los trabajos de realización de las diferentes etapas de ejecución de un pilote se deben ajustar al método de trabajo y al plan de ejecución establecidos en el proyecto.

6 Elementos de contención

6.1 Definiciones y tipologías

6.1.1 Pantallas

1 Se denomina pantallas a los elementos de contención de tierras que se emplean para realizar excavaciones verticales en aquellos casos en los que el terreno, los edificios u otras estructuras cimentadas en las inmediaciones de la excavación, no serían estables sin sujeción, o bien, se trata de eliminar posibles filtraciones de agua a través de los

taludes de la excavación y eliminar o reducir a límites admisibles las posibles filtraciones a través del fondo de la misma, o de asegurar la estabilidad de éste frente a fenómenos de sifonamiento. Se construyen desde la superficie del terreno previamente a la ejecución de la excavación y trabajan fundamentalmente a flexión. Quedan excluidas las pantallas que tienen únicamente por objeto la impermeabilización o estanqueidad.

3 La pantalla cumple una labor estructural de contención de tierras, y de impermeabilización del vaso, pero no puede considerarse un elemento totalmente terminado ni absolutamente impermeable, dadas las características intrínsecas del material y del proceso de ejecución. En cualquier caso, será necesario prever un acabado final de su superficie, ya que se hormigona contra el propio terreno.

Tabla 6.1. Tipos de pantallas

Pantallas de elementos prefabricados
Tablestacas hincadas de hormigón armado o pretensado
De paneles de hormigón armado o pretensado que se colocan en una zanja previamente excavada

6.1.1.3 Pantallas de tablestacas

1 Se consideran como tales las alineaciones de paneles prefabricados o tablestacas, que se hincan en el terreno a golpes o por vibración para constituir, debidamente enlazadas, pantallas resistentes o de impermeabilización, que sirvan de protección para la ejecución de otras obras.

6.1.2 Muros

1 Los muros se definen como elementos de contención destinados a establecer y mantener una diferencia de niveles en el terreno con una pendiente de transición superior a lo que permitiría la resistencia del mismo, transmitiendo a su base y resistiendo con deformaciones admisibles los correspondientes empujes laterales. En el caso de muros de sótano, éstos se utilizan para independizar una construcción enterrada del terreno circundante.

4 Por los materiales empleados, los muros generalmente son de hormigón en masa o armado, mampostería o fábrica.

5 Por su concepto estructural, se distinguen, entre otros, los muros de gravedad, de gravedad aligerados, de contrafuertes, en L o en ménsula, de sótano y los realizados por bataches a medida que se ejecuta la excavación.

6 Los muros de gravedad son elementos de contención cuyas dimensiones son suficientemente grandes como para equilibrar los empujes únicamente por su peso, sin que se produzcan tracciones en la fábrica u hormigón o siendo éstas despreciables. Estos muros en general no precisan armadura y son los más resistentes a los agentes destructivos.

7 En el caso de muros de gravedad aligerados, al reducirse el espesor del alzado del muro, las pequeñas tracciones correspondientes se absorben con una ligera armadura. El pie ha de sobresalir en ménsula para mantener el ancho de base necesario, por lo que es necesaria también la colocación de armadura en la base de la zapata.

6.3 Análisis y dimensionado

6.3.2.4.2.1 Pantallas de tablestacas

1 Tablestacas de hormigón armado y pretensado:

- a) se dimensionarán para que resistan los máximos esfuerzos mayorados durante el servicio, los esfuerzos que puedan producirse durante la hincada y los que se produzcan durante el transporte, igualmente mayorados. La forma de comprobación de la resistencia, de la sección transversal, en función de las características resistentes del hormigón y del acero, será la indicada en la Instrucción EHE;
- b) el recubrimiento del acero de las armaduras debe ser mayor o igual que 3 cm en agua dulce, y que 4 cm en agua salada y cumplirá las condiciones definidas en este DB y en la Instrucción EHE.

6.3.3 Muros

2 El cálculo estructural de las secciones de hormigón se efectuará considerando los coeficientes de seguridad definidos en la tabla 2.1, según los criterios definidos en este DB y de acuerdo con la Instrucción EHE.

3 Por la forma de ejecución, no se fija una limitación a la resistencia característica del hormigón ni al recubrimiento de las armaduras.

Anejo F. Modelos de referencia para el cálculo de cimentaciones y elementos de contención

F.2. Cimentaciones profundas

F.2.1 Determinación de la resistencia de hundimiento mediante soluciones analíticas

F.2.1.1 Suelos granulares

1 La resistencia unitaria de hundimiento por punta de pilotes en suelos granulares se podrá estimar con la expresión siguiente:

$$q_p = f_p \cdot \sigma'_{vp} \cdot N_q \leq 20 \text{ MPa}$$

siendo:

$f_p = 3$ para pilotes hincados;

σ'_{vp} la presión vertical efectiva al nivel de la punta antes de instalar el pilote;

N_q el factor de capacidad de carga

La resistencia unitaria por fuste en suelos granulares se podrá estimar con la expresión siguiente:

$$t_f = \sigma'_{v'} \cdot K_f \cdot f \cdot \tan \varphi \leq 120 \text{ kPa}$$

siendo:

$\sigma'_{v'}$ la presión vertical efectiva al nivel considerado;

K_f el coeficiente de empuje horizontal;

f el factor de reducción del rozamiento del fuste;

φ el ángulo de rozamiento interno del suelo granular.

5 Para pilotes prefabricados de hormigón se tomará $f = 0,9$.

Documento Básico SE-F Fábrica

Los principales elementos prefabricados de hormigón afectados por este documento básico son:

NORMA DE REFERENCIA	Elementos
UNE EN 771-3:2011+A1:2016 (UNE 127771-3:2008)	Bloques y ladrillos de hormigón

1 Generalidades

1.1 Ámbito de aplicación

1 El campo de aplicación de este DB es el de la verificación de la seguridad estructural de muros resistentes en la edificación realizados a partir de piezas relativamente pequeñas, comparadas con las dimensiones de los elementos, asentadas mediante mortero, tales como fábricas de bloques de hormigón, incluyendo el caso de que contengan armaduras activas o pasivas en los morteros o refuerzos de hormigón armado.



2 Quedan excluidos de este DB los muros de carga que carecen de elementos destinados a asegurar la continuidad con los forjados (encadenados), tanto los que confían la estabilidad al rozamiento de los extremos de las viguetas, como los que confían la estabilidad exclusivamente a su grueso o a su vinculación a otros muros perpendiculares sin colaboración de los forjados. También quedan excluidas aquellas

fábricas construidas con piezas colocadas “en seco” (sin mortero en las juntas horizontales).

Este documento básico se basa en gran parte en la normativa europea en lo que a las estructuras de fábrica se refiere (Eurocódigo 6) contemplando En toda su amplitud las posibilidades técnicas y constructivas de los materiales prefabricados de hormigón.

Se recomienda acceder al manual técnico de bloques de hormigón desarrollado por NORMABLOC, que profundiza en aspectos como los distintos componentes de las fábricas, su organización constructiva, tipos estructurales, el diseño de las fábricas, su funcionalidad y durabilidad, los controles de recepción y de puesta en obra, ejecución, el marcado CE o el cálculo. Descarga en [\[+\]](#)

1.2 Consideraciones previas

1 Este DB establece condiciones tanto para elementos de fábrica sustentante, la que forma parte de la estructura general del edificio, como para elementos de fábrica sustentada, destinada sólo a soportar las acciones directamente aplicadas sobre ella, y que debe transmitir a la estructura general.

5 Para hormigones y aceros de armar, en todo lo que no contradiga este DB, será de aplicación la instrucción de hormigón estructural EHE.

2 Bases de cálculo

2.1 Generalidades

2.2 Juntas de movimiento

1 Se dispondrán juntas de movimiento para permitir dilataciones térmicas y por humedad, fluencia y retracción, las deformaciones por flexión y los efectos de las tensiones internas producidas por cargas verticales o laterales, sin que la fábrica sufra daños, teniendo en cuenta, para las fábricas sustentadas.

Tabla 2.1 Distancia entre juntas de movimiento de fábricas sustentadas

Tipo de fábrica	Distancia entre las juntas (m)
De piezas de hormigón celular en autoclave	22
De piezas de hormigón ordinario	20
De piezas de hormigón ligero de piedra pómez o arcilla expandida	15

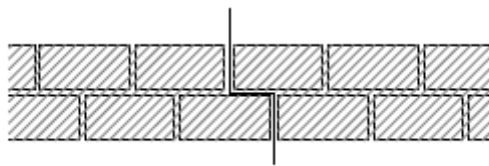


Figura 2.1 Junta de movimiento con solape. Esquema en planta

3 Durabilidad

1 La durabilidad de un paño de fábrica es la capacidad para soportar, durante el periodo de servicio para el que ha sido proyectado el edificio, las condiciones físicas y químicas a las que estará expuesto.

2 La estrategia dirigida a asegurar la durabilidad considera:

- a) la clase de exposición a la que estará sometido el elemento;
- b) composición, propiedades y comportamiento de los materiales.

3.1 Clase de exposición

1 La clase de exposición define la agresividad del medio en el que debe mantenerse el elemento sin menoscabo de sus propiedades.

2 En las tablas 3.1 y 3.2 se describen las clases de exposición a las que puede estar expuesto un elemento. Para la asignación de la clase o clases a un elemento de fábrica, además de cuestiones relativas al entorno (orientación, salinidad del medio, ataque químico, etc.), se debe tener en cuenta la severidad de la exposición local a la humedad, es decir: la situación del elemento en el edificio y el efecto de ciertas soluciones constructivas (tales como la protección que pueden ofrecer aleros, cornisas y albardillas, dotados de un goterón adecuadamente dimensionado) y el efecto de revestimientos y chapados protectores.

Tabla 3.1 Clases generales de exposición

Clases de exposición generales	Interior	I	No agresiva
	Exterior	IIa	Humedad media
		IIb	Humedad alta
	Medio marino	IIIa	Marino aéreo
		IIIb	Marino sumergido
		IIIc	Marino alternado
	Otros cloruros (no marinos)	IV	

Tabla 3.2 Clases específicas de exposición

Clases de exposición específicas	Química agresiva	Qa	Débil
		Qb	Media
		Qc	Fuerte
	Con heladas	H	Sin sales fundentes
		F	Con sales fundentes
		E	Erosión

3.2 Adecuación de los materiales

Tabla 3.3 Restricciones de uso de los componentes de las fábricas

Elementos	Clases de exposición													Temperaturas	
	Generales							Específicas							
	I	IIa	IIb	IIIa	IIIb	IIIc	IV	Qa	Qb	Qc	H	F	E	B	A
Bloque de hormigón espumado	-	D	D	X	X	X	X	X	X	X	D	X	X		D
Bloque de hormigón con cemento CEM III y CEM IV	-	-	-	-	-	-	R	R	X	X	R	R	X	-	R

Sin restricciones

R con algunas reservas

D puede emplearse si se protege

X no debe usarse

B Temperaturas superiores a 100 °C

A Temperaturas de incendio superiores a 900 °C.

4 Materiales

4.1 Piezas

Tabla 4.1 Grupos de piezas

Característica	Maciza	Perforada hormigón	Aligerada hormigón	Hueca hormigón
Volumen de huecos (% del bruto)	≤ 25	≤ 50	≤ 60	≤ 70
Volumen de cada hueco (% del bruto)	$\leq 12,5$	≤ 25	≤ 25	≤ 25
Espesor combinado (% del ancho total)	$\geq 37,5$	≥ 20	≥ 20	

4.3 Hormigón

1 El hormigón empleado para el relleno de huecos de la fábrica armada se caracteriza, a efectos de cálculo, por los valores de f_{ck} (resistencia característica a compresión) y de f_{cvk} (resistencia característica a corte) asociado al anterior para la aplicación de este DB, de la tabla 4.2.

Tabla 4.2 Resistencia del hormigón

Resistencia característica a compresión f_{ck} (N/mm ²)	20	25
Resistencia característica a corte f_{cvk} (N/mm ²)	0,39	0,45

2 El tamaño máximo del árido no será mayor que 10 mm cuando el hormigón rellene huecos de dimensión no menor que 50 mm, o cuando el recubrimiento de las armaduras esté entre 15 y 25 mm. No será mayor que 20 mm cuando el hormigón rellene huecos de dimensión no menor que 100 mm o cuando el recubrimiento de la armadura no sea menor que 25 mm.

4.6 Fábricas

4.6.1 Categoría de la ejecución

1 A efectos de cálculo se consideran tres categorías de ejecución: A, B y C. En los elementos de fábrica armada se especificará sólo clases A o B. En los elementos de fábrica pretensada se especificará clase A.

CATEGORÍA A:

- a) Se usan piezas que dispongan certificación de sus especificaciones sobre tipo y grupo, dimensiones y tolerancias, resistencia normalizada, succión, y retracción o expansión por humedad.

- b) El mortero dispone de especificaciones sobre su resistencia a la compresión y a la flexotracción a 7 y 28 días.
- c) La fábrica dispone de un certificado de ensayos previos a compresión según la norma UNE EN 1052-1:1999, a tracción y a corte según la norma UNE EN 1052-4:2001.
- d) Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

CATEGORÍA B

- a) Las piezas están dotadas de las especificaciones correspondientes a la categoría A, excepto en lo que atañe a las propiedades de succión, de retracción y expansión por humedad.
- b) Se dispone de especificaciones del mortero sobre sus resistencias a compresión y a flexotracción a 28 días.
- c) Durante la ejecución se realiza una inspección diaria de la obra ejecutada, así como el control y la supervisión continuada por parte del constructor.

CATEGORÍA C

Cuando no se cumpla alguno de los requisitos establecidos para la categoría B.

4.6.2 Resistencia a compresión

1 Se define resistencia característica a la compresión de la fábrica, f_k , a la que puede determinarse mediante ensayos sobre probetas de fábrica según los criterios que se indican en las normas UNE EN 1052, partes 1 a 4. Por tratarse de un material que no es isótropo, la resistencia se refiere a la dirección en que actúa el esfuerzo.

2 La resistencia característica a la compresión de la fábrica, f_k , correspondiente a un esfuerzo normal a los tendeles, se podrá tomar por referencia a los valores de la tabla 4.4, que recoge los casos más usuales, o en general, deducirla de las expresiones del Anejo C.

Tabla 4.4 Resistencia característica a la compresión de fábricas usuales f_k (N/mm²)

Resistencia normalizada de las piezas f_b (N/mm ²)	5		10		15		20		25
Resistencia del mortero f_m (N/mm ²)	5	7,5	5	7,5	7,5	10	10	15	15
Bloques aligerados	2	2	3	4	5	5	6	7	8
Bloques huecos	2	2	2	3	4	4	5	6	6

4.6.3 Resistencia a cortante

1 Como resistencia característica a cortante, f_{vk} , de una fábrica con mortero ordinario y juntas llenas se puede tomar:

- mortero ordinario y juntas llenas $f_{vk} = f_{vko} + 0,36 \cdot \sigma_k \leq 0,065 f_b$
- mortero ordinario y llagas a hueso $f_{vk} = f_{vko} + 0,45 \cdot \sigma_k \leq 0,045 f_b$
- mortero ordinario y tendel hueco $f_{vk} = f_{vko} g/t + 0,36 \cdot \sigma_{kd} \leq 0,050 f_b$

sin superar el valor límite de la tabla 4.5, donde:

f_{vko} es la resistencia a corte puro, con tensión de compresión nula, que puede determinarse de la tabla 4.5 para morteros ordinarios;

σ_k si hay compresión, la tensión característica normal media perpendicular a la tabla, debida a la compresión debida a las cargas permanentes sobre el nivel considerado,

f_b es la resistencia normalizada a compresión de las piezas de fábrica, con el esfuerzo actuando perpendicular a la tabla,

g/t en fábrica de tendeles huecos, la relación de ancho total de las dos bandas de mortero, cada una de ancho no menor de 30 mm, en los bordes exteriores de la pieza, maciza, a ancho total de muro. (véase figura 6.4).

Tabla 4.5 Resistencia característica a cortante para fábricas de mortero ordinario

Tipos de piezas	f_{vko} (N/mm ²)			Límite de f_{vk} (N/mm ²)			Mortero
	M1	M2,5	M10	M1	M2,5	M10	
Macizas	0,1	0,15	0,2	1,2	1,5	1,7	
Perforadas	0,1	0,15	0,2	1,4	1,2	1,0	
Aligeradas	0,1	0,15	0,2	*	*	*	
Huecas	0,1	0,2	0,3	*	*	*	

* Sin más limitaciones, que las obtenidas a partir de la expresión primera: $f_{vk} = f_{vko} + 0,36 \cdot \sigma_k \leq 0,065 f_b$

4.6.4 Resistencia a flexión

1 En función del plano de rotura, se pueden considerar dos resistencias características a flexión:

- a) f_{xk1} , si el plano de rotura es paralelo a los tendeles.
- b) f_{xk2} , si el plano de rotura es perpendicular a los tendeles

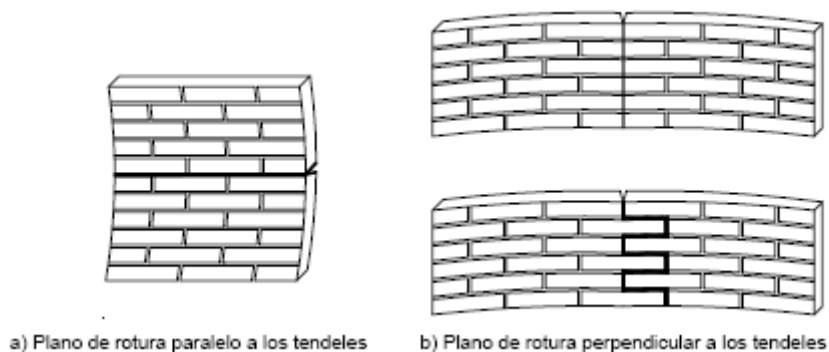


Tabla 4.6 Resistencia a flexión de la fábrica (N/mm²)

Tipo de pieza	Morteros ordinarios				Morteros de junta delgada		Morteros delgados	
	$f_m < 5$ N/mm ²		$f_m \geq 5$ N/mm ²					
	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}	f_{xk1}	f_{xk2}
Hormigón ordinario	0,05	0,20	0,10	0,40	0,20	0,30	-	-
Hormigón celular de autoclave	0,05	0,40	0,10	0,40	0,15	0,20	0,10	0,15

4.6.5 Deformabilidad

1 El diagrama tensión-deformación de la fábrica tiene la forma genérica que se representa en la figura 4.2-a.

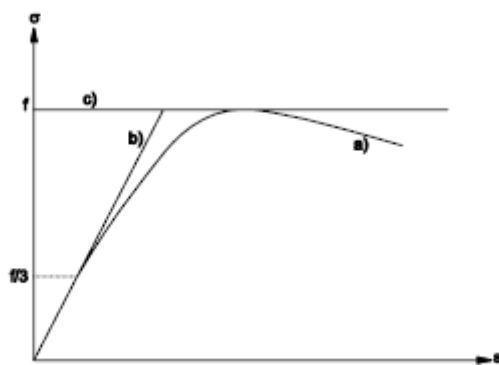


Figura 4.2. Diagramas de tensión a deformación o de las fábricas

Tabla 4.7 Deformabilidad de las fábricas

Tipo de pieza	Coeficiente final de fluencia, ϕ^∞	Retracción o expansión por humedad, (mm/m)	Coeficiente de dilatación térmica (10 ⁻⁶ m/m °C)
Hormigón ordinario	1,5	-0,2	10
Hormigón de árido ligero	2	-0,4 *	10
Hormigón celular de autoclave	1,5	0,2	8

* Para áridos ligeros de piedra pómez y de arcilla expandida; en otro caso el valor es -0,2.

4.6.6 Sección de cálculo

4.6.7 Resistencia de cálculo

1 De acuerdo con SE, la resistencia de cálculo es igual a la característica dividida por el coeficiente parcial de seguridad, γ_M , aplicable al caso.

Tabla 4.8 Coeficientes parciales de seguridad (γ_M)

Situaciones persistentes y transitorias			Categoría de la ejecución		
			A	B	C
Resistencia de la fábrica	Categoría del control de la fabricación *	I	1,7	2,2	2,7
		II	2,0	2,5	3,0

* Las piezas de categoría I tendrán una resistencia declarada, con probabilidad de no ser alcanzada inferior al 5%. Las piezas de categoría II tendrán una resistencia a compresión declarada igual al valor medio

obtenido en ensayos con la norma (UNE-EN 771-3 y UNE-EN 772-1:2011+A1:2016), si bien el nivel de confianza puede resultar inferior al 95%.

5 Comportamiento estructural

5.7 Vigas de gran canto

5.7.3 Dinteles compuestos

1 Si se emplean dinteles prefabricados de hormigón armado o pretensado para trabajar conjuntamente con la fábrica, y su rigidez es pequeña comparada con la de muro superior, se podrán aplicar los criterios de las vigas de gran canto, siempre que se justifique que la longitud de entrega en cada extremo del dintel prefabricado es suficiente, y ésta no sea menor que 100 mm.

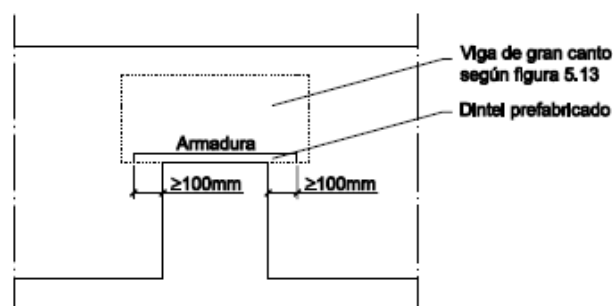


Figura 5.14 Viga de gran canto con dintel compuesto

Documento Básico SI Seguridad en caso de incendio

Los principales elementos prefabricados de hormigón afectados por este documento básico son:

NORMA DE REFERENCIA	Elementos
UNE EN 1168:2006+A3:2012	Placas alveolares (para forjados y cubiertas)
UNE EN 13224:2012	Elementos para forjados nervados (tipo $\square$)
UNE EN 13225:2013	Elementos lineales estructurales
UNE EN 13693:2005+A1:2010	Elementos especiales para cubiertas
UNE EN 13747:2006+A2:2011	Prelosas para forjados
UNE EN 14843:2008	Escaleras
UNE EN 14992:2008+A1:2012 (UNE 127992-1:2019)	Elementos de muros (Complemento nacional para los paneles de GRC)
UNE EN 15037-1:2010	Viguetas (sistemas de forjado vigueta y bovedilla)
UNE EN 15037-2:2009+A1:2011	Bovedillas de hormigón (sistemas de forjado vigueta y bovedilla)
UNE EN 771-3:2011+A1:2016 (UNE 127771-3:2008)	Bloques y ladrillos de hormigón

I Objeto

Este Documento Básico (DB) tiene por objeto establecer reglas y procedimientos que permiten cumplir las exigencias básicas de seguridad en caso de incendio. El objetivo del 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.

II Ámbito de aplicación

Este documento básico especifica parámetros objetivos y procedimientos de aplicación en los edificios 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 establecimientos industriales” [\[+\]](#).

A efectos de aplicar el DB SI o el RSCIEI, lo relevante no es si un edificio es una “nave industrial”, ya sea desde el punto de vista urbanístico o desde el constructivo, sino si la actividad principal del establecimiento

implantado en ella es o no industrial, conforme a la definición que el citado reglamento hace de dicha actividad.

La aplicación de las condiciones del DB SI es exigible en la medida en que exista riesgo para las personas y voluntaria si únicamente existe riesgo para los bienes.

V Condiciones de comportamiento ante el fuego de los productos de construcción y de los elementos constructivos.

1 Este DB establece las condiciones de reacción al fuego y de resistencia al fuego de los elementos constructivos conforme a las nuevas clasificaciones europeas establecidas mediante el Real Decreto 842/2013 de 31 de octubre [\[+\]](#) y a las normas de ensayo y clasificación que allí se indican.

Sección SI 1 Propagación interior

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

1 Compartimentación en sectores de incendio

1 Los edificios se deben compartimentar en sectores de incendio según las condiciones que se establecen en la tabla 1.1 de esta Sección.

Los sectores de incendio se refieren a aquellos espacios de un edificio separados de otras zonas del mismo por elementos constructivos delimitadores resistentes al fuego durante un período de tiempo determinado, en el interior del cual se puede confinar (o excluir) el incendio para que no se pueda propagar a (o desde) otra parte del edificio.

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

Tabla 1.2 Resistencia al fuego de las paredes, techos y puertas que delimitan sectores de incendio (1) (2)

Paredes y techos (3) que separan al sector considerado del resto del edificio, siendo su uso previsto (4):	Plantas bajo rasante	Resistencia al fuego Plantas sobre rasante en edificio con altura de evacuación		
		$h \leq 15$ m	$15 < h \leq 28$ m	$h > 28$ m
Sector de riesgo mínimo en edificios de cualquier uso	No se admite	EI 120	EI 120	EI 120
Residencial vivienda, resid. público, docente, administrativo	EI 120	EI 60	EI 90	EI 120
Comercial, pública concurrencia, hospitalario	EI 120 (5)	EI 90	EI 120	EI 180
Aparcamiento (6)	EI 120 (7)	EI 120	EI 120	EI 120

Ver notas de (1) a (7) en el propio documento.

Dado que las viviendas unifamiliares de un mismo proyecto se consideran un mismo “edificio”, las separaciones entre ellas no se consideran medianería ni precisan separar sectores de incendio diferentes, por lo que no es preciso aplicarles las condiciones de fachadas y cubiertas que se establecen en SI 2, sino únicamente la separación EI 60 exigible entre viviendas de un mismo edificio. Entre viviendas de edificios diferentes sí son aplicables las condiciones de SI 2.

La misión de la resistencia al fuego es determinar el tiempo que un elemento o sistema constructivo es capaz de mantener las características relacionadas con su capacidad portante y/o integridad y/o aislamiento cuando está expuesto a temperaturas similares a las que pueden encontrarse en un incendio totalmente desarrollado (cerca de los 1.000°C).

- R: Capacidad portante del elemento, es la capacidad del elemento constructivo de soportar, durante un periodo de tiempo y sin pérdida de la estabilidad estructural, la exposición al fuego en una o más caras, bajo acciones mecánicas definidas.
- E: Integridad del elemento, es la capacidad que tiene el elemento constructivo con función separadora, de soportar la exposición al fuego solamente en una cara, sin que exista transmisión del fuego a la cara no expuesta debido al paso de llamas o de gases calientes. Esto puede producir la ignición de la superficie no expuesta o de cualquier material adyacente a esa superficie.
- I: Aislamiento térmico, es la aptitud del elemento constructivo para soportar la exposición al fuego en un solo lado, sin que se produzca la transmisión del incendio debido a una transferencia de calor significativa desde el lado expuesto al no expuesto. La transmisión debe limitarse de forma que no se produzca la ignición de la superficie no expuesta, ni de cualquier material situado en la

proximidad a esa superficie. El elemento también debe constituir una barrera para el calor, suficiente para proteger a las personas próximas a él.

Además, es posible evaluar otras características como por ejemplo la radiación o la estanquidad ante el humo. Dado que las muestras que se ensayan en resistencia al fuego son sistemas constructivos completos, los ensayos se llevan a cabo en hornos de ensayo especiales donde se instalan unos bastidores con las muestras.

La escala de tiempo normalizada según esta norma UNE es 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180 y 240 minutos. Con esta clasificación, las clases se indican de la siguiente forma:

- R(t): tiempo que se cumple la estabilidad al fuego o capacidad portante, durante un mínimo de tiempo t.
- RE(t): tiempo que se cumple la estabilidad y la integridad al paso de las llamas y gases calientes, durante un mínimo de tiempo t.
- REI(t): tiempo que se cumple la estabilidad, la integridad y el aislamiento térmico, durante un mínimo de tiempo t.

2 Locales y zonas de riesgo especial

1 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 así clasificados deben cumplir las condiciones que se establecen en la tabla 2.2.

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

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

Ver notas de (1) a (4) en el propio documento.

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

1 Los elementos constructivos deben cumplir las condiciones de reacción al fuego que se establecen en la tabla 4.1.

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	EFL
Pasillos y escaleras protegidos	B-s1,d0	CFL-s1
Aparcamientos y recintos de riesgo especial (5)	B-s1,d0	BFL-s1
Espacios ocultos no estancos: patinillos, falsos techos (excepto los existentes dentro de las viviendas), suelos elevados, etc.	B-s3,d0	BFL-s2 (6)

Ver notas de (1) a (6) en el propio documento.

Las condiciones de la tabla 4.1 son aplicables a revestimientos, pero no a elementos estructurales lineales. El objetivo final de la medida es limitar la contribución al desarrollo de un posible incendio de los materiales combustibles presentes en el recinto y, en este sentido, es determinante la relación superficie expuesta / volumen de dicho material combustible.

La clasificación de los materiales de construcción en función de las características de reacción al fuego, como por ejemplo tendencia a arder, desarrollo de humos y goteo, viene establecida en la norma EN 13501-1. Esta clasificación no especifica el tiempo durante el cual el producto resiste al fuego:

Clase principal	Indicadores adicionales de opacidad de humo	Indicadores adicionales de caída de gotas/partículas
A1 No combustible. Sin contribución al fuego	s1 Producción baja de humos	d0 No se producen gotas/partículas
A2 No combustible. Sin contribución al fuego	s2 Producción media de humos	d1 Caída de gotas/partículas no inflamadas
B Combustible. Contribución muy limitada al fuego	s3 Producción alta de humos	D2 Caída de gotas/partículas inflamadas
C Combustible. Contribución limitada al fuego		
D Combustible. Contribución media al fuego		
E Combustible. Contribución alta al fuego		
F Sin clasificar. Sin comportamiento determinado		

La clase de reacción al fuego es o no declarable según sea exigible y su forma de determinación viene indicada en las normas de producto. Se puede obtener por dos vías:

- Valor directo: Real Decreto 842/2013, de 31 de octubre, por el que se aprueba la clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de sus propiedades de reacción y de resistencia frente al fuego. Para los casos de los productos prefabricados de hormigón, en general será la clase A1 de reacción al fuego sin necesidad de ensayo.
- Por ensayo: UNE-EN 13501-1 Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Intentan reproducir las primeras fases del incendio (inicio y desarrollo) en la que la aportación de los productos es muy importante.

Sección SI 2 Propagación exterior

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

1 Medianerías y fachadas

1 Las medianerías o muros colindantes con otro edificio deben ser al menos EI 120.

3 Con el fin de limitar el riesgo de propagación vertical del incendio por fachada entre dos sectores de incendio, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas más altas del edificio, o bien hacia una escalera o pasillo protegido desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada. En caso de existir elementos salientes aptos para impedir el paso de las llamas, la altura de dicha franja podrá reducirse en la dimensión del citado saliente

4 La clase de reacción al fuego de los sistemas constructivos de fachada que ocupen más del 10% de su superficie será, en función de la altura total de la fachada:

- D-s3,d0 en fachadas de altura hasta 10 m;
- C-s3,d0 en fachadas de altura hasta 18 m;
- B-s3,d0 en fachadas de altura superior a 18 m.

Altura de la fachada			Clase principal	Indicadores adicionales de opacidad de humo	Indicadores adicionales de caída de gotas/partículas
Desde 18 m	Hasta 18 m	Hasta 10 m	A1 No combustible. Sin contribución al fuego	s1 Producción baja de humos	d0 No se producen gotas/partículas
			A2 No combustible. Sin contribución al fuego	s2 Producción media de humos	
			B Combustible. Contribución muy limitada al fuego	s3 Producción alta de humos	
	C Combustible. Contribución limitada al fuego				
	D Combustible. Contribución media al fuego				

Dicha clasificación debe considerar la condición de uso final del sistema constructivo incluyendo aquellos materiales que constituyan capas contenidas en el interior de la solución de fachada y que no estén protegidas por una capa que sea EI30 como mínimo.

6 En aquellas fachadas de altura igual o inferior a 18 m cuyo arranque inferior sea accesible al público desde la rasante exterior o desde una cubierta, la clase de reacción al fuego, tanto de los sistemas constructivos mencionados en el punto 4 como de aquellos situados en el interior de cámaras ventiladas en su caso, debe ser al menos B-s3,d0 hasta una altura de 3,5 m como mínimo.



2 Cubiertas

1 Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior del incendio por la cubierta, ya sea entre dos edificios colindantes, ya sea en un mismo edificio, esta tendrá una resistencia al fuego REI 60, como mínimo, en una franja de 0,50 m de anchura medida desde el edificio colindante, así como en una franja de 1,00 m de anchura situada sobre el encuentro con la cubierta de todo elemento compartimentador de un sector de incendio o de un local de riesgo especial alto. Como alternativa a la condición anterior puede optarse por prolongar la medianería o el elemento compartimentador 0,60 m por encima del acabado de la cubierta.

3 Los materiales que ocupen más del 10% del revestimiento o acabado exterior de las zonas de cubierta situadas a menos de 5 m de distancia de la proyección vertical de cualquier zona de fachada, del mismo o de otro edificio, cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60, incluida la cara superior de los voladizos cuyo saliente exceda de 1 m, así como los lucernarios, claraboyas y cualquier otro elemento de iluminación o ventilación, deben pertenecer a la clase de reacción al fuego BROOF (t1).

Sección 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.

Sección 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.

Sección SI 5 Intervención de los bomberos

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

Sección 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.

1 Generalidades

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

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

2 Resistencia al fuego de la estructura

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

3 Elementos estructurales principales

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

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

Tabla 3.1 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales

Uso del sector de incendio considerado (1)	Plantas de sótano	Plantas sobre rasante de 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)		

Ver notas de (1) a (4) en el propio documento.

Tabla 3.2 Resistencia al fuego suficiente de los elementos estructurales de zonas de riesgo especial integradas en los edificios

Riesgo especial bajo	R 90
Riesgo especial medio	R 120
Riesgo especial alto	R 180

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

4 Elementos estructurales secundarios

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

6 Determinación de la resistencia al fuego

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

- a) comprobando las dimensiones de su sección transversal con lo indicado en las distintas tablas según el material dadas en los anejos C a F, para las distintas resistencias al fuego;
- b) obteniendo su resistencia por los métodos simplificados dados en los mismos anejos.
- c) mediante la realización de los ensayos que establece el Real Decreto 842/2013 de 31 de octubre.

Anejo SI C Resistencia al fuego de las estructuras de hormigón armado

C.1 Generalidades

1 En este anejo se establecen métodos simplificados y tablas que permiten determinar la resistencia de los elementos de hormigón ante la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

2 Los elementos estructurales deben diseñarse de forma que, ante el desconchado (spalling o rotura en fragmentos) del hormigón, el fallo por anclaje o por pérdida de capacidad de giro tenga una menor probabilidad de aparición que el fallo por flexión, por esfuerzo cortante o por cargas axiales.

El hormigón estructural es uno de los que mejor comportamiento tiene frente a la acción del fuego. Sin embargo, para que esa resistencia sea satisfactoria se requieren una serie de precauciones adicionales tanto en el cálculo en sí, como en los detalles constructivos [\[+\]](#)



C.2 Tablas

C.2.1 Generalidades

1 Mediante las tablas y apartados siguientes puede obtenerse la resistencia de los elementos estructurales a la acción representada por la curva normalizada tiempo-temperatura.

En general, se pueden utilizar diferentes métodos de comprobación frente al fuego que dan lugar a diferentes niveles de precisión y, consecuentemente, de complejidad.

- Clasificación por datos tabulados, siguiendo valores avalados en alguna reglamentación específica. Este método consiste en la realización de comprobaciones dimensionales de las secciones transversales y los recubrimientos mecánicos, a partir de hipótesis simplificadas;
- Clasificación por cálculo, aplicando algún método de cuantificación de la resistencia. Aquí habría que discernir entre métodos de cálculo simplificados para tipos específicos de elementos y métodos de cálculo avanzados para simular el comportamiento de la estructura o parte de sus elementos;
- Clasificación por ensayo de acuerdo a algún método normalizado.

En el caso de los ensayos, se trata del método más oneroso desde el punto de vista económico, aunque suelen conducir a resultados más fiables y ajustados a la estructura o los propios elementos que la forman. Por otro lado, los métodos directos (tablas o cálculo) son más conservadores y pueden penalizar en exceso ya que están siempre del lado de la seguridad, lo que obliga muy probablemente a un sobredimensionamiento de las estructuras, aunque no implican un sobrecoste más allá del tiempo necesario para realizar los cálculos o comprobaciones.

2 Se define como distancia mínima equivalente al eje a_m , a efectos de resistencia al fuego, al valor:

$$a_m = \frac{\sum [A_{si} f_{yki} (a_{si} + \Delta a_{si})]}{\sum A_{si} f_{yki}}$$

siendo:

A_{si} área de cada una de las armaduras i , pasiva o activa;

a_{si} distancia del eje de cada una de las armaduras i , al paramento expuesto más próximo, considerando los revestimientos en las condiciones que más adelante se establecen;

f_{yki} resistencia característica del acero de las armaduras i ;

Δa_{si} corrección debida a las diferentes temperaturas críticas del acero y a las condiciones particulares de exposición al fuego;

μ_f coeficiente de sobredimensionado de la sección en estudio, definido en el apartado 6 del SI6. Las correcciones para valores de μ_f inferiores a 0,6 en vigas, losas y forjados, sólo podrán considerarse cuando dichos elementos estén sometidos a cargas distribuidas de forma sensiblemente uniforme. Para valores intermedios se puede interpolar linealmente.

	Acero de armar		Acero de pretensar			
μ_f	Vigas y losas (forjados) *	Resto de los casos	Vigas y losas (forjados) *		Resto de los casos	
			Barras	Alambres	Barras	Alambres
$\leq 0,4$	+10	0	0	-5	-10	-15
0,5	+5		-5	-10		
0,6	0		-10	-15		

** En el caso de armaduras situadas en las esquinas de vigas con una sola capa de armadura se reducirán los valores de Δs_i en 10 mm, cuando el ancho de las mismas sea inferior a los valores de b_{min} especificados en la columna 3 de la tabla C.3.*

3 Los valores dados en las tablas siguientes son aplicables a hormigones de densidad normal, confeccionados con áridos de naturaleza silíceo. Cuando se empleen hormigones con áridos de naturaleza caliza, en vigas, losas y forjados puede admitirse una reducción de un 10% tanto en las dimensiones de la sección recta como en la distancia equivalente al eje mínimas.

4 En zonas traccionadas con recubrimientos de hormigón mayores de 50 mm debe disponerse una armadura de piel para prevenir el desprendimiento de dicho hormigón durante el periodo de resistencia al fuego, consistente en una malla con distancias inferiores a 150 mm entre armaduras (en ambas direcciones), anclada regularmente en la masa de hormigón.

C.2.2 Soportes y muros

1 Mediante la tabla C.2 puede obtenerse la resistencia al fuego de los soportes expuestos por tres o cuatro caras y de los muros portantes de sección estricta expuestos por una o por ambas caras, referida a la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras de las caras expuestas.

2 Para resistencias al fuego mayores que R 90 y cuando la armadura del soporte sea superior al 2% de la sección de hormigón, dicha armadura se distribuirá en todas sus caras. Esta condición no se refiere a las zonas de solapo de armadura.

Tabla C.2. Elementos a compresión

Resistencia al fuego	Lado menor o espesor b mín / Distancia mínima equivalente al eje am (mm) (1)		
	Soportes	Muro de carga expuesto por una cara	Muro de carga expuesto por ambas caras
R 30	150 / 15 (2)	100 / 15 (3)	120 / 15
R 60	200 / 20 (2)	120 / 15 (3)	140 / 15
R 90	250 / 30	140 / 20 (3)	160 / 25
R 120	250 / 40	160 / 25 (3)	180 / 35
R 180	350 / 45	200 / 40 (3)	250 / 45
R 240	400 / 50	250 / 50 (3)	300 / 50

(1) Los recubrimientos por exigencias de durabilidad pueden requerir valores superiores.

(2) Los soportes ejecutados en obra deben tener, de acuerdo con la Instrucción EHE, una dimensión mínima de 250 mm.

(3) La resistencia al fuego aportada se puede considerar REI.



C.2.3 Vigas

C.2.3.1 Vigas con las tres caras expuestas al fuego

Mediante la tabla C.3 puede obtenerse la resistencia al fuego de las secciones de vigas sustentadas en los extremos con tres caras expuestas al fuego, referida a la distancia mínima equivalente al eje de la armadura inferior traccionada.

Tabla C.3. Vigas con tres caras expuestas al fuego (1)

Resistencia al fuego	Dimensión mínima b mín / Distancia mínima equivalente al eje am (mm) (1)			Anchura mínima (2) del alma b _{0,mín} (mm)
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	
R 30	80 / 20	120 / 15	200 / 10	80
R 60	100 / 30	150 / 25	200 / 20	100
R 90	150 / 40	200 / 35	250 / 30	100
R 120	200 / 50	250 / 45	300 / 40	120
R 180	300 / 75	350 / 65	400 / 60	140
R 240	400 / 75	500 / 70	700 / 60	160

(1) Los recubrimientos por exigencias de durabilidad pueden requerir valores superiores.

(2) Debe darse en una longitud igual a dos veces el canto de la viga, a cada lado de los elementos de sustentación de la viga.

2 Para una resistencia al fuego R 90 o mayor, la armadura de negativos de vigas continuas se prolongará hasta el 33% de la longitud del tramo con una cuantía no inferior al 25% de la requerida en los extremos.

C.2.3.2 Vigas expuestas en todas sus caras

En este caso deberá verificarse, además de las condiciones de la tabla C.3, que el área de la sección transversal de la viga no sea inferior a $2(b_{mín})^2$.



C.2.3.5 Forjados unidireccionales

1 Si los forjados disponen de elementos de entrevigado de hormigón y revestimiento inferior, para resistencia al fuego R 120 o menor bastará con que se cumpla el valor de la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras establecidos para losas macizas en la tabla C.4, pudiéndose contabilizar, a efectos de dicha distancia, los espesores equivalentes de hormigón con los criterios y condiciones indicados en el apartado C.2.4. Si el forjado tiene función de compartimentación de incendio deberá cumplir asimismo con el espesor h_{min} establecido en la tabla C.4.

2 Para una resistencia al fuego R 90 o mayor, la armadura de negativos de forjados continuos se debe prolongar hasta el 33% de la longitud del tramo con una cuantía no inferior al 25% de la requerida en los extremos.

3 Para resistencias al fuego mayores que R 120, o bien cuando los elementos de entrevigado no sean de hormigón, o no se haya dispuesto revestimiento inferior deberán cumplirse las especificaciones establecidas para vigas con las tres caras expuestas al fuego en el apartado C.2.3.1. A efectos del espesor de la losa superior de hormigón y de la anchura de nervio se podrán tener en cuenta los espesores del solado y de las piezas de entrevigado que mantengan su función aislante durante el periodo de resistencia al fuego, el cual puede suponerse, en ausencia de datos experimentales, igual a 120 minutos.

C.2.4 Capas protectoras

1 La resistencia al fuego requerida se puede alcanzar mediante la aplicación de capas protectoras cuya contribución a la resistencia al fuego del elemento estructural protegido se determinará de acuerdo con la norma UNE-EN 13381-3:2016.

2 Los revestimientos con mortero de yeso pueden considerarse como espesores adicionales de hormigón equivalentes a 1,8 veces su espesor real. Cuando estén aplicados en techos, para valores no mayores que R 120 se recomienda que su puesta en obra se realice por proyección y para valores mayores que R 120 su aportación solo puede justificarse mediante ensayo.

C.3 Método simplificado de la isoterma 500

C.3.1 Campo de aplicación

1 Este método es aplicable a elementos de hormigón armado y pretensado, solicitados por esfuerzos de compresión, flexión o flexocompresión.

Este método se basa en la hipótesis de que el hormigón, a una temperatura mayor de 500°C se desprecia en la capacidad portante, mientras que se supone que el hormigón a una temperatura menor a 500°C retiene toda su resistencia. Por tanto, a efectos de cálculo se trabaja con una sección reducida de hormigón eliminando aquellas zonas que hayan alcanzado una temperatura superior a 500°C durante el periodo de tiempo considerado.

Se aplica para elementos de resistencia a compresión del hormigón no mayor a 50 MPa y aunque tiene ciertas limitaciones en su uso, es ampliamente utilizado por su sencillez y rapidez.

2 Para poder aplicar este método, la dimensión del lado menor de las vigas o soportes expuestos por dicho lado y los contiguos debe ser mayor que la indicada en la tabla C.6.

Tabla C.6 Dimensión mínima de vigas y soportes

Resistencia al fuego	R 60	R 90	R 120	R 180	R 240
Dimensión mínima de la sección recta (mm)	90	120	160	200	280

C.3.2 Determinación de la capacidad resistente de cálculo de la sección transversal

1 La comprobación de la capacidad portante de una sección de hormigón armado se realiza por los métodos establecidos en la Instrucción EHE, considerando:

- a) una sección reducida de hormigón, obtenida eliminando a efectos de cálculo para determinar la capacidad resistente de la sección transversal, las zonas que hayan alcanzado una temperatura superior a los 500°C durante el periodo de tiempo considerado;

- b) que las características mecánicas del hormigón de la sección reducida no se ven afectadas por la temperatura, conservando sus valores iniciales en cuanto a resistencia y módulo de elasticidad;
- c) que las características mecánicas de las armaduras se reducen de acuerdo con la temperatura que haya alcanzado su centro durante el tiempo de resistencia al fuego considerado. Se considerarán todas las armaduras, incluso aquellas que queden situadas fuera de la sección transversal reducida de hormigón.

2 La comprobación de vigas o losas sección a sección resulta del lado de la seguridad. Un procedimiento más afinado es, a través del método del apartado C.3, comprobar que, en situación de incendio, la capacidad residual a momentos de cada signo del conjunto de las secciones equilibra la carga.

C.3.3 Reducción de las características mecánicas

1 La resistencia de los materiales se reduce, en función de la temperatura que se alcance en cada punto, a la fracción de su valor característico indicada en la tabla C.7.

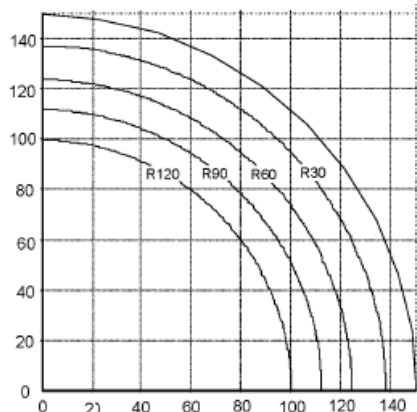
C.3.4 Isotermas

1 Las temperaturas en una estructura de hormigón expuesta al fuego pueden obtenerse de forma experimental o analítica.

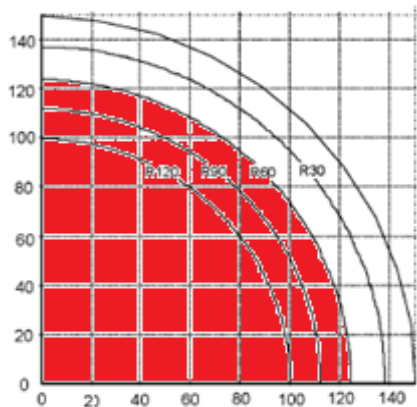
2 Las isotermas de las figuras de este apartado pueden utilizarse para determinar las temperaturas en la sección recta con hormigones de áridos silíceos y expuestas a fuego según la curva normalizada hasta el instante de máxima temperatura. Estas isotermas quedan del lado de la seguridad para la mayor parte de tipos de áridos, pero no de forma generalizada para exposiciones a un fuego distinto del normalizado.

Ejemplos de aplicación

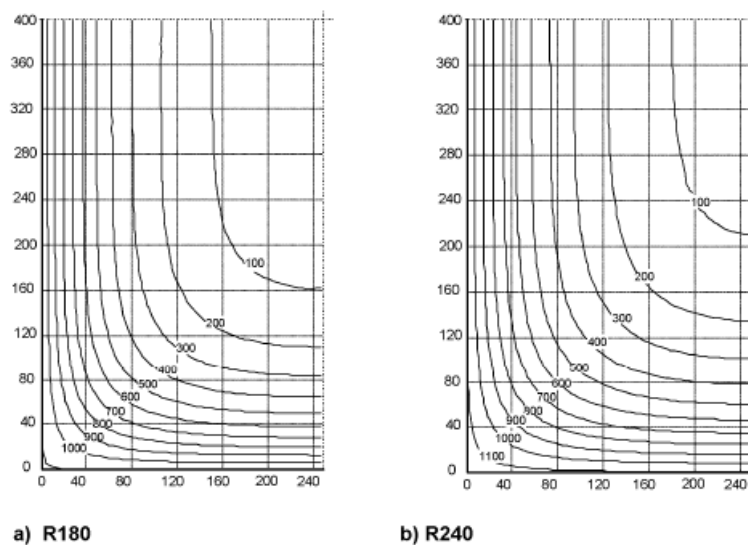
Caso 1) Pilar circular de 300 mm de diámetro



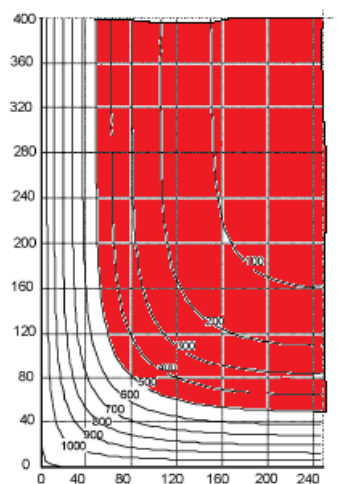
Cada línea (R30, R60,...) representa la pérdida de sección resistente que habría transcurrido el tiempo de acción del incendio (30, 60,... minutos). Para comprobar la capacidad portante en el cálculo a fuego, habría que utilizar la sección transversal reducida correspondiente a la exigencia de resistencia a fuego obtenida en el CTE (siguiendo los ejemplos iniciales) y considerando la resistencia reducida de las armaduras por efecto del incremento de temperatura. Por ejemplo, a los 60 minutos de iniciado el fuego la sección resistente se habría reducido a un nuevo diámetro de 250 mm (125x2):



Caso 2) Viga de 800x500 mm de sección



Los dos perfiles muestran la evolución de temperaturas a los 180 y 240 minutos. Para obtener la sección reducida que se necesitará en el cálculo, se toma la línea de la isoterma 500 hacia el interior.



a) R180 ■ Nueva sección resistente

Anejo SI F Resistencia al fuego de los elementos de fábrica

Tabla aplicable solamente a muros y tabiques de una hoja, sin revestir y enfoscados con mortero de cemento o guarnecidos con yeso, con espesores de 1,5 cm como mínimo. En el caso de soluciones constructivas formadas por dos o más hojas puede adoptarse como valor de *resistencia al fuego* del conjunto la suma de los valores correspondientes a cada hoja.

La clasificación que figura en las tablas para cada elemento no es la única que le caracteriza, sino únicamente la que está disponible. Por ejemplo, una clasificación EI asignada a un elemento no presupone que el mismo carezca de capacidad portante ante la acción del fuego y que, por tanto, no pueda ser clasificado también como REI, sino simplemente que no se dispone de dicha clasificación.

Tabla F.2. Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de bloques de hormigón

Tipo de cámara	Tipo de árido	Tipo de revestimiento	Espesor nominal (mm)	Resistencia al fuego
Simple	Silíceo	Sin revestir	100	EI – 15
			150	REI – 60
			200	REI – 120
	Calizo	Sin revestir	100	EI – 60
			150	REI – 90
			200	REI – 180
	Volcánico	Sin revestir	120	EI – 120
			200	REI – 180
		Guarnecido por las dos caras	90	EI – 180
		Guarnecido por la cara expuesta	120	EI – 180
		(enfoscado por la cara exterior)	200	REI – 240
Doble	Arcilla expandida	Sin revestir	150	EI – 180
		Guarnecido por las dos caras	150	RE – 240 / REI – 80

La resistencia al fuego de los bloques de hormigón depende del tipo de árido empleado (mayor si es calizo) y del espesor (100, 150 y 200 mm), no así del porcentaje de huecos o si es macizo el bloque. Es una tabla conservadora, pero muy utilizada para justificar la adecuación de los muros a las exigencias del proyecto. Si hubiera una necesidad mayor por tener la resistencia al fuego de otros tipos de bloques (por ejemplo, el espesor de 30 cm) el fabricante debe valorar si requiere hacer ensayos normalizados en un laboratorio acreditado, lo que implicaría un coste adicional.



Documento Básico SU Seguridad de utilización y accesibilidad

Los principales elementos prefabricados de hormigón afectados por este documento básico son:

NORMA DE REFERENCIA	Elementos
UNE EN 1338:2004/AC:2006 (UNE 127338:2007) (N)	Adoquines
UNE EN 1339:2004/AC:2006 (UNE 127339:2012) (N)	Baldosas
UNE EN 1340:2004 (UNE 127340:2006) (N)	Bordillos

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

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.

1 Resbaladicidad de los suelos

1. Con el fin de limitar el riesgo de resbalamiento, los suelos de los edificios o zonas de uso Residencial Público, Sanitario, Docente, Comercial, Administrativo y Pública Concurrencia, excluidas las zonas de ocupación nula definidas en el anejo SI A del DB SI, tendrán una clase adecuada conforme al punto 3 de este apartado.

2. Los suelos se clasifican, en función de su valor de resistencia al deslizamiento R_d , de acuerdo con lo establecido en la tabla 1.1:

Tabla 1.1 Clasificación de los suelos según su resbaladividad

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

El valor de resistencia al deslizamiento R_d es el valor PTV obtenido mediante el ensayo del péndulo descrito en la norma UNE 41901:2017 EX. La muestra seleccionada será representativa de las condiciones más desfavorables de resbaladividad.

El péndulo de fricción incorpora un patín deslizante, hecho de goma normalizada, fijado al extremo del péndulo. Durante la oscilación del péndulo, la fuerza de rozamiento entre el patín y la superficie de la probeta a ser ensayada se mide mediante la reducción de la longitud de la oscilación empleando una escala calibrada. El ensayo se realiza con la probeta humedecida y, si se realiza en laboratorio, en unas determinadas condiciones de temperatura y humedad. La lectura debe registrarse con apreciación de 1 PTV, es decir, la fracción 1/5 de la división de escala, como se indica en la norma. Las particularidades para realizar el ensayo en húmedo en suelos en servicio están descritas en el apartado 8 de la norma UNE 41901:2017 EX.

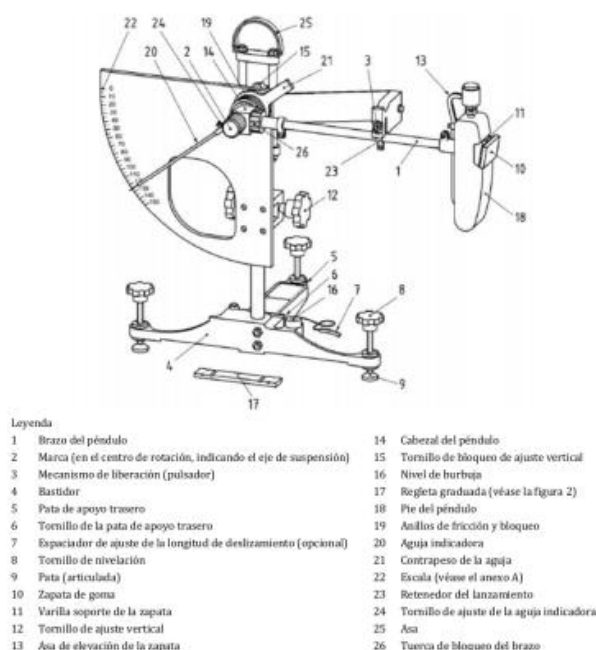


Figura 1. Péndulo de fricción

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

El Documento de Apoyo sobre resbaladividad. DA DB-SUA / 3 explicita el valor de la resistencia al deslizamiento y los procedimientos de ensayo exigidos desde el DB SUA. Este documento se complementa

con un listado de suelos considerados seguros por la Administración y que pueden utilizarse en cualquier zona del edificio sin necesidad de realizar el ensayo (siempre que su cara vista no se modifique con un tratamiento posterior como abrillantado, pulido, etc.).

Se considera que los siguientes suelos limitan de forma adecuada el riesgo de caída por resbalamiento por lo que pueden utilizarse en cualquier zona del edificio sin necesidad de realizar el ensayo, siempre que su cara vista no se modifique con un tratamiento posterior (por ejemplo, abrillantado, pulido, etc.):

- Adoquines de hormigón UNE EN 1338:2004
- Baldosas de hormigón UNE EN 1339:2004
- Bordillos de hormigón UNE EN 1340:2004

Descarga del documento en [\[+\]](#)

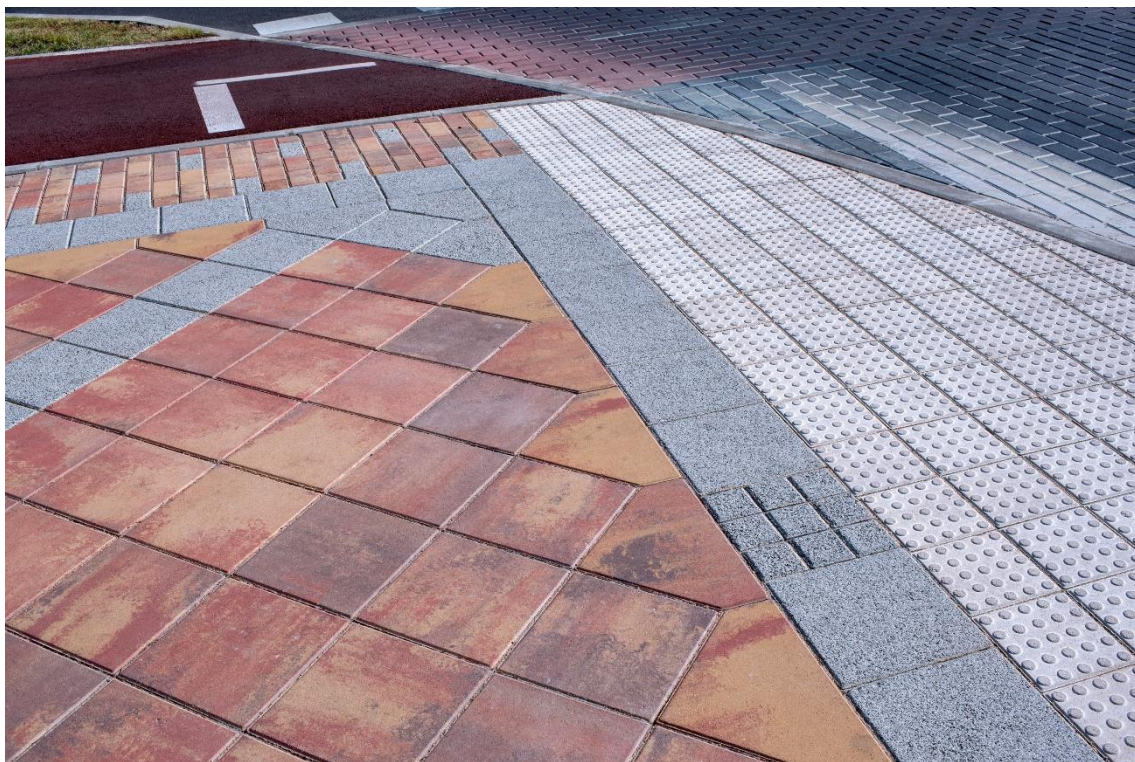


Tabla 1.2 Clase exigible a los suelos en función de su localización

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. duchas (2)	3

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

La zona que rodea la piscina acostumbra a estar húmeda. Hay una extensa gama de elementos prefabricados de hormigón tipo baldosa que se consideran seguros al ofrecer una buena resistencia al deslizamiento, al tener una rugosidad superficial mínima al tiempo que son agradables al tacto de los pies generalmente descalzos. Además, estos elementos deben ser resistentes y durables para preservar sus características ante la acción del agua o los productos químicos de la depuración, ser fáciles de limpiar y mantener, al tiempo de que ofrezcan una estética cuidada.



4 Escaleras y rampas

4.1 Escaleras de uso restringido

Uso restringido: utilización de las zonas o elementos de circulación limitados a un máximo de 10 personas que tienen el carácter de usuarios habituales, incluido el interior de las viviendas, pero excluidas las zonas comunes de los edificios de viviendas.

Anchura mínima	800 mm
Contrahuella máxima	200 mm
Huella mínima	220 mm

4.2 Escaleras de uso general

4.2.1 Peldaños

	Tramos rectos	Tramos curvos
Anchura mínima	<i>Tabla 4.1 Escaleras de uso general. Anchura mínima útil de tramo en función del uso</i> Sanitario: 1.200 o 1.400 mm. Docente, pública concurrencia o comercial: 1.200 mm. Otros: 1.000 mm.	
Contrahuella	130 a 185 mm. *	
Huella mínima	280 mm.	280 mm. (a 500 mm. del borde exterior)
Huella máxima		440 mm. (en el borde exterior)
Número mínimo de peldaños	3	
Altura máxima de tramo	2,50 m en uso Sanitario 2,10 m en escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria y edificios utilizados principalmente por ancianos	

* Excepto en escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria o secundaria y edificios utilizados principalmente por ancianos, donde la contrahuella medirá 170 mm, como máximo.

** La huella H y la contrahuella C cumplirán a lo largo de una misma escalera la relación siguiente: $540 \text{ mm} \leq 2C + H \leq 700 \text{ mm}$

*** Los tramos podrán ser rectos, curvos o mixtos, excepto en zonas de hospitalización y tratamientos intensivos, en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, donde los tramos únicamente pueden ser rectos.

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

4.2.2 Tramos

1 Excepto en los casos admitidos en el punto 3 del apartado 2 de esta Sección, cada tramo tendrá 3 peldaños como mínimo. La máxima altura que puede salvar un tramo es 2,25 m en zonas de uso público, así como siempre que no se disponga ascensor como alternativa a la escalera, y 3,20 m en los demás casos.

2 Los tramos podrán ser rectos, curvos o mixtos, excepto en zonas de hospitalización y tratamientos intensivos, en escuelas infantiles y en centros de enseñanza primaria o secundaria, donde los tramos únicamente pueden ser rectos.

3 Entre dos plantas consecutivas de una misma escalera, todos los peldaños tendrán la misma contrahuella y todos los peldaños de los tramos rectos tendrán la misma huella. Entre dos tramos consecutivos de plantas diferentes, la contrahuella no variará más de ± 1 cm. En tramos mixtos, la huella medida en el eje del tramo en las partes curvas no será menor que la huella en las partes rectas.

4 La anchura útil del tramo se determinará de acuerdo con las exigencias de evacuación establecidas en el apartado 4 de la Sección SI 3 del DB-SI y será, como mínimo, la indicada en la tabla 4.1.

Tabla 4.1 Escaleras de uso general. Anchura útil mínima de tramo en función del uso

Uso del edificio o zona	Anchura útil mínima (m) en escaleras previstas para un número de personas:			
	≤ 25	≤ 50	≤ 100	> 100
<i>Residencial Vivienda</i> , incluso escalera de comunicación con aparcamiento	1,00 ⁽¹⁾			
<i>Docente</i> con escolarización infantil o de enseñanza primaria <i>Pública concurrencia y Comercial</i>	0,80 ⁽²⁾	0,90 ⁽²⁾	1,00	1,10
<i>Sanitario</i> Zonas destinadas a pacientes internos o externos con recorridos que obligan a giros de 90° o mayores Otras zonas	1,40			
	1,20			
Casos restantes	0,80 ⁽²⁾	0,90 ⁽²⁾	1,00	

⁽¹⁾ En edificios existentes, cuando se trate de instalar un ascensor que permita mejorar las condiciones de accesibilidad para personas con discapacidad, se puede admitir una anchura menor siempre que se acredite la no viabilidad técnica y económica de otras alternativas que no supongan dicha reducción de anchura y se aporten las medidas complementarias de mejora de la seguridad que en cada caso se estimen necesarias.

⁽²⁾ Excepto cuando la escalera comunique con una zona accesible, cuyo ancho será de 1,00 m como mínimo.



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 practicables 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.

12.9. Exigencia básica SUA 9: Accesibilidad

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

1 Condiciones de accesibilidad

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

1.1 Condiciones funcionales

1.1.1 Accesibilidad en el exterior del edificio

Condiciones de SUA en espacios exteriores dentro de la parcela de un edificio: Condiciones de viales, vados, mobiliario urbano, etc. Los elementos de urbanización adscritos a un edificio (...) deben cumplir las condiciones establecidas en el DB SUA que sean aplicables a dichos elementos, entre otros aspectos itinerarios accesibles, plazas de aparcamiento accesibles, pavimento táctil, etc.

En este sentido, la superficie urbanizada de la parcela de un edificio, con sus correspondientes viales de titularidad privada, no es un “espacio público urbanizado”, por lo que la regulación que le es aplicable, no

solo en materia de accesibilidad, sino también en seguridad de utilización, no es la Orden VIV/561/2010 por la que se desarrolla el documento técnico de condiciones básicas de accesibilidad y no discriminación para el acceso y utilización de los espacios públicos urbanizados [\[+\]](#), sino el CTE DB-SUA. Para los elementos cuyas condiciones de accesibilidad no estén reguladas en el DB SUA, como vados, mobiliario urbano, etc. puede tomarse como referencia la reglamentación urbanística, en particular la Orden antes citada, en todo aquello que no sea incompatible con lo establecido en el DB.

Documento Básico HS Salubridad

Los principales elementos prefabricados de hormigón afectados por este documento básico son:

NORMA DE REFERENCIA	Elementos
UNE EN 14992:2008+A1:2012 (UNE 127992-1:2019)	Elementos de muros (Paneles de GRC)
UNE EN 771-3:2011+A1:2016 (UNE 127771-3:2008)	Bloques y ladrillos de hormigón
UNE EN 15258:2009	Elementos para muros de contención
UNE EN 490:2012+A1:2018	Tejas y piezas de hormigón para tejados y revestimiento de muros
UNE EN 1916:2008 (UNE 127916:2020)	Tubos y piezas complementarias
UNE EN 1917:2008 (UNE 127917:2015)	Pozos de registro y cámaras de inspección

I Objeto

Artículo 13. Exigencias básicas de salubridad (HS)

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.

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.

El DB-HS se aplica a los muros y los suelos que están en contacto con el terreno y a los cerramientos que están en contacto con el aire exterior (fachadas y cubiertas) de todos los edificios incluidos en el ámbito de aplicación general del CTE. Sólo aplicaría en el caso de medianerías que quedasen 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. Respecto a los locales productores de humedad (aseos, cocinas, etc.) no aplicaría, pero tiene que haber una ventilación de aire mínima para la eliminación de la condensación. No obstante, es una cuestión de diseño que no afecta de forma directa a los suministradores de materiales de construcción.

2 Diseño

2.1 Muros

2.1.1 Grado de impermeabilidad

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

Grado de impermeabilidad: número indicador de la resistencia al paso del agua característica de una solución constructiva definido de tal manera que crece al crecer dicha resistencia y, en consecuencia, cuanto mayor sea la sollicitación de humedad mayor debe ser el grado de impermeabilidad de dicha solución para alcanzar el mismo resultado. La gradación se aplica a las soluciones de cada elemento constructivo de forma independiente a las de los demás elementos. Por lo tanto, las gradaciones de los distintos elementos no son necesariamente equivalentes: así, el grado 3 de un muro no tiene por qué equivaler al grado 3 de una fachada.



2.1.2 Condiciones de las soluciones constructivas

1 Las condiciones exigidas a cada solución constructiva, en función del tipo de muro, del tipo de impermeabilización y del grado de impermeabilidad, se obtienen en la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Condiciones de las soluciones de muro

		Muro de gravedad			Muro flexorresistente			Muro pantalla		
		Imp. interi or	Imp. exterio r	Parci alme nte estan co	Imp. interior	Imp. exterio r	Parci alme nte estan co	Imp. interi or	Imp. exterio r	Parci alme nte estan co
Grado de impermeabilidad	≤ 1	I2+D1 +D5	I1+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+ D5	I1+I3+ D1+D3	D4+V 1	C1+C3 +I1+D1 +D3	I1+I3+ D1+D3	D4+V 1	C1+C 2+I1	C2+I1	D4+V 1
	≤ 3	C3+I1 +D1+ D5	I1+I3+ D1+D3	D4+V 1	C1+C3 +I1+D1 +D3	I1+I3+ D1+D3	D4+V 1	C1+C 2+I1	C2+I1	D4+V 1
	≤ 4		I1+I3+ D1+D3	D4+V 1		I1+I3+ D1+D3	D4+V 1	C1+C 2+I1	C2+I1	D4+V 1
	≤ 5		I1+I3+ D1+D2 +D3	D4+V 1		I1+I3+ D1+D2 +D3	D4+V 1	C1+C 2+I1	C2+I1	D4+V 1

2 A continuación se describen las condiciones agrupadas en bloques homogéneos.

C) Constitución del muro:

C1 Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormigón hidrófugo.

C2 Cuando el muro se construya in situ debe utilizarse hormigón de consistencia fluida.

C3 Cuando el muro sea de fábrica deben utilizarse bloques o ladrillos hidrofugados y mortero hidrófugo.

Independientemente del sistema constructivo del muro, éste deberá ser siempre hidrofugado, es decir, un hormigón fabricado con sustancias de carácter químico hidrófobo, para evitar o disminuir sensiblemente la absorción de agua.

I) Grados de impermeabilización:

I1 La impermeabilización debe realizarse mediante la colocación en el muro de una lámina impermeabilizante, o la aplicación directa in situ de productos líquidos.

I2 La impermeabilización debe realizarse mediante la aplicación de una pintura impermeabilizante o según lo establecido en I1.

I3 Cuando el muro sea de fábrica debe recubrirse por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, tal como una capa de mortero hidrófugo sin revestir, una hoja de cartón-yeso sin yeso higroscópico u otro material no higroscópico.

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.

D2 Debe disponerse en la proximidad del muro un pozo drenante cada 50 m como máximo de un diámetro interior igual o mayor que 0,7 m y debe disponer de una capa filtrante que impida el arrastre de finos y de dos bombas de achique para evacuar el agua a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

D3 Debe colocarse en el arranque del muro un tubo drenante conectado a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior y, cuando dicha conexión esté situada por encima de la red de drenaje, al menos una cámara de bombeo con dos bombas de achique.

D4 Deben construirse canaletas de recogida de agua en la cámara del muro conectadas a la red de saneamiento o a cualquier sistema de recogida para su reutilización posterior.

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.

V) Ventilación de la cámara:

V1 Deben disponerse aberturas de ventilación en el arranque y la coronación de la hoja interior.

2.1.3 Condiciones de los puntos singulares

1 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.

2.1.3.6 Juntas

1 En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con lámina deben disponerse los siguientes elementos (véase la figura 2.2):

- a) cuando la junta sea estructural, un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;
- b) sellado de la junta con una masilla elástica;
- c) pintura de imprimación en la superficie del muro extendida en una anchura de 25 cm como mínimo centrada en la junta;
- d) una banda de refuerzo del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster y de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta;
- e) el impermeabilizante del muro hasta el borde de la junta;
- f) una banda de terminación de 45 cm de anchura como mínimo centrada en la junta, del mismo material que la de refuerzo y adherida a la lámina.

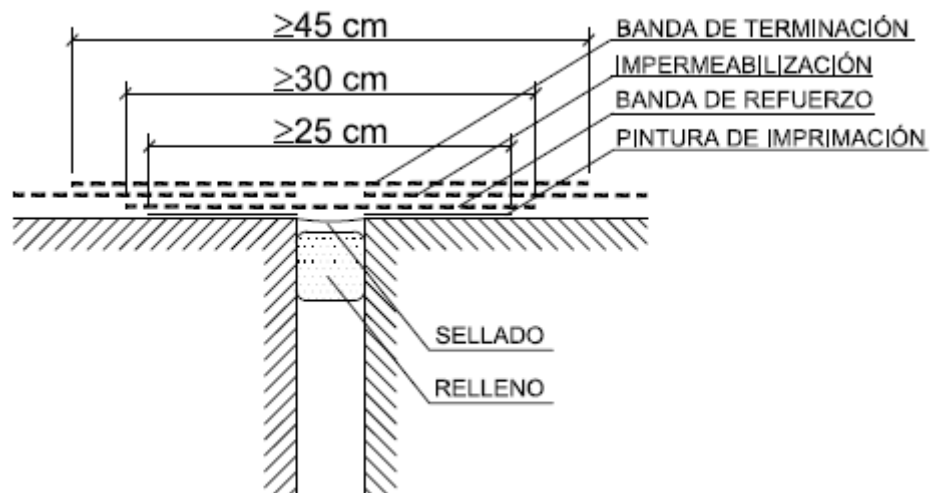


Figura 2.2 Ejemplo de junta estructural

2 En las juntas verticales de los muros de hormigón prefabricado o de fábrica impermeabilizados con productos líquidos deben disponerse los siguientes elementos:

- a) cuando la junta sea estructural, un cordón de relleno compresible y compatible químicamente con la impermeabilización;
- b) sellado de la junta con una masilla elástica;
- c) la impermeabilización del muro hasta el borde de la junta;
- d) una banda de refuerzo de una anchura de 30 cm como mínimo centrada en la junta y del mismo material que el impermeabilizante con una armadura de fibra de poliéster o una banda de lámina impermeable.

4 Las juntas horizontales de los muros de hormigón prefabricado deben sellarse con mortero hidrófugo de baja retracción o con un sellante a base de poliuretano.



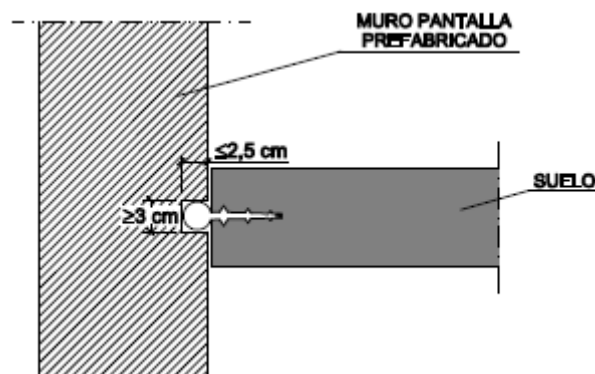
2.2 Suelos

2.2.3 Condiciones de los puntos singulares

1 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.

2.2.3.1 Encuentros del suelo con los muros

4 Cuando el muro sea prefabricado debe sellarse la junta conformada con un perfil expansivo situado en el interior de la junta.



2.3 Fachadas

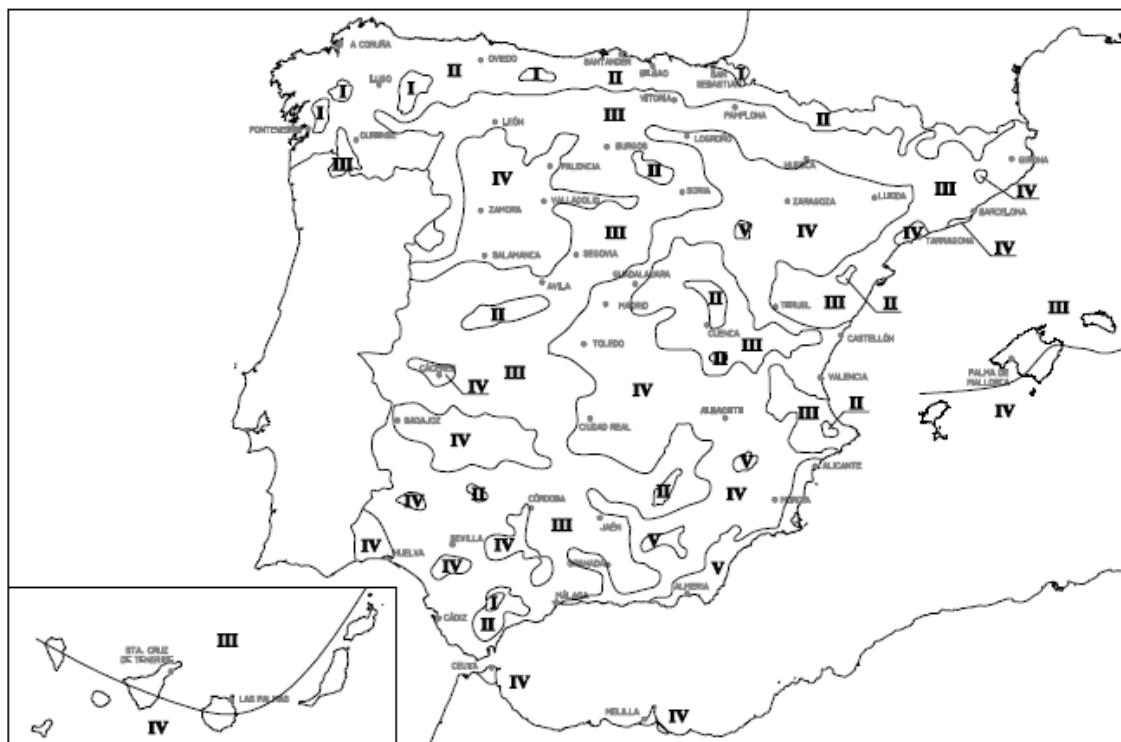
2.3.1 Grado de impermeabilidad

Tabla 2.5 Grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas

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

1 El grado de impermeabilidad mínimo exigido a las fachadas frente a la penetración de las precipitaciones se obtiene en la tabla 2.5 en función de la zona pluviométrica de promedios y del grado de exposición al viento, correspondientes al lugar de ubicación del edificio. Estos parámetros se determinan de la siguiente forma:

- a) la zona pluviométrica de promedios;



- a) 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, obtenida de la figura 2.5, y de la clase del entorno en el que está situado el edificio que será E0 cuando se trate de un terreno tipo I, II o III y E1 en los demás casos:

Terreno tipo I: Borde del mar o de un lago con una zona despejada de agua en la dirección del viento de una extensión mínima de 5 km.

Terreno tipo II: Terreno rural llano sin obstáculos ni arbolado de importancia.

Terreno tipo III: Zona rural accidentada o llana con algunos obstáculos aislados como árboles o construcciones pequeñas.

Terreno tipo IV: Zona urbana, industrial o forestal.

Terreno tipo V: Centros de negocio de grandes ciudades, con profusión de edificios en altura.

Tabla 2.6 Grado de exposición al viento

		Clase de entorno del edificio					
		E1			E0		
		Zona eólica			Zona eólica		
Altura del edificio (m)		A	B	C	A	B	C
	≤15	V3	V3	V3	V2	V2	V2
	16 – 40	V3	V2	V2	V2	V2	V1
	41 - 100	V2	V2	V2	V1	V1	V1

Figura 2.5 Zonas eólicas



2.3.2 Condiciones de las soluciones constructivas

1 Las condiciones exigidas a cada solución constructiva en función de la existencia o no de revestimiento exterior y del grado de impermeabilidad se obtienen en la tabla 2.7. En algunos casos estas condiciones son únicas y en otros se presentan conjuntos optativos de condiciones.

Tabla 2.7 Condiciones de las soluciones de fachada

		Con revestimiento exterior	Sin revestimiento exterior
Grado de impermeabilidad	≤ 1	R1+C1	C1+J1+N1
	≤ 2		B1+C1+J1+N1 C2+H1+J1+N1 C2+J2+N2 C1+H1+J2+N2
	≤ 3	R1+B1+C1 R1+C2	B2+C1+J1+N1 B1+C2+H1+J1+N1 B1+C2+J2+N2 B1+C1+H1+J2+N2
	≤ 4	R1+B2+C1 R1+B1+C2 R2+C1	B2+C2+H1+J1+N1 B2+C2+J2+N2 B2+C1+H1+J2+N2
	≤ 5	R3+B3 R1+B2+C2 +C1 R2+B1+C1	B3+C1

2 A continuación se describen las condiciones agrupadas en bloques homogéneos. En cada bloque el número de la denominación de la condición indica el nivel de prestación de tal forma que un número mayor corresponde a una prestación mejor, por lo que cualquier condición puede sustituir en la tabla a las que tengan el número de denominación más pequeño de su mismo bloque.

R) Resistencia a la filtración del revestimiento exterior:

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

- revestimientos continuos de las siguientes características:
 - espesor comprendido entre 10 y 15 mm, salvo los acabados con una capa plástica delgada;
 - adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;

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

R2 El revestimiento exterior debe tener al menos una resistencia alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los revestimientos discontinuos rígidos fijados mecánicamente dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas.

R3 El revestimiento exterior debe tener una resistencia muy alta a la filtración. Se considera que proporcionan esta resistencia los siguientes:

- revestimientos continuos de las siguientes características:
- estanquidad al agua suficiente para que el agua de filtración no entre en contacto con la hoja del cerramiento dispuesta inmediatamente por el interior del mismo;
 - adherencia al soporte suficiente para garantizar su estabilidad;
 - permeabilidad al vapor suficiente para evitar su deterioro como consecuencia de una acumulación de vapor entre él y la hoja principal;

- adaptación a los movimientos del soporte y comportamiento muy bueno frente a la fisuración, de forma que no se fisure debido a los esfuerzos mecánicos producidos por el movimiento de la estructura, por los esfuerzos térmicos relacionados con el clima y con la alternancia día-noche, ni por la retracción propia del material constituyente del mismo;
- estabilidad frente a los ataques físicos, químicos y biológicos que evite la degradación de su masa.
- revestimientos discontinuos fijados mecánicamente de alguno de los siguientes elementos dispuestos de tal manera que tengan las mismas características establecidas para los discontinuos de R1, salvo la del tamaño de las piezas:
 - escamas: elementos manufacturados de pequeñas dimensiones (pizarra, piezas de fibrocemento, madera, productos de barro);
 - laminas: elementos que tienen una dimensión pequeña y la otra grande (laminas de madera, metal);
 - placas: elementos de grandes dimensiones (fibrocemento, metal);
 - sistemas derivados: sistemas formados por cualquiera de los elementos discontinuos anteriores y un aislamiento térmico.

B) Resistencia a la filtración de la barrera contra la penetración de agua:

B1 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia media a la filtración.

- cámara de aire sin ventilar;
- aislante no hidrófilo colocado en la cara interior de la hoja principal.

B2 Debe disponerse al menos una barrera de resistencia alta a la filtración.

- cámara de aire sin ventilar y aislante no hidrófilo dispuestos por el interior de la hoja principal, estando la cámara por el lado exterior del aislante;
- aislante no hidrófilo dispuesto por el exterior de la hoja principal.

B3 Debe disponerse una barrera de resistencia muy alta a la filtración. Se consideran como tal los siguientes:

- una cámara de aire ventilada y un aislante no hidrófilo con unas características determinadas.
- revestimiento continuo de las siguientes características:

C) Composición de la hoja principal:

La hoja principal de una fachada es aquella cuya función es la de soportar el resto de las hojas y componentes de la fachada, así como, en su caso desempeñar la función estructural.

C1 Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 12 cm de bloque de hormigón.

C2 Se considera como tal una fábrica cogida con mortero de:

- 24 cm de bloque de hormigón.

H) Higroscopicidad del material componente de la hoja principal:

H1 Debe utilizarse un material de higroscopicidad baja, que corresponde a una fábrica de:

- ladrillo cerámico de succión $\leq 4,5 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}$, según el ensayo descrito en UNE EN 772-11;
- piedra natural de absorción $\leq 2\%$, según el ensayo descrito en UNE-EN 13755.

Los bloques y ladrillos de hormigón de succión $\leq 4,2 \text{ g/m}^2 \cdot \text{s}$ equivalen a $0,252 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{min}$ en las unidades empleadas para ladrillo cerámico, según el ensayo descrito en la norma UNE EN 772-11.

J) Resistencia a la filtración de las juntas entre las piezas que componen la hoja principal:

J1 Las juntas deben ser al menos de resistencia media a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;

J2 Las juntas deben ser de resistencia alta a la filtración. Se consideran como tales las juntas de mortero con adición de un producto hidrófugo, de las siguientes características:

- sin interrupción excepto, en el caso de las juntas de los bloques de hormigón, que se interrumpen en la parte intermedia de la hoja;
- juntas horizontales llagueadas o de pico de flauta;

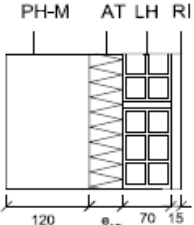
- cuando el sistema constructivo así lo permita, con un rejuntable de un mortero más rico.

N) Resistencia a la filtración del revestimiento intermedio en la cara interior de la hoja principal:

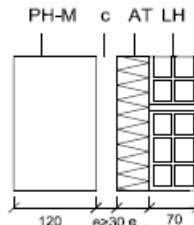
N1 Debe utilizarse al menos un revestimiento de resistencia media a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con un espesor mínimo de 10 mm.

N2 Debe utilizarse un revestimiento de resistencia alta a la filtración. Se considera como tal un enfoscado de mortero con aditivos hidrofugantes con un espesor mínimo de 15 mm o un material adherido, continuo, sin juntas e impermeable al agua del mismo espesor.

El catálogo de elementos constructivos incluye una colección de soluciones genéricas de fachadas que incorporan paneles prefabricados de hormigón. Por ejemplo, para la siguiente configuración de fachada compuesta por panel prefabricado de hormigón + aislamiento térmico + ladrillo hueco + revestimiento interior (del exterior al interior del edificio), con una resolución de las juntas con una resistencia media a la filtración (valor J1), se podría asignar un grado de impermeabilidad teórico de 2.

Sección (mm)	Datos entrada		HS	HE ⁽¹⁾	HR		
	PH		GI ^{(2) (3)}	U (W/m ² K)	R _A (dBA)	R _A II (dBA)	m (kg/m ²)
	J1'		2	$1/(0,42+R_{AT})$	52	49	374

Si además se dispone una cámara de aire no ventilada entre el panel y el aislamiento, se subiría un grado de impermeabilidad hasta 3.

	J1'		3 ⁽⁴⁾	$1/(0,59+R_{AT})$	52	49	374
---	-----	--	------------------	-------------------	----	----	-----

Si además se dispone de un sistema de recogida de agua en la parte inferior de la cámara, el grado de impermeabilidad aumentaría otro grado.

En resumen, el grado de impermeabilidad no depende sólo del panel aunque sea el primer elemento que debe proteger de la acción del agua exterior, sino de la composición total de la fachada, de forma que no

es el fabricante de los paneles prefabricados quien tiene que garantizar el grado exigible según se establezca en el proyecto, salvo que sea el fabricante quien se encargue también de la instalación completa de la fachada.

2.3.3 Condiciones de los puntos singulares

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

2.3.3.7 Antepechos y remates superiores de las fachadas

2 Deben disponerse juntas de dilatación cada dos piezas cuando sean prefabricadas.



2.4 Cubiertas

2.4.1 Grado de impermeabilidad

1 Para las cubiertas el grado de impermeabilidad exigido es único e independiente de factores climáticos. Cualquier solución constructiva alcanza este grado de impermeabilidad siempre que se cumplan las condiciones indicadas a continuación.

2.4.2 Condiciones de las soluciones constructivas

2.4.3 Condiciones de los componentes

2.4.3.1 Sistema de formación de pendientes

1 El sistema de formación de pendientes debe tener una cohesión y estabilidad suficientes frente a las sollicitaciones mecánicas y térmicas, y su constitución debe ser adecuada para el recibido o fijación del resto de componentes.

3 El sistema de formación de pendientes en cubiertas planas debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua incluida dentro de los intervalos que figuran en la tabla 2.9 en función del uso de la cubierta y del tipo de protección.

Tabla 2.9 Pendientes de cubiertas planas

Uso		Protección	Pendiente (%)
Transitables	Peatones	Solado fijo	1 – 5 *
		Solado flotante	1 – 5
	Vehículos	Capa de rodadura	1 - 15

* Para rampas no se aplica la limitación de pendiente máxima.

4 El sistema de formación de pendientes en cubiertas inclinadas, cuando éstas no tengan capa de impermeabilización, debe tener una pendiente hacia los elementos de evacuación de agua mayor que la obtenida en la tabla 2.10 en función del tipo de tejado.

Tabla 2.10 Pendientes de cubiertas inclinadas

		Pendiente mínima (%)
Teja *	Teja curva	32
	Teja mixta y plana monocal	30
	Teja plana marsellesa o alicantina	40
	Teja plana con encaje	50

Estas pendientes son para faldones menores a 6,5 m, una situación de exposición normal y una situación climática desfavorable; para condiciones diferentes a éstas, se debe tomar el valor de la pendiente mínima establecida en norma UNE 127100 ("Tejas

de hormigón. Código de práctica para la concepción y el montaje de cubiertas con tejas de hormigón”).

2.4.3.5 Capa de protección

2.4.3.5.2 Solado fijo

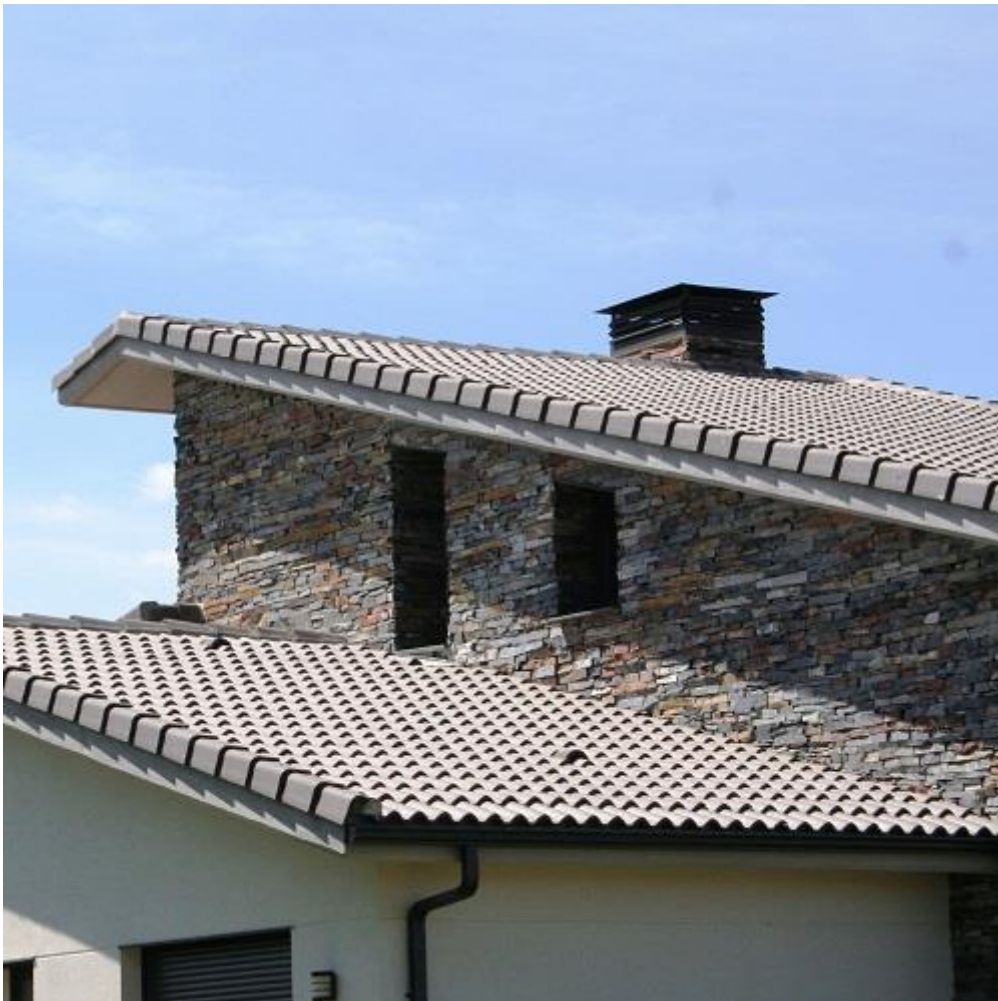
1 El solado fijo puede ser, entre otros, de baldosas recibidas con mortero o adoquín sobre lecho de arena.

2.4.3.5.3 Solado flotante

1 El solado flotante puede ser de piezas apoyadas sobre soportes, baldosas sueltas con aislante térmico incorporado u otros materiales de características análogas.

2.4.3.6 Tejado

1 Debe estar constituido por piezas de cobertura tales como tejas. El solapo de las piezas debe establecerse de acuerdo con la pendiente del elemento que les sirve de soporte y de otros factores relacionados con la situación de la cubierta, tales como zona eólica, tormentas y altitud topográfica.



4 Productos de Construcción

4.1 Características exigibles a los productos

4.1.1 Introducción

2 Los productos para aislamiento térmico y los que forman la *hoja principal* de la fachada se definen mediante las siguientes propiedades:

- a) la absorción de agua por capilaridad [$\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s}^{0,5})$ ó $\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$];
- b) la succión o tasa de absorción de agua inicial [$\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{min})$];
- c) la absorción al agua a largo plazo por inmersión total (g/m^3).

4.1.2 Componentes de la hoja principal de fachadas

1 Cuando la hoja principal sea de bloque de hormigón, salvo de bloque de hormigón curado en autoclave, el valor de absorción de los bloques medido según el ensayo de UNE 41170:1989 debe ser como máximo $0,32 \text{ g}/\text{cm}^3$.

Se trata de una norma anulada y sustituida por la UNE-EN 772-11, por lo que debería prevalecer el requisito del punto 2 siguiente.

2 Cuando la hoja principal sea de bloque de hormigón visto, el valor medio del coeficiente de succión de los bloques medido según el ensayo de UNE-EN 772 11:2011 y para un tiempo de 10 minutos debe ser como máximo $3 [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$ y el valor individual del coeficiente debe ser como máximo $4,2 [\text{g}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})]$.

Ejemplo de valores obtenidos en ensayo de bloques de hormigón:

ABSORCIÓN DE AGUA POR CAPILARIDAD			
UNE-EN 771-3:2011+A1:2016 Apdo.5.8 y UNE-EN 772-11:2011)			
Fecha de inicio:	27-2-19	Edad de la muestra (días)	al inicio 647
Fecha de terminación:	1-3-19		al terminar 649
Ensayo realizado sobre la cara vista sobre bloques enteros			
BLOQUE Nº	005-4	005-5	005-6
Tiempo de inmersión de la superficie expuesta a capilaridad (segundos)	600	600	600
Coeficiente de Absorción de agua por capilaridad: $C_{w,s} [\text{g} / (\text{m}^2 \times \text{s})]$	0,4	0,5	0,4
Valor Medio del Coeficiente de Absorción de agua por capilaridad: $C_{w,s} [\text{g} / (\text{m}^2 \times \text{s})]$	0,4		
VALOR GARANTIZADO POR EL FABRICANTE ⁽¹⁾ ($\text{g} / (\text{m}^2 \times \text{s})$) ≤	3,0		

3 Cuando la hoja principal sea de ladrillo o de bloque sin revestimiento exterior, los ladrillos y los bloques deben ser caravista.

6 Mantenimiento y conservación

1 Deben realizarse las operaciones de mantenimiento que, junto con su periodicidad, se incluyen en la tabla 6.1 y las correcciones pertinentes en el caso de que se detecten defectos.

Tabla 6.1 Operaciones de mantenimiento

	Operación	Periodicidad (años)
Fachadas	Comprobación del estado de conservación del revestimiento: posible aparición de fisuras, desprendimientos, humedades y manchas	3
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3
	Comprobación de la posible existencia de grietas y fisuras, así como desplomes u otras deformaciones, en la hoja principal	5
	Comprobación del estado de limpieza de las llagas o de las aberturas de ventilación de la cámara	10
Cubiertas	Comprobación del estado de conservación de la protección o tejado	3
	Comprobación del estado de conservación de los puntos singulares	3

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 forma 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

1 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.

13.4 Exigencia básica HS 4: Suministro de agua

Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto 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 agua.

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.

5 Construcción

5.4 Ejecución de albañales y colectores

5.4.2 Ejecución de la red horizontal enterrada

3 Para la unión de los distintos tramos de tubos dentro de las zanjas, se considerará la compatibilidad de materiales y sus tipos de unión: para tuberías de hormigón, las uniones serán mediante corchetes de hormigón en masa.

5.4.3 Ejecución de las zanjas

1 Las zanjas se ejecutarán en función de las características del terreno y de los materiales de las canalizaciones a enterrar. Se considerarán tuberías más deformables que el terreno las de materiales plásticos, y menos deformables que el terreno las de hormigón.

2 Sin perjuicio del estudio particular del terreno que pueda ser necesario, se tomarán de forma general, las siguientes medidas:

5.4.3.2 Zanjas para tuberías de fundición, hormigón y gres

1 Además de las prescripciones dadas para las tuberías de materiales plásticos:

- Las zanjas serán de paredes verticales; su anchura será el diámetro del tubo más 500 mm, y como mínimo de 0,60 m.
- Su profundidad vendrá definida en el proyecto, siendo función de las pendientes adoptadas. Si la tubería discurre bajo calzada, se adoptará una profundidad mínima de 80 cm, desde la clave hasta la rasante del terreno.

- Los tubos se apoyarán en toda su longitud sobre un lecho de material granular (arena/grava) o tierra exenta de piedras de un grueso mínimo de 10 + diámetro exterior/ 10 cm. Se compactarán los laterales y se dejarán al descubierto las uniones hasta haberse realizado las pruebas de estanqueidad. El relleno se realizará por capas de 10 cm, compactando, hasta 30 cm del nivel superior en que se realizará un último vertido y la compactación final.
- La base de la zanja, cuando se trate de terrenos poco consistentes, será un lecho de hormigón en toda su longitud. El espesor de este lecho de hormigón será de 15 cm y sobre él irá el lecho descrito en el párrafo anterior.

Se cumplirán las siguientes:

2 El lecho de apoyo se interrumpirá reservando unos nichos en la zona donde irán situadas las juntas de unión.

3 Una vez situada la tubería, se rellenarán los flancos para evitar que queden huecos y se compactarán los laterales hasta el nivel del plano horizontal que pasa por el eje del tubo. Se utilizará relleno que no contenga piedras o terrones de más de 3 cm de diámetro y tal que el material pulverulento, diámetro inferior a 0,1 mm, no supere el 12 %. Se proseguirá el relleno de los laterales hasta 15 cm por encima del nivel de la clave del tubo y se compactará nuevamente. La compactación de las capas sucesivas se realizará por capas no superiores a 30 cm y se utilizará material exento de piedras de diámetro superior a 1 cm.

5.4.5 Ejecución de los elementos de conexión de las redes enterradas

5.4.5.1 Arquetas

1 Si son fabricadas “in situ” podrán ser construidas con fábrica de ladrillo macizo de medio pie de espesor, enfoscada y bruñida interiormente, se apoyarán sobre una solera de hormigón H-100 de 10 cm de espesor y se cubrirán con una tapa de hormigón prefabricado de 5 cm de espesor. El espesor de las realizadas con hormigón será de 10 cm. La tapa será hermética con junta de goma para evitar el paso de olores y gases.

5.4.5.2 Pozos

1 Si son fabricados “in situ”, se construirán con fábrica de ladrillo macizo de 1 pie de espesor que irá enfoscada y bruñida interiormente. Se apoyará sobre solera de hormigón H-100 de 20 cm de espesor y se cubrirá con una tapa hermética de hierro fundido. Los prefabricados tendrán unas prestaciones similares.

6 Productos de Construcción

6.1 Características generales de los materiales

De forma general, las características de los materiales definidos para estas instalaciones serán:

- a) Resistencia a la fuerte agresividad de las aguas a evacuar.
- b) Impermeabilidad total a líquidos y gases.
- c) Suficiente resistencia a las cargas externas.
- d) Flexibilidad para poder absorber sus movimientos.
- e) Lisura interior.
- f) Resistencia a la abrasión.
- g) Resistencia a la corrosión.

6.2 Materiales de las canalizaciones

1 Conforme a lo ya establecido, se consideran adecuadas para las instalaciones de evacuación de residuos las canalizaciones que tengan las características específicas establecidas en las siguientes normas:

- e) Tuberías de hormigón según norma UNE-EN 1916:2008 (complemento nacional: UNE 127916:2020).



13.6 Exigencia básica HS 6: Protección frente a la exposición al radón

Los edificios dispondrán de medios adecuados para limitar el riesgo previsible de exposición inadecuada a radón procedente del terreno en los recintos cerrados.

El gas radón es la mayor fuente natural de radiactividad a la que estamos expuestos ($\uparrow$ 50%). Es un gas radiactivo de origen natural que procede de la cadena de desintegración del radio y del uranio, presentes en el suelo (principalmente en zonas graníticas) y en menor medida en las aguas subterráneas y en los materiales de construcción.

I Ámbito de aplicación

Esta sección se aplica a los edificios situados en los términos municipales incluidos en el apéndice B (Zona I con un riesgo menor ($300 < R_n < 600 \text{ Bq/m}^3$) y zona II con un riesgo mayor ($R_n > 600 \text{ Bq/m}^3$)), en los edificios de nueva construcción y en determinadas intervenciones en edificios existentes.

Al ser un gas más pesado que el aire, las mayores concentraciones se producen en cabinas de vigilante en garajes, sótanos, local comercial subterráneo, bodegas, etc. en viviendas unifamiliares más que en edificios en altura.

3 Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia

Para verificar el cumplimiento del nivel de referencia en los edificios ubicados en los términos municipales incluidos en el apéndice B, en función de la zona a la que pertenezca el municipio deberán implementarse las siguientes soluciones, u otras que proporcionen un nivel de protección análogo o superior:

- Zona I riesgo menor $\rightarrow$ sistemas de protección de tipo barrera ó cámara de aire ventilada
- Zona II riesgo mayor $\rightarrow$ sistemas de protección de tipo barrera + sistemas de ventilación y/o extracción y despresurización del terreno
- En reforma/rehabilitación, se deberán tomar las medidas de protección que técnicamente sean posibles $\rightarrow$ guía de rehabilitación frente al radón.

La única solución que vamos a citar en esta guía es la de los sistemas tipo de barrera, por poder venir integrada de fábrica en el propio elemento prefabricado de hormigón.

3.1 Barrera de protección

3.1.1 Características de la barrera

1 La barrera de protección será todo aquel elemento que limite el paso de los gases provenientes del terreno y cuya efectividad pueda demostrarse.

2 La barrera podrá dimensionarse según lo descrito en el apartado 3.1.2, si bien, se consideran válidas (y no es necesario proceder a su cálculo) las barreras tipo lámina con un coeficiente de difusión frente al radón menor que 10-11 m²/s y un espesor mínimo de 2 mm.

3 La barrera de protección presentará además las siguientes características:

- a) tener continuidad: juntas y encuentros sellados;
- b) tener sellados los encuentros con los elementos que la interrumpan, como pasos de conducciones o similares;
- c) las puertas de comunicación que interrumpan la continuidad de la barrera deberán ser estancas y estar dotadas de un mecanismo de cierre automático;
- d) no presentar fisuras que permitan el paso por convección del radón del terreno;
- e) tener una durabilidad adecuada a la vida útil del edificio, sus condiciones y el mantenimiento previsto.

Barrera situada entre el terreno y los locales a proteger que, por su característica de baja exhalación de radón, es capaz de frenar el paso del radón a su través, dificultando así el paso del radón al interior del edificio. Existen en el mercado barreras que se pueden integrar dentro del elemento prefabricado de hormigón (por ejemplo, un panel o muro de contención) durante la producción. Estos sistemas tienen una doble función de impermeabilización y protección en terrenos agresivos incluyendo el gas radón.



Fuente: Fabricación – Montaje – Sellado. SIKA

Documento Básico HR Protección frente al ruido

NORMA DE REFERENCIA	Elementos
UNE EN 14992:2008+A1:2012 (UNE 127992-1:2019)	Elementos de muros (Paneles de GRC)
UNE EN 771-3:2011+A1:2016 (UNE 127771-3:2008)	Bloques y ladrillos de hormigón
UNE EN 1168:2006+A3:2012	Placas alveolares (para forjados y cubiertas)

I Objeto

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

El objetivo del 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.

El DB-HR Documento Básico de Protección frente al Ruido establece las exigencias que en materia de protección acústica deben tener los edificios y sus partes constructivas. En el caso de las fachadas, éstas deben garantizar una protección determinada a la transmisión del ruido aéreo para reducir hasta unos valores tolerables la propagación de sonido entre las zonas que separa dicho elemento constructivo. No obstante, lo primero que debemos tener en cuenta es que son las secciones completas (la fachada) las que deben ofrecer dicha resistencia, y no los elementos de que esté compuesto por sí solos (en este caso, los paneles de hormigón). Además, a diferencia de lo que sucede con la resistencia térmica de una fachada donde cada capa o elemento de la misma tiene un valor propio de resistencia, en el cálculo acústico el valor total no es una suma lineal de las resistencias acústicas de cada elemento.

Si nos ceñimos a los paneles de hormigón prefabricado, el hormigón es un material que por su propia configuración física (pesado y pétreo) tiene un buen índice acústico, aun así puede que insuficiente en algunos casos para alcanzar generalmente el valor necesario del CTE, que si se debe alcanzar con la aportación del resto de capas de la fachada (enlucidos interiores, cámara de aire, incluso aislamientos acústicos si fuesen necesarios, etc.)

1 Generalidades

1.1 Procedimiento de verificación

1 Para satisfacer las exigencias del CTE en lo referente a la protección frente al ruido deben:

- a) alcanzarse los valores límite de aislamiento acústico a ruido aéreo y no superarse los valores límite de nivel de presión de ruido de impactos (aislamiento acústico a ruido de impactos) que se establecen en el apartado 2.1;
- b) no superarse los valores límite de tiempo de reverberación que se establecen en el apartado 2.2;
- c) cumplirse las especificaciones del apartado 2.3 referentes al ruido y a las vibraciones de las instalaciones.

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

2.1 Valores límite de aislamiento

2.1.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo

Los elementos constructivos interiores de separación, así como las fachadas, las cubiertas, las medianerías y los suelos en contacto con el aire exterior que conforman cada recinto de un edificio deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características determinadas:

- a) En los recintos protegidos:
 - Protección frente al ruido generado en la misma unidad de uso.
 - Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso.
 - Protección frente al ruido procedente de zonas comunes.
 - Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones y de recintos de actividad.
 - Protección frente al ruido procedente del exterior.

Tabla 2.1 Valores de aislamiento acústico a ruido aéreo, $D_{2m,nT,Atr}$, en dBA, entre un recinto protegido y el exterior, en función del índice de ruido día, L_d .

Ld (dBA)	Uso del edificio			
	Residencial y sanitario		Cultural, docente, administrativo y religioso	
	Dormitorios	Estancias	Estancias	Aulas
$L_d \leq 60$	30	30	30	30
$60 < L_d \leq 65$	32	30	32	30
$65 < L_d \leq 70$	37	32	37	32
$70 < L_d \leq 75$	42	37	42	37
$L_d > 75$	47	42	47	42

El valor del índice de ruido día, L_d , puede obtenerse en las administraciones competentes o mediante consulta de los mapas estratégicos de ruido.

a) En los recintos habitables:

- Protección frente al ruido generado en la misma unidad de uso.
- Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso.
- Protección frente al ruido procedente de zonas comunes.
- Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones y de recintos de actividad.

b) En los recintos habitables y recintos protegidos colindantes con otros edificios.

2.1.2 Aislamiento acústico a ruido de impactos

Los elementos constructivos de separación horizontales deben tener, en conjunción con los elementos constructivos adyacentes, unas características tales que se cumpla para los recintos protegidos:

- a) Protección frente al ruido procedente de otras unidades de uso.
- b) Protección frente al ruido procedente de zonas comunes.
- c) Protección frente al ruido procedente de recintos de instalaciones o de recintos de actividad.

3 Diseño y dimensionado

3.1 Aislamiento acústico a ruido aéreo y a ruido de impactos

3.1.1 Datos previos y procedimiento

1 Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, puede elegirse una de las dos opciones, simplificada o general.

2 En ambos casos, para la definición de los elementos constructivos que proporcionan el aislamiento acústico a ruido aéreo, deben conocerse sus valores de masa por unidad de superficie, m , y de índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A , y, para el caso de ruido de impactos, además de los anteriores, el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$.

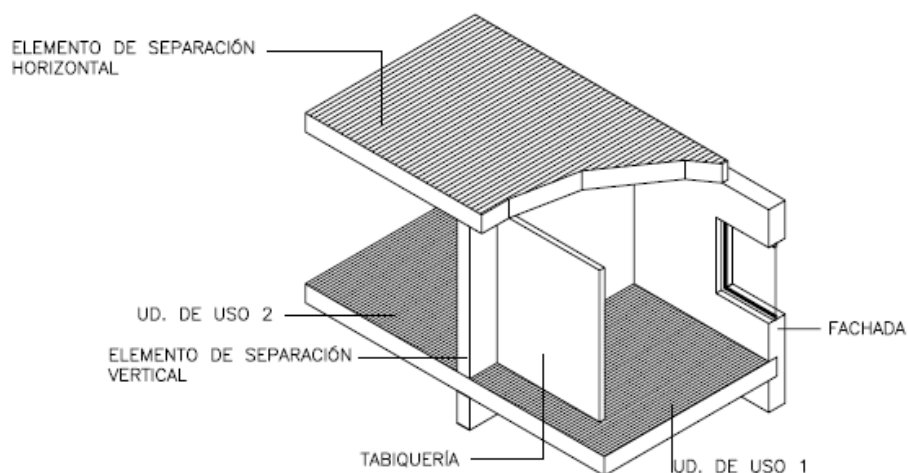
3 También debe conocerse el valor del índice de ruido día, L_d , de la zona donde se ubique el edificio, como se establece en el apartado 2.1.1.

3.1.2 Opción simplificada: Soluciones de aislamiento acústico

1 La opción simplificada proporciona soluciones de aislamiento que dan conformidad a las exigencias de aislamiento a ruido aéreo y a ruido de impactos.

2 Una solución de aislamiento es el conjunto de todos los elementos constructivos que conforman un recinto (tales como elementos de separación verticales y horizontales, tabiquería, medianerías, fachadas y cubiertas) y que influyen en la transmisión del ruido y de las vibraciones entre recintos adyacentes o entre el exterior y un recinto.

Figura 3.1. Elementos que componen dos recintos y que influyen en la transmisión de ruido entre ambos



3 Para cada uno de dichos elementos constructivos se establecen en tablas los valores mínimos de los parámetros acústicos que los definen, para que junto con el resto de condiciones establecidas en este DB, particularmente en el punto 3.1.4, se satisfagan los valores límite de aislamiento establecidos en el apartado 2.1.

3.1.2.1 Condiciones de aplicación

1 La opción simplificada es válida para edificios de uso residencial. Esta opción puede aplicarse a edificios de otros usos teniendo en cuenta que, en algunos recintos de estos edificios, el aislamiento que se obtenga puede ser mayor. En el caso de vivienda unifamiliar adosada, puede aplicarse el Anejo J.

2 La opción simplificada es válida para edificios con una estructura horizontal resistente formada por forjados de hormigón macizos o con elementos aligerantes.

3.1.2.2 Procedimiento de aplicación

Para el diseño y dimensionado de los elementos constructivos, deben elegirse:

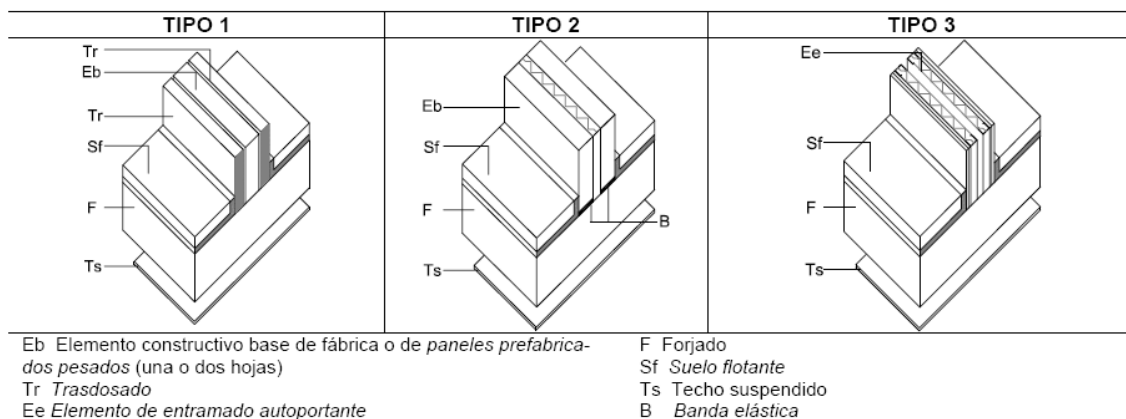
- a) la tabiquería;
- b) los elementos de separación horizontales y los verticales (apartado 3.1.2.3).
- c) las medianerías (apartado 3.1.2.4).
- d) las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior (apartado 3.1.2.5).

3.1.2.3 Elementos de separación

3.1.2.3.1 Definición y composición de los elementos de separación

1 Los elementos de separación verticales son aquellas particiones verticales que separan unidades de uso diferentes o una unidad de uso de una zona común, de un recinto de instalaciones o de un recinto de actividad. En esta opción se contemplan los siguientes tipos:

- a) tipo 1: Elementos compuestos por un elemento base de una o dos hojas de fábrica, hormigón o paneles prefabricados pesados (Eb), sin trasdosado o con un trasdosado por ambos lados (Tr);
- b) tipo 2: Elementos de dos hojas de fábrica o paneles prefabricado pesados (Eb), con bandas elásticas en su perímetro dispuestas en los encuentros de, al menos, una de las hojas con forjados, suelos, techos, pilares y fachadas;
- c) tipo 3: Elementos de dos hojas de entramado autoportante (Ee).

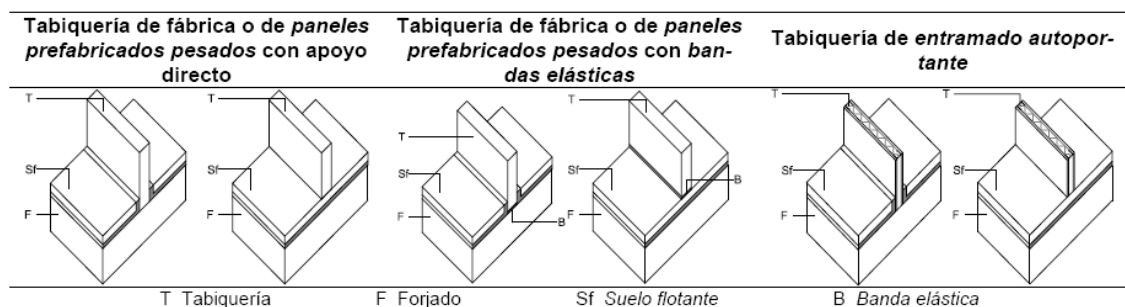


En todos los elementos de dos hojas, la cámara debe ir rellena con un material absorbente acústico o amortiguador de vibraciones.

2 Los elementos de separación horizontales son aquellos que separan unidades de uso diferentes, o una unidad de uso de una zona común, de un recinto de instalaciones o de un recinto de actividad. Los elementos de separación horizontales están formados por el forjado (F), el suelo flotante (Sf) y, en algunos casos, el techo suspendido (Ts).

3 La tabiquería está formada por el conjunto de particiones interiores de una unidad de uso. En esta opción se contemplan los tipos siguientes:

- tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado o en el suelo flotante, sin interposición de bandas elásticas;
- tabiquería de fábrica o de paneles prefabricados pesados con bandas elásticas dispuestas al menos en los encuentros inferiores con los forjados;
- tabiquería de entramado autoportante.



4 Las soluciones de elementos de separación de este apartado son válidas para los tipos de fachadas y medianerías siguientes:

- de una hoja (se incluyen dentro de este tipo las fachadas ventiladas y fachadas con aislamiento por el exterior);

b) de dos hojas, con una hoja interior que puede ser de:

- fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo en el forjado o en el suelo flotante;
- fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas;
- entramado autoportante.

3.1.2.3.2 Parámetros acústicos de los elementos constructivos

Los parámetros que definen cada elemento constructivo son los siguientes:

a) Para el elemento de separación vertical, la tabiquería y la fachada:

- m , masa por unidad de superficie del elemento base, en kg/m^2 ;
- RA , índice global de reducción acústica, ponderado A, del elemento base, en dBA;
- ΔRA , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al trasdosado.

b) Para el elemento de separación horizontal:

- m , masa por unidad de superficie del forjado, en kg/m^2 , que corresponde al valor de masa por unidad de superficie de la sección tipo del forjado, excluyendo ábacos, vigas y macizados;
- RA , índice global de reducción acústica, ponderado A, del forjado, en dBA;
- ΔL_w , reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, en dB, debida al suelo flotante;
- ΔRA , mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, en dBA, debida al suelo flotante o al techo suspendido.

3.1.2.3.3 Condiciones mínimas de la tabiquería

En la tabla 3.1 se expresan los valores mínimos de la masa por unidad de superficie, m , y del índice global de reducción acústica, ponderado A, RA , que deben tener los diferentes tipos de tabiquería.

Tabla 3.1. Parámetros de la tabiquería

	m (Kg/m²)	R_A (dBA)
Fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo	70	35
Fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	65	33
Entramado autoportante	25	43

3.1.2.3.4 Condiciones mínimas de los elementos de separación verticales

1 En la tabla 3.2 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación verticales entre unidades de uso diferentes o entre una unidad de uso y una zona común.

Tipo	Elemento base (1)(2) (Eb - Ee)		Trasdosado ⁽³⁾ (Tr) (en función de la tabiquería)	
			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo y tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas	Tabiquería de entramado autoportante
	m (Kg/m2)	R _A (dBA)	ΔR _A (dBA)	ΔR _A (dBA)
TIPO 1 Una hoja o dos hojas de fábrica con trasdosado	160	41	27	10
	180	45	13	7
	200	46	10	5 (12)
	250	49	6	3 (10)
	300	52	4 (16)	1 (7)
	300 ⁽⁶⁾	55 ⁽⁶⁾	-	-
	350	55	3 (9)	1 (5)
	400	57	- (6)	- (3)
TIPO 2 ⁽⁴⁾ Dos hojas de fábrica con bandas elásticas perimétricas	130 ⁽⁴⁾	54 ⁽⁴⁾	-	-
	170 ⁽⁴⁾	54 ⁽⁴⁾	-	-
	(200) ⁽⁶⁾	(61) ⁽⁵⁾		-
TIPO 3 Entramado autoportante	49	65		
	(60) ⁽⁷⁾	(68) ⁽⁷⁾		
	(117) ⁽⁸⁾	(68) ⁽⁸⁾		

Entre paréntesis figuran los valores que deben cumplir los elementos de separación verticales que delimitan un recinto de instalaciones o un recinto de actividad. Las casillas sombreadas se refieren a elementos constructivos inadecuados. Las casillas con guión se refieren a elementos de separación verticales que no necesitan trasdosados.

(1) *En el caso de elementos de separación verticales de dos hojas de fábrica, el valor de m corresponde al de la suma de las masas por unidad de superficie de las hojas y el valor de R_A corresponde al del conjunto.*

(2) *Los elementos de separación verticales deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A .*

(3) *El valor de la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A , ΔR_A , corresponde al de un trasdosado instalado sobre un elemento base de masa mayor o igual a la que figura en la tabla 3.2.*

(4) *La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga bandas elásticas perimétricas no será mayor que 150 kg/m² y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan bandas elásticas perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A , de al menos 42 dBA.*

(5) *Esta solución es válida únicamente para tabiquería de entramado autoportante o de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas en la base, dispuestas tanto en la tabiquería del recinto de instalaciones, como en la del recinto protegido inmediatamente superior. Por otra parte, esta solución no es válida cuando acometan a medianerías o fachadas de una sola hoja ventiladas o que tengan en aislamiento por el exterior. La masa por unidad de superficie de cada hoja que tenga bandas elásticas perimétricas no será mayor que 150 kg/m² y en el caso de los elementos de tipo 2 que tengan bandas elásticas perimétricas únicamente en una de sus hojas, la hoja que apoya directamente sobre el forjado debe tener un índice global de reducción acústica, ponderado A , R_A , de al menos 45 dBA.*

(6) *Esta solución es válida si se disponen bandas elásticas en los encuentros del elemento de separación vertical con la tabiquería de fábrica que acomete al elemento, ya sea ésta con apoyo directo o con bandas elásticas.*

(7) Esta solución es válida si el forjado que separa el recinto de instalaciones o recinto de actividad de un recinto protegido o recinto habitable tiene una masa por unidad de superficie mayor de 400 kg/m².

(8) Esta solución es válida si el forjado que separa el recinto de instalaciones o recinto de actividad de un recinto protegido o recinto habitable tiene una masa por unidad de superficie mayor que 350 kg/m².

3.1.2.3.5 Condiciones mínimas de los elementos de separación horizontales

1 En la tabla 3.3 se expresan los valores mínimos que debe cumplir cada uno de los parámetros acústicos que definen los elementos de separación horizontales.

Tabla 3.3. Parámetros acústicos de los componentes de los elementos de separación horizontales

Forjado ⁽¹⁾ (F)		Suelo flotante y techo suspendido (Sf) y (Ts) en función de la tabiquería del recinto receptor								
		Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con apoyo directo			Tabiquería de fábrica o paneles prefabricados pesados con bandas elásticas			Tabiquería de entramado autoportante		
		Suelo flotante (2)(3)	Techo suspendido (4)		Suelo flotante (2)(3)	Techo suspendido (4)		Suelo flotante (2)(3)	Techo suspendido (4)	
m (kg/m ²)	RA (dB A)	ΔL_w (dB B)	ΔR_A (dB A)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB B)	ΔR_A (dB A)	ΔR_A (dBA)	ΔL_w (dB B)	ΔR_A (dB A)	ΔR_A (dBA)
300	52	27	18 (18)	0 (18)	23	11 (11)	0 (14)	16	6 (6)	0 (9)
		(32)	(18)	(18)	(28)	(11)	(14)	(21)	(6) (11)	(9) (0)
350	54	25	13 (13)	0 (11)	21	8 (8)	0 (10)	14	5 (5) 0	0 (7) 4

		(30)	(13)	(11)	(26)	(8)	(10)	(19)	(5) (10)	(7) (0)
400	57	23	9 (9)	0 (11)	18	6 (6)	0 (9)	12	4 0 (4)	0 4 (7)
		(28)	(9)	(11)	(23)	(6)	(9)	(17)	(4) (9)	(7) (0)
450	58	22	8 (8)	0 (10)	16	7 (7)	0 (8)	10	3 0 (3)	0 3 (6)
		(27)	(8) (13)	(10) (0)	(21)	(7)	(8)	(15)	(3) (8)	(6) (0)
500	60	21	7 (7)	0 10	14	6 (6)	0 (8)	8	2 0 (2)	0 2 (6)
		(26)	(7) (12)	(10) (0)	(19)	(6)	(8)	(13)	(2) (7)	(6) (0)

(1) Los forjados deben cumplir simultáneamente los valores de masa por unidad de superficie, m y de índice global de reducción acústica ponderado A , RA .

(2) Los suelos flotantes deben cumplir simultáneamente los valores de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔLw , y de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A , ΔRA .

(3) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔRA , y de reducción de ruido de impactos, ΔLw , corresponden a un único suelo flotante; la adición de mejoras sucesivas, una sobre otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

(4) Los valores de mejora del aislamiento a ruido aéreo, ΔRA , corresponden a un único techo suspendido; la adición de mejoras sucesivas, una bajo otra, en un mismo lado no garantiza la obtención de los valores de aislamiento.

(5) Las soluciones con paréntesis en ΔRA del suelo flotante y del techo suspendido son de aplicación para recintos de instalaciones o recintos de actividad, colindantes inferiormente con recintos protegidos. Las soluciones con paréntesis en ΔLw y ΔRA del suelo flotante y ΔRA del techo suspendido son de aplicación para recintos de instalaciones o recintos de actividad, superpuestos a recintos protegidos.

2 Los forjados que delimitan superiormente una unidad de uso deben disponer de un suelo flotante y, en su caso, de un techo suspendido con los que se cumplan los valores

de mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔR_A y de reducción del nivel global de presión de ruido de impactos, ΔL_W especificados en la tabla 3.3.

3.1.2.4 Condiciones mínimas de las medianerías

1 El parámetro que define una medianería es el índice global de reducción acústica, ponderado A, R_A .

2 El valor del índice global de reducción acústica ponderado, R_A , de toda la superficie del cerramiento que constituya una medianería de un edificio, no será menor que 45 dBA.

3.1.2.5 Condiciones mínimas de las fachadas, las cubiertas y los suelos en contacto con el aire exterior

1 En la tabla 3.4 se expresan los valores mínimos que deben cumplir los huecos y la parte ciega de la fachada, la cubierta o el suelo en contacto con el aire exterior y, en el caso de que los hubiera, los aireadores y las cajas de persiana, en función de los valores límite de aislamiento acústico entre un recinto protegido y el exterior indicados en la tabla 2.1 y del porcentaje de huecos expresado como la relación entre la superficie del hueco y la superficie total de la fachada vista desde el interior de cada recinto protegido.

2 Los parámetros acústicos que definen los componentes de una fachada, una cubierta o un suelo en contacto con el aire exterior son:

- a) R_A , índice global de reducción acústica, ponderado A, de la parte ciega;
- b) $R_{A,tr}$, índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, del hueco;
- c) $D_{n,e,Atr}$, diferencia de niveles normalizada, ponderada A, para ruido exterior dominante de automóviles o de aeronaves, de los aireadores;

3.1.3 Opción general. Método de cálculo de aislamiento acústico

1 La opción general contiene un procedimiento de cálculo basado en el modelo simplificado para la transmisión acústica estructural de la UNE-EN 12354 partes 1, 2 y 3. También podrá utilizarse el modelo detallado que se especifica en esa norma.

3.1.4 Condiciones de diseño de las uniones entre elementos constructivos

Deben cumplirse las siguientes condiciones relativas a las uniones entre los diferentes elementos constructivos, para que junto a las condiciones establecidas en cualquiera de las dos opciones y las condiciones de ejecución establecidas en el apartado 5, se satisfagan los valores límite de aislamiento especificados en el apartado 2.1.

4 Productos de construcción

4.1 Características exigibles a los productos

- 1 Los productos utilizados en edificación y que contribuyen a la protección frente al ruido se caracterizan por sus propiedades acústicas, que debe proporcionar el fabricante.
- 2 Los productos que componen los elementos constructivos homogéneos se caracterizan por la masa por unidad de superficie kg/m².

4.2 Características exigibles a los elementos constructivos

- 1 Los elementos de separación verticales se caracterizan por el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA. Los trasdosados se caracterizan por la mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, ΔRA , en dBA.

- 2 Los elementos de separación horizontales se caracterizan por:

- a) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;
- b) el nivel global de presión de ruido de impactos normalizado, $L_{n,w}$, en dB.

- 3 La parte ciega de las fachadas y de las cubiertas se caracterizan por:

- a) el índice global de reducción acústica, R_w , en dB;
- b) el índice global de reducción acústica, ponderado A, RA, en dBA;
- c) el índice global de reducción acústica, ponderado A, para ruido de automóviles, RA_{tr} , en dBA;
- d) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido rosa incidente, C, en dB;
- e) el término de adaptación espectral del índice de reducción acústica para ruido de automóviles y de aeronaves, C_{tr} , en dB.

- 7 En el pliego de condiciones del proyecto deben expresarse las características acústicas de los productos y elementos constructivos obtenidas mediante ensayos en laboratorio. Si éstas se han obtenido mediante métodos de cálculo, los valores obtenidos y la justificación de los cálculos deben incluirse en la memoria del proyecto y consignarse en el pliego de condiciones.

Anejo A. Terminología

Aislamiento acústico a ruido aéreo: Diferencia de niveles estandarizada, ponderada A, en dBA, entre el recinto emisor y el receptor.

Aislamiento acústico a ruido de impactos: Protección frente al ruido de impactos. Viene determinado por el nivel global de presión de ruido de impactos estandarizado, $L'_{nT,w}$, en dB.

Índice de ruido día, L_d : Índice de ruido asociado a la molestia durante el periodo día y definido como el nivel sonoro medio a largo plazo, ponderado A, determinado a lo largo de todos los periodos día de un año. Se expresa en dBA.

Índice global de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo, R_A : Valoración global, en dBA, del índice de reducción acústica, R, para un ruido incidente rosa normalizado, ponderado A. Los índices de reducción acústica se determinarán mediante ensayo en laboratorio. No obstante, y en ausencia de ensayo, puede decirse que el índice de reducción acústica proporcionado por un elemento constructivo de una hoja de materiales homogéneos, es función casi exclusiva de su masa y son aplicables las siguientes expresiones (ley de masa) que determinan el aislamiento R_A , en función de la masa por unidad de superficie, m, expresada en kg/m²:

$$m \leq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 16,6 \cdot (\lg m) + 5 \text{ (dBA)}$$

$$m \geq 150 \text{ kg/m}^2 \quad R_A = 36,5 \cdot (\lg m) + 38,5 \text{ (dBA)}$$

Mejora del índice global de reducción acústica, ponderado A, de un revestimiento, ΔR_A : Aumento del índice global de reducción acústica de un elemento constructivo por adición de un tratamiento o revestimiento al elemento constructivo base. Se valora por la diferencia entre los valores globales del índice de reducción acústica, ponderado A, de un elemento constructivo de referencia con el revestimiento de mejora y el propio del elemento constructivo de referencia

Panel prefabricado pesado: Se consideran elementos prefabricados pesados los paneles de hormigón, yeso o cualquier material con características similares.

Tabiquería de fábrica: Tabiquería formada por unidades de montaje en húmedo, tales como ladrillos huecos, ladrillos perforados, bloques de hormigón, etc.

Tiempo de reverberación, T: Tiempo, en s, necesario para que el nivel de presión sonora disminuya 60 dB después del cese de la fuente. En general es función de la frecuencia.

Documento Básico HE Ahorro de energía

NORMA DE REFERENCIA	Elementos
UNE EN 14992:2008+A1:2012 (UNE 127992-1:2019)	Elementos de muros (Paneles de GRC)
UNE EN 771-3:2011+A1:2016 (UNE 127771-3:2008)	Bloques y ladrillos de hormigón
UNE EN 1168:2006+A3:2012	Placas alveolares (para forjados y cubiertas)

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.

El nuevo DB-HE transpone definitivamente la Directiva 2010/31/UE que define a los edificios de Consumo Energético Casi Nulo (EECN) como “aquel edificio “[...] con un nivel de eficiencia energética muy alto [...]. La cantidad casi nula o muy baja de energía requerida debería estar cubierta, en muy amplia medida, por energía procedente de fuentes renovables, incluida energía procedente de fuentes renovables producida in situ o en el entorno”.

15.1. Exigencia básica HE-0: Limitación del consumo energético

El consumo energético de los edificios se limitará en función de la zona climática de invierno de su ubicación, el uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, el alcance de la intervención. El consumo energético se satisfará, en gran medida, mediante el uso de energía procedente de fuentes renovables.

1. Ámbito de aplicación

Es de aplicación en edificios de nueva construcción y en determinadas intervenciones en edificios existentes, excluyendo, entre otros casos, a los edificios industriales, de la defensa y agrícolas no residenciales, o partes de los mismos, de baja demanda energética.

Se destacan estos tipos de edificios que son uno de los principales campos de aplicación de las estructuras y cerramientos resueltos con elementos prefabricados de hormigón, al ser zonas que no requieren garantizar unas condiciones térmicas de confort, como las destinadas a talleres y procesos industriales, se considerarán de baja demanda energética.

3 Cuantificación de la exigencia

3.1 Consumo de energía primaria no renovable

1 El consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite ($C_{ep,nren,lim}$) obtenido de la tabla 3.1.a-HE0 (uso residencial privado) o la tabla 3.1.b-HE0 (otros usos).

El consumo de un edificio es una relación entre las necesidades energéticas del mismo (su demanda) y el rendimiento de los sistemas que satisfacen dichas necesidades. A fecha actual, los consumos de energía primaria que son evaluados para la evaluación de la eficiencia energética de un edificio, contemplan los siguientes servicios técnicos: calefacción, ventilación, ACS, refrigeración, control de humedad e iluminación (solo para terciario). Por tanto, excluye otros consumos ligados al uso del edificio como los electrodomésticos, sistemas de transporte vertical (ascensores, escaleras mecánicas, etc...), recarga de vehículos eléctricos, etc.

Se define energía primaria como la energía suministrada al edificio procedente de fuentes renovables y no renovables, que no ha sufrido ningún proceso previo de conversión o transformación. Es la energía contenida en los combustibles y otras fuentes de energía e incluye la energía necesaria para generar la energía final consumida, incluyendo las pérdidas por su transporte hasta el edificio, almacenamiento, etc.

Este es el indicador clave de esta sección, pues va íntimamente relacionado con las emisiones del edificio. A zona climática de invierno más negativa (E, D...) se admite un valor más alto.

3.2 Consumo de energía primaria total

1 El consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) de los espacios contenidos en el interior de la envolvente térmica del edificio o, en su caso, de la parte del edificio considerada, no superará el valor límite ($C_{ep,tot,lim}$) obtenido de la tabla 3.2.a-HE0 (uso residencial privado) o la tabla 3.2.b-HE0 (otros usos).

La relación que se ha impuesto con el nuevo DB-HE es que, en el caso de edificios de nueva construcción, se limite a un máximo del 50% la cantidad de energía de procedencia no renovable con respecto al consumo total del edificio.

Las exigencias en rehabilitación son inferiores a las establecidas para obra nueva, teniendo en consideración las dificultades de actuación que presentan habitualmente este tipo de intervenciones.

Para intervenciones integrales (aquellas en las que se modifica sustantivamente la envolvente y se cambian simultáneamente las instalaciones), las exigencias serían más o menos análogas a las establecidas para edificio nuevos en la versión actual del DB HE.

Además, se mantiene la obligación de utilizar un cierto porcentaje de energía renovable para cubrir las necesidades de ACS, y también la de generación de energía eléctrica in situ en edificios de uso terciario, eliminándose la referencia específica a tecnologías concretas, como la solar térmica o la solar fotovoltaica, para flexibilizar el mercado y posibilitar el acceso de otras fuentes de energía renovable, manteniendo una posición de neutralidad reglamentaria que posibilite la competencia dentro del sector.

4 Procedimiento y datos para la determinación del consumo energético

4.1 Procedimiento de cálculo

3 El procedimiento de cálculo debe permitir desglosar el consumo energético de energía final en función del vector energético utilizado (tipo de combustible o electricidad) para satisfacer las necesidades energéticas de cada uno de los servicios técnicos (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad y, en su caso, iluminación). Para ello, podrá emplear simulación mediante un modelo térmico del edificio o métodos simplificados equivalentes, debiendo considerar, bien de forma detallada o bien de forma simplificada, los siguientes aspectos:

a) el diseño, emplazamiento y orientación del edificio;

b) la evolución hora a hora en régimen transitorio de los procesos térmicos;

(...)

d) las solicitaciones exteriores, las solicitaciones interiores y las condiciones operacionales, teniendo en cuenta la posibilidad de que los espacios se comporten en oscilación libre;

e) las ganancias y pérdidas de energía por conducción a través de la envolvente térmica, compuesta por los cerramientos opacos, los huecos y los puentes térmicos, con consideración de la inercia térmica de los materiales;

(...)

Inercia térmica: propiedad del edificio de amortiguar y retardar el efecto de las fluctuaciones de la temperatura exterior en el interior del edificio como resultado de la capacidad del edificio para conducir y almacenar calor. La cantidad de calor almacenado depende de la masa térmica de los materiales, mientras que la velocidad de intercambio de calor con el entorno depende de su conductividad térmica.

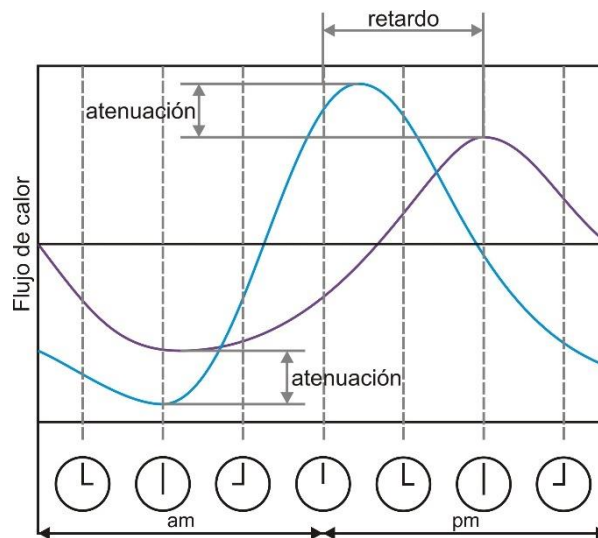
Masa térmica: capacidad de los materiales de almacenar calor. La cantidad de calor almacenado depende de la densidad del material y su calor específico.

El mecanismo de funcionamiento es muy simple: el elemento (la fachada, el suelo, el techo, una pared interior) actúa como acumulador o liberador de energía térmica, según el momento de la jornada lo que definirá el sentido del flujo de calor (exterior ↔ interior).

Aunque no guarda una relación estrictamente directa, si se puede afirmar que depende de la densidad del material ($\uparrow$), de su calor específico ($\uparrow$) y es inversa a su conductividad térmica ($\downarrow$). De esta forma, los edificios de gran inercia térmica tienen variaciones de temperatura más estables, causando dos efectos resultantes si comparamos la evolución de la temperatura interior del edificio con respecto a la que se produce en el ambiente exterior:

- **Atenuación:** suaviza las temperaturas, reduciendo la importancia de los picos de calor/frío

- Retardo: retrasa el efecto de esa subida o bajada de temperaturas, consiguiendo unos valores más estables y mantenidos en el tiempo.



Según la época del año, o el clima en que se encuentre ubicado el edificio, puede actuar de dos formas diferenciadas:

- 1) En verano (o climas cálidos, exceptuando aquellos con gradiente térmico irrelevante, Ej. Climas tropicales)

Durante las horas centrales del día se produce normalmente la mayor carga térmica interna, procedente principalmente de la radiación solar que incide sobre las fachadas, la mayor presencia de personas y actividad en el interior del edificio, la iluminación artificial e incluso del funcionamiento de máquinas que liberan calor. Las ventanas se mantienen cerradas y las persianas bajadas para minimizar las ganancias térmicas. En el caso de un edificio expuesto a una temperatura exterior alta y sometido a la acción directa de la radiación solar, la temperatura exterior del cerramiento se elevará produciéndose una transferencia de calor hacia el interior del edificio. La evolución de la temperatura de la cara exterior presentará un valor máximo en un instante de la jornada, en función de la situación y orientación del cerramiento. Esta onda de temperatura exterior se verá amortiguada, en cuanto a amplitud, al atravesar el cerramiento, originándose un desfase entre los instantes en los que se produce un pico de temperatura. El efecto de desfase y amortiguamiento permite que el edificio permanezca más tiempo en la zona de confort sin necesidad de gasto energético adicional lo que permite ahorros de manera gratuita ya que son inherentes al material. Durante la noche, las ventanas se abren para ventilar el interior y refrescar los elementos de hormigón, que a su vez liberan el calor acumulado, de forma que se compensa la caída de temperatura y produciéndose el efecto inverso de transferencia de energía térmica.

Puede llegarse al caso extremo de que todas las necesidades de refrigeración, podrían obtenerse de la masa térmica. Y así continuaría de manera cíclica cada día.

Estas estrategias se pueden reforzar con sistemas de ventilación para aprovechar al máximo el enfriamiento nocturno (night free cooling).

- 2) En invierno (o climas fríos)

En el caso opuesto, la carga térmica interna alcanzada es mucho menor, aunque se puede activar la masa térmica a partir de las fuentes de generación de calor. El mecanismo de funcionamiento es esencialmente el mismo.

Durante el día, se habilitan las ventanas para que se capte el máximo de radiación solar, especialmente si la fachada está orientada al sur.

Durante la noche, el calor absorbido durante el día se libera para compensar la caída de temperatura. Las cortinas o persianas se cierran para minimizar las pérdidas de calor hacia el exterior.

No obstante, es necesario que exista radiación solar. Por ejemplo, en un clima con muchos días de lluvia al cabo del año, no funcionaría bien.

Igualmente, estas técnicas se pueden reforzar con elementos captadores especialmente diseñados: muros solares, galerías acristaladas, invernaderos adosados, o teniendo en cuenta la ventilación, muros trombe, etc.

4.2 Solicitaciones exteriores

1 Se consideran solicitudes exteriores las acciones del clima sobre el edificio con efecto sobre su comportamiento térmico.

2 A efectos de cálculo, se establece un conjunto de zonas climáticas para las que se especifica un clima de referencia que define las solicitudes exteriores en términos de temperatura y radiación solar.

5 Justificación de la exigencia

1 Para justificar el cumplimiento de las exigencias de esta sección, los documentos de proyecto incluirán la siguiente información sobre el edificio o parte del edificio evaluada:

- a) la definición de la localidad y de la zona climática de ubicación;
- b) la definición de la envolvente térmica y sus componentes;

La definición y caracterización de la envolvente térmica y sus componentes se describe en el apartado de justificación del DB-HE1.

c) el perfil de uso, nivel de acondicionamiento (acondicionado o no acondicionado), nivel de ventilación de cálculo y condiciones operacionales de los espacios habitables y de los espacios no habitables;

d) el procedimiento empleado para el cálculo del consumo energético;

e) la demanda energética de calefacción, refrigeración y ACS;

f) el consumo energético (energía final consumida por vector energético) de los distintos servicios técnicos (calefacción, refrigeración, ACS, ventilación, control de la humedad y, en su caso, iluminación);

- g) la energía producida y la aportación de energía procedente de fuentes renovables;
- h) la descripción y disposición de los sistemas empleados para satisfacer las necesidades de los distintos servicios técnicos;
- i) los rendimientos considerados para los distintos equipos de los servicios técnicos;
- j) los factores empleados para la conversión de energía final a energía primaria;
- k) el consumo de energía primaria no renovable ($C_{ep,nren}$) del edificio y el valor límite aplicable ($C_{ep,nren,lim}$);
- l) el consumo de energía primaria total ($C_{ep,tot}$) y el valor límite aplicable ($C_{ep,tot,lim}$);
- m) el número de horas fuera de consigna y el valor límite aplicable.

15.2 Exigencia básica HE 1: Condiciones para el control de la demanda energética

Los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico en función de la [zona climática de su ubicación](#), del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

1. Ámbito de aplicación

Mismo ámbito de aplicación que el DB-HE 0.

2 Caracterización y cuantificación de las exigencias

2.1 Demanda energética

1 Para controlar la demanda energética, los edificios dispondrán de una envolvente térmica de características tales que limite las necesidades de energía primaria para alcanzar el bienestar térmico, en función del régimen de verano y de invierno, del uso del edificio y, en el caso de edificios existentes, del alcance de la intervención.

3 Las particiones interiores limitarán la transferencia de calor entre las distintas unidades de uso del edificio, entre las unidades de uso y las zonas comunes del edificio, y en el caso de las medianerías, entre unidades de uso de distintos edificios.

4 Se limitarán 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.

En relación a las condensaciones este documento enuncia la exigencia de forma genérica, para incidir posteriormente en las condensaciones de tipo intersticial dado que estas son las que afectan de forma más significativa al comportamiento térmico del edificio. Las condensaciones superficiales suponen

fundamentalmente un riesgo en relación a la salubridad, por la formación de mohos, y su exigencia se recoge en el Documento Básico de salubridad DB HS.

El documento de apoyo DA DB-HE / 2 “Comprobación de limitación de condensaciones superficiales e intersticiales en los cerramientos” aborda, sin embargo, procedimientos para el cálculo del riesgo de formación de ambos tipos de condensaciones. Se puede emplear dicho documento para hacer el cálculo de forma conjunta de ambos tipos de condensaciones [\[+\]](#)

3 Cuantificación de la exigencia

3.1 Condiciones de la envolvente térmica

La envolvente térmica del edificio, definida según los criterios del Anejo C, cumplirá las siguientes condiciones:

3.1.1 Transmitancia de la envolvente térmica

1 La transmitancia térmica (U) de cada elemento perteneciente a la envolvente térmica no superará el valor límite (U_{lim}) de la tabla 3.1.1.a-HE1:

Tabla 3.1.1.a - HE1 Valores límite de transmitancia térmica, U_{lim} [W/m^2K]

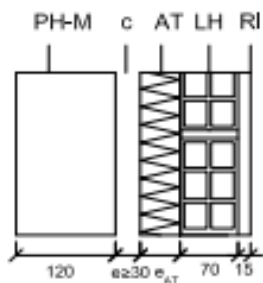
Elemento	Zona climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior (U_s , U_M)	0,80	0,70	0,56	0,49	0,41	0,37
Cubiertas en contacto con el aire exterior (U_c)	0,55	0,50	0,44	0,40	0,35	0,33
Muros, suelos y cubiertas en contacto con espacios no habitables o con el terreno (U_T) Medianerías o particiones interiores pertenecientes a la envolvente térmica (U_{Mo})	0,90	0,80	0,75	0,70	0,65	0,59
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana) (U_H)*	3,2	2,7	2,3	2,1	1,8	1,80
Puertas con superficie semitransparente igual o inferior al 50%	5,7					

*Los huecos con uso de escaparate en unidades de uso con actividad comercial pueden incrementar el valor de U_H en un 50%.

Muro o Fachada: cerramiento en contacto con el aire exterior cuya inclinación es superior a 60° respecto al plano horizontal. Está compuesto de una parte opaca (muro) y otra semitransparente (huecos).

Ejercicio de comprobación:

Sección de fachada F.12.2 tomada del Catálogo de elementos constructivos (del exterior al interior del edificio):



PH-M Panel macizo industrializado de hormigón

C Cámara de aire no ventilada

AT Aislante térmico no hidrófilo

LH Fábrica de ladrillo hueco

RI revestimiento interior formado por un enlucido de yeso

El Documento de Apoyo DA DB-HE / 1 “Cálculo de parámetros característicos de la envolvente” [\[+\]](#) se describen varios métodos simplificados que se pueden emplear para el cálculo de los parámetros característicos de los diferentes elementos que componen la envolvente térmica del edificio, lo que no impide el uso de otros métodos contrastados, sean simplificados o detallados.

Según este documento, la transmitancia térmica U (W/m^2K) viene dada por la siguiente expresión:

$$U = 1 / R_T$$

siendo

R_T la resistencia térmica total del componente constructivo [$m^2 K / W$].

La resistencia térmica total R_T de un componente constituido por capas térmicamente homogéneas debe calcularse mediante la expresión:

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

siendo

$R_1, R_2 \dots R_n$ las resistencias térmicas de cada capa [$m^2 K/W$] definidas según la expresión:

$$R = e / \lambda$$

Siendo:

e el espesor de la capa [m].

λ la conductividad térmica de diseño del material que compone la capa, calculada a partir de valores térmicos declarados según la norma UNE-EN ISO 10456:2012 o tomada de Documentos Reconocidos, [$W/m K$].

R_{si} y R_{se} las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente, de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y su situación en el edificio [$m^2 K/W$].

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		R_{se}	R_{si}
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo horizontal		0,04	0,13

	e (m)	λ [W/m·K]	R_i (m ² K/W)
R_{se}	-	-	0,04
PH-M	0,12	1,60	0,08
C	0,03	-	0,18
AT	x	0,035	R_{AT}
LH	0,07	0,32	0,22
R_i	0,02	0,57	0,03
R_{si}	-	-	0,13
Resistencia térmica total fachada			$0,68 + R_{AT}$

A continuación, debe comprobarse el valor de transmitancia térmica que debe ofrecer las fachadas. Por ejemplo, para una vivienda en Madrid en zona climática de invierno D, le correspondería una transmitancia térmica límite (Tabla 3.1.1.a) de 0,41 W/m²·K, y por tanto, una resistencia térmica de 2,44 m²·K/W (= 1 / 0,41). Por tanto: $0,68 + R_{AT} \geq 2,44 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \rightarrow R_{AT} \geq 1,76 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Utilizando un aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS) de $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$:

$R_{AT} = e_{AT} / \lambda \rightarrow e_{AT} = R_{AT} \cdot \lambda = 1,76 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \cdot 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K} = 0,0615 \text{ m} \rightarrow 6,15 \text{ cm}$. Se redondea al número entero siguiente, es decir, 7 cm de aislamiento térmico de XPS.

Los valores límite de transmitancia aseguran una calidad mínima de la envolvente térmica y evitan descompensaciones en la calidad térmica de los espacios del edificio. Sin embargo, estos valores no aseguran un nivel de demanda adecuado, limitado por el coeficiente global de transmisión de calor (K).

3 El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte del mismo, con uso residencial privado, no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la tabla 3.1.1.b-HE1:

Tabla 3.1.1.b - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso residencial privado

	Compacidad V/A [m ³ /m ²]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos y ampliaciones	V/A ≤ 1	0,67	0,60	0,58	0,53	0,48	0,43
	V/A ≥ 4	0,86	0,80	0,77	0,72	0,67	0,62
Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio	V/A ≤ 1	1,00	0,87	0,83	0,73	0,63	0,54
	V/A ≥ 4	1,07	0,94	0,90	0,81	0,70	0,62

Los valores límite de las compacidades intermedias (1 < V/A < 4) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

Compacidad (V/A): Relación entre el volumen encerrado por la envolvente térmica (V) del edificio (o parte del edificio) y la suma de las superficies de intercambio térmico con el aire exterior o el terreno de dicha envolvente térmica ($A = \sum A_i$). Se expresa en m^3/m^2

4 El coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente térmica (K) del edificio, o parte del mismo, con uso distinto al residencial privado no superará el valor límite (K_{lim}) obtenido de la tabla 3.1.1.c-HE1:

Tabla 3.1.1.c - HE1 Valor límite K_{lim} [W/m²K] para uso distinto del residencial privado

	Compacidad V/A [m³/m²]	Zona climática de invierno					
		α	A	B	C	D	E
Edificios nuevos. Ampliaciones. Cambios de uso. Reformas en las que se renueve más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica final del edificio	V/A ≤ 1	0,96	0,81	0,76	0,65	0,54	0,43
	V/A ≥ 4	1,12	0,98	0,92	0,82	0,70	0,59

Los valores límite de las compacidades intermedias ($1 < V/A < 4$) se obtienen por interpolación.

En el caso de ampliaciones los valores límite se aplicarán sólo en caso de que la superficie o el volumen construido se incrementen más del 10%.

Las unidades de uso con actividad comercial cuya compacidad V/A sea mayor que 5 se eximen del cumplimiento de los valores de esta tabla.

En el Anejo A “Terminología” se define con precisión el coeficiente global de transmisión de calor (K) como el valor medio del coeficiente de transmisión de calor para la superficie de intercambio térmico de la envolvente, un coeficiente que tiene en cuenta los distintos componentes considerados en la transmisión de calor, incluyendo los puentes térmicos.

$$K = \sum_x b_{tr,x} [\sum_i A_{x,i} U_{x,i} + \sum_k l_{x,k} \psi_{x,k} + \sum_j x_{x,j}] / \sum_x \sum_i b_{tr,x} A_{x,i}$$

donde:

$b_{tr,x}$ es el factor de ajuste para los elementos de la envolvente. Su valor es 1 excepto para elementos en contacto con edificios o espacios adyacentes exteriores a la *envolvente térmica*, donde toma el valor 0;

$A_{x,i}$ es el área de intercambio del elemento de la *envolvente térmica* considerado;

$U_{x,i}$ es el valor de la *transmitancia térmica* del elemento de la *envolvente térmica* considerado;

En el Documento de Apoyo DB-HE/1 Cálculo de parámetros característicos de la *envolvente térmica* y en las normas UNE-EN ISO relacionadas se dispone de valores orientativos de *transmitancia térmica* de los diferentes elementos de la *envolvente térmica*.

La *transmitancia térmica* aplicable a los elementos en contacto con el terreno incluye no sólo la transmitancia intrínseca del elemento sino también el efecto del terreno.

$l_{x,k}$ es la longitud del puente térmico considerado;

$\psi_{x,k}$ es el valor de la *transmitancia térmica lineal* del puente térmico considerado;

$x_{x,j}$ es la transmitancia puntual del puente térmico considerado.

No obstante, el Anejo E proporciona valores más estrictos de los parámetros característicos de la envolvente térmica que pueden resultar útiles para el predimensionado de soluciones constructivas de edificios de uso residencial privado, para el cumplimiento de las condiciones establecidas para el coeficiente global de transmisión de calor a través de la envolvente. Los siguientes valores presuponen un correcto tratamiento de los puentes térmicos.

Tabla a-Anejo E. Transmitancia térmica del elemento,
U [W/m² K]

	Zona Climática de invierno					
	α	A	B	C	D	E
Muros y suelos en contacto con el aire exterior, U_m, U_s	0,56	0,50	0,38	0,29	0,27	0,23
Cubiertas en contacto con el aire exterior, U_c	0,50	0,44	0,33	0,23	0,22	0,19
Elementos en contacto con espacios no habitables o con el terreno, U_T	0,80	0,80	0,69	0,48	0,48	0,48
Huecos (conjunto de marco, vidrio y, en su caso, cajón de persiana), U_H	2,7	2,7	2,0	2,0	1,6	1,5

Los valores de esta tabla son para la intervención en la globalidad del edificio, es decir, para edificios nuevos o intervenciones sobre edificios existentes que afecten a la globalidad de la envolvente térmica (>25%). Para el caso de reformas que afecten a <25% de la envolvente térmica los valores límite de transmitancia térmica para los diferentes elementos constructivos son los de la tabla 3.1.1.a-HE1

Para el ejercicio de comprobación anterior, para una vivienda en Madrid en zona climática de invierno D, le correspondería una transmitancia térmica límite de 0,27 W/m²·K, y por tanto, una resistencia térmica de 3,70 m²·K/W (= 1 / 0,27). Por tanto: $0,68 + R_{AT} \geq 3,70 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \rightarrow R_{AT} \geq 3,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Utilizando un aislamiento térmico de poliestireno extruido (XPS) de $\lambda = 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K}$:

$R_{AT} = e_{AT} / \lambda \rightarrow e_{AT} = R_{AT} \cdot \lambda = 3,02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \cdot 0,035 \text{ W/m} \cdot \text{K} = 0,1058 \text{ m} \rightarrow 10,58 \text{ cm}$. Se redondea al número entero siguiente, es decir, 11 cm de aislamiento térmico de XPS.



3.1.2 Control solar de la envolvente térmica

1 El parámetro de control solar ($q_{sol}; \text{jul}$) no superará el valor límite de la tabla 3.1.2-HE1.

Este parámetro de control solar cuantifica una prestación del edificio que consiste en su capacidad para bloquear la radiación solar y presupone la activación completa de los dispositivos de sombra móviles.

3.1.3 Permeabilidad al aire de la envolvente térmica

1 Las soluciones constructivas y condiciones de ejecución de los elementos de la envolvente térmica asegurarán una adecuada estanqueidad al aire. Particularmente, se

cuidarán los encuentros entre huecos y opacos, puntos de paso a través de la envolvente térmica y puertas de paso a espacios no acondicionados.

2 La permeabilidad al aire (Q_{100}) de los huecos que pertenezcan a la envolvente térmica no superará el valor límite de la tabla 3.1.3.a-HE1.

3.2 Limitación de descompensaciones

1 La transmitancia térmica de las particiones interiores no superará el valor de la tabla 3.2-HE1, en función del uso asignado a las distintas unidades de uso que delimiten.

4 Justificación de la exigencia

1 Para justificar que un edificio cumple las exigencias de esta sección, los documentos de proyecto incluirán la siguiente información sobre el edificio o parte del edificio evaluada:

(...)

c) el esquema geométrico de definición de la envolvente térmica

d) la caracterización de los elementos que componen la envolvente térmica (cerramientos opacos, huecos y puentes térmicos), así como los valores límite de los parámetros que resulten aplicables;

e) la caracterización geométrica, constructiva e higrotérmica de los elementos afectados por la comprobación de la limitación de descompensaciones, así como los valores límite que les correspondan;

f) las características técnicas mínimas que deben reunir los productos que se incorporen a las obras y sean relevantes para el comportamiento energético;

(...)

2 La caracterización de los cerramientos opacos incluirá:

a) las características geométricas y constructivas;

c) los parámetros que describan adecuadamente sus prestaciones térmicas, pudiendo emplear una descripción simplificada mediante agregación de capas paralelas y homogéneas que presente un comportamiento térmico equivalente donde:

- las capas con masa térmica apreciable se caracterizan mediante su espesor, densidad, conductividad y calor específico;

Como ya se indicó anteriormente [\[+\]](#), el empleo de la masa/inercia térmica de los materiales puede contribuir a una reducción significativa de las necesidades de climatización. Para poder lograrlo, se recomienda el empleo del “Manual de aplicación de inercia térmica” desarrollado por IECA [\[+\]](#).

5 Construcción, mantenimiento y conservación

5.1 Características exigibles a los productos

2 Los productos para los cerramientos se definen mediante su conductividad térmica λ (W/m·K), su emisividad si fuese particularmente relevante, y el factor de resistencia a la difusión del vapor de agua μ . En su caso, además, cuando proceda, se podrá definir la densidad (kg/m³) y el calor específico c_p (J/kg·K).

5 Los valores de diseño de las propiedades citadas deben obtenerse de valores declarados por el fabricante para cada producto.

7 En todos los casos se utilizarán valores térmicos de diseño, los cuales se pueden calcular a partir de los valores térmicos declarados según la norma UNE-EN ISO 10456:2012 y, complementariamente, la norma UNE-EN ISO 13786:2017, en el caso de productos de alta inercia térmica.

15.3 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas

Las instalaciones térmicas de las que dispongan los edificios serán apropiadas para lograr el bienestar térmico de sus ocupantes. 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.

15.4 Exigencia básica HE 3: Condiciones 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 su funcionamiento 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.

15.5 Exigencia básica HE 4: Contribución mínima de energía renovable para cubrir la demanda de agua caliente sanitaria

Los edificios satisfarán sus necesidades de ACS y de climatización de piscina cubierta empleando en gran medida energía procedente de fuentes renovables o procesos de cogeneración renovables; bien generada en el propio edificio o bien a través de la conexión a un sistema urbano de calefacción.

En cuanto al uso de energía procedente de fuentes renovables, las exigencias en consumo implican un aporte del 50% del consumo de energía primaria en la situación límite de consumo de energía primaria total. Además, se mantiene la obligación de utilizar un cierto porcentaje de energía renovable para cubrir las necesidades de ACS, y también la de generación de energía eléctrica in situ en edificios de uso terciario,

eliminándose la referencia específica a tecnologías concretas que había hasta ahora, como la solar térmica o la solar fotovoltaica, para flexibilizar el mercado y posibilitar el acceso de otras fuentes de energía renovable, manteniendo una posición de neutralidad reglamentaria que posibilite la competencia dentro del sector.

15.6. Exigencia básica HE 5: Generación mínima de energía eléctrica

En los edificios con elevado consumo de energía eléctrica se incorporarán sistemas de generación de energía eléctrica procedente de fuentes renovables para uso propio o suministro a la red.

Anejo B Zonas climáticas

Zona para la que se definen unas solicitudes exteriores comunes. Se identifica mediante una letra, correspondiente a la zona climática de invierno, y un número, correspondiente a la zona climática de verano. Además de los que puedan establecer documentos reconocidos elaborados por las Comunidades Autónomas, el Anejo B permite determinar la zona climática de cada localidad, y su clima de referencia.



REFERENCIAS

- Conceptos básicos sobre la modificación del Código Técnico de la Edificación. MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA. 2020 [\[+\]](#)
- Guía técnica de estructuras prefabricadas de hormigón. ANDECE. 2019 [\[+\]](#)
- Guía técnica de forjados prefabricados de hormigón. ANDECE. 2019 [\[+\]](#)
- Guía técnica de fachadas prefabricadas de hormigón. ANDECE. 2019 [\[+\]](#)
- Fichas de control documental de prefabricados de hormigón estructurales y no estructurales. ANDECE. 2020 [\[+\]](#)
- Los productos prefabricados de hormigón en el nuevo Reglamento Europeo de Productos de Construcción. ANDECE. 2014 [\[+\]](#)
- Biblioteca de consultas. Prefabricados de hormigón en la EHE-08. ANDECE. 2012 [\[+\]](#)
- Manual de aplicación de la inercia térmica. IECA. 2020 [\[+\]](#)
- Distintivos de calidad de elementos prefabricados de hormigón. MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA [\[+\]](#)
- Catálogo informático de elementos constructivos (CEC). MINISTERIO DE TRANSPORTES, MOVILIDAD Y AGENDA URBANA [\[+\]](#)
- Declaraciones ambientales de Productos Prefabricados de Hormigón. ANDECE. 2018 [\[+\]](#)
- “Guía Autodeclaraciones ambientales de productos prefabricados de hormigón. ANDECE [\[+\]](#)
- Guía BIM para empresas de prefabricados de hormigón. ANDECE [\[+\]](#)
- Relación de fabricantes asociados de ANDECE [\[+\]](#)
- Relación de socios adheridos de ANDECE [\[+\]](#)

CONTENIDO MULTIMEDIA

Jornada técnica de presentación de las modificaciones del CTE de 2020 celebrada en el Instituto Eduardo Torroja de Ciencias de la Construcción [\[+\]](#)

Webinars técnicos de presentación de las modificaciones del CTE de 2020 organizadas por ANDECE:

- DB-SI Seguridad en caso de incendio [\[+\]](#)
- DB-HS Salubridad [\[+\]](#)
- DB-HE Ahorro de energía [\[+\]](#)