



# SISTEMAS DE PROTECCIÓN PASIVA CONTRA INCENDIOS EN LA EDIFICACIÓN CONCEPTOS GENERALES Y CLASIFICACIÓN



[www.tecnifuego-aespi.org](http://www.tecnifuego-aespi.org)

## INDICE

<b>1.</b>	<b>OBJETO</b>	<b>5</b>
<b>2.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>5</b>
<b>3.</b>	<b>SISTEMAS DE PPCI. ASPECTOS GENERALES</b>	<b>6</b>
3.1.	Generalidades	6
3.2.	Limitaciones en el uso de los sistemas de PPCI	7
3.3.	Aspectos concernientes a los actores relacionados con los sistemas de PPCI	8
<b>4.</b>	<b>SISTEMAS DE PPCI. DESCRIPCIÓN DETALLADA</b>	<b>10</b>
<b>4.1.</b>	<b>Protección estructural contra el fuego</b>	<b>10</b>
4.1.1.	Generalidades	10
4.1.2.	Tipologías	10
4.1.3.	Protección de elementos estructurales de acero	11
4.1.4.	Protección de elementos estructurales constituidos total o parcialmente por hormigón armado	11
4.1.5.	Protección de elementos estructurales de madera	13
4.1.6.	Conservación y aplicación de sistemas de PPCI proyectados o de recubrimientos reactivos	13
4.1.7.	Salud e higiene en la aplicación de sistemas de PPCI proyectados o de recubrimientos reactivos	13
<b>4.2.</b>	<b>Puertas cortafuego</b>	<b>13</b>
4.2.1.	Generalidades	13
4.2.2.	Tipología	14
4.2.3.	Características de suministro e instalación	15
<b>4.3.</b>	<b>Cierres cortafuego para aberturas</b>	<b>16</b>
4.3.1.	Generalidades	16
4.3.2.	Tipología, suministro e instalación	16
4.3.3.	Particularidades dimensionales	16
<b>4.4.</b>	<b>Compuertas cortafuego</b>	<b>17</b>
4.4.1.	Generalidades	17
4.4.2.	Tipología, suministro e instalación	18
<b>4.5.</b>	<b>Paredes y forjados resistentes al fuego</b>	<b>18</b>
4.5.1.	Generalidades	18
4.5.2.	Tipología y ejecución	19
<b>4.6.</b>	<b>Techos suspendidos resistentes al fuego</b>	<b>19</b>
4.6.1.	Generalidades	19
4.6.2.	Tipología e instalación	20
<b>4.7.</b>	<b>Sistemas de acristalamiento resistentes al fuego</b>	<b>21</b>
4.7.1.	Generalidades	21
4.7.2.	Tipología e instalación, como elemento principal	21
4.7.3.	Tipología e instalación, como componente de otros sistemas de PPCI	22

## INDICE

<b>4.8.</b>	<b>Cortinas cortafuego</b>	<b>22</b>
4.8.1.	Generalidades	22
4.8.2.	Tipología e instalación, como componente de otros sistemas de PPCI	22
<b>4.9.</b>	<b>Barreras resistentes al fuego en cavidades</b>	<b>23</b>
4.9.1.	Generalidades	23
<b>4.10.</b>	<b>Sellados resistentes al fuego</b>	<b>24</b>
4.10.1.	Generalidades	24
4.10.2.	Tipología e instalación	24
4.10.3.	Conservación y aplicación del material empleado	25
<b>4.11.</b>	<b>Sellados resistentes al fuego de pasos de instalaciones</b>	<b>26</b>
4.11.1.	Descripción	26
4.11.2.	Tipología e instalación	26
4.11.3.	Conservación y aplicación del material empleado	27
<b>4.12</b>	<b>Conductos resistentes al fuego</b>	<b>27</b>
4.12.1	Generalidades	27
4.12.2	Tipología, suministro e instalación	28
<b>4.13</b>	<b>Franjas resistentes al fuego</b>	<b>29</b>
4.13.1	Generalidades	29
4.13.2	Tipología, suministro e instalación	30
<b>4.14.</b>	<b>Otros sistemas de PPCI</b>	<b>30</b>
<b>5.</b>	<b>MANTENIMIENTO</b>	<b>32</b>
5.1.	Generalidades	32
5.2.	Instalaciones del edificio	33
5.3.	Permisos/licencias	33
5.4.	Programa de mantenimiento	34
5.5.	Supervisión	34
5.6.	Registros	34
5.7.	Otras implicaciones de la gestión del mantenimiento	34
5.8.	Inspecciones obligatorias	35
5.9.	Ejecución de las labores de mantenimiento	35
5.10.	Responsables/gestores de instalaciones	36
5.11.	Gestión de la seguridad contra incendios.	36
5.12.	Declaración de la política de seguridad contra incendios	36
<b>6.</b>	<b>IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PPCI</b>	<b>38</b>
<b>7.</b>	<b>CERTIFICACIÓN DE INSTALADORES</b>	<b>39</b>
<b>8.</b>	<b>LABORATORIOS DEL RESISTENCIA AL FUEGO EN ESPAÑA</b>	<b>40</b>

## 1. OBJETO

El objeto de este documento es proporcionar conceptos generales y una clasificación de los diferentes sistemas de Protección Pasiva Contra Incendios (PPCI de aquí en adelante) vinculados estrictamente con el mantenimiento de la sectorización de incendio y con la protección estructural contra el fuego en la edificación habituales en el mercado, y diferentes de la señalización de protección contra incendio y de la reacción al fuego de los materiales de recubrimiento superficial.

Al cumplir con este objeto se pretende que todos los agentes de la edificación<sup>1</sup> implicados en el proyecto, fabricación, suministro, instalación, construcción, mantenimiento, inspección y control de dichos sistemas puedan contar con un marco de referencia común a la hora de interactuar entre sí.

## 2. INTRODUCCIÓN

En el campo de la protección contra incendios existe mucha documentación a nivel nacional sobre los requisitos que han de cumplir las instalaciones de protección contra incendios activas, tanto en el ámbito reglamentario (RIPCI<sup>2</sup>, RSCIEI<sup>3</sup>, CTE<sup>4</sup>, REBT<sup>5</sup>, etc.), como en el de normalización y certificación, estando también reguladas las figuras del instalador y del mantenedor de instalaciones de protección contra incendios (RIPCI). Sin embargo, no sucede lo mismo en el ámbito de la PPCI por lo que es frecuente que la instalación de estos sistemas se realice por personal no suficientemente cualificado y desconocedor de la importancia que la PPCI tiene en la estrategia general de seguridad contra incendios del edificio, y en consecuencia no se dispone de un sistema integral fiable para garantizar que los sistemas de PPCI se instalan correctamente y con un nivel de calidad adecuado que potencie la excelencia.

<sup>1</sup> Son «agentes de la edificación» los definidos en el Capítulo III de la Ley 38/1999, de 5 de noviembre, de Ordenación de la Edificación.

<sup>2</sup> Reglamento de instalaciones de protección contra incendios.

<sup>3</sup> Reglamento de seguridad contra incendios en los establecimientos industriales.

<sup>4</sup> Código técnico de la edificación.

<sup>5</sup> Reglamento electrotécnico de baja tensión.

## 3. SISTEMAS DE PPCI. ASPECTOS GENERALES

### 3.1. Generalidades

En el ámbito de aplicación de este documento, se consideran sistemas de PPCI a todos aquellos sistemas y soluciones constructivas de PPCI cuya función primordial es contribuir al mantenimiento de la sectorización de incendio y a la protección estructural contra el fuego en la edificación, siempre durante un tiempo mínimo determinado.



A diferencia de los sistemas de protección activa contra incendios en general (por ejemplo, sistemas de detección, alarma y extinción de incendio), los sistemas de PPCI no pretenden en general una acción de protección activa sobre el incendio, sino permitir que otros sistemas de protección, éstos sí activos, puedan actuar durante un tiempo mínimo determinado, que las personas puedan evacuar de forma segura, limitar la transmisión de la energía térmica generada por el incendio, etc., ya sea garantizando la resistencia de los elementos constructivos de la edificación, ya sea contribuyendo a limitar el tamaño máximo del incendio a tratar.

Una de las formas por las que los sistemas de PPCI llevan a cabo su función es bloqueando durante un tiempo mínimo determinado la propagación del fuego (es decir, las llamas) y la de sus productos, en concreto el calor (en forma de radiación, conducción y convección), el humo y los gases nocivos (monóxido de carbono y ácido cianhídrico, principalmente).

Según el tipo de acción de bloqueo del sistema de PPCI durante un tiempo mínimo determinado, puede ser necesario que constituya un elemento de sectorización o simplemente que sea resistente a alguna de las características del fuego (eliminar o reducir la transmisión de calor o del humo, por ejemplo).

Es a la hora de especificar para qué función se necesita la acción de bloqueo cuando comienza la subdivisión de los diferentes sistemas de PPCI, es decir, se puede querer proteger la estructura de una edificación, crear un sector de incendio, etc., existiendo diferentes sistemas de PPCI específicos para cada una de estas funciones o incluso un mismo sistema se puede emplear para diversas aplicaciones, siempre y cuando cuente con las debidas justificaciones documentales obtenidas mediante ensayos de fuego normalizados en laboratorios de ensayo acreditados, o mediante una evaluación de ingeniería de protección contra incendios aceptable por las autoridades de control, o por referencia a reglamentación vigente.

En este documento se clasifican y explican las características principales de los siguientes sistemas de PPCI:

- 1 Protección estructural contra el fuego;
- 2 Puertas cortafuego;
- 3 Cierres cortafuego para aberturas;
- 4 Compuertas cortafuego;
- 5 Paredes y forjados resistentes al fuego;
- 6 Falsos techos y membranas resistentes al fuego;
- 7 Sistemas de acristalamiento resistentes al fuego;
- 8 Cortinas cortafuego;
- 9 Barreras resistentes al fuego en cavidades;
- 10 Sellados resistentes al fuego;
- 11 Sellados resistentes al fuego de pasos de instalaciones;
- 12 Conductos resistentes al fuego
- 13 Franjas resistentes al fuego
- 14 Otros sistemas de PPCI

### 3.2. Limitaciones en el uso de los sistemas de PPCI

Es fundamental destacar que un sistema de PPCI determinado (por ejemplo, un sistema de protección estructural contra el fuego), tiene una capacidad de protección contra el fuego en unas condiciones muy específicas, y no se puede garantizar que actuará como se espera de él fuera de su campo de aplicación, es decir, si por ejemplo se protege un perfil metálico empleando placas de un material adecuado (por ejemplo silicato cálcico), esa solución constructiva no tiene por qué tener la misma capacidad de protección si el perfil a proteger está en posición vertical (pilar) que si está en posición horizontal (viga), pues la acción del fuego sobre el elemento es diferente (habitualmente más intensa con el perfil en posición horizontal).

Un segundo ejemplo de mucha utilidad para insistir en que los sistemas de PPCI se han de usar exactamente según su campo de aplicación, viene dado por la simetría o no de dichos sistemas. Suponiendo que se cuenta con un tabique resistente al fuego constituido por placas resistentes al fuego (por ejemplo, de yeso laminado) y su correspondiente estructura de soporte, puede darse el caso de que dicha solución constructiva fuese clasificada como sistema de PPCI soportando la acción del fuego sólo por un lado o por ambos. Si el sistema que se emplea en una instalación SÓLO fue clasificado con la acción del fuego por un lado, SÓLO serviría para separar recintos en los que no se pudiese dar un incendio (por ejemplo, una vía de evacuación protegida) respecto de otro recinto en el que sí se pudiese dar un incendio, siempre y cuando el sistema de PPCI se instale correctamente. Si la instalación fuese incorrecta, en caso de producirse un incendio fuera de la vía de evacuación protegida (ejemplo propuesto), ésta podría estar protegida contra la acción del fuego durante algún tiempo, pero ni se conoce ese tiempo ni se puede asegurar que dicho tiempo fuese como mínimo el de clasificación del sistema de PPCI.

Este aspecto de los sistemas de PPCI tiene consecuencias de mucha importancia cuando en las instalaciones reales se dan situaciones no previstas en el proyecto. En estos casos es frecuente que el responsable asuma *in situ* soluciones basadas en su propio criterio o experiencia para decidir que un sistema de PPCI empleado para proteger un elemento determinado de la edificación, sirve igualmente para proteger otro elemento diferente.

Esta asimilación sin constancia documental NO es aceptable, pues puede ser incorrecta, ocasionando un riesgo doble, primero porque el elemento de la edificación no esté adecuadamente protegido contra la acción del fuego, y segundo por la falsa sensación de seguridad adquirida al creer que sí lo está.

Abundando un poco más en las limitaciones de los sistemas de PPCI, habitualmente obtienen su clasificación de resistencia al fuego al ser sometidos a ensayos de fuego normalizados que emplean la curva de fuego normalizada (ver figura 1), pero existen otros tipos de curvas de fuego más severas (y también menos) ante las cuales, pudiera ser que los sistemas de PPCI no consigan la misma clasificación de resistencia al fuego, de ahí la importancia de conocer exactamente su campo de aplicación, directa y/o extendida.

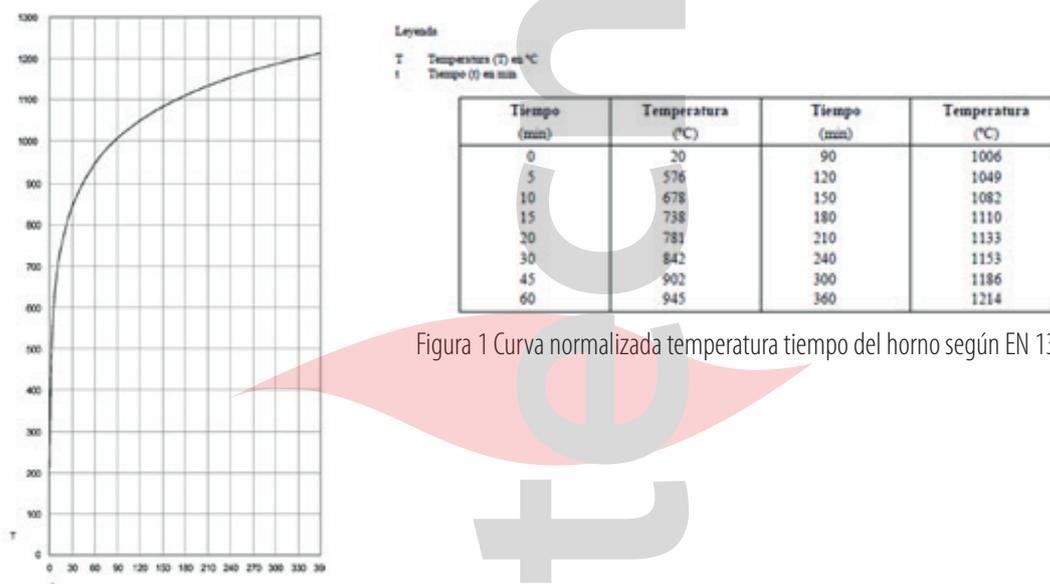


Figura 1 Curva normalizada temperatura tiempo del horno según EN 1363-1<sup>6</sup>

<sup>6</sup> EN 1363-1 Ensayos de resistencia al fuego. Parte 1 Requisitos generales.

Otra faceta relevante es la responsabilidad asumida por el agente de la edificación que acredite la idoneidad tanto de la instalación realizada de los sistemas de PPCI como de la elección de los sistemas de PPCI empleados. En consecuencia, sólo un agente de la edificación competente, especialista en sistemas de PPCI, adecuadamente formado, con experiencia contrastada y con soporte documental apropiado puede realizar evaluaciones y asimilaciones entre diferentes sistemas de PPCI y situaciones reales, y siempre bajo condiciones muy particulares, debiendo aportar la debida justificación documental de dichas evaluaciones y asimilaciones.

### 3.3. Aspectos concernientes a los actores relacionados con los sistemas de PPCI

Los agentes de la edificación implicados en el proyecto del edificio en el que se instalen, reparen o mantengan sistemas de PPCI deberían estar y ser informados de la filosofía de PPCI de la edificación particular en la que intervienen, para no comprometer los principios acordados.

Es esencial para la correcta realización del proyecto que los agentes de la edificación se coordinen y compartan la información pertinente para cada uno de ellos.

Los agentes de la edificación que suministren los sistemas de PPCI deberían asegurar que éstos se ajustan a los requisitos especificados por los otros agentes de la edificación implicados y que dichos sistemas de PPCI tienen la evidencia documental necesaria (referencias a reglamentación, informe de ensayo, informe de evaluación, certificación por tercera parte, etc.) para demostrar este cumplimiento.



De lo antedicho se concluye la importancia de emplear agentes de la edificación cualificados que conozcan los sistemas de PPCI y su campo de aplicación, contando con criterio para comprender los trabajos que desempeñan y poder detectar irregularidades.

Emplear agentes de la edificación no cualificados y sin experiencia en tales cuestiones deposita un gran lastre sobre los otros agentes de la edificación que fabrican/suministran los sistemas de PPCI, además de poner en peligro su correcta instalación.

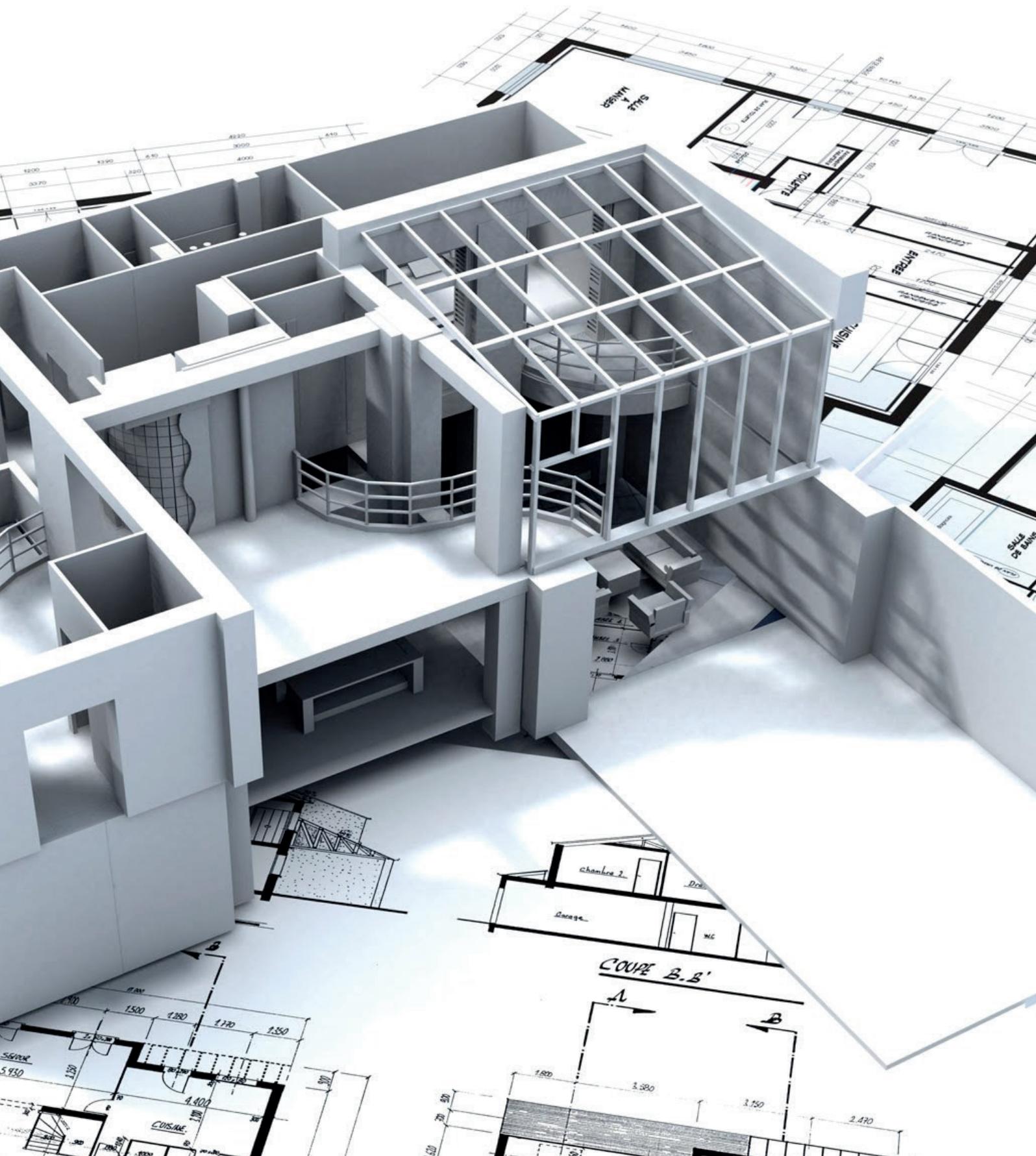


El empleo de agentes de la edificación no cualificados y sin experiencia es muy común cuando el sistema de PPCI instalado constituye una parte pequeña de las obras, pero que requiere una instalación especializada. Para evitar esta situación, se recomienda agrupar todos los trabajos de PPCI en agentes de la edificación especializados, competentes y adecuadamente formados, cuya formación/cualificación debería estar certificada por tercera parte, para minimizar riesgos derivados de instalaciones incorrectas.

Por otro lado, cada agente de la edificación especializado debería llevar a cabo sus propias comprobaciones de aseguramiento de la calidad para garantizar que los trabajos realizados cumplen las especificaciones de proyecto y las instrucciones de los fabricantes. Esto se debería complementar con comprobaciones o auditorías de instalaciones acabadas que los fabricantes de los sistemas de PPCI tendrían que llevar a cabo para garantizar que sus productos se instalan correctamente. Esta última labor la pueden realizar de forma complementaria o sustitutoria, agentes de la edificación competentes certificados por tercera parte.



En cuanto a la adjudicación de partidas de sistemas de PPCI la debería realizar personal formado adecuadamente pues si no, puede no ser suficientemente definida y/o detallada, forzando a los agentes de la edificación implicados, a asumir responsabilidades que no les corresponden.



## 4. SISTEMAS DE PPCI. DESCRIPCIÓN DETALLADA

### 4.1. Protección estructural contra el fuego

#### 4.1.1. Generalidades

El objetivo principal de los sistemas de PPCI empleados para proteger las estructuras contra el fuego es garantizar la capacidad portante de éstas durante un tiempo mínimo determinado, es decir, garantizar su característica R, aunque en determinadas ocasiones también se les puede requerir garantizar las características E e I, si las estructuras forman parte de un elemento de sectorización (por ejemplo, un forjado que separe sectores de incendio diferentes).

Las estructuras de las edificaciones sometidas a la acción térmica del fuego ven modificadas desfavorablemente las características mecánicas que les permiten resistir las cargas de proyecto.

Para evitar esto se emplean los sistemas de PPCI que bloquean durante un tiempo mínimo determinado dicha transmisión térmica, logrando que la temperatura de las estructuras esté por debajo de un valor máximo admisible durante dicho tiempo, manteniendo entonces las propiedades mecánicas dentro de márgenes de seguridad aceptables.

Se pueden emplear muchos materiales para las estructuras de las edificaciones, siendo los más habituales el hormigón armado, el acero y la madera. Los dos primeros son incombustibles y el último no, sin embargo, con ciertas particularidades todos ellos pueden emplear los mismos sistemas de PPCI.

El mecanismo protector depende de las características del sistema específico de PPCI, y en cada uno de ellos, el diseño cuidadoso según su campo de aplicación y las instrucciones del fabricante, es esencial.

Es necesario destacar que algunos sistemas de PPCI de protección estructural contra el fuego deben contar con marcado CE.

#### 4.1.2. Tipologías

Los sistemas de PPCI estructural aplicados más comunes en el mercado de la PPCI son tres:

- Proyectos, que pueden ser de baja densidad a base de fibras minerales, o de alta densidad a base de materiales de tipo pétreo como el cemento, yeso, arcillas, etc.
- Recubrimientos reactivos, también denominados intumescentes, constituidos por materiales que se expanden por la acción del calor.
- Placas o elementos discontinuos. En este grupo también entrarían los materiales no rígidos, como mantas, filtros o paneles semirrígidos.

No obstante lo anterior, también se pueden emplear y se emplean elementos constructivos tradicionales hechos in situ, siempre y cuando cuenten con el respaldo documental necesario (por ejemplo, referencia a reglamentación).

Su mecanismo de protección es el mismo que proporcionan los sistemas de PPCI del apartado 4.5 Paredes y forjados resistentes al fuego de este documento, por lo que no se tratará en este apartado.



El sistema de PPCI escogido estará determinado por una combinación de la resistencia al fuego requerida, de la apariencia estética (a menos que esté oculto), de las condiciones ambientales (tales como humedad y temperatura durante la aplicación, antes de la ocupación y durante su uso), de la robustez frente al daño por impacto y vibraciones, de consideraciones de futuras adaptaciones y adecuaciones, del capital económico disponible y de los costes de mantenimiento.

El agente de la edificación responsable del diseño del sistema de PPCI debería proporcionar una especificación completa del sistema de PPCI escogido, debiendo indicar también la resistencia al fuego requerida. El agente de la edificación especialista en el sistema de PPCI y responsable de llevar a cabo la instalación, seleccionará los materiales según dicha especificación y con el asesoramiento del fabricante del sistema de PPCI.



### 4.1.3. Protección de elementos estructurales de acero

Las estructuras metálicas casi siempre necesitarán protección contra el fuego<sup>7</sup>.

Es posible diseñar estructuras de acero que resistan durante un tiempo determinado la acción del fuego sin dicha protección, dependiendo de ciertos parámetros como pueden ser la masividad empleada, su distribución geométrica en el elemento estructural particular (la forma del perfil, por ejemplo) y la situación de la estructura (si está al exterior, alejada de aberturas como ventanas, si es una viga o un pilar, etc.).

En la protección del acero mediante sistemas de PPCI proyectados o de recubrimientos reactivos, se debería tener presente la cuestión de la protección contra la corrosión, pues aunque algunos sistemas de PPCI no requieren el uso previo de imprimación anti corrosión, otros sí, siendo imprescindible el asesoramiento del fabricante en esta y otras cuestiones similares, como puede ser la coordinación del programa de la instalación de la protección del acero.

El espesor de protección necesario variará para cada sección de acero específica, según la masividad del perfil expuesto al fuego, la posición del elemento estructural en el edificio y el tiempo mínimo requerido de resistencia al fuego, y por ello los agentes de la edificación implicados deberían comprender los requisitos de aplicación, y siempre se deberían asegurar de que se instale el espesor de material correcto, tanto mínimo como máximo y de forma correcta.

La instalación correcta del sistema de PPCI siempre es más fácil de conseguir en el ambiente controlado del taller que *in situ*, en la obra. Sin embargo, el aspecto negativo de esta forma de aplicación es el deterioro que el material de protección puede sufrir durante las labores de carga, transporte, descarga e instalación de los elementos estructurales, siendo frecuentes los desconchados, erosiones, abrasiones y demás desperfectos superficiales que han de ser controlados, evaluados y reparados (si es necesario según la evaluación realizada de los mismos) por el aplicador del sistema de PPCI, asesorado siempre por el fabricante.

La protección del acero contra el fuego puede ser la norma, pero siempre ocurrirán casos más complejos, especialmente en la interfaz de ejecutorias de diferentes gremios, por ejemplo, protección perimetral de acero adyacente a paneles prefabricados, y en los encuentros con muros cortafuego, forjados y servicios.

La interfaz entre elementos estructurales diferentes se debería planificar cuidadosamente considerando su prestación frente al fuego. Es recomendable acordar situaciones típicas antes de comenzar la obra para que todos los agentes de la edificación implicados sean conscientes de los problemas.



### 4.1.4. Protección de elementos estructurales constituidos total o parcialmente por hormigón armado

Las estructuras de hormigón armado generalmente no requieren PPCI porque se diseñan para lograr un tiempo mínimo de resistencia al fuego específico, pero en determinadas circunstancias el desconchamiento explosivo («*spalling*», en inglés) puede requerir un adecuado sistema de PPCI.

Como ejemplo de aquellos elementos estructurales que soportan un mayor ataque en situación de incendio, cabe mencionar los forjados que actúan como techo.

La resistencia al fuego de un forjado dependerá del material que lo constituye, de las propiedades del material en el fuego, de los materiales esenciales para la estabilidad del forjado, y de los medios por los que estos materiales o productos se fijan entre sí.

<sup>7</sup> En este apartado se emplea el término genérico «estructuras metálicas», mientras que la exposición hace referencia únicamente al acero como producto de construcción. Sin embargo, todo lo explicado para el acero es de aplicación (con las correspondientes particularidades) al resto de materiales metálicos empleados en elementos estructurales, como pueden ser el acero inoxidable, el aluminio, etc.

Los elementos de hormigón armado contienen humedad atrapada en cantidad variable (según el tipo de hormigón, su ejecución, el ambiente y la edad del hormigón, entre otros factores) que en situación de fuego se calentará y se transformará en vapor. La presión de vapor aumentará e intentará escapar del hormigón, pudiéndolo hacer de forma violenta, desprendiendo grandes trozos de hormigón por desconchado explosivo.

Cualquier acero de refuerzo estará inicialmente protegido por el hormigón hasta que el desconchado explosivo lo exponga, y entonces se dilatará sustancialmente llegando a amenazar la viabilidad del uso del elemento estructural. La extensión de la cobertura de hormigón sobre el refuerzo es por lo tanto crítica para la resistencia al fuego disponible y se debería especificar y ejecutar correctamente.

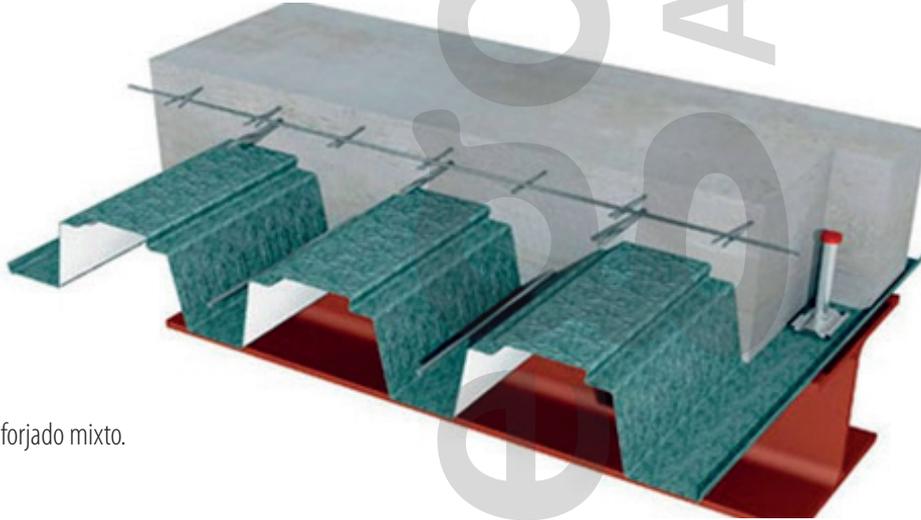


Figura 2 forjado mixto.

Los forjados mixtos, compuestos por hormigón y chapa de acero perfilada, ver figura 1, se comportan de forma diferente al fuego porque la chapa de acero conducirá el calor desde la cara expuesta al fuego hacia el forjado de hormigón. La cara metálica intentará dilatarse.

La velocidad del aumento de temperatura en las partes críticas del forjado se puede disminuir comparada con la del hormigón solo. El forjado compuesto también estará fijado mediante conectores de cortante a la estructura de acero de soporte. El vapor formado en el hormigón puede expulsar la lámina de soporte de acero, que actúa como encofrado perdido, distorsionándola y causando holguras y el consiguiente fallo.

El refuerzo de acero transferirá la carga pero también el calor procedente del fuego. Por último, la estructura compuesta puede deformarse bajo el calor y flexar bajo la carga del hormigón.



#### **4.1.5. Protección de elementos estructurales de madera**

Los edificios con estructura de madera se pueden agrupar en dos grandes categorías en términos de fuego. El primero es la construcción con madera pesada en la que la resistencia al fuego se logra proporcionando una capa de madera de sacrificio que se carboniza en el incendio. El segundo tipo es la estructura de madera ligera que requiere PPCI, habitualmente mediante sistemas de PPCI de placa o recubrimientos reactivos.

Los elementos estructurales de madera sometidos a la acción del fuego sin un sistema de PPCI instalado, se carbonizarán pues el fuego consumirá la madera progresivamente, aunque de forma predecible. En este tipo de casos, el espesor de la madera es crítico para el comportamiento frente al fuego y por lo tanto, se debería especificar y ejecutar correctamente.

En los casos en los que los elementos de madera están protegidos por un sistema de PPCI, la resistencia al fuego se consigue por una combinación de la protección otorgada por el sistema de PPCI por la parte expuesta, y asegurando que hay suficiente madera de sacrificio en los propios elementos estructurales.

#### **4.1.6. Conservación y aplicación de sistemas de PPCI proyectados o de recubrimientos reactivos**

Dos aspectos de extrema importancia referente a estos sistemas de PPCI son las condiciones de conservación y aplicación del producto a utilizar.

No sólo es importante comprobar que no se ha excedido la fecha de caducidad del producto, sino que durante la fase de almacenamiento del mismo antes de su aplicación, se deben mantener estrictamente las condiciones ambientales prescritas por el fabricante, pues de otra manera se podría deteriorar el producto y (aunque no se aprecie a simple vista) afectar perjudicialmente a su prestación de protección contra el fuego.

En cuanto a su aplicación, se ha de hacer también en condiciones ambientales favorables (temperatura, humedad relativa y viento) con el fin de evitar la formación de capas de vapor de agua condensado o la acumulación de materia extraña entre el sustrato (el elemento estructural a proteger) y el material de protección contra el fuego, sucesos que afectarían perjudicialmente a la adherencia entre ambos.

Finalmente, el método de aplicación empleado ha de ser el prescrito en las instrucciones del fabricante pues no todos son válidos para un mismo producto (aplicación a brocha, con rodillo, por pulverización, etc.).

#### **4.1.7. Salud e higiene en la aplicación de sistemas de PPCI proyectados o de recubrimientos reactivos**

Debido a la interacción del aplicador con los productos que componen estos tipos de sistemas de PPCI, el fabricante debe proporcionar la correspondiente ficha de seguridad si por la composición del sistema de PPCI la legislación de aplicación lo exige.

### **4.2. Puertas cortafuego**

#### **4.2.1. Generalidades**

Las puertas cortafuego se diseñan específicamente para impedir durante un tiempo mínimo determinado la propagación del fuego y de sus productos a través de los elementos constructivos en los que estén integradas.

Las puertas cortafuego se pueden suministrar a la obra completamente montadas, o desmontadas, con algunos componentes por separado (marco, hoja, cierrapuertas, etc.). En este segundo caso los componentes son montados in situ, para formar la puerta completa, por un agente de la edificación especializado, y siguiendo las instrucciones del fabricante. Todos los componentes deben haber sido ensayados al fuego juntos, o evaluados como capaces de trabajar juntos.

Hay que tener presente que los herrajes no tienen su propio ensayo de fuego sino que se registran en el ensayo de resistencia al fuego como contribuyentes a la prestación exitosa del conjunto de puerta.

En ocasiones, tanto si la puerta cortafuego se suministra completamente montada, o con componentes por separado, la instalación de la puerta en el elemento constructivo puede no realizarse mediante albañilería, sino por medios industriales (atornillado, soldado, sobre premarco, etc.) En este caso, la instalación de la puerta en el elemento constructivo la hace un agente de la edificación especializado siguiendo las instrucciones del fabricante.



En todos los casos, una vez completada su instalación en obra el conjunto resultante debería quedar dentro del campo de aplicación de los ensayos y, por supuesto, del marcado CE de la puerta cortafuego cuando éste sea obligatorio<sup>8</sup>.

Por otro lado, de entre todos los sistemas de PPCI incluidos en cualquier edificación, la puerta cortafuego es el elemento que soporta el mayor uso y abuso, y además se espera de él que juegue un papel dual, por un lado, el de puerta convencional (para seguridad anti intrusión, privacidad, separación, reducción de sonido y/o control de movimiento de aire), y por otro, el de sistema de PPCI que en caso de incendio tiene que funcionar al 100 %.

Condicionando esta dualidad está la cuestión de que las puertas cortafuego no son eficaces a menos que estén cerradas en el momento del incendio, por lo que requieren dispositivos de auto cierre fiables que aseguren que las puertas cortafuego se cierren cada vez que se abren. Esta característica funcional las convierte frecuentemente en una molestia para el funcionamiento habitual de una edificación en zonas de paso, conllevando que sus mecanismos de auto cierre se manipulen indebidamente si no se ha proyectado el contar con mecanismos de retención de las hojas (específicos para puertas cortafuego), mecanismos que imprescindiblemente han de estar activados y supervisados por un sistema de detección y alarma de incendios de la edificación.

#### **4.2.2. Tipología**

Las puertas cortafuego tienen una denominación que sigue la siguiente estructura:

**EI<sub>x</sub> t-CZ**

La letra «E», hace referencia a que la puerta satisface el requisito de integridad, la letra «I» corresponde al requisito de aislamiento térmico, ambos durante el tiempo en minutos definido por la letra «t». El subíndice «x» se refiere al tipo de ensayo de resistencia al fuego aplicado, puede ser 1 ó 2, el ensayo tipo 1 es más restrictivo que el 2, luego si se cumple con el tipo 1 satisface las condiciones del tipo 2.

<sup>8</sup> Actualmente las puertas cortafuego ya pueden contar con marcado CE pues su norma de producto, EN 16034, ya ha sido publicada, y el periodo de coexistencia ya ha comenzado el 01-11-2016. Dicho periodo termina el 01-11-2019, momento en el que el marcado CE pasará a ser obligatorio.

La letra «C» indica que la puerta cortafuego cuenta con un mecanismo de cierre controlado (las bisagras con muelle no lo son) mientras que la letra «Z» indica la durabilidad del mecanismo de cierre controlado.

Es muy importante tener presente que la denominación de una puerta cortafuego expuesta no se logra obteniendo un informe de clasificación para la denominación «El<sub>x</sub>t» y otro aparte para la «CZ» si no que el informe de clasificación de la puerta cortafuego ha de ser único<sup>9</sup>.

Finalmente, un requisito indispensable para toda puerta cortafuego compuesta por dos hojas es la necesidad de disponer de un selector de cierre para garantizar que las hojas de la puerta se cierran en el orden correcto. Sin este dispositivo la puerta no es admisible.

### 4.2.3. Características de suministro e instalación

Las puertas cortafuego se deberían instalar de acuerdo con los detalles de su campo de aplicación y según las instrucciones del fabricante, empleando personal adecuadamente cualificado.

Las puertas cortafuego situadas en vías de circulación de edificaciones, que en el día a día constituyen una molestia para sus usuarios (debido a que se han de cerrar automáticamente), deberían contar con elementos auxiliares tales como retenedores magnéticos y dispositivos de apertura, para evitar que dichas puertas se inhabiliten de forma inapropiada. Puede haber requisitos derivados de la adecuación de las puertas para su uso no discriminatorio por personas discapacitadas que entren en conflicto con su funcionamiento en caso de incendio (especialmente si están situadas en vías de evacuación protegidas mediante un sistema de diferencial de presión o de sobrepresión, como se conocen más frecuentemente), aspecto que debería ser tenido en cuenta por los agentes de la edificación correspondientes, tanto a la hora de realizar su especificación como en la instalación.



Las puertas cortafuego se deberían incluir en un listado que describa su resistencia al fuego, el sentido de apertura, el tamaño de la abertura, las hojas activas, la apariencia, los requisitos de los herrajes, etc.

Con el fin de que las puertas cortafuego satisfagan sus funciones mecánicas y de movimiento, las holguras de movimiento en el encuentro con el marco de la puerta son esenciales. Estas holguras pueden tener juntas intumescentes especialmente seleccionadas, instaladas adyacentes a los espacios de movimiento y que se expandirán en condiciones de fuego para sellar la holgura de movimiento.

Es importante que las puertas y los herrajes se mantengan en buenas condiciones, incluyendo las juntas intumescentes, cierrapuertas, bisagras, pestillos y mirillas de vidrio resistente al fuego (si están instalados). Cada producto debería contar con un informe de clasificación tras haber sido ensayado según la norma apropiada y con el marcado CE si se aplica.



Por último, cabe mencionar que la tipología de las puertas cortafuego puede ser muy variada en función no sólo de sus dimensiones, sino de los materiales constitutivos principales (por ejemplo se pueden construir de metal, de madera e incluso de vidrio) y de los materiales de acabado.

<sup>9</sup> Hasta el 01-09-2019, mientras que no sea obligatorio el Marcado CE, si no se dispone de él la validez de la puerta cortafuego se ha de justificar mediante la entrega del Informe Único de Clasificación, en el que ha de aparecer la clasificación El<sub>x</sub>t-CZ, además del campo de aplicación del informe y la descripción completa de la puerta.

## 4.3. Cierres cortafuego para aberturas

### 4.3.1. Generalidades

Son equipos destinados al cierre cortafuego de aberturas, diferentes de las destinadas al paso de personas.

Las prestaciones de estos equipos vienen definidas por la clasificación de su resistencia al fuego según el ensayo normalizado y su durabilidad, ya que aunque su activación está condicionada a la recepción de una señal procedente del sistema de detección y alarma de incendio del edificio, el funcionamiento de los cierres cortafuego debe ser fundamentalmente seguro. Mientras no exista norma de producto armonizada, el marcado CE no es obligatorio.



### 4.3.2. Tipología, suministro e instalación

Los cierres cortafuego pueden ser de tipología diversa y pueden funcionar por gravedad o ser motorizados, en cuyo caso deberían incorporar un sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida (S.A.I.). En ambos casos se deberían accionar de manera automática con la señal procedente del sistema de detección y alarma de incendio de la edificación, y deberían incorporar los enclavamientos necesarios para su correcto funcionamiento en relación con el equipo transportador.

Este sistema de PPCI debe tener una clasificación de resistencia al fuego igual a la exigible al elemento compartimentador en el que se integran.

Al estar los cierres cortafuego normalmente alejados de los centros de producción y control, deberían incorporar un control de todas las funciones a desarrollar con objeto de asegurar la responsabilidad única del sistema.

Este sistema de PPCI debería contemplar también todas las penetraciones (pasos de tuberías, cableado, etc.) que pudieran llevar aparejados su funcionamiento, con el fin de tener una responsabilidad única. Además, para que los cierres cortafuego funcionen correctamente es imprescindible garantizar que las áreas del suelo sobre las que se desplazan, se mantienen libres de obstáculos.

Finalmente, derivado de lo que se explica en el apartado siguiente, es fundamental que los cierres cortafuego se instalen de igual manera que se hizo en el ensayo de fuego normalizado y siguiendo siempre las instrucciones del fabricante, y empleando personal adecuadamente cualificado.



### 4.3.3. Particularidades dimensionales

Un aspecto muy relevante de este tipo de sistema de PPCI es el relacionado con sus dimensiones máximas.

Es frecuente que los cierres cortafuego se empleen para cerrar aberturas de grandes dimensiones, pero como el tamaño máximo de los hornos de ensayo de fuego en los que estos sistemas de PPCI se ensayan, están limitados por diversas cuestiones (fiabilidad, durabilidad, economía, etc.), las dimensiones máximas de un cierre cortafuego que pueden obtener una clasificación de resistencia al fuego directa según la correspondiente norma de ensayo, también están limitadas (habitualmente a 3,00 m x 3,00 m).

Debido a esto, para este sistema de PPCI la aplicación de las reglas de extensión del campo de aplicación es una cuestión fundamental, pues dichas reglas establecen qué dimensiones y en qué cuantías se pueden aumentar más allá de las dimensiones máximas ensayadas en el ensayo de fuego normalizado.

La aplicación de estas reglas de extensión del campo de aplicación sólo la pueden realizar técnicos competentes. No obstante, incluso contando con la posibilidad del aumento dimensional que ofrecen las normas de extensión del campo de aplicación, en muchas ocasiones esto es insuficiente para cubrir los tamaños necesarios de los cierres cortafuego que el mercado necesita. En estas situaciones, los diferentes agentes de la edificación implicados, se deberían coordinar para llegar a alguna solución de consenso que garantice, ante todo, la seguridad de las personas.

## 4.4. Compuertas cortafuegos

### 4.4.1. Generalidades

Este sistema de PPCI es un dispositivo compuesto de un armazón o estructura de soporte en el cual se instala un mecanismo que controla la posición de una compuerta hecha de material resistente al fuego durante un tiempo mínimo determinado, diseñada para bloquear el flujo de aire caliente, humo y gases del incendio entre sectores de incendio diferentes. El dispositivo completo es el que se somete al ensayo normalizado de fuego, siendo el armazón la parte de la compuerta cortafuego que se fija en el elemento constructivo resistente al fuego del que formará parte.

Las compuertas cortafuego requieren una atención muy especial pues integran características que las convierten en un punto débil de toda la estrategia de PPCI de una edificación. Estas características son:

- Una compuerta cortafuego es un dispositivo mecánico usado para impedir la propagación del fuego y reducir la propagación del humo de un sector de incendio a otro a través de aberturas o sistemas de conductos de paso de aire que pueden penetrar las paredes y forjados resistentes al fuego durante un periodo mínimo determinado de tiempo.
- Este mecanismo no actúa la mayor parte del tiempo, es decir está abierto (aunque también se puede diseñar su funcionamiento para que esté normalmente cerrado) pero a la hora de actuar NO puede fallar.
- Este sistema de PPCI necesita para su activación, en la mayoría de los casos (especialmente para la protección de personas) estar conectado a un sistema de detección y alarma de incendios del edificio que generará y le transmitirá una señal de activación. En determinadas circunstancias la compuerta cortafuego se puede activar por acción térmica, por ejemplo, usando un fusible.
- Con frecuencia, las compuertas cortafuego están ocultas dentro de cavidades como falsos techos, por lo que es muy fácil obviar su existencia.
- Las compuertas cortafuego sólo se pueden instalar en aquellos tipos de elementos resistentes al fuego en los cuales han sido ensayadas, es decir, una compuerta cortafuego ensayada para ser instalada en un muro de bloque de hormigón, seguramente no podrá ser instalada en un tabique hecho de placas de yeso laminado, aunque éste sea resistente al fuego. Este requisito viene especificado en el campo de aplicación de la compuerta cortafuego y siempre se ha de consultar al fabricante al respecto.
- Las compuertas cortafuego se deberían situar dentro del espesor del elemento resistente al fuego en el que están instaladas (a menos que se demuestre lo contrario mediante ensayo de fuego), pues si no el fuego las puede puentear.
- Necesitan contar con sellado resistente al fuego en su encuentro con el elemento resistente al fuego en el que están instaladas.

En consecuencia, el proyecto, instalación y especialmente el mantenimiento de este sistema de PPCI requieren un cuidado especial por parte de todos los agentes de la edificación implicados, siendo estrictamente necesario el prever registros de acceso en las cavidades dentro de las cuales están situadas, para así poder realizar el mantenimiento y las inspecciones necesarias, siempre según las instrucciones del fabricante.

Las compuertas cortafuego deben tener el marcado CE.



## 4.4.2. Tipología, suministro e instalación

Las compuertas cortafuego se deberían soportar independientemente y estar fijadas de forma segura para que el fallo del conducto al que puedan estar conectadas, no cause el fallo, colapso o perturbación del mecanismo de la compuerta. Dichos conductos (caso de existir) también necesitan estar soportados adecuadamente para que no apliquen cargas indebidas sobre las compuertas por la distorsión de los conductos (esto puede impedir que la compuerta cierre de forma correcta o que no cierre en absoluto).

El mecanismo de control de la compuerta cortafuego debería estar motorizado para que su rearmado (en el caso de ser posible) se pueda realizar desde el equipo de control e indicación («central de detección y alarma»).

Las compuertas cortafuego intumescentes y aquellas activadas sólo por elementos fusibles no son adecuadas para proteger vías de evacuación.

## 4.5. Paredes y forjados resistentes al fuego

### 4.5.1. Generalidades

Estos sistemas de PPCI constituyen por excelencia, los límites físicos de los sectores de incendio de los edificios y tienen muchas características que hacen de ellos elementos susceptibles de recibir especial atención.

Entre ellas destaca que pueden tener o no función de elemento estructural, siempre presente en el caso de los forjados (que además rigidizan la edificación), pero que no es el caso de las paredes, pues aunque en ocasiones son portantes (por ejemplo, paredes maestras o fachadas de edificios antiguos), en la mayoría de los casos no lo son (por ejemplo, particiones interiores en un edificio).

Esta dualidad hace que estos sistemas de PPCI puedan tener una clasificación EI t cuando son resistentes al fuego y NO tienen capacidad portante (no son elementos estructurales), o pueden tener una clasificación REI t cuando además, son portantes. La letra «R», hace referencia al requisito de resistencia bajo carga, La letra «E», hace referencia a que se satisface el requisito de integridad, la letra «I» corresponde al requisito de aislamiento térmico, todos ellos durante el tiempo en minutos definido por la letra «t».

Por lo antedicho, si las paredes y los forjados de sectorización actúan como elementos estructurales, la protección contra el fuego que pueden requerir para garantizar su capacidad portante (clasificación R) durante un tiempo mínimo requerido, probablemente no sea suficiente para garantizar que también actúen como elementos de sectorización (clasificación EI adicional), pues la protección estructural contra el fuego sólo requiere la clasificación R t, mientras que a la pared o forjado estructural, como elemento de sectorización requiere la clasificación REI t, que es una clasificación de resistencia al fuego mucho más exigente y difícil de lograr.

Además, estos sistemas de PPCI son los de mayor extensión (superficie) dentro de la edificación, siendo penetrados por multitud de instalaciones, servicios, y otros elementos del edificio, sufriendo también la agresión de ser el soporte de dichas instalaciones y servicios, cuando no de elementos auxiliares de la actividad desarrollada en la construcción (por ejemplo el mobiliario), elementos todos ellos que tienden potencialmente a perjudicar su capacidad de actuación como elemento resistente al fuego.

En resumen, las paredes y forjados de sectorización son el sistema de PPCI con el que interactúan todos los otros sistemas de PPCI, siendo necesario prestar mucha atención a esta interacción a la hora de seleccionar ambos sistemas de PPCI pues su actuación se puede ver perjudicada o incluso impedida.



Un ejemplo de este tipo de interacciones puede ser el de un forjado de sectorización soportado por una pared de sectorización. Ambos son elementos estructurales, pero según la tipología del forjado, bajo la acción del fuego podría deformarse (flectar, por ejemplo) en una cantidad no asumible por la pared que lo soporta (y que es un elemento de sectorización) pudiendo llegar a deteriorarse la pared en tal medida (agrietarse o rajarse) que no pueda seguir garantizando su clasificación REI t (podría fallar cualquier criterio de clasificación, la «R», la «E», la «I» o una combinación de ellas).

Las franjas de sectorización por fachada (en sentido horizontal y vertical) y por cubierta de la edificación se consideran parte de las paredes y forjados resistentes al fuego, y aunque generalmente la acción del fuego a contemplar es únicamente por el interior, puede ser necesario considerar también la acción del fuego por el exterior para la protección de la edificación respecto de fuegos exteriores, especialmente frente a la radiación procedente de un incendio en una edificación colindante, un incendio forestal, etc.



#### 4.5.2. Tipología y ejecución

Existen diferentes soluciones constructivas, cuya clasificación de resistencia al fuego se logra en base a ensayo normalizado o por referencia a reglamentación vigente de aplicación<sup>10</sup>.

En el caso de las paredes resistentes al fuego, las diferentes soluciones constructivas van desde la típica construcción con ladrillos cerámicos tomados con mortero (simplemente, o enfoscados o guarnecidos) hasta tabiques de construcción en seco empleando placas de material como el yeso laminado y lana mineral (sustentados mediante estructura auxiliar). Además, se pueden emplear soluciones mixtas, como la aplicación de trasdosados a otros elementos constructivos, contando en este caso para obtener la clasificación de resistencia al fuego del conjunto, con la suma de las clasificaciones de resistencia al fuego de cada elemento por separado (estando esta opción del lado de la seguridad).

A la hora de situar una pared de sectorización debajo de un hueco de servicio tal como un techo suspendido, la pared se debería continuar a través del techo suspendido para impedir la propagación por el hueco a menos que dicho techo suspendido sea a su vez un elemento de sectorización. Además, las uniones de las paredes de sectorización entre sí deberían proporcionar continuidad de la prestación de resistencia al fuego esperada.



Cuando se considera el paso de cualquier elemento a través de paredes o forjados de sectorización (incluyendo elementos estructurales) se deberían proyectar sellados resistentes al fuego en el punto de penetración, manteniendo la abertura tan pequeña como sea practicable y más importante aún, el proyecto debería asegurar que el fallo de una estructura penetrante debido al fuego en un sector de incendio no causará el fallo en el sector de incendio adyacente delimitado por la pared o el forjado de sectorización.

Los sistemas de sellados resistentes al fuego de los encuentros entre paredes y forjados de sectorización con otros elementos de la edificación, deberían ser elásticos.

### 4.6. Techos suspendidos y membranas resistentes al fuego

#### 4.6.1. Generalidades

Los usos más comunes para este sistema de PPCI son:

- Proteger contra la acción del fuego un elemento estructural situado por encima;
- Separar instalaciones del edificio respecto del espacio situado debajo de ellas;
- Formar un lado de un plénum de humo.

De lo que se deduce que los techos suspendidos y membranas resistentes al fuego pueden ser un elemento de sectorización o no, es decir, podría darse el caso de que a un mismo techos suspendidos o membrana (como solución constructiva de PPCI) se le pudiese requerir la clasificación E1 t (actuaría como elemento de sectorización) o simplemente E t. (no actuaría como elemento de sectorización, pero sí protegería parcialmente contra la acción del fuego).

Los techos suspendidos deben tener marcado CE (EN 13964)

<sup>10</sup> Es el caso del anejo F del CTE DB SI.

## 4.6.2. Tipología e instalación

Un techo suspendido con la clasificación E t puede hacer las funciones de un techo suspendido con la clasificación E t, pero al revés no. La decisión de si el techo suspendido resistente al fuego ha de ser un elemento de sectorización o no la establece el proyectista.

Los techos suspendidos resistentes al fuego pueden constituir un componente crítico de la resistencia al fuego de un edificio, actuando básicamente como un elemento de compartimentación horizontal que en función de su diseño, puede proteger uno o los dos espacios que separa, es decir, puede contemplar que el fuego esté a uno, a otro o a ambos lados del techo suspendido resistente al fuego. Esta doble posibilidad depende principalmente de si la estructura de soporte del material que compone el sistema, está protegida contra la acción del fuego o no y de si ha superado el ensayo normalizado de aplicación.

En función del método empleado para proteger la estructura de soporte del techo suspendido resistente al fuego, éste puede ser autoportante (cuando la estructura de soporte está integrada y protegida por el material del techo suspendido) o no (cuando la estructura de soporte cuelga de o se apoya en elementos estructurales del edificio como forjados, pilares o vigas).

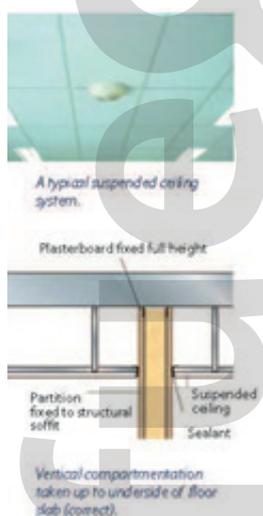


Figura 3

Por sus propias características, los elementos estructurales de los que cuelguen o sobre los que se apoyen los techos suspendidos resistentes al fuego, se deberían calcular teniendo en cuenta la sobrecarga impuesta por el sistema particular de PPCI empleado.

Este tipo de sistema de PPCI tiene también otras características constructivas y funcionales que requieren cuidadosa consideración:

- La instalación de accesorios;
- La instalación de registros.



Se considera accesorios a aquellos elementos que se suelen fijar y/o instalar en los techos suspendidos, como luces empotradas, lámparas colgantes, elementos decorativos, instalaciones de protección contra incendios (detectores, rociadores, etc.) sin olvidar las instalaciones de ventilación y climatización.

El sistema de PPCI escogido para la instalación ha de estar clasificado mediante ensayo de fuego normalizado para poder alojar/soportar dichas instalaciones sin perder su clasificación de resistencia al fuego, e incluso puede darse el caso de que el techo suspendido resistente al fuego no se pueda ejecutar sin contar con los accesorios con los que fue ensayado, a riesgo de no lograr la clasificación de resistencia al fuego de ensayo. En este aspecto, el asesoramiento del fabricante es fundamental.



En cuanto a los registros en este sistema de PPCI (son los accesos necesarios para realizar labores de mantenimiento o inspección de la cavidad existente sobre el techo suspendido resistente a fuego) han de tener la misma resistencia al fuego que el techo suspendido resistente al fuego.

Como en todos los sistemas de PPCI detallados en este documento, el montaje del techo suspendido resistente al fuego ha de seguir fielmente el montaje empleado en el ensayo normalizado además de las instrucciones del fabricante, debiendo prestar mucha atención a la situación de las juntas de solape de los materiales tipo placa que suelen componer este sistema de PPCI, y el sellado de las mismas con material adecuado.



## **4.7. Sistemas de acristalamiento resistentes al fuego**

### **4.7.1. Generalidades**

Dentro de este sistema de PPCI, se debe distinguir entre aquellos acristalamientos que por la propia masa de vidrio ya consiguen su función, y aquellos que incorporan capas intermedias de materiales que contribuyen a proporcionarles la clasificación de resistencia al fuego (por ejemplo, butirales de polivinilo, materiales intumescentes o silíceos), seleccionados para controlar total o parcialmente la intensidad de la radiación que atraviesa el acristalamiento, reduciéndola a niveles aceptables en los recintos que protegen.

Un acristalamiento resistente al fuego eficaz se ha de montar en un marco apropiado junto con todos los componentes requeridos por el sistema de PPCI según el ensayo de fuego normalizado, es decir, en este tipo de sistemas el acristalamiento solo (el vidrio, por decirlo así) no es suficiente, sino que es la solución constructiva integral la que proporciona la protección contra la acción del fuego (marco, fijaciones, juntas intumescentes, etc.).

Los acristalamientos están sometidos al marcado CE.



### **4.7.2. Tipología e instalación, como elemento principal**

Una característica fundamental de este sistema de PPCI es que puede ser muy pesado para resistencias al fuego de 90 y 120 minutos, por lo que los elementos estructurales sobre los cuales se apoyará o colgará se deberían calcular teniendo en cuenta la sobrecarga aportada. En consecuencia, si ya de por sí es necesario e importante incluir en el proyecto de la edificación todos los sistemas de PPCI desde sus fases más tempranas, lo es mucho más en el caso de los acristalamientos resistentes al fuego.

Además, este sistema de PPCI (como pasa con todos los otros expuestos en este documento), se puede emplear en todas las orientaciones posibles, pudiendo tener una configuración vertical (típica ventana o puerta) u horizontal o con grados variables de inclinación (como en el caso de claraboyas y tragaluces), debiendo siempre contar con resultados favorables de ensayos de fuego normalizados que avalen la solución específica empleada.

Por otro lado, los acristalamientos resistentes al fuego pueden actuar en el edificio como elementos estructurales como en el caso de un forjado acristalado transitable que también sea un elemento constructivo de sectorización. En estos casos tan especiales, se han de diseñar con mucho cuidado las conexiones con la estructura del edificio que soportará al acristalamiento resistente al fuego, integrando tolerancias que contemplen los movimientos y dilataciones de este sistema de PPCI. No hay que olvidar tampoco que, al ser un elemento transitable, debería cumplir con el requisito de resistencia al deslizamiento que establezca la legislación vigente en función de dónde esté situado este elemento de forjado y, aunque este condicionante pueda parecer a priori poco influyente sobre la prestación de resistencia al fuego del acristalamiento, como el acabado superficial es crítico, no todos los tipos de vidrio podrían satisfacer ambas exigencias.

Finalmente, por las propias características del vidrio y según dónde se instale, necesitará contar con evidencia documental de un ensayo normalizado, sobre su resistencia a impacto, tal y como exija la legislación vigente. Casos claros de este último requisito son las ventanas y puertas acristaladas, mereciendo estas últimas un cuidadoso diseño en el caso de que se instalen en vías de evacuación, tanto por los herrajes usados en ellas y que afectarán a su prestación de resistencia al fuego, como por la fuerza necesaria para abrirlas y cerrarlas (mediante cierrapuertas) pues pueden llegar a ser muy pesadas.

Todo lo anterior hace necesario tratar este sistema de PPCI con especial atención, ciñéndose estrictamente a las condiciones de instalación empleadas en el ensayo de fuego y a las instrucciones del fabricante.

### **4.7.3. Tipología e instalación, como componente de otros sistemas de PPCI**

Los acristalamientos resistentes al fuego también pueden formar parte de la estrategia de PPCI del edificio, integrados en otros sistemas de PPCI, como puertas cortafuego, paredes cortafuego e incluso cierres cortafuego. En estos casos es imprescindible que esos otros sistemas de PPCI hayan sido ensayados al fuego conteniendo los elementos acristalados y que cuenten con evidencia documental proporcionada por un ensayo normalizado, sobre su resistencia a impacto, tal y como exija la legislación vigente.

## **4.8. Cortinas cortafuego<sup>11</sup>**

### **4.8.1. Generalidades**

Estos sistemas de PPCI reúnen características constructivas y funcionales que requieren una atención especial, de forma similar a las compuertas cortafuego, pues también son un dispositivo, con estructura de soporte, mecanismo de activación y conexión necesaria a un sistema de detección y alarma de incendios de la edificación, siendo también un punto débil de toda la estrategia de PPCI del edificio. Sus características más destacadas son:

- Las cortinas cortafuego son un dispositivo mecánico usado para cerrar huecos de comunicación entre espacios (generalmente zonas de circulación de personas o vehículos) o para limitar el tamaño de recintos en los que se puede originar un incendio, constituyendo una barrera de material resistente al fuego (siempre durante un periodo mínimo determinado de tiempo) que se activa en caso de alarma de incendio.
- En ellas el elemento resistente al fuego se desplaza a lo largo de guías y el sistema de despliegue de la cortina puede ser motorizado, debiendo incorporar un sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida (S.A.I), tipología frecuente cuando la cortina se despliega en dirección horizontal. También se puede desplegar empleando la fuerza de la gravedad (frecuente en cortinas desplegadas en dirección vertical).
- Este sistema de PPCI no actúa la mayor parte del tiempo, es decir está replegado (oculto), pero a la hora de actuar no puede fallar.
- Este sistema de PPCI necesita estar conectado a un sistema de detección y alarma de incendios para ser activado.
- Las cortinas cortafuego, casi siempre, están ocultas en alojamientos previstos en los elementos constructivos resistentes al fuego de los que forman parte, por lo que es muy fácil obviar su existencia.

• Para que las cortinas cortafuego funcionen correctamente es imprescindible garantizar que las áreas de suelo sobre las que descenden o se desplazan, se mantienen libres de obstáculos, pudiendo ser recomendable a fines informativos, marcar de forma indeleble sobre el pavimento la zona sobre la que se desplazará o sobre la que descenderá este sistema de PPCI.

### **4.8.2. Tipología e instalación, como componente de otros sistemas de PPCI**

Aunque en el mercado hay una considerable variedad de soluciones técnicas, en función de su configuración se pueden agrupar como sigue:

- Rígidas, como las que descenden del forjado por tramos rígidos, de forma similar a una compuerta
- Plegables, como un acordeón, donde el material componente de dicho acordeón también es rígido.
- Flexibles; el típico ejemplo asociado a la palabra «cortina» pues el material del que está constituida es flexible en mayor o menor medida (tejido).

<sup>11</sup> Actualmente las cortinas cortafuego ya pueden contar con marcado CE pues se ha publicado su norma de producto, la Norma EN 16034, pero como el periodo de coexistencia dura desde el 01-09-2016 hasta el 01-09-2019, el marcado CE no es obligatorio.

Cada tipología tiene sus características propias y no todas soportarán de la misma manera la acción del fuego, es decir, aunque puedan lograr la misma clasificación de resistencia al fuego (E t, El t, EW t, etc.), el cómo la consiguen puede ser muy diferente. El caso más claro lo constituyen las cortinas de configuración flexible, pues suelen llevar asociado un sistema de irrigación de agua para ayudarles a soportar la acción del fuego.



Complementando un poco más el cómo estos sistemas de PPCI resisten la acción del fuego, su resistencia también depende de la del soporte, de las fijaciones superiores e inferiores, y de la de los sistemas de unión.

Además, según la solución particular de cortina, puede ser necesario usar barreras fijas auxiliares o complementarias que ayuden a contener el fuego y sus productos generados y a permitir el paso a su través de instalaciones de la edificación sin perjudicar a la resistencia al fuego de la cortina.

Como en el caso de las compuertas cortafuego, es esencial que las cortinas se comprueben regularmente y que se inspeccionen los registros de las comprobaciones como parte de la gestión del sistema de protección de incendios global de la edificación en la que se instalen,

Por último, debido a que las cortinas cortafuego se pueden alojar dentro de los elementos constructivos resistentes al fuego que delimitan un sector de incendio, el diseño o solución constructiva de dicho elemento constructivo ha de contemplar el mantener su clasificación de resistencia al fuego considerando la cavidad o alojamiento donde se mantendrá replegada u oculta la cortina cortafuego.



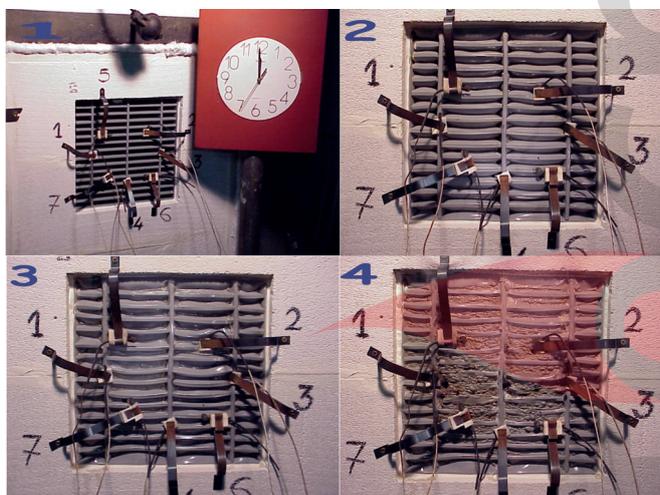
## 4.9. Barreras resistentes al fuego en cavidades

### 4.9.1. Generalidades

Este sistema de PPCI es una construcción diferente de las cortinas cortafuego, usándose para cerrar espacios ocultos, como una cavidad de una pared o un hueco de forjado, impidiendo la penetración (o limitando el movimiento) del humo y/o las llamas dentro de tales espacios durante un tiempo mínimo determinado.

A este sistema de PPCI se le aplica todo lo detallado para las paredes y forjados resistentes al fuego, pero con la particularidad de que por su propia naturaleza a menudo está oculto una vez instalado y por tanto, es difícil de inspeccionar tras la instalación, entrega y en consecuencia, a lo largo de la vida del edificio.

Además, las barreras en cavidades suelen ir asociadas precisamente a las paredes y forjados resistentes al fuego, y también a las cortinas cortafuego, por lo que modificaciones en la situación de cualquiera de ellos posiblemente afectará a la efectividad de las barreras en cavidades, haciendo imprescindible que el instalador sea conocedor de la estrategia de protección contra incendios del edificio.



Otro aspecto relevante de este sistema de PPCI es que su clasificación de resistencia al fuego puede ser diferente de la requerida para las paredes y los forjados resistentes al fuego de la edificación. Se ha de tener cuidado por lo tanto con su uso, particularmente en el caso de barreras grandes.

Por otro lado, las barreras en cavidades comparten con los techos suspendidos resistentes al fuego el que su correcta instalación y mantenimiento dependen de los soportes, de las fijaciones superiores, de las fijaciones de borde y de los sistemas de unión, que han de estar dimensionados para la carga de la barrera a soportar. Esta carga también se debería considerar a la hora de realizar el cálculo del elemento estructural del que cuelga o en el que se soporta.

## 4.10. Sellados resistentes al fuego

### 4.10.1. Generalidades

Este sistema de PPCI se emplea para compensar las imperfecciones de las tolerancias de ajuste o proyecto entre los elementos fijos resistentes al fuego de una edificación, para impedir o limitar el paso del fuego y/o del humo y/o de los gases del incendio entre ellos, es decir, entre elementos tales como paredes, forjados, etc. durante un tiempo mínimo determinado.

Aunque este sistema de PPCI puede compartir tipos de materiales con los sellados resistentes al fuego de pasos de instalaciones (y en algunas ocasiones, incluso la misma solución técnica), conceptualmente ambos sistemas de PPCI son diferentes.

El sellado resistente al fuego seleccionado se aplica entre elementos constructivos resistentes al fuego con el fin de garantizar la continuidad de la barrera resistente al fuego, simplemente rellenando el hueco, mientras que en el caso de los sellados de pasos de instalaciones, aunque la finalidad es la misma, el método es diferente pues en general, se busca interrumpir la instalación que atraviesa la barrera resistente al fuego.

Los sellados resistentes al fuego han de tener la misma clasificación de resistencia al fuego que los elementos fijos de los que forman parte y aunque hay muchas soluciones diferentes en el mercado, la mayoría se basa en el hinchamiento o expansión del material constitutivo bajo la acción del fuego, ocupando totalmente los huecos de los que forma parte, proporcionando así material suficiente para resistir durante un tiempo mínimo determinado la acción del fuego.



El mecanismo de actuación de este sistema de PPCI depende de tres elementos para funcionar correctamente:

- de la capacidad de hinchamiento o expansión del sellado resistente al fuego;
- de la resistencia mecánica del elemento resistente al fuego en el que se instala, pues al hincharse/expandirse ejercerá presión contra él;
- de la relativa estanquidad de los elementos resistentes al fuego en los que se instala, para evitar que el material, al hincharse/expandirse, se cuele o fluya dentro de los propios elementos resistentes al fuego. Si esto sucediese, no solo no se sellaría adecuadamente el hueco, sino que se perdería material del sellado resistente al fuego.

En consecuencia, los ensayos de fuego de este tipo de sistema de PPCI, han de contemplar la tipología constructiva específica de los elementos resistentes al fuego en los que se van a instalar en la práctica.



Existe otro tipo de materiales empleados para los sellados resistentes al fuego que no se hinchan bajo la acción del calor, sino que no menguan, es decir, mantienen su forma bajo la acción del fuego; como es el caso de los morteros sin retracción.

### 4.10.2. Tipología e instalación

La mayoría de estos sistemas de PPCI presentes en el mercado son del tipo pasta o de consistencia pastosa para facilitar su aplicación y penetración en las juntas, aunque también los hay en forma de cordones, tiras o juntas, almohadillas, espumas y similares.

Los requisitos generales referentes a la simetría ya se han detallado para otros sistemas de PPCI y aquí se aplican de igual manera.

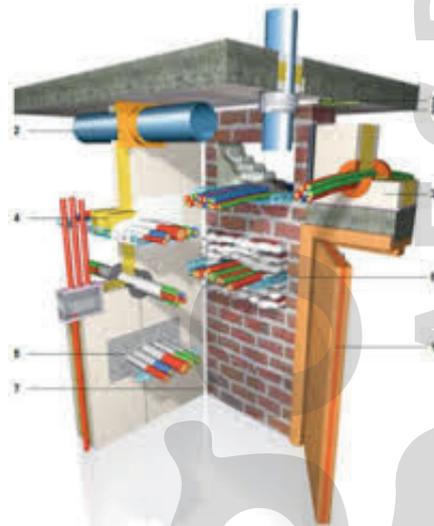


Figura 4

En cuanto a la orientación, hace referencia a la orientación (vertical, horizontal o inclinada) del elemento constructivo en el que se instala, pues si por ejemplo, este sistema de PPCI se emplea para sellar huecos en un elemento constructivo horizontal (forjados) la acción del fuego es más intensa que si el sellado se emplea en un elemento constructivo vertical (por ejemplo, una pared), por lo que una misma solución de sellado resistente al fuego podría no poderse aplicar en diferentes orientaciones (a menos que se cuenten con datos que avalen dicha solución, obtenidos de un ensayo de fuego normalizado).

Así mismo, este sistema de PPCI comparte con las barreras de cavidad la característica de estar frecuentemente oculto dentro de falsos techos o falsos suelos, por lo que además de requerir atención especial por parte del proyectista para hacer una buena especificación, es de difícil inspección tras la instalación, la entrega y en consecuencia, a lo largo de la vida del edificio.

Una variante de sellado resistente al fuego que requiere consideración aparte, es la empleada para sellar el espacio entre forjados y fachadas, especialmente los muros cortina. Este tipo de sistemas de PPCI, según los requisitos de la construcción en la que se instalen y también de sus propias características, puede necesitar las siguientes características adicionales:

- Ser elástico para absorber la deformación de la fachada por la acción del fuego, pues la separación entre forjado y fachada tiende a agrandarse (por dilatación térmica) pudiendo ocasionar la caída del sellado resistente al fuego.
- Ser capaz de soportar cargas de uso (tránsito de personas y/o mobiliario) en condiciones normales de uso del edificio (no en caso de incendio) para lo que puede requerir ser reforzado/soportado adecuadamente, siendo entonces necesario etiquetarlo con la carga de trabajo admisible. Si el sellado resistente al fuego no fuese capaz de soportar cualquier carga significativa, se debería restringir su acceso, por ejemplo, con barreras y debería estar señalizado para alertar a las personas del peligro potencial de caída a su través.

#### 4.10.3. Conservación y aplicación del material empleado

Dos aspectos de extrema importancia referente a este sistema de PPCI son las condiciones de conservación y aplicación del producto a utilizar.

No sólo es importante comprobar que no se ha excedido la fecha de caducidad del producto, sino que durante la fase de almacenamiento del mismo antes de su aplicación, se deben mantener estrictamente las condiciones ambientales prescritas por el fabricante, pues de otra manera se podría deteriorar el producto y (aunque no se aprecie a simple vista) afectar perjudicialmente a su prestación de protección contra el fuego.

En cuanto a su aplicación, además de mantener las condiciones de limpieza superficial de los elementos fijos resistentes al fuego de la edificación que establezcan las instrucciones del fabricante, el método de aplicación empleado ha de ser el prescrito en dichas instrucciones pues no todos son válidos para un mismo producto (aplicación con espátula, posibilidad de retacar el material, etc.).



## 4.11. Sellados resistentes al fuego de pasos de instalaciones

### 4.11.1. Descripción

Como se ha explicado en el apartado anterior, con los sellados de pasos de instalaciones se busca impedir o limitar el paso del fuego y/o del humo y/o de los gases del incendio a través de los elementos resistentes al fuego en los que se instalan, es decir, entre elementos tales como paredes, forjados, etc. durante un tiempo mínimo determinado. Para ello se interrumpe la instalación que atraviesa el elemento resistente al fuego (caso especial es el de los conductos resistentes al fuego y el de las compuertas cortafuego), o si se puede contar con la contribución del material componente de la instalación, se sella todo el espacio entre ella y el elemento resistente al fuego, confiando en que (en base a un ensayo de fuego normalizado) el tramo de la instalación situado en el lado del fuego no transmitirá el fuego al lado protegido.

Este sistema de PPCI comparte con los sellados resistentes al fuego el que han de tener la misma clasificación de resistencia al fuego que los elementos fijos de los que forma parte. También comparten el mecanismo básico de funcionamiento (hinchamiento/expansión bajo la acción del calor del incendio).



Sin embargo, aunque ambos sistemas pueden compartir materiales constitutivos e incluso soluciones técnicas, las soluciones específicas de los sellados de pasos de instalaciones suelen ser diferentes y más complejas pues su actuación ha de interrumpir instalaciones pasantes (por ejemplo, collarines/envolturas intumescentes para las tuberías combustibles).



### 4.11.2. Tipología e instalación

Este sistema de PPCI tiene características propias que los diferencian de los sellados resistentes al fuego (caso aparte es el de los encuentros forjado-fachada), pues frecuentemente los pasos a proteger tienen mayores dimensiones y así, en los sellados de penetraciones verticales de forjados resistentes al fuego, se introduce un riesgo adicional si la abertura pudiese permitir la caída de personas a su través.

Si cualquier sellado resistente al fuego usado para bloquear la abertura (por los requisitos que sean de aplicación), tuviese que ser capaz de soportar una carga de uso en condiciones normales de funcionamiento del edificio (no en caso de incendio), debería serlo por sus propios medios o ser reforzado/soportado adecuadamente. En ambos casos se tendría que etiquetar con la carga de trabajo segura. Si el sellado resistente al fuego no fuese capaz de soportar cualquier carga significativa, se debería restringir su acceso (por ejemplo, con barreras) y se debería señalizar para alertar a las personas del peligro potencial de caída a su través.

Además, con frecuencia y por requerimientos de la actividad desarrollada en la edificación, este sistema de PPCI debe ser desmontable para permitir flexibilidad y facilidad en el tendido de nuevas instalaciones a través de huecos entre dos elementos resistentes al fuego, o también la retirada de instalaciones existentes, pero siempre manteniendo el paso de cara a futuras modificaciones. Ejemplos de estos sistemas de PPCI son los bloques, ladrillos o almohadillas intumescentes.

En el caso de que el sistema de PPCI empleado no interrumpa la instalación pasante, sino que cuente con ella para bloquear el paso del fuego y/o el humo, puede ser necesario extender el sellado resistente al fuego a lo largo de la instalación para asegurar que no se conducen altas temperaturas a lo largo de ella hacia el lado aislado respecto del incendio. La solución técnica concreta dependerá del sistema de PPCI empleado, que debería estar respaldado por datos de un ensayo de fuego normalizado. De forma similar a las compuertas cortafuego, a menos que el sistema de PPCI empleado sea capaz de soportar el peso de las instalaciones que pretende bloquear dichas instalaciones se deberían sostener adecuadamente usando soportes con la adecuada resistencia al fuego, situados a las distancias de separación cubiertos por ensayos de fuego normalizados.

Por otro lado, al igual que con otros sistemas de PPCI, la simetría y la orientación de los sellados resistentes al fuego de pasos de instalaciones es importante a la hora de considerar su utilización.



Derivada de la flexibilidad que ofrece este tipo de sistemas de PPCI, con una posible frecuente manipulación de sus componentes (ladrillos, almohadillas, etc.), éstos están sometidos a una mayor posibilidad de deterioro que los sellados resistentes al fuego, y por ello siempre se deberían inspeccionar antes, durante y después de su instalación para poder desechar aquellos que no estén en buen estado de conservación, siendo recomendable contar con suficientes repuestos antes de iniciar cualquier modificación para no dejar una situación de peligro por falta de material en buenas condiciones de uso.

#### **4.11.3. Conservación y aplicación del material empleado**

Dos aspectos de extrema importancia referente a este sistema de PPCI son las condiciones de conservación y aplicación del producto a utilizar. 

No sólo es importante comprobar que no se ha excedido la fecha de caducidad del producto, sino que durante la fase de almacenamiento del mismo antes de su aplicación, se deben mantener estrictamente las condiciones ambientales prescritas por el fabricante, pues de otra manera se podría deteriorar el producto y (aunque no se aprecie a simple vista) afectar perjudicialmente a su prestación de protección contra el fuego. En caso de que se haya excedido la fecha de caducidad del producto se debe consultar al fabricante la posibilidad emplearlo de todas formas (en caso de que sea estrictamente necesario por algún motivo), pues podría ser posible cumpliendo algunas condiciones.

En cuanto a su aplicación, además de mantener las condiciones de limpieza superficial de los elementos fijos resistentes al fuego de la edificación que establezcan las instrucciones del fabricante, el método de aplicación empleado ha de ser el prescrito en dichas instrucciones del fabricante pues no todos son válidos para un mismo producto (aplicación a con espátula, posibilidad de retacar el material, etc.).

### **4.12. Conductos resistentes al fuego**

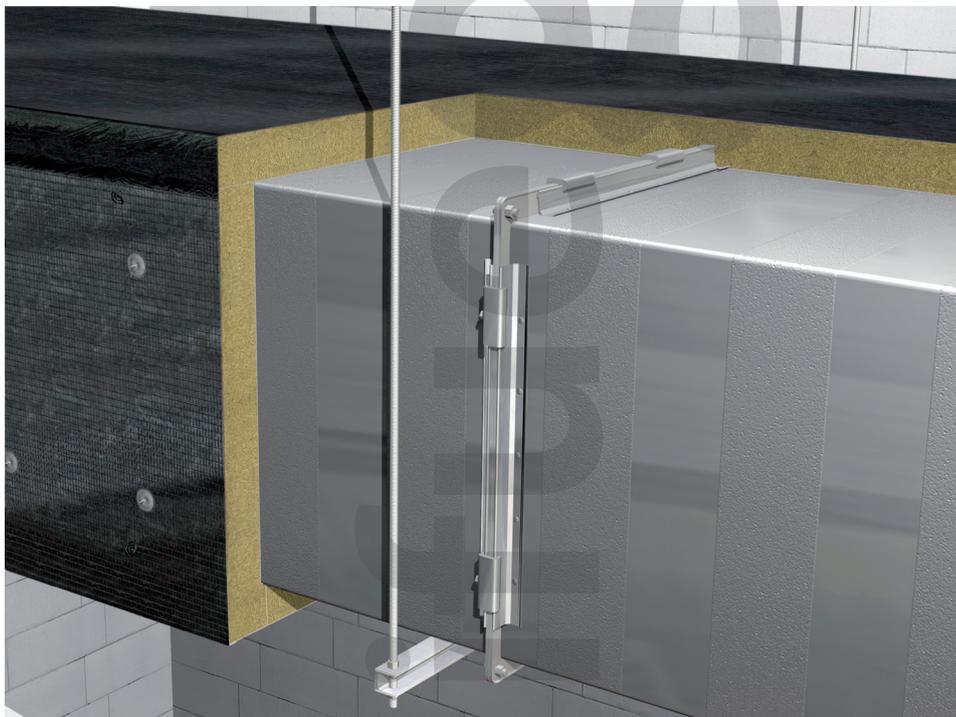
#### **4.12.1. Generalidades**

Este tipo de sistemas de PPCI se usa cuando es necesario mover aire, humo o gases calientes durante un tiempo determinado manteniendo la sectorización de la edificación, por lo que no es viable el uso de compuertas cortafuegos.

Para este fin no sirve cualquier solución, pues hay que garantizar que el conducto no se deformará y/o romperá durante su funcionamiento, que no deformará o romperá los elementos resistentes al fuego que atraviese, que sus elementos de soporte no fallarán bajo la acción combinada del fuego y de la carga que representa el conducto y que, debido a que está transportando fluidos a alta temperatura, el propio conducto no se convierte en un foco de incendio debido a la transmisión térmica a materiales situados fuera del recinto donde se desarrolla el incendio.

Estos conductos se deben diseñar para tener como mínimo, la misma clasificación de resistencia al fuego que la mayor de todos los elementos de separación resistentes al fuego que atraviesen. Esto es especialmente importante cuando el conducto está previsto para extraer humo de un sector de incendio, o en el caso de un sistema de extracción de cocina donde el conducto puede verse recubierto de depósitos grasientos (interior y exteriormente), sobre todo si se dan condiciones de mantenimiento y filtración pobres.

Asociado a este tipo de sistema de PPCI está el sellado de paso de instalaciones pues los conductos resistentes al fuego casi siempre atraviesan barreras resistentes al fuego (paredes, techos o suelos).



#### **4.12.2. Tipología, suministro e instalación**

El tipo de conducto resistente al fuego a utilizar dependerá del uso al que se destine, es decir, un conducto que ha de ser resistente al fuego pero que sólo transportará aire (por ejemplo, un conducto que forma parte de un sistema de presión diferencial para aportar aire a una vía de evacuación protegida) requerirá una clasificación de resistencia al fuego diferente de la que necesitará un conducto resistente al fuego usado para extraer humos de un sector de incendio.

En función de la clasificación de resistencia al fuego, el conducto deberá ser ensayado con fuego interior, o exterior, o ambos. Además, en función del uso final del conducto resistente al fuego, puede ser necesario ensayarlo en posición horizontal y/o en vertical, incluyendo siempre el sistema de soporte, el tipo de sellado usado alrededor del conducto donde penetra una pared o suelo cuya resistencia al fuego se deba mantener, y el tipo de registros a usar en el conducto

De lo anterior se concluye que a la hora de realizar las ejecutorias en las edificaciones, hay que tener muy presente el uso y trazado del conducto resistente al fuego, y no se pueden hacer asimilaciones de equivalencia de la resistencia al fuego a la ligera, de un tipo de conducto resistente al fuego a otro, pues si no se emplea el tipo adecuado no se alcanzará la clasificación de resistencia al fuego requerida.

Un ejemplo de lo anterior podría ser es el caso de un conducto resistente al fuego que en el ensayo normalizado ha obtenido una clasificación estrictamente suficiente como para poder ser usado para aportar aire a una vía de evacuación protegida. Dicho conducto, casi con seguridad no podría ser usado para extraer humo de un sector de incendio. Sin embargo, al revés sí podría ser posible, pues el ensayo de resistencia aplicado al segundo tipo de conducto es más exigente.

En cuanto a la tipología constructiva de los conductos, es muy variable y casi siempre ha de contar con ensayo de fuego normalizado. «Casi siempre» hace referencia al caso poco habitual en el que el conducto resistente al fuego se ejecuta con elementos de fábrica (ladrillos cerámicos o silico-calcáreos o cerramientos y bloques de hormigón) que la normativa nacional admita (en función de su espesor y recubrimiento) que ya cuentan con una resistencia al fuego propia, contrastada por la experiencia, como podría ser el caso de las disposiciones incluidas en el anejo F del CTE DB SI.

Dentro de esta variabilidad, ejemplos son conductos ejecutados:

- Con conductos de chapa de acero protegidos con un sistema de protección, como podrían ser paneles o mantas de lanas minerales.
- Directamente con placas de yeso laminado o placas de fibro silicatos resistentes al fuego.
- Cerramientos de obra (como ya se ha comentado);
- Otros

## 4.13. Franjas resistentes al fuego

### 4.13.1. Generalidades

Este tipo de sistemas de PPCI se usa cuando es necesario separar dos sectores de incendios generalmente entre dos naves industriales para evitar la propagación las llamas a través de la cubierta, esta aplicación está perfectamente descrita en el RSCIEI concretamente en el ANEXO II, Apartado 5, *Resistencia al fuego de los elementos constructivos de cerramiento*.

Donde se indica que: Cuando una medianera o un elemento constructivo de compartimentación en sectores de incendio acometa a la cubierta, la resistencia al fuego de esta será, al menos igual a la mitad de la exigida a aquel elemento constructivo, en una franja cuya anchura sea igual a un metro. Esta franja podrá encontrarse:

- a) Integrada en la propia cubierta, siempre que se justifique la permanencia de la franja tras el colapso de las partes de la cubierta no resistente.
- b) Fijada en la estructura de la cubierta, cuando esta tenga al menos la misma estabilidad al fuego que la resistencia exigida a la franja.
- c) Formada por una barrera de un metro de ancho que justifique la resistencia al fuego requerida y se sitúe por debajo de la cubierta fijada a la medianera, la barrera no se instalará en ningún caso a una distancia mayor de 40 cm de la parte inferior de la cubierta

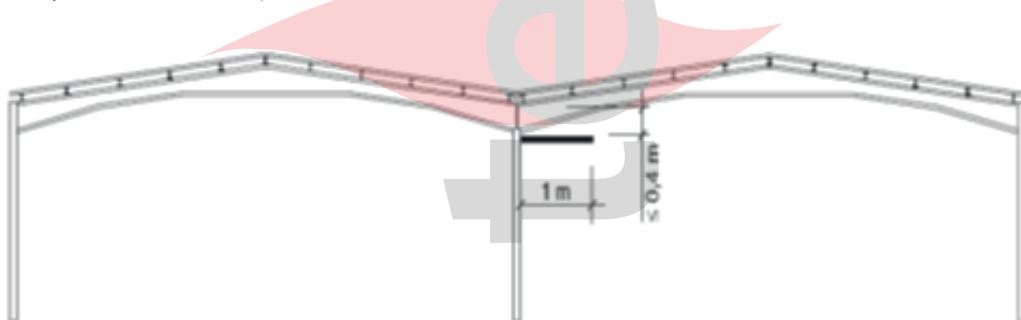


Figura 5

La franja cortafuegos tiene por misión evitar la propagación de la llama al sector de incendios adyacente, su función no es proteger la estructura portante de la cubierta.

#### **4.13.2. Tipología, suministro e instalación**

Estas franjas generalmente se instalan fijadas al muro soporte con las fijaciones en la parte posterior, en ocasiones se complementa con una franja vertical formando un cajón, en ese caso la franja vertical puede no tener la misma clasificación de comportamiento al fuego, la franja no debe servir en ningún caso como soporte de ningún tipo de elemento externo: armarios eléctricos, iluminación, paso de conductos o otras instalaciones ya que su ensayo y clasificación no prevé el soporte de cargas.



La construcción de las franjas cortafuegos se realiza generalmente "in situ" aunque algunos fabricantes ya suministran sistemas industrializados que reducen los costes de instalación.

Los materiales comúnmente empleados son sistemas de composites formados por la combinación de diferentes materiales: lanas minerales, placas de yeso laminado y placas de fibro silicatos, con elementos estructurales formados por perfiles conformados en frío de acero.

#### **4.14. Otros sistemas de PPCI**

En este apartado se engloban todos los otros sistemas de PPCI que se ha considerado que no tienen entidad suficiente como para constituir una clase específica o que no se pueden englobar dentro de las ya expuestas o que aún no se han desarrollado o están en fase de experimentación.

Ejemplos de este tipo de sistemas de PPCI son las rejillas intumescentes empleadas en sistemas de distribución de aire de ventilación y/o climatización (comparten características de las compuertas cortafuego y de los sellados de pasos de instalaciones), los manguitos resistentes al fuego para instalaciones, etc.

Cada uno de ellos se debería emplear exclusivamente en aquellas aplicaciones cubiertas por su campo de aplicación y según las instrucciones del fabricante.





## 5. MANTENIMIENTO

### 5.1. Generalidades

Como en el caso de cualquier otra instalación de un edificio, es fundamental contar con un sistema y programa de mantenimiento adecuados de los sistemas de PPCI para que se mantengan en condiciones óptimas de utilización durante toda su vida útil, además de para aumentar al máximo ésta.

Uno de los primeros requisitos para el mantenimiento adecuado de los sistemas de PPCI en un edificio es la comprensión total de la estrategia de protección contra incendios que se usó en su proyecto y construcción, no sólo porque es esencial garantizar que modificaciones futuras del edificio no perjudicarán la eficacia de los sistemas de PPCI existentes, sino porque según el tipo de modificación o mantenimiento a llevar a cabo, se puede afectar seriamente a, o destruir totalmente dicha estrategia, poniendo en serio peligro, a los ocupantes y usuarios, a la propia construcción, a edificaciones colindantes, a núcleos de población próximos e incluso al medio ambiente (contaminación atmosférica, vertidos a cursos fluviales, etc.).

El titular del edificio debería tener y mantener en su archivo toda la documentación justificativa de todos los detalles, trabajos y materiales usados en los sistemas de PPCI, pues será fundamental para establecer el mantenimiento de dichos sistemas, para realizar cualquier evaluación de riesgo del edificio, e incluso podría ser indispensable para realizar la venta o transmisión del edificio a terceros.

En general, las especificaciones de seguridad contra incendios para un edificio se preocupan principalmente de la seguridad de la vida humana. Sin embargo, hay otros asuntos que puede ser necesario considerar en la estrategia de seguridad contra incendios del edificio (la continuidad del negocio, la seguridad del contenido y el continente, el medio ambiente, etc.).



El responsable del edificio debería saber dónde se han tenido en cuenta estos aspectos a la hora de plantear la estrategia de protección contra incendios de la edificación, pues los sistemas de PPCI presentes habrán sido proyectados y ejecutados en coherencia y esto se debería considerar al plantear el mantenimiento.

Los elementos de los sistemas de PPCI que necesitan inspecciones y mantenimiento regulares, se deberían contemplar en el programa de mantenimiento general, y donde los sistemas de PPCI se hayan tenido que retirar o hayan sido dañados, se deberían restaurar tan pronto como sea posible evitando situaciones inseguras.

Bajo ninguna circunstancia se debería desmontar un sistema de PPCI o retirar alguno de sus componentes si no se dispone de suficientes repuestos para reemplazar los elementos deteriorados o que se puedan deteriorar durante el mantenimiento.



Por otro lado, la principal preocupación del mantenimiento de los sistemas de PPCI debería ser el control de los cambios que éstos sufran y la calidad y eficacia de las reparaciones empleadas.

La selección de productos de calidad contrastada empleados en los sistemas de PPCI durante la fase de instalación, y la calidad de la propia instalación ejecutada tendrán un impacto directo en la duración de la protección contra incendios. El uso de materiales que sean susceptibles a daños, por ejemplo, por impactos y/o humedad en sitios inadecuados, reducirá la vida útil de los sistemas de PPCI.

Se han de identificar y someter a revisiones y mantenimiento adecuados aquellos sistemas y materiales de PPCI que estén instalados en ambientes agresivos, siempre siguiendo las instrucciones del fabricante o lo establecido en las normas de aplicación.



## 5.2. Instalaciones del edificio

La interfaz entre los elementos resistentes al fuego del edificio y sus instalaciones, son los pasos de instalaciones o penetraciones, que han de garantizar en todo momento que no afectan a la función de protección contra el fuego de los elementos atravesados.

Los edificios de hoy día son ambientes dinámicos con cambios frecuentes derivados de las actividades en ellos desarrolladas, siendo las instalaciones del edificio la principal causa de daños a los elementos resistentes al fuego (paredes y forjados), tanto por la gran cantidad de instalaciones existentes como por su frecuente situación en espacios ocultos (falsos techos, suelos técnicos, detrás y debajo de mobiliario y maquinaria, etc.). Estos problemas generan un gran riesgo incontrolado de propagación del incendio (un edificio comercial moderno sufrirá un cambio completo en sus instalaciones cada 25 años).

En consecuencia, es muy importante planificar adecuadamente todas las penetraciones en paredes y forjados, así como su reparación y mantenimiento para controlar el riesgo de propagación del fuego, el humo y los gases del incendio a través del edificio. Dentro del plan de mantenimiento general se debería evaluar la duración estimada de las instalaciones del edificio y, especialmente de las provisionales, siendo recomendable el contar con una adecuada dotación de sellados resistentes al fuego temporales.

Se debería tener mucho cuidado a la hora de seleccionar una solución específica para reparar una penetración en un elemento resistente al fuego, para garantizar que sea compatible con la instalación y el elemento resistente al fuego originales, y para que sea adecuada a la configuración y al número de penetraciones de las instalaciones. Para esta tarea es recomendable emplear los servicios de una tercera parte especialista en sistemas de PPCI y el uso de productos de fabricantes con buena reputación y experiencia contrastada en el sistema de PPCI específico.

## 5.3. Permisos/licencias

A la hora de llevar a cabo según qué trabajos de mantenimiento de los sistemas de PPCI puede ser necesario solicitar y tramitar un permiso/licencia de obras ante la correspondiente autoridad administrativa local, que tendrá establecido los requisitos formales y técnicos a cumplir, en especial la necesidad o no de contar con un proyecto o documentación técnica justificativa elaborada por un técnico competente.

Esto es así porque, al margen del cumplimiento de la normativa de la administración, el procedimiento legal permite a los técnicos de la administración controlar que no se producen cambios significativos en las edificaciones que puedan afectar a la seguridad de las personas y de las construcciones, propias o ajenas.

En el permiso/licencia concedido (si es necesario) se suelen especificar los trabajos autorizados, su duración, las medidas de protección a tomar, así como otros requisitos legales adicionales, en especial los relativos a seguridad e higiene en el trabajo que el titular del permiso/licencia ha de velar porque se cumplan en todo momento.

De forma paralela a los permisos/licencias de la administración, y sobre todo para aquellas tareas de mantenimiento que no se pueden planificar, es conveniente contar con un sistema interno de procedimientos y permisos de trabajos en el edificio, en especial para los trabajos «calientes», y así controlar y registrar cuántos, dónde, cómo y por quién se ejecutan dichos trabajos, pues toda labor de mantenimiento es susceptible de convertirse en un foco de incendio, durante la ejecución y/o tras su finalización.

En dichos permisos se debería especificar si se va actuar directa o indirectamente sobre elementos de PPCI del edificio, y la persona responsable de la ejecución debería dejar constancia documental de haber dejado dichos elementos en su correcto estado de funcionamiento a la finalización de los trabajos del permiso, o de haber implantado medidas compensatorias acordadas con el responsable de la seguridad contra incendios del edificio y con el emisor del permiso de trabajo (si son personas diferentes).

#### **5.4. Programa de mantenimiento**

La solución ideal para las roturas o daños a elementos de PPCI es planificar y controlar cada actividad para incluir en ella la restauración de la protección contra incendios retirada o dañada. En esta planificación deberían quedar claramente identificados los responsables de cada trabajo y sus responsabilidades.

Sin embargo, tal nivel de planificación y control proactivos requiere un alto grado de implicación de todas las partes interesadas y por ello el uso de sistemas de mantenimiento y supervisión ofrecen medios prácticos razonables de comprobar la integridad de los sistemas de PPCI y de realizar las reparaciones que se requieran. Estos sistemas pueden proporcionar un nivel de verificación en apoyo de los sistemas de control (planificación, permisos, etc.) o pueden emplearse como un medio de identificar y reparar roturas de la PPCI no planificadas.

Si no se habilitan dichos sistemas, las actividades no planificadas continuarán, así como las roturas de la PPCI no controladas, con las consecuencias negativas asociadas en materia de seguridad contra incendios.

#### **5.5. Supervisión**

Se deberían llevar a cabo inspecciones regulares de potenciales roturas de la PPCI, pudiendo proporcionar información beneficiosa, como datos estadísticos sobre el número de actividades planificadas y no planificadas, su frecuencia, tipo, coste, etc. Los resultados de estas inspecciones (que siempre se han de registrar) aportarán información sobre el grado de cumplimiento del control y gestión de los sistemas de PPCI en el edificio.

La frecuencia de supervisión vendrá determinada por el perfil de riesgo del edificio; así por ejemplo, aquellas edificaciones con contenidos peligrosos, o con altos niveles de ocupación, tendrán un perfil de riesgo elevado y requerirán mayores frecuencias de supervisión que otras actividades con perfiles menores. Por supuesto, el tiempo entre revisiones no debería superar el establecido por la legislación nacional y/o local.

#### **5.6. Registros**

Es imprescindible crear y mantener registros de todas las labores de mantenimiento y reparación de los sistemas de PPCI. En estos registros, entre otra información se debería incluir la ubicación, el tipo de trabajo realizado, la fecha, la persona o personas responsables, la duración de la reparación/mantenimiento, etc.

El tipo de registros de mantenimiento puede variar desde simples fichas identificativas guardadas en un archivo, hasta bases de datos informáticas integradas en sistemas de gestión, teniendo siempre presente los requisitos exigidos por la legislación nacional y/o local.

Estos registros se deberían mantener permanentemente actualizados y accesibles en todo momento a los responsables de su creación, gestión y supervisión.

#### **5.7. Otras implicaciones de la gestión del mantenimiento**

La ejecución de actividades planificadas de mantenimiento, la supervisión y la creación y mantenimiento de un sistema de registro tiene un cierto número de efectos positivos, en concreto:

- Se protege la vida de los ocupantes, usuarios y de los servicios de protección contra incendios.
- Se protegen los bienes de la edificación.
- Se puede optimizar la continuidad del negocio.
- Se eliminan/reducen las actividades no planificadas y sus riesgos asociados.
- Se establece la identificación de los responsables de las roturas de la PPCI.
- Se pueden identificar patrones de actividad que ayudarán a la planificación futura.
- Se reducen/controlan los riesgos para la actividad desarrollada en el edificio.
- Se pueden identificar las situaciones de alto riesgo en el edificio.

- Se pueden reducir los costes asociados a roturas de la PPCI no planificadas.
- Se puede demostrar el cumplimiento con la estrategia y política de seguridad contra incendios de la edificación.
- Se pueden detectar las no conformidades.
- Se concientiza a la gerencia de la importancia de los sistemas de PPCI que afectan al funcionamiento exitoso del edificio.

### **5.8. Inspecciones obligatorias**

Las inspecciones obligatorias de las autoridades con responsabilidad en materia de seguridad contra incendios suelen ser infrecuentes y superficiales, pero siempre existe la posibilidad de que sean más frecuentes y/o más profundas por lo que un adecuado sistema de mantenimiento de los sistemas de PPCI prevendrá, además del riesgo de incendio, consecuencias legales negativas para la gerencia del edificio.

### **5.9. Ejecución de las labores de mantenimiento**

Los sistemas de PPCI se deberían someter, como mínimo, al programa e instrucciones de mantenimiento establecidos por el fabricante de cada uno de ellos.

Las operaciones de mantenimiento las debería realizar el personal del fabricante o suministrador, el de la empresa instaladora o mantenedora para los tipos de equipos o sistemas de que se trate, o bien el personal del usuario o titular del edificio o instalación, si está capacitado para ello, debiendo acreditar este hecho documentalmente.

Para hacer el seguimiento de los programas de mantenimiento de los sistemas de PPCI se deberían elaborar unas actas, pudiendo contener como mínimo la información siguiente:

#### **1. Información general:**

- a. Nombre y domicilio de la propiedad del edificio o instalación.
- b. Nombre y cargo del representante de la propiedad responsable de la instalación.
- c. Nombre y cargo del representante de la propiedad responsable ante las operaciones de mantenimiento a realizar.
- d. Domicilio de localización del edificio o instalación y fecha de ejecutoria.
- e. Entidad responsable de la última inspección y fecha de la misma.
- f. Entidad responsable del último mantenimiento y fecha del mismo.
- g. Nombre, nº de identificación y domicilio de la entidad mantenedora. Declaración de que se está habilitado para todos y cada uno de los productos y sistemas sobre los que va a efectuar el mantenimiento.
- h. Nombre de la/s persona/s responsable/s de realizar las operaciones de mantenimiento. Declaración de que dicha/s persona/s se encuentra/n cualificada/s para realizar los mantenimientos.
- i. Tipos de productos y sistemas de PPCI que van a ser objeto de mantenimiento.

#### **2. Información particular de cada producto o sistema de PPCI sobre el que se realice mantenimiento:**

- a. Tipo de producto o sistema, marca y modelo.
- b. Identificación unívoca del producto o sistema (mediante identificación de nº de serie, ubicación, etc.).
- c. Operaciones de mantenimiento realizadas y resultado. En caso de presentarse incidencias, acciones correctoras propuestas.

Las actas deberían ir firmadas por el representante autorizado de la entidad mantenedora y el representante de la propiedad del edificio o instalación.

En todos los casos, tanto la entidad que ha llevado a cabo el mantenimiento, como el usuario o titular del edificio o instalación, deberían conservar constancia documental del cumplimiento del programa de mantenimiento preventivo durante el periodo de tiempo legalmente establecido, indicando, como mínimo, las operaciones y comprobaciones efectuadas, el resultado de las verificaciones y pruebas y la sustitución de elementos defectuosos, que se hayan realizado. Las anotaciones, se deberían llevar al día.

### **5.10. Responsables/gestores de instalaciones**

Allí donde esta figura existe (o en el caso de que una persona tenga entre sus responsabilidades, la gestión de las instalaciones del edificio), tiene un papel clave en la gestión de las penetraciones de todos los elementos constructivos resistentes al fuego (paredes y forjados). Esta persona debería llevar a cabo y ser responsable de la planificación y control de los trabajos asociados con las instalaciones, no solo para ejecutarlas lo más rápida y seguramente posible, sino también para minimizar el impacto sobre los sistemas de PPCI afectados, debiendo ser consultada siempre que terceros vayan a llevar a cabo acciones que puedan afectar a los sistemas de PPCI.

Para que el responsable/gestor de instalaciones pueda realizar su trabajo de forma apropiada ha de tener la adecuada formación y experiencia en sistemas de PPCI, y en especial en la interacción entre éstos y las instalaciones sobre las que tiene responsabilidad, pues así puede llevar a cabo una adecuada planificación del mantenimiento y controlar aquellas labores que no se puedan planificar.

### **5.11. Gestión de la seguridad contra incendios**

El gestor de la seguridad contra incendios del edificio (si existe) y/o el responsable del plan de autoprotección (si existe y es una persona diferente) tienen un papel fundamental en garantizar la gestión y el control de los sistemas de PPCI, y deberían hacerlo teniendo siempre en mente la estrategia de protección contra incendios implantada.

Al igual que el gestor/responsable de instalaciones, el gestor de la seguridad contra incendios necesita contar con una sólida formación y experiencia en protección contra incendios, pero a un nivel más elevado que contemple el comportamiento de las personas en caso de incendio, la interacción del humo y los gases del incendio con las personas, además de todo lo relacionado con los sistemas de PPCI.

Dentro de sus funciones debería incluirse la formación y la asesoría en materia de protección contra incendios del personal del edificio, el equipo directivo y especialmente de todos los agentes de la edificación que realicen trabajos en el edificio. Es muy recomendable que en todas las edificaciones o instalaciones grandes y/o complejas se designe un gestor de seguridad contra incendios, que puede ser la misma figura responsable de las instalaciones de la edificación/instalación o del plan de autoprotección (si existe). Esta persona tiene un papel clave en la relación con otros responsables de ingeniería del edificio/instalación.

Por supuesto, dicho responsable debería tener además de la responsabilidad, la correspondiente autoridad e independencia para realizar su trabajo, así como acceso directo a la gerencia del edificio/instalación, debiendo ser consultado siempre que alteraciones en el funcionamiento de la actividad desarrollada en el edificio o instalación puedan afectar a la estrategia de protección contra incendios.

### **5.12. Declaración de la política de seguridad contra incendios**

Con el fin de desarrollar y mantener la seguridad contra incendios, la gerencia debería crear y emitir una declaración de la política de seguridad contra incendios, apropiada a la configuración, situación, ocupación y usuarios del edificio.

Esta declaración de la política de seguridad contra incendios debería contener una descripción de los niveles de protección pasiva contra incendios requeridos en todo el edificio, incluyendo recomendaciones sobre protección estructural, sectorización, patinillos, cavidades/huecos, pasos de instalaciones, puertas cortafuego, etc.

Un aspecto relevante en esta política es la especificación de la interacción entre medidas activas y pasivas de protección contra incendios usadas en la edificación.





## 6. IDENTIFICACIÓN DEL SISTEMA DE PPCI

Con el objetivo de garantizar que la estrategia de seguridad contra incendios del edificio se mantiene y no se deteriora por intervenciones en él, todos los sistemas de PPCI instalados en la edificación deberían estar adecuadamente identificados y para ello cada uno debería contar con marcados/etiquetas con la siguiente información mínima:

- Tipo de sistema de PPCI de que se trata.
- Clasificación de resistencia al fuego de la que dispone.
- Fecha de ejecución/instalación.
- Entidad/persona que lo ejecutó/instaló.

Este marcado/etiqueta debería ser fácilmente identificable, de larga duración y resistente al ambiente al que vaya a verse sometido.

En el caso de sistemas de PPCI constituidos por elementos singulares (por ejemplo, puertas cortafuego), bastaría con contar con un marcado en el elemento que, en caso de estar oculto debería situarse en lugar visible y no precisamente en/o junto al elemento singular, pero sí cercano a él.

En el caso de sistemas de PPCI extensos (por ejemplo, paredes, forjados, sellados de juntas lineales) se debería marcar/etiquetar el elemento a intervalos de separación regulares.

## 7. CERTIFICACIÓN de instaladores

El sistema de certificación por tercera parte no es único, esencialmente incluye la verificación de las pruebas de ensayo y el campo de aplicación o uso del sistema de PPCI, una auditoría regular del sistema de aseguramiento de la calidad, para asegurar que el sistema de PPCI tal y como se suministra al agente de la edificación pertinente, es del mismo diseño y especificación que las muestras de ensayo originales.

La certificación por tercera parte para instaladores es un proceso por el que el agente de la edificación que contrata, lo hace con empresas instaladores dotadas de personal apropiadamente formado para diseñar y/o instalar el sistema de PPCI requerido. El trabajo de los instaladores es auditado independientemente por inspecciones in situ realizadas por una organización de tercera parte acreditada.

A medida que el uso de instaladores certificados se hace más común, se reduce la incidencia de instalaciones de sistemas de PPCI realizadas por agentes de la edificación sin la adecuada capacitación y/o el uso de materiales no adecuados, reduciéndose también la necesidad de rehacer trabajos mal ejecutados.

Tras la finalización de la instalación cada agente de la edificación que la haya realizado debería emitir un certificado de conformidad para el agente de la edificación principal, que a su vez debería remitir a la propiedad del edificio.

En general, el esquema de certificación de instaladores implica que los instaladores cumplen una serie de requisitos, de los cuales la siguiente es una lista no exhaustiva:

- Cuentan con un sistema de registro para garantizar que el sistema de PPCI adecuado ha sido comprado y suministrado según las condiciones de un determinado contrato.
- Cuentan con un sistema de registro para garantizar que se ha empleado personal propio para cumplir con un determinado contrato.
- Cuentan con personal con la adecuada formación, habilidades y experiencia para la instalación/ejecución de los sistemas de PPCI con los que tratan y que conoce las características de dichos sistemas y su contribución a la seguridad contra incendios en los edificios en los que los instalen.
- Cuentan con un sistema de registro para controlar el grado de formación y experiencia de su personal
- Cuentan con un seguro de responsabilidad civil.
- Otros.

Este esquema de trabajo eleva el perfil de la cadena de suministro e instalación y proporciona al cliente un mayor nivel de confianza en referencia a la calidad de los sistemas de PPCI instalados.

Allí donde el proyectista escoja usar técnicas de ingeniería de protección contra incendios basada en prestaciones para todos o parte de los trabajos, la calidad de la instalación puede ser más importante, porque los requisitos prescriptivos tienden a ser generalistas y conservadores, mientras que los cálculos o recomendaciones de ingeniería de protección contra incendios basada en prestaciones pueden ser más exactos en sus requisitos, y cualquier deficiencia pasa a ser muy importante.

A medida que la certificación de productos e instaladores sea más común, muchos clientes no aceptarán el uso de instaladores no certificados.

No existe en nuestro país ningún sistema de certificación de instaladores a nivel nacional, por ello TECNIFUEGO-AESPI atendiendo a la sensibilidad del sector y las necesidades de los diversos actores afectados ha creado el Registro de Instaladores de Protección Pasiva.

El sistema se basa en un registro de aquellos instaladores que cumplen una serie de requisitos avalados por una tercera parte.



## 8. LABORATORIOS de resistencia al fuego en España

Se presentan a continuación la relación de laboratorios de resistencia al fuego acreditados por ENAC en España:

### **AFITI-LICOF**

Camino del Estrechillo, 8  
E-28500 Arganda del Rey, Madrid  
Telf.: +34 902 112 942 / +34 91 871 35 24  
Fax: +34 901 706 587  
[www.afiti.com](http://www.afiti.com)

### **Applus+**

Campus UAB – Ronda de la Font del Carme, s/n  
08193, Bellaterra, Barcelona (España)  
Tel.: +34 900 103 067  
Fax.: +34 93 567 20 01  
Email: [info@applus.com](mailto:info@applus.com)  
[www.applus.com](http://www.applus.com)

### **ENSATEC**

Avda. Lentiscares, 4-6, Pº Industrial Lentiscares  
26370 Navarrete (La Rioja)  
Telf.: 941 250 466  
Fax: 941 253 388  
Email: [info@ensatec.com](mailto:info@ensatec.com)  
[www.ensatec.com](http://www.ensatec.com)

### **TECNALIA**

Área Anardi, 5. Apdo. 134  
E-20730 Azpeitia (Gipuzkoa)  
Tel.: 902.760.000  
[www.tecnalia.com](http://www.tecnalia.com)

tecnifuego AESPI

**Agradecemos las contribuciones de:**

**ANDREU BARBERA** José Vicente Andreu

**BUDENHEIM** Vicente Mans

**KNAUF** Joanna Cardenas

**PINTURAS HEMPEL** Pere Catalá

**PYROPLEX** Felipe de Diego

**ROCKWOOL** Mercedes Sánchez

**SAINT-GOBAIN ISOVER IBÉRICA S.L.** Carlos Rodero

**STOEBICH** Julio Tudela

**TECNIFUEGO-AESPI** Francisco Herranz

**Y la colaboración de** Iván Lorenzo

**Fotos:**

**Budenheim.**

**Hilti.**

**Mercortecresa.**

**Odice.**

**Puertas Andreu.**

**Rockwool.**

**Saint-Gobain Isover Ibérica S.L.**

**Stoebich.**



**Secretaría general:**

C/ Doctor Esquerdo 55, 1ºF  
28007 Madrid  
T. 34 91 436 14 19  
info@tecnifuego-aespi.org

**Oficina Barcelona**

C/ Casanova, 195, Entresuelo 3ª  
08036 Barcelona

[www.tecnifuego-aespi.org](http://www.tecnifuego-aespi.org)