



SI

Documento Básico

Seguridad en caso de incendio

Con comentarios del Ministerio de Fomento

- ~~SI 1 Propagación interior~~
- ~~SI 2 Propagación exterior~~
- ~~SI 3 Evacuación de ocupantes~~
- ~~SI 4 Instalaciones de protección contra incendios~~
- ~~SI 5 Intervención de los bomberos~~
- ~~SI 6 Resistencia al fuego de la estructura~~

Disposiciones legislativas

El articulado de este Documento Básico fue aprobado por el Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo (BOE 28-marzo-2006) y posteriormente ha sido modificado por las siguientes disposiciones:

- Real Decreto 1371/2007 de 19 de octubre (BOE 23-octubre-2007).
- Corrección de errores y erratas del Real Decreto 314/2006 de 17 de marzo (BOE 25-enero-2008).
- Orden VIV/984/2009 de 15 de abril (BOE 23-abril-2009).
- Real Decreto 173/2010 de 19 de febrero (BOE 11-marzo-2010).
- Sentencia del TS de 4/5/2010 (BOE 30/7/2010)
- Real Decreto 732/2019, de 20 de diciembre (BOE 27-diciembre-2019)

Documento Básico con comentarios

La Dirección General de Arquitectura, Vivienda y Suelo del Ministerio de Fomento publica periódicamente versiones de los Documentos Básicos del Código Técnico de la Edificación acompañadas de comentarios al objeto de servir de ayuda en la aplicación de la normativa. Los comentarios tienen un carácter orientativo e informativo no teniendo carácter reglamentario.

Hasta la fecha se han publicado las siguientes versiones del Documento Básico de Seguridad en caso de incendio con comentarios:

- | | | |
|---------------------------|---------------------------|---------------------------|
| - 4 de febrero de 2008 | - 21 de diciembre de 2012 | - 23 de diciembre de 2016 |
| - 1 de septiembre de 2008 | - 18 de diciembre de 2013 | - 30 de junio de 2017 |
| - 21 de agosto de 2009 | - 20 de junio de 2014 | - 26 de diciembre de 2017 |
| - 18 de mayo de 2010 | - 19 de diciembre de 2014 | - 29 de junio de 2018 |
| - 12 de abril de 2011 | - 30 de junio de 2015 | - 2 de agosto de 2019 |
| - 2 de diciembre de 2011 | - 22 de diciembre de 2015 | |
| - 29 de junio de 2012 | - 30 de junio de 2016 | |

Comentarios, aclaraciones y criterios de aplicación

Los comentarios que ya existían en versiones anteriores figuran con este tipo de letra, con esta sangría y con una línea vertical fina en el margen izquierdo.

Los comentarios, aclaraciones y criterios de aplicación que se incorporan o modifican significativamente en esta actualización figuran con una doble línea vertical en el margen izquierdo.

Introducción

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. Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas SI 1 a SI 6. La correcta aplicación de cada Sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico "Seguridad en caso de incendio".

Tanto el objetivo del requisito básico como las exigencias básicas se establecen en el artículo 11 de la Parte 1 de este CTE y son los siguientes:

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

- 1 El objetivo del requisito básico "Seguridad en caso de incendio" consiste en reducir a límites aceptables el *riesgo* de que los *usuarios* de un *edificio* sufran daños derivados de un incendio de origen accidental, como consecuencia de las características de su *proyecto, construcción, uso y mantenimiento*.
- 2 Para satisfacer este objetivo, los *edificios* se proyectarán, construirán, mantendrán y utilizarán de forma que, en caso de incendio, se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
- 3 El Documento Básico DB-SI especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de seguridad en caso de incendio, excepto en el caso de los edificios, *establecimientos* y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el "Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales", en los cuales las exigencias básicas se cumplen mediante dicha aplicación. ⁽¹⁾

~~11.1 Exigencia básica SI 1 - Propagación interior~~

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

11.2 Exigencia básica SI 2 - Propagación exterior

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

~~11.3 Exigencia básica SI 3 - Evacuación de ocupantes~~

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

~~11.4 Exigencia básica SI 4 - Instalaciones de protección contra incendios~~

~~El edificio dispondrá de los equipos e instalaciones adecuados para hacer posible la detección, el con-~~

⁽¹⁾ A tales efectos debe tenerse en cuenta que también se consideran zonas de uso industrial:

- a) Los almacenamientos integrados en establecimientos de cualquier uso no industrial, cuando la *carga de fuego* total, ponderada y corregida de dichos almacenamientos, calculada según el Anexo 1 de dicho Reglamento, exceda de 3×10^6 MJ. No obstante, cuando esté prevista la presencia del público en ellos se les deberá aplicar además las condiciones que este CTE establece para el uso correspondiente.
- b) Los garajes para vehículos destinados al transporte de personas o de mercancías.

~~trol y la extinción del incendio, así como la transmisión de la alarma a los ocupantes.~~

~~11.5 Exigencia básica SI 5 – Intervención de bomberos~~

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

~~11.6 Exigencia básica SI 6 – Resistencia al fuego de la estructura~~

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

II Ámbito de aplicación

El ámbito de aplicación de este DB es el que se establece con carácter general para el conjunto del CTE en su artículo 2 (Parte I) excluyendo los edificios, *establecimientos* y zonas de uso industrial a los que les sea de aplicación el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales”. ⁽¹⁾

Aplicación del RSCIEI

Al Ministerio de Fomento no le corresponde interpretar o aclarar la aplicación del Reglamento de Seguridad contra Incendios en los Establecimientos Industriales (RSCIEI) ni siquiera en aquello en lo que dicho reglamento se remite al CTE DB SI.

Aplicación del RSCIEI a naves 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.

Reglamentación aplicable a las zonas de engrase y lavado, talleres, estaciones de servicio, etc., integradas en aparcamientos

Las zonas de un aparcamiento destinadas a engrase y lavado, talleres, etc. son de uso industrial según el artículo 2 del RSCIEI, aunque no sean establecimientos diferentes del aparcamiento, por lo que se les debe aplicar dicho reglamento. En cambio, las zonas destinadas exclusivamente al lavado manual de vehículos no cabe considerarlas como un riesgo industrial, por lo que se les debe aplicar las mismas condiciones del DB SI que al conjunto del aparcamiento.

A las zonas destinadas a estación de servicio se les debe aplicar la ITC MI-IP04 del Reglamento de Instalaciones Petrolíferas.

Aplicación del DB SI a estructuras provisionales

El ámbito de aplicación que se establece con carácter general para el conjunto del CTE es, a su vez, el que se establece en la LOE, el cual contempla únicamente edificios de carácter permanente. Por tanto, las estructuras provisionales tipo carpas, circos, etc. no están reglamentariamente dentro de dicho ámbito de aplicación, lo cual, por otra parte, no prohíbe que se les aplique en aquello que pudiera ser aplicable.

Aplicación del DB SI a un proyecto o a un establecimiento integrado por varios edificios

En un mismo proyecto o establecimiento integrado por varios edificios en los que el riesgo de incendio se pueda considerar independiente entre ellos, el DB-SI se puede aplicar también de forma independiente a cada uno de dichos edificios.

Aplicación del DB SI a elementos de uso exclusivo para mantenimiento, inspección, reparaciones, etc.

El DB SI no es aplicable a las condiciones de evacuación de zonas de uso exclusivo por personal especializado en mantenimiento, reparaciones, etc., cuyo acceso y evacuación son particulares y quedan claramente fuera del alcance del DB SI, como pueden ser un foso de ascensor, una galería de instalaciones, una cubierta de uso restringido, etc., ni a los elementos destinados a dicho personal: escaleras, accesos, etc.

La regulación de las condiciones de evacuación de dichas zonas y elementos corresponde a la reglamentación de seguridad en el trabajo o bien a la específica de las instalaciones y equipos de que se trate.

El contenido de este DB se refiere únicamente a las exigencias básicas relacionadas con el requisito básico "Seguridad en caso de incendio". También deben cumplirse las exigencias básicas de los demás

⁽¹⁾ Conforme a dicho reglamento, a su vez, las condiciones de protección contra incendios de las zonas de los establecimientos industriales destinadas a otro uso y que superen determinados límites serán las que establece la norma básica de la edificación NBE-CPI/96. En dicha referencia, la citada norma básica se debe entender sustituida por este DB SI del CTE.

requisitos básicos, lo que se posibilita mediante la aplicación del DB correspondiente a cada uno de ellos.⁽¹⁾

Aplicación del DB SI cuando un incendio no suponga riesgo para las personas

La aplicación del DB SI tiene como finalidad satisfacer el requisito básico SI, el cual tiene por objetivo "... reducir a límites aceptables el riesgo de que los usuarios de un edificio sufran daños derivados de un incendio de origen accidental (Parte I, art. 11.1). Por tanto, 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.

A título de ejemplo, en un aparcamiento situado al exterior, como puede ser en la cubierta de un edificio, o en un edificio de uso agropecuario, garaje o almacén, de poca superficie, una planta, ocupación mínima y ocasional, suficiente separación respecto de otros edificios, etc., puede ser suficiente aplicar las condiciones de evacuación (SI 3) que realmente puedan resultar necesarias para la seguridad de las personas.

Este CTE no incluye exigencias dirigidas a limitar el riesgo de inicio de incendio relacionado con las instalaciones o los almacenamientos regulados por reglamentación específica, debido a que corresponde a dicha reglamentación establecer dichas exigencias.

Como en el conjunto del CTE, el ámbito de aplicación de este DB son las obras de edificación. Por ello, los elementos del entorno del edificio a los que les son de obligada aplicación sus condiciones son únicamente aquellos que formen parte del proyecto de edificación. Conforme al artículo 2, punto 3 de la ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación (LOE), se consideran comprendidas en la edificación sus instalaciones fijas y el equipamiento propio, así como los elementos de urbanización que permanezcan adscritos al edificio.

III Criterios generales de aplicación

Pueden utilizarse otras soluciones diferentes a las contenidas en este DB, en cuyo caso deberá seguirse el procedimiento establecido en el artículo 5 del CTE y deberá documentarse en el proyecto el cumplimiento de las exigencias básicas. Cuando la aplicación de este DB en obras en edificios protegidos sea incompatible con su grado de protección, se podrán aplicar aquellas soluciones alternativas que permitan la mayor adecuación posible, desde los puntos de vista técnico y económico, de las condiciones de seguridad en caso de incendio. En la documentación final de la obra deberá quedar constancia de aquellas limitaciones al uso del edificio que puedan ser necesarias como consecuencia del grado final de adecuación alcanzado y que deban ser tenidas en cuenta por los titulares de las actividades.

Cumplimiento del DB SI en edificios existentes y efectividad de la adecuación al DB

Esta condición se ha hecho extensiva, para el conjunto del CTE y de sus requisitos básicos y para todos los edificios existentes, mediante la modificación del artículo 2 de la Parte I del CTE introducida por la Ley 8/2013 de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas en el punto 3 de su artículo 1.

La adecuación a este DB de un elemento que se modifica puede no ser efectiva cuando depende de la necesaria contribución de otros elementos que, por no modificarse con la reforma, no se adecuan a este DB. Por ejemplo, puede ser el caso de reformas que no llegan a tener la suficiente envergadura, en cuanto elementos involucrados, para poder dar una solución efectiva a condiciones de compartimentación, de resistencia al fuego de la totalidad de un elemento (como puede ser una medianería), de reacción al fuego de los acabados de una determinada zona, etc.

Cuando se cita una disposición reglamentaria en este DB debe entenderse que se hace referencia a la versión vigente en el momento en el que se aplica el mismo. Cuando se cita una norma UNE, UNE-EN o UNE-EN ISO debe entenderse que se hace referencia a la versión que se indica, aun cuando exista una versión posterior, salvo en el caso de normas armonizadas UNE-EN que sean transposición de normas EN cuyas referencias hayan sido publicadas en el Diario Oficial de la Unión Europea, en el marco de la aplicación del Reglamento (UE) nº 305/2011 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 9 de marzo de 2011, por el que se establecen condiciones armonizadas para la comercialización de productos de construcción, y se deroga la Directiva 89/106/CEE del Consejo, en cuyo caso la cita se deberá relacionar con

⁽¹⁾ En particular, debe tenerse en cuenta que en este Código Técnico las exigencias relacionadas con la seguridad de las personas al desplazarse por el edificio (tanto en circunstancias normales como en situaciones de emergencia) se vinculan al requisito básico "Seguridad de utilización". Por ello, las soluciones aplicables a los elementos de circulación (pasillos, escaleras, rampas, etc.) así como a la iluminación normal y al alumbrado de emergencia figuran en el DB SU.

la última Comunicación de la Comisión que incluya dicha referencia. En el caso de normas de métodos de ensayo referenciadas en las normas armonizadas, debe aplicarse la versión incluida en las normas armonizadas UNE-EN citadas anteriormente.

Las normas recogidas en este DB podrán ser sustituidas por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y en aquellos estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen especificaciones técnicas equivalentes.

Versión de las normas UNE-EN de ensayo que debe considerarse

Las UNE-EN de ensayo o de clasificación, al ser normas de apoyo a normas EN armonizadas de producto publicadas en el Diario Oficial de la Unión Europea se pueden considerar incluidas entre las de actualización automática conforme a la última versión.

En edificios que deban tener un plan de emergencia conforme a la reglamentación vigente, éste preverá procedimientos para la evacuación de las personas con discapacidad en situaciones de emergencia.

A efectos de este DB deben tenerse en cuenta los siguientes criterios de aplicación:

- 1 En aquellas zonas destinadas a albergar personas bajo régimen de privación de libertad o con limitaciones psíquicas no se deben aplicar las condiciones que sean incompatibles con dichas circunstancias. En su lugar, se deben aplicar otras condiciones alternativas, justificando su validez técnica y siempre que se cumplan las exigencias de este requisito básico.

En relación con los sistemas de apertura controlada de puertas, ver comentario **Sistemas de apertura controlada eléctricamente** vinculado a SI 3-6.
- 2 Los *edificios, establecimientos* o zonas cuyo *uso previsto* no se encuentre entre los definidos en el Anejo SI A de este DB deberán cumplir, salvo indicación en otro sentido, las condiciones particulares del uso al que mejor puedan asimilarse.

Asimilación a más de un uso de los contemplados en el DB SI

Cuando los diferentes aspectos de riesgo de una determinada actividad sean asimilables a diferentes usos de los contemplados en el DB SI (los definidos en el Anejo A), es posible aplicar en cada aspecto las condiciones reglamentarias del uso al cual dicho aspecto se puede asimilar, siempre que se justifique adecuadamente en base a un análisis de los riesgos específicos de la actividad en cuestión.

Local diáfano sin uso

Un local diáfano sin ningún uso declarado es, a efectos del CTE, una obra inacabada. El proyecto y obra de terminación de dicho local para un uso determinado debe cumplir (al margen de cómo se denomine la licencia correspondiente, desde la óptica municipal) todas las exigencias del CTE vigentes en el momento de solicitar licencia para dicha obra (no para la obra inicial), incluidas las de seguridad en caso de incendio, particularizadas para el uso en cuestión.

Uso aplicable a una estación de autobuses

Ver comentario "Estaciones de autobuses y garajes de vehículos destinados al transporte" vinculado a la definición de Uso Aparcamiento en el Anexo SIA Terminología.

Establecimientos para actividades profesionales

Se considera que aquellos establecimientos que sean de "pequeña entidad" en los que las personas acuden citadas de forma personalizada y en un número limitado (se puede considerar razonable establecer dicho límite en 100 m² de superficie útil y en 10 personas de ocupación) pueden asimilarse, en el caso de que no lo sean, al uso Administrativo.

Actividades profesionales dentro de una vivienda

Cuando el usuario de una vivienda, que continúa utilizándola como tal, lleva a cabo en ella actividades tales como una clase particular (idiomas, música, etc.) una consulta profesional (médico, psicólogo, fisioterapeuta, etc.) ello no supone un cambio de uso de la vivienda a efectos del CTE y no obliga a aplicar el mismo.

En cambio, cuando toda la vivienda pasa a estar dedicada a la actividad en cuestión, debe entenderse que se lleva a cabo un cambio de uso de dicha vivienda y, conforme al punto 5 del artículo 2 de su Parte I, debe aplicarse el CTE en los términos que se establecen en sus Documentos Básicos.

- 3 A los edificios, *establecimientos* o zonas de los mismos cuyos ocupantes precisen, en su mayoría, ayuda para evacuar el edificio (residencias geriátricas o de personas discapacitadas, centros de educación especial, etc.) se les debe aplicar las condiciones específicas del *uso Hospitalario*.

Uso aplicable a las guarderías y a las escuelas infantiles

La aplicación que establece el punto 3 debe hacerse de una manera flexible, excluyendo aquellas condiciones que tengan sentido en un hospital, pero no en el establecimiento en cuestión, por ejemplo en una guardería.

Tal es el caso de las anchuras mínimas de pasillos y puertas, que para un hospital se establecen teniendo en cuenta la necesidad de desplazar a pacientes en cama en caso de emergencia, medida que es innecesaria en las guarderías y en las residencias y viviendas tuteladas para personas con discapacidad, excepto en los casos singulares en los que el tipo de discapacidad de dichas personas haga necesaria dicha medida.

Del mismo modo, no parece lógico trasladar también a las guarderías la exigencia de dos sectores de incendio en toda planta, dado que en una guardería siempre es preferible y más segura la evacuación al espacio exterior (obviamente, cumpliendo los recorridos totales máximos y los máximos tramos de recorrido único conforme a SI3-3) que la evacuación a un sector alternativo. Por tanto, una planta de guardería debe tener más de un sector de incendios únicamente cuando supere el límite de 1500 m² construidos.

A parte de lo anterior, las escuelas infantiles para niños de más de 3 años de edad se consideran uso Docente conforme al Anejo A, por lo que se les debe aplicar las condiciones específicas de dicho uso.

Uso aplicable a un centro de día para personas mayores

Un centro de día para personas mayores debe asimilarse, en general, al uso Residencial Público, excepto cuando el grado de dependencia de los ocupantes en caso de incendio sea tan alto y generalizado que haga aconsejable asimilarlo a uso Hospitalario.

- 4 A los edificios, *establecimientos* o zonas de uso sanitario o asistencial de carácter ambulatorio se les debe aplicar las condiciones particulares del *uso Administrativo*.
- 5 Cuando un cambio de uso afecte únicamente a parte de un edificio o de un *establecimiento*, este DB se debe aplicar a dicha parte, así como a los medios de evacuación que la sirvan y que conduzcan hasta el *espacio exterior seguro*, estén o no situados en ella. Como excepción a lo anterior, cuando en edificios de *uso Residencial Vivienda* existentes se trate de transformar en dicho uso zonas destinadas a cualquier otro, no es preciso aplicar este DB a los elementos comunes de evacuación del edificio.

Cambio del perfil de riesgo

Este DB también debe aplicarse cuando se modifique el perfil de riesgo del edificio, establecimiento o zona considerada sin que necesariamente se dé un cambio de uso. Puede ser el caso del cambio de una zona de uso público a un uso no público, que llevaría a un cambio de mecanismos de apertura de las puertas.

Apartamentos turísticos en edificios de uso residencial vivienda

Ver comentario "Apartamentos turísticos" vinculado a la definición de Uso Residencial Público en SI A Terminología.

Adecuación de escaleras existentes en cambios de uso

Cuando en una o en varias plantas de un edificio existente se pretenda implantar un establecimiento de uso diferente del principal del edificio, con carácter general, las escaleras que sirvan al nuevo establecimiento deben adecuarse al mismo en toda su altura, no solo en lo relativo a su tipo de compartimentación, sino también en lo que se refiere a su número y a su anchura o a su capacidad de evacuación. Deberán asimismo cumplirse las condiciones de compatibilidad de los elementos de evacuación que se establecen en SI 3-1

No obstante, dada la evidente dificultad de adecuar en toda su altura las escaleras existentes, dicha adecuación podría hacerse sólo hasta la planta o las plantas de acceso al nuevo establecimiento.

En cualquier caso, cuando no se alcancen las condiciones establecidas en el articulado, deberían considerarse mejoras en la seguridad global del edificio, en aquello que quede afectada por la implantación del nuevo establecimiento.

Si el establecimiento es de uso Residencial Público y no tiene más de 20 plazas de alojamiento ver la nota (3) de la tabla 5.1de SI 3-5.

- 6 En las obras de reforma en las que se mantenga el uso, este DB debe aplicarse a los elementos del edificio modificados por la reforma, siempre que ello suponga una mayor adecuación a las condiciones de seguridad establecidas en este DB.

Alcance de la aplicación del DB SI en intervenciones en las que se mantenga el uso. Proporcionalidad

Con estos criterios generales no se pretende que cualquier intervención, en la que se mantenga el uso, suponga la total adecuación del edificio al DB (lo que en muchos casos sería imposible) sino que haya proporcionalidad entre el alcance constructivo de la intervención y el grado de mejora de las condiciones de seguridad en caso de incendio que se lleve a cabo.

Alcance de la aplicación del DB SI en cambios de actividad y a legalizaciones

La competencia para regular los cambios de actividad y las legalizaciones es de los ayuntamientos, por lo que corresponde a estos decidir sobre el alcance de la aplicación del CTE a dichos procesos. No obstante, cuando un cambio de actividad vaya acompañado de una obra de reforma o de un cambio de uso característico se debe aplicar el CTE en la forma establecida en este.

Renovación de ascensores en edificios existentes

Conforme a lo que establece este punto 6, una obra de renovación total de los ascensores de un edificio existente es una intervención que, por su importancia, debe alcanzar el mayor grado de adecuación efectiva de dichos ascensores a las condiciones que establece este DB SI que sea técnica y económicamente compatible con el alcance de la obra.

Por ejemplo, si se trata de un edificio cuya altura de evacuación excede de 28 m, en la renovación de los ascensores se debe tener en cuenta lo que se establece en SI 4-1 sobre dotación de ascensor de emergencia.

Aplicación del DB-SI en obras de mantenimiento

El CTE es de aplicación a las intervenciones en edificios existentes, entendiendo por tales (ver Anejo III Terminología de la Parte I) las ampliaciones, las reformas y los cambios de uso.

A su vez, se entiende por reforma “cualquier trabajo u obra en un edificio existente distinto del que se lleve a cabo para el exclusivo mantenimiento del edificio.” Y a su vez, se entiende por mantenimiento el “conjunto de trabajos y obras a efectuar periódicamente para prevenir el deterioro de un edificio o reparaciones puntuales que se realicen en el mismo, con el objeto mantenerlo en buen estado para que, con una fiabilidad adecuada, cumpla con los requisitos básicos de la edificación establecidos.”

En consecuencia, en una obra que conforme a lo anterior sea de mantenimiento no es exigible la aplicación del CTE.

- 7 Si la reforma altera la ocupación o su distribución con respecto a los elementos de evacuación, la aplicación de este DB debe afectar también a éstos. Si la reforma afecta a elementos constructivos que deban servir de soporte a las instalaciones de protección contra incendios, o a zonas por las que discurren sus componentes, dichas instalaciones deben adecuarse a lo establecido en este DB.

Distribución de la ocupación respecto a los elementos de evacuación

Los cambios en la distribución de ocupantes deben tenerse en cuenta cuando éstos conlleven un incremento del riesgo respecto a la distribución inicial.

Por ejemplo, en los casos en los que mediante una nueva distribución se obtengan longitudes de recorridos más desfavorables.

Intervenciones en elementos que sirven de soporte a instalaciones de protección contra incendios

En función del carácter de la intervención, puede no ser exigible la adecuación de las instalaciones de protección contra incendios que se establece en este punto.

Por ejemplo, una intervención en un edificio existente cuyo objeto sea reparar patologías en las bovedillas de los forjados, desmontando para ello los falsos techos existentes y reponiéndolos posteriormente no tiene el carácter de obra de reforma, sino que se trata de obra de mantenimiento, la cual puede limitarse a su objeto.

Por ello, no obligaría a la instalación del sistema de detección automática que sí podría ser exigible si tuviese el carácter de obra de reforma y se considerase que existe proporcionalidad entre su alcance constructivo y el grado de mejora de las condiciones de protección contra incendios, tanto en relación con el sistema que tendría como soporte el techo, como el que, en su caso, pudiera ser exigible en la cámara de falso techo.

- 8 En todo caso, las obras de reforma no podrán menoscabar las condiciones de seguridad preeexistentes, cuando éstas sean menos estrictas que las contempladas en este DB.

Alcance de la aplicación del DB SI a obras de ampliación

En una obra de ampliación de un edificio, a la parte ampliada se le debe aplicar el DB SI como a una obra de nueva planta, pero considerándola parte integrante del edificio ampliado. Por ejemplo, dicha parte deberá contar las instalaciones de protección que sean exigibles conforme a SI 4 al edificio ampliado, aunque no sea obligatorio instalarlas también en la parte preeexistente.

A la parte preeexistente se le debe aplicar el DB SI conforme a los criterios que se establecen para las obras de reforma en los puntos 6, 7 y 8 del apartado III de su Introducción, es decir:

- A los elementos que se modifiquen con la obra de ampliación, siempre que dicha aplicación suponga una mayor adecuación al DB SI.
- A los elementos de evacuación que vayan a servir a la zona ampliada.
- A las instalaciones de protección contra incendios, si la obra afecta a los elementos constructivos que les sirvan de soporte en un grado tal que haga justificable y proporcionada la actualización o la implantación de la instalación de que se trate.

Elaboración de planes de emergencia y adecuación al DB SI

La elaboración del Plan de Emergencia de un edificio existente no es una actuación que por sí misma obligue a la adecuación del edificio a lo establecido por el DB SI, sino que supone desarrollar dicho Plan en función de su estado actual, incluidas sus posibles deficiencias respecto de la reglamentación actual. Sólo cabría, si así lo requiriese la Propiedad (no es obligatorio) complementar el Plan con el análisis y propuesta de adecuación del estado actual, ordenada en su caso según las prioridades que se estimen más aconsejables.

IV Condiciones particulares para el cumplimiento del DB-SI

- 1 La aplicación de los procedimientos de este DB se llevará a cabo de acuerdo con las condiciones particulares que en el mismo se establecen y con las condiciones generales para el cumplimiento del CTE, las condiciones del proyecto, las condiciones en la ejecución de las obras y las condiciones del edificio que figuran en los artículos 5, 6, 7 y 8 respectivamente de la parte I del CTE.

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.

No obstante, cuando las normas de ensayo y clasificación del elemento constructivo considerado según su *resistencia al fuego* no estén aún disponibles en el momento de realizar el ensayo, dicha clasificación se podrá seguir determinando y acreditando conforme a las anteriores normas UNE, hasta que tenga lugar dicha disponibilidad.

- 2 El Anejo G refleja, con carácter informativo, el conjunto de normas de clasificación, de ensayo y de producto más directamente relacionadas con la aplicación de este DB.
- 3 Los sistemas de cierre automático de las puertas resistentes al fuego deben consistir en un dispositivo conforme a la norma UNE-EN 1154:2003 “Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo”. Las puertas de dos hojas deben estar además equipadas con un dispositivo de coordinación de dichas hojas conforme a la norma UNE-EN 1158:2003 “Herrajes para la edificación. Dispositivos de coordinación de puertas. Requisitos y métodos de ensayo”.

En relación con las condiciones de instalación, uso y mantenimiento de las puertas cortafuego, es de aplicación la norma UNE 23740-1 Instalación, uso y mantenimiento de las puertas cortafuego.

Informe único de clasificación de resistencia al fuego de puertas

Ver DA DB-SI / 2.

- 4 Las puertas previstas para permanecer habitualmente en posición abierta deben disponer de un dispositivo conforme con la norma UNE-EN 1155:2003 “Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Requisitos y métodos de ensayo”.
- 5 La utilización en las obras de sistemas complejos y no convencionales (por ejemplo, los sistemas de compartimentación de incendios que integran un elemento separador, una motorización, elementos guía, un sistema de detección, un suministro eléctrico, un sistema automático de enfriamiento mediante agua, etc.) debe ampararse, de acuerdo con el artículo 5.2 del CTE, en una certificación de la idoneidad técnica que verifique todas aquellos componentes y características del sistema que sean críticos para que este cumpla la función que le sea exigible. Dichas certificaciones podrán inscribirse en el Registro General del CTE para su general conocimiento, conforme a lo establecido en su artículo 4, punto 4.

Sistemas complejos y no convencionales de compartimentación de incendios

Por el momento, los únicos sistemas de compartimentación de incendios a los que les es de aplicación la inscripción en el Registro General del CTE a la que se refiere el artículo son las cortinas cortafuegos.

VI Laboratorios de ensayo

La clasificación, según las características de *reacción al fuego* o de *resistencia al fuego*, de los productos de construcción que aún no ostenten el *marcado CE* o los elementos constructivos, así como los ensayos necesarios para ello deben realizarse por laboratorios acreditados por una entidad oficialmente reconocida conforme al Real Decreto 2200/1995 de 28 de diciembre, modificado por el Real Decreto 411/1997 de 21 de marzo, Real Decreto 338/2010, de 19 de marzo, Real Decreto 1715/2010, de 17 de diciembre, Real Decreto 239/2013, de 5 de abril y Real Decreto 1072/2015, de 27 de noviembre.

Validez en España de ensayos hechos en otros Estados de la Unión Europea

Un producto ensayado en otro Estado de la UE, conforme a las mismas normas vigentes en España, por un laboratorio acreditado en dicho Estado puede ser considerado por la Administración española conforme con las disposiciones del CTE.

En la fecha en la que los productos sin *marcado CE* se suministren a las obras, los certificados de ensayo y clasificación antes citados deberán tener una antigüedad menor que 5 años cuando se refieran a *reacción al fuego* y menor que 10 años cuando se refieran a *resistencia al fuego*.

Antigüedad de los informes de ensayo y clasificación de productos

La antigüedad máxima que deben tener los informes de ensayo y de clasificación, tanto de reacción como de resistencia al fuego, es exigible en el momento en que los productos se suministran a las obras. No cabe deducir de lo anterior que un producto ya instalado deba renovar su validación a lo largo de su vida útil mediante ensayos actualizados. El plazo de validez, tanto de los informes de ensayo como de los de clasificación, cuenta a partir de la fecha de realización del ensayo correspondiente.

Cuando la reglamentación vigente determine la sustitución de una norma de ensayo o de clasificación por una nueva versión (la misma norma, pero con diferente fecha) dicha versión se debe aplicar a los productos que se ensayan o clasifiquen a partir de ese momento, pero no supone que los productos con informes de ensayo o de clasificación que conforme al DB SI no hayan agotado su tiempo de validez y que no hayan sido modificados deban volver a ser ensayados o clasificados conforme a la nueva versión.

Cuando la reglamentación vigente establezca que a un determinado tipo de producto se le debe aplicar otra norma diferente de ensayo o de clasificación, los productos ya ensayados o clasificados con la norma anterior se deben volver a ensayar o clasificar conforme a la nueva norma en los plazos que la reglamentación establezca para ello.

El marcado CE de un producto mantiene su validez mientras este se mantenga en el mercado sin ser modificado, aunque su norma armonizada o las normas de ensayo o de clasificación de su comportamiento ante el fuego que le son de aplicación sean revisadas y adopten nuevas versiones.

Obligatoriedad de aportar los informes de ensayo

Los fabricantes o suministradores de productos que aún no ostenten el marcado CE solo están obligados a aportar copia del certificado de clasificación, el cual en todo caso debe contener la descripción e identificación completa del producto. Tanto el informe de clasificación como el de ensayo, aunque este no se entregue, deben ser vigentes conforme a lo que establece este DB SI.

Idioma en el que deben estar redactados los documentos que amparan la utilización de los productos en las obras

Los informes de ensayo y de clasificación de los productos de construcción, así como los certificados y declaraciones de prestaciones según el Reglamento de productos de construcción y las ETE (Evaluación Técnica Europea) pueden estar redactados en cualquier idioma que sea aceptable para los agentes que los soliciten y utilicen. No obstante, cuando de dichos documentos deba quedar constancia y registro reglamentario con efectos administrativos, deberán estar redactados en español y, en su caso, en alguno de los idiomas cooficiales en la comunidad autónoma en la que se presenten.

A estos efectos, los laboratorios acreditados españoles se consideran, de forma no excluyente respecto de otras entidades o profesionales, traductores especialmente cualificados y adecuados para realizar dichas traducciones, con validez equivalente a la de los traductores jurados.

Titularidad de los certificados de ensayo y clasificación

El titular de los certificados de ensayo y clasificación con los que se justifiquen las características de comportamiento ante el fuego de un producto no sujeto a marcado CE instalado en una obra debe ser el fabricante de dicho producto. Los certificados deben referirse al producto según la designación conforme a la cual este ha sido suministrado a la obra.

Vigencia de los informes de extensión de la aplicación de los resultados de los ensayos (EXAP)

Los informes de extensión de la aplicación de los resultados de los ensayos (EXAP) deben basarse en la norma aplicable vigente (EN EXAP). Cuando ésta no exista, deberían basarse en su último proyecto disponible (prEN EXAP) y cuando éste tampoco exista, en la experiencia del laboratorio. En estos dos últimos casos, la elección de los parámetros determinantes para llevar a cabo dicha evaluación queda bajo el criterio del laboratorio y, por consiguiente, bajo su responsabilidad.

Cuando se apruebe, actualice o modifique una norma EXAP, los informes de extensión que se realicen o se renueven, deben adecuarse a la nueva versión de la norma.

Un informe EXAP pierde su vigencia cuando la pierda alguno de los informes de ensayo en los que se basa.

Los informes EXAP los deben elaborar laboratorios acreditados para la realización de ensayos por una entidad oficialmente reconocida.

VII Terminología

A efectos de aplicación de este DB, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos, bien en el anexo SI A de este DB, cuando se trate de términos relacionados únicamente con el requisito básico "Seguridad en caso de incendio", o bien en el Anejo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.

Índice

~~Sección SI 1 Propagación interior~~

- ~~1 Compartimentación en sectores de incendio~~
- ~~2 Locales y zonas de riesgo especial~~
- ~~3 Espacios ocultos. Paso de instalaciones a través de elementos de compartimentación de incendios~~
- ~~4 Reacción al fuego de los elementos constructivos, decorativos y de mobiliario~~

~~Sección SI 2 Propagación exterior~~

- 1 Medianerías y fachadas
- 2 Cubiertas

~~Sección SI 3 Evacuación de ocupantes~~

- ~~1 Compatibilidad de los elementos de evacuación~~
- ~~2 Cálculo de la ocupación~~
- ~~3 Número de salidas y longitud de los recorridos de evacuación~~
- ~~4 Dimensionado de los medios de evacuación~~
 - 4.1 Criterios para la asignación de los ocupantes
 - 4.2 Cálculo
- ~~5 Protección de las escaleras~~
- ~~6 Puertas situadas en recorridos de evacuación~~
- ~~7 Señalización de los medios de evacuación~~
- ~~8 Control del humo de incendio~~
- ~~9 Evacuación de personas con discapacidad en caso de incendio~~

~~Sección SI 4 Instalaciones de protección contra incendios~~

- ~~1 Dotación de instalaciones de protección contra incendios~~
- ~~2 Señalización de las instalaciones manuales de protección contra incendios~~

~~Sección SI 5 Intervención de los bomberos~~

- ~~1 Condiciones de aproximación y entorno~~
 - 1.1 Aproximación a los edificios
 - 1.2 Entorno de los edificios

2 Accesibilidad por fachada

Sección SI 6 Resistencia al fuego de la estructura

1 Generalidades

2 Resistencia al fuego de la estructura

3 Elementos estructurales principales

4 Elementos estructurales secundarios

5 Determinación de los efectos de las acciones durante el incendio

6 Determinación de la resistencia al fuego

Anejo SI A Terminología

Anejo SI B *Tiempo equivalente de exposición al fuego*

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

Anejo SI D *Resistencia al fuego* de las estructuras de acero

Anejo SI E *Resistencia al fuego* de las estructuras de madera

Anejo SI F *Resistencia al fuego* de los elementos de fábrica

Anejo SI G Normas relacionadas con la aplicación del DB-SI

Sección SI 2

Propagación exterior

1 Medianerías y fachadas

- 1 Los elementos verticales separadores de otro edificio deben ser al menos EI 120.
- 2 Con el fin de limitar el riesgo de propagación exterior horizontal del incendio a través de la fachada entre dos *sectores de incendio*, entre una zona de riesgo especial alto y otras zonas o hacia una *escalera protegida* o *pasillo protegido* desde otras zonas, los puntos de sus fachadas que no sean al menos EI 60 deben estar separados la distancia d en proyección horizontal que se indica a continuación, como mínimo, en función del ángulo α formado por los planos exteriores de dichas fachadas. Para valores intermedios del ángulo α , la distancia d puede obtenerse por interpolación lineal.

Cuando se trate de edificios diferentes y colindantes, los puntos de la fachada del edificio considerado que no sean al menos EI 60 cumplirán el 50% de la distancia d hasta la bisectriz del ángulo formado por ambas fachadas.

α	0° ⁽¹⁾	45°	60°	90°	135°	180°
d (m)	3,00	2,75	2,50	2,00	1,25	0,50

⁽¹⁾ Refleja el caso de fachadas enfrentadas paralelas

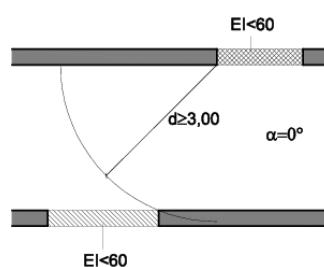


Figura 1.1. Fachadas enfrentadas

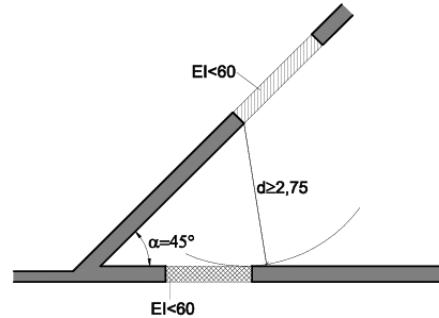


Figura 1.2. Fachadas a 45°

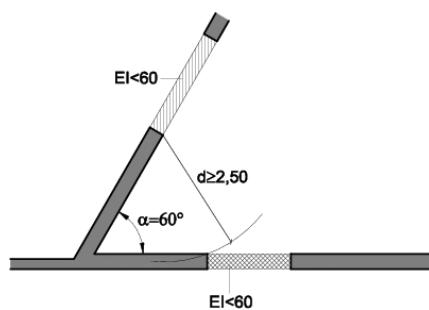


Figura 1.3. Fachadas a 60°

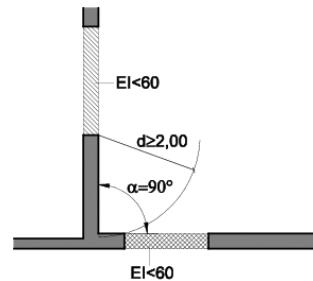


Figura 1.4. Fachadas a 90°

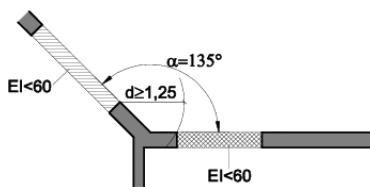


Figura 1.5. Fachadas a 135°

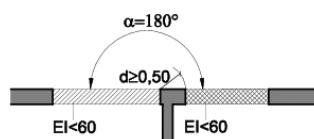


Figura 1.6. Fachadas a 180°

Separación respecto de terrazas, tendederos, etc.

El objetivo es que la distancia desde el foco radiante de un incendio de pleno desarrollo en una fachada sobre otros huecos sea mayor cuanto más frontal sea el flujo radiante que incide sobre éstos. Por ello, ante configuraciones de fachada no explícitamente contempladas en dicho artículo, por ejemplo cuando la fachada del edificio origen de un posible incendio tiene terrazas, tendederos, etc., además de huecos, las cuestiones a analizar son dos:

- 1) Si es previsible que dichas terrazas o tendederos se utilicen para acumular carga de fuego o elementos de riesgo en cantidades peligrosas, pudiendo llegar a ser el foco radiante de un incendio de pleno desarrollo, o si, en caso contrario, dicho foco radiante lo serían los huecos de fachada.
- 2) En el primer caso, cuál sería el ángulo de incidencia del flujo de radiación originado en la terraza o tendedero sobre los huecos "pasivos", a efectos de aplicar la distancia necesaria conforme a SI 2-1 en función de dicho ángulo.

Elementos verticales salientes en fachada como alternativa a separación en proyección horizontal

Cuando los huecos en fachada no cumplen la separación en proyección horizontal que se establece en función del ángulo, pueden disponerse elementos verticales salientes en fachada para cumplir dicha condición, siempre que sean EI 30 y que su dimensión saliente sea la necesaria para interponerse entre los puntos de los huecos que no cumplen la separación exigible.

Distancia entre los huecos de una escalera protegida exterior y los huecos de una fachada con una galería abierta

Una escalera exterior debe cumplir las distancias que se establecen en SI 2-1 respecto de huecos en fachada o de zonas de ella que no sean EI 60 cuando deba ser protegida o especialmente protegida, ya sea por ser exigible conforme a SI 3-5 o porque, sin serlo, el proyectista ha optado por ello para obtener mayor capacidad de evacuación.

Si la escalera está situada próxima a una fachada con galerías abiertas a las que abren puertas y ventanas, dicha distancia debe medirse entre todo punto de la envolvente de la escalera que no sea EI 60 y el borde exterior más próximo de la galería abierta más cercana. El vuelo de las galerías hace que la propagación exterior de un posible incendio por dichos huecos pueda resultar más cercana al perímetro de la escalera que en el caso de que la galería no existiese, por lo que, en estos casos, la distancia a la fachada propiamente dicha, conformada por las paredes de galerías y pasillos exteriores, no es la determinante.

Todo ello partiendo de que, al margen de lo anterior y de que haya o no escalera, las paredes de los pasillos o galerías abiertos al exterior se consideran fachadas y no precisan tener ninguna resistencia al fuego, excepto en las zonas afectadas por las condiciones que se establecen en SI 2-1.

- 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 protegida* o hacia un *pasillo protegido* desde otras zonas, dicha fachada debe ser al menos EI 60 en una franja de 1 m de altura, como mínimo, medida sobre el plano de la fachada (véase figura 1.7). 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 (véase figura 1.8).

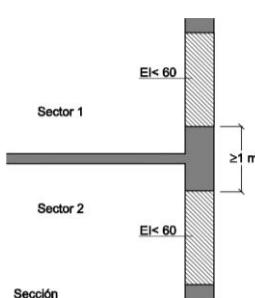


Figura 1.7 Encuentro forjado-fachada

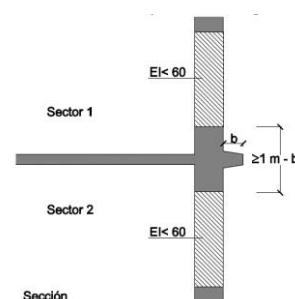


Figura 1.8 Encuentro forjado- fachada con saliente

Resistencia al fuego del encuentro entre forjado y fachada

Considerado como elemento separador, el forjado debe aportar la resistencia al fuego EI exigible conforme a la tabla 2.2 de SI 1-2 incluso en el encuentro con la fachada, con independencia de cómo esté resuelto constructivamente dicho encuentro y de la existencia o no de un elemento de sellado en el mismo.

Además de lo anterior, el forjado debe también aportar una resistencia al fuego R exigible conforme a la tabla 3.1 de SI 6-3.

Otras configuraciones de fachada

Para las configuraciones y variantes no contempladas en el articulado puede ser de ayuda la normativa francesa, claramente expuesta y resumida en el artículo "Propagación vertical del incendio en encuentros de forjados y fachadas retranqueadas" (Germán Pérez Zabala, revista PREVENCION DE INCENDIOS, nº 61, 1er trimestre 2014). Este artículo puede consultarse en el siguiente enlace:

http://www.codigotecnico.org/images/stories/pdf/seuridadIncendio/articulo_propagacion_fachadas_361.pdf

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.

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.

5 Los sistemas de aislamiento situados en el interior de cámaras ventiladas deben tener al menos la siguiente clasificación de *reacción al fuego* en función de la altura total de la fachada:

- D-s3,d0 en fachadas de altura hasta 10 m;
- B-s3,d0 en fachadas de altura hasta 28 m;
- A2-s3,d0 en fachadas de altura superior a 28 m.

Debe limitarse el desarrollo vertical de las cámaras ventiladas de fachada en continuidad con los forjados resistentes al fuego que separan *sectores de incendio*. La inclusión de barreras E 30 se puede considerar un procedimiento válido para limitar dicho desarrollo vertical.

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.

Consideración del arranque de una fachada como accesible al público

Hay casos en los que el arranque de una fachada se puede considerar no accesible al público y en los que, por lo tanto, únicamente es preciso aplicar las condiciones establecidas en los puntos 4 y 5.

Este puede ser el caso, siempre que el arranque de la fachada esté en parcela privativa del edificio, o bien cuando, aunque esté en zona pública, tenga delante elementos que restrinjan el acceso hasta ella, como por ejemplo un espacio ajardinado no transitable, una lámina de agua, etc.

Reacción al fuego exigible a toldos

Las condiciones de reacción al fuego que se establecen en el DB SI para las fachadas, no son aplicables a los toldos.

No obstante, los toldos tienen la consideración de "productos de construcción" en el marco del Reglamento del Parlamento y el Consejo nº 305/2011, con marcado CE obligatorio desde el 1 de agosto de 2010. En el anexo ZA de la norma UNE EN 13561 se determinan los requisitos esenciales que debe contemplar el marcado CE de dichos productos, entre los que no se cita los de la característica de "Reacción al fuego".

Aplicación de las condiciones de reacción al fuego

Las condiciones de reacción al fuego de las fachadas son también aplicables a los cerramientos ligeros y a los petos y defensas de las terrazas, así como a las celosías y protecciones solares de fachada.

2 Cubiertas

- 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.

Franjas REI 60

En los casos en los que no se pueda dar una solución global para el conjunto de la cubierta mediante una franja de 1,00 m REI 60 entre sectores adyacentes, debería considerarse, en el lado en el que se lleve a cabo la intervención, la franja de 0,50 m REI 60 establecida para edificios colindantes.

- En el encuentro entre una cubierta y una fachada que pertenezcan a sectores de incendio o a edificios diferentes, la altura h sobre la cubierta a la que deberá estar cualquier zona de fachada cuya resistencia al fuego no sea al menos EI 60 será la que se indica a continuación, en función de la distancia d de la fachada, en proyección horizontal, a la que esté cualquier zona de la cubierta cuya resistencia al fuego tampoco alcance dicho valor.

d (m)	≥2,50	2,00	1,75	1,50	1,25	1,00	0,75	0,50	0
h (m)	0	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00

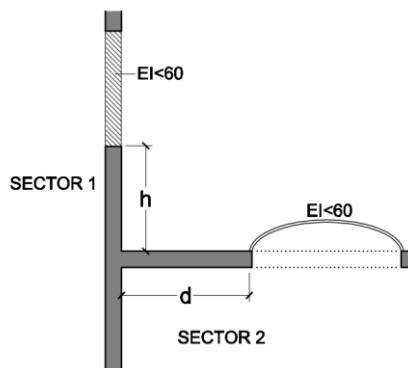


Figura 2.1 Encuentro cubierta-fachada

Altura h a considerar cuando el hueco de la cubierta está elevado respecto de ésta

Lo relevante es la proximidad entre el hueco de cubierta desde el cual puede tener lugar la propagación de un incendio y la zona de fachada situada por encima de dicho hueco a través de la cual puede tener lugar dicha propagación.

Por ello, cuando las zonas de cubierta que no sean EI 60 estén elevadas respecto a la superficie de ésta, por ejemplo, cuando se trate de un lucernario sobre un zócalo, la altura h a considerar debe ser la existente desde el hueco del lucernario hasta la zona de fachada que no sea EI 60.

- 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 B_{ROOF} (t1).

Sentido de la acción del fuego sobre fachada y cubiertas

En las zonas de fachadas y cubiertas convencionales afectadas por condiciones de resistencia al fuego debe considerarse la acción del fuego en función de cómo esté situada, en cada caso, la franja de fachada o de cubierta separadora de los sectores a independizar respecto de dichos sectores. Dicha acción del fuego puede tener lugar desde el interior del edificio, desde el exterior o desde el interior en una zona de la franja y desde el exterior en otra zona.

Ante la dificultad de hacer una justificación que refleje dicha casuística, se puede considerar en todo caso, muy del lado de la seguridad, la acción del fuego desde el interior del edificio.

Validez de ventanas que aporten la resistencia al fuego necesaria en fachadas

La exigencia de que una determinada zona de fachada sea resistente al fuego, puede cumplirse mediante un elemento acristalado fijo que garantice el valor EI necesario (el conjunto del elemento, no únicamente el vidrio) pero no mediante una ventana practicable, dado que cuando esté abierta no aporta la función resistente al fuego necesaria.

Anejo SI A Terminología

A efectos de aplicación del DB-SI, los términos que figuran en letra cursiva deben utilizarse conforme al significado y a las condiciones que se establecen para cada uno de ellos en este anexo, cuando se trate de términos relacionados únicamente con el requisito básico "Seguridad en caso de incendio", o bien en el Anejo III de la Parte I de este CTE, cuando sean términos de uso común en el conjunto del Código.

Cuando el significado asignado a un término en este Anexo sea igual al establecido en una norma EN o en otro documento, al final de dicho significado y entre paréntesis se indica la referencia de dicho documento.

Altura de evacuación

Máxima diferencia de cotas entre un *origen de evacuación* y la *salida de edificio* que le corresponda. A efectos de determinar la *altura de evacuación* de un edificio no se consideran las plantas más altas del edificio en las que únicamente existan *zonas de ocupación nula*.

Altura de evacuación en edificios con más de una salida de edificio a diferentes cotas

Cuando se tengan salidas de edificio en más de una planta, al edificio se le asigna la mayor de las alturas de evacuación que determinen dichas salidas.

Puede considerarse una altura de evacuación desde el origen de evacuación más desfavorable sobre rasante hasta la primera salida de edificio que le corresponda, y otra desde la planta situada bajo dicha salida de edificio hasta la salida de edificio situada en la cota inferior, siempre y cuando se resuelva correctamente la evacuación del edificio, con el dimensionado y número de salidas de edificio requerido en cada caso, longitudes de recorrido, etc...

Aparcamiento abierto

Es aquel que cumple las siguientes condiciones:

- Sus fachadas presentan en cada planta un área total permanentemente abierta al exterior no inferior a 1/20 de su superficie construida, de la cual al menos 1/40 está distribuida de manera uniforme entre las dos paredes opuestas que se encuentren a menor distancia;
- La distancia desde el borde superior de las aberturas hasta el techo no excede de 0,5 metros.

Reparto uniforme de la superficie de ventilación

La uniformidad requerida en el reparto de la superficie de ventilación se refiere no sólo a la superficie que corresponde a cada una de las paredes opuestas, la cual debe ser razonablemente próxima al 50% del total, sino también a la distribución de los huecos de ventilación a lo largo de las mismas.

Ascensor de emergencia

Sus características serán las siguientes:

- En cada planta, tendrá acceso desde el recinto de una *escalera protegida* o desde el *vestíbulo de independencia* de una escalera especialmente protegida a través de una puerta E30. Si el acceso se produce desde el recinto de una *escalera especialmente protegida*, no será necesario disponer dicha puerta E30.
- Tendrá como mínimo una capacidad de carga de 630 kg, unas dimensiones de cabina de 1,10 m x 1,40 m, una anchura de paso de 1,00 m y una velocidad tal que permita realizar todo su recorrido en menos de 60 s.
- En *uso Hospitalario*, las dimensiones de la planta de la cabina serán 1,20 m x 2,10 m, como mínimo.
- Será accesible según lo establecido en el DB SUA y estará próximo, en cada planta, a una *zona de refugio*, cuando ésta exista.

- En la planta de acceso al edificio se dispondrá un pulsador junto a los mandos del ascensor, bajo una tapa de vidrio, con la inscripción "USO EXCLUSIVO BOMBEROS". La activación del pulsador debe provocar el envío del ascensor a la planta de acceso y permitir su maniobra exclusivamente desde la cabina.
- En caso de fallo del abastecimiento normal, la alimentación eléctrica al ascensor pasará a realizarse de forma automática desde una fuente propia de energía que disponga de una autonomía de 1 h como mínimo.
- El número necesario de *ascensores de emergencia* se determinará en función de la previsión de ocupantes en la totalidad del edificio, a razón de un *ascensor de emergencia* accesible por cada mil ocupantes o fracción.

Acceso a ascensor de emergencia

El acceso a un ascensor de emergencia también puede realizarse desde un vestíbulo de independencia que no sea el de una escalera especialmente protegida o desde un pasillo protegido.

Atrio

Espacio diáfano con altura equivalente a la de varias plantas del edificio comunicadas con dicho espacio mediante huecos, ventanas, balcones, pasillos abiertos, etc. Parte del perímetro del *atrio* puede también estar formado por muros ciegos o por fachadas del edificio.

Caja escénica

Volumen construido que abarca desde su nivel inferior hasta la cubierta de un edificio conformando un escenario de teatro, sala de ópera, etc. equipado con decorados, tramojas, mecanismos y foso, de forma que constituye un *sector de incendio* que cumpla las siguientes condiciones especiales:

- Debe estar compartimentado respecto de la sala de espectadores mediante elementos EI 120 excepto en la boca de la escena, la cual se puede cerrar mediante un telón EI 60 de material incombustible cuyo tiempo de cierre no excede de 30 s y puede soportar una presión de 0,4 kN/m² en ambos sentidos sin que su funcionamiento se vea afectado.
- El cierre del telón debe ser automático, pero también debe poder activarse manualmente desde dos puntos, uno situado en el escenario y otro en lugar de acceso seguro, fuera del espacio del escenario. Cuando se ponga en funcionamiento, se debe activar una señal óptica de advertencia en el escenario. Debe disponer de una cortina de agua de activación automática y manual desde el escenario y desde otro punto situado en lugar de acceso seguro.
- Debe disponer de *vestíbulos de independencia* en toda comunicación con la sala de espectadores.
- Encima de la escena sólo deben existir locales técnicos que sirvan para uso directo de la escena.
- El *recorrido de evacuación* desde cualquier punto del escenario hasta alguna salida del sector no debe exceder de 25 m y las puertas de salida deben abrir en el sentido de la evacuación.
- Las pasarelas, galerías o similares existentes para uso de actores o empleados deben disponer de salidas de evacuación.
- Las pasarelas y escaleras del escenario deben tener una anchura de 0,80 m, como mínimo.
- La parte superior de la *caja escénica* debe disponer de un sistema adecuado para la eliminación del humo en caso de incendio.

Carga de fuego

Suma de las energías caloríficas que se liberan en la combustión de todos los materiales combustibles existentes en un espacio (contenidos del edificio y elementos constructivos) (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Curva normalizada tiempo-temperatura

Curva nominal que representa un modelo de *fuego totalmente desarrollado en un sector de incendio* (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Curvas tiempo-temperatura

Temperatura del aire en la proximidad de las superficies de un elemento, en función del tiempo. Pueden ser:

- Nominales: curvas convencionales adoptadas para clasificar o verificar la resistencia al fuego, por ejemplo, la *curva normalizada tiempo-temperatura*, la curva de fuego exterior o la curva de fuego de hidrocarburos;
- Paramétricas: determinadas a partir de modelos de fuego y de los parámetros físicos específicos que definen las condiciones del *sector de incendio* (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Densidad de carga de fuego

Carga de fuego por unidad de superficie construida q_f , o por unidad de superficie de toda la envolvente, incluidas sus aberturas, q_t . (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Densidad de carga de fuego de cálculo

Densidad de carga de fuego considerada para determinar las acciones térmicas en el cálculo en situación de incendio. Su valor tiene en cuenta las incertidumbres. (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Escalera abierta al exterior

Escalera que dispone de huecos permanentemente abiertos al exterior que, en cada planta, acumulan una superficie de $5A \text{ m}^2$, como mínimo, siendo A la anchura del tramo de la escalera, en m. Cuando dichos huecos comuniquen con un patio, las dimensiones de la proyección horizontal de éste deben admitir el trazado de un círculo inscrito de $h/3$ m de diámetro, siendo h la altura del patio.

Puede considerarse como *escalera especialmente protegida* sin que para ello precise disponer de *vestíbulos de independencia* en sus accesos.

Condiciones de una escalera abierta al exterior

Una escalera abierta al exterior no tiene que ser necesariamente especialmente protegida, salvo cuando deba serlo por la altura que salva, conforme a SI 3-5, en cuyo caso puede considerarse como tal siempre que cumpla las condiciones de escalera protegida.

Resistencia al fuego de paredes o fachadas que delimitan escaleras abiertas al exterior

En una escalera abierta al exterior que por la altura que salva deba ser protegida o especialmente protegida, las paredes que la separan del espacio interior del edificio deben ser EI 120. Cuando dichas paredes sean fachada están sujetas, al igual que sus huecos, a lo establecido en SI 2.1. para limitar el riesgo de propagación exterior del incendio a la escalera.

Escalera especialmente protegida

Escalera que reúne las condiciones de *escalera protegida* y que además dispone de un *vestíbulo de independencia* diferente en cada uno de sus accesos desde cada planta. La existencia de dicho *vestíbulo de independencia* no es necesaria cuando se trate de una *escalera abierta al exterior*, ni en la planta de *salida del edificio*, cuando se trate de una escalera para evacuación ascendente, pudiendo la escalera en dicha planta carecer de compartimentación.

Vestíbulo de independencia compartido por dos escaleras especialmente protegidas

Dos escaleras especialmente protegidas no pueden compartir un mismo vestíbulo de independencia dado que éste no es un elemento añadido a una escalera especialmente protegida, sino que forma parte de ella, por lo que si dos escaleras comparten un mismo vestíbulo de independencia dejarían de ser dos escaleras especialmente protegidas diferentes e independientes una de otra.

Por otra parte, si, según su propia definición, "debe disponer de un vestíbulo de independencia en cada uno de sus accesos desde cada planta", con mayor motivo debe haber también dos vestíbulos cuando cada uno de los dos accesos comunica con dos escaleras que deben ser diferentes.

Comunicación de viviendas con escalera especialmente protegida

El vestíbulo de independencia de la escalera especialmente protegida situado en un edificio de viviendas no puede comunicar directamente con ellas, sino que debe hacerlo con una zona común, pasillo, distribuidor, etc., desde la cual se acceda a las viviendas.

Comunicación de recintos o zonas con los vestíbulos de las escaleras especialmente protegidas

El vestíbulo de independencia de una escalera especialmente protegida en una planta en la cual solo existan locales de riesgo especial, aparcamiento o incluso zonas de ocupación nula, puede comunicar con todas las zonas citadas. Si estas no son de riesgo especial o lo son de riesgo especial bajo o medio, precisan puerta EI₂ 30-C5 en su comunicación con el vestíbulo. Si alguna de ellas es de riesgo especial alto, todas las puertas del vestíbulo deben ser EI₂ 45-C5.

En cambio, si el vestíbulo de independencia estuviera previsto para la evacuación de zonas de permanencia de personas los locales de riesgo especial medio o alto deben contar con su propio vestíbulo de independencia, el cual puede a su vez comunicar con el anterior.

Escalera protegida

Escalera de trazado continuo desde su inicio hasta su desembarco en planta de *salida del edificio* que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a toda escalera (véase DB-SUA 1-4) las siguientes:

- 1 Es un recinto destinado exclusivamente a circulación y compartimentado del resto del edificio mediante elementos separadores EI 120. Si dispone de fachadas, éstas deben cumplir las condiciones establecidas en el capítulo 1 de la Sección SI 2 para limitar el riesgo de transmisión exterior del incendio desde otras zonas del edificio o desde otros edificios.

En la planta de *salida del edificio* las escaleras protegidas o *especialmente protegidas* para evacuación ascendente pueden carecer de compartimentación. Las previstas para evacuación descendente pueden carecer de compartimentación cuando sea un *sector de riesgo mínimo*.

- 2 El recinto tiene como máximo dos accesos en cada planta, los cuales se realizan a través de puertas EI₂ 60-C5 y desde espacios de circulación comunes y sin ocupación propia.

Además de dichos accesos, pueden abrir al recinto de la *escalera protegida* locales destinados a aseo, así como los ascensores, siempre que las puertas de estos últimos abran, en todas sus plantas, al recinto de la *escalera protegida* considerada o a un *vestíbulo de independencia*.

En el recinto también pueden existir tapas de registro de patinillos o de conductos para instalaciones, siempre que estas sean EI 60.

- 3 En la planta de *salida del edificio*, la longitud del recorrido desde la puerta de salida del recinto de la escalera, o en su defecto desde el desembarco de la misma, hasta una *salida de edificio* no debe exceder de 15 m, excepto cuando dicho recorrido se realice por un *sector de riesgo mínimo*, en cuyo caso dicho límite es el que con carácter general se establece para cualquier *origen de evacuación* de dicho sector.

- 4 El recinto cuenta con protección frente al humo, mediante una de las siguientes opciones:
 - a) *Ventilación natural* mediante ventanas practicables o huecos abiertos al exterior con una superficie útil de ventilación de al menos 1 m² en cada planta.
 - b) Ventilación mediante dos conductos independientes de entrada y de salida de aire, dispuestos exclusivamente para esta función y que cumplen las condiciones siguientes:
 - La superficie de la sección útil total es de 50 cm² por cada m³ de recinto en cada planta, tanto para la entrada como para la salida de aire; cuando se utilicen conductos rectangulares, la relación entre los lados mayor y menor no es mayor que 4;

- las rejillas tienen una sección útil de igual superficie y relación máxima entre sus lados que el conducto al que están conectadas;
- en cada planta, la parte superior de las rejillas de entrada de aire está situada a una altura sobre el suelo menor que 1 m y las de salida de aire están enfrentadas a las anteriores y su parte inferior está situada a una altura mayor que 1,80 m.

c) *Sistema de presión diferencial* conforme a EN 12101-6:2005.

Acceso a local de riesgo especial bajo desde el vestíbulo de independencia de una escalera especialmente protegida

Se puede acceder a un local de riesgo especial bajo (p.ej. a un local de contadores de electricidad) desde el vestíbulo de independencia de una escalera especialmente protegida (p.ej. la escalera de un garaje), siempre que la puerta de acceso al local sea EI₂ 30-C5.

Comunicación entre el vestíbulo de independencia de locales de riesgo especial y una escalera protegida

El vestíbulo de independencia de uno o varios locales de riesgo especial puede abrir directamente al recinto de una escalera protegida o de un pasillo protegido, teniendo en cuenta que dicha puerta contaría como una de las dos admisibles en cada planta, aparte obviamente de las de aseos o ascensores, estos últimos con las condiciones que para ellos se establecen

Al limitar a dos el acceso al recinto de una escalera protegida o a un pasillo protegido en cada planta no se pretende limitar el número de personas que accede a la misma (lo que se hubiese tenido que hacer expresamente en la medida en que con solo dos puertas se pueden aportar muchas personas) sino que se pretende limitar la probabilidad de fallo de la compartimentación de la escalera y con ello de la seguridad que debe tener el recinto de la misma.

Acceso a escaleras protegidas desde oficinas diáfanas

El acceso a las escaleras protegidas (o elementos protegidos en general) debe realizarse desde espacios de circulación comunes y sin ocupación propia. Con ello se pretende que no se pueda acceder a dichas escaleras directamente desde zonas de estancia, como habitaciones, viviendas, despachos o aulas.

Dado que una oficina diáfana supone un espacio destinado tanto a circulación, como a estancia, no sería aceptable acceder directamente desde dicho espacio a una escalera protegida, por lo que entre ambos debe interponerse un espacio exclusivo de circulación.

Longitud recorrido en planta de salida de una escalera especialmente protegida

En el caso de una escalera especialmente protegida, los 15 m de recorrido que, como máximo, debe haber en la planta de salida del edificio hasta alguna de dichas salidas cuando dicha planta no sea un sector de riesgo mínimo, se deben medir desde la salida del vestíbulo de independencia de la escalera.

Varios ascensores en una misma caja

Una caja de ascensores vinculada a una escalera protegida puede contener varios ascensores sin que necesariamente todos tengan que abrir al recinto de dicha escalera. En este caso, la compartimentación de la escalera debe mantenerse considerando alguna de las siguientes posibilidades:

- 1) Aplicar lo que se establece en SI 1-1.4, es decir, colocar en cada acceso del ascensor que abre a otras zonas (que no son la escalera protegida), o bien una puerta E 30, o bien un vestíbulo de independencia con una puerta EI₂ 30-C5, excepto en zonas de riesgo especial o de uso Aparcamiento, en las que se debe disponer siempre el citado vestíbulo.
- 2) Compartimentar internamente la caja común de los ascensores, separándoles mediante un elemento EI 120.

Ventilación de escaleras protegidas o especialmente protegidas

Se puede admitir que una escalera protegida o especialmente protegida carezca de sistema de control de humo, tanto en su recinto como en el vestíbulo de independencia, cuando sirva a una sola planta y no salve una altura de evacuación mayor de 3,00 m.

También se puede considerar innecesario disponer un sistema de control de humo cuando se trate de una escalera para evacuación ascendente que no salve más de 6,00 m y su desembarco final se realice al espacio libre exterior y carezca de cerramiento. En este caso, en plantas cuya evacuación ascendente no salve más de 3,00 m ni más de una planta, se puede prescindir también del vestíbulo de independencia en el acceso a la escalera.

Volumen a considerar para dimensionar los conductos de ventilación de escaleras protegidas o especialmente protegidas

En las escaleras protegidas y especialmente protegidas, el volumen a considerar para calcular la superficie útil del conducto de entrada y del conducto de salida de aire para ventilación es el correspondiente al volumen del recinto de la escalera (y en su caso del vestíbulo de independencia) correspondiente a una planta, considerando la planta con más volumen, cuando éste sea variable. Lo anterior es válido incluso cuando la escalera sirva a un mismo sector de incendios en diferentes plantas.

Inclusión de armarios de contadores de electricidad

En el recinto de una escalera protegida, en el de una escalera especialmente protegida o en un vestíbulo de independencia, así como en un sector de riesgo mínimo, se puede instalar un armario de centralización de contadores de electricidad siempre que esté separado de dichas zonas con elementos EI 120 y registros EI 60.

Conforme a la Instrucción Técnica ITC MIE-BT-016 del Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión, dichos armarios pueden albergar 16 contadores como máximo.

Compartimentación necesaria en aseos que comunican con escaleras protegidas

Cuando a una escalera protegida abran locales destinados a aseo cabe optar por incluirlos dentro del perímetro resistente al fuego que delimita el recinto de la escalera protegida, en cuyo caso, ni las paredes que separan los aseos del recinto de la escalera protegida, ni las puertas de paso entre ellos, precisan ser resistentes al fuego.

La opción alternativa, es decir, la de no incluir los aseos en dicho perímetro, obliga a que dichas paredes y puertas sean resistentes al fuego.

Espacio exterior seguro

Es aquel en el que se puede dar por finalizada la evacuación de los ocupantes del edificio, debido a que cumple las siguientes condiciones:

- 1 Permite la dispersión de los ocupantes que abandonan el edificio, en condiciones de seguridad.
- 2 Se puede considerar que dicha condición se cumple cuando el espacio exterior tiene, delante de cada *salida de edificio* que comunique con él, una superficie de al menos $0,5P\text{ m}^2$ dentro de la zona delimitada con un radio $0,1P\text{ m}$ de distancia desde la *salida de edificio*, siendo P el número de ocupantes cuya evacuación esté prevista por dicha *salida*. Cuando P no exceda de 50 personas no es necesario comprobar dicha condición.
- 3 Si el espacio considerado no está comunicado con la red viaria o con otros espacios abiertos no puede considerarse ninguna zona situada a menos de 15 m de cualquier parte del edificio, excepto cuando esté dividido en *sectores de incendio* estructuralmente independientes entre sí y con salidas también independientes al espacio exterior, en cuyo caso dicha distancia se podrá aplicar únicamente respecto del *sector* afectado por un posible incendio.
- 4 Permite una amplia disipación del calor, del humo y de los gases producidos por el incendio.
- 5 Permite el acceso de los efectivos de bomberos y de los medios de ayuda a los ocupantes que, en cada caso, se consideren necesarios.
- 6 La cubierta de un edificio se puede considerar como *espacio exterior seguro* siempre que, además de cumplir las condiciones anteriores, su estructura sea totalmente independiente de la del edificio con salida a dicho espacio y un incendio no pueda afectar simultáneamente a ambos.

Edificio con salidas a un espacio exterior no comunicado con la red viaria

Cuando un edificio que cumpla estas condiciones (p. ej. el proyecto de una manzana completa) esté dividido de arriba a abajo en sectores de incendio totalmente independientes, incluso estructura, salidas, etc., se puede considerar, a efectos de la aplicación del punto 3 y de otras muchas condiciones del DB SI, que el "edificio" es cada "sector", sin que sea necesario aplicar la hipótesis de evacuar todo el edificio/manzana, ni por tanto justificar superficie exterior suficiente para toda su ocupación.

Espacio peatonal bajo el que existe alguna construcción como espacio exterior seguro

El punto 6 de la definición de "espacio exterior seguro" se refiere a la posibilidad de considerar como tal a la cubierta de un edificio, es decir, al cerramiento superior de un volumen edificado sobre rasante o confinado en un patio, pero no a aquellos espacios peatonales al aire libre bajo los que pueda haber algún espacio construido, por ejemplo un aparcamiento o un vial.

Dichos espacios peatonales pueden ser aptos como espacio exterior seguro siempre que no presenten obstáculos al libre desplazamiento de los ocupantes del edificio a evacuar, permitiendo su rápido alejamiento del mismo y siempre que su separación del espacio construido inferior tenga una resistencia al fuego REI suficiente y adecuada a las características de cada caso.

Espacio exterior cubierto como espacio exterior seguro

La validez de un espacio exterior pero cubierto como espacio exterior seguro y, con ello, de las salidas a éste como *salidas de edificio*, debe ser valorada en cada caso concreto. Para ello deberá analizarse si, conforme a su definición, además de tener la superficie necesaria, sus características "...permiten una amplia disipación del calor, del humo y de los gases producidos por el incendio" así como "... el acceso de los efectivos de bomberos y de los medios de ayuda a los ocupantes que, en cada caso, se consideren necesarios"

Sectores de incendio estructuralmente independientes

La división en “sectores de incendio estructuralmente independientes”, que se establece en la definición, se refiere a una sectorización total del “edificio”, de arriba abajo, en la que los sectores sean independientes entre sí, tanto estructuralmente como en sus salidas al espacio exterior, sin perjuicio de que cada sector/edificio esté además dividido en más sectores

En realidad, se está hablando de “edificios diferentes” a efectos del DB SI y si no lo hace expresamente es porque legalmente / administrativamente pueden constituir un mismo proyecto, una única referencia catastral, etc. Las salidas al espacio exterior de cada sector / edificio deben ser independientes entre sí, pudiendo ambas dar salida a un mismo espacio.

Cuando se dan las premisas establecidas, en el DB SI se admite que la validez del espacio exterior seguro se analice suponiendo afectado un solo sector / edificio, bajo las distintas alternativas posibles.

Establecimiento

Zona de un edificio destinada a ser utilizada bajo una titularidad diferenciada, bajo un régimen no subsidiario respecto del resto del edificio y cuyo proyecto de obras de construcción o reforma, así como el inicio de la actividad prevista, sean objeto de control administrativo. Conforme a lo anterior, la totalidad de un edificio puede ser también un establecimiento.

Fuego de cálculo

Desarrollo de fuego específico adoptado a efectos de cálculo (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Fuego totalmente desarrollado

Estado en el que todas las superficies combustibles existentes en un determinado espacio participan en el fuego (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Fuego localizado

Fuego que sólo afecta a una zona limitada de la *carga de fuego del sector de incendio* (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Modelo informático de dinámica de fluidos

Modelo de fuego que permite resolver numéricamente las ecuaciones diferenciales parciales que relacionan a las variables termodinámicas y aerodinámicas de cada punto del *sector de incendio* considerado (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Origen de evacuación

Es todo punto ocupable de un edificio, exceptuando los del interior de las viviendas y los de todo recinto o conjunto de ellos comunicados entre sí, en los que la densidad de ocupación no exceda de 1 persona/5 m² y cuya superficie total no exceda de 50 m², como pueden ser las habitaciones de hotel, residencia u hospital, los despachos de oficinas, etc.

Los puntos ocupables de todos los locales de riesgo especial y los de las *zonas de ocupación nula* cuya superficie excede de 50 m², se consideran *origen de evacuación* y deben cumplir los límites que se establecen para la longitud de *los recorridos de evacuación* hasta las salidas de dichos espacios, cuando se trate de zonas de riesgo especial, y, en todo caso, hasta las *salidas de planta*, pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la *altura de evacuación* de un edificio o el número de ocupantes.

Altura libre para considerar origen de evacuación

En un espacio con techo abuhardillado se puede considerar que los puntos con altura libre menor de 1,50 m no son origen de evacuación.

Origen de evacuación en alojamientos de uso Residencial Público

En unidades de alojamiento de uso Residencial Público en las que se supere la superficie de 50 m², siempre que no se exceda la ocupación de 1 persona / 5m², se considera razonable asimilarlas a las viviendas a efectos de considerar el origen de evacuación, estableciéndolo por tanto en su acceso.

Origen de evacuación en cámaras frigoríficas

El interior de una cámara frigorífica se considera origen de evacuación, cuando su superficie excede de 50 m² o cuando sea asimilable a un local de riesgo especial, sin embargo la puerta de la cámara no ha de estar sujeta a las condiciones generales de las puertas en recorridos de evacuación.

Origen de evacuación en aparcamientos

Se puede considerar que el origen de evacuación en una plaza de aparcamiento abierta está en el punto central del límite que separa la plaza de la calle de circulación. Cuando la plaza tenga fondo para dos o más vehículos, el origen de evacuación deberá llevarse al punto de la plaza más profunda equivalente al anterior.

Si al fondo de la plaza hubiese un trastero que no tuviese la consideración de local de riesgo especial, el origen de evacuación se debe situar en la puerta de acceso a dicho trastero.

En el caso de que la plaza estuviese compartimentada, el origen de evacuación se debe situar en el punto ocupable de la plaza que esté más alejado de su propio acceso.

Cómputo de las zonas de ocupación nula a efectos de determinar la altura de evacuación

Ver comentario vinculado a la definición de "Zona de ocupación nula".

Densidad de ocupación en un conjunto de recintos

La densidad de 1 persona/ 5 m² se puede considerar aplicada globalmente sobre el conjunto de los recintos cuya superficie no acumule más de 50 m².

Pasillo protegido

Pasillo que, en caso de incendio, constituye un recinto suficientemente seguro para permitir que los ocupantes puedan permanecer en el mismo durante un determinado tiempo. Para ello dicho recinto debe reunir, además de las condiciones de seguridad de utilización exigibles a todo pasillo (véase DB-SU 1 y 2), unas condiciones de seguridad equivalentes a las de una *escalera protegida*.

Si su ventilación es mediante ventanas o huecos, su superficie de ventilación debe ser como mínimo 0,2L m², siendo L la longitud del pasillo en m.

Si la ventilación se lleva a cabo mediante conductos de entrada y de salida de aire, éstos cumplirán las mismas condiciones indicadas para los conductos de las *escaleras protegidas*. Las rejillas de entrada de aire deben estar situadas en un paramento del pasillo, a una altura menor que 1 m y las de salida en el otro paramento, a una altura mayor que 1,80 m y separadas de las anteriores 10 m como máximo.

El pasillo debe tener un trazado continuo que permita circular por él hasta una *escalera protegida* o *especialmente protegida*, hasta un *sector de riesgo mínimo* o bien hasta una *salida de edificio*.

Número máximo de accesos a un pasillo protegido desde cada planta

A un pasillo protegido solo se puede acceder desde dos puertas (salidas de planta) como máximo en cada planta, lo mismo que sucede con la escalera protegida.

Reacción al fuego

Respuesta de un material al fuego medida en términos de su contribución al desarrollo del mismo con su propia combustión, bajo condiciones específicas de ensayo.

Recorrido de evacuación

Recorrido que conduce desde un *origen de evacuación* hasta una *salida de planta*, situada en la misma planta considerada o en otra, o hasta una *salida de edificio*. Conforme a ello, una vez alcanzada una *salida de planta*, la longitud del recorrido posterior no computa a efectos del cumplimiento de los límites a los *recorridos de evacuación*.

La longitud de los recorridos por pasillos, escaleras y rampas, se medirá sobre el eje de los mismos. No se consideran válidos los recorridos por escaleras mecánicas, ni aquellos en los que existan tornos u otros elementos que puedan dificultar el paso. Los recorridos por rampas y pasillos móviles se consideran válidos cuando no sea posible su utilización por personas que trasladen carros para el transporte de objetos y estén provistos de un dispositivo de parada que pueda activarse bien manualmente, o bien automáticamente por un sistema de detección y alarma.

Los recorridos que tengan su origen en zonas habitables o de uso Aparcamiento no pueden atravesar las zonas de riesgo especial definidas en SI 1.2. Un recorrido de evacuación desde zonas habitables puede atravesar una zona de uso Aparcamiento o sus vestíbulos de independencia, únicamente cuando sea un recorrido alternativo a alguno no afectado por dicha circunstancia.

En uso Aparcamiento los *recorridos de evacuación* deben discurrir por las calles de circulación de vehículos, o bien por itinerarios peatonales protegidos frente a la invasión de vehículos, conforme se establece en el Apartado 3 del DB-SUA 7.

En establecimientos de uso Comercial cuya superficie construida destinada al público exceda de 400 m², los *recorridos de evacuación* deben transcurrir, excepto en sus diez primeros metros, por pasillos definidos en proyecto, delimitados por elementos fijos o bien señalizados en el suelo de forma clara y permanente conforme a lo establecido en SI 3-7.2 y cuyos tramos comprendidos entre otros pasillos transversales no excedan de 20 m.

En establecimientos comerciales en los que esté previsto el uso de carros para transporte de productos, los puntos de paso a través de cajas de cobro no pueden considerarse como elementos de la evacuación. En dichos casos se dispondrán salidas intercaladas en la batería de cajas, dimensionadas según se establece en el apartado 4.2 de la Sección SI 3 y separadas de tal forma que no existan más de diez cajas entre dos salidas consecutivas. Cuando la batería cuente con menos de diez cajas, se dispondrán dos salidas, como mínimo, situadas en los extremos de la misma. Cuando cuente con menos de cinco cajas, se dispondrá una salida situada en un extremo de la batería.

En los establecimientos en los que no esté previsto el uso de carros, los puntos de paso a través de las cajas podrán considerarse como elementos de evacuación, siempre que su anchura libre sea 0,70m, como mínimo.

Excepto en el caso de los aparcamientos, de las zonas de ocupación nula y de las zonas ocupadas únicamente por personal de mantenimiento o de control de servicios, no se consideran válidos los recorridos que precisen salvar, en sentido ascendente, una altura mayor que la indicada en la tabla que se incluye a continuación.

Uso previsto y zona	Máxima altura salvada	
	Hasta una salida de planta	Hasta el espacio exterior seguro
En general, exceptuando los casos que se indican a continuación.	4 m	6 m
Hospitalario, en zonas de hospitalización o tratamiento intensivo Docente, escuela infantil o enseñanza primaria	1 m ⁽¹⁾	2 m ⁽¹⁾

⁽¹⁾ No se limita en zonas de tratamiento intensivo con radioterapia.

	Salida de vivienda unifamiliar a través de su garaje No es posible acceder a la salida de una vivienda unifamiliar a través de su garaje, dado que en la definición de "recorrido de evacuación" se establece que "los recorridos que tengan su origen en zonas habitables no pueden atravesar las zonas de riesgo especial definidas en SI 1.2", como sería el garaje propio de la vivienda unifamiliar, cualquiera que sea la superficie de éste. Sin embargo, dicha solución podría ser admisible siempre que la zona de aparcamiento no constituya un recinto cerrado en sentido estricto y, por su grado de apertura y de ventilación, su nivel de riesgo pueda asimilarse al de una plaza de aparcamiento cubierta. La aplicación de este criterio general debe hacerse valorando las características singulares de cada caso particular.
	Recorridos fijos definidos en proyecto en establecimientos comerciales

En establecimientos de uso Comercial se deben definir en proyecto los recorridos fijos de evacuación cuando se superen 400 m² de superficie construida en la zona destinada al público.

Paso por tornos o elementos de control de acceso

Pueden admitirse recorridos de evacuación que pasen por tornos, portillos u otros elementos de control de acceso, cuando las alternativas de desbloqueo que ofrezcan, tanto manual como automática, así como las garantías mecánicas que aporten permitan considerar que no son susceptibles de dificultar el paso ante una situación de emergencia.

Evacuación de un establecimiento a través de otro

En ningún caso un establecimiento puede tener su evacuación a través de otro. Que la propiedad del segundo sea del titular o del propietario del primero no garantiza que vaya a haber plena disponibilidad y control sobre los elementos de evacuación.

Lo anterior no impide que ambos establecimientos puedan estar comunicados mediante una puerta cuya resistencia al fuego sea al menos la mitad de lo requerido al elemento separador de ambos establecimientos.

Evacuación de un local de riesgo especial a través de otro

En la definición de *recorrido de evacuación* se establece que “*los recorridos que tengan su origen en zonas habitables (...) no pueden atravesar las zonas de riesgo especial definidas en SI 1.2.*”

Por “*zonas habitables*” se entienden todas las que no sean de riesgo especial o aparcamiento. Conforme a esto, la definición podría no ser clara en cuanto a si los recorridos que tienen su origen en un local de riesgo especial pueden atravesar otro u otros locales de riesgo especial.

Esta solución puede aceptarse si el recorrido total por los locales de riesgo especial, desde el origen, no excede de los 25 m que se establecen como máximo.

Medición de los recorridos de evacuación en aparcamientos

Los recorridos de evacuación en garajes pueden medirse según las diagonales descritas por los recorridos reales previsibles de las personas por las calles de circulación de vehículos.

Cuando atraviesen baterías de plazas de aparcamiento, los pasos peatonales deben estar protegidos frente a la invasión de vehículos, conforme se establece en DB SUA 7-3. Tanto dichos pasos, como los que discurren entre plazas de aparcamiento y elementos fijos deben tener una anchura de 0,80 m, como mínimo.

Recorrido de evacuación por rampa de aparcamiento

La validez de una rampa de aparcamiento como recorrido de evacuación exige que su pendiente no exceda del 16% conforme al DB SUA 1-4.3.1: Si además de recorrido de evacuación, se prevé su uso en situaciones normales, el recorrido deberá estar protegido con bordillo o barrera conforme a SUA 7-2.2.

Recorridos de evacuación que transcurren por recintos o zonas que no son generales de circulación

No es obligatorio que los recorridos de evacuación transcurran por zonas generales de circulación, pero sí lo es que, cuando lo hagan por otras zonas o recintos (que no sean los explícitamente excluidos, p. ej. locales de riesgo especial) haya garantía de que no se encuentren cerrados y de que dichos recorridos estén adecuadamente señalizados.

Máxima altura salvada en la evacuación

Las alturas máximas que se establecen en la tabla incluida en esta definición afectan tanto a la totalidad del recorrido como a una parte del mismo.

Recorridos de evacuación alternativos

Se considera que dos *recorridos de evacuación* que conducen desde un punto hasta dos *salidas de planta o de edificio* diferentes son alternativos cuando en dicho punto forman entre sí un ángulo mayor que 45º o bien están separados por elementos constructivos que sean EI 30 e impidan que ambos recorridos puedan quedar simultáneamente bloqueados por el humo.

Recorridos alternativos por una misma escalera no protegida

Los recorridos ascendente y descendente desde una planta por una misma escalera no protegida no pueden considerarse recorridos alternativos ya que, conforme a SI 3-4.1.2, la aplicación de la hipótesis de bloqueo implica considerar inutilizada la totalidad de dicha escalera.

Recorridos separados por elementos EI 30

Cuando se opte por disponer elementos de separación EI 30, no es necesario colocar puertas resistentes al fuego en los arranques de los recorridos a uno y otro lado del elemento separador.

Resistencia al fuego

Capacidad de un elemento de construcción para mantener durante un período de tiempo determinado la función portante que le sea exigible, así como la integridad y/o el aislamiento térmico en los términos especificados en el ensayo normalizado correspondiente.

Salida de edificio

Puerta o hueco de salida a un *espacio exterior seguro*. En el caso de salidas previstas para un máximo de 500 personas puede admitirse como *salida de edificio* aquella que comunique con un espacio exterior que disponga de dos *recorridos alternativos* hasta dos *espacios exteriores seguros*, uno de los cuales no exceda de 50 m.

Salida de emergencia

Salida de planta, de edificio o de recinto prevista para ser utilizada exclusivamente en caso de emergencia y que está señalizada de acuerdo con ello.

Obligatoriedad de que existan salidas de emergencia

Conforme al DB SI, una “salida” (de un recinto, de una planta o de un edificio) es aquella prevista para situaciones normales y también para situaciones de emergencia, mientras que una “salida de emergencia” es aquella prevista únicamente para situaciones de emergencia, es decir, aquella que se pretende que no sea utilizada por los ocupantes en circunstancias normales. Esto no quiere decir que, salvo en ciertos edificios, puedan estar bloqueadas.

El DB SI no exige en ningún caso que haya salidas de emergencia ni que determinadas salidas deban ser necesariamente de emergencia. Únicamente exige que haya salidas suficientes, siendo el carácter de estas una decisión de proyecto.

Salida de planta

Es alguno de los siguientes elementos, pudiendo estar situada, bien en la planta considerada o bien en otra planta diferente:

- 1 El arranque de una escalera no protegida que conduce a una planta de *salida del edificio*, siempre que el área del hueco del forjado no exceda a la superficie en planta de la escalera en más de 1,30 m². Sin embargo, cuando en el sector que contiene a la escalera la planta considerada o cualquier otra inferior esté comunicada con otras por huecos diferentes de los de las escaleras, el arranque de escalera antes citado no puede considerarse *salida de planta*.

Discontinuidad en el trazado de escaleras no protegidas como salidas de planta

La discontinuidad admisible en una escalera no protegida que sea salida de planta es función del grado de familiaridad de los ocupantes con el edificio y, en todo caso, muy limitada.

- 2 El arranque de una escalera compartimentada como los sectores de incendio, o una puerta de acceso a una *escalera protegida*, a un *pasillo protegido* o al *vestíbulo de independencia* de una *escalera especialmente protegida*.

Cuando se trate de una *salida de planta* desde una zona de hospitalización o de tratamiento intensivo, dichos elementos deben tener una superficie de al menos de 0,70 m² o 1,50 m², respectivamente, por cada ocupante. En el caso de escaleras, dicha superficie se refiere a la del rellano de la planta considerada, admitiéndose su utilización para actividades de escaso riesgo, como salas de espera, etc.

- 3 Una puerta de paso, a través de un *vestíbulo de independencia*, a un *sector de incendio* diferente que exista en la misma planta, siempre que:

- el sector inicial tenga otra *salida de planta* que no conduzca al mismo sector alternativo.
- el sector alternativo tenga una superficie en zonas de circulación suficiente para albergar a los ocupantes del sector inicial, a razón de 0,5 m²/pers, considerando únicamente los puntos situa-

dos a menos de 30 m de recorrido desde el acceso al sector. En *uso Hospitalario* dicha superficie se determina conforme a los criterios indicados en el punto 2 anterior.

- la evacuación del sector alternativo no confluya con la del sector inicial en ningún otro sector del edificio, excepto cuando lo haga en un *sector de riesgo mínimo*.

4 Una salida de edificio.

Salidas de planta entre sectores según evacuación secuencial o simultánea

La condición según la cual un sector (B) que es salida de planta de otro sector origen de incendio (A) debe tener superficie de albergue suficiente para los ocupantes del sector A que pasan al B a razón de 0,5 m²/pers., aplicando para ello la hipótesis de bloqueo, lleva implícito que se está diseñando para una evacuación secuencial y no total y simultánea del edificio, aunque esto último no se indica en el texto del DB SI. Lo que supone que las salidas del sector B no precisan dimensionarse para la suma de sus propios ocupantes más los que proceden del sector A.

Pero si las salidas del sector B (p. ej. sus escaleras) se dimensionan con capacidad suficiente para la suma de ocupantes de ambos sectores la hipótesis que se está aplicando es la de evacuación total y simultánea, la cual es más exigente que la secuencial. Dado que bajo esta hipótesis los ocupantes del sector A no permanecen en el sector B, sino que circulan hacia las salidas del sector B junto con los ocupantes de este, la condición de que en el sector B haya superficie de albergue suficiente no es necesaria.

En cualquiera de los dos escenarios, los recorridos de evacuación del sector A se miden hasta las salidas de planta del sector A, no hasta las del B.

Se recuerda que la validez de aplicar la hipótesis de evacuación secuencial, que es la que hace exigible la condición de superficie de albergue suficiente en el sector alternativo, debe justificarse conforme a lo que se indica en el comentario "Evacuación total o secuencial" de SI 3-4.

Vestíbulos de independencia en los pasos entre sectores

Cuando un sector es *salida de planta* de otro sector, lo es en su totalidad, justificándose todo él como lugar seguro y refugio respecto del primero. Por tanto, las condiciones de seguridad redundante que el DB SI exige en el paso entre ellos (salida de planta a través de vestíbulo de independencia) no son exigibles únicamente a una de dichas salidas (aún cuando con solo esa se cumpliesen las exigencias relativas a número de salidas y recorridos) sino a todos los puntos de paso entre ambos sectores.

Superficie necesaria en un sector salida de planta de otro

La ocupación de un sector a evacuar A para la que debe haber superficie suficiente en un sector alternativo B, válido como salida de planta del anterior, no es toda su ocupación, sino únicamente la que corresponda a dicha salida, es decir, la que resulte del reparto de toda la ocupación del sector A entre las salidas de planta de las que este disponga, suponiendo una de ellas bloqueada bajo la hipótesis más desfavorable.

Huecos entre plantas que impiden que una escalera no protegida pueda considerarse "salida de planta"

Lo que invalida que el arranque de una escalera no protegida sea "salida de planta" es la existencia de huecos abiertos que comuniquen esa planta con otras inferiores de tal forma que pueda haber una rápida propagación del humo entre ellas en la fase inicial del incendio, que es en la que debe tener lugar la evacuación.

Por tanto, ni un ascensor con puertas normales, ni un hueco rodeado de elementos separadores normales impiden que una escalera no protegida sea salida de planta. Si en dichos elementos separadores hubiera puertas, éstas deben disponer de cierre automático.

Los patios no se consideran "huecos" a efectos de la definición de "salida de planta", sino espacio exterior.

Validez como salida de planta de una escalera con trazado vertical discontinuo

En edificios de nueva construcción, una escalera prevista para evacuación debe tener un trazado sensiblemente continuo, desde la planta más alta a la que sirva hasta la de salida al espacio exterior seguro, con independencia de que sea o no la única escalera exigible al edificio considerado.

En obras de reforma de edificios existentes se pueden aceptar otras soluciones en función de las limitaciones que impongan las características del edificio y cuando la mejora de seguridad que se aporte se considere suficiente.

Huecos abiertos en el forjado destinados a escaleras mecánicas

Dado que las escaleras mecánicas no pueden considerarse en ningún caso como medios de evacuación, ni por tanto como salida de planta, sus huecos deben incluirse entre los considerados como "diferentes de los de las escaleras [de evacuación]", con independencia de que el área del hueco del forjado exceda o no a la superficie en planta de la escalera en más de 1,30 m².

Sector bajo rasante

Sector de incendio en el que los recorridos de evacuación de alguna de sus zonas deben salvar necesariamente una altura de evacuación ascendente igual o mayor que 1,5 m.

Sector de incendio

Espacio de un edificio separado 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. Los locales de riesgo especial no se consideran sectores de incendio.

Sector de riesgo mínimo

Sector de incendio que cumple las siguientes condiciones:

- Está destinado exclusivamente a circulación y no constituye un *sector bajo rasante*.
- La *densidad de carga de fuego* no excede de 40 MJ/m² en el conjunto del sector, ni de 50 MJ/m² en cualquiera de los recintos contenidos en el sector, considerando la *carga de fuego* aportada, tanto por los elementos constructivos, como por el contenido propio de la actividad.
- Está *separado* de cualquier otra zona del edificio que no tenga la consideración de *sector de riesgo mínimo* mediante elementos cuya resistencia al fuego sea EI 120 y la *comunicación* con dichas zonas se realiza a través de *vestíbulos de independencia*.
- Tiene resuelta la evacuación, desde todos sus puntos, mediante *salidas de edificio* directas a *espacio exterior seguro*.

Compartimentación de escaleras respecto a un sector de riesgo mínimo

Una escalera compartimentada, protegida o especialmente protegida puede carecer de compartimentación con un sector de riesgo mínimo en el cual desembarca. Lo cual no supone que deba entenderse como una extensión del sector de riesgo mínimo y que, si es compartimentada o protegida, cualquier comunicación con ella en las plantas superiores deba disponer necesariamente de vestíbulo de independencia.

Tapas y registros

En un sector de riesgo mínimo pueden existir tapas o registros de patinillos, conductos o armarios para instalaciones siempre que sean EI 60, como extensión a este caso de lo que se admite en escaleras protegidas o especialmente protegidas. Ver comentario "Inclusión de armarios de contadores de electricidad" en la definición de escalera protegida.

Los armarios modulares de instalaciones de telecomunicación inferior y los recintos para contadores de agua no precisan cumplir ninguna condición de compartimentación respecto del sector de riesgo mínimo.

Sistema de alarma de incendios

Sistema que permite emitir señales acústicas y/o visuales a los ocupantes de un edificio (UNE-EN 54-1:2011).

Sistema de detección de incendios

Sistema que permite detectar un incendio en el tiempo más corto posible y emitir las señales de alarma y de localización adecuadas para que puedan adoptarse las medidas apropiadas (UNE-EN 54-1:2011).

Sistema de presión diferencial

Sistema de ventiladores, conductos, aberturas y otros elementos característicos previstos con el propósito de generar una presión más baja en la zona del incendio que en el espacio protegido (UNE 23585:2017 - CR 12101-5:2000 y UNE EN 12101-6:2006).

Superficie útil

Superficie en planta de un recinto, sector o edificio ocupable por las personas. En *uso Comercial*, cuando no se defina en proyecto la disposición de mostradores, estanterías, cajas registradoras y, en general, de aquellos elementos que configuran la implantación comercial de un *establecimiento*, se tomará como superficie útil de las zonas destinadas al público, al menos el 75% de la superficie construida de dichas zonas.

Tiempo equivalente de exposición al fuego

Es el tiempo de exposición a la *curva normalizada tiempo-temperatura* que se supone que tiene un efecto térmico igual al de un incendio real en el *sector de incendio* considerado (UNE-EN 1991-1-2:2004).

Uso Administrativo

Edificio, *establecimiento* o zona en el que se desarrollan actividades de gestión o de servicios en cualquiera de sus modalidades, como por ejemplo, centros de la administración pública, bancos, despachos profesionales, oficinas, etc.

Uso Aparcamiento

Edificio, *establecimiento* o zona independiente o accesoria de otro uso principal, destinado a estacionamiento de vehículos y cuya superficie construida exceda de 100 m², incluyendo las dedicadas a revisiones tales como lavado, puesta a punto, montaje de accesorios, comprobación de neumáticos y faros, etc., que no requieran la manipulación de productos o de útiles de trabajo que puedan presentar riesgo adicional y que se produce habitualmente en la reparación propiamente dicha. Se excluyen de este uso los garajes, cualquiera que sea su superficie, de una vivienda unifamiliar, así como los aparcamientos en espacios exteriores del entorno de los edificios, aunque sus plazas estén cubiertas.

Dentro de este uso, se denominan aparcamientos robotizados aquellos en los que el movimiento de los vehículos, desde el acceso hasta las plazas de aparcamiento, únicamente se realiza mediante sistemas mecánicos y sin presencia ni intervención directa de personas, exceptuando la actuación ocasional de personal de mantenimiento. En dichos aparcamientos no es preciso cumplir las condiciones de evacuación que se establecen en este DB SI, aunque deben disponer de los medios de escape en caso de emergencia para dicho personal que en cada caso considere adecuados la autoridad de control competente.

Aparcamientos para vehículos de un único usuario

El hecho de que todos los vehículos de un garaje pertenezcan a un mismo usuario no implica que el riesgo sea sustancialmente diferente del existente en otros garajes, por lo que se le deben aplicar las mismas condiciones particulares que el DB SI establece para dicho uso.

Estaciones de autobuses y garajes de vehículos destinados al transporte

En general, a los establecimientos en los que haya frecuente movimiento de los vehículos (excepto en caso de transporte de mercancías) se les debe aplicar el DB SI, como uso Aparcamiento, cuando no haya presencia de Público, o como uso Pública Concurrencia, en caso contrario. A los establecimientos en los que los vehículos están normalmente almacenados o aparcados con escasa movilidad se les debe aplicar el "Reglamento de seguridad contra incendios en establecimientos industriales" (RSCIEI).

Por tanto, a una estación de autobuses se le debe aplicar el DB SI y se considera uso Pública Concurrencia y a un garaje de autobuses o de cualquier otro tipo de vehículo destinado al servicio de transporte de personas, se le debe aplicar el RSCIEI, debiendo además considerar establecimientos diferentes a uno y otro, caso de estar integrados en un mismo edificio.

A los garajes de vehículos destinados al transporte de mercancías se les debe aplicar, en todo caso, el citado Reglamento.

Uso Comercial

Edificio o *establecimiento* cuya actividad principal es la venta de productos directamente al público o la prestación de servicios relacionados con los mismos, incluyendo, tanto las tiendas y a los grandes almacenes, los cuales suelen constituir un único *establecimiento* con un único titular, como los centros comerciales, los mercados, las galerías comerciales, etc..

También se consideran de *uso Comercial* aquellos *establecimientos* en los que se prestan directamente al público determinados servicios no necesariamente relacionados con la venta de productos, pero cuyas características constructivas y funcionales, las del riesgo derivado de la actividad y las de los ocupantes se puedan asimilar más a las propias de este uso que a las de cualquier otro. Como ejemplos de dicha asimilación pueden citarse las lavanderías, los salones de peluquería, etc.

Uso Docente

Edificio, *establecimiento* o zona destinada a docencia, en cualquiera de sus niveles: escuelas infantiles, centros de enseñanza primaria, secundaria, universitaria o formación profesional. No obstante, los *establecimientos* docentes que no tengan la característica propia de este uso (básicamente, el predominio de actividades en aulas de elevada densidad de ocupación) deben asimilarse a otros usos.

Uso Hospitalario

Edificio o *establecimiento* destinado a asistencia sanitaria con hospitalización de 24 horas y que está ocupados por personas que, en su mayoría, son incapaces de cuidarse por sí mismas, tales como hospitalares, clínicas, sanatorios, residencias geriátricas, etc.

Las zonas de dichos edificios o *establecimientos* destinadas a asistencia sanitaria de carácter ambulatorio (despachos médicos, consultas, áreas destinadas al diagnóstico y tratamiento, etc.) así como a los centros con dicho carácter en exclusiva, deben cumplir las condiciones correspondientes al *uso Administrativo*.

Uso Residencial Público

Edificio o *establecimiento* destinado a proporcionar alojamiento temporal, regentado por un titular de la actividad diferente del conjunto de los ocupantes y que puede disponer de servicios comunes, tales como limpieza, comedor, lavandería, locales para reuniones y espectáculos, deportes, etc. Incluye a los hoteles, hostales, residencias, pensiones, apartamentos turísticos, etc.

Apartamentos turísticos

Ver comentario Apartamentos turísticos en edificios de uso residencial vivienda vinculado a III Criterios generales de aplicación, punto 5.

La referencia a "apartamentos turísticos" alude a establecimientos tipo apartotel dotados con los servicios y zonas comunes que se citan en la definición, no a apartamentos normales que se gestionen bajo un régimen que, aunque se considere turístico por la administración competente, carece de relevancia para los objetivos de los documentos básicos DB SI y DB SUA.

Apartamentos turísticos en uso residencial vivienda

Desde el punto de vista de la seguridad contra incendios, en un edificio de apartamentos llamados "turísticos" que en todo sea comparable a otro de apartamentos "no turísticos", es decir, de uso Residencial Vivienda, no hay nada que haga que el riesgo de incendio para los ocupantes sea mayor y que justifique que las condiciones de protección contra incendios deban ser diferentes y más severas. Ni siquiera la supuesta "no familiaridad" de los ocupantes con el edificio, si la configuración del edificio es la normal y habitual de un edificio de apartamentos, incluso aunque tenga algunos servicios comunes que en sí mismos no representen un riesgo y que también sean frecuentes en edificios de viviendas, como pueda ser una recepción similar a una conserjería, una piscina, etc.

Como conclusión, dichos apartamentos "turísticos", se deben clasificar como uso Residencial Vivienda, por lo que una reconversión a dicha actividad no se considera un cambio de uso a efectos del CTE. Todo ello al margen y sin perjuicio del control que se quiera y se les deba aplicar desde el punto de vista administrativo, económico, fiscal, sanitario, etc.

El anterior criterio es válido, tanto si se trata de algunos apartamentos de un edificio, como si se trata de todos. Y tanto si se trata de un edificio existente, como si se trata de una obra nueva.

No obstante lo anterior, hay que tener en cuenta que la ocupación de los apartamentos utilizados bajo un régimen turístico suele ser mayor que la de las viviendas (1 pers/20 m²) por lo cual se debe cumplir la exigencia de SI 3-2.1 según la cual se deben aplicar densidades de ocupación mayores cuando estas sean previsibles, las cuales en este caso serían las resultantes de los ratios de ocupación que establezca la administración turística que conceda las autorizaciones correspondientes a la actividad.

Viviendas unifamiliares utilizadas bajo uso turístico

Los edificios de vivienda unifamiliar utilizados bajo un régimen turístico deben cumplir las condiciones que establece el DB SI para el uso Residencial Vivienda, ya que la no familiaridad de los ocupantes con los recorridos de evacuación del edificio (por otra parte inexistentes), con las zonas comunes (id.), con las instalaciones y servicios, etc., no es un factor de riesgo significativo adicional a tener en cuenta.

Conforme a lo anterior, a efectos del DB SI la conversión de una vivienda unifamiliar en una vivienda de turismo rural no se considera un cambio del uso característico, por lo que la aplicación del DB puede hacerse como a una obra de reforma, en los términos que este establece para dichas obras.

Uso Residencial Vivienda

Edificio o zona destinada a alojamiento permanente, cualquiera que sea el tipo de edificio: vivienda unifamiliar, edificio de pisos o de apartamentos, etc.

Ventilación forzada

Extracción de humos mediante el uso de ventiladores mecánicos.

Ventilación natural

Extracción de humos basada en la fuerza ascensional de éstos debida a la diferencia de densidades entre masas de aire a diferentes temperaturas.

Vestíbulo de independencia

Recinto de uso exclusivo para circulación situado entre dos o más recintos o zonas con el fin de aportar una mayor garantía de compartimentación contra incendios y que únicamente puede comunicar con los recintos o zonas a independizar, con aseos de planta y con ascensores. Cumplirán las siguientes condiciones:

- Sus paredes serán EI 120. Sus puertas de paso entre los recintos o zonas a independizar tendrán la cuarta parte de la resistencia al fuego exigible al elemento compartimentador que separa dichos recintos y al menos EI₂ 30-C5.

Registros de instalaciones en vestíbulos de independencia

Por asimilación a las condiciones que se establecen para una escalera protegida, se admite la existencia de registros EI 60 en el recinto de un vestíbulo de independencia.

- Los *vestíbulos de independencia* de las *escaleras especialmente protegidas* dispondrán de protección frente al humo conforme a alguna de las alternativas establecidas para dichas escaleras.

Necesidad de presurizar los vestíbulos de independencia de las escaleras especialmente protegidas

Se admite la posibilidad de presurizar sólo la caja de escalera, conforme a la norma UNE EN 12101-6, si se justifica mediante cálculo que la presión en el vestíbulo es superior a la de la planta.

Cuando dicho vestíbulo tenga únicamente puertas que comuniquen con el recinto de la escalera y con la planta, careciendo por tanto de puertas de acceso a ascensores, no necesita disponer de ningún punto de aportación de aire y puede considerarse protegido por la presurización del recinto de la escalera.

- Los que sirvan a uno o a varios locales de riesgo especial, según lo establecido en el apartado 2 de la Sección SI 1, no pueden utilizarse en los *recorridos de evacuación* de zonas habitables.
- La distancia mínima entre los contornos de las superficies barridas por las puertas del vestíbulo debe ser al menos 0,50 m.

- Los *vestíbulos de independencia* situados en un *itinerario accesible* (ver definición en el Anejo A del DB SUA) deben poder contener un círculo de diámetro Ø 1,20 m libre de obstáculos y del barrido de las puertas. Cuando el vestíbulo contenga una *zona de refugio*, dicho círculo tendrá un diámetro Ø 1,50 m y podrá invadir una de las plazas reservadas para usuarios de silla de ruedas. Los mecanismos de apertura de las puertas de los vestíbulos estarán a una distancia de 0,30 m, como mínimo, del encuentro en rincón más próximo de la pared que contiene la puerta.

Ventilación de los vestíbulos de independencia de las escaleras especialmente protegidas

Vease el comentario sobre ventilación en la definición de escalera protegida.

Zona de ocupación nula

Zona en la que la presencia de personas sea ocasional o bien a efectos de mantenimiento, tales como salas de máquinas y cuartos de instalaciones, locales para material de limpieza, determinados almacenes y archivos, trasteros de viviendas, etc.

Los puntos de dichas zonas deben cumplir los límites que se establecen para los *recorridos de evacuación* hasta las salidas de las mismas (cuando además se trate de zonas de riesgo especial) o de la planta, pero no es preciso tomarlos en consideración a efectos de determinar la *altura de evacuación* de un edificio o el número de ocupantes.

Cómputo de las zonas de ocupación nula a efectos de determinar la altura de evacuación

Esta definición debe entenderse en conjunto con la de "altura de evacuación", según la cual "A efectos de determinar la altura de evacuación de un edificio no se consideran las plantas más altas del edificio..." pero sí las más bajas donde existan zonas de ocupación nula.

Zona de refugio

Zona con superficie suficiente para el número de plazas que sean exigibles, de dimensiones 1,20 x 0,80 m para usuarios de sillas de ruedas o de 0,80 x 0,60 m para personas con otro tipo de movilidad reducida.

Las *zonas de refugio* deben situarse, sin invadir la anchura libre de paso, en los rellanos de *escaleras protegidas* o *especialmente protegidas*, en los *vestíbulos de independencia* de *escaleras especialmente protegidas*, o en un *pasillo protegido*.

Junto a la *zona de refugio* debe poder trazarse un círculo Ø 1,50 m libre de obstáculos y del barrido de puertas, pudiendo éste invadir una de las plazas previstas.

En edificios de uso diferente al *Uso Residencial Vivienda* que dispongan de un puesto de control permanente durante su horario de actividad, la *zona de refugio* contará con un intercomunicador visual y auditivo con dicho puesto.

Características del intercomunicador visual y auditivo

Puede considerarse suficiente que el intercomunicador emita un mensaje grabado como señal auditiva y que cuente, como señal visual, con un dispositivo luminoso para indicar que la solicitud de asistencia ha sido recibida en el puesto de control permanente.

Anejo B Tiempo equivalente de exposición al fuego

B.1 Generalidades

- Este anexo establece el procedimiento para obtener el *tiempo equivalente de exposición al fuego* que, según se indica en SI 6, puede usarse como alternativa de la duración de incendio a soportar, tanto a efectos estructurales como compartimentadores. El tiempo equivalente se obtiene teniendo en cuenta las características geométricas y térmicas del sector y el valor de cálculo de la carga de fuego.
- En este anexo se indica también la expresión de la *curva normalizada tiempo-temperatura* definida en la norma UNE EN 1363-1:2015 y que se utiliza como curva de fuego en los métodos de obtención de resistencias dados en este DB-SI. En la norma (Eurocódigo) UNE EN 1991-1-2:2004 se indican otras curvas de fuego nominales.

B.2 Curva normalizada tiempo – temperatura

- La *curva normalizada tiempo-temperatura* es la curva nominal definida en la norma UNE EN 1363-1:2015 para representar un modelo de *fuego totalmente desarrollado* en un *sector de incendio*.

Está definida por la expresión:

$$\Theta_g = 20 + 345 \log_{10} (8 t + 1) \quad [\text{°C}]; \quad (\text{B.1})$$

siendo:

$$\Theta_g \quad \text{temperatura del gas en el sector} \quad [\text{°C}];$$

$$t \quad \text{tiempo desde la iniciación del incendio} \quad [\text{min}].$$

La *curva normalizada tiempo-temperatura* supone, aproximadamente, las siguientes temperaturas:

Tiempo t, en minutos	15	30	45	60	90	120	180	240
----------------------	----	----	----	----	----	-----	-----	-----

Temperatura en el sector Θ_g , en °C	740	840	900	950	1000	1050	1100	1150
---	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------

B.3 Tiempo equivalente de exposición al fuego

- Para elementos estructurales de hormigón armado o acero puede tomarse como valor de cálculo del tiempo equivalente, en minutos:

$$t_{e,d} = k_b \cdot w_f \cdot k_c \cdot q_{f,d} \quad (\text{B.2})$$

siendo:

k_b coeficiente de conversión en función de las propiedades térmicas de la envolvente del sector; que puede tomarse igual a 0,07. El anexo F de la norma UNE EN 1991-1-2:2004 aporta valores más precisos.

w_f coeficiente de ventilación en función de la forma y tamaño del sector.

k_c coeficiente de corrección según el material estructural (Tabla B.1).

$q_{f,d}$ valor de cálculo de la densidad de carga de fuego en función del uso del sector, en MJ/m^2 , obtenida según se indica en el apartado B.4.

- El coeficiente de ventilación w_f se calcula como:

$$w_f = (6/H)^{0,3} \cdot [0,62 + 90(0,4 - \alpha_v)^4 / (1 + b_v \alpha_h)] \geq 0,5 \quad [-] \quad (B.3)$$

siendo:

$$\alpha_v = A_v / A_f \quad \text{relación entre la superficie de las aberturas en fachada y la superficie del suelo del sector, con los límites } 0,025 < \alpha_v < 0,25 \quad (B.4)$$

$$\alpha_h = A_h / A_f \quad \text{relación entre la superficie de las aberturas en el techo, } A_h, \text{ y la superficie construida del suelo del sector}$$

$$b_v = 12,5 (1 + 10 \alpha_v - \alpha_v^2) \geq 10 \quad (B.5)$$

H altura del sector de incendio [m]

Para sectores pequeños ($A_f < 100 \text{ m}^2$), sin aberturas en el techo, el coeficiente w_f se puede calcular aproximadamente como:

$$w_f = O^{-1/2} \cdot A_f / A_t \quad (B.6)$$

siendo:

$$O = A_v \sqrt{h} / A_t \quad \text{coeficiente de aberturas con los límites } 0,02 \leq O \leq 0,20 \text{ [m}^{1/2}\text{];}$$

A_t superficie total de la envolvente del sector (paredes, suelo y techo), incluyendo aberturas [m^2];

h altura promedio de los huecos verticales, [m]

Como aberturas en fachada o en techo se deben considerar los huecos, lucernarios, ventanas (practicables o no) superficies acristaladas y, en general, toda zona susceptible de facilitar la entrada de aire a la zona en la que se desarrolle el incendio.

De forma simplificada, para casos de sectores de una sola planta con aberturas únicamente en fachada, el coeficiente de ventilación w en función de la altura de la planta y de la superficie de dichas aberturas respecto de la superficie en planta del sector, puede tomarse como:

Altura de planta (m)	Coeficiente de ventilación w				
	Superficie relativa de huecos en fachada				
	0,05	0,10	0,15	0,20	$\geq 0,25$
2,5	2,6	1,8	1,3	1,0	0,9
3,0	2,4	1,7	1,2	0,9	0,8
3,5	2,3	1,6	1,1	0,9	0,8
4,0	2,2	1,5	1,1	0,9	0,8

3 Los valores del coeficiente de corrección k_c se toman de la siguiente tabla:

Tabla B.1. Valores de k_c según el material estructural

Material de la sección transversal	k_c
Hormigón armado	1,0
Acero protegido	1,0
Acero sin proteger	$13,7 \cdot O$

B.4 Valor de cálculo de la densidad de carga de fuego

1 El valor de cálculo de la densidad de carga de fuego se determina en función del valor característico de la carga de fuego del sector, así como de la probabilidad de activación y de las previsibles consecuencias del incendio, como:

$$q_{f,d} = q_{f,k} m \delta_{q1} \delta_{q2} \delta_n \delta_c \quad (B.7)$$

siendo:

$q_{f,k}$ valor característico de la *densidad de carga de fuego*, según B.5;

m coeficiente de combustión que tiene en cuenta la fracción del combustible que arde en el incendio. En los casos en los que el material incendiado sea de tipo celulósico (madera, papel, tejidos, etc.) puede tomarse $m= 0,8$. Cuando se trate de otro tipo de material y no se conozca su coeficiente de combustión puede tomarse $m=1$ del lado de la seguridad.

δ_{q1} coeficiente que tiene en cuenta el riesgo de iniciación debido al tamaño del sector,

δ_{q2} coeficiente que tiene en cuenta el riesgo de iniciación debido al tipo de uso o actividad;

δ_n coeficiente que tiene en cuenta las medidas activas voluntarias existentes, $\delta_n = \delta_{n,1} \delta_{n,2} \delta_{n,3}$

δ_c coeficiente de corrección según las consecuencias del incendio.

- 2 Los valores de δ_{q1} se dan en la tabla B.2, pudiéndose obtener valores intermedios por interpolación lineal.

Tabla B.2. Valores del coeficiente δ_{q1} por el riesgo de iniciación debido al tamaño del sector

Superficie del sector A_f [m ²]	Riesgo de iniciación δ_{q1}
<20	1,00
25	1,10
250	1,50
2 500	1,90
5 000	2,00
>10 000	2,13

- 3 Los valores de δ_{q2} pueden obtenerse de la tabla B.3.

Tabla B.3. Valores del coeficiente δ_{q2} por el riesgo de iniciación debido al uso o actividad

Actividad	Riesgo de iniciación δ_{q2}
Vivienda, Administrativo, Residencial, Docente	1,00
Comercial, Aparcamiento, Hospitalario, Pública Concurrencia	1,25
Locales de riesgo especial bajo	1,25
Locales de riesgo especial medio	1,40
Locales de riesgo especial alto	1,60

- 4 Los valores de $\delta_{n,i}$ pueden obtenerse de la tabla B.4.

Tabla B.4. Valores de los coeficientes $\delta_{n,i}$ según las medidas activas existentes

Detección automática $\delta_{n,1}$	Alarma automática a bomberos $\delta_{n,2}$	Extinción automática $\delta_{n,3}$
0,87	0,87	0,61

- 5 Los valores de δ_c pueden obtenerse de la tabla B.5. En el caso de edificios en los que no sea admisible que puedan quedar fuera de servicio o en los que se pueda haber un número elevado de víctimas en caso de incendio, como es el caso de los hospitales, los valores indicados deben ser multiplicados por 1,5.

Tabla B.5. Valores de δ_c por las posibles consecuencias del incendio, según la altura de evacuación del edificio

Altura de evacuación	δ_c
Edificios con <i>altura de evacuación</i> descendente de más de 28 m o ascendente de más de una planta.	2,0
Edificios con <i>altura de evacuación</i> descendente entre 15 y 28 m o ascendente hasta 2,8 m. Aparcamientos bajo otros usos.	1,5
Edificios con <i>altura de evacuación</i> descendente de menos 15 m o <i>de uso Aparcamiento</i> exclusivo	1,0

B.5 Valor característico de la *densidad de carga de fuego*⁽¹⁾

- 1 El valor característico de la *densidad de carga de fuego*, $q_{f,k}$, se obtiene sumando el valor característico de la *densidad de carga de fuego* permanente, estimado por su valor promedio o esperado, y el valor característico de la *densidad de carga de fuego* variable, estimado como el valor que sólo es sobrepasado en un 20% de los casos.
- 2 La *densidad de carga de fuego* permanente corresponde a los revestimientos y otros elementos combustibles permanentes incluidos en proyecto. Puede obtenerse a partir de los valores específicos aportados el fabricante de cada producto o, en su defecto, a partir de tablas de valores para materiales genéricos.
- 3 La *densidad de carga de fuego* variable puede evaluarse elemento a elemento, según se indica en la norma UNE EN 1991-1-2: 2004, pudiendo en este caso tener en cuenta las cargas protegidas, o bien obtenerse en la tabla B.6, para zonas que no presenten acumulaciones de carga de fuego mayores que las propias del *uso previsto*, como es el caso de zonas de almacenamiento, archivos intensivos de documentación, depósitos de libros, etc.

Tabla B.6. Valores de *densidad de carga de fuego* variable característica según el *uso previsto*

	Valor característico [MJ/m ²]
Comercial	730
Residencial Vivienda	650
Hospitalario / Residencial Público	280
Administrativo	520
Docente	350
Pública Concurrencia (teatros, cines)	365
Aparcamiento	280
Inclusión de los revestimientos y acabados en las cargas de fuego características	
Los valores de carga de fuego característica no incluyen la contribución de revestimientos y acabados, ya que son singulares para cada edificio y deben ser calculados caso a caso.	
Densidad de carga de fuego aplicable	

⁽¹⁾ En el “Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales” se indican cargas de fuego promedio para algunas actividades especiales, así como para *uso Comercial* y para almacenes. El valor característico puede obtenerse multiplicando dicho valor por 1,6. También se aportan valores de potencial calorífico correspondiente a diferentes materiales y sustancias.

Las densidades de carga de fuego de la tabla B.6. están del lado de la seguridad y son válidas siempre que el uso real del edificio sea el previsto en el proyecto. No obstante, cuando el proyectista considere que, en su caso particular, las cargas de fuego van a ser sensiblemente menores, puede acogerse a la opción que contempla el artículo y evaluarla por sí mismo elemento a elemento, teniendo en cuenta que, en ese caso, el proyectista es responsable de dicha evaluación y de reflejar en la documentación final de la obra las condiciones singulares de uso que la hacen cierta, mientras que el titular de la actividad será responsable del cumplimiento de dichas condiciones singulares de uso.

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

C.1 Generalidades

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*.

Los elementos estructurales deben diseñarse de forma que, ante el desconchado (*spalling*) 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 axiles.

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* de los elementos estructurales, en función de sus dimensiones y de la distancia mínima equivalente al eje de las armaduras.
- 2 Para aplicación de las tablas, se define como distancia mínima equivalente al eje a_m , a efectos de *resistencia al fuego*, al valor

$$a_m = \frac{\sum [A_{si} f_{yki} (a_{si} + \Delta a_{si})]}{\sum A_{si} f_{yki}} \quad (C.1)$$

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, conforme a los valores de la tabla C.1, siendo μ_{fi} el coeficiente de sobredimensionado de la sección en estudio, definido en el apartado 6 del SI6. Las correcciones para valores de μ_{fi} inferiores a 0,6, 0,5 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.

Tabla C.1. Valores de Δa_{si} (mm)

μ_{fi}	Acero de armar		Acero de pretensar		
	Vigas ⁽¹⁾ y losas (forjados)	Resto de los casos	Vigas ⁽¹⁾ y losas (forjados)	Resto de los casos	Resto de los casos
≤ 0,4	+5		-5	-10	
0,5	0	0	-10	-15	-10
0,6	-5		-15	-20	-15

⁽¹⁾ En el caso de armaduras situadas en las esquinas de vigas con una sola capa de armadura se reducirán los valores de Δa_{si} 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 silícea. 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_{min} / Distancia mínima equivalente al eje a_m (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

- 3 Si el elemento está sometido a tracción se comprobará como elemento de acero revestido.

C.2.3 Vigas

Para vigas de sección de ancho variable se considera como anchura mínima b la que existe a la altura del centro de gravedad mecánico de la armadura traccionada en la zona expuesta, según se indica en la figura C.1.

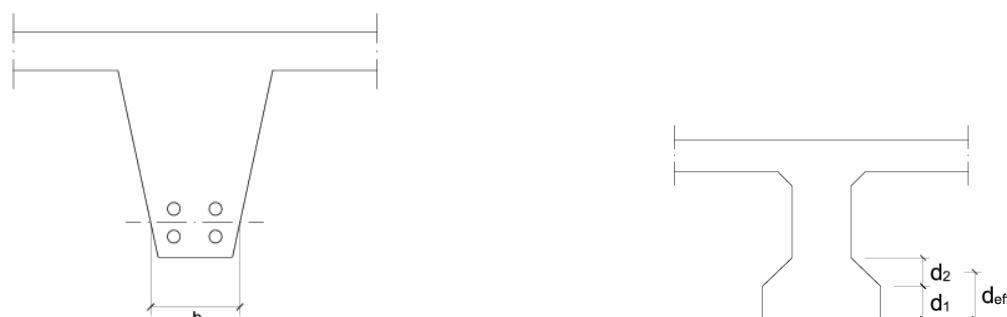


Figura C.1. Dimensiones equivalentes en caso de ancho variable en el canto

Para vigas doble T, el canto del ala inferior deberá ser mayor que la dimensión que se establezca como ancho mínimo. Cuando el canto del ala inferior sea variable se considerará, a los efectos de esta comprobación, el indicado en la figura $d_{ef} = d_1 + 0,5d_2$.

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 normalizado	Dimensión mínima b_{min} /				Anchura mínima ⁽²⁾ del alma $b_{0,min}$ (mm)	
	Distancia mínima equivalente al eje a_m (mm)					
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	Opción 4		
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	400 / 25	100	
R 120	200 / 50	250 / 45	300 / 40	500 / 35	120	
R 180	300 / 75	350 / 65	400 / 60	600 / 50	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.

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 $2(b_{min})^2$.

C.2.3.3 Losas macizas

- 1 Mediante la tabla C.4 puede obtenerse la resistencia al fuego de las secciones de las losas macizas, referida a la distancia mínima equivalente al eje de la armadura inferior traccionada. Si la losa debe cumplir una función de compartimentación de incendios (criterios R, E e I) su espesor deberá ser al menos el que se establece en la tabla, pero cuando se requiera únicamente una función resistente (criterio R) basta con que el espesor sea el necesario para cumplir con los requisitos del proyecto a temperatura ambiente. A estos efectos, podrá considerarse como espesor el solado o cualquier otro elemento que mantenga su función aislante durante todo el periodo de *resistencia al fuego*.

Tabla C.4. Losas macizas

Resistencia al fuego	Espesor mínimo h_{min} (mm)	Distancia mínima equivalente al eje a_m (mm) ⁽¹⁾		
		Flexión en una dirección	Flexión en dos direcciones	
REI 30	60	10	10	10
REI 60	80	20	10	20
REI 90	100	25	15	25

REI 120	120	35	20	30
REI 180	150	50	30	40
REI 240	175	60	50	50

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

⁽²⁾ l_x y l_y son las luces de la losa, siendo $l_y > l_x$.

- 2 Para lasas macizas sobre apoyos lineales y en los casos de resistencia al fuego R 90 o mayor, la armadura de negativos deberá prolongarse un 33% de la longitud del tramo con una cuantía no inferior a un 25% de la requerida en extremos sustentados.
- 3 Para lasas macizas sobre apoyos puntuales y en los casos de resistencia al fuego R 90 o mayor, el 20% de la armadura superior sobre soportes deberá prolongarse a lo largo de todo el tramo.
- 4 Las vigas planas con macizados laterales mayores que 10cm se pueden asimilar a lasas unidireccionales.

Placas alveolares

La tabla C.4. también es aplicable a las placas alveolares.

C.2.3.4 Forjados bidireccionales

- 1 Mediante la tabla C.5 puede obtenerse la resistencia al fuego de las secciones de los forjados nervados bidireccionales, referida al ancho mínimo de nervio y a la distancia mínima equivalente al eje de la armadura inferior traccionada. Si el forjado debe cumplir una función de compartimentación de incendios (criterios R, E e I) su espesor deberá ser al menos el que se establece en la tabla, pero cuando se requiera únicamente una función resistente (criterio R) basta con que el espesor será el necesario para cumplir con los requisitos del proyecto a temperatura ambiente. A estos efectos, podrá considerarse como espesor el solado o cualquier otro elemento que mantenga su función aislante durante todo el periodo de *resistencia al fuego*.

Comprobación de forjados bidireccionales mediante la tabla C.5

A efectos de la anchura de nervio y de h_{min} , al igual que para los forjados unidireccionales, se pueden tener en cuenta los espesores de las paredes de las piezas de entrevigado cerámicas o de hormigón que se quedan adheridas al forjado. En el caso de bovedillas cerámicas, pueden considerarse como espesores adicionales de hormigón equivalentes a dos veces el espesor real de la bovedilla.

Si los forjados disponen de elementos de entrevigado cerámicos o de hormigón y revestimiento inferior, para resistencia al fuego R 120 o menor bastará con que se cumpla lo establecido en el punto 1 del apartado C.2.3.5.

Tabla C.5 Forjados bidireccionales

Resistencia al fuego	Anchura de nervio mínimo b_{min} / Distancia mínima equivalente al eje a_m ⁽¹⁾ (mm)			Espesor mínimo h_{min} (mm)
	Opción 1	Opción 2	Opción 3	
REI 30	80 / 20	120 / 15	200 / 10	60
REI 60	100 / 30	150 / 25	200 / 20	80
REI 90	120 / 40	200 / 30	250 / 25	100
REI 120	160 / 50	250 / 40	300 / 35	120
REI 180	200 / 70	300 / 60	400 / 55	150
REI 240	250 / 90	350 / 75	500 / 70	175

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

- 2 En lasas nervadas sobre apoyos puntuales y en los casos de resistencia al fuego R 90 o mayor, el 20% de la armadura superior sobre soportes se distribuirá en toda la longitud del vano, en la banda de soportes. Si la losa nervada se dispone sobre apoyos lineales, la armadura de negativos se pro-

longará un 33% de la longitud del vano con una cuantía no inferior a un 25% de la requerida en apoyos.

C.2.3.5 Forjados unidireccionales

- Si los forjados disponen de elementos de entrevigado cerámicos o 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.(2). Si el forjado tiene función de compartimentación de incendio deberá cumplir asimismo con el espesor h_{min} establecido en la tabla C.4.

Comprobación de h_{min} establecido en la tabla C.4

A falta de estudios más específicos, en estos casos, el valor de h_{min} establecido en la tabla C.4 puede calcularse como la suma de los espesores de las partes masivas.

- 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.
- Para resistencias al fuego mayores que R 120, o bien cuando los elementos de entrevigado no sean de cerámica o 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. Las bovedillas cerámicas pueden considerarse como espesores adicionales de hormigón equivalentes a dos veces el espesor real de la bovedilla.

C.2.4 Capas protectoras

- 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.
- 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

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

Tabla C.7 Reducción relativa de la resistencia con la temperatura

Temperatura (°C)		100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200
Acero de armar	Laminado en caliente	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,47	0,23	0,11	0,06	0,04	0,00
	Estirado en frío	1,00	1,00	1,00	0,94	0,67	0,40	0,12	0,11	0,08	0,05	0,00
Acero de pretensar	Estirado en frío	0,99	0,87	0,72	0,46	0,22	0,10	0,08	0,05	0,03	0,00	0,00
	Enfriado y templado	0,98	0,92	0,86	0,69	0,26	0,21	0,15	0,09	0,04	0,00	0,00

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 síliceos 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.

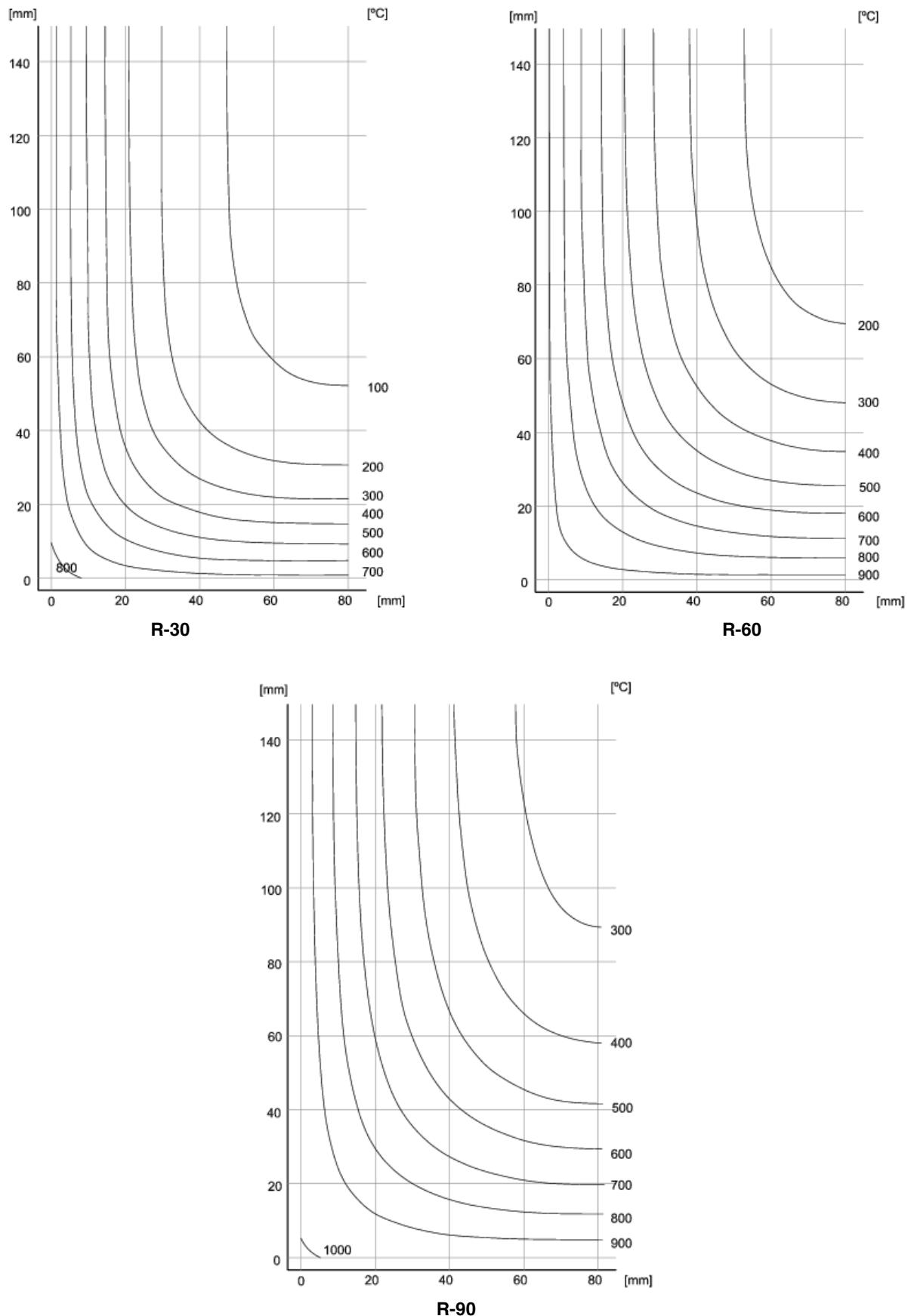


Figura C.3. Isothermas para cuartos de sección de 300 x 160 mm expuestos por ambas caras

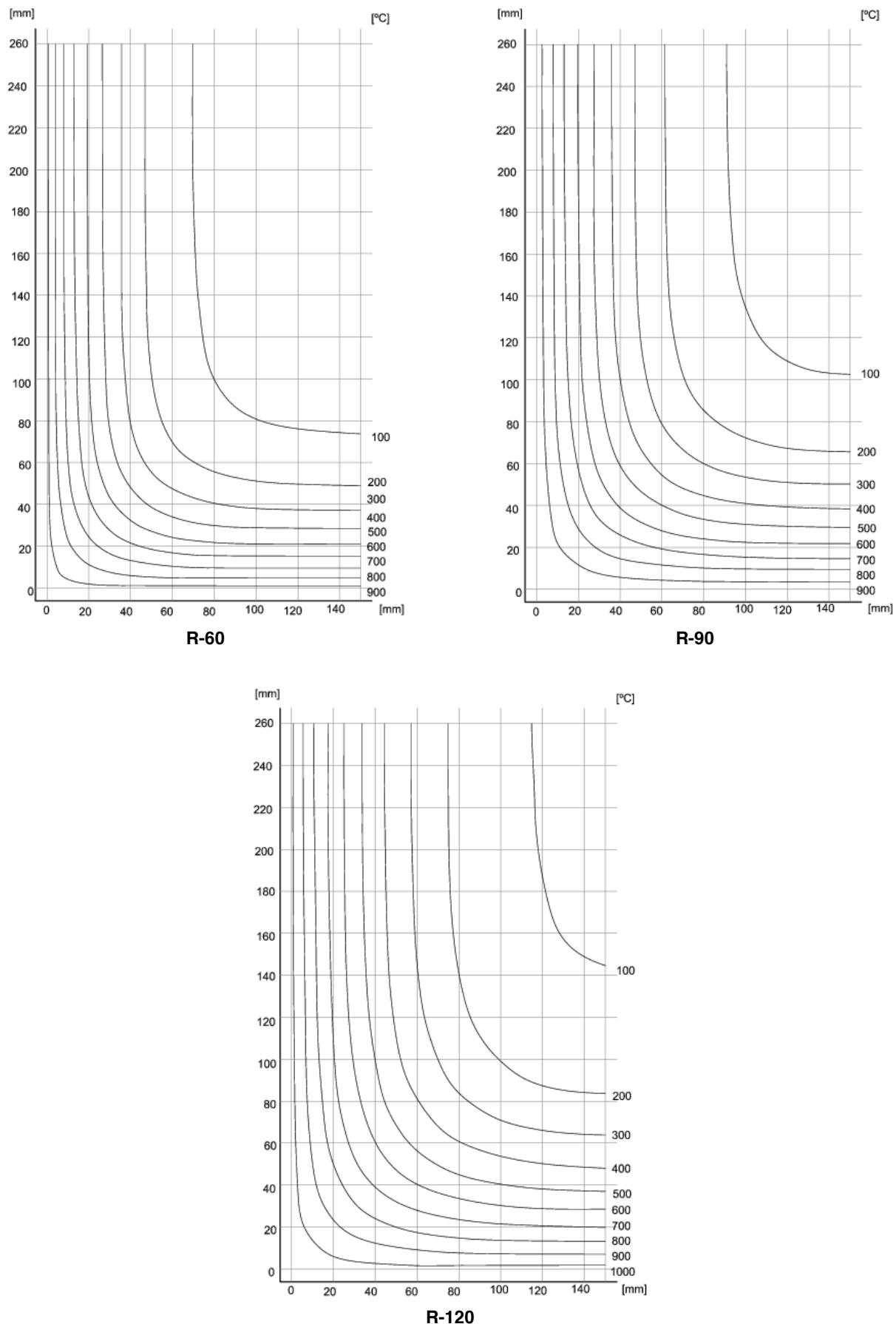
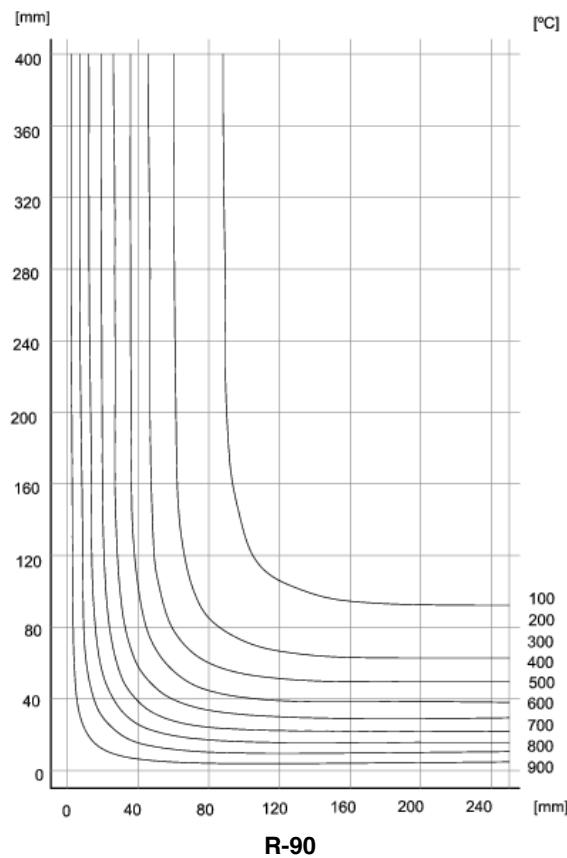
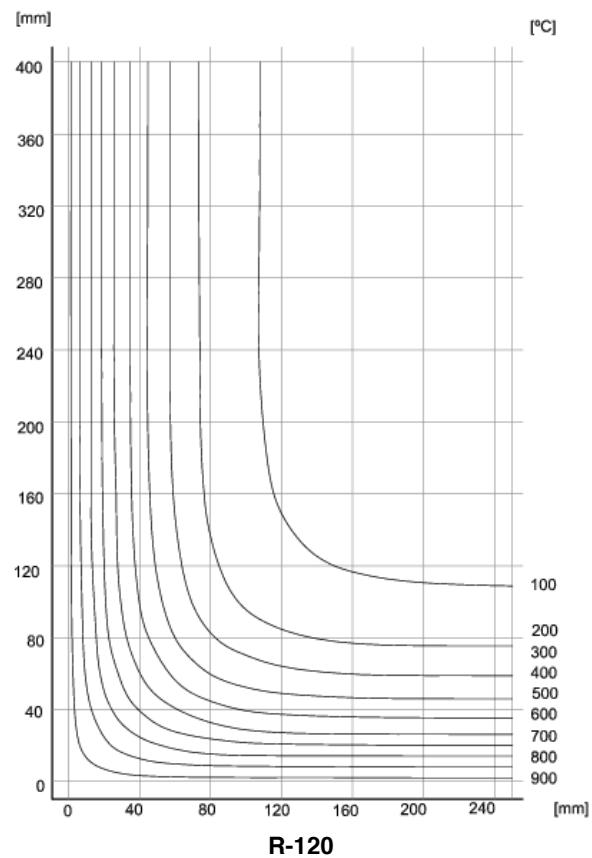


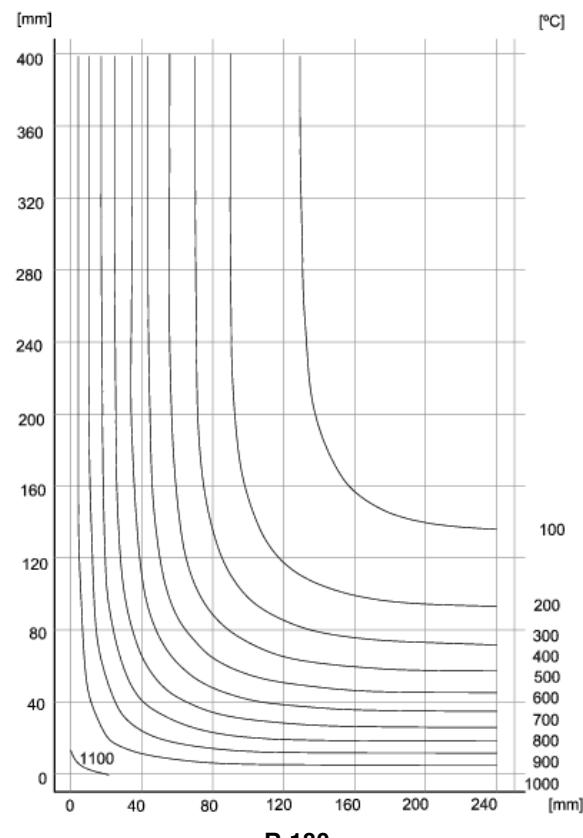
Figura C.4. Isothermas para cuartos de sección de 600 x 300 mm expuestos por ambas caras



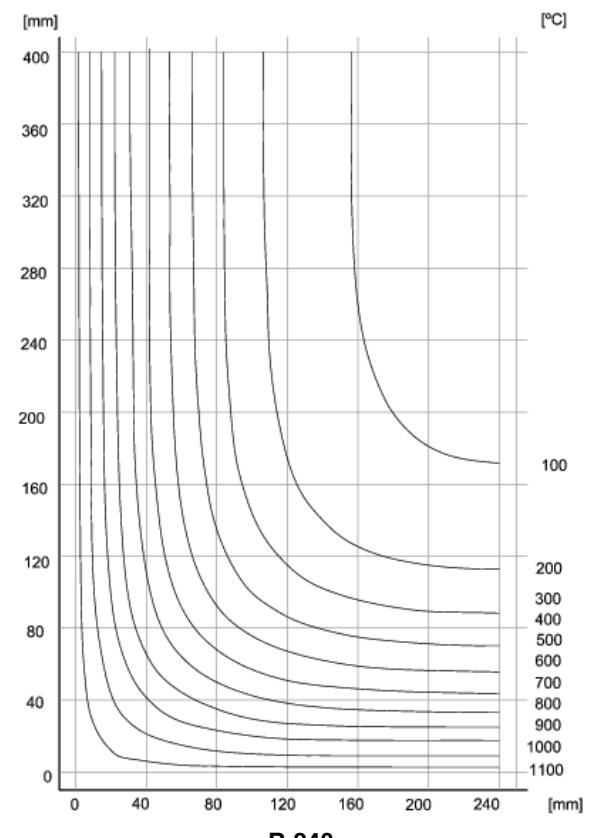
R-90



R-120



R-180



R-240

Figura C.5. Isotermas para cuartos de sección de 800 x 500 mm expuestos por ambas caras

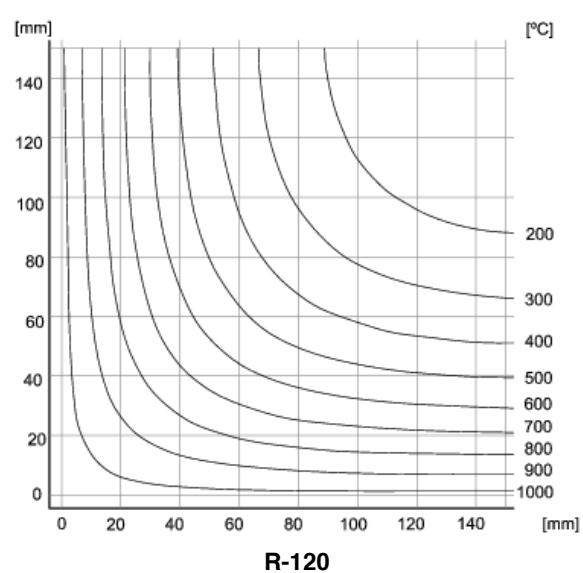
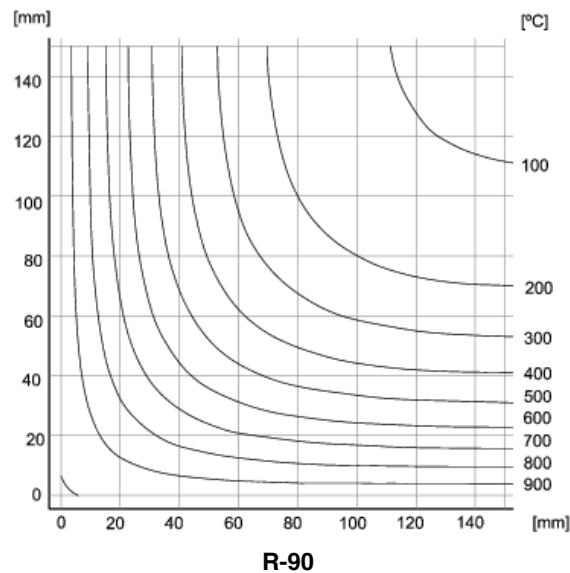
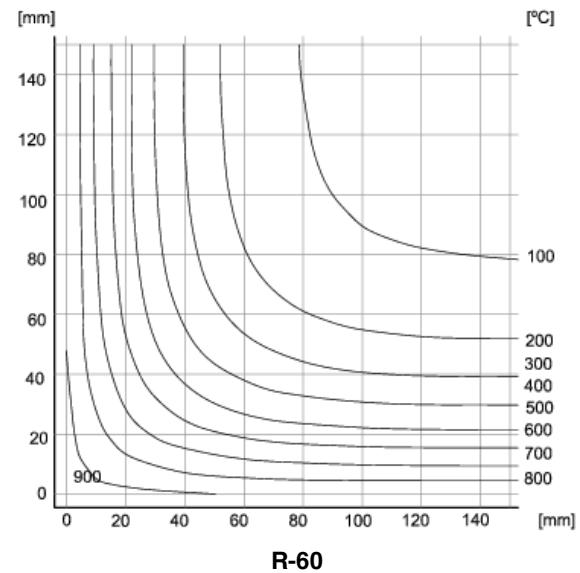
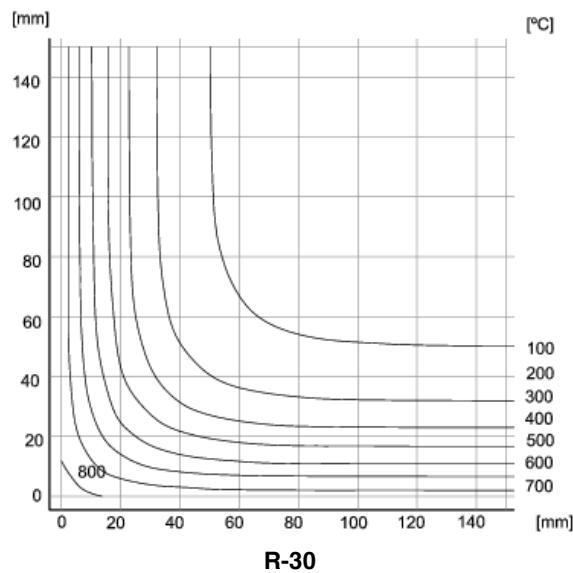


Figura C.6. Isotermas para cuartos de sección de 300 x 300 mm expuestos por ambas caras

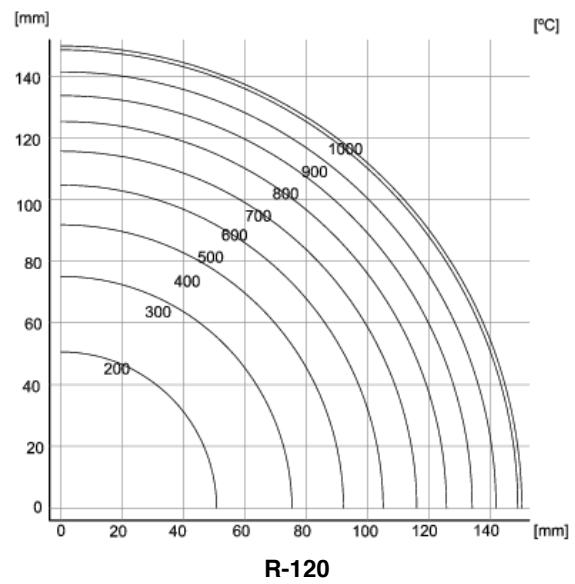
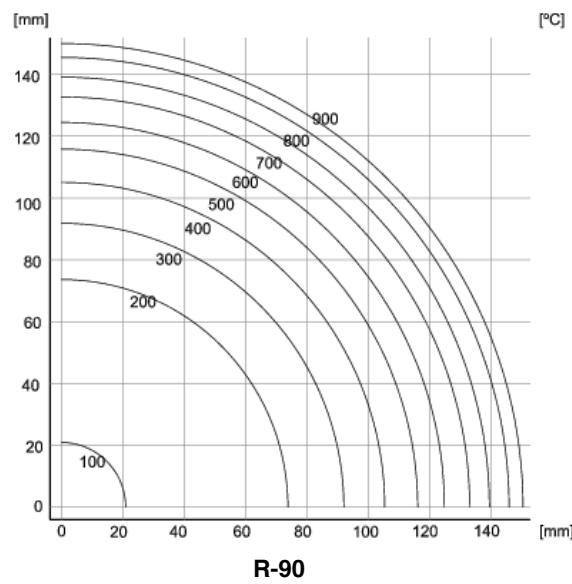
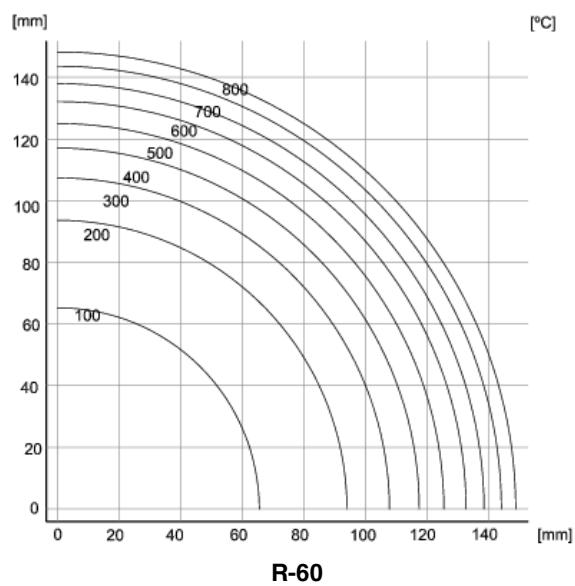
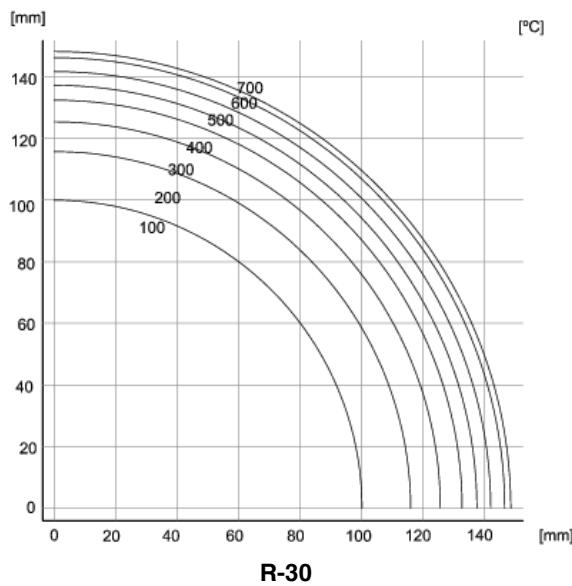


Figura C.7. Isotermas de un cuarto de sección circular de 300 mm de diámetro expuesta perimetralmente

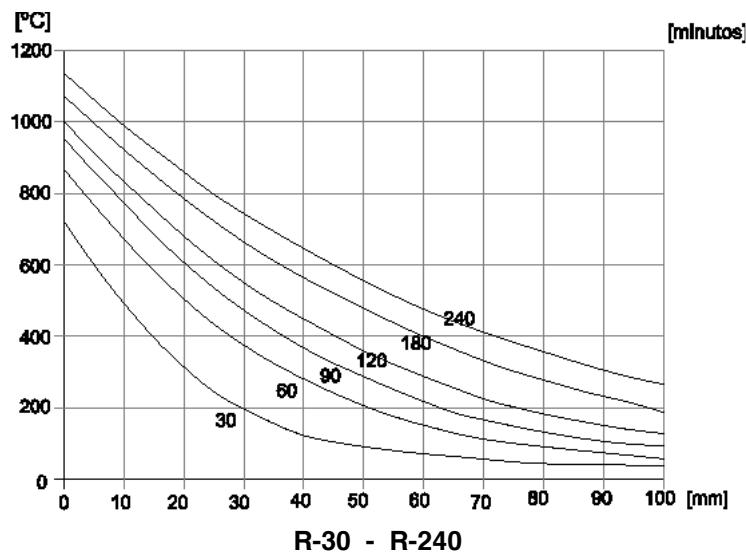


Figura C.8. Distribución de temperaturas en el espesor de secciones planas expuestas por una cara $h \geq 200$ mm

Anejo D **Resistencia al fuego de los elementos de acero**

D.1 Generalidades

- 1 En este anejo se establece un método simplificado que permite determinar la resistencia de los elementos de acero ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo-temperatura*.
- 2 En el análisis del elemento puede considerarse que las coacciones en los apoyos y extremos del mismo en situación de cálculo frente a fuego no varían con respecto de las que se producen a temperatura normal.
- 3 Se admite que la clase de las secciones transversales en situación de cálculo frente a fuego es la misma que a temperatura normal.
- 4 En elementos con secciones de pared delgada, (clase 4), la temperatura del acero en todas las secciones transversales no debe superar los 350 °C.
- 5 En cuanto a la resistencia al fuego de los elementos de acero revestidos con productos de protección con *marcado CE*, los valores de protección que éstos aportan serán los avalados por dicho marcado.

D.2 Método simplificado de cálculo

D.2.1 Vigas y tirantes

- 1 Mediante la Tabla D.1 puede dimensionarse la protección frente al fuego de vigas arriostradas lateralmente o tirantes para una determinada *resistencia al fuego*, siendo:

μ_{fi} coeficiente de sobredimensionado, definido en SI 6.

A_m/V factor de forma, siendo:

A_m superficie expuesta al fuego del elemento por unidad de longitud, la del elemento si no está protegido o la de la cara interior de la protección si está revestido. Se considerará únicamente la del contorno expuesto en el *sector de incendio* analizado.

V volumen del elemento de acero por unidad de longitud,

Para elementos de sección constante, A_m/V es igual al cociente entre el perímetro expuesto y el área de la sección transversal.

d/λ_p coeficiente de aislamiento del revestimiento, (m^2K/W) obtenido como promedio de las caras expuestas al fuego, siendo:

d espesor del revestimiento, [m];

λ_p conductividad térmica efectiva del revestimiento, para el desarrollo total del tiempo de resistencia a fuego considerado; (W/mK).

En materiales de tipo pétreo, cerámico, hormigones, morteros y yesos, se puede tomar el valor de λ_p correspondiente a 20 °C.

Tabla D.1. Coeficiente de protección, d/λ_p (m^2K/W) de vigas y tirantes

Tiempo estándar de resistencia al fuego	Factor de forma A_m/V (m^{-1})	Coeficiente de sobredimensionado $>\mu_{fi}$		
		$0,70 >\mu_{fi} \geq 0,60$	$0,60 >\mu_{fi} \geq 0,50$	$0,50 >\mu_{fi} \geq 0,40$
R 30	30	0,05	0,00 ⁽¹⁾	0,00 ⁽¹⁾
	50		0,05	0,05
	100		0,10	
	150	0,10	0,10	0,10
	200		0,15	
	250	0,15	0,15	
	300		0,20	0,20
R 60	30	0,05	0,05	0,05
	50	0,10	0,10	0,10
	100	0,15	0,15	
	150	0,20	0,20	
	200		0,25	0,25
	250	0,25	0,30	0,30
	300		0,30	
R 90	30	0,05	0,05	0,05
	50	0,15	0,10	0,10
	100		0,15	0,15
	150	0,20	0,15	
	200		0,20	0,20
	250	0,20	0,25	0,25
	300		0,25	
R 120	30	0,10	0,05	0,05
	50	0,10	0,10	0,10
	100	0,15	0,15	0,15
	150	0,20	0,20	
	200		0,25	0,20
	250	0,25	0,30	
	300		0,30	0,30
R 180	30	0,10	0,10	0,10
	50	0,15	0,15	0,15
	100	0,25	0,20	0,20
	150		0,25	0,25
	200	0,30	0,30	
	250		0,30	0,30
	300	0,30	-	-
R 240	30	0,15	0,15	0,10
	50	0,20	0,20	0,15
	100	0,30	0,25	0,25
	150	-	0,30	0,30
	200		-	-
	250	-	-	-
	300		-	-

⁽¹⁾ Perfiles de acero sin revestir

D.2.2 Soportes

D.2.2.1 Soportes de estructuras arriostradas

- 1 En soportes de acero revestidos mediante elementos de fábrica en todo el contorno expuesto al fuego, se puede considerar del lado de la seguridad que la *resistencia al fuego* del soporte es, al menos igual a la *resistencia al fuego* correspondiente al elemento de fábrica.

- 2 En el caso de estructuras arriostradas en las que cada sector no abarque más de una planta y en las que la sección del soporte se haya determinado adoptando como longitud de pandeo al menos el 0,7 de la altura entre plantas, la resistencia al fuego puede determinarse mediante la tabla D.1.
- 3 En cualquier caso, en soportes de pared no delgada (clases 1,2 o 3), la capacidad resistente de cálculo considerando pandeo de un elemento sometido a flexocompresión puede verificarse, a partir de las solicitudes obtenidas de la combinación de acciones en caso de incendio, mediante las expresiones generales de DB-SE-A usando los valores modificados dados a continuación:
 - a) el límite elástico se reducirá multiplicándolo por el coeficiente $k_{y,\theta}$ de la tabla D.2
 - b) como longitud de pandeo se tomará, en estructuras arriostradas y si el sector de incendio no abarca más de una planta, la mitad de la altura entre plantas intermedias, o el 0,7 de la altura de la última planta.
 - c) como curva de pandeo se utilizará la curva c , con independencia del tipo de sección transversal o el plano de pandeo.
 - d) la esbeltez reducida se incrementará multiplicándola por el coeficiente $k_{\lambda,\theta}$ de la tabla D.2

Tabla D.2 Valores de los parámetros mecánicos del acero en función de la temperatura

Temperatura (°C)	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000	1200
$k_{y,\theta} = f_{y,\theta} / f_y$	1,00	1,00	1,00	1,00	0,78	0,47	0,23	0,11	0,06	0,04	0,00
$k_{\lambda,\theta} = \bar{\lambda}_\theta / \bar{\lambda}$	1,00	1,05	1,11	1,19	1,14	1,23	1,33	-	-	-	-

D.2.3 Determinación de la temperatura del acero

- 1 Para comprobar vigas o soportes, en función de la variación de los parámetros mecánicos del acero, establecidas en la tabla D.2, es preciso obtener la temperatura en el elemento, mediante un cálculo incremental, de acuerdo con la variación de la temperatura del sector.
- 2 Para acero sin revestir, el incremento de temperatura en el acero, $\Delta\theta_{s,t}$, suponiéndola distribuida uniformemente en la sección, en un incremento de tiempo Δt , se determina mediante la expresión:

$$\Delta\theta_{s,t} = \frac{A_m/V}{c_s \rho_s} h'_{net,d} \Delta t \quad (D.1)$$

siendo:

A_m/V factor de forma, según se define en D.2.1;

c_s calor específico del acero, que puede suponerse independiente de la temperatura, y de valor $c_s = 600 \text{ J/kgK}$;

$h'_{net,d}$ valor de cálculo del flujo de calor neto por unidad de área (W/m^2), que se considera suma del valor del flujo de calor por radiación $h'_{net,r}$ y por convección $h'_{net,c}$, siendo:

$$h'_{net,r} = \Phi \varepsilon_f \varepsilon_m \sigma [(\Theta_r + 273)^4 - (\Theta_s + 273)^4], \quad [\text{W/m}^2] \quad (D.2)$$

donde:

Φ factor de configuración, de valor 1,0 si no existen datos específicos;

ε_f emisividad del fuego, de valor 1,0 si no existen datos específicos;

ε_m emisividad superficial del material, que en el caso del acero tiene valor 0,50;

Θ_r temperatura de radiación efectiva en el sector de incendio [°C], que puede tomarse igual a la del gas según B.2 ;

Θ_s temperatura superficial del elemento (°C), y

σ constante de Boltzmann; igual a $5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \text{ K}^4$

$$h'_{net,c} = \alpha_c (\Theta_g - \Theta_s) \quad [\text{W/m}^2] \quad (D.3)$$

donde:

α_c	coeficiente de transferencia de calor por convección (W/m ² °K), que para el caso de la <i>curva normalizada tiempo-temperatura</i> es igual a 25 W/m ² K. En el lado no expuesto de elementos separadores, puede considerarse únicamente el flujo de calor por convección, tomando como coeficiente de transferencia el valor de $\alpha_c = 9$ W/m ² K
Θ_g	temperatura del gas en el <i>sector de incendio</i> [°C]
Θ_s	temperatura superficial del elemento [°C].
Δt	intervalo de tiempo, no superior a 5 segundos;
ρ_s	densidad del acero, que puede suponerse independiente de la temperatura y de valor 7850 kg/m ³ .

- 3 Para acero revestido, el incremento de temperatura en el acero, $\Delta\theta_{s,t}$, suponiéndola distribuida uniformemente en la sección, en un incremento de tiempo Δt , se determina mediante la expresión:

$$\Delta\theta_{s,t} = \frac{\lambda_p A_m/V}{d c_s \rho_s} \frac{(\Theta_{g,t} - \Theta_{s,t})}{(1 + \phi/3)} \Delta t - (e^{\phi/10} - 1) \Delta\theta_{g,t} \quad \text{con } \Delta\theta_{s,t} \geq 0 \quad (\text{D.4})$$

siendo:

$$\phi = \frac{c_p \rho_p d}{c_s \rho_s} \frac{A_m}{V}$$

donde:

A_m/V	definido en el apartado D.2.3;
d	definido en el apartado D.2.1;
$\Theta_{g,t}$	temperatura del gas en el instante t ;
$\Theta_{s,t}$	temperatura del acero en el instante t ;
λ_p	conductividad térmica del material de revestimiento, [W/mK].
c_p	calor específico del revestimiento, [J/kgK];
c_s	calor específico del acero, [J/kgK];
ρ_p	densidad del revestimiento, [kg/m ³];
ρ_s	definido en D.2.3.

D.3 Conexiones

- La conexión entre elementos debe tener un valor de μ_f mayor que el valor pésimo de los elementos que une.
- Si los elementos están revestidos, la unión entre los mismos debe estar asimismo revestida, de tal forma que el valor del coeficiente de aislamiento del material de revestimiento de la unión sea mayor o igual al de los elementos.

Anejo SI E *Resistencia al fuego de las estructuras de madera*

E.1 Generalidades

- 1 En este anejo se establecen un método simplificado de cálculo que permite determinar la resistencia de los elementos estructurales de madera ante la acción representada por la *curva normalizada tiempo-temperatura*.

E.2 Método de la sección reducida

E.2.1 Generalidades

- 1 La comprobación de la capacidad portante de un elemento estructural de madera se realiza por los métodos establecidos en DB SE-M, teniendo en cuenta las reglas simplificadas para el análisis de elementos establecidos en E.3, y considerando:
 - a) una sección reducida de madera, obtenida eliminando de la sección inicial la profundidad eficaz de carbonización, d_{ef} , en las caras expuestas, alcanzada durante el periodo de tiempo considerado;

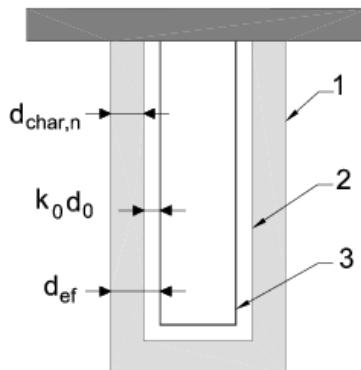
$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 \cdot d_0 \quad (E.1)$$

siendo:

$d_{char,n}$ profundidad carbonizada nominal de cálculo, se determinará de acuerdo con el apartado E.2.2.

d_0 de valor igual a 7 mm

k_0 de valor igual a 1 para un tiempo, t , mayor o igual a 20 minutos y $t/20$ para tiempos inferiores, en el caso de superficies no protegidas o superficies protegidas cuyo tiempo del inicio de la carbonización, t_{ch} , sea menor o igual que 20 minutos. Para superficies protegidas cuyo tiempo del inicio de la carbonización, t_{ch} , sea mayor que 20 minutos se considerará que k_0 varía linealmente desde cero hasta uno durante el intervalo de tiempo comprendido entre cero y t_{ch} , siendo constante e igual a uno a partir de dicho punto.



- 1 Superficie inicial del elemento
- 2 Límite de la sección residual
- 3 Límite de la sección eficaz

Figura E.1. Definición de la sección residual y eficaz.

- b) que la resistencia de cálculo y los parámetros de cálculo de la rigidez se consideran constantes durante el incendio, tomando como tales los valores característicos multiplicados por el siguiente factor k_f :

para: madera maciza	$k_f = 1,25$
madera laminada encolada	$k_f = 1,15$
tableros derivados de la madera	$k_f = 1,15$
madera microlaminada (LVL)	$k_f = 1,10$
uniones con elementos laterales de madera y tableros derivados de la madera	$k_f = 1,15$
uniones con placas de acero externas	$k_f = 1,05$

- c) que el factor de modificación K_{mod} en situación de incendio se tomará igual a la unidad.

- 2 En este método se consideran las siguientes hipótesis implícitas:

- Se analizan, a estos efectos, solamente los elementos estructurales individualmente en lugar de la estructura global.
- Las condiciones de contorno y apoyo, para el elemento estructural, se corresponden con las adoptadas para temperatura normal.
- No es necesario considerar las dilataciones térmicas en los elementos de madera, aunque sí en otros materiales.

E.2.2 Profundidad carbonizada

- 1 Se considerará que se produce carbonización en todas las superficies de madera o de productos derivados de la madera expuestos al fuego y, en el caso de elementos protegidos, cuando ésta se inicie durante el tiempo de exposición al fuego especificado.
- 2 La profundidad carbonizada nominal de cálculo en una dirección, $d_{char,n}$, entendida como la distancia entre la superficie exterior de la sección inicial y la línea que define el frente de carbonización para un tiempo de exposición al fuego determinado, que incluye el efecto del redondeo de las aristas, se determina según la expresión siguiente:

$$d_{char,n} = \beta_n t \quad (E.2)$$

siendo:

β_n velocidad de carbonización nominal. Se determinará de acuerdo con E.2.3;

t tiempo de exposición al fuego.

E.2.3 Velocidad de carbonización nominal de cálculo

E.2.3.1 Madera sin protección

- 1 Para maderas sin protección, la velocidad de carbonización nominal de cálculo, β_n , se considerará constante durante todo el tiempo de exposición al fuego y su valor se determinará de acuerdo con la tabla E.1.

Tabla E.1. Velocidad de carbonización nominal de cálculo, β_n , de maderas sin protección

	β_n (mm/min)
Coníferas y haya	
Madera laminada encolada con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,70
Madera maciza con densidad característica $\geq 290 \text{ kg/m}^3$	0,80

Frondosas		
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica de 290 kg/m ³ ⁽¹⁾	0,70	
Madera maciza o laminada encolada de frondosas con densidad característica ≥ 450 kg/m ³	0,55	
Madera microlaminada		
Con una densidad característica ≥ 480 kg/m ³	0,70	

⁽¹⁾ Para densidad característica comprendida entre 290 y 450 kg/m³, se interpolará linealmente

E.2.3.2 Madera con protección

E.2.3.2.1 Generalidades

- 1 Para elementos de madera protegidos (ver figura E.2), la velocidad de carbonización nominal de cálculo varía durante el tiempo de exposición al fuego, debiendo considerarse los siguientes casos:
 - a) Si el inicio de la carbonización del elemento se produce por el fallo de la protección deben considerarse las siguientes fases. El inicio de la carbonización se retrasa hasta el momento en que se produce el fallo de la protección, t_f . A partir de este momento debe considerarse una velocidad de carbonización nominal igual al doble de la establecida en la tabla E.1 para madera sin protección, hasta que se alcance una profundidad carbonizada nominal de cálculo igual al menor de los dos valores siguientes: 25mm o la profundidad carbonizada nominal de cálculo de una superficie no protegida. En la fase posterior a dicho instante, se considerará como velocidad de carbonización nominal la correspondiente a la madera sin protección.
 - b) Si el inicio de la carbonización del elemento se produce antes del fallo de la protección deben considerarse las siguientes fases. Una primera fase hasta el momento en que se inicia la carbonización del elemento, t_{ch} . A partir de este momento y hasta que se produzca el fallo de la protección, t_f , debe considerarse una velocidad de carbonización nominal igual a la establecida en la tabla E.1 para madera sin protección multiplicada por un coeficiente reductor k_2 , función del tipo de protección. A partir de este momento, debe considerarse una velocidad de carbonización nominal igual al doble de la establecida en la tabla E.1 para madera sin protección, hasta que se alcance una profundidad carbonizada nominal de cálculo igual al menor de los dos valores siguientes: 25mm o la profundidad carbonizada nominal de cálculo de una superficie no protegida. En la fase posterior a dicho instante, se considerará como velocidad de carbonización nominal la correspondiente a la madera sin protección.

Cuando el elemento esté protegido con mantas de lana de roca con un espesor mayor o igual a 20 mm. y una densidad mayor o igual a 26 kg/m³ que se mantengan con cohesión hasta 1000 °C, los valores de k_2 pueden tomarse de la tabla E.2. Para espesores comprendidos entre 20 y 45mm puede interpolarse linealmente.

Tabla E.2. Valores de k_2 para madera protegida por mantas de lana de roca

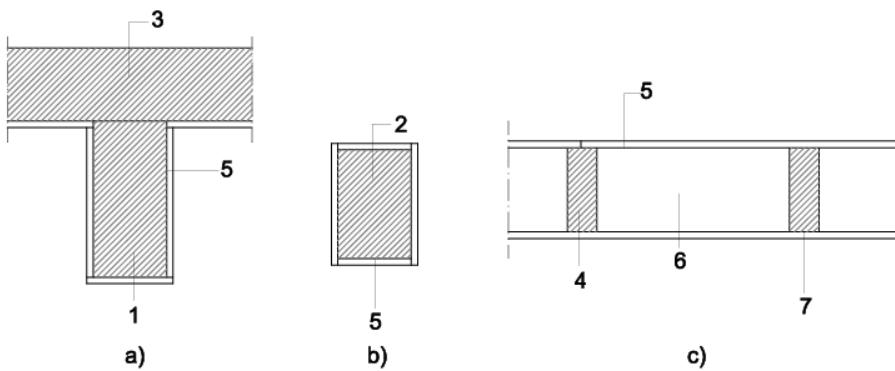
Espesor h_{ins} [mm]	k_2
20	1
≥45	0,6

Si el elemento se protege con una única capa de placas de yeso de tipo F, el factor de corrección k_2 viene dado por la expresión:

$$k_2=1-0,018h_p \quad (E.3)$$

siendo h_p el espesor en milímetros de la capa de yeso.

La expresión (E.3) es válida para protecciones compuestas de por capas de yeso, siempre que la exterior sea de tipo F y la interior de tipo A o H.



1 viga - 2 soporte - 3 entrevigado - 4 montante o vigueta
5 revestimiento o cerramiento - 6 cavidad hueca
7 junta

Figura E.2. Ejemplos de paneles utilizados como revestimientos de protección contra el fuego

- 2 Salvo para los casos que se establecen en este Documento o para aquellos en que se disponga de información suficiente, el tiempo para el que se produce el inicio de la carbonización t_{ch} del elemento, el tiempo para el que se produce el fallo del revestimiento de protección contra el fuego u otros materiales de protección t_f , así como las velocidades de carbonización en las diferentes fases, deben determinarse experimentalmente.
- 3 Debe tenerse en cuenta en el inicio de la carbonización y, cuando proceda, en la velocidad de carbonización antes del fallo de la protección, el efecto de las juntas del revestimiento con holguras no rellenas mayores de 2mm.

E.2.3.2.2 Inicio de la carbonización

- 1 En el caso de revestimientos de protección consistentes en una o varias capas de tableros derivados de la madera o tableros de madera maciza, el tiempo de inicio de carbonización t_{ch} del elemento protegido, en minutos, puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$t_{ch} = \frac{h_p}{\beta_0} \quad (E.4)$$

siendo:

h_p espesor del tablero, en caso de varias capas el espesor total, [mm];

β_0 velocidad de carbonización básica de cálculo (ver tabla E.3);

Tabla E.3. Velocidad de carbonización básica de cálculo, β_0 , de tableros de protección

Tableros ⁽¹⁾	β_0 (mm/min)
Tableros de madera	0,90
Tableros contrachapados	1,00
Tableros derivados de la madera diferentes al tablero contrachapado	0,90

⁽¹⁾ Los valores se aplican para densidad característica de 450 kg/m³ y para un espesor del tablero de 20 mm. Para valores diferentes de la densidad característica ρ_k y del espesor h_p del tablero, la velocidad de carbonización básica de cálculo se determina mediante la siguiente expresión:

$$\beta_{0,p,t} = \beta_0 k_p k_t \quad (E.5)$$

siendo:

$$k_p = \sqrt{\frac{450}{\rho_k}} \quad \text{y} \quad k_t = \max \left(\sqrt{\frac{20}{h_p}}, 1,0 \right) \quad (E.6) \quad (E.7)$$

donde:

ρ_k densidad característica en kg/m³

h_p espesor del tablero en mm

- 2 En el caso de muros o forjados formados por tableros unidos a un entramado de madera (ver figura E.2 c), el tiempo de inicio de carbonización t_{ch} de los elementos del entramado protegido puede obtenerse mediante la siguiente expresión:

$$t_{ch} = \frac{h_p}{\beta_0} - 4 \quad (E.8)$$

siendo:

h_p espesor del tablero, en caso de varias capas el espesor total, [mm];

β_0 velocidad de carbonización básica de cálculo (ver tabla E.3).

- 3 Para los casos de elementos protegidos mediante mantas de lana de roca, que cumplan las especificaciones del párrafo 1 b) del apartado E.2.3.2.1, el tiempo para el que se produce el inicio de la carbonización t_{ch} , puede obtenerse de la siguiente expresión:

$$t_{ch} = 0,07(h_{ins} - 20)\sqrt{\rho_{ins}} \quad (E.9)$$

siendo:

h_{ins} espesor del material aislante en milímetros;

ρ_{ins} densidad del material aislante en kg/m³.

- 4 En el caso de elementos protegidos con una capa de paneles de yeso de tipo A, F o H, situados lejos de juntas entre paneles, o en las cercanías de juntas selladas o con aperturas menores de 2 mm, el tiempo de inicio de la carbonización, t_{ch} , en minutos, se obtiene de la expresión:

$$t_{ch} = 2,8h_p - 14 \quad (E.10)$$

Si el elemento protegido se encuentra cerca de juntas sin sellar, de espesor mayor de 2 mm, t_{ch} debe calcularse según la expresión:

$$t_{ch} = 2,8h_p - 23 \quad (E.11)$$

- 5 En el caso de revestimientos compuestos por dos capas de paneles de yeso, se pueden emplear las expresiones (E.10) y (E.11) siempre que las dos capas permanezcan unidas y su fallo se produzca de manera simultánea. La cercanía a las juntas entre paneles se evaluará en la capa exterior.

E.2.3.2.3 Tiempos de fallo de revestimientos de protección

- 1 El fallo del revestimiento de protección contra el fuego puede ocurrir por los siguientes motivos:
- carbonización o degradación mecánica del material del revestimiento;
 - insuficiente longitud de penetración de los elementos de fijación en la zona no carbonizada de la madera;
 - separación o distancias inadecuadas de los elementos de fijación.
- 2 En el caso de revestimientos de protección contra el fuego mediante tableros derivados de la madera y tableros de madera maciza o placas de yeso de tipo A o H, se considerará como tiempo de fallo del revestimiento, t_f , el tiempo para el que se produce el inicio de la carbonización del elemento protegido, t_{ch} (ver apartado E.2.3.2.2).
- 3 El tiempo de fallo por degradación mecánica del material de los paneles de yeso de tipo F debe determinarse mediante ensayos y será proporcionado por el fabricante.
- 4 Para evitar el fallo por insuficiente longitud de penetración de los elementos de fijación en la zona no carbonizada, l_a , esta longitud será al menos de 10 mm. La longitud requerida del elemento de fijación se determinará mediante la expresión siguiente,

$$l_{f,req} = h_p + d_{char,n} + l_a \quad (E.12)$$

siendo:

h_p	espesor del tablero;
$d_{char,n}$	profundidad de carbonización en el elemento de madera.;
l_a	longitud mínima de penetración del elemento de fijación en la zona no carbonizada de la madera.

E.3 Reglas simplificadas para el análisis de elementos estructurales

E.3.1 Generalidades

- 1 Puede despreciarse la compresión perpendicular a la fibra.
- 2 En secciones rectangulares y circulares macizas puede despreciarse el cortante.
- 3 Cuando para el cálculo de los elementos sometidos a compresión o a flexión se tenga en cuenta el efecto del arriostramiento, debe verificarse que no se produce el fallo del mismo durante el tiempo requerido de exposición al fuego.
- 4 Se considera que no se produce el fallo del arriostramiento si el ancho y la sección reducida del mismo es al menos el 60% del ancho y la sección requerida en situación de cálculo a la temperatura normal, siempre que la fijación se realice con clavos, tirafondos, pasadores o pernos.

E.3.2 Vigas

- 1 Cuando pueda producirse el fallo del arriostramiento lateral de la viga durante el tiempo requerido de exposición al fuego, debe considerarse a efectos de cálculo la posibilidad de vuelco lateral de la viga sin arriostramiento.
- 2 En vigas con entalladuras debe verificarse que la sección residual en las proximidades de la entalladura es como mínimo del 60% de la sección requerida en condiciones de cálculo a la temperatura normal.

E.3.3 Soportes

- 1 Cuando pueda producirse el fallo del arriostramiento del soporte durante el tiempo requerido de exposición al fuego, debe considerarse a efectos de pandeo el soporte sin arriostramientos.
- 2 En estructuras arriostradas y si el sector de incendio no abarca más de una planta, puede tomarse como longitud de pandeo la mitad de la altura entre plantas intermedias, o el 0,7 de la altura de la última planta.

E.3.4 Elementos compuestos con uniones mecánicas

- 1 En elementos compuestos con uniones mecánicas, debe tenerse en cuenta la reducción del módulo de deslizamiento en la situación de incendio.
- 2 El módulo de deslizamiento K_{fi} para la situación de incendio se determina a partir de la siguiente expresión:

$$K_{fi} = K_u \cdot \eta_f \quad (E.13)$$

siendo:

K_u módulo de deslizamiento en la situación normal de temperatura para los estados límite últimos de acuerdo con el DB-SE-M.; en N/mm

η_f factor de conversión definido en la tabla E.4.

Tabla E.4. Factor de conversión

	η_f
Clavos y tira fondos	0,2
Pernos, pasadores y conectores	0,67

E.4 Uniones

E.4.1 Generalidades

- 1 En este apartado se tratan las uniones entre elementos expuestos a la acción representada por la *curva normalizada tiempo-temperatura* realizadas con clavos, pernos, pasadores y conectores de anillo y de placa de acuerdo con la norma UNE EN 912:2011 y con barras encoladas. Mientras en el texto no se indique lo contrario, las reglas son solo de aplicación para *resistencias al fuego* no mayores que R 60.
- 2 Los apartados E.4.2 y E.4.3 son sólo válidos para uniones simétricas de tres elementos sometidas a carga lateral.

E.4.2 Uniones con piezas laterales de madera

E.4.2.1 Uniones no protegidas

- 1 Mediante la tabla E.5 puede obtenerse la resistencia al fuego de uniones no protegidas entre madera y madera, cuyas separaciones, distancias entre elementos de fijación y espesor de la pieza lateral cumplan los requisitos mínimos definidos en el capítulo 8 del DB-SE-M.

Tabla E.5. *Resistencia al fuego* de uniones no protegidas con piezas laterales de madera

	Resistencia al fuego	Condiciones
Clavos lisos	R-15	$d \geq 2,8 \text{ mm}^{(1)}$
Tira fondos	R-15	$d \geq 3,5 \text{ mm}^{(1)}$
Pernos	R-15	$t_1 \geq 45 \text{ mm}^{(2)}$
Pasadores	R-20	$t_1 \geq 45 \text{ mm}^{(2)}$
Conectores	R-15	$t_1 \geq 45 \text{ mm}^{(2)}$

⁽¹⁾ d es el diámetro de la clavija

⁽²⁾ t_1 es el espesor de la pieza lateral

- 2 En uniones realizadas con pasadores, clavos o tira fondos en los que la cabeza no sobresalga de la superficie de la pieza, pueden considerarse resistencias al fuego superiores a las indicados en la tabla E.5 si se incrementa el espesor, la longitud y el ancho de las piezas laterales, así como las distancias a la testa y a los bordes desde los elementos de fijación, una cantidad a_{fi} , definida por la siguiente expresión:

$$a_{fi} = \beta_n \cdot k_{flux} (t_{req} - t_{fid}) \quad (\text{E.14})$$

siendo:

β_n velocidad de carbonización nominal de cálculo de la madera según tabla E.1.

k_{flux} coeficiente que tiene en cuenta el incremento del flujo de calor a través del elemento de fijación. Puede tomarse igual a 1,5.

t_{req} tiempo requerido de resistencia al fuego, en minutos. Esta formulación no es válida resistencias al fuego superiores a 30 minutos

$t_{fi,d}$ tiempo de resistencia al fuego de la unión no protegida de acuerdo con la tabla E.5.

E.4.2.2 Uniones protegidas

- 1 Cuando la unión se proteja mediante el adosado de tableros de madera o tableros derivados de la madera, debe cumplirse la siguiente condición:

$$t_{ch} \geq t_{req} - 0,5 \cdot t_{fi,d} \quad (E.15)$$

siendo:

t_{ch} tiempo en el que inicia la carbonización de acuerdo con E.2.3.2.2;

t_{req} tiempo requerido para una exposición al fuego normalizado;

$t_{fi,d}$ tiempo de resistencia al fuego de la unión sin proteger de acuerdo con la tabla E.5, sometida al efecto de cálculo de las acciones en situación de incendio.

- 2 En uniones en las que los elementos de fijación están protegidos por tapones o parches encolados, el espesor del parche debe determinarse mediante la expresión E.14, (ver figura E.3).
 3 La protección debe fijarse de tal manera que se evite su fallo prematuro. Cuando la protección se realice mediante tableros derivados de la madera, ésta debe permanecer en su posición hasta que se alcance el tiempo requerido de inicio de la carbonización del elemento protegido ($t = t_{ch}$).
 4 Para la protección de uniones con pernos, la cabeza de los pernos debe protegerse con un elemento de protección de espesor a_fi según la ecuación E.14 (ver figura E.4).
 5 Cuando la fijación de la protección se realice con clavos o tirafondos deben cumplirse las siguientes condiciones:
 a) la distancia entre elementos de fijación debe ser de al menos 100 mm a lo largo de los bordes de la pieza y de al menos 300 mm en las líneas interiores (alejadas de los bordes);
 b) la distancia a los bordes desde los elementos de fijación debe ser al menos igual a la obtenida mediante la ecuación E.14 (ver figura E.3).
 6 La profundidad de penetración en el elemento protegido, de los elementos de fijación de tableros de madera o derivados de la madera, debe ser al menos igual a $6d$.

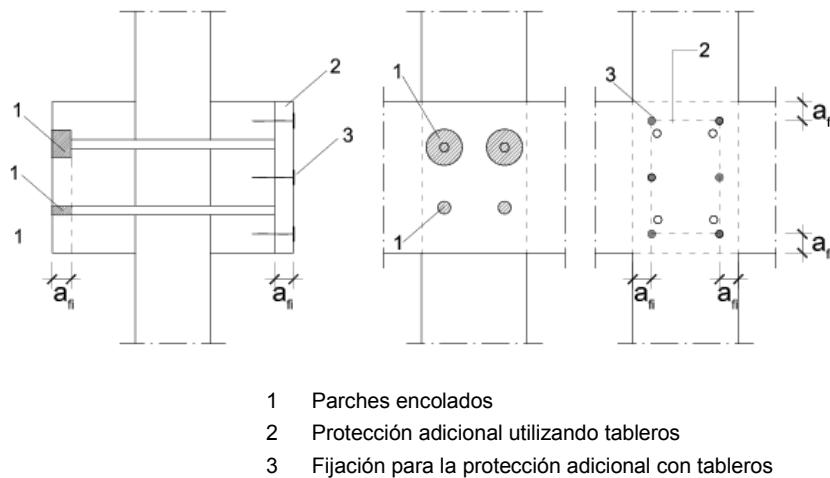


Figura E.3. Ejemplos de protecciones adicionales mediante parches encolados y protección mediante tableros derivados de la madera o (la protección de los bordes de las piezas laterales y central no está representada en el dibujo)

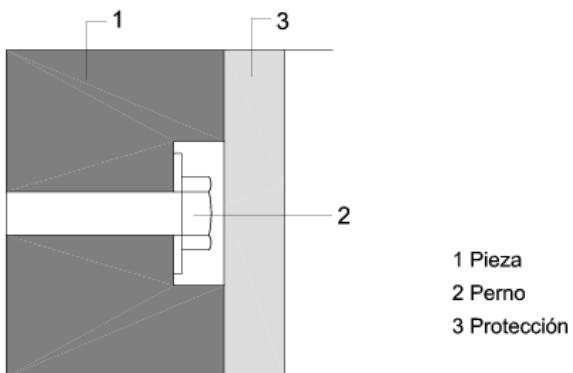


Figura E.4. Ejemplo de protección de la cabeza de un perno.

E.4.2.3 Reglas complementarias para uniones con placas de acero en el interior

- 1 En uniones con placas de acero espesor mayor o igual a 2 mm, situadas como piezas centrales, en las que la placa de acero no sobresalga respecto de la superficie de la pieza de madera, el ancho b_{st} de la placa de acero debe cumplir las condiciones definidas en la tabla E.6.

Tabla E.6. Anchos de las placas de acero con bordes sin proteger b_{st}

	Tiempo de resistencia al fuego (min)	b_{st} (mm)
Bordes sin proteger en general	R-30	≥ 200
	R-60	≥ 280
Bordes sin proteger en uno o dos lados	R-30	≥ 120
	R-60	≥ 280

- 2 En placas de acero cuyo ancho sea menor que el de las piezas de madera pueden considerarse protegidas en los casos siguientes, (ver figura E.5):
 - a) En placas con un espesor no superior a 3 mm, cuando el retranqueo d_g sea mayor que 20 mm para una *resistencia al fuego* R 30, y mayor que 60 mm para una *resistencia al fuego* R 60.
 - b) En uniones con filetes encolados o tableros derivados de la madera, cuando el retranqueo d_g o el espesor del panel h_p , respectivamente, sea mayor que 10 mm para una *resistencia al fuego* R 30, y mayor que 30 mm para una *resistencia al fuego* R 60.

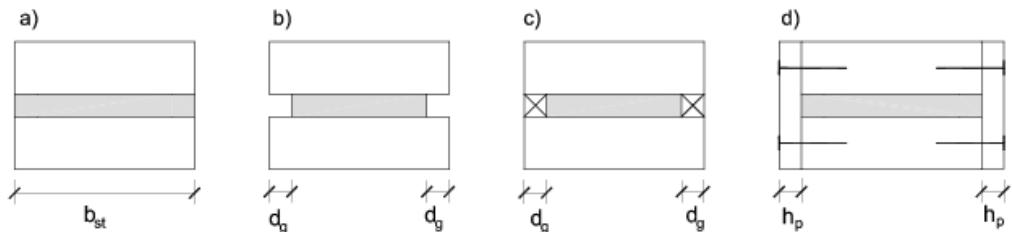


Figura E.5. Protección de los bordes de las placas de acero (no se muestran las conexiones entre la placa y la madera): a) sin proteger, b) protegidas con retranqueo, c) protegidas con filetes encolados, d) protegidas con tableros.

E.4.3 Uniones con placas de acero al exterior

E.4.3.1 Uniones no protegidas

- 1 La capacidad resistente de las placas de acero se determina mediante la aplicación de las reglas definidas en el anexo D de este Documento.

- 2 A los efectos del cálculo del factor de forma definido en el anexo D de este Documento, las superficies de acero en contacto con la madera pueden considerarse no expuestas al fuego.

E.4.3.2 Uniones protegidas

- 1 Las placas de acero utilizadas como piezas laterales pueden considerarse protegidas si están totalmente recubiertas por madera o productos derivados de la madera cuyo espesor mínimo sea igual a a_{fi} de acuerdo con la ecuación E.14 con $t_{fi,d} = 5$ min.

E.4.4 Tirafondos sometidos a carga axial

- 1 Las especificaciones contenidas en este apartado son sólo de aplicación a los tirafondos sometidos a carga axial que se encuentren protegidos de la exposición directa al fuego.
- 2 La capacidad resistente en situación de incendio se obtiene multiplicando la capacidad resistente en situación normal de temperatura (según DB-SE-M) por un coeficiente de reducción, denominado factor de conversión, cuyo valor se determina según las expresiones siguientes.
- 3 Para las uniones del tipo de las representadas en la figura E.6 con:

$$d_2 \geq d_1 + 40 \quad (E.16)$$

$$d_3 \geq d_1 + 20 \quad (E.17)$$

siendo d_1 , d_2 y d_3 distancias en mm,

El factor de conversión η se define mediante las ecuaciones siguientes:

$$\eta = 0 \quad \text{para } d_1 \leq 0,6 \cdot t_{fi,d} \quad (E.18)$$

$$\eta = \frac{0,44 \cdot d_1 - 0,264 \cdot t_{fi,d}}{0,2 \cdot t_{fi,d} + 5} \quad \text{para } 0,6 \cdot t_{fi,d} \leq d_1 \leq 0,8 \cdot t_{fi,d} + 5 \quad (E.19)$$

$$\eta = \frac{0,56 \cdot d_1 - 0,36 \cdot t_{fi,d} + 7,32}{0,2 \cdot t_{fi,d} + 23} \quad \text{para } 0,8 \cdot t_{fi,d} + 5 \leq d_1 \leq t_{fi,d} + 28 \quad (E.20)$$

$$\eta = 1,0 \quad \text{para } d_1 \leq t_{fi,d} + 28 \quad (E.21)$$

siendo:

d_1 recubrimiento lateral en mm, figura E.11.

$t_{fi,d}$ tiempo requerido de resistencia al fuego en minutos.

- 4 El factor de conversión η para recubrimientos laterales $d_2 = d_1$ y $d_3 \geq d_1 + 20$ mm puede calcularse mediante las ecuaciones E.16 a E.21, sustituyendo $t_{fi,d}$ por $1,25 \cdot t_{fi,d}$.

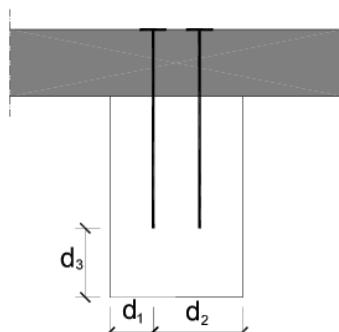


Figura E.6. Sección transversal y definición de distancias.

E.5 Disposiciones constructivas

E.5.1 Muros y forjados

E.5.1.1 Dimensiones y separaciones

- 1 La separación entre ejes de montantes de muros entramados y de viguetas de forjado no debe superar los 625 mm
- 2 En los muros, los paneles individuales deben tener un espesor mínimo $t_{p,min}$.

$$t_{p,min} = \max \left| \frac{l_p}{\begin{array}{l} 70 \\ 8 \end{array}} \right| \quad (E.22)$$

siendo:

$t_{p,min}$ espesor mínimo del panel en milímetros

l_p luz del panel (separación entre las piezas del entramado) en milímetros.

- 3 En los elementos constructivos con una sola capa en cada lado, los tableros derivados de la madera deberán tener una densidad característica de al menos 350 kg/m³.

E.5.1.2 Detalles de las uniones de los tableros

- 1 Los tableros deben fijarse al entramado de madera.
- 2 Para los paneles o tableros de madera o derivados de la madera fijados con clavos, la separación máxima entre clavos será de 150 mm. La profundidad mínima de penetración debe ser ocho veces el diámetro del elemento de fijación para tableros portantes y seis veces el diámetro del elemento de fijación para los tableros no portantes. Si los paneles se fijan con tirañofondos, la separación máxima será de 250 mm.
- 3 Los cantos de los tableros deberán quedar en contacto con una holgura máxima de 1 mm. Deben fijarse al entramado en al menos dos bordes opuestos. En el caso de capas múltiples este requisito se aplica a la capa externa.
- 4 En el caso de capas múltiples las juntas de los paneles deben desfasarse al menos 60 mm. Cada panel se fijará de manera individual.

E.5.1.3 Aislamiento

- 1 Las capas de materiales aislantes o tableros que sean tenidos en cuenta en el cálculo deben fijarse al entramado de madera de tal forma que se evite el fallo prematuro o descuelgue.

E.5.2 Otros elementos

- 1 Los tableros utilizados como protección de elementos estructurales tales como vigas y soportes deben fijarse a los elementos de acuerdo con las indicaciones siguientes. Los tableros deben fijarse directamente al elemento y no a otro tablero. En los revestimientos consistentes en múltiples capas de tableros, cada capa debe fijarse individualmente, y las juntas deben desfasarse al menos 60 mm. La separación entre los elementos de fijación no debe ser mayor que el menor de los valores siguientes: 200 mm. o 17 veces el espesor del tablero h_p . En relación a la longitud del elemento de fijación, se aplicará lo indicado en el párrafo 2 del apartado E.5.1.2., véase figura E.7 b). La distancia al borde no debe ser mayor que 3 veces el espesor del tablero h_p , ni menor que 1,5 veces el espesor del tablero ó 15 mm., eligiendo el menor valor de ambos.

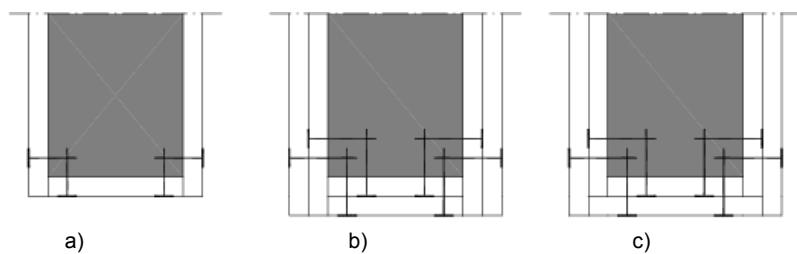


Figura E.7. Ejemplos de fijaciones para los tableros de protección

E.6 Adhesivos

- 1 Los adhesivos para uso estructural deben producir uniones con resistencia y durabilidad tales que la integridad del encolado se mantenga durante el periodo de resistencia al fuego exigido.
- 2 Para el encolado de madera con madera, madera con productos derivados de la madera o productos derivados de la madera con productos derivados de la madera, deberán utilizarse adhesivos de tipo fenol-formaldehído y aminoplásticos de tipo 1 de acuerdo con la norma UNE EN 301:2018 y adhesivos para tablero contrachapado y madera microlaminada de acuerdo con la norma UNE EN 314-1:2007 y UNE EN 314-2:1994.
- 3 Para el encolado de barras de acero, la temperatura de reblandecimiento del adhesivo deberá determinarse experimentalmente.

Anejo F **Resistencia al fuego de los elementos de fábrica**

En las tablas F.1 y F.2 se establece, respectivamente, la *resistencia al fuego* que aportan los elementos de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcáreo y los de bloques de hormigón, ante la exposición térmica según la *curva normalizada tiempo-temperatura*.

Dichas tablas son aplicables solamente a muros y tabiques de una hoja, sin revestir y enfoscados con mortero de cemento o guarneados 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.1. Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcáreo

Tipo de revestimiento	Espesor e de de la fábrica en mm						
	Con ladrillo hueco		Con ladrillo macizo o perforado		Con bloques de arcilla aligerada		
	40≤e<80	80≤e<110	e≥110	110≤e<200	e≥200	140≤e<240	e≥240
Sin revestir	(1)	(1)	(1)	REI-120	REI-240	(1)	(1)
Enfoscado	Por la cara expuesta	(1)	EI-60	EI-90	EI-180	REI-240	EI-180
	Por las dos caras	EI-30	EI-90	EI-120	REI-180	REI-240	REI-180
Guarnecido	Por la cara expuesta	EI-60	EI-120	EI-180	EI-240	REI-240	EI-240
	Por las dos caras	EI-90	EI-180	EI-240	EI-240	REI-240	REI-180
						EI-240	

(1) No es usual

Resistencia al fuego de muros y tabiques de fábrica de ladrillo cerámico o sílico-calcáreo

Puede considerarse que, a igualdad de espesor, un muro de ladrillo macizo o perforado tiene al menos la misma resistencia al fuego EI que un muro de ladrillo hueco, al tratarse de una solución con más masa

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 en 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	Volcánico	Sin revestir	120	EI-120
			200	REI-180
	Guarnecido por las dos caras	Guarnecido por la cara expuesta (enfoscado por la cara exterior)	90	EI-180
			120	EI-180
			200	REI-240
Doble	Arcilla expandida	Sin revestir	150	EI-180
		Guarnecido por las dos caras	150	RE-240 / REI-80

Anejo SI G Normas relacionadas con la aplicación del DB SI

- 1 Reacción al fuego**
- 2 Resistencia al fuego y Eurocódigos**
- 3 Instalaciones para control del humo y del calor (Especificaciones)**
- 4 Herrajes y dispositivos de apertura para puertas resistentes al fuego**
- 5 Señalización**
- 6 Otras materias**

Este anejo recoge la referencia completa de las normas citadas en el articulado del DBSI, dichas normas están señaladas en este anejo con un asterisco. Además, a título informativo, se recogen otras normas relacionadas con la aplicación del DBSI.

1 Reacción al fuego

UNE-EN 1021	Mobiliario. Valoración de la inflamabilidad del mobiliario tapizado
*UNE-EN 1021-1:2015	Parte 1: fuente de ignición: cigarrillo en combustión.
*UNE-EN 1021-2:2015	Parte 2: Fuente de ignición: llama equivalente a una cerilla.
UNE-EN 1101:1996	Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y Cortinajes. Procedimiento detallado para determinar la inflamabilidad de probetas orientadas verticalmente (llama pequeña). (+UNE-EN 1101:1996/A1: 2005)
UNE-EN 13501	Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación
UNE-EN 13501-1:2007+A1:2010	Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.
UNE-EN 13501-5:2019	Parte 5: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de cubiertas ante la acción de un fuego exterior.
*UNE-EN 14115:2002	Textiles. Comportamiento al fuego de materiales para carpas, tiendas de campaña de grandes dimensiones y productos relacionados. Facilidad de ignición.
UNE-EN 13772:2011	Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y Cortinajes. Medición de la propagación de la llama de probetas orientadas verticalmente frente a una fuente de ignición de llama grande.
*UNE-EN 13773:2003	Textiles y productos textiles. Comportamiento al fuego. Cortinas y cortinajes. Esquema de clasificación.

UNE-EN 13823:2012+A1:2016	Ensayos de reacción al fuego de productos de construcción - Productos de construcción, excluyendo revestimientos de suelos, expuestos al ataque térmico provocado por un único objeto ardiente.
*UNE-EN 15619:2014	Tejidos recubiertos de caucho o plástico. Seguridad de las estructuras temporales (tiendas). Especificaciones de los tejidos recubiertos destinados a tiendas y estructuras similares.
UNE-EN ISO 1182:2011	Ensayos de reacción al fuego para productos de construcción - Ensayo de no combustibilidad. (ISO 1182:2010)
UNE-EN ISO 1716:2011	Ensayos de reacción al fuego de productos - Determinación del calor bruto de combustión (valor calorífico). (ISO 1716:2010)
UNE-EN ISO 9239-1:2011	Ensayos de reacción al fuego de los revestimientos de suelos Parte 1: Determinación del comportamiento al fuego mediante una fuente de calor radiante. (ISO 9239-1:2010)
UNE-EN ISO 11925-2:2011	Ensayos de reacción al fuego de los materiales de construcción - Inflamabilidad de los productos de construcción cuando se someten a la acción directa de la llama. Parte 2: Ensayo con una fuente de llama única. (ISO 11925-2:2010)
UNE-CEN/TS 1187:2013	Métodos de ensayo para cubiertas expuestas a fuego exterior.

2 Resistencia al fuego

*UNE-EN 81-58:2018	Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores – Exámenes y ensayos. Parte 58: Ensayo de resistencia al fuego de las puertas de piso.
UNE-EN 1363	Ensayos de resistencia al fuego
UNE-EN 1363-1:2015	Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 1363-2:2000	Parte 2: Procedimientos alternativos y adicionales.
UNE-EN 1363-3:2000	Parte 3: Verificación del comportamiento del horno.
UNE-EN 1364	Ensayos de resistencia al fuego de elementos no portantes
UNE-EN 1364-1:2000	Parte 1: Paredes.
UNE-EN 1364-2:2000	Parte 2: Falsos techos.
UNE-EN 1364-3:2015	Parte 3: Fachadas ligeras. Configuración completa (conjunto completo).
UNE-EN 1364-4:2015	Parte 4: Fachadas ligeras. Configuración parcial.

UNE-EN 1365	Ensayos de resistencia al fuego de elementos portantes
UNE-EN 1365-1:2016	Parte 1: Paredes.
UNE-EN 1365-2:2016	Parte 2: Suelos y cubiertas.
UNE-EN 1365-3:2000	Parte 3: Vigas.
UNE-EN 1365-4:2000	Parte 4: Pilares.
UNE-EN 1365-5:2005	Parte 5: Balconadas y pasarelas.
UNE-EN 1365-6:2005	Parte 6: Escaleras.
UNE-EN 1366	Ensayos de resistencia al fuego de instalaciones de servicio
UNE-EN 1366-1:2016	Parte 1: Conductos de ventilación.
UNE-EN 1366-2:2015	Parte 2: Compuertas cortafuegos.
UNE-EN 1366-3:2011	Parte 3: Sellantes de penetración.
UNE-EN 1366-4:2008+A1:2010	Parte 4: Sellados de junta lineal.
UNE-EN 1366-5:2011	Parte 5: Conductos horizontales y patinillos para servicios.
UNE-EN 1366-6:2005	Parte 6: Pavimentos elevados registrables y pavimentos huecos.
UNE-EN 1366-7:2006	Parte 7: Cerramientos para sistemas transportadores y de cintas transportadoras.
*UNE-EN 1366-8:2005	Parte 8: Conductos para extracción de humos.
UNE-EN 1366-9:2009	Parte 9: Conductos de extracción de humos de un solo compartimento.
UNE-EN 1366-10:2016+A1:2018	Parte 10: Compuertas de control de humos.
UNE-EN 1366-12:2015	Parte 12: Barrera contra el fuego no mecánica para conductos de ventilación
UNE-EN 1634	Ensayos de resistencia al fuego y de control de humo de puertas y elementos de cerramiento de huecos, ventanas practicables y herrajes para la edificación.
UNE-EN 1634-1:2016+A1:2018	Parte 1: Ensayos de resistencia al fuego de puertas, elementos de cerramiento de huecos y ventanas practicables.
UNE-EN 1634-2:2010	Parte 2: Ensayo de caracterización de resistencia al fuego de herrajes.
UNE-EN 1634-3:2006	Parte 3: Ensayos de control de humo para puertas y elementos de cerramiento.

*UNE-EN 1991-1-2:2019	Eurocódigo 1: Acciones en estructuras. Parte 1-2: Acciones generales. Acciones en estructuras expuestas al fuego.
UNE-EN 1992-1-2:2011	Eurocódigo 2: Proyecto de estructuras de hormigón. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego
UNE-EN 1993-1-2:2016	Eurocódigo 3: Proyecto de estructuras de acero. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego
UNE-EN 1994-1-2:2016	Eurocódigo 4: Proyecto de estructuras mixtas de hormigón y acero. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego
UNE-EN 1995-1-2:2016	Eurocódigo 5: Proyecto de estructuras de madera. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego.
UNE-EN 1996-1-2:2011	Eurocódigo 6: Proyecto de estructuras de fábrica. Parte 1-2: Reglas generales. Proyecto de estructuras sometidas al fuego.
UNE-EN 1999-1-2:2007(ratificada)	Eurocódigo 9: Proyecto de estructuras de aluminio. Parte 1-2: Cálculo de estructuras expuestas al fuego.
UNE-EN 13381	Métodos de ensayo para determinar la contribución a la resistencia al fuego de los elementos estructurales
UNE-EN 13381-1:2016	Parte 1: Membranas protectoras horizontales.
UNE-EN 13381-2:2016	Parte 2: Membranas protectoras verticales.
*UNE-EN 13381-3:2016	Parte 3: Protección aplicada a elementos de hormigón.
UNE-EN 13381-4:2014	Parte 4: Protección pasiva aplicada a elementos de acero.
UNE-EN 13381-5:2016	Parte 5: Protección aplicada a elementos mixtos de hormigón / chapa de acero perfilada.
UNE-EN 13381-6:2014	Parte 6: Protección aplicada a pilares huecos de acero rellenos de hormigón.
UNE-ENV 13381-7:2006 EX	Parte 7: Protección aplicada a vigas de madera.
UNE-EN 13381-8:2015	Parte 8: Protección reactiva aplicada a los elementos de acero.
UNE-EN 13381-9:2016	Parte 9: Sistemas de protección contra el fuego aplicados a vigas de acero con aberturas en el alma.
UNE-EN 13501	Clasificación de los productos de construcción y de los elementos constructivos en función de su comportamiento ante el fuego
UNE-EN 13501-2:2019	Parte 2: Clasificación a partir de datos obtenidos de los ensayos de resistencia al fuego, excluidas las instalaciones de ventilación.
UNE-EN 13501-3:2007+A1:2010	Parte 3: Clasificación a partir de datos obtenidos en los ensayos de resistencia al fuego de productos y elementos utilizados en las

	instalaciones de servicio de los edificios: conductos y compuertas resistentes al fuego.
*UNE-EN 13501-4:2007+A1:2010	Parte 4: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de resistencia al fuego de componentes de sistemas de control de humo.
UNE-EN 14135:2005	Recubrimientos. Determinación de la capacidad de protección contra el fuego.
UNE-EN 15080	Extensión de la aplicación de los resultados de los ensayos de resistencia al fuego
UNE-EN 15080-8:2011	Parte 8: Vigas.
UNE-EN 15080-12:2011	Parte 12: Muros portantes de albañilería.
UNE-EN 15254	Extensión de la aplicación de los resultados de los ensayos de resistencia al fuego. Paredes no portantes
UNE-EN 15254-2:2010	Parte 2: Tabiques de fábrica y de paneles de yeso
UNE-EN 15254-4:2019	Parte 4: Elementos de construcción vidriados.
UNE-EN 15254-5:2010	Parte 5: Construcción con paneles sándwich metálicos.
UNE-EN 15254-6:2015	Parte 6: Fachadas ligeras.
UNE-EN 15254-7:2013	Parte 7: Paneles sándwich metálicos para construcción.
UNE-EN 15269	Extensión de la aplicación de los resultados de ensayo de resistencia al fuego y/o control de humos para puertas, persianas y ventanas practicables, incluyendo sus herrajes para la edificación
UNE-EN 15269-1:2011	Parte 1: Requisitos generales.
UNE-EN 15269-2:2016	Parte 2: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas pivotantes y batientes de acero.
UNE-EN 15269-3:2016	Parte 3: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas de madera pivotantes y batientes y ventanas practicables con estructura de madera.
UNE-EN 15269-5:2016+A1:2017	Parte 5: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas acristaladas pivotantes y batientes con marco metálico y ventanas practicables con marco metálico.
UNE-EN 15269-7:2011	Parte 7: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas deslizantes de acero.
UNE-EN 15269-10:2015	Parte 10: Resistencia al fuego de conjuntos de puertas/persianas enrollables de acero.
UNE-EN 15269-11:2018+AC:2019	Parte 11: Resistencia al fuego para cortinas de tela operables.

UNE-EN 15269-20:2010 Parte 20: Control de humos para conjuntos de puertas pivotantes y batientes de madera, acero y elementos de puertas acristaladas con marco metálico.

3 Instalaciones para control del humo y del calor

*UNE 23584:2008 Seguridad contra incendios. Sistemas de control de temperatura y evacuación de humos (SCTEH). Requisitos para la instalación en obra, puesta en marcha y mantenimiento periódico de los SCTEH.

*UNE 23585:2017 Seguridad contra incendios. Sistemas de control de humo y calor. Requisitos y métodos de cálculo y diseño para proyectar un sistema de control de temperatura y de evacuación de humos (SCTEH) en caso de incendio estacionario.

UNE-EN 12101

Sistemas para el control de humo y de calor

UNE-EN 12101-1:2007 Parte 1: Especificaciones para barreras para control de humo (+UNE-EN 12101-1:2007/A1:2007)

UNE-EN 12101-2:2004 Parte 2: Especificaciones para aireadores de extracción natural de humos y calor.

UNE-EN 12101-3:2016 Parte 3: Especificación para aireadores mecánicos de control de humo y calor (Ventiladores).

*UNE-EN 12101-6:2006 Parte 6: Especificaciones para los sistemas de diferencial de presión. Equipos.

UNE-EN 12101-7:2013 Parte 7: Secciones de conducto de humo.

UNE-EN 12101-8:2015 Parte 8: Compuertas para el control del humo.

UNE-EN 12101-10:2007 Parte 10: Equipos de alimentación de energía.

UNE-EN 15650:2010 Ventilación de edificios. Compuertas cortafuegos.

4 Puertas, herrajes y dispositivos de apertura

*UNE 85121:2018 Puertas peatonales automáticas. Instalación, uso y mantenimiento.

*UNE-EN 179:2009 Herrajes para la edificación. Dispositivos de emergencia accionados por una manilla o un pulsador para recorridos de evacuación. Requisitos y métodos de ensayo.

*UNE-EN 1125:2009 Herrajes para la edificación. Dispositivos antipánico para salidas de emergencia accionadas por una barra horizontal. Requisitos y métodos de ensayo.

*UNE-EN 1154:2003 Herrajes para la edificación. Dispositivos de cierre controlado de puertas. Requisitos y métodos de ensayo.

*UNE-EN 1155:2003 Herrajes para la edificación. Dispositivos de retención electromagnética para puertas batientes. Requisitos y métodos de ensayo.

*UNE-EN 1158:2003	Herrajes para la edificación. Dispositivos de coordinación de puertas. Requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 1191:2013	Ventanas y puertas. Resistencia a aperturas y cierres repetidos. Método de ensayo.
UNE-EN 13637:2016	Herrajes para la edificación. Sistemas de salida controlados eléctricamente para su uso en recorridos de evacuación. Requisitos y métodos de ensayo.
UNE-EN 16034:2015	Puertas peatonales, industriales, comerciales, de garaje y ventanas practicables. Norma de producto, características de prestación. Características de resistencia al fuego y/o control de humo.
UNE-EN 23740-1:2016	Seguridad contra incendios. Elementos de cerramiento de huecos. Requisitos específicos de instalación, uso, mantenimiento. Parte 1: Puertas cortafuego.

5 Señalización

*UNE 23034:1988	Seguridad contra incendios. Señalización de seguridad. Vías de evacuación.
UNE 23035	Seguridad contra incendios. Señalización fotoluminiscente
*UNE 23035-1:2003	Parte 1: Medida y calificación.
*UNE 23035-2:2003	Parte 2: Medida de productos en el lugar de utilización.
*UNE 23035-3:2003	Parte 3: Señalizaciones y balizamientos luminiscentes.
*UNE 23035-4:2003	Parte 4: Condiciones generales. Mediciones y clasificación.

6 Otras materias

UNE-EN ISO 13943:2018	Seguridad contra incendio. Vocabulario.
UNE-EN ISO 16730-1:2017	Ingeniería de seguridad contra incendios - Procedimientos y requisitos para la verificación y la validación de métodos de cálculo. Parte 1: Generalidades.
UNE-EN ISO 16733-1:2017	Ingeniería de seguridad contra incendios - Selección de escenarios de fuego de diseño y fuegos de diseño. Parte 1: Selección de escenarios de fuego de diseño.
UNE-EN ISO 23932:2017	Ingeniería de seguridad contra incendios. Principios generales.