

# Manual CEPREVEN de Instalación, Mantenimiento y Verificación de construcciones con paneles sándwich

Miguel Vidueira  
Director Técnico de CEPREVEN



# Comisión Técnica

- Elaborado por una Comisión Técnica formada por:

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

AFELMA	PLUS ULTRA
AXA	PREPERSA
CASER	REALE
GENERALI	TECNIFUEGO-AESPI
HELVETIA	ANTONIO GALÁN
IPUR	CEPREVEN

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

# Motivación

- Uso extendido en construcción, especialmente en aplicaciones industriales de temperatura controlada, por su fácil montaje y buen aislamiento térmico
- Preocupación en el sector asegurador por el uso de paneles sándwich con núcleos combustibles
- Desconocimiento sobre aspectos relacionados con documentación (ensayos), instalación, y mantenimiento de los paneles

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

# Objetivo

- Proporcionar información que permita a los distintos actores involucrados conocer las características de los paneles en relación con la protección de la propiedad
- Aspectos importantes a considerar durante la instalación
- Presentar buenas prácticas para el mantenimiento del panel durante su vida útil
- Aspectos a considerar en inspección y verificación

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

# Alcance

- Paneles sándwich aislantes de doble cara metálica y autoportantes, para aplicación en discontinuo, con núcleos de poliuretano y lana mineral.
- Excepciones:
  - las mismas que las de la norma UNE-EN 14509, “Paneles sándwich aislantes autoportantes de doble cara metálica”
  - Utilización de productos de aislamiento para otras aplicaciones (inyectados, planchas...)

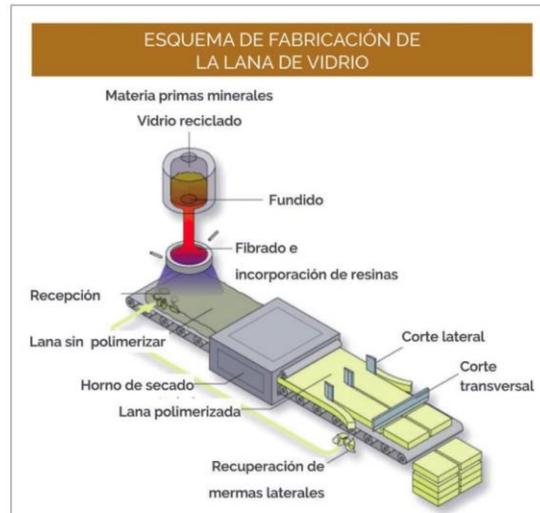


Figura F2.4. Proceso de fabricación de la lana de vidrio. Fuente: Cortesía de AFELMA

Estos paneles sándwich están formados por un núcleo de lana mineral recubierto por ambas caras con una chapa de acero galvanizado o prelacado. Entre la lana mineral y la chapa de acero hay una capa de adhesivo que permite unir ambos elementos.

Estos paneles se emplean como soluciones constructivas para cubiertas (planas e inclinadas), fachadas, particiones interiores verticales y horizontales y medianerías en edificación residencial, edificación industrial, procesos industriales, aplicaciones de climatización y aplicaciones en la industria naval y marítima.

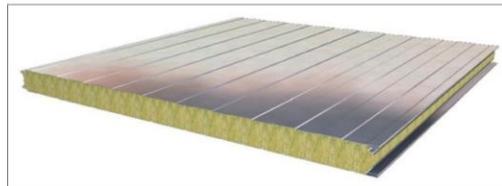


Figura F2.5. Ejemplo de panel sándwich de lana roca para sectorización. Fuente: Cortesía de Paneles ACH

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

# Generalidades

- Descripción del producto
- Fabricación
- Aplicaciones

### 3.2. Paneles sándwich de PUR y PIR

El poliuretano rígido (PUR) y su variante, el poliisocianurato (PIR) son materiales poliméricos orgánicos. Se producen como consecuencia de la reacción exotérmica entre el poliol y el isocianato (productos precursores). La diferencia entre el PUR y el PIR radica en la proporción de los productos precursores, presentando en el caso del PIR una mayor cantidad de isocianato. Conviene conocer que no hay una definición oficial a partir de cuándo una espuma puede ser considerada PIR. Se suele denominar como espumas PIR aquellas en las cuales el índice es superior a 180. El índice se basa en la relación estequiométrica entre isocianato y poliol y no en su relación en peso.

Son productos termoestables y no funden cuando están sometidos al calor, es decir, no producen gotas. La temperatura de descomposición térmica se sitúa alrededor de los 200°C, la temperatura de inflamación está entre 320°C y 420°C y la temperatura de auto ignición está entre 420°C - 550°C. Con respecto a su carga de fuego, puede estar comprendida entre 22 y 31 MJ/kg. Dado que existen una gran variedad de formulaciones de PIR y PUR, existirán paneles sándwich con comportamiento en caso de incendio muy diferente como consecuencia de este hecho.

En caso de incendio, si el núcleo llega a verse expuesto, combustionará por efecto de las llamas y el oxígeno originando una carbonización gradual sobre la superficie del poliuretano (la rapidez dependerá en gran medida de la clasificación de reacción al fuego del panel). Esta carbonización se produce como consecuencia del carácter termoestable indicado anteriormente. El proceso de carbonización se producirá siempre y cuando exista una fuente de calor o siga el incendio. Cuando el incendio ha sido extinguido o se ha eliminado la fuente de calor, el proceso de carbonización se detendrá. La espuma de poliuretano no entrará en combustión si no es afectada por una llama.



Figura F3.1. Ejemplo de la extensión de la carbonización sobre una espuma rígida de poliuretano.  
Fuente: Imagen cedida por HUURRE IBÉRICA

El nivel de carbonización de las espumas de poliuretano no siempre es el mismo ya que dependerá de la formulación química.

Una mejora del comportamiento frente al fuego se consigue cuando se emplean espumas de poliisocianurato ya que presentan una menor inflamabilidad y liberación de humos ofreciendo la misma capacidad aislante que el PUR.

La pérdida de masa de los paneles sándwich de PUR en la fase pre-flashover del incendio es exponencial y comienza a perder una cantidad significativa de su masa alrededor de 300°C. En el caso del PIR, tiene una temperatura de pirólisis inferior y mostrarán una tendencia lineal. El proceso de pirólisis se producirá antes para construir su estructura de nido de abeja como una capa protectora. Por eso es imprescindible que las fijaciones estén ejecutadas conforme al ensayo de resistencia al fuego para asegurar que el panel cumple con sus prestaciones.

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

# Comportamiento al fuego

- Conceptos generales aplicables a todos los paneles
- Paneles PIR y PUR
- Paneles de lana mineral

Las clasificaciones habituales de reacción al fuego para los paneles sándwich disponibles en el mercado se muestran a continuación, en función de su núcleo aislante:

Clasificaciones habituales de reacción al fuego de los paneles sándwich metálicos con núcleo aislante			
Euroclase	Lana mineral	PIR	PUR
A1	--	--	--
A2	A2-s1,d0	--	--
B	--	B-s1,d0 / B-s2,d0	B-s2,d0
C	--	--	C-s3,d0
D	--	--	--
E	--	--	--
F	--	--	--

Tabla T4.1. Euroclases habituales de los paneles sándwich metálicos con núcleo aislante de lana mineral y poliuretano.  
Fuente: Elaboración propia.

La reacción al fuego se deberá justificar mediante el informe de clasificación, informe técnico y la documentación asociada al ensayo correspondiente.

Como novedad de la nueva versión de la norma de producto UNE-EN 14509, obligatoria desde Agosto del 2015, en el ensayo del pequeño quemador (UNE-EN ISO 11925-2), cuando se aplica el procedimiento de ensayo estándar, se requiere que la aplicación de la llama se lleve a cabo directamente sobre la espuma. Esto conduce a que la calidad de la espuma sea mejorada y asegura como mínimo una euroclase E, tanto del panel como de la espuma del núcleo.

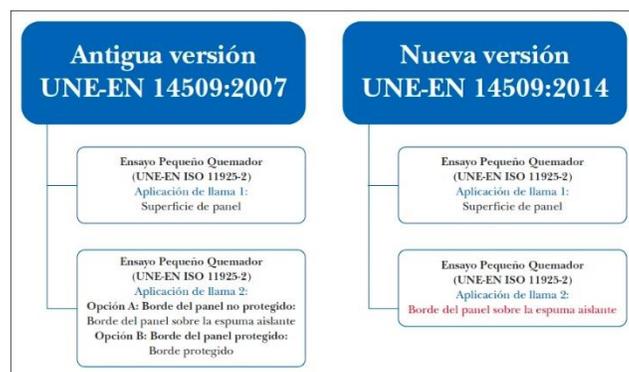


Figura F4.1. Comparación cambios en el lugar de aplicación de la llama en el ensayo según UNE-EN ISO 11925-2 (Pequeño quemador). Fuente: Elaboración propia.

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

# Ensayos de fuego

- Ensayos de Reacción al Fuego
- Ensayos de Resistencia al Fuego
- Documentación acreditativa



Figura F5.1. Almacenamiento de palets de madera próximo a un cerramiento mediante paneles sándwich. Fuente: Elaboración propia

- Establecer un protocolo de comunicación por escrito cada vez que se plantee la realización de estos trabajos, que sea autorizado por el responsable de mantenimiento o seguridad de la empresa. Esto es denominado normalmente como "permiso de fuego".
- Limpiar y retirar cualquier elemento inflamable o combustible del lugar donde se realicen estas operaciones especiales.
- Proteger adicionalmente con chapas metálicas o lonas ignífugas los paneles próximos.
- Cubrir también huecos y objetos combustibles que estén a menos de 15 m.
- Disponer de elementos de extinción portátiles, que sean accesibles al equipo que realiza o supervisa los trabajos.
- El área de trabajo deberá estar permanentemente vigilado durante y después de los trabajos, comprobando que no queda ningún material incandescente o foco de calor no controlado o no enfriado.
- Vigilar la zona como mínimo una hora después de terminar el trabajo.

### 5.3. Panel sándwich

Analizando los posibles riesgos o acciones relacionadas con el empleo del panel como producto, podemos destacar los puntos.

- Respetar de manera estricta la información mostrada en los informes de ensayo especialmente sobre los aspectos relacionados con el montaje y fijación de los paneles (número y separación de las fijaciones, diseño de la junta, etc.) y los productos cubiertos por una clasificación (espesor de los paramentos metálicos, marcas comerciales, tipos de juntas permitidos, cantidad de adhesivo, densidades de los núcleos aislantes, espesor del panel, etc.).
- Evitar que los núcleos aislantes puedan quedar expuestos.
- Realizar visitas periódicas para revisar el estado mecánico de los paneles y asegurarse que las juntas de unión de los paneles se mantienen en su posición correcta así como que el panel no presente daños externos que comprometan sus funciones.
- Evitar que los sistemas de extracciones de humos calientes atraviesen los paneles sándwich excepto si éstos están protegidos adecuadamente o presentan una resistencia al fuego. En el caso de instalaciones eléctricas, deberán estar protegidas.

# Inspección

- Entorno del panel
- Alteraciones del panel
- Medios de protección existentes
- Gestión de riesgos

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

Una vez dispongamos de los PCS en MJ/m<sup>2</sup>, procederemos al cálculo del PCS en MJ/kg del panel completo a través de la siguiente expresión:

$$PCS (MJ/Kg) = \frac{\sum PCS \text{ individuales } (MJ/m^2)}{\sum Densidades \text{ individuales } (Kg/m^2)}$$

Sustituyendo los datos en la anterior expresión, tendremos el siguiente valor:

$$PCS \text{ panel completo} = 7,13 \text{ MJ/m}^2 / 12,48 \text{ Kg/m}^2 = 0,57 \text{ MJ/Kg}$$

#### Ejemplo 2. Panel sándwich con núcleo de poliuretano

En este ejemplo se va a calcular el PCS de un panel sándwich con un núcleo de poliuretano a partir de los PCS individuales de los materiales que lo forman. Las características del panel se muestran a continuación:

Características panel	Tipo	Espesor	Densidad	PCS
Núcleo aislante	Poliuretano	30 mm	40 kg/m <sup>3</sup>	22,2 MJ/kg
Chapa metálica	Aceros	0,5 mm	7 850 kg/m <sup>3</sup>	0,0 MJ/kg
Pintura	Poliuretano	—	45 g/m <sup>2</sup>	15,0 MJ/kg

Tabla T6.4. Propiedades de los elementos que componen un panel con núcleo de PUR (ejemplo)

Al igual que en el caso anterior, se debe presentar cada una de las capas del panel con su PCS.

Componente del panel	PCS (MJ/Kg)
Pintura (cara externa)	15,0
Chapa metálica	0,0
Núcleo de poliuretano	22,2
Chapa metálica	0,0
Pintura (Cara interna)	15,0

Tabla T6.5. PCS de cada elemento que compone un panel con núcleo de PUR (ejemplo)

Con esta información, se debe proceder al cálculo del PCS de cada uno de los componentes individuales en MJ/m<sup>2</sup>.

Componente del panel	PCS (MJ/Kg)	Densidad superficial (Kg/m <sup>2</sup> )	PCS (MJ/m <sup>2</sup> )
Pintura (Cara externa)	15,0	0,05	0,7
Chapa metálica	0,0	3,90	0,0
Núcleo de poliuretano	22,2	1,20	26,6
Chapa metálica	0,0	3,90	0,0
Pintura (Cara interna)	15,0	0,05	0,7

Tabla T6.6. Densidad de carga de fuego aportada por cada componente de un panel con núcleo de PUR (ejemplo)

Una vez dispongamos de los PCS en MJ/m<sup>2</sup>, procederemos al cálculo del PCS en MJ/kg del panel completo a través de la siguiente expresión:

$$PCS (MJ/Kg) = \frac{\sum PCS \text{ individuales } (MJ/m^2)}{\sum Densidades \text{ individuales } (Kg/m^2)}$$

Sustituyendo los datos en la anterior expresión, tendremos el siguiente valor:

$$PCS \text{ panel completo} = 27,99 \text{ MJ/m}^2 / 9,09 \text{ Kg/m}^2 = 3,08 \text{ MJ/Kg}$$

JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR

UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS

Madrid, 22 de  
febrero de 2018

# Cálculo PCS

- Contribución del panel a la carga de fuego de un establecimiento
- Ejemplos de cálculo

#### Soluciones para locales de fuerte higrometría

A efectos de este documento, se considera local de alta higrometría cuando el nivel de presión de vapor de agua es igual o superior a 15mmHg y  $W/n > 2,5 \text{ g/m}^3$  siendo

W la cantidad de vapor de agua producido en el interior del local en gr/hora y  
n la cantidad de renovaciones de aire del local en m<sup>3</sup>/hora.

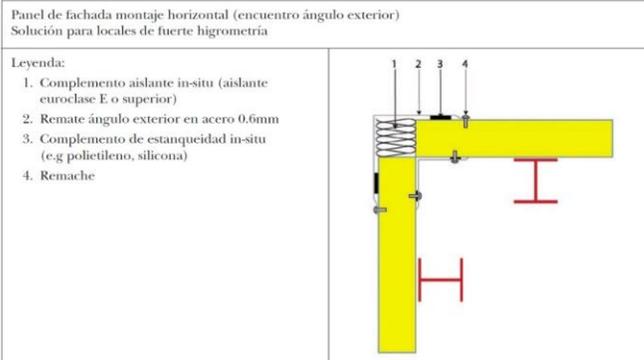


Figura F7.4.(1) Ejemplos de soluciones constructivas para locales con fuerte higrometría. Fuente: RAGE

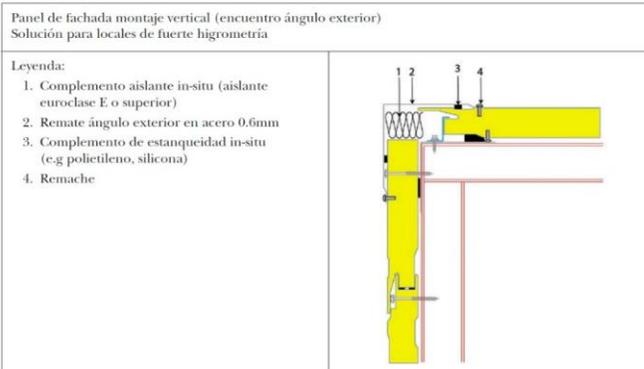


Figura F7.4.(2) Ejemplos de soluciones constructivas para locales con fuerte higrometría. Fuente: RAGE

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

# Instalación y montaje

- Fijaciones
- Soluciones constructivas
  - Locales de baja humedad
  - Locales de fuerte humedad
  - Locales de temperatura por encima y debajo de 0°C

### 8.6. Pintado

Para el pintado del panel de chapas prelacadas, se procederá de la siguiente forma:

- Si la pintura está dañada y el zincado visible:
  1. Limpieza de la superficie.
  2. Aplicar una ligera imprimación tipo epoxi-poliuretano.
  3. Aplicar pintura acrílica-poliuretano sobre la imprimación.
- Si se realiza un pintado sobre la pintura prelacada:
  1. Limpieza de la superficie.
  2. Aplicar una pintura acrílica-poliuretano.

### 8.7. Malas prácticas

En este apartado se muestran fotografías de malas prácticas detectadas durante inspecciones de este tipo de riesgos::



Figura F8.11.

Sellado de penetración en panel sándwich ejecutado a base de espuma de poliuretano y planchas de polietileno

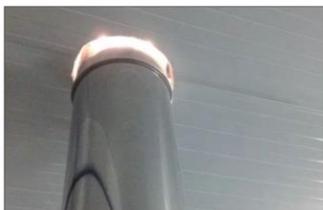


Figura F8.12.

Penetración no sellada en panel sándwich



Figura F8.13.

Panel sándwich que ha sido golpeado, quedando su relleno expuesto

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

# Manipulación y mantenimiento

- Transporte
- Entorno del panel
- Actuaciones sobre el panel
- Mantenimiento
- Pintado
- Malas prácticas

**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

5.2.5	¿Es el perímetro del edificio accesible a la intervención de Bomberos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3	El panel sándwich (como producto)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3.1	¿Se ha seguido el proceso de fijación y montaje descrito en el Informe de Ensayo (Reacción y/o Resistencia al Fuego)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3.2	¿El núcleo aislante del panel sándwich se encuentra expuesto en alguna zona?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3.3	¿La instalación de la junta en aplicación final de uso respeta la estructura del panel y las indicaciones del fabricante?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3.4	¿Se han retirado del panel los film protectores, especialmente en las inmediaciones de las juntas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3.5	¿El panel sándwich se encuentra en buen estado (libre de defectos mecánicos, chapas levantadas, perforadas, etc.)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.3.6	¿Los puntos singulares (cunbreras, canalones, coronaciones...) se han ejecutado conforme indica el fabricante?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4	Medidas de protección pasiva y activa	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.1	¿Existen en la instalación medidas de protección pasivas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.1.1	¿Las compartimentaciones se han ejecutado de manera adecuada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.1.2	¿Las vías de evacuación se encuentran correctamente señalizadas y libres de cualquier obstáculo que pudiera dificultar su utilización?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.1.3	¿La estructura portante del establecimiento presenta algún tipo de protección para garantizar su estabilidad ante el fuego?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.1.4	¿Los sistemas de compartimentación contra incendios se encuentran correctamente mantenidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.2	¿Existen en la instalación medidas de protección activas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.2.1	¿En el caso de la protección activa, la instalación y mantenimiento se ha realizado por una empresa registrada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.2.2	En el caso de ser requerida una instalación de detección automática, ¿el tipo de tecnología es el adecuado según el tipo de incendio esperable y los condicionantes de la actividad realizada (Ej., usos de temperatura controlada)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.2.3	En caso de ser necesarios, ¿se dispone de sistemas de control de temperatura y evacuación de humos conforme a la normativa de diseño aplicable?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.4.2.4	En el caso de ser requerido un sistema de extinción automático, ¿la tecnología escogida y el tipo de sistema son adecuados según los condicionantes de la actividad realizada (Ej., tipo de producto, temperatura ambiente)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5	Gestión de la seguridad contra incendios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5.1	¿Dispone la empresa de procedimientos específicos de actuación en caso de incendio o de un plan de autoprotección?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5.2	¿Existe un procedimiento de seguridad regulando la concesión de "permisos de fuego" para la realización de trabajos en caliente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.5.3	¿Disponen los operarios de trabajos en caliente de la certificación CEPREVEN de operador de trabajos en caliente?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

# Lista de Comprobación

- Datos de la instalación
- Documentación
- Formulario de inspección
- Cálculos PCS
- Instalación y montaje
- Manipulación y mantenimiento



Asociación Española de  
Sociedades de Protección  
Contra Incendios



**JORNADAS  
TÉCNICAS  
SIGUR**

**UNA VISIÓN  
GLOBAL DE LA  
SEGURIDAD  
PASIVA EN LA  
PROTECCIÓN  
CONTRA  
INCENDIOS**

**Madrid, 22 de  
febrero de 2018**

Gracias por su atención  
[mvidueira@cepreven.com](mailto:mvidueira@cepreven.com)