

SEGUNDA SECCION

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

CODIGO Internacional para la Aplicación de Procedimientos de Ensayo de Exposición al Fuego (CODIGO PEF), del Convenio Internacional para la Seguridad de la Vida Humana en el Mar, 1974 (SOLAS/74), Enmendado, que se da a conocer en términos del Acuerdo de fecha 20 de agosto de 2009, suscrito por los Secretarios de Relaciones Exteriores y de Comunicaciones y Transportes, publicado el 5 de octubre de 2009.

Resolución MSC.61 (67)

(aprobada el 5 de diciembre de 1996)

APROBACION DEL CODIGO INTERNACIONAL PARA LA APLICACION DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

EL COMITE DE SEGURIDAD MARITIMA,

RECORDANDO el artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

RECONOCIENDO la necesidad de estipular la aplicación obligatoria de procedimientos de ensayo de exposición al fuego, como prescribe el capítulo II-2 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974, en su forma enmendada,

TOMANDO NOTA de la resolución MSC.57(67) por la que adoptó, entre otras cosas, enmiendas al capítulo II-2 del Convenio SOLAS a fin de hacer obligatorias las disposiciones del Código internacional para la aplicación de procedimientos de ensayo de exposición al fuego (Código PEF), en virtud de dicho Convenio el 1 de julio de 1998, o posteriormente,

HABIENDO EXAMINADO en su 67o. periodo de sesiones el texto del propuesto Código PEF,

1. APRUEBA el Código internacional para la aplicación de procedimientos de ensayo de exposición al fuego (Código PEF), cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;

2. TOMA NOTA de que, en virtud de las enmiendas al capítulo II-2 del SOLAS, las enmiendas al Código PEF se adoptarán, entrarán en vigor y surtirán efecto de conformidad con lo dispuesto en el artículo VII de dicho Convenio en relación con los procedimientos aplicables a las enmiendas no referidas al capítulo I del anexo del Convenio;

3. PIDE al Secretario General que remita copias auténticas de esta resolución y el texto del Código PEF, que figura en el anexo, a todos los Gobiernos Contratantes del Convenio SOLAS;

4. PIDE ADEMAS al Secretario General que remita copias de esta resolución y del anexo a todos los Miembros de la Organización que no sean Gobiernos Contratantes del Convenio SOLAS.

CODIGO INTERNACIONAL PARA LA APLICACION DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO. (Código PEF)

1 AMBITO

1.1 El presente Código está destinado a que lo utilicen la Administración y la autoridad competente del Estado de abanderamiento cuando aprueben productos que se vayan a instalar en buques que enarbolan el pabellón del Estado de abanderamiento, de conformidad con las prescripciones de seguridad contra incendios del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada.

1.2 Este Código será utilizado por los laboratorios de ensayo cuando sometan a ensayo y evalúen productos con arreglo a lo dispuesto en el mismo.

2 APLICACION

2.1 El presente Código es aplicable a productos que deban ser sometidos a ensayo, evaluados y aprobados de conformidad con el Código de procedimientos de ensayo de exposición al fuego a que se hace referencia en el Convenio.

2.2 Cuando en el Convenio se haga referencia al Código con la expresión "... de conformidad con el Código de procedimientos de ensayo de exposición al fuego", el producto pertinente se someterá a ensayo de conformidad con el procedimiento de ensayo de exposición al fuego aplicable o con los procedimientos indicados en el párrafo 4.1.

2.3 Cuando en el Convenio sólo se haga referencia al comportamiento de un producto en un incendio mediante expresiones como "... y sus superficies expuestas tendrán características de débil propagación de la llama", el producto pertinente se someterá a ensayo de conformidad con el procedimiento de ensayo de exposición al fuego aplicable o con los procedimientos indicados en el párrafo 4.1.

3 DEFINICIONES

3.1 Código de procedimientos de ensayo de exposición al fuego: Código internacional sobre la aplicación de procedimientos de ensayo de exposición al fuego, según se define en el capítulo II-2 del Convenio, en su forma enmendada.

3.2 Fecha de expiración del ensayo de exposición al fuego: última fecha en que se puede utilizar el procedimiento de ensayo dado para someter a ensayo y posteriormente aprobar cualquier producto con arreglo al Convenio.

3.3 Fecha de expiración de la aprobación: última fecha en que la posterior aprobación es válida como prueba de haberse cumplido las prescripciones sobre seguridad contra incendios del Convenio.

3.4 Administración: Gobierno del Estado cuyo pabellón tiene derecho a enarbolar el buque.

3.5 Autoridad competente: organización autorizada por la Administración para desempeñar las funciones requeridas por el presente Código.

3.6 Laboratorio reconocido por la Administración: laboratorio de ensayo aceptable para la Administración pertinente. Se podrá reconocer a otros laboratorios de ensayo en casos particulares para que efectúen aprobaciones específicas, según decida la Administración pertinente.

3.7 Convenio: Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada.

3.8 Ensayo normalizado de exposición al fuego: ensayo en que las muestras se exponen en un horno de ensayo a temperaturas que corresponden aproximadamente a la curva normalizada de tiempo-temperatura.

3.9 Curva normalizada de tiempo-temperatura: curva definida por la fórmula:

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20$$

donde:

T temperatura media del horno (°C)

t tiempo (minutos).

4 REALIZACION DE LOS ENSAYOS

4.1 Procedimientos de ensayo de exposición al fuego

4.1.1 El anexo 1 del presente Código incluye los procedimientos de ensayo requeridos que se utilizarán al someter a ensayo los productos como base para la aprobación (incluida la renovación de la aprobación), salvo lo dispuesto en la sección 8.

4.1.2 En los procedimientos de ensayo se exponen los métodos de ensayo y los criterios de aceptación y clasificación.

4.2 Laboratorios de ensayo

4.2.1 Los ensayos se efectuarán en laboratorios de ensayo reconocidos por las administraciones interesadas.

4.2.2 Al reconocer un laboratorio, la Administración tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- .1** que el laboratorio realice, como parte regular de sus actividades, inspecciones y ensayos que sean iguales o análogos a los ensayos descritos en la parte aplicable;
- .2** que el laboratorio tenga acceso a los aparatos, las instalaciones, el personal y los instrumentos calibrados necesarios para efectuar dichos ensayos e inspecciones; y
- .3** que el laboratorio no pertenezca o esté dirigido por un fabricante, vendedor o suministrador del producto que se está sometiendo a ensayo.

4.2.3 El laboratorio de ensayo utilizará un sistema de control de calidad supervisado por la autoridad competente.

* Véase la lista de laboratorios de ensayo reconocidos por las administraciones, que se publican y actualizan en la serie de circulares FP

4.3 Informes sobre los ensayos

4.3.1 Los procedimientos de ensayo indican el contenido requerido de los informes sobre los ensayos.

4.3.2 En general, los informes sobre los ensayos son propiedad del patrocinador del ensayo.

5 APROBACION

5.1 Cuestiones generales

5.1.1 La Administración aprobará los productos de conformidad con sus procedimientos de aprobación establecidos, utilizando el procedimiento de homologación (véase el párrafo 5.2) o de aprobación en casos particulares (véase el párrafo 5.3).

5.1.2 La Administración podrá autorizar a las autoridades competentes a que expidan aprobaciones en su nombre.

5.1.3 El solicitante que requiera una aprobación tendrá el derecho legal a utilizar los informes sobre los ensayos derivados de su solicitud (véase el párrafo 4.3.2).

5.1.4 La Administración podrá requerir que los productos aprobados estén provistos de marcas de aprobación especiales.

5.1.5 La aprobación será válida cuando el producto se instale a bordo de un buque. Si se aprueba un producto al ser fabricado, pero la aprobación expira antes de que se instale en el buque, dicho producto se podrá instalar como material aprobado, siempre que no hayan cambiado los criterios desde la fecha de expiración del certificado de aprobación.

5.1.6 La solicitud de aprobación se presentará ante la Administración o la autoridad competente. La solicitud contendrá como mínimo lo siguiente:

- .1 nombre y dirección del solicitante y del fabricante;
- .2 nombre o nombre comercial del producto;
- .3 cualidades específicas respecto de las cuales se solicita la aprobación;
- .4 dibujos o descripciones del montaje y los materiales del producto y, cuando proceda, instrucciones sobre su instalación y utilización; y
- .5 un informe sobre el ensayo o los ensayos de exposición al fuego.

5.1.7 Toda alteración importante de un producto hará cesar la validez de la aprobación pertinente. Para obtener una nueva aprobación, el producto se someterá nuevamente a ensayo.

5.2 Homologación

5.2.1 Los certificados de homologación se expedirán y renovarán en base a los informes sobre los ensayos aplicables de exposición al fuego (véase la sección 4).

5.2.2 La Administración exigirá que los fabricantes dispongan de un sistema de control de calidad supervisado por una autoridad competente, a fin de garantizar el continuo cumplimiento de las condiciones de homologación. En su defecto, la Administración podrá emplear procedimientos de verificación del producto acabado cuando una autoridad competente verifique la conformidad con el certificado de homologación antes de que se instale el producto en el buque.

5.2.3 La validez de los certificados de homologación no será superior a 5 años a partir de la fecha de expedición.

5.2.4 Los certificados de homologación contendrán como mínimo lo siguiente:

- .1 identificación (nombre o nombre comercial y descripción) del producto;
- .2 clasificación y cualquier restricción en la utilización del producto;
- .3 nombre y dirección del fabricante y del solicitante;
- .4 método(s) utilizado(s) en el(los) ensayo(s);
- .5 identificación del informe o los informes sobre los ensayos y observaciones aplicables (incluida la fecha de expedición, el número de archivo posible y el nombre y la dirección del laboratorio de ensayo);
- .6 fecha de expedición y posible número del certificado de homologación;
- .7 fecha de expiración del certificado; y
- .8 nombre del organismo emisor (autoridad competente) y, si procede, la autorización.

5.2.5 En general; los productos homologados se podrán instalar para el fin a que se les destine a bordo de los buques que enarbolan el pabellón del Estado de la Administración que otorga la aprobación.

5.3 Aprobación en casos particulares

5.3.1 La aprobación en casos particulares es la aprobación concedida cuando se aprueba un producto para que se instale a bordo de un buque específico sin expedir un certificado de homologación.

5.3.2 La Administración podrá aprobar productos, empleando los procedimientos de ensayo aplicables, para que se utilicen en un buque específico sin expedir un certificado de homologación. La aprobación en casos particulares será válida solamente para el buque especificado.

6 PRODUCTOS QUE SE PUEDEN INSTALAR SIN SER OBJETO DE ENSAYO Y/O APROBACION

El anexo 2 del presente Código especifica los grupos de productos que (de haberlos) se considera que cumplen las reglas específicas de seguridad contra incendios estipuladas en el Convenio y que se pueden instalar sin ser objeto de ensayo y/o aprobación.

7 UTILIZACION DE EQUIVALENCIAS Y TECNOLOGIA MODERNA

7.1 A fin de permitir la utilización de tecnología moderna y el desarrollo de nuevos productos, la Administración podrá aprobar la instalación de productos a bordo de los buques en base a ensayos y verificaciones no mencionados específicamente en el presente Código, pero que la Administración considere equivalentes a los especificados en las prescripciones pertinentes de seguridad contra incendios del Convenio.

7.2 La Administración informará a la Organización sobre las aprobaciones a que se hace referencia en el párrafo 7.1, de conformidad con la regla 1/5 del Convenio, y seguirá los procedimientos de documentación que se indican a continuación:

- .1** en el caso de productos nuevos y no tradicionales, un análisis por escrito que indique la razón por la que no pueden utilizarse el método o los métodos de ensayo existentes para el ensayo del producto específico;
- .2** un análisis por escrito que precise cómo el nuevo procedimiento de prueba propuesto verificará el comportamiento requerido por el Convenio; y
- .3** un análisis por escrito que compare el nuevo procedimiento de ensayo propuesto con el requerido por el Convenio.

8 PERIODO DE GRACIA PARA OTROS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO

8.1 Se considera que los últimos procedimientos de ensayo aprobados por la Organización son los más adecuados para demostrar que los productos cumplen las prescripciones pertinentes de seguridad contra incendios del Convenio.

8.2 No obstante lo indicado en otras partes del presente Código, cuando se aprueben productos para que se ajusten a las prescripciones de seguridad contra incendios del Convenio, la Administración podrá utilizar unos procedimientos de ensayo y criterios de aceptación establecidos que sean distintos de los incluidos en el anexo 1 del presente Código, a fin de permitir un periodo de gracia apropiado para que los laboratorios de ensayo obtengan equipo de ensayo, el sector naviero vuelva a someter a ensayo sus productos y las administraciones provean los nuevos certificados necesarios. Las fechas de expiración del ensayo y de la aprobación de estos otros procedimientos de ensayo y criterios de aceptación figuran en el anexo 3 del presente Código.

9 LISTA DE REFERENCIAS

En las partes 1 a 9 del anexo 1 del Código se hace referencia a las siguientes resoluciones de la Asamblea de la OMI y normas de la ISO:

- .1** resolución A.471 (XII) - *Recomendación sobre el método de ensayo para determinar la resistencia a la llama de materias textiles de diversos tipos colocadas verticalmente;*
- .2** resolución A.563(14) - *Enmiendas a la Recomendación sobre el método de ensayo para determinar la resistencia a la llama de materias textiles de diversos tipos colocadas verticalmente (resolución A. 477 (XII));*
- .3** resolución A.652(16) - *Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para mobiliario tapizado;*
- .4** resolución A.653(16) - *Recomendación sobre mejores procedimientos de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de la superficie de los materiales de acabado de los mamparos, techos y cubiertas;*

- .5 resolución A.687(17) - Procedimientos de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de los revestimientos primarios de cubierta;
- .6 resolución A.688(17) - Procedimientos de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de los artículos de cama;
- .7 resolución A.753(18) - Directrices para la instalación de tuberías de plástico en los buques;
- .8 resolución A.754(18) - Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para divisiones de clases "A", "B" y "F";
- .9 ISO 1182:1990 - Fire test - Building materials - Non-combustible lity test;
- .10 ISO 1716:1973 - Building materials - Determination of calorific potential; y
- .11 ISO 5659:1994- Plastics - Smoke generation, Part 2 - Determination of optical density by a single chamber test.

Anexo 1

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

PREAMBULO

1 El presente anexo contiene los procedimientos de ensayo de exposición al fuego que se utilizarán para verificar que los productos cumplen las prescripciones aplicables. Por lo que respecta a otros procedimientos de ensayo, se aplicarán las disposiciones del párrafo 8.2 y el anexo 3 del Código.

2 Se hará referencia a los procedimientos de ensayo de este anexo (por ejemplo, en el informe sobre el ensayo y el certificado de homologación) indicando el número o los números de las partes pertinentes, según se muestra a continuación:

Ejemplo: Cuando un revestimiento primario de cubierta haya sido sometido a ensayo de conformidad con las partes 2 y 6 del anexo 1, se hará referencia a las "partes 2 y 6 del Código PEF de la OMI".

3 Se requiere que algunos productos o sus componentes sean sometidos a más de un procedimiento de ensayo. Con este fin, en algunas partes del presente anexo se hace referencia a otras partes. Tales referencias se incluyen aquí sólo como información, y la orientación aplicable se buscará en las prescripciones pertinentes del Convenio.

4 En relación con los productos que se pueden instalar sin ser objeto de ensayo y/o aprobación, se hace referencia al anexo 2 del Código.

Parte 1 - Ensayo de incombustibilidad

1 APLICACION

1.1 Cuando se requiera que un material sea incombustible, esta propiedad se verificará de conformidad con lo dispuesto en la presente parte.

1.2 Si un material satisface los requisitos del ensayo especificado en la sección 2 se considerará como "incombustible" incluso si contiene una mezcla de sustancias orgánicas e inorgánicas.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

2.1 La incombustibilidad se verificará siguiendo el procedimiento de ensayo de la norma ISO 1182 de 1990, salvo que en lugar del anexo A de esta norma, "Criterios para la evaluación", se aplicarán todos los criterios siguientes:

- .1 el aumento medio de la temperatura del termopar del horno, calculado según el párrafo 8.1.2 de la norma ISO 1182, no es superior a 30 °C;
- .2 el aumento medio de la temperatura del termopar de la superficie, calculado según el párrafo 8.1.2 de la norma ISO 1182, no es superior a 30 °C;
- .3 la duración media de la producción continua de llamas, calculada según el párrafo 8.2.2 de la norma ISO 1182, no es superior a 10 segundos; y
- .4 la pérdida media de masa, calculada según el párrafo 8.3 de la norma ISO 1182, no es superior al 50%.

2.2 El informe sobre el ensayo incluirá la información siguiente:

- .1 nombre del organismo que efectúa el ensayo;
- .2 nombre del fabricante del material;

- .3 fechas del suministro de los materiales y de la realización de los ensayos;
- .4 nombre o identificación del material;
- .5 descripción del material;
- .6 densidad del material;
- .7 descripción de las muestras;
- .8 método de ensayo;
- .9 resultados del ensayo, incluidas todas las observaciones;
- .10 designación del material de conformidad con los criterios de ensayo especificados en el párrafo 2.1 anterior.

Parte 2 - Ensayo de producción de humo y toxicidad

1 APLICACION

Cuando se requiera que un material no produzca cantidades excesivas de humo y productos tóxicos o que no presente riesgos tóxicos a temperaturas elevadas, el material cumplirá lo dispuesto en la presente parte.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

2.1 Cuestiones generales

Los ensayos sobre la producción de humo se realizarán con arreglo a lo dispuesto en la parte 2 de la norma ISO 5659 de 1994 y los procedimientos adicionales de ensayo descritos en esta parte del Código. Para llevar a cabo los ensayos de conformidad con dicha norma se modificarán las instalaciones y los procedimientos indicados en la norma ISO, de ser necesario.

2.2 Muestra de ensayo

La muestra de ensayo se preparará conforme a lo especificado en las resoluciones A.653(16), A.687(17) y A.753(18). En el caso de cables, sólo habrá que someter a ensayo muestras de aquellos cuyo material aislante tenga el grosor máximo.

2.3 Condiciones del ensayo

Durante el ensayo se mantendrá constante la irradiancia de la muestra. Se someterán a ensayo tres muestras en cada una de las condiciones siguientes:

- .1 irradiancia de 25 kW/m², con llama piloto;
- .2 irradiancia de 25 kW/m², sin llama piloto; y
- .3 irradiancia de 50 kW/m², sin llama piloto.

2.4 Duración del ensayo

La duración del ensayo será de 10 min por lo menos. Si al cabo de 10 min de exposición no se ha alcanzado el valor mínimo de transmitancia de la luz, se continuará el ensayo durante otros 10 min.

2.5 Resultados del ensayo

2.5.1 La densidad óptica específica del humo (D_s), según se define a continuación, se registrará cada 5 s como mínimo durante el periodo de ensayo:

$$D_s = (V/(AL)) \log_{10}(I_0 / I)$$

donde:

V = volumen total de la cámara (m³)

A = superficie expuesta de la muestra (m²)

L = longitud óptica (m) de la medición del humo

I_0 = intensidad lumínica antes del ensayo

I = intensidad lumínica durante el ensayo (después de la absorción por el humo).

2.5.2 Al efectuar la medición de la toxicidad, la toma de muestras de humo se realizará al someter a ensayo la segunda o tercera muestra en cada una de las condiciones de ensayo, desde el centro geométrico de la cámara y antes de que transcurran 3 min a partir del momento en que se alcance la densidad óptica específica máxima del humo. La concentración de cada uno de los gases tóxicos se determinará en partes por millón del volumen de la cámara.

2.6 Criterios de clasificación

2.6.1 Humo

Se calculará la media (D_m) de la D_S máxima de los tres ensayos en cada una de las condiciones de ensayo:

- .1 en el caso de materiales utilizados para la superficie de mamparos, revestimientos o cielos rasos, la D_m no será superior a 200 en ninguna de las condiciones de ensayo;
- .2 en el caso de materiales utilizados como revestimientos primarios de cubierta, la D_m no será superior a 400 en ninguna de las condiciones de ensayo;
- .3 en el caso de materiales utilizados como revestimiento de suelos, la D_m no será superior a 500 en ninguna de las condiciones de ensayo; y
- .4 en el caso de tubería de plástico y cables eléctricos, la D_m no será superior a 400 en ninguna de las condiciones de ensayo.

2.6.2 Toxicidad

La concentración de gas medida en cada una de las condiciones de ensayo no sobrepasará los límites siguientes:

CO 1 450 ppm	HBr 600 ppm
HCl 600 ppm	HCN 140ppm
HF 600 ppm	SO ₂ 120ppm
NO _x 350 ppm	

2.7 Informe sobre el ensayo

El informe sobre el ensayo incluirá la información siguiente:

- .1 tipo de material, a saber, acabado de superficie, revestimiento de suelo, revestimiento primario de cubierta, tuberías, etc;
- .2 nombre comercial del material;
- .3 descripción del material;
- .4 construcción de la muestra;
- .5 nombre y dirección del fabricante del material;
- .6 D_m en cada una de las condiciones de calentamiento e ignición;
- .7 concentraciones de gases tóxicos en ppm, si es aplicable;
- .8 conclusiones con arreglo a lo indicado en el párrafo 2.6;
- .9 nombre y dirección del laboratorio de ensayo; y
- .10 fecha del ensayo.

3 PRESCRIPCIONES ADICIONALES

3.1 La parte 5 del presente anexo es también aplicable a pinturas, revestimientos de suelos, barnices y otros acabados utilizados en las superficies interiores expuestas.

3.2 La parte 6 del presente anexo es también aplicable a revestimientos primarios de cubierta.

Parte 3 - Ensayo para divisiones de clase "A", "B" y "F"

1 APLICACION

Cuando se requiera que los productos (tales como cubiertas, mamparos, puertas, cielos rasos, revestimientos, ventanas, válvulas de mariposa contra incendios, aberturas para permitir el paso de tuberías y conductos y aberturas para permitir el paso de cables) formen parte de divisiones de clase "A", "B" o "F", los mismos cumplirán lo dispuesto en la presente parte.

* Los productos sometidos a ensayo para ser utilizados en edificios tienen marcas de clasificación análogas, si bien no corresponden a las de las clases de uso naval.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

2.1 Los productos se someterán a ensayo y se evaluarán de conformidad con el procedimiento de ensayo de exposición al fuego especificado en la resolución A.754(18). Esta también contiene en sus apéndices los procedimientos de ensayo para ventanas, válvulas de mariposa contraincendios y aberturas para tuberías y conductos.

2.2 Tamaños de las muestras

2.2.1 A los efectos del presente Código, la primera frase de los párrafos 2.1.1, 2.4.1 y 2.7.1 del anexo de la resolución A.754(18) se sustituye por la siguiente "Las dimensiones mínimas totales de la muestra de ensayo, incluidos los detalles del perímetro de los bordes superior, inferior y vertical, son de 2 440 mm de anchura y 2 500 mm de altura, salvo que en los ensayos efectuados hasta el 31 de diciembre de 1998 se pueden utilizar para la muestra las dimensiones mínimas totales de 2 440 mm de altura y 4,65 m² de superficie expuesta. La fecha de expiración de la aprobación es el 31 de diciembre de 2003 para aprobaciones basadas en ensayos con muestras más pequeñas."

2.2.2 A los efectos del presente Código, la primera frase de los párrafos 2.2.1, 2.5.1 y 2.8.1 del anexo de la resolución A.754(18) se sustituye por la siguiente:

"Las dimensiones mínimas totales de la muestra de ensayo, incluidos los detalles del perímetro en todos los bordes son de 2 440 mm de anchura y 3 040 mm de longitud, salvo que en los ensayos efectuados hasta el 31 de diciembre de 1998 se pueden utilizar para la muestra las dimensiones mínimas totales de 2 440 mm de altura y 4,65 m² de superficie expuesta. La fecha de expiración de la aprobación es el 31 de diciembre de 2003 para aprobaciones basadas en ensayos con muestras más pequeñas."

2.2.3 Los tamaños de la muestra se indicarán en los informes sobre los ensayos.

2.3 Cuando se requiera que la radiación térmica a través de las ventanas esté limitada, el ensamblaje de la ventana se someterá a ensayo y se evaluará de conformidad con el apéndice 1 de la presente parte.

2.4 Cuando se requiera que los cielos rasos o revestimientos sean continuos de clase "B", deberán ser sometidos a ensayo y evaluados de conformidad con el apéndice 2 de la presente parte.

3 PRESCRIPCIONES ADICIONALES

3.1 La integridad de las construcciones de clase "B" se conseguirá con materiales incombustibles. No se requiere que los adhesivos utilizados en la construcción de la muestra sean incombustibles, aunque a efectos del presente Código, tendrán unas características de débil propagación de la llama.

3.2 Los materiales colocados en las juntas de paneles de clase "B" para evitar vibraciones o la transmisión de ruido tendrán unas características de débil propagación de la llama y se someterán a un ensayo de exposición al fuego junto con las divisiones de clase "B" con que se vayan a utilizar. Sin embargo, tales materiales serán incombustibles si han de soportar estructuras incombustibles de clase "B" o conseguir la integridad prescrita.

3.3 Las puertas y tapas que se instalen sobre la cubierta de cierre y que deban cumplir las prescripciones de protección contra incendios y estanquidad, cumplirán las prescripciones de protección contra incendios que se estipulan en el Convenio para las divisiones en que se instalen. No es necesario que las puertas estancas instaladas por debajo de la cubierta de cierre estén aisladas.

4 OTRAS REFERENCIAS

4.1 Se verificará la incombustibilidad de los materiales utilizados en divisiones de clase "A" y "B" de conformidad con la parte I.

4.2 Cuando se permita utilizar barnices combustibles en divisiones de clase "A" y "B", las características de débil propagación de la llama de tales barnices se verificarán, si se requiere, de conformidad con la parte 5.

Apéndice 1

Ensayo de radiación térmica complementario de los procedimientos de ensayo de resistencia al fuego de ventanas en divisiones de clase "A" "B" y "F"

1 AMBITO

1.1 El presente apéndice especifica un procedimiento para medir el flujo calorífico a través de las ventanas, con miras a tipificar su capacidad de limitar la radiación térmica a fin de prevenir la propagación de la llama y permitir que las vías de evacuación puedan estar cerca de las ventanas.

1.2 Este procedimiento es facultativo, y algunas administraciones pueden pedir que se aplique a las ventanas de determinadas zonas de un buque.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

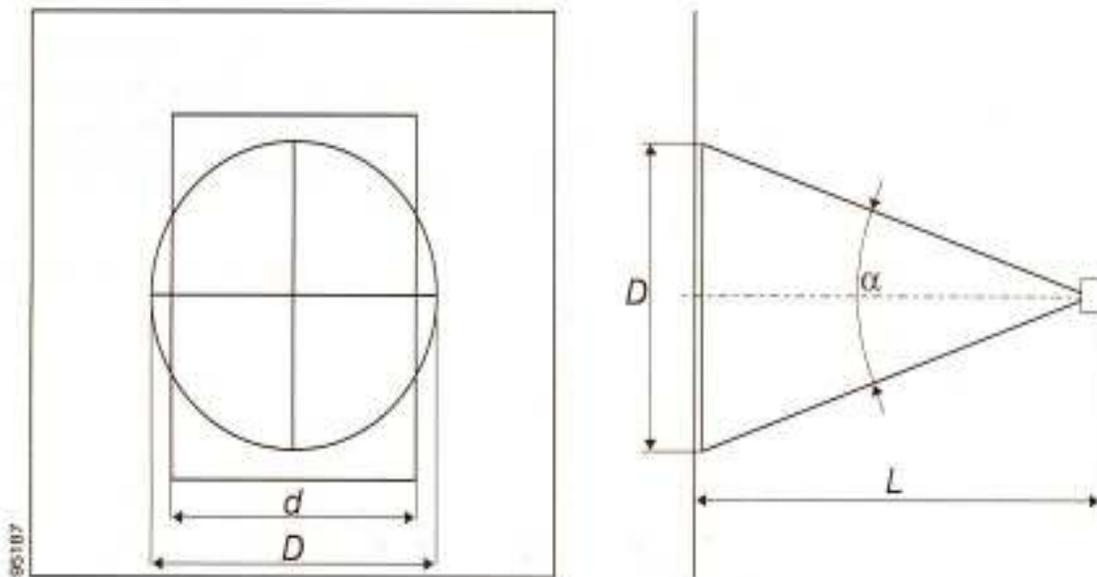
2.1 Las ventanas se deberán someter a ensayo de conformidad con la resolución A.754(18), utilizando los instrumentos adicionales que se describen a continuación.

2.2 El término "ventana" comprende las ventanas propiamente dichas, los portillos y cualquier otra abertura acristalada de una división pirorresistente que permita el paso de la luz o la visión. La expresión "división pirorresistente" incluye mamparos y puertas.

3 INSTRUMENTOS ADICIONALES

3.1 El instrumento adicional consiste en un flujómetro entálpico de abertura restringida, calibrado de manera que la abertura restringida indique el flujo térmico incidente. El flujómetro deberá estar enfriado con agua y ser capaz, medir el flujo calorífico de 0 a 60 kW/m². El flujómetro se deberá calibrar una vez al año como mínimo utilizando un patrón.

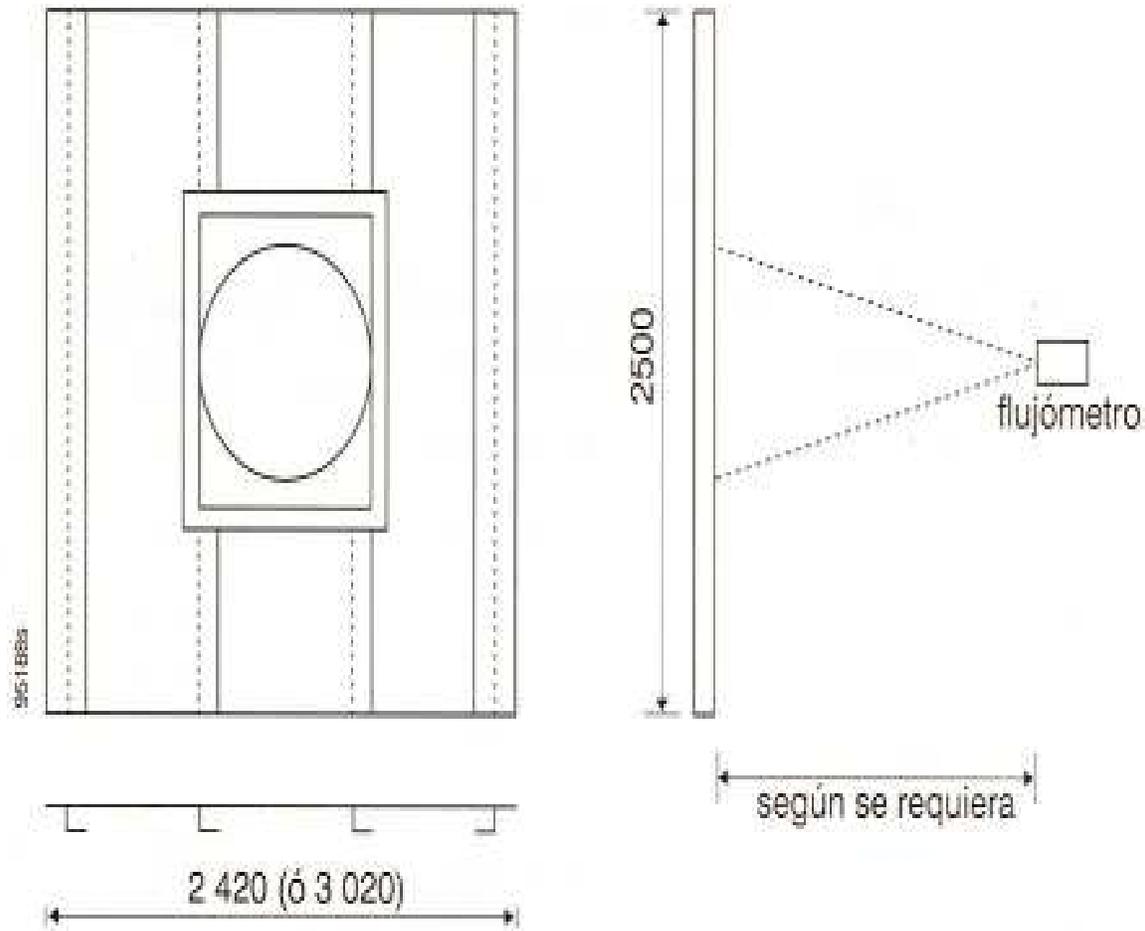
3.2 El flujómetro deberá estar situado perpendicularmente al centro de la ventana sometida a ensayo de tal forma que el centro del campo de visión del flujómetro coincida con el de la ventana (véase la figura). La distancia del flujómetro a la ventana deberá ser superior a 0,5 m de modo que el campo de visión del flujómetro abarque ligeramente parte del marco de la ventana. Sin embargo, la distancia del flujómetro a la ventana no deberá ser superior a 2,5 m. La dimensión abarcada por el flujómetro del borde y marco de la ventana que quedan fuera de ésta no debe exceder del 10% de la anchura total del campo de visión del flujómetro en la superficie de la muestra. El cálculo deberá estar basado en el ángulo de visión restringida del flujómetro y en la distancia de éste a la superficie de la muestra.



$$\frac{d}{D} \geq 0,9$$

α = ángulo de visión restringida
 L = distancia, m
 D = diámetro del campo de visión, m
 $D = 2L \left(\tan \frac{\alpha}{2} \right)$

* A continuación se indica un método satisfactorio de colocación, montaje y orientación del flujómetro: un soporte de metal construido con una tubería montada sobre una base firme sirve de eje vertical en el que se instala el flujómetro a la distancia requerida de la muestra de ensayo. Se puede construir un soporte adecuado para el flujómetro instalando la montura de una mira sobre una articulación enclavable de rótula. Esta tiene la flexibilidad necesaria para orientar el flujómetro. El soporte se monta sobre el eje vertical a la altura adecuada. Se instala un indicador de láser sobre la montura de la mira, y ésta se orienta de manera que el punto quede en el centro de la ventana. Finalmente, se retira el láser del soporte y se sustituye por el flujómetro.



3.3 Para ventanas cuya dimensión mayor sea menos de 1,57 veces la dimensión menor, sólo se necesita un flujómetro.

3.4 Para ventanas rectangulares cuya dimensión mayor sea más de 1,57 veces la dimensión menor, se proveerán flujómetros adicionales. La distancia de los flujómetros a la ventana se deberá ajustar de manera que los campos de visión de los flujómetros abarquen por lo menos el 50% de la ventana. Sin embargo, los flujómetros no se deberán colocar a una distancia de la ventana inferior a 0,5 m ni superior a 2,5 m.

4 CRITERIOS DE CLASIFICACION

4.1 Se deberá medir el flujo calorífico máximo (E_W) en los 15 primeros minutos del ensayo, en los 30 primeros minutos y en la totalidad del ensayo (es decir, 60 min para mamparos límite de clase "A" y 30 min para los de clase "B").

4.2 El flujo calorífico máximo (E_W) medido de conformidad con el párrafo 4.1 se deberá comparar con el valor de referencia (E_C) del cuadro.

4.3 Si (E_W) es inferior a (E_C), la ventana reúne los requisitos necesarios para que se instale en una división de la correspondiente clasificación pirorresistente.

Cuadro 1 - Criterios relativos al flujo térmico

Clasificación de la división pirorresistente	Intervalo desde el inicio del ensayo	Flujo calorífico E_C (kW/m ²)
A-0	60 minutos	56,5
A-15	15 minutos	2,34
	60 minutos	8,0

A-30	30 minutos	2,34
	60 minutos	6,4
A-60	60 minutos	2,34
B-0	30 minutos	36,9
B-15	15 minutos	2,34
	30 minutos	4,3

Apéndice 2

Divisiones continuas de clase "B"

1 AMBITO

1.1 El presente apéndice especifica un procedimiento para someter a ensayo los revestimientos y cielos rasos a fin de verificar que son "revestimientos continuos de clase "B"" y "cielos rasos continuos de clase "B"" y evaluar que todas las construcciones sean "construcciones continuas de clase "B"".

1.2 Este procedimiento es facultativo y algunas administraciones pueden exigir que se aplique a las divisiones continuas de clase "B".

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO Y EVALUACION

2.1 Los revestimientos, los cielos rasos y las construcciones se deberán evaluar de conformidad con lo dispuesto en la resolución A.754(18), utilizando los medios que se describen a continuación.

2.2 Los cielos rasos se deberán someter a ensayo de conformidad con el párrafo 2.8 del anexo de la resolución A.754(18), salvo que deberán estar montados en el horno horizontal de modo que se hallen unidos a mamparos de clase "B" de 150 mm de altura por lo menos, y que el método de unión del cielo raso a estos mamparos parciales sea el mismo que se vaya a utilizar en la práctica. Estos cielos rasos y los métodos de unión se deberán evaluar de conformidad con lo dispuesto para cielos rasos en la resolución A.754(18) y clasificar en consecuencia como "cielos rasos continuos de clase "B" (B-O o B15, según proceda)".

2.3 Se podrá considerar que un revestimiento que haya sido evaluado de conformidad con la resolución A.754(18) como revestimiento de clase "B" (BO o B-15, según proceda en función del ensayo de que ha sido objeto), constituye un "revestimiento continuo de clase "B"" (B-O, o B-15, según proceda) junto con un "cielo raso continuo de clase "B"" (B-O, o B-15, según proceda) y el método de unión utilizado en el ensayo (véase el párrafo 2.2 anterior) sin necesidad de un ensayo adicional del revestimiento.

2.4 Una construcción cerrada instalada en una cubierta de clase "A" y formada por "revestimientos continuos de clase "B" (B-O o B-15, según proceda)" y "cielos rasos continuos de clase "B" (B-O o B-15, según proceda)", deberá considerarse que forma una "construcción continua de clase "B"".

Parte 4 - Ensayo de los sistemas de control de las puertas contraincendios

1. APLICACION

Cuando se requiera que un sistema de control de las puertas contraincendio sea capaz de operar en caso de incendio, el sistema cumplirá lo dispuesto en la presente parte.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

Los sistemas de control de puertas contraincendio se someterán a ensayo y evaluarán de conformidad con el procedimiento de ensayo que figura en el apéndice de la presente parte.

3 PRESCRIPCIONES ADICIONALES

La parte I del presente anexo es también aplicable a los materiales aislantes utilizados en conexión con el sistema de control de puertas contraincendios.

Apéndice

Procedimiento de ensayo de exposición al fuego de los sistemas de control de las puertas contraincendios

1 CUESTIONES GENERALES

1.1 Los sistemas de control de las puertas contraincendios que se vayan a utilizar en puertas contraincendios capaces de operar en caso de incendio se someterán a ensayo de conformidad con el procedimiento de ensayo de exposición al fuego descrito en este apéndice, independiente de su fuente de energía (neumática, hidráulica o eléctrica).

1.2 El ensayo de exposición al fuego se realizará con un prototipo y con todo el sistema de control en un horno de las dimensiones prescritas en la resolución A.754(18).

1.3 La construcción que se someta a ensayo será, siempre que sea posible, representativa de la que se vaya a utilizar a bordo de los buques, incluidos los materiales y el método de montaje.

1.4 Se someterán a ensayo las funciones del sistema de control, incluidas las del mecanismo de cierre, es decir, las funciones normales, y si se requiere, las de emergencia, incluidas las de conmutación, si éstas constituyen un elemento esencial del proyecto del fabricante. La clase de instalación y las funciones requeridas estarán claramente expuestas en una descripción funcional detallada.

2 NATURALEZA DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CONTROL

2.1 La instalación del prototipo del sistema de control cumplirá plenamente lo dispuesto en el manual de instalación del fabricante.

2.2 El prototipo del sistema de control incluirá la disposición típica de una puerta conectada al mecanismo de cierre. Para fines del ensayo se utilizará el modelo de una puerta. En caso de puertas deslizantes, el modelo de la puerta se desplazará por sus carriles originales con los cojinetes de apoyo y de guía originales. El modelo de la puerta tendrá el peso de la puerta más grande que se vaya a accionar con este sistema de control.

2.3 En caso de sistemas neumáticos o hidráulicos, el accionador (cilindro) tendrá la longitud máxima que permita el horno.

3 MATERIALES DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CONTROL

3.1 Especificaciones

Antes del ensayo, el solicitante remitirá al laboratorio los dibujos y la lista de materiales del dispositivo de ensayo.

3.2 Mediciones de control

3.2.1 El laboratorio de ensayo tomará muestras de referencia de todos los materiales cuyas características sean importantes para el funcionamiento del prototipo del sistema de control (excluido el acero y materiales equivalentes).

3.2.2 Si es necesario, se efectuarán ensayos de incombustibilidad del material aislante de conformidad con lo dispuesto en la parte I. No se requiere que los adhesivos utilizados en la construcción de la muestra sean incombustibles; si bien tendrán características de débil propagación de la llama.

3.2.3 Se determinará la densidad de cada material aislante. La densidad de la lana mineral o cualquier material comprimible estará relacionada con el espesor nominal.

3.2.4 Se medirá el espesor de cada material aislante o de una combinación de estos materiales utilizando un indicador o calibrador adecuado.

4 ACONDICIONAMIENTO DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CONTROL

4.1 No es necesario el acondicionamiento del prototipo del sistema de control (salvo el aislamiento).

4.2 Si se utiliza material aislante en la construcción, el prototipo del sistema de control no se someterá a ensayo hasta que el aislamiento se haya secado al aire. Esta condición se designa de equilibrio (peso constante) en una atmósfera ambiente con un 50% de humedad relativa a 23°C.

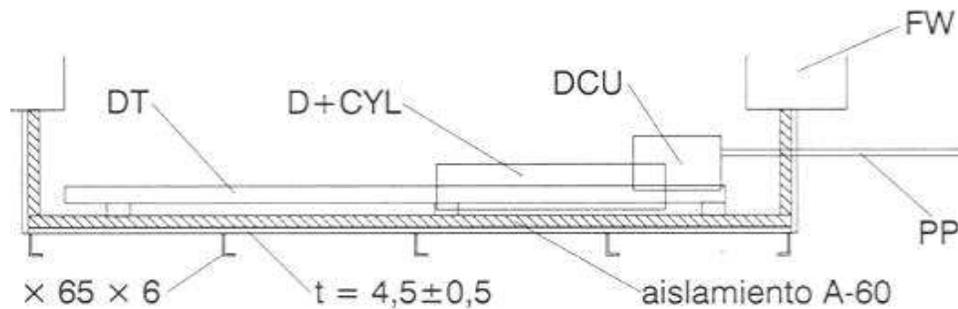
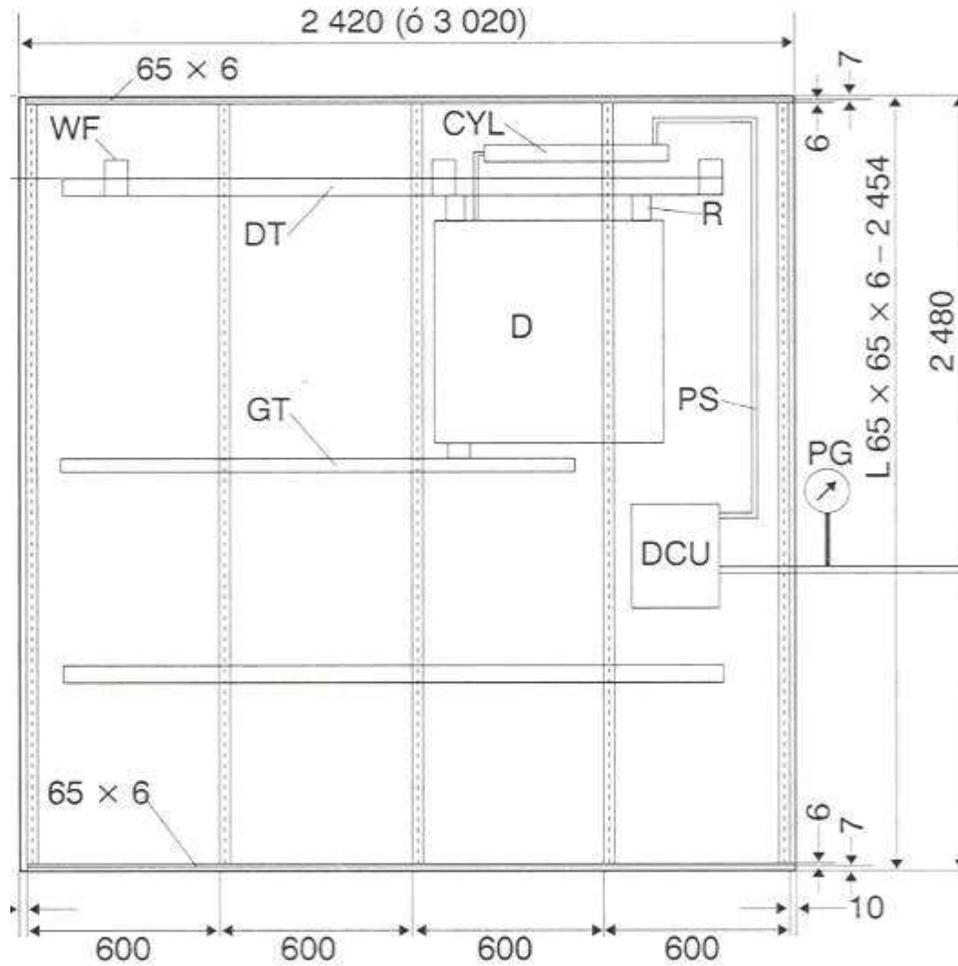
Se permitirá un acondicionamiento acelerado siempre que el método empleado no modifique las propiedades de los materiales componentes. El acondicionamiento a alta temperatura se efectuará a unas temperaturas inferiores a las críticas de los materiales.

5 MONTAJE DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CONTROL

5.1 El prototipo del sistema de control de la puerta contra incendios y el aislamiento, si se utiliza para proteger el sistema o partes de él, se montarán en una plancha de mamparo como se muestra en la figura. I

5.2 El núcleo estructural se montará en el horno de conformidad con lo dispuesto para divisiones de clase "A" en el párrafo 5 de la resolución A.754(18).

5.3 Se dispondrá el modelo de la puerta en el horno. El núcleo estructural al que se fijen el sistema y el modelo de la puerta no tendrá aberturas para puertas. Sin embargo, se permitirán pequeñas aberturas para el mecanismo de accionamiento del sistema de control.



D = modelo de la puerta. DCU = unidad de control de la puerta, DT = recorrido de la puerta, WF = soldadura, GT = camino guía, CYL = cilindro de la puerta, R = rodillo de apoyo, PS = sistema de tuberías, PG = indicador de presión, PP = tubería de presión, E = energía, FW = pared del horno.

Figura 1 - Núcleo estructural para instalar el prototipo del sistema de control de la puerta contraincendios

6 EXAMEN DEL PROTOTIPO DEL SISTEMA DE CONTROL

6.1 Conformidad

El laboratorio verificará la conformidad del prototipo del sistema de control con los dibujos y el método de montaje que facilite el solicitante del ensayo (véase la sección 2), y cualquier discrepancia se resolverá antes de iniciar el mismo.

6.2 Funcionamiento del prototipo del sistema de control

Inmediatamente antes del ensayo, el laboratorio comprobará el funcionamiento del sistema abriendo el modelo de la puerta una distancia de 300 mm como mínimo. A continuación se cerrará el modelo de la puerta.

7 INSTRUMENTOS

El horno y sus instrumentos deberán ajustarse a lo dispuesto en la sección 7 del anexo de la resolución A.754(18).

8 METODO DE ENSAYO

8.1 Comienzo del ensayo

Cinco minutos como máximo antes de que comience el ensayo se comprobarán las temperaturas iniciales registradas por todos los termopares, a fin de garantizar su consistencia, y se anotarán los valores de referencia. También se obtendrán los valores de referencia de la deformación y se tomará nota de la condición inicial del prototipo del sistema de control.

En el momento del ensayo, la temperatura interna inicial media será de $20 \pm 10^\circ\text{C}$, la cual no diferirá en más de 5°C de la temperatura ambiente inicial.

8.2 Control del horno

El control del horno se ajustará a lo dispuesto en el párrafo 8.3 del anexo de la resolución A.754(18).

8.3 Temperaturas, duración del ensayo y operaciones durante el ensayo

8.3.1 Se aumentará y estabilizará la temperatura media del horno a $200 \pm 500^\circ\text{C}$ en 5 min y se mantendrá a dicho nivel hasta que transcurran los primeros 60 min. Seguidamente, la temperatura media del horno se aumentará de conformidad con la curva normalizada tiempo-temperatura hasta 945°C , partiendo de la temperatura de 200°C .

8.3.2 Las funciones de apertura y cierre del mecanismo de control de la puerta se comprobarán cada 5 min desde el comienzo del ensayo durante los 60 min.

8.3.3 A una temperatura media del horno de 300°C , la conmutación automática aislará el sistema de control de la puerta del suministro de energía y podrá mantener la puerta cerrada hasta una temperatura de 945°C como mínimo.

8.4 Mediciones y observaciones del prototipo del sistema de control

En los sistemas neumáticos o hidráulicos se registrará la presión de entrada, que será idéntica a la presión aprobada del sistema. Debido a la elevada presión de entrada, habrá que tomar las medidas de seguridad necesarias cuando se efectúe este ensayo.

9 CRITERIOS DE CLASIFICACION

9.1 Durante los primeros 60 min del ensayo no fallará el prototipo del sistema de control de la puerta contra incendios.

9.2 Durante el periodo comprendido entre el final de los primeros 60 min y el final del ensayo, la puerta permanecerá cerrada.

10 INFORME SOBRE EL ENSAYO

El informe sobre el ensayo deberá incluir toda la información de importancia relativa al prototipo del sistema de control y al ensayo de exposición al fuego, incluidos los puntos específicos siguientes:

- .1 nombre del laboratorio de pruebas y fecha del ensayo;
- .2 nombre del solicitante del ensayo;
- .3 nombre del fabricante del prototipo del sistema de control y de los productos y componentes utilizados en su construcción, así como marcas de identificación y nombres comerciales;

- .4 detalles de la construcción del prototipo del sistema de control, incluidos la descripción, los dibujos y los principales detalles de sus componentes. Se facilitarán todos los detalles requeridos en la sección 2. La descripción y los dibujos que se incluyan en el informe sobre el ensayo estarán basados, en la medida de lo posible, en información obtenida mediante una inspección del prototipo del sistema de control. Cuando en el informe no se incluyan dibujos completos y detallados, el dibujo o los dibujos de la muestra estarán validados por el laboratorio, el cual conservará como mínimo una copia del dibujo o los dibujos validados; en este caso, se hará referencia en el informe al dibujo o los dibujos del solicitante, efectuándose una declaración en la que se indique el método seguido para su validación;
- .5 todas las propiedades de los materiales utilizados que afecten a la resistencia al fuego del prototipo del sistema de control, junto con las mediciones del espesor y la densidad del material o los materiales aislantes;
- .6 una declaración de que el ensayo se ha realizado de conformidad con lo dispuesto en el presente apéndice, y si se han introducido algunas variaciones en los procedimientos prescritos (incluido cualquier requisito especial de la Administración), una declaración que indique claramente dichas variaciones;
- .7 el nombre del representante de la Administración presente durante el ensayo. Cuando el ensayo no haya sido presenciado por ningún representante de la Administración, el informe deberá incluir una nota en este sentido que indique lo siguiente:

"Se notificó a... (nombre de la Administración) ... el propósito de llevar a cabo el ensayo que se indica en el presente informe, pero no consideró necesario enviar un representante para presenciado.";
- .8 información sobre el emplazamiento de los indicadores de presión u otros dispositivos, junto con los datos tabulados obtenidos en cada dispositivo de presión durante el ensayo;
- .9 observaciones sobre las características importantes del comportamiento del prototipo del sistema de control durante el ensayo y las fotografías de que se disponga; y
- .10 una declaración de que el prototipo del sistema de control de las puertas contraincendios ha pasado el ensayo y satisface los criterios de clasificación.

Parte 5 - Ensayo de inflamabilidad de las superficies

1 APLICACION

Cuando se requiera que un producto tenga una superficie con características de débil propagación de la llama, el producto deberá cumplir lo dispuesto en la presente parte.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

2.1 Los materiales de superficie se someterán a ensayo y se evaluarán de conformidad con el procedimiento de ensayo especificado en la resolución A.653(16). A efectos de esta parte, el valor del calor total desprendido (Q_T) por el revestimiento del piso, estipulado en la sección 10 del anexo de la resolución A.653(16), se sustituirá por = 2,0 MJ. El ensayo podrá darse por terminado al cabo de 40 min.

2.2 Durante los ensayos de exposición al fuego de los materiales de acabado de mamparos, cielos rasos y cubiertas y revestimientos primarios de cubierta (véase la parte 6 del presente anexo en relación con los revestimientos primarios de cubierta) hay muestras que presentan varios fenómenos que causan dificultades al clasificar los materiales. El apéndice I de esta parte brinda orientación sobre la interpretación uniforme de tales resultados.

3 PRESCRIPCIONES ADICIONALES

3.1 Materiales de superficie de mamparos y cielos rasos y superficies expuestas análogas

En caso de que haya una prescripción relativa al valor calorífico bruto máximo de un producto (por ejemplo 45 MJ/m²), se recomienda utilizar el método especificado en la norma ISO 1716 de 1973 para determinar el valor calorífico bruto.

3.2 Revestimientos del piso y revestimientos primarios de cubierta

3.2.1 Un revestimiento primario de cubierta es la primera capa de construcción del piso que se aplica directamente sobre la plancha de cubierta y comprende cualquier revestimiento primario, compuesto anticorrosivo o adhesivo necesario para proporcionar protección o adhesión a la plancha de cubierta. Otras capas de la construcción del piso sobre la plancha de cubierta son los revestimientos de cubierta.

3.2.2 Cuando se requiera que un revestimiento de cubierta tenga características de débil propagación de la llama, todas las capas cumplirán lo dispuesto en la parte 5. Si la superficie del piso está formada por varias capas, la Administración podrá exigir que se someta a ensayo cada capa o una combinación de algunas de las capas de los revestimientos de los pisos. Cada capa o combinación de capas del revestimiento de cubierta cumplirá por sí sola lo dispuesto en esta parte (es decir, el ensayo y la aprobación son sólo aplicables a esta combinación). Cuando se requiera que un revestimiento primario de cubierta no sea fácilmente inflamable y esté colocado debajo de un revestimiento de cubierta, el revestimiento primario de cubierta cumplirá lo dispuesto en la parte 6. Cuando el revestimiento primario de cubierta sea también la superficie expuesta, cumplirá lo dispuesto en esta parte. El primer revestimiento o la delgada película de pintura sobre la plancha de cubierta no necesita cumplir las prescripciones anteriores de la parte 6.

3.3 Conductos de ventilación combustibles

3.3.1 Cuando se requiera que los conductos de ventilación combustibles sean de un material que tenga características de débil propagación de la llama, se aplicarán a tales conductos el procedimiento de ensayo sobre inflamabilidad de las superficies y los criterios para los acabados de revestimientos y cielos rasos, de conformidad con la resolución A.653(16). Si se utilizan materiales homogéneos para los conductos, se someterá a ensayo la superficie exterior del conducto, mientras que si se emplean materiales compuestos, se someterán a ensayo ambos lados del conducto.

3.4 Materiales aislantes para los sistemas de producción de frío

Cuando se requiera que las superficies expuestas de los acabados anticondensación y los adhesivos utilizados con el material aislante de los sistemas de producción de frío, así como el de los accesorios de las tuberías de tales sistemas, tengan características de débil propagación de la llama, se aplicará a tales superficies expuestas el procedimiento de ensayo de inflamabilidad de la superficie y los criterios para revestimientos y cielos rasos, de conformidad con la resolución A.653(16).

3.5 Otras referencias

La parte 2 del presente anexo es también aplicable a los materiales de superficie.

Apéndice

Interpretación de los resultados

Evaluación del comportamiento inusual de las muestras del ensayo (véase el párrafo 2.2 de esta parte)

	Comportamiento inusual	Orientación sobre la clasificación
1	Destellos, llama no estable	Notificar la hora y el avance ulterior de la llama y si los destellos se producen en la línea central o no. Clasificar de acuerdo con los datos.
2	Chisporroteo explosivo, sin destellos ni llama	Considerar que el material ha pasado la prueba.
3	Rápidos destellos en la superficie, con posterior avance estable de la llama	Notificar los resultados en ambos frentes de la llama pero efectuar la clasificación de acuerdo con el peor comportamiento de cada uno de los cuatro parámetros de ensayo en los dos regímenes de combustión.
4	La muestra o el revestimiento se derrite y gotea, no hay llama	Notificar el comportamiento y extensión del avance sobre la muestra.
5	Astillamiento explosivo y llama en la parte expuesta de la muestra	Informar sobre las explosiones y efectuar la clasificación de acuerdo con el avance de la llama, independientemente de que esté por encima o por debajo de la línea central.
6	La muestra o el revestimiento se funde, arde y gotea	Rechazar el material sin tener en cuenta los criterios. En el caso de revestimientos del piso, no se aceptarán más de 10 gotas ardientes.
7	La llama piloto se extingue	Notificar el hecho, rechazar los datos y repetir el ensayo.
8	La señal de desprendimiento de calor tras el ensayo y la reinsertión de la muestra simulada sigue a un nivel más alto o más bajo que el nivel de estabilización inicial	Rechazar los datos y estabilizar el equipo, después repetir el ensayo.

- | | | |
|----|---|--|
| 9 | Retraso muy breve en la ignición de las alfombras o muestras no rígidas | Podría originarse por extensión de la pila sobre la superficie sujetadora, reduciendo el espacio de la llama piloto Repetir con calces como prescribe el procedimiento del párrafo 8.1.1 del anexo de la resolución A.653(16). |
| 10 | La muestra se rompe y se desprende del bastidor | Notificar el comportamiento, pero efectuar la clasificación de acuerdo con el peor comportamiento obtenido con y sin la sujeción indicada en el párrafo 8.3.2 del anexo de la resolución A.653(16). |
| 11 | Chorro considerable de gases combustibles resultantes de la pirólisis de la muestra, el adhesivo o los productos aglutinantes | Rechazar el material. |
| 12 | Permanece una pequeña llama en el borde de la muestra | Notificar el comportamiento y terminar el ensayo 3 min después de la aparición de la llama en la superficie expuesta de la muestra. |

Parte 6 - Ensayo de los revestimientos primarios de cubierta

1 APLICACION

1.1 Cuando se requiera que los revestimientos primarios de cubierta no sean fácilmente inflamables, cumplirán lo dispuesto en la presente parte.

1.2 Para determinar qué capas de la cubierta se someterán a ensayo como revestimientos de cubierta o como revestimientos primarios de cubierta, véase el párrafo 3.2 de la parte 5.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

2.1 Los revestimientos primarios de cubierta se someterán a ensayo y evaluarán de conformidad con el procedimiento de ensayo de exposición al fuego especificado en la resolución A.687(17).

2.2 El ensayo terminará al cabo de 40 min.

3 PRESCRIPCIONES ADICIONALES

La parte 2 del presente anexo 1 es también aplicable a los revestimientos primarios de cubierta.

Parte 7 - Ensayo de textiles y películas colocados verticalmente

1 APLICACION

Cuando se requiera que los tapices, cortinas y otros materiales textiles colocados verticalmente tengan una capacidad de resistencia a la propagación de la llama no inferior a la de lana con una masa de 0,8 kg/m², cumplirán lo dispuesto en la presente parte.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

Los textiles y películas colocados verticalmente se someterán a ensayo y evaluarán de conformidad con el procedimiento de ensayo de exposición al fuego especificado en la resolución A.471 (XII) enmendada por la resolución A.563 (14).

3 PRESCRIPCIONES ADICIONALES

Los ensayos se efectuarán utilizando muestras del producto final (es decir, tratado con color). Cuando sólo cambien los colores, no es necesario realizar un nuevo ensayo. Sin embargo, cuando cambie el producto base o el proceso de tratamiento, se requiere efectuar un nuevo ensayo.

Parte 8 - Ensayo de mobiliario tapizado

1 APLICACION

Cuando se requiera que el mobiliario tapizado tenga capacidad de resistencia a la ignición y a la propagación de la llama, cumplirá lo dispuesto en la presente parte.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

El mobiliario tapizado se someterá a ensayo y evaluará de conformidad con el procedimiento de ensayo de exposición al fuego a que se refiere la resolución A.652(16).

3 PRESCRIPCIONES ADICIONALES

Los ensayos se efectuarán utilizando muestras del producto final (es decir, tratado con color). Cuando sólo cambien los colores, no es necesario realizar un nuevo ensayo. Sin embargo, cuando cambie el producto base o el proceso de tratamiento, se requiere efectuar un nuevo ensayo.

Parte 9 - Ensayo de artículos de cama

1 APLICACION

Cuando se requiera que los artículos de cama tengan capacidad de resistencia a la ignición y a la propagación de la llama, cumplirán lo dispuesto en la presente parte.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

Los artículos de cama se someterán a ensayo y se evaluarán de conformidad con el procedimiento de ensayo de exposición al fuego especificado en la resolución A.688(1 7).

3 PRESCRIPCIONES ADICIONALES

Los ensayos se efectuarán utilizando muestras del producto final (es decir, tratado con color). Cuando sólo cambien los colores, no es necesario realizar un nuevo ensayo. Sin embargo, cuando cambie el producto base o el proceso de tratamiento, se requiere efectuar un nuevo ensayo.

Anexo 2

PRODUCTOS QUE SE PUEDEN INSTALAR SIN SER OBJETO DE ENSAYO Y/O APROBACION

CUESTIONES GENERALES

En general, se considera que los productos y grupos de productos enumerados en el presente anexo tienen las características pirorresistentes indicadas a continuación, y que se pueden instalar sin que se les someta a ensayo y se les apruebe en base a los procedimientos específicos de ensayo de exposición al fuego del presente Código por lo que respecta a las características específicas de seguridad del producto.

Los siguientes párrafos tienen el mismo número que el de la parte del anexo I en que figuran las prescripciones correspondientes sobre el ensayo.

1 MATERIALES INCOMBUSTIBLES

En general, se considera que los productos fabricados únicamente con vidrio, cemento, materiales cerámicos, piedra natural, unidades de mampostería y metales comunes o aleaciones son incombustibles y pueden instalarse sin ser objeto de ensayo y aprobación.

2 MATERIALES QUE NO DESPRENDEN CANTIDADES EXCESIVAS DE HUMO NI PRODUCTOS TOXICOS EN CASO DE INCENDIO

2.1 En general, se considera que los materiales incombustibles cumplen lo dispuesto en la parte 2 del anexo I sin que sea necesario efectuar un ensayo adicional.

2.2 En general, se considera que los materiales de superficie y los revestimientos primarios de cubierta en que la totalidad de calor desprendido (Q_f) no sea superior a 0,2 MJ y el caudal máximo de calor desprendido (q_p) no sea superior 1,0 kW (ambos valores determinados de conformidad con la parte 5 del anexo 1 o con la resolución A.635(16)) cumplen lo dispuesto en la parte 2 del anexo 1 sin que sea necesario efectuar un ensayo adicional.

3 DIVISIONES DE CLASE "A", "B" Y "F"

3.1 Los siguientes productos pueden instalarse sin necesidad de ensayo o aprobación:

Clasificación

Mamparo de clase A-0

Descripción del producto

Mamparo de acero cuyas dimensiones no son inferiores a las dimensiones mínimas que figuran a continuación:

- espesor de las planchas: 4 mm
- refuerzos de 60 x 60 x 5 mm espaciados 600 mm o una estructura equivalente

Cubierta de clase A-0

Cubierta de acero cuyas dimensiones no son inferiores a las dimensiones mínimas que figuran a continuación:

- espesor de las planchas: 4 mm
- refuerzos de 95 x 65 x 7 mm espaciados 600 mm o una estructura equivalente

3.2 No obstante lo dispuesto en el anterior párrafo 3.1, si se requiere que los materiales utilizados en divisiones de clase "A", "B" y "F" tengan otras características específicas determinadas (por ejemplo, incombustibilidad, débil propagación de la llama, etc.), deberán cumplir lo dispuesto en las partes apropiadas del anexo 1 o de la sección 8 y en el anexo 3 del presente Código.

4 SISTEMAS DE CONTROL DE LAS PUERTAS CONTRAINCENDIOS

(sin anotaciones)

5 SUPERFICIES CON DEBIL PROPAGACION DE LA LLAMA

5.1 Se considera que los materiales incombustibles cumplen lo dispuesto en la parte 5 del anexo 1. Sin embargo, se prestará debida atención al método de aplicación y fijación (por ejemplo, cola).

5.2 Se considera que los revestimientos primarios de cubierta clasificados como no fácilmente inflamables de conformidad con lo dispuesto en la parte 6 del anexo 1, cumplen lo dispuesto en la parte 5 del anexo 1 en relación con los revestimientos del piso.

6 REVESTIMIENTOS PRIMARIOS DE CUBIERTA

Se considera que los revestimientos primarios de cubierta cumplen lo dispuesto en la parte 6 del anexo 1. Sin embargo, se prestará debida atención al método de aplicación y fijación.

7 TEXTILES Y PEICULAS COLOCADAS VERTICALMENTE

(sin anotaciones)

8 MOBILIARIO TAPIZADO

(sin anotaciones)

9 ARTICULOS DE CAMA

(sin anotaciones)

Anexo 3

UTILIZACION DE OTROS PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO

Las administraciones podrán utilizar otros procedimientos de ensayo diferentes a los mencionados en el anexo I como se indica a continuación:

- .1 para los procedimientos de ensayo de exposición al fuego aprobados anteriormente por la Asamblea, las fechas de expiración figuran en el cuadro siguiente; y
- .2 para otros procedimientos de ensayo y criterios de aceptación establecidos y aplicados por una Administración, la fecha de expiración de los ensayos es el 31 de diciembre de 1998 y la fecha de expiración de la aprobación es el 31 de diciembre de 2003.

Productos (Parte referenciada del anexo 1)	Procedimiento de ensayo	Fecha de expiración del ensayo	de	Fecha de expiración de la aprobación
Materiales incombustibles (parte I)	Resolución A.472(XII)	31.12.1998		31.12.2003
	Resolución A.270(VIII)	1.7.1997		1.7.2002
Materiales que no desprenden cantidades excesivas de humo ni productos tóxicos (parte 2)	-	-		-
Divisiones de clase A, B y F (parte 3)	Resolución A.517(13)*	31.12.1998		31.12.2003
	Resolución A.163(ES.IV)* enmendada por la Resolución A.215(VII)	1.7.1997		1.7.2002
	Resolución A.163(ES.IV)*	1.7.1997		1.7.2002

* En los criterios de aceptación establecidos por las resoluciones A.163(ES.IV) y A.517(13) puede utilizarse un aumento de la temperatura máxima de 140°C en lugar de 139°C.

Sistemas de control de las puertas conraincendios (parte 4)	-	-	-
Materiales de superficie (parte 5)	Resolución A.564(14)	31.12.1998	31.12.2003
	Resolución A.516(13)	31.12.1998	31.12.2003
Revestimientos primarios de cubierta (parte 6)	Resolución A.214(VII)	31.12.1998	31.12.2003
Textiles colocados verticalmente (parte 7)	Resolución A.471 (XII)	31.12.1998	31.12.2003
Mobiliario tapizado (parte 8)	-	-	-
Artículos de cama (parte 9)	-	-	-

II

**PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION
AL FUEGO A LOS QUE SE HACE REFERENCIA
EN EL CODIGO PEF**

Resolución A.471 (XII)

(aprobada el 19 de noviembre de 1981)

RECOMENDACION SOBRE EL METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA LLAMA DE MATERIAS TEXTILES DE TIPOS DIVERSOS COLOCADAS VERTICALMENTE

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 16 i) de la Convención constitutiva de la Organización Consultiva Marítima Intergubernamental,

RECORDANDO ADEMÁS la Recomendación 11 de la Conferencia internacional sobre seguridad de la vida humana en el mar, 1960, relativa a los métodos de ensayo para prueba de divisiones piroresistentes y piroretardantes, revestimientos de cubierta y características de propagación de la llama,

RECONOCIENDO la necesidad de establecer internacionalmente un método de ensayo uniforme para determinar la resistencia a la llama de materias textiles de tipos diversos colocadas verticalmente, según lo especificado en la regla 3 s) iii) del capítulo II-2 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974,

HABIENDO EXAMINADO las recomendaciones hechas por el Comité de Seguridad Marítima en sus periodos de sesiones cuadragésimo segundo y cuadragésimo cuarto,

1. APRUEBA la Recomendación sobre el método de ensayo para determinar la resistencia a la llama de materias textiles de tipos diversos colocadas verticalmente, cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a todos los Gobiernos interesados a que apliquen la Recomendación al determinar si se cumple con las prescripciones relativas a la resistencia a la propagación de la llama especificadas en la regla 3) s) iii) del capítulo II-2 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974;

3. PIDE al Comité de Seguridad Marítima que oportunamente siga ocupándose de la elaboración de nuevos métodos de ensayo al fuego, así como de los métodos de ensayo relacionados con el humo y la toxicidad, a fines de distribución entre los Gobiernos.

Resolución A.563(14)

(aprobada el 20 de noviembre de 1985)

ENMIENDAS A LA RECOMENDACION SOBRE EL METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA LLAMA DE MATERIAS TEXTILES DE TIPOS DIVERSOS COLOCADAS VERTICALMENTE (RESOLUCION A.471(XII))

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

RECORDANDO ADEMÁS que mediante la resolución A.471 (XII) aprobó la Recomendación sobre el método de ensayo para determinar la resistencia a la llama de materias textiles de tipos diversos colocadas verticalmente, según lo especificado en la regla II-2/3.23.3 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada,

RECONOCIENDO la necesidad de mejorar el texto de la Recomendación,

HABIENDO EXAMINADO la recomendación hecha por el Comité de Seguridad Marítima en su 50o. periodo de sesiones,

1. APRUEBA las enmiendas a la Recomendación sobre el método de ensayo para determinar la resistencia a la llama de materias textiles de tipos diversos colocadas verticalmente (resolución A.471 (XII)), cuyo texto constituye el anexo de la presente resolución*;

2. INVITA a todos los Gobiernos interesados a que apliquen la Recomendación, en su forma enmendada, al determinar si se cumple con las prescripciones relativas a la resistencia a la propagación de la llama especificadas en la regla II-2/3.23.3 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada.

Anexo

RECOMENDACION SOBRE EL METODO DE ENSAYO PARA DETERMINAR LA RESISTENCIA A LA LLAMA DE MATERIAS TEXTILES DE TIPOS DIVERSOS COLOCADAS VERTICALMENTE

(en su forma enmendada por la resolución A.563(14))

1 AMBITO DE APLICACION

En la presente Recomendación se expone un procedimiento para determinar si las materias textiles de tipos diversos que principalmente se utilizan como cortinas y ornamentos colgantes satisfacen lo prescrito en la Regla II-2/3.23/3 de las enmiendas de 1981/83 al Convenio SOLAS 1974, en cuanto a resistencia a la propagación de la llama. Los tejidos que no sean intrínsecamente piroresistentes serán sometidos a procedimientos de limpieza o de intemperización, y a pruebas antes y después de ese tratamiento.

2 DEFINICIONES

Duración de persistencia de la llama. Tiempo durante el cual la materia de que se trate sigue ardiendo después de que la fuente de ignición haya sido retirada o se haya extinguido.

Ignición continuada. Persistencia de la llama durante 5 s o más.

Incandescencia residual. Persistencia de la incandescencia de una materia después de que haya cesado la llama o se haya retirado la fuente de ignición.

Llamarada superficial. Propagación rápida de la llama por la superficie de un tejido, que afecta principalmente el pelo superficial del tejido y que a menudo deja esencialmente intacta la textura básica.

3 FINALIDAD

Este método de ensayo da información sobre la aptitud de un tejido para resistir la ignición continuada y la propagación de la llama cuando se le expone a una llama pequeña. El comportamiento de un tejido en este ensayo no indica necesariamente cuál es su resistencia a la propagación de la llama cuando la exposición se da en condiciones sensiblemente distintas de las utilizadas en dicho ensayo.

4 SALUD Y SEGURIDAD DE LOS LABORATORISTAS

La combustión de materias textiles puede producir humos y gases posiblemente perjudiciales para la salud de los laboratoristas. Después de cada ensayo se extraerán de la zona en que se haya realizado éste, mediante la adecuada ventilación forzada, el humo y las emanaciones producidos, y a continuación se restablecerán las condiciones necesarias para la realización de ensayos.

5 APARATO DE ENSAYOS

5.1 Adjuntos a la presente recomendación figuran los planos detallados del aparato y de la caja utilizados para realizar este ensayo.

5.2 Quemador de gas

Se proveerá un quemador de gas como el ilustrado en la figura 1. Irá montado de modo que el eje del cuerpo del quemador pueda ajustarse en cada una de tres posiciones fijas, a saber, verticalmente hacia arriba, horizontalmente o a un ángulo de 60° con respecto a la horizontal. En la figura 2 se ilustran las posiciones en que puede estar el quemador con respecto al tejido.

* El texto que sigue es el correspondiente al anexo de la resolución A.471 (XII), en su forma enmendada por la resolución A.563(14).

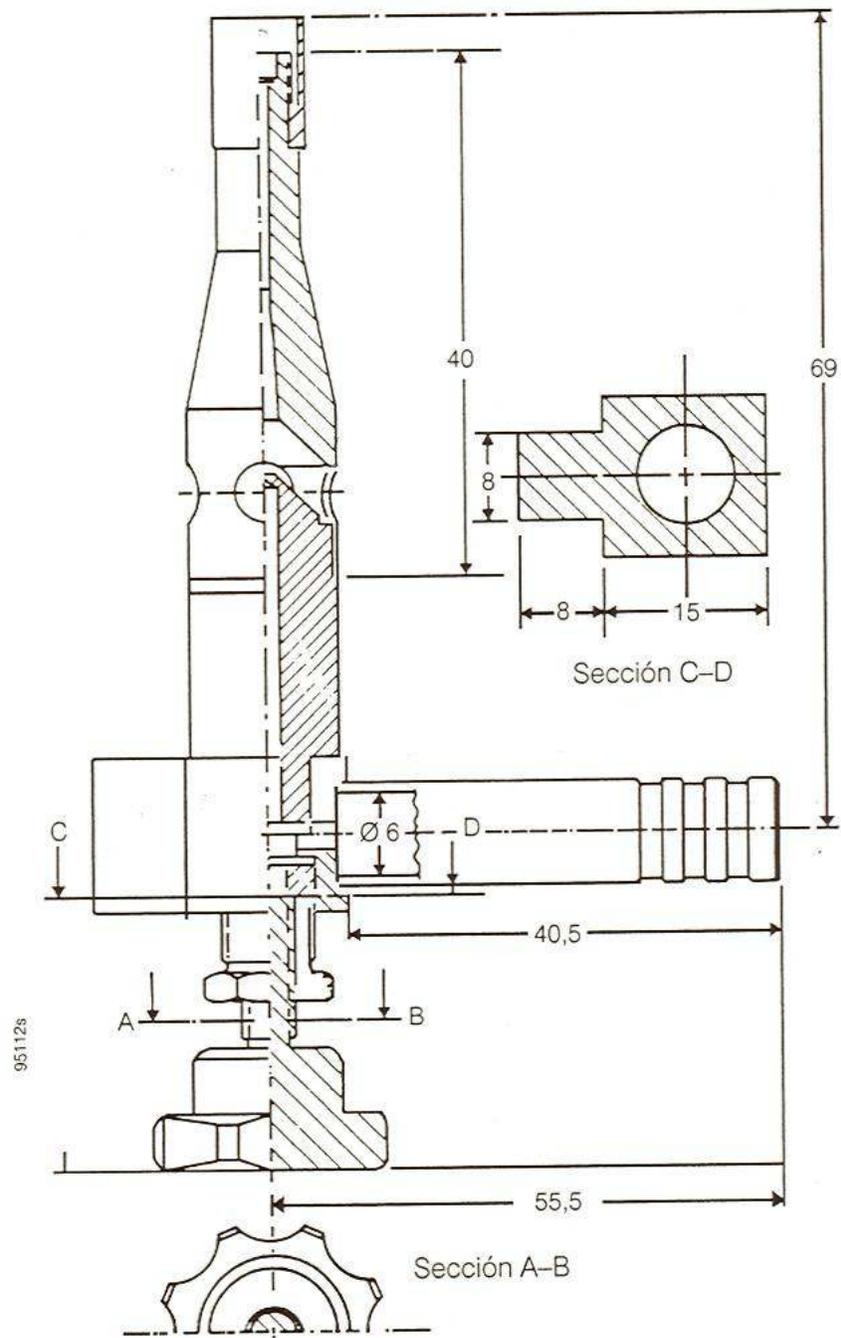
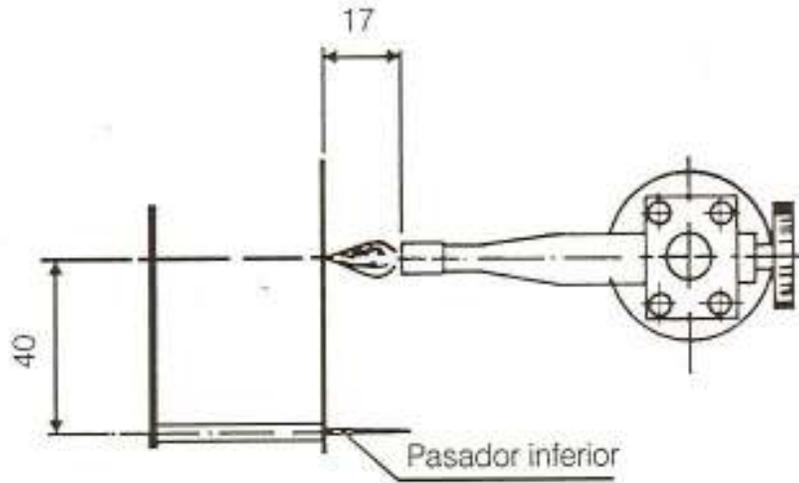


Figura 1 - Quemador de gas
(Conforme a la norma DIN 50 051 tipo KBN)

IGNICION SUPERFICIAL



951298

IGNICIÓN DEL BORDE

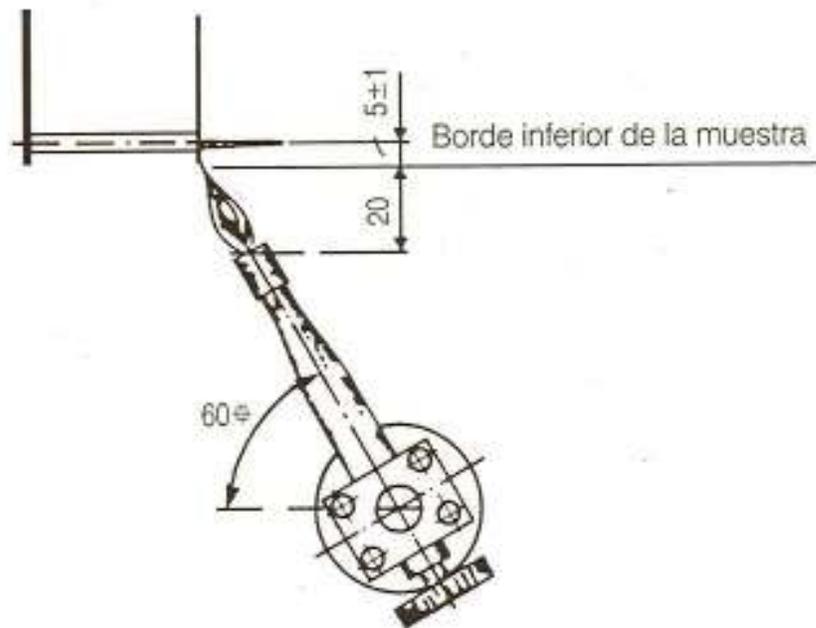


Figura 2- Quemador de gas: posiciones del tejido

5.3 Gas

Se utilizará propano de calidad comercial con una pureza mínima del 95%.

5.4 Caja de ensayos

Se utilizará una caja de chapa metálica de un espesor de 0,5 mm a 1 mm, que proteja contra corrientes de aire y que mida aproximadamente 700 ± 25 mm x 325 ± 25 mm x 750 ± 25 mm de altura. En el techo de la caja habrá 32 agujeros de 13 ± 1 mm de diámetro, practicados simétricamente, y en la base de cada lateral habrá orificios de aireación apantallados y simétricamente distribuidos que den una superficie de aireación libre de por lo menos 32 cm². Uno de los laterales de 700 mm x 325 mm estará construido de modo que se le pueda instalar una puerta hecha principalmente de vidrio, y uno de los laterales menores estará asimismo construido como panel de observación. Habrá también un orificio para el tubo de suministro de gas y para la varilla telemandada posicionadora del quemador. El piso de la caja será de una materia aislante incombustible. El interior se pintará de negro.

5.5 Portamuestras

Se proveerá un bastidor de ensayos rectangular de 200 ± 1 mm de longitud x 150 ± 1 mm de anchura, de acero inoxidable de 10 mm de anchura x 2 mm de espesor. En las esquinas del bastidor y en el centro de los dos lados largos del mismo habrá pasadores de fijación de acero inoxidable, de $2,0 \pm 1,0$ mm de diámetro, provistos de separadores.

5.6 Base de soporte

El bastidor de ensayos descansará sobre una base metálica rígida por medio de dos pies derechos a los que pueda quedar unido. La base metálica sirve asimismo de soporte para hacer pivotar el pedestal del quemador y así mover la llama de éste acercándola a la muestra o alejándola de ella.

6 MUESTRAS DE ENSAYO

6.1 Preparación

Las muestras serán tan representativas de la materia que se va a probar como resulte posible y carecerán de orillos. Se cortarán cuando menos diez muestras de 220 mm x 170 mm, cinco en el sentido de la urdimbre y cinco en el de la trama. Cuando el tejido tenga acabados distintos en el haz y el envés, se cortarán muestras suficientes para probar ambas caras. Utilizando una plantilla de 220 mm x 170 mm que tenga agujeros de 5 mm de diámetro aproximadamente, cuya posición en ella corresponda a la de los pasadores del bastidor, se extenderá cada muestra en un banco para marcarla/perforarla a fin de obtener una tensión repetible y reproducible tras montar la muestra en el bastidor.

6.2 Procedimientos de acondicionamiento y de intemperización

Las muestras serán acondicionadas a 20 ± 5 °C y a una humedad relativa del $65 \pm 5\%$ durante no menos de 24 horas antes del ensayo. Si el tejido no es intrínsecamente ignífugo, a discreción de la autoridad que haya de dar la aprobación cabrá aplicar uno de los procedimientos de intemperización detallados en el apéndice 2 a otras diez muestras como mínimo.

6.3 Colocación de las muestras

Cada muestra se retirará de la atmósfera de acondicionamiento y será sometida a ensayo dentro de los tres minutos siguientes o colocada en un recipiente hermético hasta que se necesite. Se colocará el tejido en el bastidor de ensayos haciendo que las marcas hechas previamente coincidan con los pasadores (véase 6.1). La colocación del tejido sobre los pasadores se hará de manera que quede aproximadamente centrado en el sentido de la anchura y que el borde inferior se prolongue 5 ± 1 mm por debajo del pasador inferior.

7 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

7.1 Ajuste previo de la llama

Se encenderá el quemador de gas y se le dejará calentar al menos durante dos minutos. Seguidamente se ajustará el suministro de gas de modo que cuando el quemador esté en posición vertical, entre la boquilla del tubo y la punta visible de la llama haya una distancia de 40 ± 2 mm. Si se desea, cabe utilizar un flujómetro de gas para reproducir sistemáticamente la longitud de la llama del quemador.

7.2 Determinación del modo de aplicación de la llama para un tejido dado

Se ajustará el ángulo del quemador con respecto a la horizontal y se fijará la altura de manera que, con el quemador emplazado en posición, la llama toque el tejido en un punto central situado a 40 mm por encima del nivel de la primera fila de pasadores. Se cerrará entonces la puerta de la caja y se desplazará el quemador de manera que su boquilla quede a 17 mm de la superficie de la muestra. Se aplicará la llama durante cinco segundos y luego se retirará. Si no se produce ignición continuada, se colocará otra muestra en el portamuestras y se aplicará la llama como antes, esta vez durante 15 s. Si tampoco con esta duración mayor se consigue ignición continuada, habrá que reajustar la posición del quemador de modo que su boquilla quede a 20 mm del borde inferior del tejido, por debajo, con la llama tocando el tejido. En esta posición se aplicará la llama a una nueva muestra durante cinco segundos y si no se produce ignición continuada se colocará otra muestra y se aumentará a 15 s el tiempo de aplicación de la llama. La condición de ignición que sirva de base para probar las muestras será aquella en que se consiga por primera vez una ignición continuada siguiendo el orden de pruebas que se acaba de indicar. Si no se produce la ignición continuada, las muestras se probarán en las condiciones en que sea mayor la longitud de la parte carbonizada. El método de aplicación de la llama a la muestra en el sentido de la urdimbre y en el de la trama se establecerá conforme a la secuencia relativa a la ignición indicada anteriormente.

7.3 Ensayo de exposición a la llama

Utilizando la posición del quemador y el tiempo de aplicación de la llama que se hayan estimado apropiados para las muestras de que se trate, se tomarán cinco muestras más cortadas en el sentido de la urdimbre y otras cinco en el de la trama, se les someterá a ensayo tal como se indica en 6.2 y se anotarán las duraciones de persistencia de la llama. Se tomará nota de todo indicio de llamarada superficial. Si durante un ensayo se produce incandescencia residual, se dejará la muestra en su posición hasta que haya cesado toda incandescencia. Se medirá también la extensión de la parte carbonizada. Cuando haya dudas acerca de los límites precisos del daño sufrido por el tejido, se seguirá el procedimiento detallado en el apéndice 1.

7.4 Desprendimiento de partículas inflamadas

Para investigar si las partículas inflamadas que se desprenden de las materias termoplásticas pueden inflamar las materias combustibles que haya en la base del aparato, sobre la placa de asiento se colocará una capa de 10 mm de algodón en rama como el que se indica en 3.1.7.2 del anexo de la resolución A.517(13), inmediatamente debajo del portamuestras. Se tomará nota de todo indicio de ignición o incandescencia del algodón en rama.

8 INFORME SOBRE EL ENSAYO

En el informe sobre el ensayo constarán los datos siguientes:

- .1 nombre de la autoridad que efectuó el ensayo;
- .2 nombre del fabricante de la materia;
- .3 fecha de recepción de la materia y fecha de realización del ensayo;
- .4 nombre o marca de identificación de la materia;
- .5 descripción de la materia;
- .6 peso por unidad de superficie de la materia;
- .7 acondicionamiento de las muestras y procedimientos de intemperización que se hayan utilizado;
- .8 modo de aplicación de la llama utilizado;
- .9 duración de la aplicación de la llama;
- .10 persistencia de la llama, longitud de la parte carbonizada e ignición de los desperdicios de algodón causada por el desprendimiento de partículas inflamadas;
- .11 procedimientos de limpieza y de intemperización que se hayan utilizado.

Apéndice 1**Medición de la longitud de la parte carbonizada o de la parte destruida de la materia****1 APARATO**

Se utilizará un conjunto de gancho y peso para determinar la longitud de la parte carbonizada o de la parte destruida de la muestra. La masa combinada del conjunto textil se ajustará a los valores dados en la tabla 1.

Tabla 1 - Masa de la cual hay que desgarrar el tejido carbonizado

Masa del tejido sometido a ensayo (g/m ²)	Masa total utilizada para desgarrar el tejido (g)
<200	100
200-600	200
>600	400

2 METODO

Inmediatamente después de que hayan cesado por completo la inflamación y la incandescencia residual de la muestra se determinarán la longitud de la parte carbonizada o de la parte destruida. En este ensayo se entiende por longitud de la parte carbonizada la distancia que hay entre el extremo de la muestra que fue expuesto a la llama y el extremo de una desgarradura hecha a través del centro de la zona carbonizada en sentido longitudinal del modo siguiente:

- .1 se examinará el borde de la zona carbonizada de la muestra cuya penetración sea más alta o mayor a fin de determinar si, a causa del comportamiento de materias termoplásticas, ha aumentado el espesor del borde tras la realización del ensayo. En caso afirmativo, después de dejar enfriar la muestra se hará un corte cuya profundidad sea sólo la necesaria para atravesar la parte más abultada de ese borde;
- .2 se doblará la muestra en sentido longitudinal y se arrugará ligeramente por la mayor porción visible de la parte carbonizada;
- .3 se introducirá el gancho en la muestra por una cara de la zona carbonizada, a 8 mm del borde exterior adyacente y a 8 mm de la parte inferior;
- .4 a continuación se tomará con los dedos el lado opuesto de la zona carbonizada de la muestra y se izará ésta suavemente hasta que soporte el peso. La muestra irá desgarrándose a través de la zona carbonizada hasta llegar a la parte del tejido que sea lo bastante resistente como para aguantar la carga.

Apéndice 2**Procedimientos de limpieza y de intemperización****1 CONSIDERACIONES GENERALES**

1.1 Se supone que todo tejido destinado a usos marítimos habrá sido sometido a un tratamiento que lo haga piroretardante de modo permanente o fabricado con materiales intrínsecamente piroresistentes. En el presente Apéndice se hace exposición de procedimientos que permiten verificar esa presunción.

2.1 AMBITO DE APLICACION

Estos procedimientos se aplicarán a los tejidos

2.2 Cada tejido se someterá únicamente a los procedimientos de intemperización que sean aplicables al uso a que esté destinado. Habrá de satisfacer los criterios de resistencia a la llama indicados en la sección 5, tras haber pasado por los ciclos de intemperización apropiados.

2.2.1 Los ensayos de intemperización acelerada que se citan en el presente apéndice deberían bastar para hacer posible una evaluación aceptable de la persistencia del tratamiento (en las condiciones para las que fue ideado) durante la vida útil del tejido.

3 LIMPIEZA EN SECO ACELERADA

3.1 El tejido tratado se limpiará en seco en una máquina accionada por monedas y será parte de una carga integrada por retazos de tejidos que puedan limpiarse en seco. La relación eficaz de líquido limpiador será de 1:10, es decir, 10 kg de líquido por kilo de tejido.

3.2 Se hará que dicha máquina, utilizando percloroetileno como disolvente (en proporción aproximada del 1% de una carga en la que entren un agente emulsionante y agua), trabaje durante el ciclo completo de 10 a 15 min que incluye el secado en tambor. Al final de cada ciclo de limpieza en seco se extraerá la carga de la máquina y se separarán los retazos.

3.3 Se repetirá el proceso de limpieza en seco hasta terminar 10 ciclos de limpieza y secado.

3.4 A continuación se cortarán las muestras del tejido limpiado en seco para efectuar los ensayos.

4 LAVADO ACELERADO

4.1 Se lavará una muestra del tejido tratado en una lavadora automática comercial utilizando una solución que contenga un 0,5% de detergente para ensayos CEI con perborato tipo 1^{*}. La relación de líquido limpiador utilizado será de 1:15.

4.2 Se seguirá el ciclo de operaciones indicado en la tabla 1.

4.3 A continuación la muestra se secará en un secador de tambor a una temperatura de 80°C.

4.4 El procedimiento anterior se repetirá hasta terminar 10 ciclos de lavado y secado.

4.4.1 Si la materia va a destinarse a una aplicación especial podrá ser necesario intensificar el proceso de lavado.

4.5. Cuando la casa fabricante del tejido o del apresto den instrucciones para lavar un tejido, se seguirán éstas con preferencia al procedimiento aquí indicado, que simula una práctica típica de lavado comercial.

Tabla 1 - Ciclo de operaciones para el lavado acelerado 1

Operaciones	Tiempo (min)	Temperatura (°C)
1. Inmersión en agua jabonosa	6	55
2. Inmersión en agua jabonosa	6	70
3. Inmersión en agua jabonosa	6	70
4. Blanqueo	8	70
5. Enjuagado	2	70
6. Enjuagado	2	70
7. Enjuagado	2	70
8. Enjuagado	2	55
9. Añilado	3	40
10. Hidroextracción	3	40

¹ Este ciclo está concebido para tejidos blancos. Para los tejidos de color se suprimen las operaciones de blanqueo y añilado y la temperatura de las operaciones de "enjabonado" y "enjuagado" se rebaja 17°C.

* La formulación de este detergente se da en la publicación 456 de la CEI, en su forma enmendada en 1980.

5 LIXIVIACION ACELERADA EN AGUA

5.1 En un recipiente que contenga agua corriente a la temperatura ambiente se sumergirá una muestra del tejido tratado durante un periodo de 72 h. El recipiente tendrá capacidad suficiente para que la relación tejido/líquido sea de 1:20.

5.2 El recipiente se vaciará y se volverá a llenar cada 24 h durante el periodo de inmersión.

5.3 Terminado el periodo de inmersión se extraerá la muestra del recipiente de prueba y se secará en un secador de tambor o en un horno a una temperatura de 70 °C aproximadamente.

6 INTEMPERIZACION ACELERADA

6.1 La Administración responsable podrá exigir un procedimiento adecuado de intemperización acelerada basado en la lámpara de xenón o uno de los dos procedimientos descritos a continuación.

6.2 Procedimiento núm. 1

6.2.1 Aparato:

- .1 el aparato consistirá en un cilindro metálico vertical en el centro del cual se formará un arco de carbón en sentido vertical y en cuyo interior irá montado un portamuestras;
- .2 el diámetro del cilindro será tal que la distancia de la cara del portamuestras al centro del arco de carbón sea de 375 mm;
- .3 el cilindro estará dispuesto de modo que gire en torno al arco a razón de aproximadamente una revolución por minuto;
- .4 dentro del cilindro habrá un rociador de agua provisto de medios para regular la descarga de agua;
- .5 el arco de carbón vertical puede ser de electrodo macizo de 13 mm de diámetro si se opera con corriente continua, o de electrodo monoconductor si se opera con corriente alterna. Los electrodos serán de composición uniforme;
- .6 el arco estará rodeado por una esfera transparente de cristal de cuarzo, de 1,6 mm de espesor, o por otra envuelta que tenga propiedades de absorción y transmisión equivalentes.

6.2.2 Funcionamiento del equipo de ensayo:

- .1 las muestras se montarán en el interior del cilindro encaradas con el arco;
- .2 el cilindro girará aproximadamente a razón de una revolución por minuto durante la realización de la prueba;
- .3 el rociador descargará agua a razón aproximadamente de 0,0026 m³/min sobre las muestras durante unos 18 min por cada periodo de 120 min;
- .4 el arco trabajará con corriente continua de 13A o con corriente alterna de 17A, 60 Hz, y con una tensión en él de 140V;
- .5 se recambiarán los electrodos a intervalos lo bastante frecuentes como para que la lámpara funcione en condiciones perfectas;
- .6 se limpiará la esfera cada vez que se recambien los electrodos o al menos una vez cada 36 h de trabajo.

6.2.3 Ciclo del ensayo:

- .1 las muestras se someterán a esta intemperización durante 360 h;
- .2 luego se dejarán secar completamente a una temperatura de entre 20° y 40 °C;
- .3 una vez secas, las muestras se someterán al ensayo de exposición a la llama.

6.3 Procedimiento núm. 2

6.3.1 Aparato:

- .1 el aparato contará con un arco de carbón formado en sentido vertical en el centro de un cilindro vertical;

- .2 en el interior del cilindro se montará una rejilla giratoria de modo que la distancia entre la cara de la muestra y el centro del arco sea de 475 mm;
- .3 el arco estará proyectado para dar cabida a dos pares de electrodos de carbón, un par superior del núm. 22 y un par inferior del núm. 13. No obstante, el arco se producirá únicamente entre un par de electrodos cada vez;
- .4 no habrá filtros ni envueltas entre los electrodos y las muestras;
- .5 en el interior del cilindro se montarán boquillas rociadoras para mojar las muestras durante unos 18 min por cada periodo de 120 min.

6.3.2 Funcionamiento del equipo de ensayo:

- .1 las muestras se montarán en la rejilla giratoria encaradas con el arco;
- .2 la rejilla girará alrededor del arco a velocidad uniforme, a razón de aproximadamente una revolución por minuto;
- .3 el arco trabajará a 60A y 50V en la modalidad destinada a corriente alterna y a 50A y 60V en la destinada a corriente continua;
- .4 las boquillas rociadoras de agua descargarán alrededor de 0,0026 m³/min sobre las muestras durante 18 min por cada periodo de 120 min.

6.3.3 Ciclo del ensayo:

- .1 las muestras se someterán a esta intemperización durante 100 h;
- .2 luego se dejarán secar completamente a una temperatura de entre 20° y 40 °C;
- .3 una vez secas, las muestras se someterán al ensayo de exposición a la llama.

Apéndice 3

Criterios propuestos para cortinas y ornamentos colgantes

Los criterios expuestos a continuación se recomiendan a título de orientación para la clasificación de materias. Cuando se desee aplicar el método de ensayo de forma diferente cabrá aplicar otros criterios.

- 1 Una vez realizado el ensayo de exposición a la llama se examinarán los datos experimentales relativos a las diez o más muestras. Los productos que muestren una cualquiera de las características indicadas seguidamente no se considerarán aptos para ser utilizados como cortinas, ornamentos colgantes o tejidos que cuelguen libremente en locales que contengan mobiliario y enseres cuyo riesgo de incendio sea reducido, según lo especificado en la regla II-2/3.23.6 de las enmiendas de 1981/83 al SOLAS:
 - .1 Persistencia de la llama durante más de cinco segundos en una cualquiera de las 10 o más muestras sometidas a la aplicación superficial de la llama de ensayo. Véase no obstante 2 *infra*.
 - .2 Combustión, hasta uno cualquiera de los bordes, en una cualquiera de las 10 o más muestras sometidas a la aplicación superficial de la llama de ensayo. Véase no obstante 2 *infra*.
 - .3 Ignición del algodón en rama colocado debajo de la muestra, al someter a ensayo una cualquiera de las 10 o más muestras. Véase no obstante 2 *infra*.
 - .4 Longitud media de la parte carbonizada superior a 150 mm observada en uno cualquiera de los lotes de cinco muestras sometidas al ensayo de ignición, sea ésta superficial o del borde.
 - .5 Llamada superficial que se propague hasta más de 100 mm medidos desde el punto de ignición, con o sin carbonización de la textura básica. Véase no obstante 2 *infra*.
- 2 Si después de analizar los datos experimentales que proporcionen los ensayos realizados con un tejido resulta que uno de los lotes de cinco muestras cortadas en el sentido de la urdimbre y de la trama no satisface uno o más de los criterios especificados en .1, .2, .3 y .5 *supra* a causa del rendimiento deficiente de sólo una de las cinco muestras sometidas a ensayo, se permitirá repetir el ensayo completo con un lote análogo. Si el segundo lote no satisface uno cualquiera de los criterios, ello servirá de base para rechazar el tejido de que se trate.

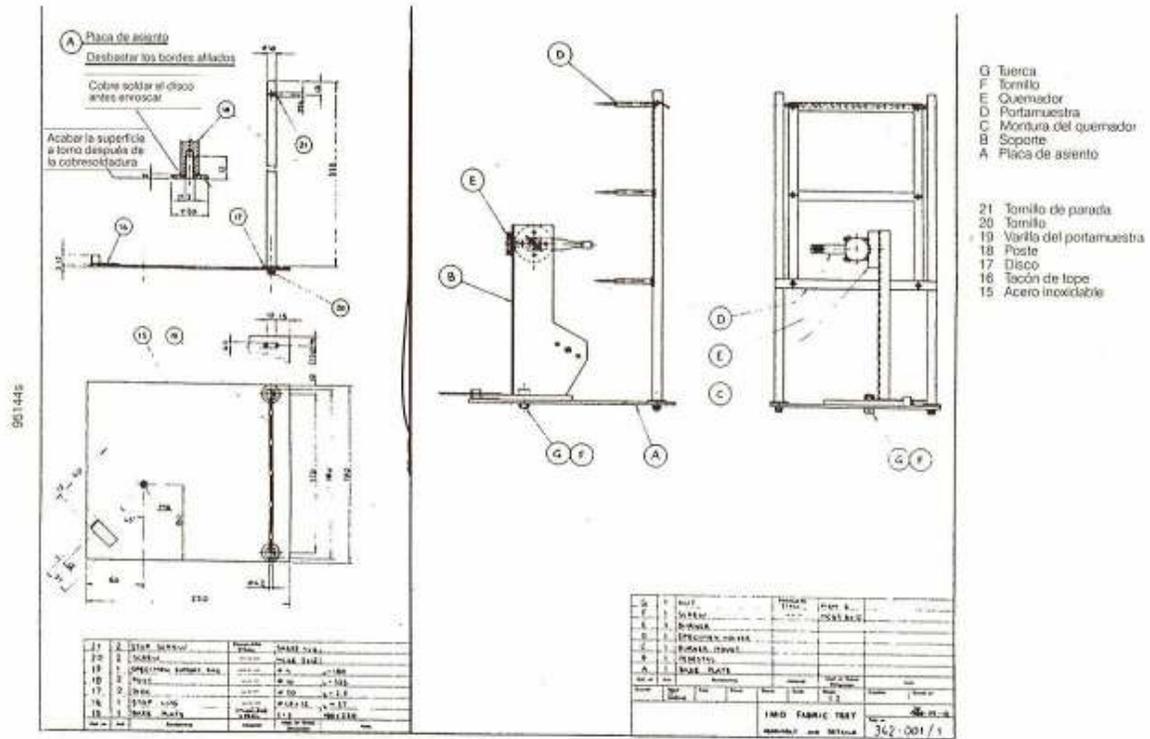


Figura 1 – Ensayo de la OMI con tejidos, ensamble y detalles

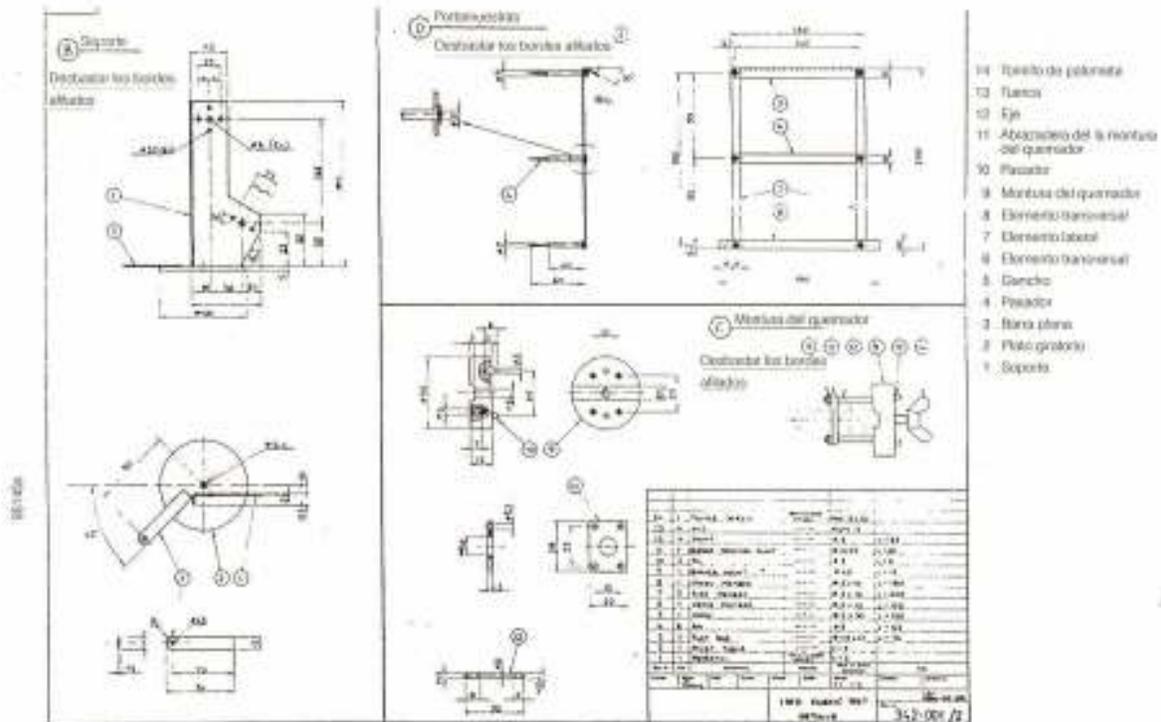


Figura 2 – Ensayo de la OMI con tejidos: detalles

Resolución A.652(16)*(aprobada el 19 de octubre de 1989)***RECOMENDACION SOBRE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO PARA MOBILIARIO TAPIZADO**

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

RECONOCIENDO la necesidad de establecer internacionalmente unos procedimientos de ensayo uniformes para el mobiliario tapizado, como se especifica en la regla II-2/3.23.6 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en sus forma enmendada,

HABIENDO EXAMINADO las recomendaciones hechas por el Comité de Seguridad Marítima en su 57o. periodo de sesiones,

1. APRUEBA la Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para mobiliario tapizado, cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a todos los Gobiernos interesados a que apliquen la Recomendación para determinar si se cumple con las prescripciones sobre resistencia a la ignición y a la propagación de la llama especificadas en la regla II-2/3.23.6 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada;

3. PIDE al Comité de Seguridad Marítima que oportunamente siga trabajando en la elaboración de nuevos procedimientos de ensayo de exposición al fuego, así como en la de procedimientos de ensayo de humo y toxicidad, para ponerlo en conocimiento de los Gobiernos.

Anexo**RECOMENDACION SOBRE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO PARA MOBILIARIO TAPIZADO****(Métodos de ensayo para determinar la inflamabilidad de los materiales compuestos del tapizado de asientos al entrar en contacto con productos usados por fumadores)****1 AMBITO DE APLICACION**

En este procedimiento de ensayo se establecen métodos para evaluar la inflamabilidad de combinaciones de materiales, como las utilizadas para revestir y rellenar muebles tapizados, al entrar en contacto accidentalmente con un cigarrillo o un fósforo encendidos, como puede suceder cuando se hace uso de asientos tapizados. Estos métodos no incluyen la ignición provocada por actos de vandalismo deliberados.

2 DEFINICION

A los efectos de este procedimiento de ensayo regirá la siguiente definición.

Combustión lenta progresiva: una oxidación exotérmica sin llamas, autopropagante, es decir, independiente de la fuente de ignición, que puede o no ir acompañada de incandescencia.

Nota: Se ha comprobado en la práctica que suele haber una clara distinción entre los materiales que pueden carbonizarse al entrar en contacto con la fuente de ignición pero que no propagan la combustión (combustión no progresiva) y los materiales cuya combustión lenta se expande y propaga (combustión progresiva).

3 PRINCIPIO

El principio de este ensayo consiste en exponer a dos fuentes de ignición un conjunto de materiales de tapizado dispuestos de forma que representen, de manera estilizada, la unión entre la superficie del asiento y la del respaldo (o del asiento y del brazo) de una silla, a saber, un cigarrillo encendido y una llama con un valor calorífico correspondiente aproximadamente al de la llama de un fósforo.

4 SALUD Y SEGURIDAD DE LOS OPERARIOS**4.1 Generalidades**

Estos ensayos entrañan riesgos importantes y deben tomarse precauciones.

4.2 Recinto

Por razones de seguridad los ensayos deben realizarse en una campana de humos adecuada. Si no se dispone de una instalación idónea, se deberá construir un recinto para que la persona que efectúe el ensayo no quede expuesta a los humos (véase la sección 8).

4.3 Extintores

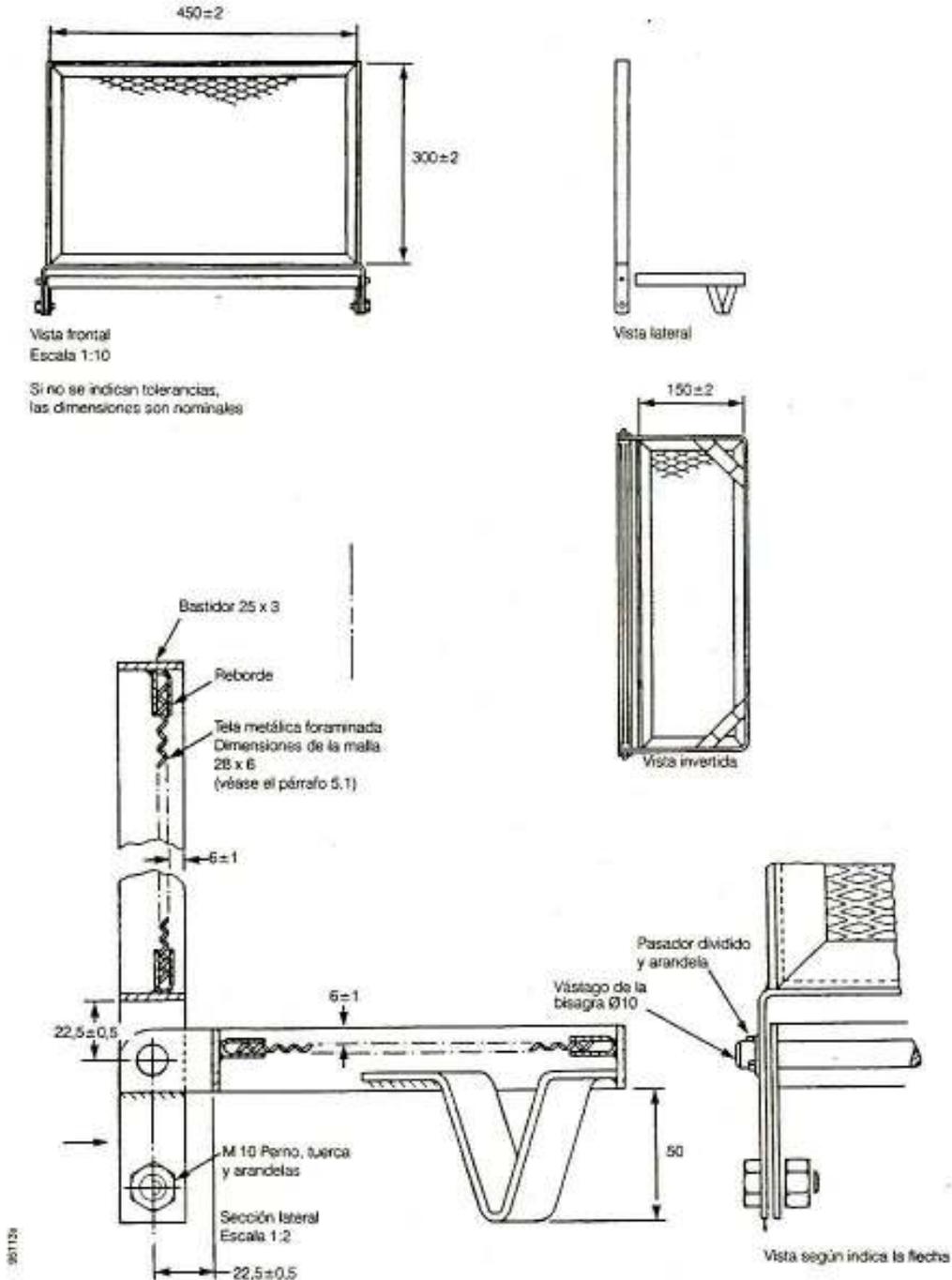
Habrán medios fácilmente accesibles que permitan extinguir el fuego de las muestras, como un balde de agua, una manta contra incendios o un extintor de incendios.

5 APARATO

5.1 Conjunto de prueba

Las figuras 1 y 2 ilustran un conjunto adecuado para realizar el ensayo. Consistirá en dos bastidores rectangulares embisagrados que puedan inmovilizarse en ángulo recto. Estos bastidores se construirán con llanta de acero de 25 mm x 3 mm (dimensiones nominales) y deberán sostener firmemente rejas de acero foraminado colocadas a una distancia de 6 ± 1 mm por debajo del borde superior de los bastidores.

Nota: Las dimensiones de las perforaciones de la reja de acero foraminado, no son de importancia capital, pero se han considerado apropiadas perforaciones con diagonales de 28 mm x 6mm aproximadamente.



Todas las dimensiones están expresadas en milímetros.
Todas las partes son de acero.

Figura 1 - Detalle del conjunto de prueba

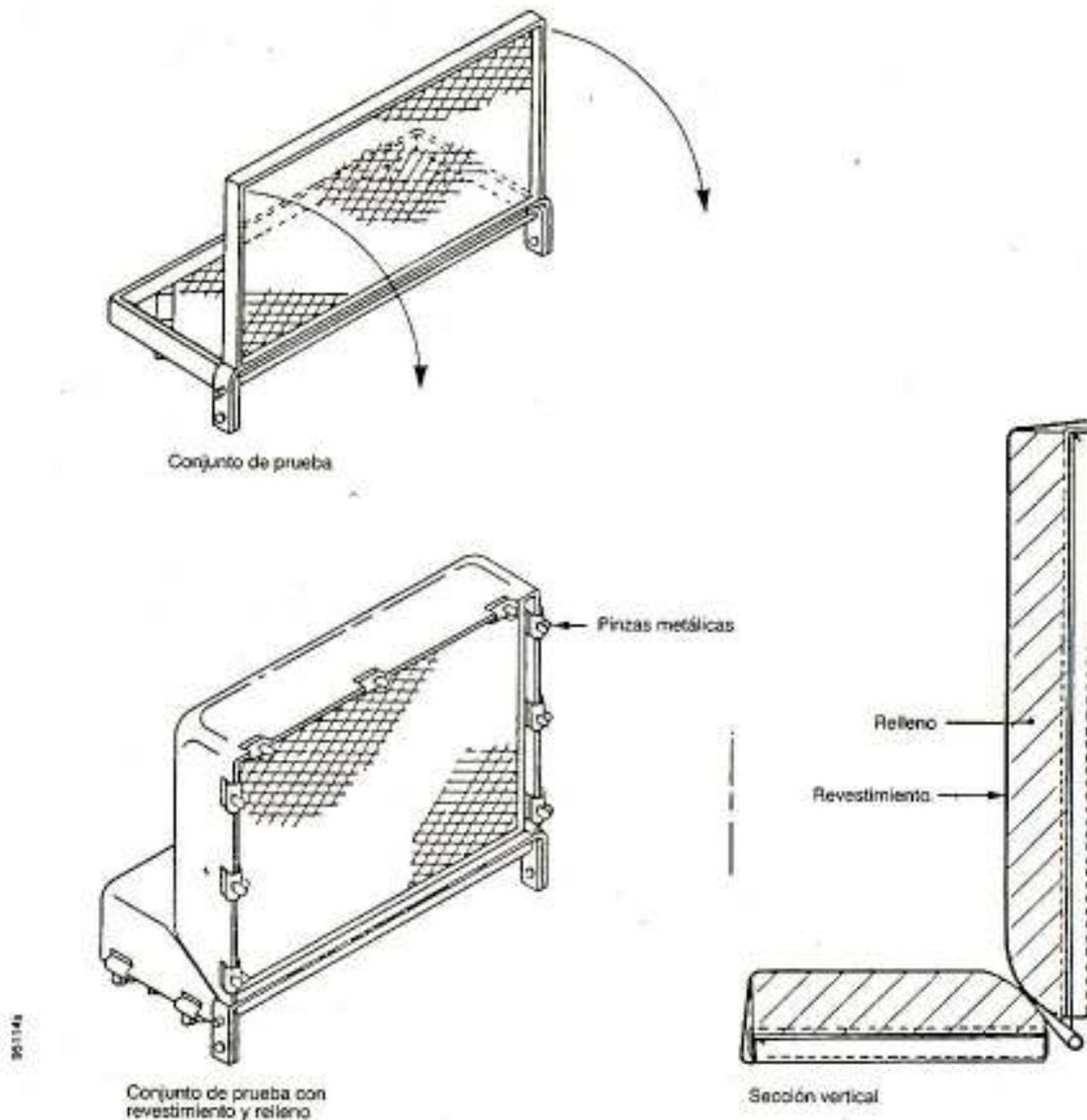


Figura 2 - Conjunto de prueba montado

El bastidor que sirva de respaldo medirá 450 ± 2 mm de ancho x 300 ± 2 mm de altura en su parte interior y el que sirva de asiento medirá 450 ± 2 mm de ancho x 150 ± 2 mm de profundidad en su parte interior. Puede colocarse un reborde corriente alrededor del acero foraminado a fin de darle protección y mayor rigidez.

Los costados de los bastidores sobrepasarán los bordes laterales del respaldo a fin de poder perforar en ellos los orificios para las bisagras y formar las patas posteriores del respaldo. Los vástagos de las bisagras serán de acero de un diámetro nominal de 10 mm, atravesarán la parte posterior del conjunto y su eje se encontrará a $22,5 \pm 0,5$ mm de la parte posterior de cada bastidor.

Los bastidores podrán inmovilizarse en ángulo recto mediante un perno o pasador que una los pares de piezas que forman las patas posteriores. Las patas anteriores podrán soldarse con los ángulos anteriores del bastidor que sirve de asiento. La altura de las patas deberá ser tal que quede un espacio de por lo menos 50 mm de altura entre el bastidor de base y la superficie que sostendrá el conjunto.

Durante los ensayos, el conjunto de prueba se colocará dentro de un recinto (véase el párrafo 4.2) sin corrientes de aire pero con ventilación suficiente.

5.2 Fuente: cigarrillo encendido

Se utilizará un cigarrillo sin filtro con las siguientes características;

largo	aproximadamente 68 mm;
diámetro	aproximadamente 8 mm;
peso	1 g nominal;
velocidad de combustión lenta	12,0 ± 1,5 min/50 mm.

La velocidad de combustión lenta del cigarrillo se comprobará en una muestra de cada 10 cigarrillos utilizados de la manera que se explica a continuación. En el cigarrillo, acondicionado según se describe en el párrafo 6.1, hágase una marca a 5 mm y otra a 55 mm del extremo por donde haya que encenderlo. Enciéndase el cigarrillo como se explica en el párrafo 8.2.1 y clávese por su extremo no encendido en una púa de alambre horizontal situada en una atmósfera sin corrientes de aire, hasta un máximo de 13 mm. Tómese nota del tiempo necesario para que el cigarrillo se consuma desde la marca hecha a los 5 mm hasta la situada a 55 mm del extremo encendido.

5.3 Fuente de ignición: llama de butano

Nota: Esta fuente de ignición ha sido concebida con objeto de suministrar un valor calorífico que corresponda aproximadamente al de la llama de un fósforo.

Se conectará un quemador tubular constituido por un tubo de acero inoxidable de $8,0 \pm 0,1$ mm de diámetro exterior, $6,5 \pm 0,1$ mm de diámetro interior y 200 ± 5 mm de largo a una botella de butano, con un regulador que suministre una presión de salida de 27,5 mbar*, por medio de un tubo flexible provisto de un flujómetro, una válvula reguladora de precisión y una válvula de apertura y cierre (facultativa).

Nota: Esta fuente de ignición ha sido concebida con objeto de suministrar un valor calorífico que corresponda aproximadamente al de la llama de un fósforo.

El flujómetro se calibrará previamente de forma que suministre un caudal de gas de butano de 45 ± 2 ml/min a una temperatura de 25°C. El tubo flexible que conecta la salida del flujómetro al quemador tubular tendrá una longitud de 2,5 a 3 m y un diámetro interior de $7,0 \pm 1,0$ mm.

Notas:

1. En estas condiciones, la altura de la llama es de aproximadamente 35 mm. Cualquier divergencia con respecto a esta altura puede deberse a la falta de equilibrio entre el gas de butano y las condiciones ambientales especificadas para el ensayo. Deberá disponerse de un tubo suficientemente largo dentro del ambiente controlado ($23 \pm 7^\circ\text{C}$) a fin de que el butano alcance la temperatura requerida antes de la medición del caudal.
2. Podrá usarse una mezcla de butano y propano como combustible para la fuente de ignición de la llama siempre que se mantenga un valor calorífico análogo al indicado en el párrafo que antecede.

6 ATMOSFERA NECESARIA PARA EL ACONDICIONAMIENTO Y LA REALIZACION DE LOS ENSAYOS

6.1 Acondicionamiento

Los materiales que vayan a someterse a ensayo y los cigarrillos deberán permanecer inmediatamente antes del ensayo y durante 72 h a la temperatura ambiente y luego durante un mínimo de 16 h en un recinto con una temperatura de $20 \pm 5^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de $50 \pm 20\%$.

6.2 Ensayos

Los ensayos se realizarán en un medio ambiente sin corrientes de aire con una temperatura de entre 15 y 30°C y una humedad relativa de 20 a 70%.

7 PROBETAS

7.1 Generalidades

Los materiales de las probetas serán representativos del revestimiento, relleno y cualquier otro material que vaya a utilizarse en el conjunto final.

* 1 mbar = $102 \text{ N/m}^2 = 0,1 \text{ kPa}$.

7.2 Material de revestimiento y entretela

El tamaño del revestimiento necesario para cada ensayo es de 800 ± 10 mm x 650 ± 10 mm. El largo deberá cortarse paralelamente al orillo. El revestimiento puede estar formado por trozos más pequeños de material, siempre que las costuras no queden a menos de 100 mm de la zona que vaya a ser afectada por el ensayo.

El revestimiento tendrá cortes triangulares a 325 mm del orillo en ambos lados. Estos cortes se colocarán de forma que cuando se monte el revestimiento en el conjunto de prueba el pelo esté orientado hacia abajo en el respaldo y de la bisagra a la parte anterior del bastidor en el asiento. Estos cortes serán de aproximadamente 50 mm de base y 110 mm de altura.

Cuando se use una entretela, ésta se cortará a las mismas dimensiones y tendrá la misma orientación que el revestimiento a fin de ajustarla por debajo de éste al conjunto de prueba.

7.3 Relleno del tapizado

Para cada ensayo se requerirán dos piezas: una de 450 ± 5 mm x 300 ± 5 mm x 75 ± 2 mm de espesor y la otra de 450 ± 5 mm x 150 ± 5 mm x 75 ± 2 mm de espesor.

El almohadillado puede estar formado por varias capas que generalmente son de fieltro, guata o distintas espumas. En estos casos, las probetas serán representativas de los 75 mm superiores del almohadillado.

Si el espesor del relleno es inferior a 75 mm se agregará una capa del mismo material utilizado para la capa inferior a fin de que la probeta tenga el espesor requerido.

8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Advertencia

Por razones de seguridad, todos los ensayos se efectuarán en una campana de humos construida de manera satisfactoria (véase el párrafo 4.2).

8.1 Preparativos

8.1.1 Compruébese que los medios de extinción de incendios están a mano (véase el párrafo 4.3).

8.1.2 Abranse los bastidores del conjunto de prueba y pásese la tela del revestimiento y, si la hay, la entretela por detrás de la bisagra.

8.1.3 Colóquese el relleno bajo la tela del revestimiento y, si la hay, la entretela, introduciéndolos en los huecos del bastidor y dejando aproximadamente 20 mm de tela para envolver la parte exterior de éste.

8.1.4 Inmovilícense los bastidores en ángulo recto con los pernos o pasadores, cuidando de que el relleno no se desplace.

8.1.5 Sujétese la tela por la parte superior, inferior y por los lados del bastidor con pinzas metálicas y compruébese que la tela o las telas están tirantes y extendidas de manera uniforme.

8.2 Ensayo con un cigarrillo encendido

8.2.1 Enciéndase un cigarrillo (véase el párrafo 5.2) y aspírese aire por el mismo hasta que el extremo se ponga incandescente. En el curso de esta operación no deberán consumirse más de 8 mm del cigarrillo.

8.2.2 Colóquese el cigarrillo encendido paralelamente a la unión entre la probeta vertical y la horizontal, a un mínimo de 50 mm del borde lateral más cercano o de cualquier otra marca dejada por un ensayo anterior y simultáneamente póngase en marcha el cronómetro.

8.2.3 Obsérvese el avance de la combustión y tómesese nota de cualquier signo de combustión lenta progresiva (véase la sección 2) o de llamas en el interior o en el revestimiento.

Nota: Como puede resultar difícil percibir la combustión lenta, esta tarea puede facilitarse si se procura detectar la aparición de humo en puntos situados a cierta distancia del cigarrillo. El humo puede verse más fácilmente cuando se mira el reflejo de una columna ascendente en un espejo.

8.2.4 Si después de una hora de haber colocado el cigarrillo se observa en cualquier momento una combustión lenta progresiva de los materiales del tapizado o si aparecen llamas, extíngase la probeta y regístrese un resultado negativo en el ensayo con un cigarrillo encendido.

8.2.5 Si transcurrida una hora no se observa combustión lenta progresiva ni aparecen llamas, o si el cigarrillo no llega a consumirse en toda su longitud, repítase el ensayo con otro cigarrillo colocado en otro lugar pero a un mínimo de 50 mm de distancia de cualquier daño causado por un ensayo anterior. Si durante este nuevo ensayo no se observa combustión lenta progresiva ni aparecen llamas, o si el cigarrillo no llega a consumirse en toda su longitud, se registrará un resultado positivo en el ensayo con un cigarrillo encendido, a menos que la probeta dé un resultado negativo en el examen final que se describe en el párrafo 8.4. En caso contrario, apáguese la probeta y regístrese un resultado negativo.

Nota: Este segundo ensayo puede efectuarse al mismo tiempo que el primero.

8.3 Ensayo con una llama de butano

8.3.1 Préndase el butano que emana del quemador tubular, ajústese el caudal de gas al nivel adecuado (véase el párrafo 5.3) y déjese que la llama se estabilice por lo menos durante 2 min.

8.3.2 Colóquese el quemador tubular con el eje longitudinal paralelo a la unión entre el respaldo y el asiento, de forma que la llama quede por lo menos a 50 mm del borde lateral más cercano o de cualquier otra marca dejada por un ensayo anterior, y póngase en marcha el cronómetro simultáneamente.

8.3.3 Déjese que el gas arda durante 20 ± 1 s, y después retírese cuidadosamente el quemador tubular de las probetas.

8.3.4 Obsérvese si se producen llamas o combustión lenta progresiva (véase la sección 2) en el interior o en el revestimiento. No deben tomarse en cuenta las llamas, la incandescencia residual, el humo o la combustión lenta que cesen antes de transcurrir 120 s después de retirar el quemador tubular.

8.3.5 Si se observan llamas o combustión lenta progresiva de los materiales del tapizado, extíngase la probeta. Regístrese un resultado negativo en el ensayo con una llama de butano como fuente de ignición.

8.3.6 Si no se observan llamas ni combustión lenta progresiva, repítase el ensayo en otra posición como se describe en el párrafo 8.3.2. Si tampoco en este ensayo se observan llamas ni combustión lenta progresiva, regístrese un resultado positivo para el ensayo con una llama de butano como fuente de ignición, a menos que el resultado del examen final descrito en el párrafo 8.4 sea negativo. En caso contrario, extíngase la probeta y regístrese un resultado negativo.

8.4 Examen final

Se han notificado casos de combustión lenta progresiva que no ha sido observada desde el exterior. Inmediatamente después de haber terminado el programa de ensayos, desmóntese el conjunto y examínese su interior para ver si se ha producido una combustión lenta progresiva. En caso afirmativo, extíngase la probeta y regístrese un resultado negativo en el ensayo con la fuente de que se trate. Por razones de seguridad, antes de dejar desatendido el conjunto compruébese que ha cesado la combustión lenta.

Apéndice A

Notas de orientación

A.1 En este procedimiento de ensayo se describen métodos para examinar la inflamabilidad, en circunstancias definidas, de un conjunto de materiales de tapizado. Estos materiales están combinados de forma que representen en términos generales su uso final en asientos tapizados y las fuentes de ignición son un cigarrillo encendido y una llama correspondiente a la de un fósforo encendido.

De esta forma se pueden evaluar los riesgos de inflamabilidad que entraña la utilización de una determinada combinación de revestimiento, relleno y entretela, lo cual permitirá elaborar especificaciones sobre ignición por productos utilizados por fumadores. No obstante, existen dos limitaciones importantes, que enumeramos a continuación.

- a) Estos ensayos permiten evaluar únicamente la inflamabilidad; para la protección contra riesgos de incendio deberán tenerse en cuenta además otros aspectos de la resistencia al fuego, como la velocidad de propagación del fuego, el desprendimiento de calor, la cantidad y velocidad de producción de humo y la emanación de gases tóxicos. En términos ideales, los intentos de reducir la inflamabilidad no deberían afectar de manera negativa a las otras propiedades mencionadas.

- b) Estos ensayos miden únicamente la inflamabilidad de una combinación de materiales utilizada en asientos tapizados y no de un mueble acabado determinado que incorpore estos materiales. Indican, pero no pueden garantizar, la reacción a la llama del mueble acabado. Esta limitación se debe a que las características de proyecto del mueble pueden modificar en gran medida su reacción al fuego; por lo tanto los ensayos de inflamabilidad de un mueble deberán efectuarse con el artículo real y no con los materiales que lo componen ni con un modelo simulado. Sin embargo, en las secciones A.2 y A.3 se indica la manera de obtener algunos datos sobre inflamabilidad relacionados más concretamente con un modelo previsto.

A.2 Este procedimiento de ensayo prescribe ensayos de laboratorio para un conjunto de materiales, que darán indicaciones generales sobre la inflamabilidad de los muebles acabados; pero cuando se necesite información más concreta, o si los muebles van a utilizarse en zonas críticas, los principios del procedimiento podrán aplicarse a elementos o componentes de muebles completos o a conjuntos de ensayo modificados adecuadamente. A continuación se exponen algunos ejemplos de estos casos, en los que las fuentes de ignición descritas en los párrafos 5.2 y 5.3 podrán aplicarse en los lugares en donde, por regla general, existe el riesgo de ignición en la práctica.

Ejemplo 1: En el caso de una silla con un espacio entre el almohadillado del respaldo y del asiento, no sería apropiado colocar la fuente de ignición en el ángulo formado por los bastidores. Sería más lógica, en tal caso, la ignición de las caras colocando las fuentes de ignición en el centro de las superficies horizontal y vertical.

Ejemplo 2: El aparato de prueba puede usarse para simular la unión de cualquier superficie vertical con otra horizontal, de forma que tanto el respaldo como el brazo, si están fabricados de manera diferente, puedan someterse a ensayo por separado junto con el asiento.

Ejemplo 3: En el ensayo podrá reproducirse el uso de distintos materiales en el respaldo y el asiento de una silla, para lo cual podrán unirse con una costura o con grapas por detrás de la bisagra dos telas de revestimiento diferentes.

Ejemplo 4: Si en el modelo definitivo se prevé colocar un almohadón amovible en la base de un asiento tapizado, se crearán otros lugares en donde pueda quedar atrapado el cigarrillo entre el almohadón amovible y el resto del tapizado. Este caso podrá estudiarse haciendo un almohadón amovible de 500 ± 5 mm x 75 ± 2 mm con los materiales adecuados y colocándolo sobre la superficie horizontal del conjunto de prueba dispuesto normalmente.

A.3 El principio utilizado en este ensayo podrá servir también para obtener información sobre los distintos materiales que pueden utilizarse en una combinación. Por ejemplo, podrá determinarse el grado de protección que un material de revestimiento ofrece contra la ignición, sometándolo a ensayo en combinación con un sustrato de inflamabilidad conocida; se ha comprobado que la espuma corriente de poliéster flexible no retardador de la llama, con una densidad de aproximadamente 22 kg/m^3 , es apropiada. Esta información sobre cada material no elimina la necesidad de someter a ensayo la combinación real de los elementos, pero puede contribuir a establecer una lista corta de combinaciones de materiales y de esta forma reducir el número total de ensayos necesarios.

Resolución A.653(16)

(aprobada el 19 de octubre de 1989)

RECOMENDACION SOBRE MEJORES PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO PARA DETERMINAR LA INFLAMABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE LOS MATERIALES DE ACABADO DE LOS MAMPAROS, TECHOS Y CUBIERTAS

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

RECORDANDO ASIMISMO que, mediante la resolución A.564 (14), aprobó la Recomendación revisada sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de la superficie de los materiales de acabado de los mamparos y cubiertas, con referencia a la expresión "débil propagación de la llama" que figura en las reglas II-2/3.8, II-2/34.3 y II-2/49.1 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada,

RECONOCIENDO la necesidad de mejorar esos procedimientos de ensayo a la luz de la experiencia adquirida,

HABIENDO EXAMINADO la recomendación hecha por el Comité de Seguridad Marítima en su 57o. periodo de sesiones,

1. APRUEBA la Recomendación sobre mejores procedimientos de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de la superficie de los materiales de acabado de los mamparos, techos y cubiertas, la cual constituye el anexo de la presente resolución y reemplaza a la Recomendación revisada adjunta a la resolución A.564 (14);

2. RECOMIENDA a todos los Gobiernos interesados que apliquen la Recomendación sobre mejores procedimientos de ensayo de exposición al fuego que figura en el anexo, en lugar de lo dispuesto en la Recomendación revisada adjunta a la resolución A.564 (14), junto con las directrices sobre la evaluación de las propiedades de los materiales desde el punto de vista del riesgo de incendio, que figuran en la resolución A.166 (ES.IV).

Anexo

RECOMENDACION SOBRE MEJORES PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO PARA DETERMINAR LA INFLAMABILIDAD DE LA SUPERFICIE DE LOS MATERIALES DE ACABADO DE LOS MAMPAROS, TECHOS Y CUBIERTAS

(sustituye a las resoluciones A.516(13) y A.564(14))

1 AMBITO DE APLICACION

En la presente Recomendación se establece un procedimiento para medir las características de comportamiento al fuego de los materiales de acabado de los mamparos, techos y cubiertas como base para determinar su inflamabilidad y de este modo su idoneidad para ser utilizados en la construcción naval.

2 ADVERTENCIA

2.1 Riesgos de ignición

El uso de este método de ensayo entraña la generación de niveles muy elevados de flujo calorífico susceptibles de ocasionar la ignición de algunos materiales, como los de las prendas de vestir, tras exposiciones incluso breves. Deberán tomarse precauciones para evitar toda ignición accidental de este tipo.

2.2 Riesgos de exposición a humos tóxicos

Se advierte a quien realice este ensayo que en los humos procedentes de los materiales en combustión suele haber monóxido de carbono. En muchos casos pueden producirse otras materias más tóxicas. Deberán tomarse precauciones adecuadas para evitar toda exposición prolongada a dichos humos.

3 DEFINICIONES

Algunos de los términos utilizados en la presente Recomendación han sido definidos para mayor claridad. Se utilizan también términos relativos a características de comportamiento al fuego; éstos se definen a continuación, pero sólo guardan relación con los resultados de las mediciones efectuadas mediante este método de ensayo.

3.1 Termopar compensador

Termopar destinado a generar una señal eléctrica indicadora de cambios de temperatura que durante un tiempo prolongado experimente el metal del conducto de humos. De la señal producida por los termopares de los gases de la combustión en dicho conducto se deduce una fracción de la señal generada.

3.2 Flujo crítico en el punto de extinción

Nivel de flujo en la superficie de la muestra, correspondiente a la distancia de máximo avance de la llama y ulterior autoextinción de ésta en el eje de una muestra en combustión. El flujo indicado se basa en pruebas de calibración efectuadas con una muestra simulada.

3.3 Muestra simulada

Muestra utilizada para normalizar las condiciones de funcionamiento del equipo. Debe tener aproximadamente 20 mm de espesor y una densidad de $800 \pm 100 \text{ kg/m}^3$, y cumplir con lo prescrito en la resolución A.472(XII) en cuanto a incombustibilidad.

3.4 Muestra simulada para calibración especial

Muestra simulada, como la que se define en la figura 14 (véase el apéndice), para ser utilizada únicamente en la calibración del gradiente de flujo calorífico junto con la muestra.

3.5 Conducto de humos

Conducto en forma de caja, dotado de termopares y deflectores, por el cual pasan las llamas y los humos calientes procedentes de una muestra en combustión. Su finalidad es permitir la medición del desprendimiento de calor de la muestra en combustión.

3.6 Calor de ignición

Producto resultante de multiplicar el tiempo transcurrido desde la exposición inicial de la muestra hasta que el frente de la llama haya recorrido una distancia de 150 mm por el nivel de flujo en dicho punto; este último se obtiene mediante calibración previa del aparato.

3.7 Desprendimiento de calor de la muestra

Desprendimiento de calor observado cuando se somete la muestra al campo de flujo variable, medido éste como se determine en el método de ensayo.

3.8 Calor de combustión continua

Producto resultante de multiplicar el tiempo transcurrido desde la exposición inicial de la muestra hasta la llegada del frente de la llama a determinado punto por el nivel de flujo incidente en ese mismo punto, medido con una muestra simulada durante la calibración. El tiempo más largo utilizado en este cálculo corresponderá a la llegada de la llama a un punto situado por lo menos a 30 mm del punto de máxima propagación de la llama en el eje de la muestra.

3.9 Alambres reverberatorios

Tela metálica situada frente a la superficie radiante del panel fuente de calor, pero cerca de dicha superficie, que sirve para acrecentar la eficacia de la combustión y la radiación del panel.

3.10 Rejillas de observación

Conjunto de barras y alambres dispuestos a intervalos de 50 mm, cuyo objeto es aumentar la precisión de la cronomedición de la marcha del frente de la llama a lo largo de la muestra.

4 PRINCIPIO RECTOR DEL ENSAYO

Este ensayo depara métodos con los que evaluar las características de inflamabilidad de muestras de 155 mm x 800 mm orientadas en sentido vertical. Las muestras se exponen a un campo de flujo radiante graduado que emana de un panel radiante caldeado con gas. Se proporcionan medios para observar los tiempos de ignición, propagación y extinción de la llama a lo largo de la muestra y para medir en milivoltios la señal compensada de los termopares de los gases de la combustión conforme ésta se va produciendo. Los resultados del experimento se consignan por lo que respecta a: calor de ignición, calor de combustión continua, flujo crítico en el punto de extinción y desprendimiento de calor de la muestra durante la combustión.

5 INSTALACION Y APARATOS NECESARIOS

5.1 Generalidades,

En el apéndice se da una descripción pormenorizada de la instalación y los aparatos necesarios para efectuar este ensayo. Es requisito esencial del método de ensayo ajustarse a lo dispuesto en el apéndice. Cabe resumir el equipo necesario del siguiente modo:

5.1.1 Una sala especial para ensayos dotada de un sistema de extracción de humos y admisión de aire puro.

5.1.2 Un bastidor de panel radiante dotado de un soplador o de otra fuente abastecedora de aire para la combustión, un sistema de suministro de gas metano o natural con mandos de seguridad adecuados y un panel radiante, provisto de hilos de reverberación, ajustado para dirigir la radiación sobre una muestra vertical. De igual modo, se podrá utilizar una fuente eléctrica de calor radiante de idénticas dimensiones, a condición de que la muestra quede expuesta a un flujo de calor distribuido como se indica en la tabla 1 (véase el apéndice). La temperatura efectiva de la fuente del panel radiante no deberá exceder de 1 000 °C.

* No se recomienda el uso de gases que no sean metano o gas natural, si bien se ha informado que efectuando modificaciones en el espaciado panel-muestra resulta posible utilizar el equipo con propano hasta niveles de flujo de 50 kW/m²

5.1.3 Un bastidor de portamuestras, tres portamuestras, dos pares de quemadores piloto, guías de los portamuestras, rejillas de observación y un espejo de observación.

5.1.4 Un conducto de humos de la muestra con termopares compensadores de las temperaturas de los gases de la combustión y del conducto junto con un dispositivo para ajustar la magnitud de la señal de compensación.

5.1.5 Un conjunto de instrumentos constituido por un cronógrafo, un reloj eléctrico digital o de segundero central, un milivoltímetro digital, un registrador de milivoltios de dos canales, un medidor del flujo gaseoso, medidores del flujo calorífico, un pirómetro de radiación total de gran ángulo y un cronómetro. El empleo de un sistema de adquisición de datos para registrar durante el ensayo el flujo radiante del panel y la señal de desprendimiento de calor procedente del conducto facilitará la reducción de datos.

6 CALIBRACION

Se efectuarán calibraciones mecánicas, eléctricas y térmicas, conforme a lo expuesto en el apéndice. Tales ajustes y calibraciones deberán efectuarse terminada la instalación inicial del aparato y en todo momento en que sea necesario.

6.1 Verificación mensual

La calibración de la distribución del flujo sobre la muestra y el correcto funcionamiento del conducto de humos, con su sistema de termopares, habrán de verificarse mediante pruebas mensuales o más frecuentes si se estima necesario (véanse 4.3.1 y 4.6 en el apéndice).

6.2 Verificación diaria

Con miras a garantizar que el aparato esté siempre debidamente ajustado se efectuarán a diario, o más a menudo si la naturaleza de las muestras lo hace necesario, las siguientes pruebas:

6.2.1 Ajuste del quemador piloto. El suministro de acetileno y de aire se ajustará de modo que la longitud de la llama sea de unos 230 mm*. Una vez hecho esto, se observará que la longitud de la llama, vista en un laboratorio a oscuras, se extiende unos 40 mm aproximadamente por encima de la brida de retención superior del portamuestras. La separación existente entre el quemador y la muestra se ajusta mientras funciona la fuente de radiación utilizando lengüetas de madera blanda de 3 mm de espesor y 10 y 12 mm de anchura. Cuando esas lengüetas se muevan durante dos segundos a lo largo de la llama del quemador piloto, entre ésta y la superficie de una muestra simulada, la lengüeta de 10 mm no deberá chamuscarse, en tanto que la de 12 mm sí. Con la muestra en posición vertical, por lo menos 40 mm de la lengüeta de 12 mm deberán chamuscarse en sentido vertical desde el borde superior expuesto de la muestra (véase la figura 9 del apéndice).

6.2.2 Los termopares de los gases de combustión se limpiarán cepillándolos ligeramente por lo menos una vez al día. Puede ser preciso efectuar esta limpieza más a menudo, incluso antes de cada prueba en algunos casos, cuando se sometan a ensayo materiales que produzcan densas nubes de hollín. Cada termopar será sometido también a una comprobación de continuidad eléctrica para garantizar la existencia de una termounión eficaz. Tras la limpieza diaria de los termopares de los gases de combustión conectados en paralelo, tanto los termopares como la termounión compensadora se comprobarán para verificar que la resistencia entre ellos y el metal del conducto de humos excede de 10^6 ohmios.

6.3 Vigilancia continua del funcionamiento

Se dejará colocada una muestra simulada en la posición normalmente ocupada por la muestra cuando el equipo esté en posición de espera. Esta es una condición necesaria del procedimiento de vigilancia continua que se lleva a cabo mediante la medición de:

- .1** las señales en milivoltios procedentes tanto de los termopares del conducto de humos como del pirómetro de radiación total, montado firmemente sobre el bastidor del portamuestras frente a la superficie del panel radiante; o
- .2** las señales en milivoltios procedentes tanto de los termopares del conducto de humos como de un medidor del flujo calorífico colocado a 350 mm del extremo caliente expuesto de una tabla de muestra, de las empleadas en la construcción naval, de unos 20 mm de espesor (véase el párrafo 4.3.2 del apéndice).

* A fin de aumentar el grado de precisión, se recomienda utilizar acetileno, en la medida de lo posible, en lugar de otros gases.

Cualquiera de estos dos métodos de medición es bueno para determinar que se ha obtenido un nivel de funcionamiento térmico adecuado. Es preferible utilizar el pirómetro de radiación puesto que permite la vigilancia continua del nivel de funcionamiento del panel, incluso durante la realización de los ensayos. Ambas señales deberán mantenerse esencialmente constantes durante tres minutos antes de iniciar el ensayo. El nivel de funcionamiento observado, bien en el pirómetro de radiación bien en el medidor de flujo, deberá corresponder, dentro de un margen del 2%, al del nivel análogo prescrito que se indica en la tabla 1 y a que se hace referencia en el procedimiento de calibración que se menciona en 6.1 *supra*

7 MUESTRAS

7.1 Número necesario

Se someterán a ensayo tres muestras para cada una de las distintas superficies expuestas del producto evaluado y aplicado.

7.2 Dimensiones

Las muestras tendrán 155 ± 5^0 mm de anchura por 800 ± 5^0 mm de longitud, y habrán de ser representativas del producto de que se trate.

7.2.1 Espesor de la muestra: los materiales, sean o no compuestos, de espesor normal igual o inferior a 50 mm, serán sometidos a ensayo utilizando una muestra de todo ese espesor unida, con adhesivo si es necesario, al sustrato al que los materiales irán unidos en la práctica. Si se trata de materiales, compuestos o no, cuyo espesor normal excede de 50 mm, las muestras requeridas se obtendrán cortando la cara no expuesta para reducir su espesor a 50 ± 3^0 mm.

7.3 Materiales compuestos

Los conjuntos deberán ajustarse a lo especificado en 7.2. Sin embargo, cuando se utilicen materiales delgados, compuestos o no, para formar un conjunto, la presencia de un espacio de aire y la naturaleza de cualquier estructura subyacente pueden afectar considerablemente las características de inflamabilidad de la superficie expuesta. Se debe tener en cuenta la influencia de las capas subyacentes y cuidar de que los resultados obtenidos en el ensayo de cualquier conjunto correspondan con su utilización en la práctica.

7.4 Caras metálicas

Si se ha de someter a ensayo una muestra que presente caras metálicas brillantes, se le aplicará una delgada capa de pintura negra mate antes de acondicionada para el ensayo.

7.5 Marcado de las muestras

Se marcará una línea central a lo largo de la cara sometida a ensayo de cada muestra. Se evitará cuidadosamente utilizar una línea que pueda influir en el comportamiento de la muestra.

7.6 Acondicionamiento de las muestras

Antes del ensayo, las muestras se acondicionarán de modo que tengan un contenido de humedad constante, a una temperatura de $23 \pm 2^\circ\text{C}$ y una humedad relativa de $50 \pm 10\%$. Se considera que se ha logrado un contenido de humedad constante cuando, tras dos pesadas sucesivas efectuadas con un intervalo de 24 h, las masas medidas no difieren en más de 0,1% de la masa de la muestra.

8 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

8.1 Consideraciones generales

En la aplicación del método de ensayo hay que colocar muestras acondicionadas en un campo de flujo bien definido y medir el tiempo de ignición, la propagación de la llama, la extinción final de ésta y la señal emitida por el termo par del conducto de humos como indicación del desprendimiento de calor de la muestra durante su combustión.

8.1.1 Se preparará una muestra debidamente acondicionada para ensayo en un portamuestras frío alejado del calor del panel radiante. Antes de introducir la muestra en el portamuestras se envolverán el dorso y los bordes de la misma en una hoja simple de papel de aluminio de 0,02 mm de espesor y cuyas dimensiones sean $(175 + a)$ mm x $(800 + a)$ mm, siendo "a" un espesor doble del espesor de la muestra. Al introducirlas en el portamuestras, cada muestra irá reforzada por un tablero frío de 10 ± 2 mm de material aislante, refractario e incombustible, cuyas dimensiones laterales y densidad sean iguales a las de la muestra simulada. Si se colocan muestras no rígidas en el portamuestras habrá que poner calces entre éstas y la brida de soporte para que la cara expuesta de la muestra permanezca a igual distancia de la llama piloto que la muestra rígida. Con frecuencia, sólo se necesitarán calces para tales materiales a lo largo de 100 mm en la extremidad caliente de la muestra.

8.1.2 La muestra simulada se colocará en un portamuestras, frente al panel radiante, y se pondrá en marcha el sistema de extracción de humos del equipo.

8.1.3 Se pondrá en funcionamiento el panel radiante de modo que satisfaga las condiciones de ensayo especificadas en 6.3. Se pondrá en marcha el registrador de tensión (milivoltios) que registra la señal de salida de los termopares del conducto de humos y la señal del pirómetro de radiación total o del medidor de flujo calorífico, colocado como se indica en 6.3.2.

8.1.4 Cuando las señales del panel radiante y del conducto de humos hayan alcanzado el equilibrio después del periodo de precalentamiento, se encenderá la llama piloto, se ajustará el caudal de combustible y se observarán ambas señales durante tres minutos por lo menos para comprobar la estabilidad de la señal.

8.1.5 Una vez que ambas señales hayan alcanzado un nivel estable, se retirará el portamuestras de la muestra simulada y se colocará la muestra en la posición de ensayo 10 segundos después. Se pondrán inmediatamente en marcha el cronómetro y el cronógrafo.

8.1.6 Se hará funcionar el marcador de sucesos del cronógrafo para que indique el momento de ignición y el de llegada del frente de la llama durante la rápida fase inicial del ensayo. La llegada de la llama a un punto dado deberá contarse en el momento en que se observe que el frente de la llama en el eje longitudinal de la muestra coincide con la posición de dos alambres correspondientes de las rejillas de observación. Estos tiempos se registrarán manualmente a partir tanto de las mediciones indicadas en el gráfico del cronógrafo como de las observaciones del cronómetro. En la medida de lo posible se registrará la llegada del frente de la llama cada 50 mm a lo largo de la muestra. Se registrarán el tiempo y el punto de la muestra en que cese el avance de la combustión llameante. Las señales de nivel de funcionamiento del panel y del conducto de humos se registrarán durante todo el ensayo y hasta que éste finalice.

8.1.7 Mientras dure el ensayo no se efectuará ningún cambio en el régimen de suministro de combustible al panel radiante para compensar variaciones de su nivel de funcionamiento.

8.2 Duración del ensayo

Se dará fin al ensayo, se retirará la muestra y se introducirá nuevamente la muestra simulada en su portamuestras cuando se dé una cualquiera de las siguientes circunstancias:

- .1** la muestra no se inflama después de una exposición de 10 min;
- .2** han transcurrido 3 min desde que se apagaron las llamas de la muestra;
- .3** la llama ha llegado al extremo de la muestra o se ha extinguido y ha dejado por tanto de avanzar a lo largo de la muestra. Este criterio se utilizará únicamente cuando no se efectúen mediciones del desprendimiento de calor.

8.2.1 Las operaciones 8.1.1 a 8.1.7 se repetirán con dos muestras más (véase 8.3).

8.3 Condiciones de repetición de ensayo

Si durante el ensayo de una o más muestras no se logran tiempos completos de propagación de la llama, o una curva significativa de desprendimiento de calor, habrá que descartar dichos datos y proceder de nuevo a uno o varios ensayos. Tales insuficiencias pueden estar relacionadas, aunque no exclusivamente, con datos de observación incompletos o con el funcionamiento insatisfactorio del equipo de registro de datos. La variación excesiva de la línea base de la señal del conducto de humos exigirá asimismo estabilizar de nuevo el equipo y efectuar otro ensayo.

8.3.1 Si las dos o tres primeras muestras no se inflaman tras 10 minutos de exposición, por lo menos una muestra será sometida a ensayo orientando la llama piloto de modo que incida en la mitad superior de la muestra. Si esa muestra se inflama, se efectuarán otros dos ensayos más en las mismas condiciones.

8.3.2 Si una muestra experimenta una gran pérdida de material quemado de modo incompleto en el ensayo, se someterá a prueba por lo menos una muestra más, sujeta en el bastidor de ensayos por una malla metálica, y los datos así obtenidos se anotarán por separado.

8.4 Observaciones

Además de efectuar el registro de los datos experimentales, se harán y se registrarán observaciones sobre el comportamiento general de la muestra, a saber: incandescencia, carbonización, fusión, desprendimiento de partículas inflamadas, desintegración de la muestra, etc.

9 CARACTERISTICAS DE COMPORTAMIENTO AL FUEGO DEDUCIDAS

Los resultados experimentales se indicarán en función de las mediciones térmicas del flujo incidente que se efectúen con una muestra simulada y no serán ajustados para compensar las variaciones que puedan producirse en el rendimiento térmico del panel radiante durante la realización del ensayo. Los datos enumerados a continuación se deducirán de los resultados del ensayo.

9.1 Calor de ignición

El definido en el párrafo 3.6.

9.2 Calor de combustión continua

Una lista de los valores correspondientes a esta característica, según lo definido en el párrafo 3.8.

9.3 Calor medio de combustión continua

Un promedio de los valores correspondientes a esta característica, según lo definido en el párrafo 3.8, medidos en distintos puntos; el primero de ellos a 150 mm y los siguientes a intervalos de 50 mm, hasta el último punto o hasta un punto situado a 400 mm, si este valor es inferior.

9.4 Flujo crítico en el punto de extinción

Una lista de los valores correspondientes a esta característica para las muestras sometidas a ensayo y el promedio de dichos valores.

9.5 Desprendimiento de calor de la muestra

De los datos experimentales podrá obtenerse una curva de desprendimiento de calor en función del tiempo, e igualmente una serie de valores máximos y de desprendimiento total integrado de calor, que deberán corregirse para tener en cuenta que la curva de calibración del desprendimiento de calor no es lineal.

La curva de la señal en milivoltios de los termopares del conducto de humos deberá abarcar al menos una fracción de 30 segundos del periodo inicial de 3 minutos para la verificación del estado estable, y también la fluctuación transitoria inicial, inmediatamente antes y después de colocar la muestra. Al convertir las señales en milivoltios en régimen de desprendimiento de calor, el nivel cero de desprendimiento de calor de la curva de calibración deberá fijarse en el nivel de estabilidad inicial inmediatamente anterior al ensayo de la muestra en cuestión (véase la figura 13 en el apéndice).

9.5.1 Desprendimiento total de calor

El desprendimiento total de calor se obtiene integrando la parte positiva del régimen de desprendimiento de calor durante el periodo de ensayo (véase la figura 13 en el apéndice).

9.5.2 Régimen máximo de desprendimiento de calor

El régimen máximo de desprendimiento de calor es el valor máximo de dicho régimen durante el periodo de ensayo (véase la figura 13 en el apéndice).

10 CLASIFICACION

Se considerará que los materiales que den como resultado valores medios para todos los criterios de inflamabilidad de la superficie, que no excedan los enumerados en el cuadro siguiente, satisfacen la prescripción relativa a la débil propagación de la llama, de conformidad con las reglas II-2/3.8, II-2/34 y II-2/ 49 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada.

Criterios de inflamabilidad de la superficie

Revestimientos de mamparos, paredes y techos				Revestimientos de pisos			
CFE (kW/m ²)	Q _{sb} (MJ/m ²)	Q _t (MJ)	q _p (kW)	CFE (kW/m ²)	Q _{sb} (MJ/m ²)	Q _t (MJ)	q _p (kW)
≥20,0	≥1,5	≤0,7	≤4,0	≥7,0	≥0,25	≤1,5	≤10,0

donde: CFE = flujo crítico en el punto de extinción

Q_{sb} = calores medios para la combustión continuada

Q_t = desprendimiento total de calor

q_p = régimen máximo de desprendimiento de calor

11 INFORME SOBRE EL ENSAYO

En el informe sobre el ensayo constarán tanto los datos originales como las observaciones efectuadas con respecto a cada muestra sometida a ensayo y las características de comportamiento al fuego deducidas del mismo. Se facilitará la siguiente información:

- .1 Nombre y dirección del laboratorio que efectuó el ensayo.
- .2 Nombre y dirección del patrocinador.
- .3 Nombre y dirección del fabricante/proveedor.
- .4 Descripción completa del producto sometido a ensayo, incluido el nombre comercial, junto con los datos relativos a su construcción, orientación, espesor y densidad y, cuando proceda, la cara sometida a ensayo. En el caso de muestras que hayan sido pintadas o barnizadas, los datos registrados comprenderán la cantidad y el número de las capas aplicadas y la naturaleza de los materiales de sustentación.
- .5 Datos del ensayo, a saber:
 - .5.1 número de muestras sometidas a ensayo;
 - .5.2 tipo de llama piloto utilizada;
 - .5.3 duración de cada ensayo;
 - .5.4 observaciones registradas de conformidad con la sección 8 *supra*;
 - .5.5 otras observaciones pertinentes efectuadas durante el ensayo, tales como llamaradas, inestabilidad del frente de la llama, desprendimiento de fragmentos del material en combustión, separaciones, hendiduras, chispas, fusiones, cambios de forma;
 - .5.6 características de comportamiento al fuego deducidas según lo expuesto en 9 *supra*;
 - .5.7 clasificación del material;
- .6 declaración sobre limitaciones del ensayo.

Nota: Los resultados del ensayo sólo guardan relación con el comportamiento de las muestras de un producto en las condiciones concretas en que se someten a ensayo y no se pretende que constituyan el único criterio para evaluar el riesgo de incendio que pueda entrañar el producto al ser utilizado.

Apéndice

En el presente apéndice se da información técnica encaminada a posibilitar la construcción, instalación, alineación y calibración del equipo necesario para efectuar ensayos por este procedimiento.

1 FABRICACION DEL EQUIPO DE ENSAYO

Las figuras 1 a 5 muestran fotografías del equipo montado y listo para efectuar ensayos. La Secretaría de la OMI puede facilitar planos detallados y una lista de componentes, con la información tecnológica necesaria para fabricar el armazón principal, los portamuestras, el conducto de humos y otras partes indispensables del equipo.

1.1 La lista breve de los componentes necesarios para montar el equipo de ensayo comprende:

- .1 El armazón principal (figura 1), constituido por dos secciones separadas, a saber, el bastidor del quemador y el del portamuestras. Estas dos unidades van empernadas con vástagos roscados que permiten flexibilidad de alineación mecánica.
- .2 Portamuestras, que sostienen las muestras durante el ensayo. Se necesitan por lo menos dos; con tres se evitan las demoras que impone el tener que enfriar los portamuestras antes de colocar las muestras.

- .3 Un conducto de humos de la muestra fabricado con chapa de acero inoxidable de $0,5 \pm 0,05$ mm de espesor con termopares compensadores para los gases y el metal del conducto.
- .4 El panel radiante, cuya superficie radiante mide 280 mm x 483 mm, ha sido especialmente fabricado para ser utilizado con este equipo, haciendo uso de losetas porosas refractarias que se pueden adquirir en el comercio.
- .5 El soplante alimentador de aire para la combustión, el panel radiante, el dispositivo medidor de la corriente de aire, las válvulas reguladoras, del gas, el reductor de presión y los dispositivos de seguridad están todos montados en el bastidor del quemador (figura 3). A continuación se resumen los elementos y condiciones necesarios:
 - .5.1 Un suministro de aire de unos $30 \text{ m}^3/\text{h}$ a una presión suficiente para superar las pérdidas producidas por fricción a través de la tubería, el dispositivo medidor y el panel radiante. La caída de presión en el panel radiante equivale únicamente a unos pocos milímetros de agua.
 - .5.2 El gas que se use podrá ser gas natural o metano. No se recomienda el uso de gases que no sean metano o gas natural*, si bien efectuando modificaciones del espaciamiento panel-muestra resulta posible utilizar el equipo con propano a niveles de flujo de $50 \text{ kW}/\text{m}^2$. Se proveerá un regulador de presión para mantener el suministro de gas a una presión constante. El gas está regulado por una válvula de aguja ajustada manualmente. No hace falta un mezclador de tipo Venturi. Entre los dispositivos de seguridad figura una válvula de seccionamiento electroaccionada para impedir que fluya gas en caso de fallo del suministro de energía eléctrica, caída de la presión del aire y pérdida de calor en la superficie del quemador. El flujo de gas requerido es de $1,0$ a $3,7 \text{ m}^3/\text{h}$ aproximadamente tratándose de gas natural o de gas metano a una presión adecuada para superar las pérdidas de presión en la tubería.
- .6 El portamuestras, el portallamas piloto, el conducto de humos, las rejillas de observación del frente de la llama, el pirómetro de radiación y el espejo van montados en el bastidor del portamuestras. La disposición de las partes integrantes en este bastidor puede verse en las figuras 1 y 2.
- .7 En el aparato habrá continuamente una muestra simulada de 20 mm aproximadamente de espesor, hecha con tablero de material refractario incombustible de una densidad de $800 \pm 100 \text{ kg}/\text{m}^3$ colocada en la posición de una muestra durante la utilización del equipo. Esa muestra simulada sólo se retirará cuando haya que introducir una muestra de ensayo.

2 INSTRUMENTOS

2.1 Pirómetro de radiación total

Habrà de tener una sensibilidad prácticamente constante entre las longitudes de onda térmica de $1 \mu\text{m}$ y $9 \mu\text{m}$ y estar frente a una zona de unos $150 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ situada en el centro del panel. El instrumento irá montado en el bastidor de sostén de la muestra de modo que pueda quedar frente a la superficie del panel.

2.2 Flujómetros de calor

Para aplicar este método de ensayo es aconsejable contar con dos flujómetros por lo menos. Deberán ser de termopila con una gama nominal de 0 a $50 \text{ kW}/\text{m}^2$ y ser capaces de funcionar con seguridad al triple de este régimen. Uno de ellos se conservará como elemento normal de referencia en el laboratorio. Se calibrarán con un grado de precisión igual o superior al $\pm 5\%$. El blanco sensor del flujo aplicado ocupará un área de no más de 80 mm^2 e irá colocado en el mismo plano y en el centro del extremo metálico circular expuesto del flujómetro, el cual medirá 25 mm de diámetro y estará enfriado con agua. Si se utilizan flujómetros de menor diámetro, se introducirán en un manguito de cobre de 25 mm de diámetro exterior de manera que se mantenga un buen contacto térmico entre el manguito y el cuerpo del flujómetro enfriado con agua. El extremo del manguito y la superficie expuesta del flujómetro estarán en el mismo plano. La radiación no atravesará ninguna ventana antes de llegar al blanco.

* El retorno de la llama limita el nivel máximo de funcionamiento con propano.

2.3 Dispositivos cronomedidores

Se proveerán un cronógrafo y bien un cronómetro eléctrico de segundero central bien un reloj digital para medir los tiempos de ignición y de avance de la llama. El cronógrafo para medir el tiempo de ignición y de avance inicial de la llama podrá comprender un registrador de papel continuo cuya velocidad será de 5 mm/s, como mínimo, y un estilete marcador de sucesos. Tanto el mecanismo impulsor del papel del cronógrafo como el cronómetro eléctrico se manejarán por medio de un interruptor común para que comiencen a funcionar simultáneamente al quedar la muestra expuesta. El interruptor podrá ser de accionamiento manual o automático como resultado de la inserción completa de la muestra.

2.4 Milivoltímetro registrador

Se utilizará un milivoltímetro registrador de papel continuo en dos canales provisto de una resistencia de entrada de 1 megaohmio cuando menos para registrar tanto las señales de los termopares del conducto de humos como la tensión de salida del pirómetro de radiación.

La señal procedente del conducto de humos será en la mayor parte de los casos de menos de 15 mV, pero en algunas ocasiones puede exceder ligeramente de esa magnitud. La sensibilidad del otro canal se seleccionará de modo que no haga falta desviación de escala completa con el pirómetro de radiación o el flujómetro elegidos. La temperatura de funcionamiento efectiva del panel radiante no excederá normalmente de 935°C.

2.5 Voltímetro digital

Conviene utilizar un pequeño milivoltímetro digital para vigilar los cambios de las condiciones de funcionamiento del panel radiante. Deberá ser capaz de indicar cambios de señales de 10 μ V o menos.

3 ESPACIO PARA EFECTUAR LOS ENSAYOS

3.1 Sala especial

Se habilitará una sala especial para efectuar el ensayo. No es indispensable que se ajuste a dimensiones determinadas, pero podrá tener una capacidad cúbica de 45 m³ aproximadamente y una altura hasta el techo no inferior a 2,5 m.

3.2 Sistema de extracción de humos

Por encima del techo se instalará un sistema de extracción de humos que tenga capacidad para hacer circular el aire y los productos de la combustión a razón de 30 m³/min. El enrejado de la abertura del techo que dé a este sistema de extracción estará rodeado de una faldilla de tejido de fibra refractaria de 1,3 m x 1,3 m, la cual colgará del techo hasta una distancia de 1,7 \pm 0,1 m del piso de la sala. El bastidor del portamuestras y el panel radiante estarán situados debajo de esa campana a fin de que todos los humos de la combustión sean extraídos de la sala.

3.3 Aparato

El aparato se emplazará de modo que haya un espacio de por lo menos 1 m entre él y las paredes de la sala de ensayos. Ningún material combustible que se utilice para el acabado del techo, el piso o las paredes quedará situado a menos de 2 m de la fuente de calor radiante.

3.4 Suministro de aire

Se necesita acceso a un suministro exterior de aire para reemplazar el expulsado por el sistema de extracción. Se dispondrá ese acceso de modo que la temperatura ambiente se mantenga razonablemente estable (por ejemplo, cabría tomar el aire de un edificio contiguo que esté caldeado).

3.5 Corrientes de aire en la sala

Se efectuarán mediciones de las velocidades del aire en las proximidades de una muestra simulada estando el sistema de extracción de humos en funcionamiento, pero con el panel radiante y su suministro de aire desconectados. A 100 mm en sentido vertical, del borde inferior y de la muestra, a la mitad de la longitud de ésta, la circulación de aire no excederá de 0,2 m/s en ninguna dirección.

4 MONTAJE Y AJUSTE

4.1 Generalidades

Las condiciones del ensayo se definen esencialmente por el flujo calorífico incidente en una muestra simulada, medido durante la calibración. Predomina la transferencia por radiación, pero también interviene la transferencia por convección. El nivel de flujo incidente en la superficie de la muestra es resultado de la configuración geométrica del panel radiante y la muestra, así como del rendimiento térmico del panel.

4.1.1 Tanto en el ajuste inicial de las condiciones operacionales del ensayo como en la verificación periódica de dicho ajuste, el criterio regulador es el flujo calorífico medido en la superficie de la muestra. Este flujo calorífico se mide con un flujómetro (véase 2.2) montado en una muestra simulada especial (figura 14).

4.1.2 Entre ensayos consecutivos se verificará el nivel de funcionamiento haciendo uso de un flujómetro montado en una muestra simulada, según se define ésta en las "Definiciones" del párrafo 3.3 de la Recomendación, o preferentemente de un pirómetro de radiación que antes haya sido objeto de una calibración periódica basada en las lecturas del flujómetro. Dicho pirómetro de radiación irá sujeto de modo rígido al bastidor del portamuestras de modo que constantemente esté frente a la superficie del panel radiante (véase 2.1).

4.2 Alineación mecánica

La mayor parte de los ajustes de los componentes del aparato de ensayo podrá efectuarse en frío. La posición de la superficie refractaria del panel radiante con respecto a la muestra habrá de corresponder con las dimensiones indicadas en la figura 6. Esta relación podrá lograrse haciendo el debido uso de cuñas introducidas entre el panel y su soporte y ajustando correctamente la separación entre los dos bastidores principales y la posición de las guías del portamuestras. En la sección 5 se indican procedimientos detallados para llevar a cabo esos ajustes.

4.2.1 El conducto de humos en el que se realizan las mediciones de desprendimiento de calor irá montado por medios mecánicos sobre el bastidor del portamuestras, en la posición que indica la figura 7. El método de montaje permitirá obtener las posiciones relativas indicadas, así como retirar el conducto con facilidad para limpiarlo o repararlo. El termopar compensador se colocará de modo que dé buen contacto-térmico a la vez que garantice una resistencia eléctrica superior a 1 megaohmio con la pared metálica del conducto de humos.

4.3 Ajuste térmico del nivel de funcionamiento del panel

Este ajuste térmico se consigue estableciendo primeramente una corriente de aire de aproximadamente 30 m³/h a través del panel. A continuación se suministra gas, se prende y se deja que el panel alcance el equilibrio térmico con una muestra simulada montada ante él. En las debidas condiciones de funcionamiento no deberán verse llamas en la superficie del panel, salvo que se mire desde un lado, paralelamente al plano de dicha superficie. Desde esa posición se observará una tenue llama de color azul muy próxima a la superficie del panel. Observando el panel en sentido oblicuo tras un tiempo de calentamiento de 15 minutos, deberá verse una superficie radiante de color anaranjado brillante.

4.3.1 Si se monta un flujómetro enfriado con agua* en una muestra simulada especial, el flujo incidente en la muestra deberá corresponder a los valores indicados en la tabla 1. Se consigue esto ajustando el flujo de gas. Si es necesario, cabe hacer ligeros cambios en la *corriente* de aire para que no haya llamas observables en la superficie del panel. La obtención precisa, mediante la calibración del flujómetro, de las medidas de flujo especificadas en la tabla 1 para las posiciones correspondientes a 50 mm y 350 mm significará que el flujo en las otras posiciones se ajustará sobradamente a los límites requeridos. Esto no significa que todos los demás niveles de flujo sean correctos, pero garantiza que se ha logrado una configuración o disposición geométrica permanente entre el panel y la muestra. Para satisfacer estas condiciones puede ser necesario efectuar ligeros cambios en la posición longitudinal de la muestra indicada en la figura 6. Se obtendrá el gráfico de una curva continua basada en las ocho mediciones del flujo requeridas. La forma de la curva será análoga a la determinada por los datos típicos consignados en la tabla 1. Dichas mediciones son importantes puesto que la presentación de los resultados de los experimentos se fundamenta en ellas. Si se utiliza un pirómetro de radiación total para vigilar el funcionamiento del panel, se mantendrá un registro de la señal una vez aplicado

* El enfriamiento del flujómetro con agua es necesario para evitar señales erróneas a bajos niveles de flujo. La temperatura del agua de enfriamiento se regulará de modo que la temperatura del cuerpo del flujómetro se mantenga a pocos grados de la temperatura ambiente. Si no se hace esto, habrá que efectuar una corrección de la medición del flujo para tener en cuenta las diferencias de temperatura entre el cuerpo del flujómetro y la temperatura ambiente. La ausencia del enfriamiento con agua puede originar deterioros térmicos de la superficie sensible al calor y pérdida de calibración del flujómetro. En algunos casos será posible efectuar reparaciones y volver a calibrar el flujómetro.

con éxito este procedimiento de calibración. Si es necesario modificar la posición axial del panel y la muestra para obtener el flujo prescrito en las posiciones correspondientes a 50 mm y 350 mm, Se ajustarán los tornillos que conectan ambos bastidores. De esta manera, la posición de la llama piloto con respecto a la muestra no sufrirá ningún cambio. El ajuste del tornillo de retención de la muestra podrá modificarse para satisfacer las necesidades de flujo conforme a la norma establecida, en cuyo caso puede ser necesario ajustar la posición del soporte del quemador piloto para mantener la separación de 10 ± 2 mm.

4.3.2 Una vez establecidas estas condiciones operacionales, todo funcionamiento ulterior del panel se realizará con la corriente de aire estipulada y haciendo uso del suministro de gas como factor variable para alcanzar en la muestra el nivel de flujo requerido conforme a la calibración efectuada. Ese nivel se vigilará utilizando un pirómetro de radiación fijado frente a una zona de la superficie de la fuente, o un flujómetro montado en la muestra simulada según se define ésta en el párrafo 3.3 de las "Definiciones", en la posición correspondiente a 350 mm. Si se utiliza este último método, el conjunto muestra simulada y flujómetro deberá permanecer emplazado en posición en los intervalos que medien entre ensayos.

4.4 Ajustes y calibraciones - Consideraciones generales

Los siguientes ajustes y calibraciones habrán de realizarse quemando gas metano a través de una fuente de calor tubular colocada paralelamente a la línea central de una muestra simulada situada en posición y en el mismo plano que ella, y sin flujómetros. Tal quemador tubular está constituido por un conducto de 2 m de longitud y 9,1 mm de diámetro interior. Uno de sus extremos está cerrado con un tapón y la pared de la tubería presenta una serie de 15 orificios de 3 mm practicados a intervalos de 16 mm. El gas se quema a medida que fluye a través de esa serie de orificios dispuestos en posición vertical y las llamas ascienden por el conducto de humos. El caudal medido y el valor calorífico neto o inferior de la combustión del gas sirven para producir un régimen de desprendimiento de calor conocido que puede observarse como cambio de la señal compensada del conducto de humos en milivoltios. Antes de realizar ensayos de calibración se efectuarán mediciones para verificar que la compensación de los termopares del conducto se ha ajustado correctamente.

4.5 Ajuste de compensación

La fracción de la señal del termopar compensador que se resta de la que dan los termopares del conducto de humos se ajustará variando la resistencia de una de las ramas del divisor de potencial que muestra la figura 10. El objeto de este ajuste es en la medida de lo posible, eliminar de la señal del conducto los cambios de larga duración que puedan producir en la señal las variaciones relativamente lentas de la temperatura del metal del conducto. En la figura 11 se ven las curvas resultantes de una compensación baja, correcta y alta. Estas curvas se obtuvieron colocando bruscamente el quemador de calibración de gas encendido junto al extremo caliente de una muestra simulada y luego apagándolo. Para efectuar dicho ajuste habrá que regular el régimen de calibración del suministro de gas de modo que el rendimiento térmico sea de 1 kW. El divisor de potencial compensador se ajustará de modo que dé curvas en las que se aprecie un rápido ascenso hasta llegar a una señal estable, esencialmente constante durante los 5 minutos siguientes al primer minuto de aumento de la señal transitoria. Cuando se cierre el quemador de calibración, la señal deberá decrecer rápidamente y llegar a un valor estable en 2 minutos. Después de esto no deberá producirse ningún ascenso ni descenso duradero de la señal. La experiencia ha demostrado que entre el 40% y el 50% de la señal de compensación del termopar deberá incluirse en la señal de salida para lograr este estado. Una vez efectuado el ajuste correcto, el impulso térmico de onda cuadrada de 7 kW no deberá registrar un sobreimpulso de más del 7% poco después de haberse aplicado la llama de calibración (véase la figura 11).

4.6 Calibración del conducto de humos

Una vez hecho el ajuste indicado en 4.5 y establecida la señal básica estable, la calibración del conducto se hará con el panel en funcionamiento a un nivel de flujo de $50,5 \text{ kW/m}^2$ y con el quemador piloto apagado. La calibración de aumento de la señal de conducto en milivoltios se efectuará introduciendo y retirando el quemador tubular que se describe en 4.4. Se hará que el volumen de gas metano, que habrá de tener una pureza del 95% por lo menos, varíe de $0,004$ a $0,02 \text{ m}^3/\text{min}$ aproximadamente, con incrementos suficientes para posibilitar la representación gráfica de los datos mediante una curva bien definida que relacione el aumento de la señal de conducto compensada en milivoltios con el régimen neto o inferior de gasto calorífico. Se efectuará una calibración análoga con el quemador de calibración situado en el extremo frío de la muestra. Las dos curvas deberán coincidir en cuanto al régimen de desprendimiento de calor indicado, dentro de un margen del 15% aproximadamente. En la figura 12 se representa una curva típica. La curva correspondiente al quemador de calibración en el extremo caliente de la muestra deberá ser la que se utilice para presentar todas las mediciones de desprendimiento de calor. Con esto concluyen las operaciones de calibración, y el equipo de ensayo queda listo para ser utilizado.

5 MONTAJE Y AJUSTE MECANICO DEL APARATO DE ENSAYOS DE INFLAMABILIDAD

En las siguientes instrucciones se da por sentado que los componentes del aparato de ensayos de inflamabilidad han sido fabricados de conformidad con los planos. El subconjunto formado por el panel radiante queda terminado con excepción de los soportes y la pantalla reverberatoria. El equipo puede montarse de modo que permita realizar ensayos de muestras de hasta 50 mm o 75 mm de espesor. A menos que haya verdadera necesidad de efectuar ensayos con muestras más gruesas, es preferible montarlo para muestras de 50 mm de espesor.

5.1 El bastidor del panel se colocará derecho sobre un piso plano y preferiblemente en el mismo lugar en que se utilizará el equipo.

5.2 El anillo giratorio irá montado en sus tres cojinetes de guía.

5.3 El bastidor de montaje del panel estará empernado e irá unido al anillo por medio de cuatro pernos.

5.4 Se comprobará que el anillo se encuentra en un plano vertical. Si se aprecia un desvío grande, puede ser necesario un ajuste en el emplazamiento del cojinete de apoyo superior del anillo. Antes de efectuar tal ajuste se habrá de determinar si el desvío obedece a un huelgo excesivo entre el anillo y los rodillos de apoyo. Si así es, es posible que el problema pueda resolverse con rodillos de mayor diámetro.

5.5 Los cuatro soportes del panel radiante se sujetarán a las cuatro esquinas del panel sin aplicar demasiada fuerza al empernarlos. Antes de montar dichos soportes se introducirá un tornillo de cabeza M9 de 35 mm en el agujero que más diste del extremo del panel. Estos tornillos constituyen un medio para montar el panel.

5.6 Se colocarán cuatro arandelas en cada uno de los tornillos de montaje del panel y se armará éste sobre el soporte de montaje.

5.7 Se comprobará la angularidad de la superficie del panel radiante con respecto al plano del anillo de montaje, lo cual podrá efectuarse utilizando una escuadra de carpintero y midiendo la distancia que haya hasta la superficie de las loetas refractarias desde ambos extremos del panel. Cualquier desviación con relación al ángulo de 15° requerido podrá corregirse aumentando o disminuyendo el número de arandelas en los tornillos de montaje.

5.8 Se hará girar el panel radiante para encararlo con una muestra montada en un plano vertical.

5.9 Se comprobará con un nivel si la superficie del panel también está en un plano vertical.

5.10 El bastidor de la muestra, con los carriles de sostén lateral e inferior y los portaquemadores piloto montados en posición aproximada, se acercará al bastidor del quemador y se unirán ambos bastidores asegurándolos con dos pernos y seis tuercas o dos vástagos roscados y ocho tuercas. La separación entre los dos bastidores será de unos 100 mm.

5.11 La separación entre los dos lados de dichos bastidores se ajustará para hacer que los elementos longitudinales del bastidor de sostén de la muestra estén a un ángulo de 15° con respecto a la superficie del panel radiante.

5.12 El carril de guía lateral del portamuestras utilizado para dar orientación vertical a la muestra se ajustará de modo que presente el ángulo de 15° requerido con respecto a la superficie del panel radiante.

5.13 Se colocará en posición un portamuestras vacío en el carril y se ajustará la posición de la horquilla de guía superior para hacer que, cuando la muestra se inserte en el portamuestras, su superficie esté en un plano vertical.

5.14 Se ajustará el tornillo limitador que determina la posición axial del portamuestras con objeto de que el eje del quemador piloto quede a 10 ± 2 mm del más próximo de los bordes expuestos de la muestra. Se repetirá este ajuste haciendo uso de un portamuestras vacío y sustituyendo el tubo de cerámica del quemador piloto por un vástago de acero de 6 mm de diámetro por 250 mm de longitud. Mirando por la parte posterior del portamuestras, la separación entre el eje del vástago y el borde de la brida del portamuestras que retiene la muestra habrá de ser entonces de 10 ± 2 mm.

5.15 Con el portamuestras colocado todavía contra el tornillo limitador, se ajustará la separación entre el panel y los bastidores de apoyo de la muestra de modo que la dimensión B, figura 6, sea de unos 125 mm. Este ajuste se efectúa con los dos tornillos que unen los dos bastidores. Al efectuarlo es importante realizar ajustes idénticos a cada lado para mantener la relación angular requerida en los ajustes indicados en 5.11 y 5.12.

5.16 Las tuercas que sostienen el carril de guía lateral del portamuestras se ajustarán para que la dimensión A, figura 6, sea de 125 ± 2 mm. Como antes, será necesario realizar ajustes idénticos en los dos puntos de montaje. Al hacerla se comprobará que el carril de guía y el borde del portamuestras estén en un plano horizontal. En la realización de este ajuste es importante mantener la dimensión de 45 mm de la posición del conducto que se indica en la figura 7. También cabe ajustar la dimensión A variando el número de arandelas mencionadas en 5.6.

5.17 Si es necesario se repetirá el procedimiento indicado en 5.13.

5.18 La pantalla reverberatoria se montará sobre el panel radiante de manera que pueda dilatarse libremente al calentarse durante el ensayo.

5.19 La rejilla de observación dotada de pasadores de 50 mm se monta sobre un ángulo sujeto al carril de guía del portamuestras. Se ajustará su posición de modo que los pasadores estén situados a distancias que sean múltiplos de 50 mm, a partir del extremo más próximo de la muestra expuesto al panel, e irá sujeta en esa posición.

Tabla 1 - Calibración del flujo que llega a la muestra

Distancia desde el extremo expuesto de la muestra (mm)	Niveles típicos de flujo en la muestra (kW /m ²)	Posición adecuada de calibración (kW/m ²)
0	49,5	
50	50,5	50,5
100	49,5	
150	47,1	X
200	43,1	
250	37,8	X
300	30,9	
350	23,9	23,9
400	18,2	
450	13,2	X
500	9,2	
550	6,2	X
600	4,3	
650	3,1	X
700	2,2	
750	1,5	X

Flujo típico incidente en la muestra y posiciones de la muestra en que deberán efectuarse las mediciones de calibración. Habrá que obtener valores iguales a los del flujo correspondiente a las posiciones relativas a 50 mm y 300 mm. Los datos de calibración obtenidos en otras posiciones deberán coincidir con los valores típicos dentro de un margen del 10%.

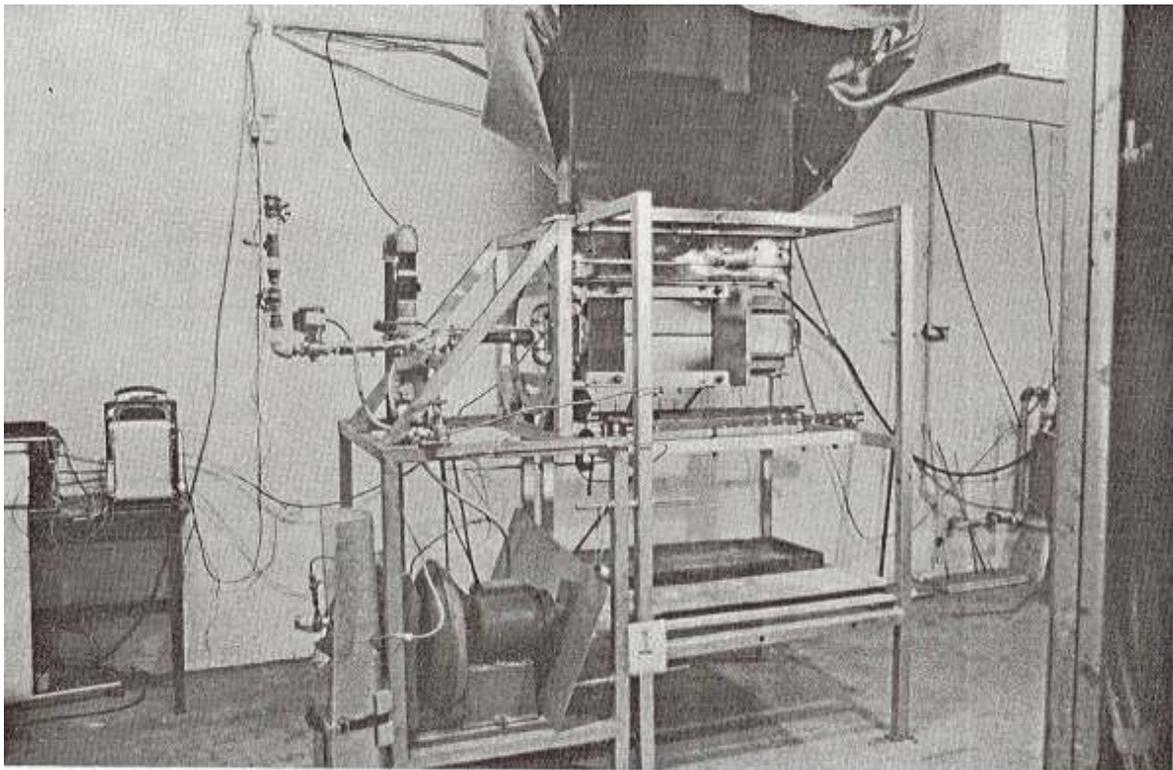


Figura 1 - *Vista general del aparato*

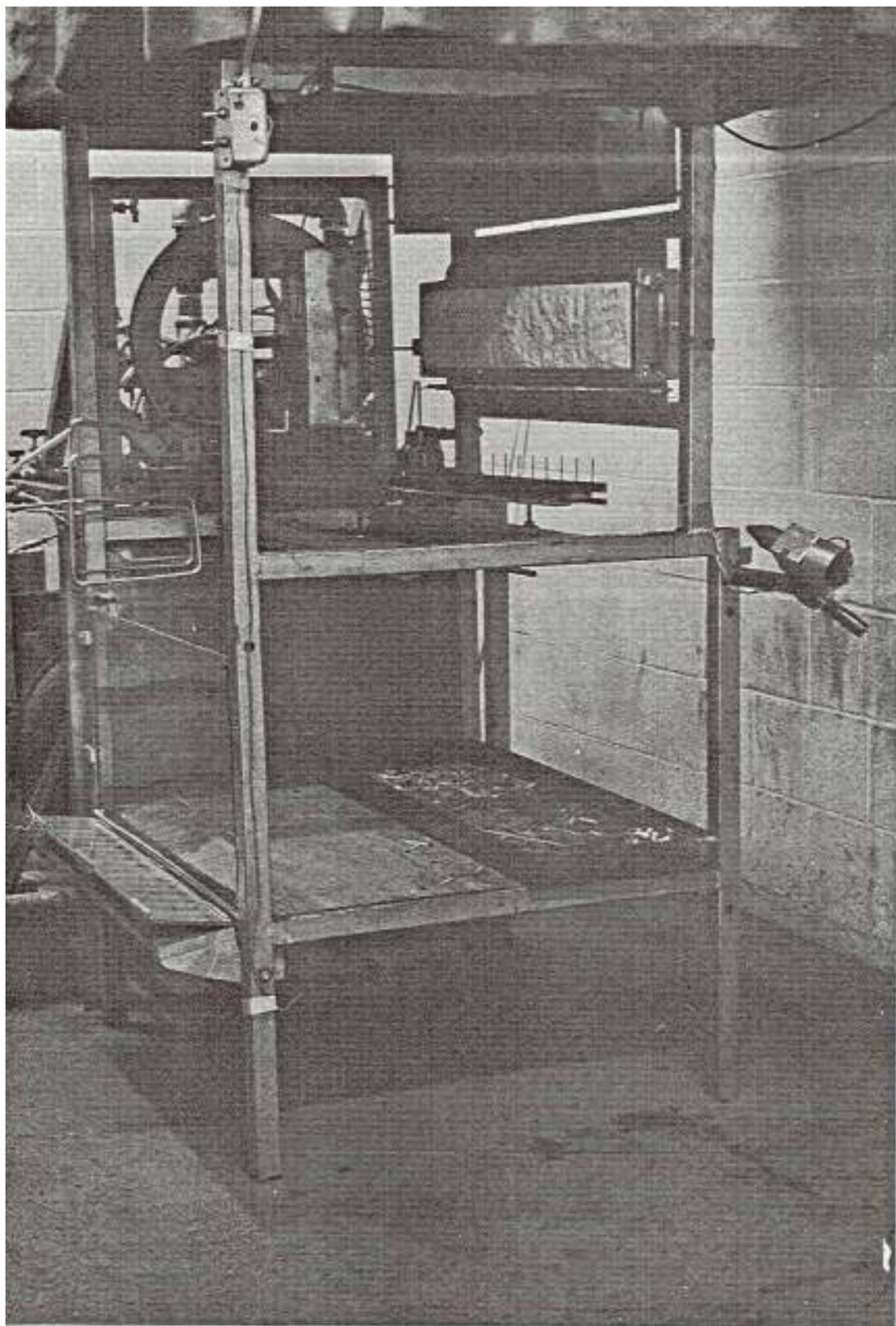


Figura 2 – *Vista desde el extremo de la muestra*

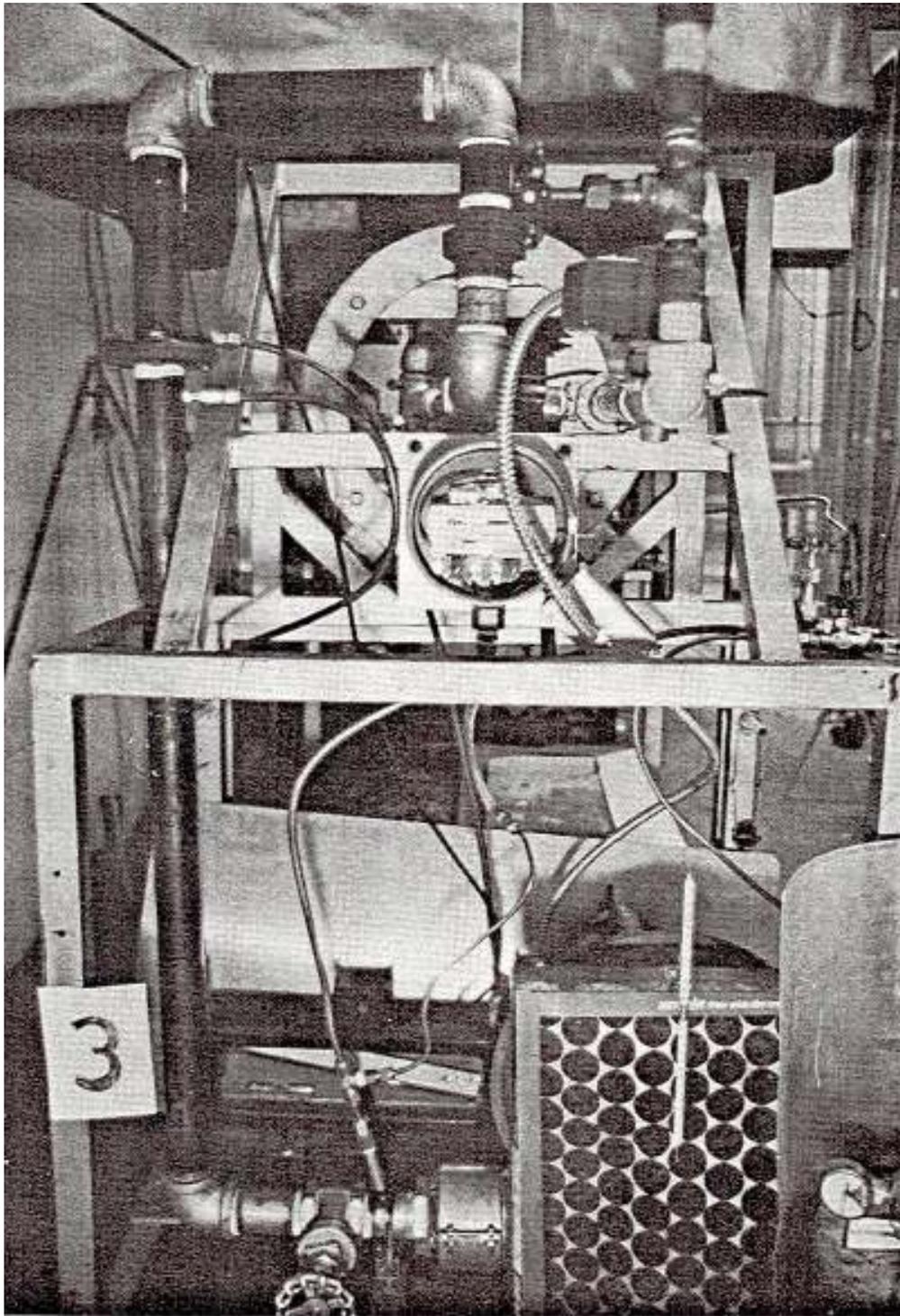


Figura 3 - Vista desde el extremo del panel radiante

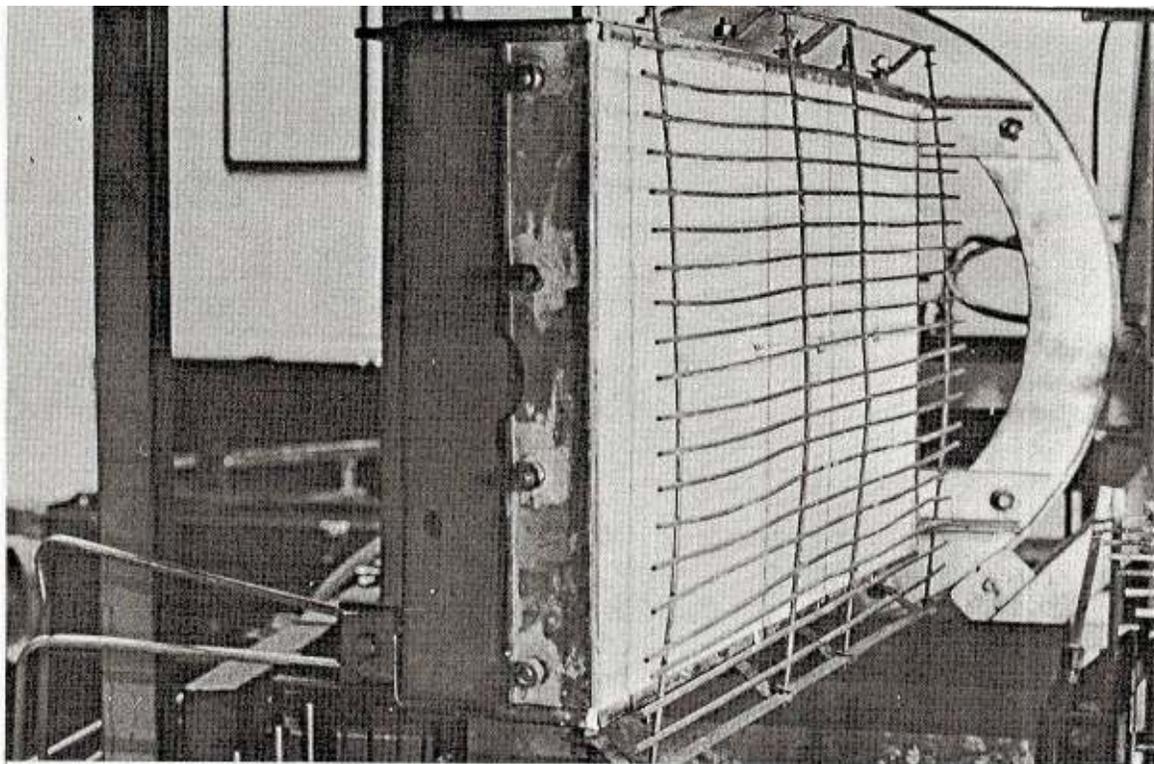


Figura 4 – *Panel radiante y alambres reverberatorios vistos a través del bastidor del portamuestras*

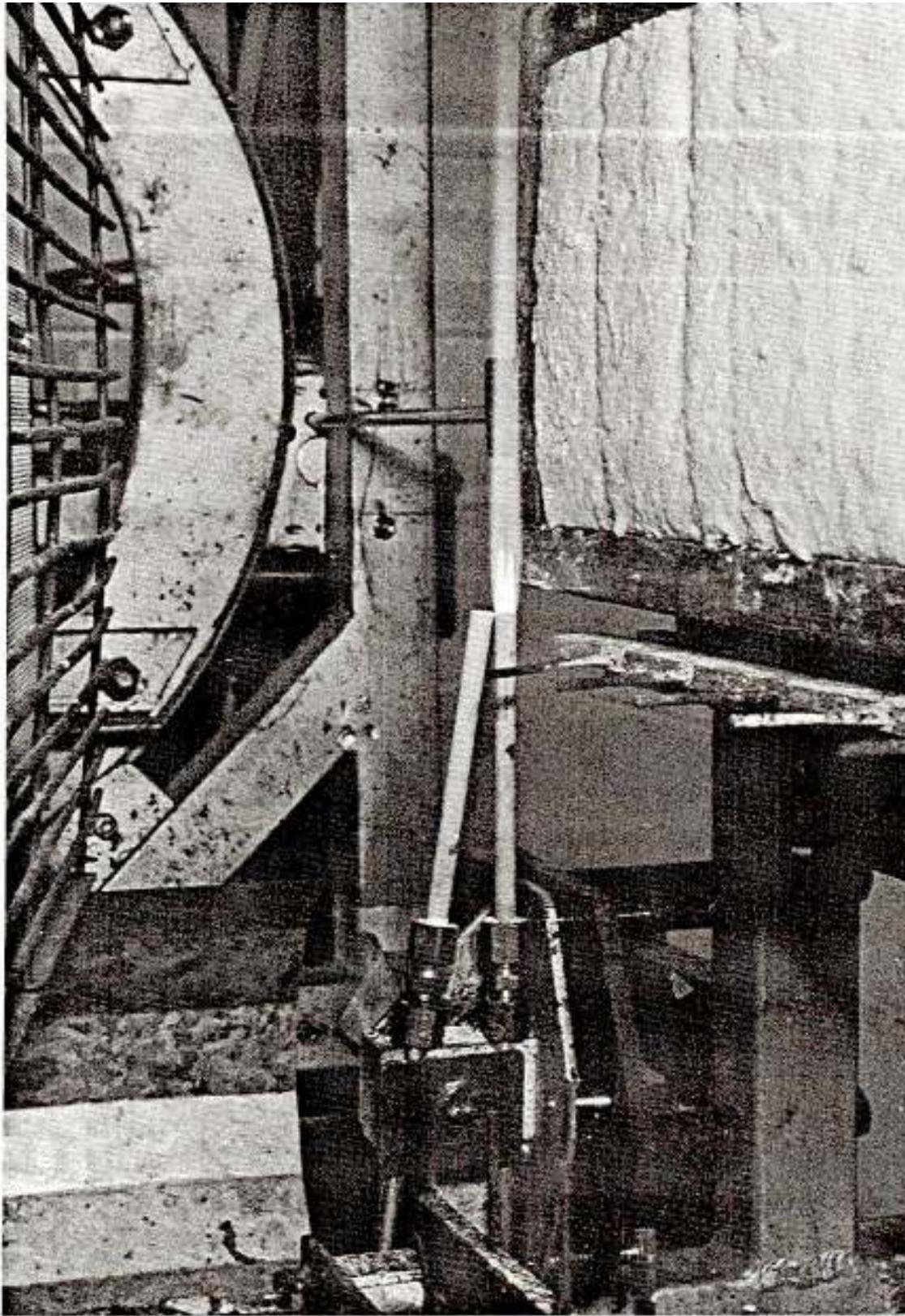


Figura 5 - Quemador piloto y montura

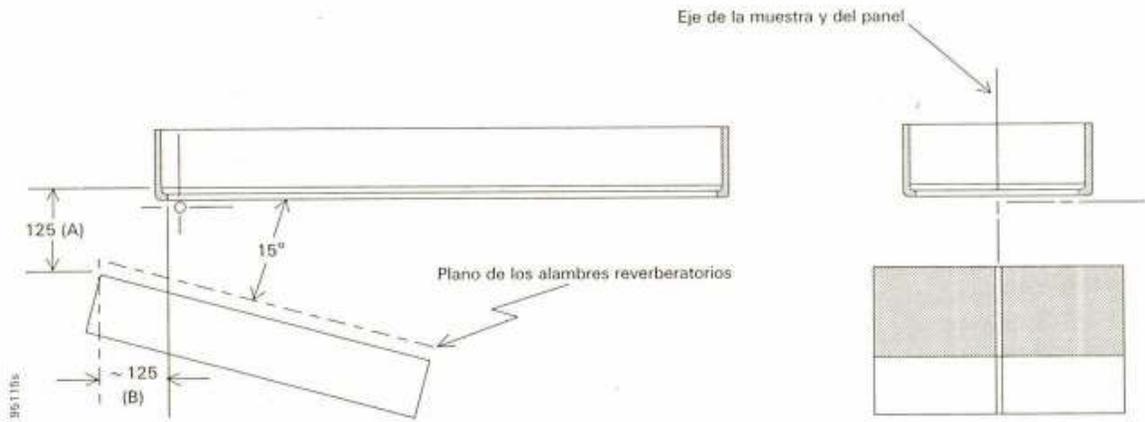


Figura 6 - Disposición de la muestra y el panel

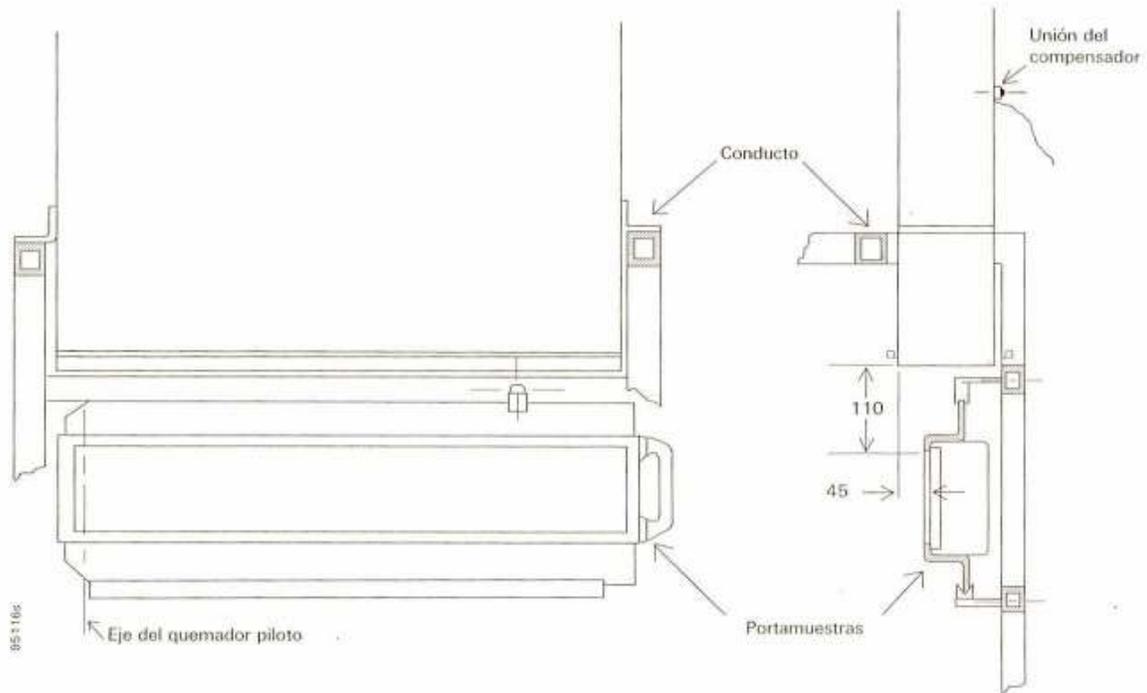


Figura 7 - Posición y dimensiones de la muestra y el conducto

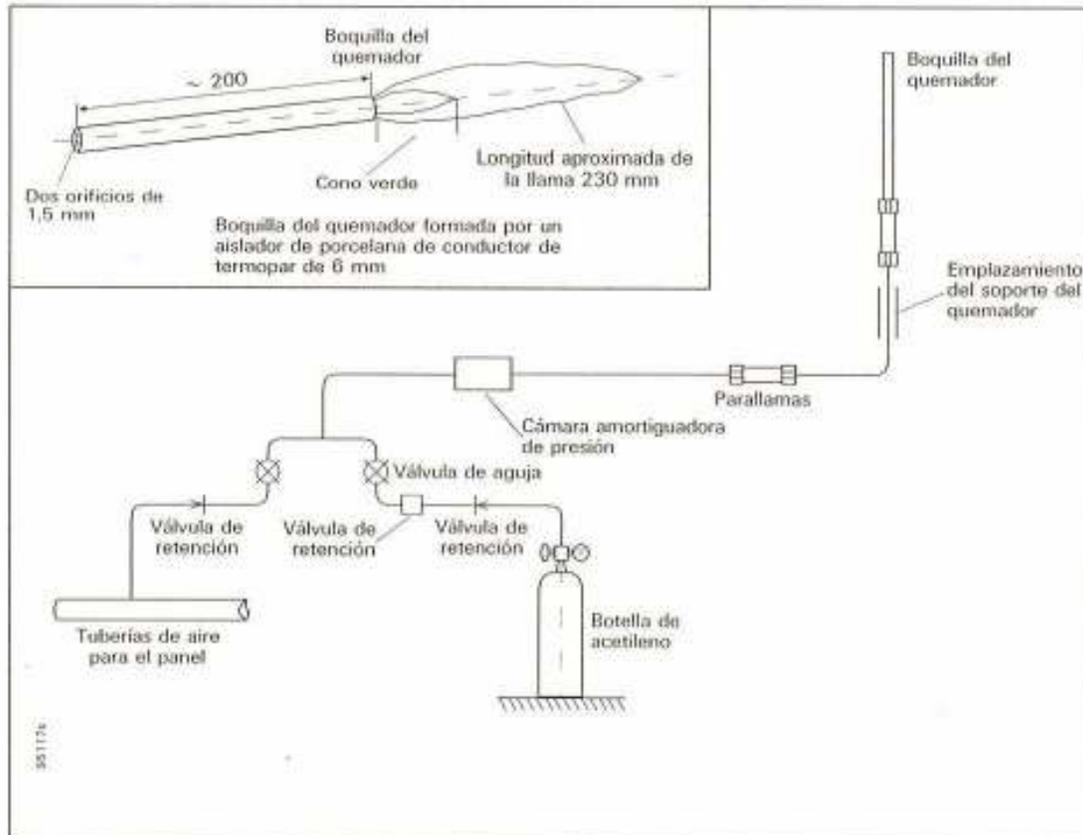
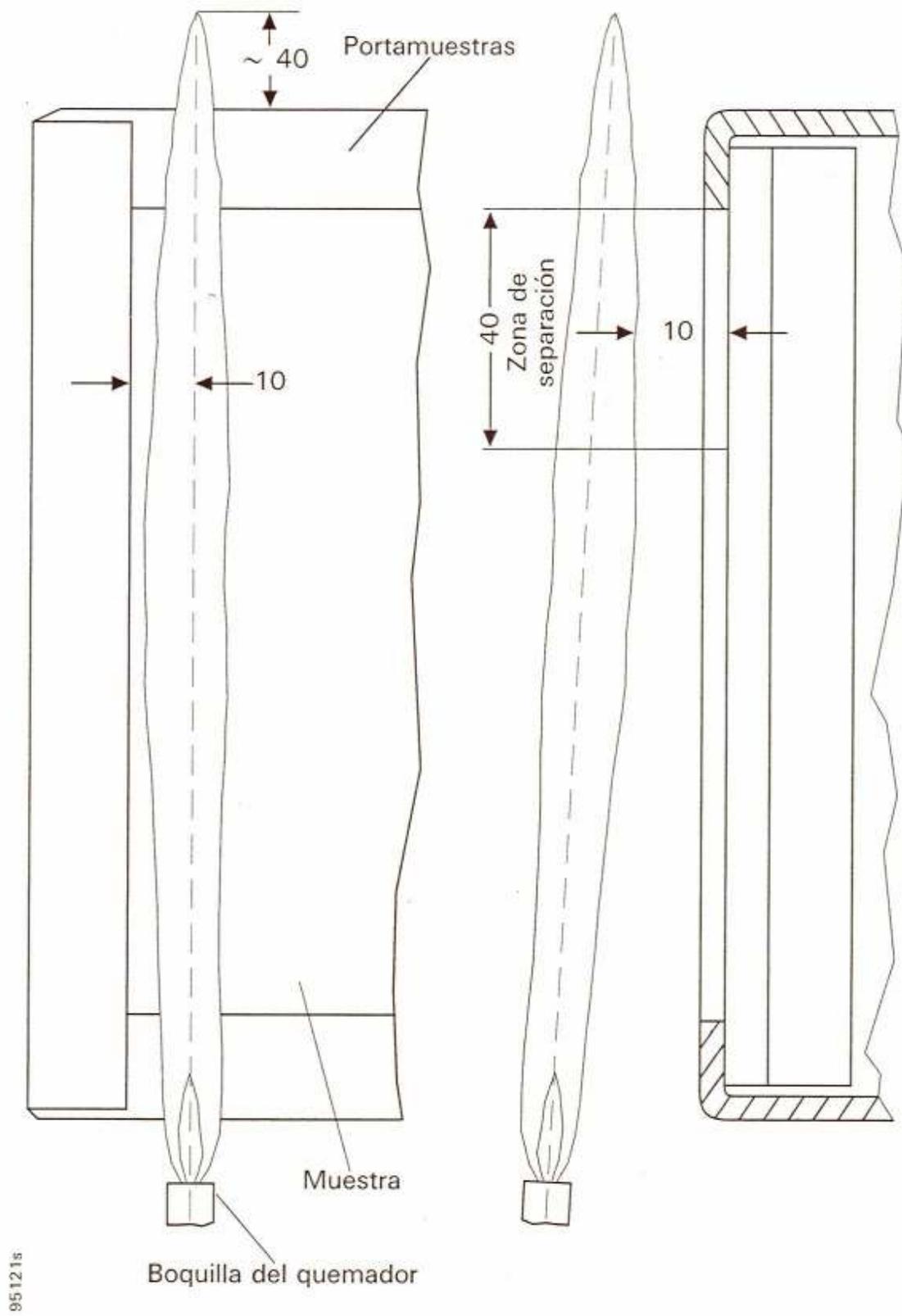


Figura 8 – Detalles y conexiones del quemador piloto



95121s

Figura 9 - Posición de la llama piloto

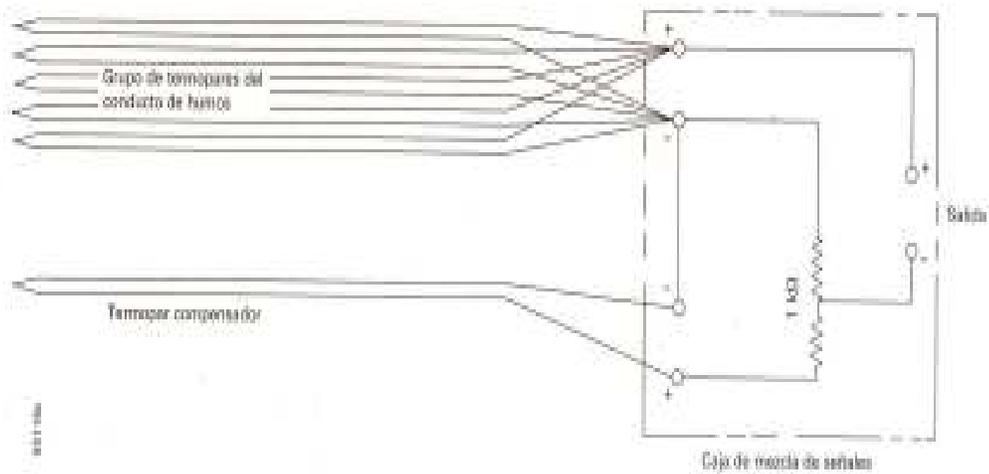


Figura 10 - Diagrama de un circuito de termopares

Se necesitan dos conjuntos de termopares e hilos conductores. Los diámetros y las longitudes de estos conductores dentro del grupo de termopares del conducto de humos deben ser idénticos para obtener el debido promedio de señal. La conexión de los termopares en paralelo podrá efectuarse en la caja de mezcla por si hay conexión de clavija de los conductores. Esto permite retirarlos con rapidez y efectuar comprobaciones si hay problemas de continuidad y puesta a tierra. No se utilizarán uniones frías, pero la caja de mezcla de señales habrá de estar protegida de la radiación del panel.

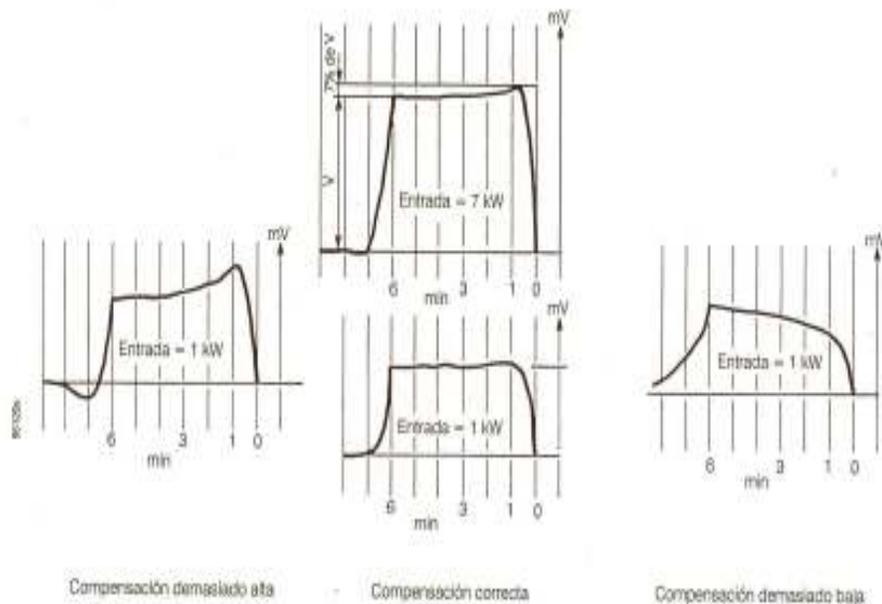


Figura 11 - Reacción de la señal de desprendimiento de calor ante un impulso térmico de onda cuadrada

Las cuatro curvas que se muestran ilustran los cambios del aumento de la señal en mV indicada con relación a tres niveles distintos de reacción inversa o de señal de compensación.

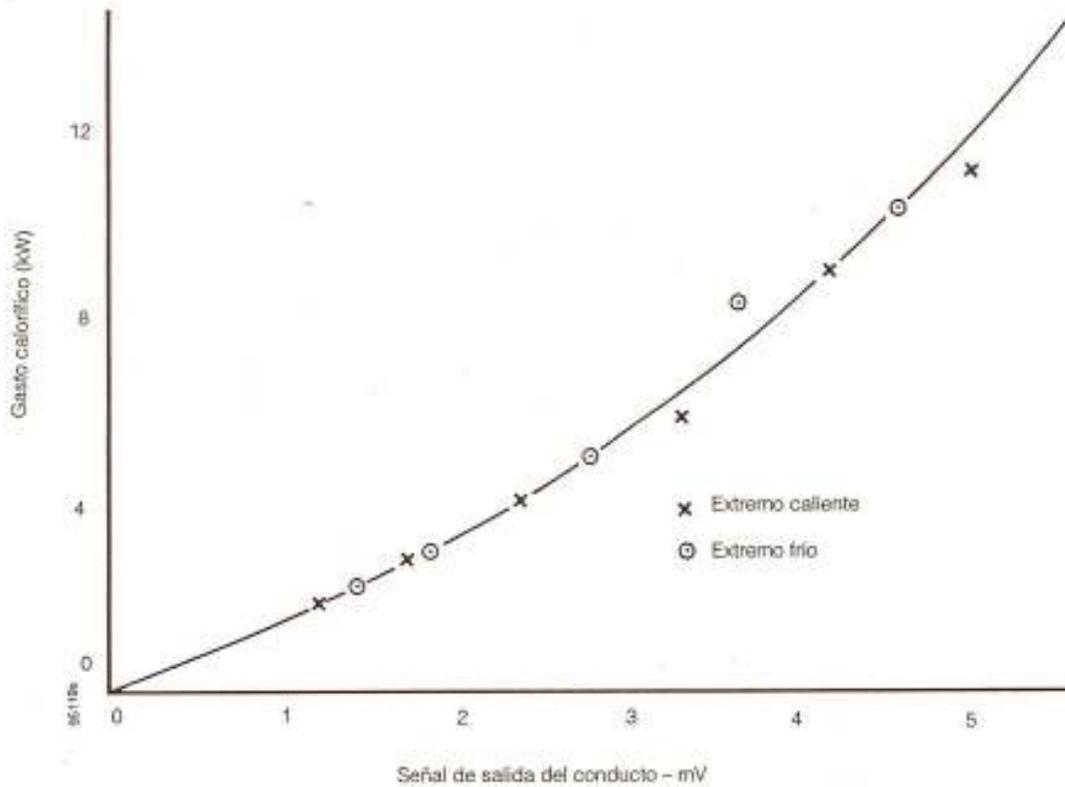


Figura 12 –Calibración típica del conductor.

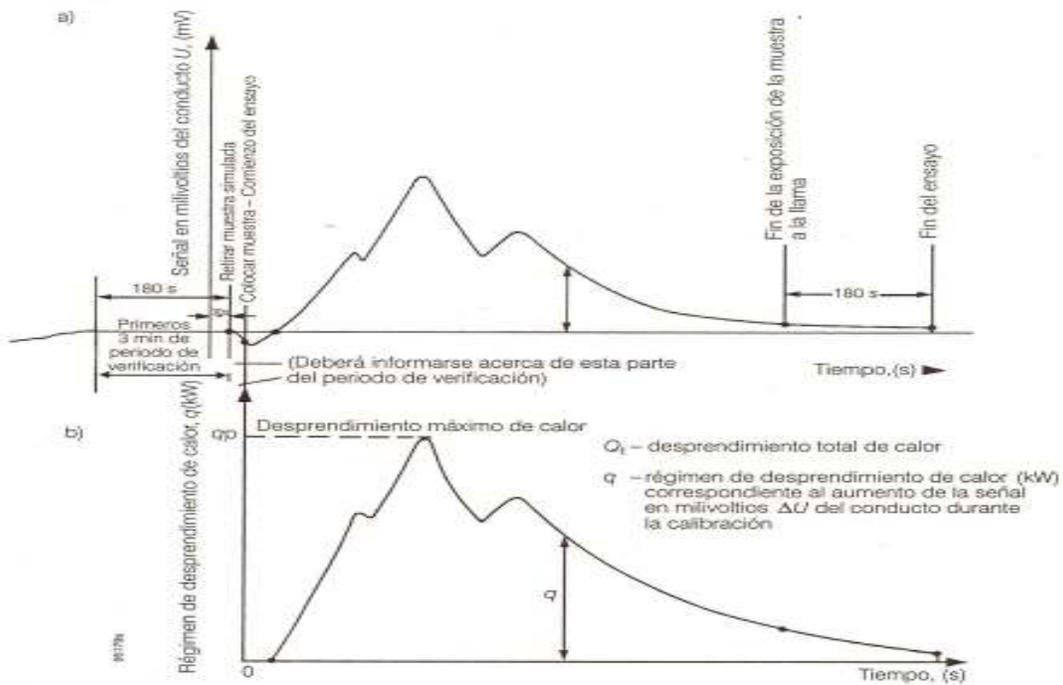


Figura 13 - Conversión del incremento de la señal en milivoltios DU en régimen de desprendimiento de calor de la muestra:

- a) cambio de la señal en milivoltios registrado durante el ensayo
- b) señal en milivoltios convertida en curva de régimen de desprendimiento de calor

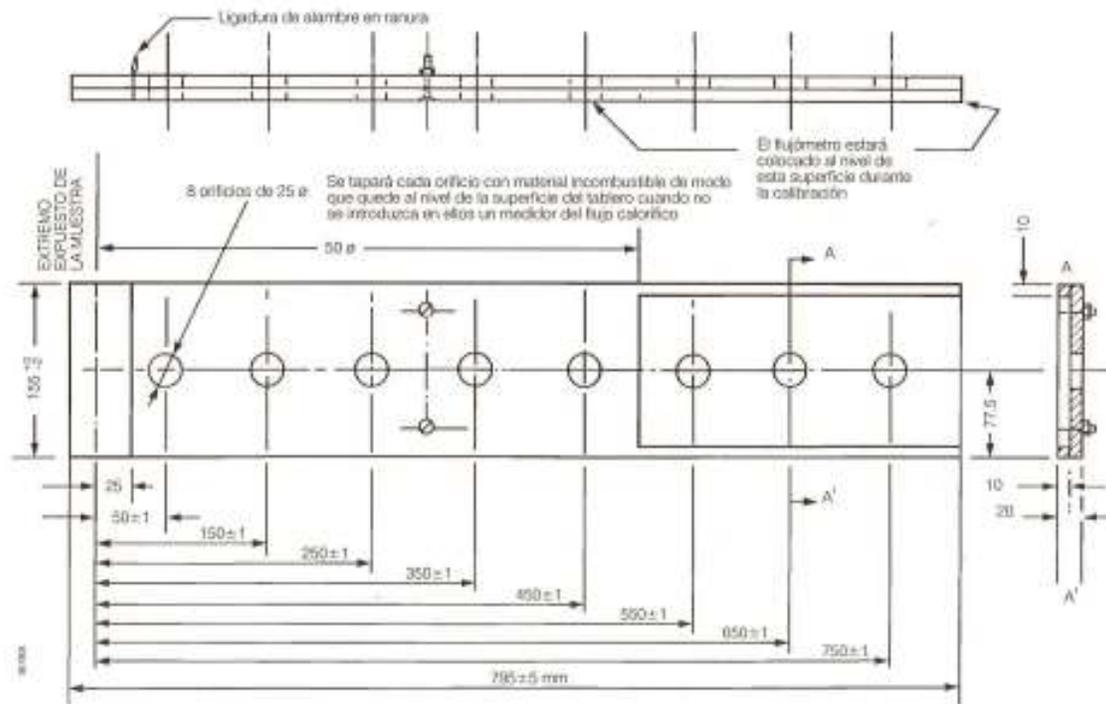


Figura 14 – Muestra simulada especial para calibración de gradiente de flujo

Resolución A.687(17)

(aprobada el 6 de noviembre de 1991)

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO PARA DETERMINAR LA INFLAMABILIDAD DE LOS REVESTIMIENTOS PRIMARIOS DE CUBIERTA

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15(j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

TOMANDO NOTA de los adelantos logrados en la realización de los ensayos de exposición al fuego prescritos en la resolución A.214(VII), "Directrices provisionales mejoradas sobre procedimientos de prueba para revestimientos primarios de cubierta", desde la fecha de su aprobación,

RECORDANDO ASIMISMO que la Asamblea, mediante la resolución A.214(VII), encargó al Comité de Seguridad Marítima que modificase los procedimientos de ensayo según fuera necesario,

HABIENDO EXAMINADO las recomendaciones hechas por el Comité de Seguridad Marítima en su 59° periodo de sesiones,

1. APRUEBA la Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de los revestimientos primarios de cubierta, que figura en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a los Gobiernos a que apliquen la Recomendación al determinar el cumplimiento de las prescripciones especificadas en el anexo;

3. PIDE al Comité de Seguridad Marítima que siga elaborando otros procedimientos de ensayo de exposición al fuego, según proceda;

4. REVOCA la resolución A.214(VII).

Anexo**RECOMENDACION SOBRE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE
EXPOSICION AL FUEGO PARA DETERMINAR LA INFLAMABILIDAD DE LOS REVESTIMIENTOS
PRIMARIOS DE CUBIERTA**

(sustituye a la resolución A.214(VIII))

1 FINALIDAD

De conformidad con lo dispuesto en el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, y las posteriores enmiendas al mismo, los revestimientos primarios de cubierta que se apliquen en los espacios de alojamiento y de servicio y en los puestos de control deben ser de materiales aprobados que no se inflamen fácilmente o den lugar a riesgos de toxicidad o explosión a temperaturas elevadas. Esta Recomendación especifica un procedimiento para evaluar la inflamabilidad de los revestimientos primarios de cubierta. Los riesgos de toxicidad y explosión de estos revestimientos deben verificarse de modo satisfactorio a juicio de la Administración.

2 AMBITO DE APLICACION

2.1 Teniendo presente la amplia gama de materiales utilizados como revestimientos y su aplicación, esta recomendación debe aplicarse a los revestimientos de cubierta que vayan sobre planchas de acero y por debajo de un material de la superficie del piso, si lo hubiere. Sin embargo, podrá hacerse caso omiso de las películas delgadas como, por ejemplo, las pinturas.

2.2 Si un revestimiento de cubierta aplicado sobre una plancha de acero queda expuesto, sin otro revestimiento del piso, los revestimientos de cubierta de las zonas en que se prescriban materiales con características de baja propagación de la llama deben cumplir lo prescrito para los revestimientos del piso especificadas en la "Recomendación sobre procedimientos mejorados de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de la superficie de los materiales de acabado de los mamparos, techos y cubiertas", aprobada por la Organización mediante la resolución A.653(16).

2.3 Si el revestimiento de cubierta tiene capas múltiples, la Administración podrá exigir que se realicen ensayos respecto de cada capa o combinación de ciertas capas del citado revestimiento.

3 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

El revestimiento de cubierta debe someterse a ensayo de conformidad con la Recomendación sobre procedimientos de ensayo mejorados de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de la superficie de los materiales de acabado de los mamparos, techos y cubiertas, aprobada por la Organización mediante la resolución A.653(16), y con las disposiciones adicionales que se especifican a continuación.

3.1 Muestra

El revestimiento de cubierta debe aplicarse a una plancha de acero de un espesor de $3 \pm 0,3$ mm. Las muestras deben tener un espesor nominal y los elementos y construcción del revestimiento de cubierta deben ser iguales a los utilizados en la práctica.

3.2 Clasificación

El revestimiento de cubierta se clasifica como no fácilmente inflamable si cumple las prescripciones aplicables a los revestimientos del piso especificadas en el párrafo 10 del anexo de la resolución A.653(16) de la Asamblea y no desprende partículas inflamables.

Resolución A.688(17)

(aprobada el 6 de noviembre de 1991)

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO PARA DETERMINAR LA INFLAMABILIDAD DE LOS ARTICULOS DE CAMA**LA ASAMBLEA,**

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

RECONOCIENDO que muchos de los incendios en los alojamientos de los buques se han originado al inflamarse artículos de cama,

RECONOCIENDO ASIMISMO la necesidad de elaborar un procedimiento, internacionalmente aceptable, de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de los artículos de cama,

HABIENDO EXAMINADO las recomendaciones hechas por el Comité de Seguridad Marítima en su 59o. periodo de sesiones;

1. APRUEBA la Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de los artículos de cama, cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a todos los Gobiernos interesados a que apliquen la Recomendación a fin de garantizar el cumplimiento;

3. PIDE al Comité de Seguridad Marítima que siga elaborando otros procedimientos de ensayo de exposición al fuego, según proceda.

Anexo**RECOMENDACION SOBRE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO PARA DETERMINAR LA INFLAMABILIDAD DE LOS ARTICULOS DE CAMA****0 INTRODUCCION**

0.1 El ensayo que aquí se describe ilustra de manera sencilla el caso particular de incendio que podría resultar de la exposición del material a cigarrillos encendidos o a una llama equivalente a la de un fósforo. Por sí solo, este ensayo no proporciona ninguna orientación directa sobre el comportamiento o la seguridad del material en otro tipo de accidentes, como la exposición a llamas más grandes. No obstante, un ensayo de esta índole puede servir para hacer comparaciones o comprobar ciertas características que se consideren relacionadas con la resistencia al fuego en general. No cabe atribuir ningún otro valor a los resultados de este ensayo.

0.2 Quienes vayan a efectuar este ensayo deberán tener en cuenta la siguiente advertencia:

ADVERTENCIA: A FIN DE QUE PUEDAN TOMARSE LAS PRECAUCIONES NECESARIAS PARA PROTEGER LA SALUD, SE ADVIERTE A TODAS LAS PERSONAS QUE PARTICIPEN EN ENSAYOS DE EXPOSICION AL FUEGO QUE LA COMBUSTION DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO PUEDE PRODUCIR GASES TOXICOS O PERJUDICIALES.

1 ALCANCE

Se trata de un método para determinar la inflamabilidad de los artículos de cama expuestos a fuentes de ignición pequeñas como un cuerpo en combustión lenta o en llamas.

2 AMBITO DE APLICACION

El método está concebido para el ensayo de artículos de cama como mantas, edredones, colchas, almohadas y colchones, incluidos los colchones delgados y livianos usados encima de otros colchones.

3 DEFINICIONES

Colchón: Producto hecho de un material elástico (por ejemplo, espuma de poliuretano o fibra liviana de relleno) o de materiales acolchonadores combinados con muelles de acero (colchón de muelles), envueltos con una funda.

Edredón y almohada: Productos hechos de materiales de relleno (plumón/plumas o fibras textiles) envueltos en un tejido.

Cutí: Tela que envuelve el material elástico de un colchón.

Inflamabilidad: Medida de la facilidad con que un material o producto puede inflamarse de forma que produzca llamas o sufra una combustión lenta progresiva.

Fuente de ignición: Fuente de energía utilizada para inflamar materiales o productos combustibles.

Llamas: Combustión experimentada en la fase gaseosa, en general con emisión de luz.

Combustión lenta: Reacción exotérmica que tiene lugar en un material sin que se produzcan llamas, con o sin emisión de luz.

Combustión lenta progresiva: Combustión lenta que continúa una vez que se ha extinguido o retirado la fuente de ignición.

4 MUESTREO

Las muestras deben ser representativas de la totalidad del producto ensayado. En la medida de lo posible, las muestras se deben tomar de modo que pueda iniciarse también la ignición a lo largo de las costuras y sus intersecciones.

Se expone la cara superior. Cuando existan dudas acerca de cuál es la cara superior, el ensayo se debe llevar a cabo con ambas caras. En ese caso serán necesarias cuatro muestras más.

Colchones: conviene disponer de suficiente material para hacer por lo menos cuatro muestras de 450 mm x 350 mm y un espesor nominal real. La funda debe envolver a los colchones totalmente sin que haya arrugas y se debe fijar por debajo (por ejemplo, con alfileres de acero).

Para someter a ensayo colchones con fundas amovibles, conviene disponer de suficiente material para hacer por lo menos ocho muestras, cuatro con funda y cuatro sin ella, de 450 mm x 350 mm y un espesor nominal real.

Almohadas: se debe disponer de cuatro muestras de tamaño natural.

Muestras que no sean colchones y almohadas: de cada muestra se deben cortar cuatro unidades de 450 mm x 350 mm cada una.

Si el producto tiene material de relleno suelto se deben coser los bordes. Se recomienda hacer esas costuras antes de cortar las muestras a fin de evitar la pérdida del material de relleno.

5 METODO DE ENSAYO

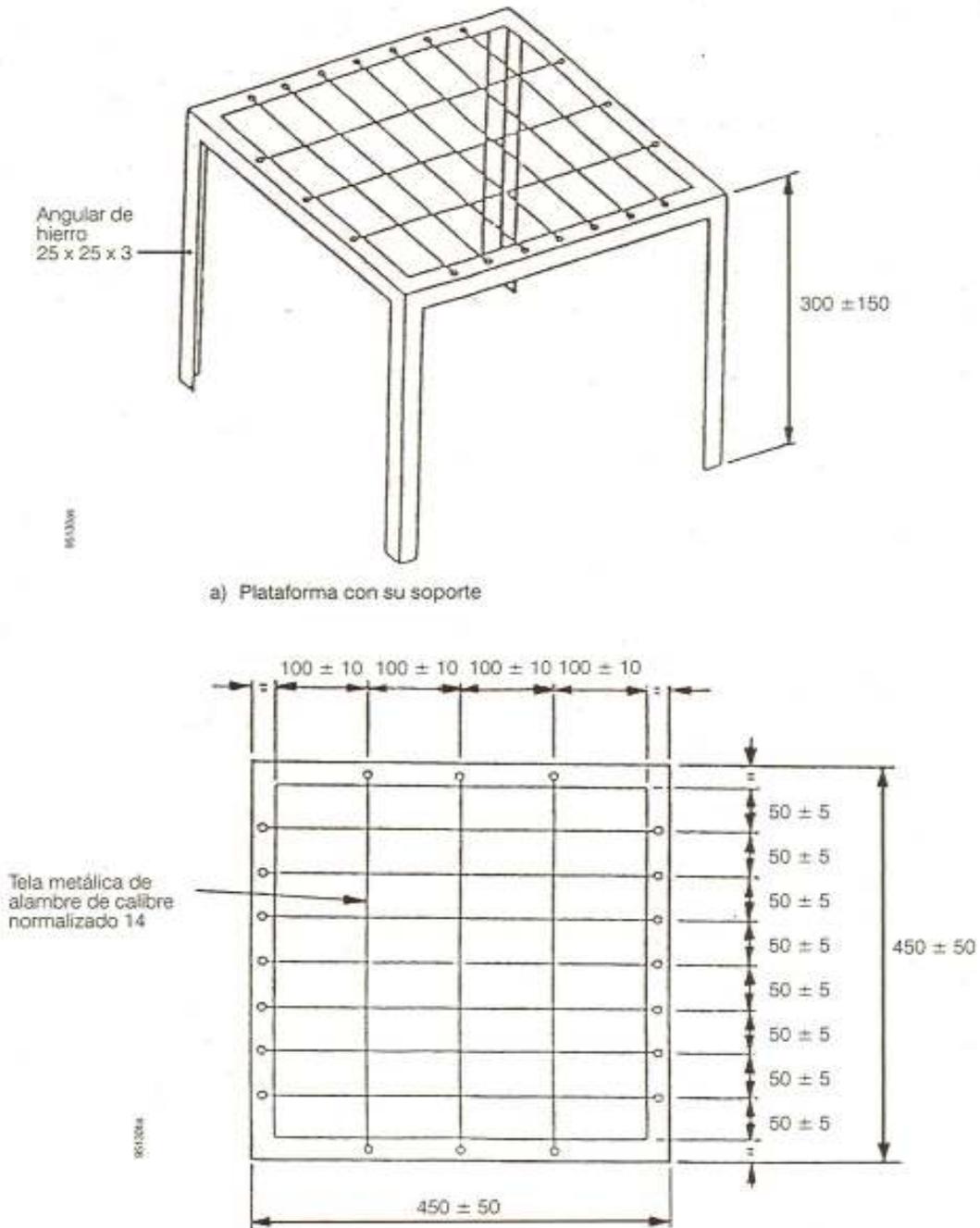
5.1 Principio

El ensayo se lleva a cabo con la muestra colocada en posición horizontal en un caballete de pruebas. La fuente de ignición se coloca encima de la muestra. Para determinar la inflamabilidad se usan fuentes de ignición de combustión lenta y de llama. La fuente de ignición de combustión lenta es una almohadilla aislante de guata de combustión lenta que se colocará sobre un cigarrillo encendido, con objeto de simular la posible combustión lenta de los materiales utilizados en los artículos de cama. La fuente de ignición por llama consiste en una pequeña llama de butano o propano. Se observa la ignición de la muestra que se manifiesta por una combustión lenta progresiva o por la aparición de llamas.

5.2 Aparato y material

Para llevar a cabo el ensayo se requiere el equipo y el material que se enumeran a continuación:

- .1 **El caballete de pruebas** que servirá de soporte a la muestra se ilustra en la figura 1. La base está hecha de angular de hierro de 25 mm x 25 mm x 3 mm (dimensiones nominales). Encima lleva instalada una plataforma de tela metálica con malla de 100 mm x 50 mm (dimensiones nominales).
- .2 **Lana mineral** de 450 mm x 350 mm x 50 mm, con una densidad nominal de 60 kg/m³.
- .3 **Un cronómetro.**
- .4 **Un recinto de ensayo**, que puede ser un cuarto con un volumen superior a 20 m³ (que tenga oxígeno suficiente para el ensayo) o un recinto más pequeño con una corriente de aire directo. Los sistemas de entrada y de extracción que suministran aire a una velocidad de 0,02 a 0,2 m/s en el emplazamiento del caballete proporcionan suficiente oxígeno sin alterar el proceso de combustión.



a) Plataforma con su soporte

b) Espaciamento de los alambres de la plataforma

Todas las dimensiones están expresadas en milímetros

Figura 1 - Caballete de pruebas

- .5 Fuentes de ignición.** Las fuentes de ignición utilizadas sucesivamente son un cigarrillo encendido cubierto con una almohadilla de guata y una llama desnuda.
- .6 Cigarrillos.** Para los ensayos se deben utilizar cigarrillos con las siguientes características:

Longitud:	70 ± 4 mm
Diámetro:	8 ± 0,5 mm
Peso:	1 ± 0,1 g
Velocidad de combustión lenta:	12 ± 3 min/50 mm

La velocidad de combustión lenta se comprobará en cada cartón de 200 cigarrillos de la manera siguiente:

Los cigarrillos se acondicionarán según se describe en 5.4. Se hará una marca en un cigarrillo a 5 mm y otra a 55 mm de uno de sus extremos. Se enciende el cigarrillo por el extremo que se encuentra a 5 mm de la marca hecha y se aspira aire a través de él hasta que se observa una clara incandescencia, pero sin superar la marca hecha a los 5 mm; se clava el cigarrillo horizontalmente por su extremo no encendido en una púa de alambre hasta una profundidad de 13 mm como máximo. Se toma nota del tiempo necesario para que el cigarrillo se consuma desde la marca hecha a 5 mm hasta la situada a 55 mm del extremo.

- .7 Almohadilla de guata.** El cigarrillo se debe cubrir con una almohadilla de guata cuyas dimensiones nominales sean 150 mm x 150 mm x 25 mm y su peso de 20 ± 6,5 g. La guata será de fibras nuevas, sin teñir, flexibles y sin mezcla alguna de fibras artificiales, libres de hilaza, hoja y partículas fibrosas. Hay un material adecuado para este fin que se empaqueta en forma de rollos para uso quirúrgico. El trozo de guata se desenrollará en una capa única de 25 a 30 mm de espesor y se cortará conforme a las dimensiones del plano y posteriormente se retirarán las fibras sueltas de la parte superior para lograr el peso y el espesor correctos.
- .8 Llama.** El quemador consiste en un tubo de acero inoxidable de 6,5 ± 0,1 mm de diámetro interior, 8 ± 0,1 mm de diámetro exterior y 200 mm de largo. El combustible puede ser gas butano o propano. El caudal del combustible será de 6,38±0,25 g/h a 20 °C.

5.3 Preparación de las muestras

Si las mantas, edredones, almohadas, colchones delgados y ligeros o fundas amovibles se venden como piroretardantes, se someterán a ensayo una vez que hayan sido objeto de tres tratamientos de limpieza de conformidad con las instrucciones dadas por el fabricante o con un procedimiento descrito en la Norma internacional 6330 de la ISO.

5.4 Acondicionamiento

Los materiales que vayan a someterse a ensayo, los cigarrillos utilizados como fuentes de ignición y las almohadillas aislantes de guata se acondicionarán durante 72 h inmediatamente antes del ensayo, en un recinto a temperatura ambiente y luego durante un mínimo de 16 h a una temperatura de 23 ± 2 °C y una humedad relativa del 50 ± 5%.

5.5 Procedimiento de ensayo

El ensayo se llevará a cabo en un recinto sin corrientes de aire. La temperatura del cuarto será de 20 ± 5 °C. La muestra de colchón se coloca directamente sobre el caballete para pruebas. Las muestras de manta, almohada, edredón y colchón delgado y ligero se colocan sobre la lana mineral que se ha dispuesto en el caballete para pruebas. La fuente de ignición se coloca encima de la muestra. El tiempo se mide a partir del momento en que se coloca la fuente de ignición sobre la muestra. La duración del ensayo es de una hora a partir del momento en que se coloca la fuente de ignición sobre la muestra.

5.5.1 Ensayo con las fuentes de ignición de combustión lenta

Se enciende el cigarrillo y se aspira aire a través de él hasta que se pone incandescente. En el curso de esta operación no deben consumirse menos de 5 mm ni más de 8 mm del cigarrillo. El cigarrillo se coloca sobre la muestra a una distancia de por lo menos 100 mm de su borde más próximo o de cualquier marca dejada por un ensayo anterior: La almohadilla de guata se coloca en el centro, sobre el cigarrillo, y se pone en marcha el cronómetro. Se observa la combustión y se toma nota de cualquier signo de combustión lenta progresiva (véase 6.1) o con llamas (véase 6.2) de la muestra. Se llevarán a cabo dos ensayos con la almohadilla de guata colocada sobre el cigarrillo. Cuando las muestras tengan costuras se llevará a cabo un ensayo con el cigarrillo colocado paralelamente a una costura y otro con el cigarrillo colocado en lo posible sobre una superficie lisa.

5.5.2 Ensayo con la fuente de ignición de llama

Se enciende el gas y se ajusta su caudal al nivel indicado en 5.2.8. Se deja que el caudal se estabilice por lo menos durante 120 s. Se coloca el quemador en posición horizontal sobre la muestra a una distancia de por lo menos 100 mm de cualquiera de sus bordes y a 50 mm por lo menos de cualquier otra marca dejada por un ensayo anterior. Se expone la muestra a la llama durante 20 s. Se pone fin al periodo de exposición retirando cuidadosamente el quemador de la muestra. Se observa la combustión y se toma nota de cualquier signo de combustión lenta progresiva (véase 6.1) o de inflamación con llamas (véase 6.2) de la muestra. Se llevan a cabo dos ensayos. En el caso de muestras con costuras se efectúa un ensayo con el quemador situado paralelamente a una costura y otro con el quemador situado en lo posible sobre una superficie lisa.

5.6 Expresión de los resultados del ensayo

5.6.1 Todas las observaciones relacionadas con el tiempo se expresan en minutos y segundos transcurridos desde el inicio del ensayo. Los resultados del ensayo incluyen:

- el comportamiento de la muestra durante el periodo de ensayo indicado e inmediatamente después del mismo;
- las llamas o cantidades perceptibles de humo, calor o incandescencia observadas durante el periodo de ensayo indicado e inmediatamente después del mismo;
- los daños que ha sufrido la muestra una vez terminado el ensayo, medidos en milímetros.

5.6.2 Debe informarse por separado acerca de los resultados obtenidos en cada ensayo.

5.7 Informe sobre el ensayo

En el informe sobre el ensayo debe figurar la información siguiente:

- .1 nombre y dirección del laboratorio que efectúa el ensayo;
- .2 fecha y número de identificación del informe;
- .3 nombre y dirección del cliente;
- .4 objetivo del ensayo;
- .5 método de selección de muestras;
- .6 nombre del fabricante o proveedor del producto;
- .7 nombre u otras marcas de identificación y descripción del producto;
- .8 densidad y espesor del producto;
- .9 fecha en que se ha recibido el producto;
- .10 descripción de las muestras y técnica de preparación;
- .11 fecha del ensayo;
- .12 método de ensayo;
- .13 acondicionamiento de las muestras;
- .14 casos en que fue necesario apartarse del método de ensayo, si los hubo;
- .15 resultados del ensayo;
- .16 clasificación del producto según criterios que figuren en normas o reglamentaciones oficiales.

6 CRITERIOS PARA DETERMINAR LA INFLAMABILIDAD

6.1 Combustión lenta progresiva

A los efectos de este método de ensayo se considera que todos los tipos de comportamiento descritos a continuación (incisos .1 a .5) constituyen un proceso de combustión lenta progresiva:

- .1 Toda muestra que produzca humo, calor o incandescencia en cantidades perceptibles desde fuera, una hora después de haber sido expuesta a la fuente de ignición.

- .2 Toda muestra en la que se observe una combustión creciente, de modo que no resulte seguro continuar el ensayo, y que haya que apagar enérgicamente.
- .3 Toda muestra que arda sin llama hasta quedar prácticamente consumida durante el ensayo.
- .4 Toda muestra que arda sin llama hasta sus extremidades, esto es, hasta cada lado o en todo su espesor durante el ensayo. No obstante, todos los materiales cuyo espesor sea igual o inferior a 25 mm, como colchones delgados y ligeros, edredones y mantas podrán arder sin llama en todo el espesor de la muestra.
- .5 Toda muestra en la que, en un último examen, haya indicios de combustión lenta, que no sean un descoloramiento, a más de 25 mm en cualquier dirección horizontal, entre la parte más cercana a la posición inicial del borde de la almohadilla de guata y la llama desnuda de la fuente de ignición.

6.2 Ignición con llamas

6.2.1 Colchones

A los efectos de este método de ensayo se considera que todos los tipos de comportamiento enumerados a continuación (incisos .1 a .5) constituyen un caso de ignición con llamas.

- .1 La aparición de cualquier llama producida por una fuente de ignición de combustión lenta.
- .2 Toda muestra que siga ardiendo con llamas más de 150 s después de haber retirado la llama de ignición.
- .3 Toda muestra en la que se observe una combustión creciente, de modo que no resulte seguro continuar el ensayo, y que haya que apagar enérgicamente.
- .4 Toda muestra que se queme hasta consumirse más del 66% en un plazo de 150 s después de haber retirado la llama de ignición.
- .5 Toda muestra que se queme hasta sus extremidades, esto es, hasta cada lado o en todo su espesor durante el ensayo.

6.2.2 Mantas, edredones, almohadas y colchones delgados y ligeros

A los efectos de este método de ensayo se considera que todos los tipos de comportamiento descritos a continuación (incisos .1 a .5) constituyen un caso de ignición con llamas.

- .1 La aparición de cualquier llama producida por una fuente de ignición de combustión lenta.
- .2 Toda muestra que siga ardiendo con llamas más de 150 s después de haber retirado la llama de ignición.
- .3 Toda muestra en la que se observe una combustión creciente, de modo que no resulte seguro continuar el ensayo, y que haya que apagar enérgicamente.
- .4 Toda muestra que se queme hasta consumirse más del 66% en un plazo de 150 s después de haber retirado la llama de ignición.
- .5 Toda muestra que se queme hasta cualquiera de sus lados durante el ensayo.

6.3 Clasificación

El artículo de cama se clasificará como no inmediatamente inflamable si no experimenta ignición de combustión lenta progresiva ni ignición con llamas, como se especifica en 6.1 y 6.2.

Resolución A.753(18)

(aprobada el 4 de noviembre de 1993)

DIRECTRICES PARA LA INSTALACION DE TUBERIAS DE PLASTICO EN LOS BUQUES

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima y a la prevención y control de la contaminación del mar ocasionada por los buques,

TOMANDO NOTA del creciente interés que hay en el sector marítimo sobre la utilización de materiales para tuberías distintos del acero y de que la reglamentación existente carece de prescripciones específicas sobre tuberías y sistemas de tuberías de plástico o de plástico reforzado,

RECONOCIENDO que es necesario disponer de directrices que contengan criterios de aceptación de los materiales de plástico para los sistemas de tuberías, prescripciones adecuadas sobre su proyecto e instalación y criterios de comportamiento para el ensayo de exposición al fuego a fin de garantizar la seguridad de los buques, con objeto de que las Administraciones marítimas puedan determinar de forma racional y uniforme las aplicaciones permitidas de dichos materiales,

RECONOCIENDO TAMBIEN que el marco de las directrices debe ofrecer libertad para permitir la elaboración de normas internacionales y nacionales y tener en cuenta el desarrollo natural de nuevas tecnologías,

HABIENDO EXAMINADO la recomendación hecha por el Comité de Seguridad Marítima en su 610. periodo de sesiones,

1. APRUEBA las Directrices para la instalación de tuberías de plástico en los buques, que figuran en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a los Gobiernos a que:

- a) apliquen las Directrices cuando decidan utilizar tuberías de plástico a bordo de los buques que enarbolan el pabellón de su Estado, e
- b) informen a la Organización sobre el desarrollo de normas nacionales y nuevas tecnologías sobre tuberías de plástico;

3. PIDE al Comité de Seguridad Marítima que someta de nuevo a examen las Directrices cuando lo juzgue necesario.

Anexo

DIRECTRICES PARA LA INSTALACION DE TUBERIAS DE PLASTICO EN LOS BUQUES

1 INTRODUCCION

1.1 Finalidad

1.1.1 La Organización Marítima Internacional reconoce que en el sector marítimo hay un creciente interés sobre la utilización de materiales para tuberías distintos del acero y que la reglamentación existente carece de prescripciones específicas para las tuberías de plástico.

1.1.2 Las presentes directrices proporcionan unos criterios de aceptación de los materiales de plástico para los sistemas de tuberías a fin de que sirvan de ayuda a las Administraciones marítimas para determinar, de forma racional y uniforme, las aplicaciones permitidas de tales materiales. Las directrices ofrecen prescripciones adecuadas sobre proyecto e instalación y, en cada aplicación, unos criterios de comportamiento para los ensayos de exposición al fuego, necesarios para garantizar que se presta la debida atención a la seguridad del buque.

1.1.3 En el marco de estas directrices se ofrece libertad para permitir la elaboración de normas internacionales y nacionales y tener en cuenta el desarrollo natural de nuevas tecnologías.

1.2 Ambito de aplicación

1.2.1 Las presentes directrices tienen carácter recomendatorio y están previstas para que abarquen el proyecto y la instalación de tuberías de plástico, reforzado o no, en sistemas esenciales o no esenciales, hacia el interior del buque después de pasadas las válvulas del costado.

1.2.2 Estas directrices están concebidas de modo que cumplan con las actuales reglas del SOLAS, circulares del CSM u otros criterios internacionales equivalentes. .

1.2.3 Las directrices sólo son aplicables a las tuberías rígidas. No se contempla la utilización de tuberías flexibles y mangueras con acoplamientos mecánicos que se aceptan en los sistemas de tuberías metálicas.

1.3 Principios básicos y contenido

1.3.1 En el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS 74), en su forma enmendada, se debe utilizar acero en algunos casos, aunque en otros es obvio que se prevén materiales distintos del acero, a reserva de que los apruebe la Administración. Por consiguiente, se necesitan unas directrices que permitan a las Administraciones tomar decisiones sobre el empleo de tuberías de plástico y la posibilidad de ampliar su aplicación.

1.3.2 Determinadas propiedades de proyecto y criterios de comportamiento de los materiales son comunes para todos los sistemas de tuberías, independientemente del sistema o de su emplazamiento; tales propiedades y criterios se tratan en la sección 2.1.

1.3.3 La sección 2.2 trata de los aspectos de seguridad contra incendios y proporciona prescripciones específicas aplicables a los sistemas de tuberías en función de su servicio y/o emplazamiento.

1.3.4 En la sección 3 se aborda la aprobación de los materiales y se prescriben las verificaciones que es necesario considerar durante la fabricación de las tuberías para garantizar las debidas características físicas y mecánicas.

1.3.5 Las tuberías de a bordo deben instalarse de manera adecuada y someterse a prueba a fin de garantizar el grado necesario de seguridad. La sección 4 trata de ese tema e incorpora la circular MSC/Circ.449, "Orientación sobre la instalación de tubos y accesorios de plástico reforzado con fibra de vidrio".

1.3.6 Los métodos de ensayo de exposición al fuego y la matriz de prescripciones de resistencia al fuego a que se hace referencia en la sección 2.2, se consignan en los apéndices 1 a 4.

1.4 Definiciones

1.4.1 La palabra *plástico(s)*, tal como se usa en las presentes directrices, se refiere tanto a materiales termoplásticos como a plásticos termoendurecibles, reforzados o no, como el policloruro de vinilo (uPVC) y los plásticos reforzados con fibra (PRF).

1.4.2 *Tuberías/sistemas de tuberías* - Las expresiones "tuberías" y "sistemas de tuberías" comprenden los tubos, accesorios, uniones del sistema y el método de unión, así como los revestimientos, forros y recubrimientos, tanto interiores como exteriores, que sean necesarios para satisfacer los criterios de comportamiento. Por ejemplo, si el material básico ha de llevar un revestimiento protector para cumplir las prescripciones de resistencia al fuego, habrá que fabricar y someter a ensayo el material básico con su revestimiento, y presentarlo a la Administración a fin de que ésta apruebe su empleo en el sistema de que se trate.

1.4.3 *Unión* - La palabra "unión" se refiere al método permanente de conectar tubos mediante ligazón con adhesivos, laminación, soldadura, etc.

1.4.4 *Accesorios* - Este término comprende los empalmes curvos y acodados, empalmes ramificados, etc., de material plástico.

2 PROPIEDADES DE PROYECTO Y CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES

2.1 Prescripciones aplicables a todos los sistemas de tuberías

2.1.1 Cuestiones generales

2.1.1.1. Las prescripciones de esta sección son aplicables a todas las tuberías y sistemas de tuberías, independientemente del servicio o el emplazamiento.

2.1.1.2 La especificación de las tuberías se ajustará a una norma reconocida y aceptada por la Administración, y cumplirá además con las siguientes prescripciones de comportamiento.

2.1.1.3 Las tuberías deberán tener la resistencia necesaria para soportar las condiciones más rigurosas que puedan darse simultáneamente de presión, temperatura y peso de la propia tubería, así como las cargas estáticas y dinámicas que el proyecto o el medio impongan.

2.1.1.4 Con el fin de garantizar la resistencia adecuada de todas las tuberías, incluidas las abiertas en los extremos (por ejemplo, tuberías de rebose, respiraderos y desagües abiertos), éstas deberán tener un espesor de pared mínimo para asegurar que resisten las cargas impuestas a bordo de un buque, así como las debidas al transporte, manejo, tráfico de personal, etc. Ello tal vez exija que las tuberías tengan un espesor de pared superior al que de otro modo sería necesario teniendo en cuenta el servicio a que están destinadas.

2.1.1.5 Las prescripciones de comportamiento para los distintos componentes de un sistema de tuberías, tales como accesorios, uniones y método de conexión, serán las mismas que las aplicables al sistema de tuberías en que se instalen.

2.1.2 Presión interna

2.1.2.1 Todo sistema de tuberías se deberá proyectar para una presión interna no inferior a la presión máxima de trabajo prevista en condiciones operacionales, o a la presión de regulación más alta de cualquier válvula de seguridad o dispositivo reductor de presión del sistema, si los hay.

2.1.2.2 La presión interna nominal para una tubería se deberá calcular dividiendo la presión de rotura determinada en una prueba hidrostática de corta duración por un factor de seguridad de 4, o dividiendo la presión de rotura determinada en una prueba hidrostática de larga duración (> 100 000 h) por un factor de seguridad de 2,5, si este valor es menor. Dichas presiones de rotura se verificarán experimentalmente o mediante una combinación de pruebas y cálculos que la Administración juzgue satisfactorios.

2.1.3 Presión externa

2.1.3.1 Al proyectar las tuberías de una instalación en que pueda haber un vacío en su interior o una presión hidrostática en su exterior, habrá que tomar en consideración la presión externa.

2.1.3.2 Las tuberías se deberán proyectar para una presión externa no inferior a la suma de la presión hidrostática máxima en su exterior más la presión de vacío (1bar). La presión externa nominal para una tubería se deberá calcular dividiendo la presión determinada en una prueba de aplastamiento por un factor de seguridad de 3. La presión de aplastamiento se deberá verificar experimentalmente o mediante la combinación de pruebas y cálculos que la Administración juzgue satisfactoria.

2.1.4 Resistencia axial

2.1.4.1 La suma de los esfuerzos longitudinales debidos a la presión, el peso propio y otras cargas dinámicas continuas no deberá sobrepasar el esfuerzo admisible en sentido longitudinal. Las fuerzas resultantes de la expansión térmica, la contracción y las cargas externas, si es el caso, habrán de tenerse en cuenta al determinar los esfuerzos longitudinales en el sistema.

2.1.4.2 En el caso de tuberías de plástico reforzado con fibra de vidrio, la suma de los esfuerzos longitudinales no deberá sobrepasar la mitad del esfuerzo circunferencial nominal resultante de la presión interna nominal, determinada con arreglo al párrafo 2.1.2.2, a menos que el esfuerzo longitudinal máximo admisible se verifique experimentalmente o mediante la combinación de pruebas y cálculos que la Administración juzgue satisfactoria.

2.1.5 Temperatura

2.1.5.1 Las tuberías deberán cumplir las prescripciones de proyecto de las presentes directrices en toda la gama de temperaturas de servicio a que vayan a estar sometidas.

2.1.5.2 Los límites superiores de temperatura y las reducciones de presión respecto de las presiones nominales se deberán ajustar a la norma reconocida, pero en cada caso la temperatura máxima de servicio deberá ser al menos 20°C inferior a la temperatura mínima de termodistorsión (determinada con arreglo al método A de la norma ISO 75 u otra equivalente) de la resina o el material de plástico. La temperatura mínima de termodistorsión no será inferior a 80°C.

2.1.5.3 En el caso de servicios de baja temperatura, convendrá prestar particular atención a las propiedades del material.

2.1.6 Resistencia al choque

2.1.6.1 Las tuberías deberán poseer la resistencia mínima al choque que la Administración juzgue satisfactoria.

2.1.7 Envejecimiento

2.1.7.1 Antes de elegir un material para tuberías, el fabricante deberá confirmar que los efectos ambientales, entre ellos los de los rayos ultravioleta, la exposición al agua salada, a los hidrocarburos y la grasa, la temperatura y la humedad, no deterioran las propiedades mecánicas y físicas del material de las tuberías por debajo de los valores necesarios para cumplir con las presentes directrices. El fabricante deberá determinar las características de envejecimiento del material, sometiendo muestras a una prueba de envejecimiento que la Administración juzgue aceptable, y verificando a continuación las propiedades físicas y mecánicas del material mediante los criterios de comportamiento que se exponen en las presentes directrices.

2.1.8 Fatiga

2.1.8.1 En los casos en que las cargas de proyecto incorporen un importante componente cíclico o fluctuante, habrá que tener en cuenta la fatiga en el proceso de selección de materiales y al proyectar la instalación.

2.1.8.2 Al estudiar la resistencia a la fatiga de un material, el proyectista se puede basar en la experiencia adquirida con materiales semejantes y de aplicación similar, o en resultados de ensayos mecánicos de muestras en laboratorio. Sin embargo, deberá tener en cuenta que pequeños cambios en la composición del material pueden alterar de manera significativa sus características de fatiga.

2.1.9 Resistencia a la erosión

2.1.9.1 En los casos en que el fluido del sistema tenga altas velocidades de flujo o características abrasivas, o en que haya discontinuidades en la trayectoria del flujo que ocasionen una turbulencia excesiva, será preciso considerar su posible efecto o erosión. Si no puede evitarse la erosión, habrá que adoptar medidas adecuadas, tales como aumentar el espesor de las paredes, utilizar revestimientos especiales, elegir otro material, etc.

2.1.10 Absorción de fluido

2.1.10.1 La absorción de fluido por el material de la tubería no deberá dar lugar a que se reduzcan las propiedades mecánicas y físicas de dicho material por debajo de las exigidas en estas directrices.

2.1.10.2 El fluido que circule por la tubería o en el que ésta se halle inmersa no deberá permear a través de la pared de la misma. Los ensayos para determinar las características de absorción del material de la tubería se deberán ajustar a una norma reconocida.

2.1.11 Compatibilidad del material

2.1.11.1 El material de las tuberías deberá ser compatible con el fluido que circule por ellas o en el que estén inmersas, de modo que su resistencia de proyecto no se deteriore por debajo de los valores estipulados en las presentes directrices. Cuando se desconozca la reacción entre el material de la tubería y el fluido, habrá que demostrar su compatibilidad de forma satisfactoria a juicio de la Administración.

2.2 Prescripciones aplicables a los sistemas de tuberías en función de su servicio y emplazamiento

2.2.1 Resistencia al fuego

2.2.1.1 Cuestiones generales

Las tuberías y sus accesorios cuyas funciones o integridad sean esenciales para la seguridad del buque deberán satisfacer las prescripciones mínimas de resistencia al fuego que figuran a continuación.

2.2.1.2 Prescripciones de resistencia al fuego

La resistencia al fuego de un sistema de tuberías es la aptitud del mismo para conservar su resistencia e integridad (esto es, su aptitud para prestar el servicio previsto) durante un determinado periodo de tiempo cuando esté expuesto al fuego en condiciones que reflejen una situación prevista. Se indican a continuación tres niveles distintos de resistencia al fuego para las tuberías de plástico, considerándose para cada nivel las consecuencias resultantes de la pérdida de integridad del sistema en función de las distintas aplicaciones de servicio y emplazamiento. La norma más elevada de resistencia al fuego (nivel 1) garantizará la integridad del sistema durante un incendio de hidrocarburos generalizado, y es particularmente aplicable a sistemas en que la pérdida de integridad puede ocasionar fugas de líquidos inflamables y agravar el incendio. La norma intermedia de resistencia al fuego (nivel 2) tiene por objeto garantizar la disponibilidad de los sistemas esenciales para la seguridad operacional del buque, después de un incendio de corta duración, permitiendo que el sistema pueda reanudar su servicio una vez extinguido aquél. La norma inferior (nivel 3) ofrece la resistencia al fuego necesaria para que un sistema de tuberías llenas de agua resista un incendio localizado de corta duración. Las funciones del sistema deberán poder reanudarse una vez extinguido el incendio.

2.2.1.2.1 Nivel 1 - Los sistemas de tuberías esenciales para la seguridad del buque y los sistemas situados fuera de los espacios de máquinas donde la pérdida de integridad podría causar una fuga de líquidos inflamables y agravar el incendio deberán estar proyectados para resistir en seco durante un periodo largo sin perder su integridad un incendio generalizado de hidrocarburos. Se considerará que las tuberías que hayan resistido en seco el ensayo de resistencia al fuego que se especifica en el apéndice 1 durante una hora como mínimo sin perder su integridad, cumplen con la norma de resistencia al fuego de nivel 1.

2.2.1.2.2 Nivel 2 - Los sistemas de tuberías esenciales para la seguridad operacional del buque deberán estar proyectados de modo que resistan un incendio y pueda restablecerse su funcionamiento una vez extinguido aquél. Se considerará que las tuberías que hayan resistido en seco el ensayo de exposición al fuego que se especifica en el apéndice 1 durante 30 min como mínimo, cumplen con la norma de resistencia al fuego de nivel 2.

2.2.1.2.3 Nivel 3 - Los sistemas de tuberías esenciales para la seguridad operacional del buque deberán estar proyectados de modo que resistan un incendio y pueda restablecerse su funcionamiento una vez extinguido aquél. Se considerará que las tuberías llenas de agua que hayan resistido el ensayo de exposición al fuego que se especifica en el apéndice 2 durante 30 min como mínimo, cumplen con la norma de resistencia al fuego de nivel 3.

2.2.1.3 Matriz de sistemas y emplazamientos

2.2.1.3.1 La matriz del apéndice 4 establece las prescripciones de resistencia al fuego dependientes del sistema y el emplazamiento que deben cumplir los materiales de las tuberías instaladas en un sistema y un emplazamiento determinados para que satisfagan los niveles de seguridad mínimos aceptados.

2.2.1.3.2 Cuando esté permitido el empleo de tuberías de plástico y se prescriban con arreglo a la matriz unas válvulas de accionamiento a distancia, el sistema de telemando deberá estar proyectado de tal manera que sus funciones no sufran merma tras someter el sistema a un ensayo de resistencia al fuego equivalente al de nivel 1. Por puesto de telemando se entiende un punto accesible y seguro situado fuera del espacio en que vayan instaladas las válvulas. En el caso de válvulas situadas en la cubierta principal de un buque tanque, el puesto de telemando deberá encontrarse fuera de la zona de carga.

2.2.1.3.3 Cuando la matriz estipule el nivel de resistencia al fuego L2, también podrán utilizarse tuberías de nivel de resistencia al fuego L1. De igual modo, si la matriz estipula nivel de resistencia L3, podrán utilizarse tuberías de niveles L2 y L1.

2.2.2 Propagación de la llama

2.2.2.1 Todas las tuberías, excepto las instaladas en cubiertas expuestas o en el interior de tanques, coferdanes, espacios perdidos, túneles de tuberías y conductos, deberán tener unas características de débil propagación de la llama, determinadas conforme a los procedimientos de ensayo que se indican en la resolución A.653(16), en su forma modificada para tuberías.

2.2.2.2 En la resolución A.653(16), la configuración de la muestra de ensayo sólo tiene en cuenta superficies planas. Es necesario modificar el procedimiento de la resolución A.653(16) para tener en cuenta las superficies curvilíneas de las tuberías. Las modificaciones de dicho procedimiento se enumeran en el apéndice 3.

2.2.2.3 Se considerará que los materiales con que se obtengan unos valores medios para todos los criterios de inflamabilidad de la superficie que no excedan de los enumerados en la resolución A.653(16) de la OMI, (Criterios de inflamabilidad de los materiales de acabado de los mamparos, techos y cubiertas), satisfacen la prescripción sobre débil propagación de la llama en los espacios de alojamiento, de servicio y de control. La Administración podrá admitir otros criterios de aceptación equivalentes en otras zonas o si la cantidad de tuberías es pequeña.

2.2.3 Producción de humo

2.2.3.1 Los criterios sobre producción de humo sólo necesitan aplicarse a las tuberías situadas en los espacios de alojamiento, de servicio y de control. Las reglas II-2/34.7 y 49.2 del SOLAS son aplicables a las superficies interiores descubiertas, considerándose que éstas incluyen las superficies de acabado de los sistemas de tuberías.

2.2.3.2 Se está elaborando un procedimiento para el ensayo de exposición al fuego y una vez que éste se haya ultimado y se hayan recomendado criterios adecuados de oscurecimiento por humo, dicho ensayo se integrará en las presentes directrices. Entre tanto, la ausencia de tal ensayo no debería impedir que se utilicen plásticos. No obstante, las Administraciones deberán tener presente el riesgo que ello entraña cuando aprueben materiales para tuberías.

2.2.4 Toxicidad

2.2.4.1 El ensayo de toxicidad sigue siendo objeto de investigación y se están elaborando criterios al respecto. Para poder sacar conclusiones válidas es necesario llevar a cabo nuevos experimentos y pruebas. La ausencia de un ensayo de toxicidad no debería impedir que se utilicen plásticos. No obstante, las Administraciones deberán tener presente el riesgo que ello entraña cuando aprueben materiales para tuberías.

2.2.5 Conductividad eléctrica

2.2.5.1 En el interior y exterior de las tuberías de plástico pueden generarse cargas electrostáticas. Las chispas producidas pueden perforar las paredes de las tuberías, dando lugar a fugas del contenido de las mismas e incluso a que se inflame la atmósfera circundante, si es explosiva. Las Administraciones, cuando aprueben sistemas de tuberías de plástico que lleven fluidos capaces de generar cargas electrostáticas (acumuladores estáticos) dentro de la tubería, deberán tener presente el riesgo que ello entraña, y si se trata de sistemas situados en zonas que entrañen riesgos inherentes (o sea, zonas que pueden contener una atmósfera explosiva, ya sea en condiciones normales o de avería), habrán de considerar la posibilidad de que se produzcan cargas electrostáticas en el exterior de las tuberías.

2.2.5.2 En la práctica, los fluidos que tengan una conductividad inferior a 1 000 picosiemens por metro (pS/m) son considerados no conductores y, por lo tanto, capaces de generar cargas electrostáticas. Los productos refinados y los destilados están comprendidos en esta categoría, razón por la cual, las tuberías que contengan dichos líquidos deberán ser eléctricamente conductoras. Los fluidos cuya conductividad sea superior a 1 000 pS/m se consideran no acumuladores estáticos y, por lo tanto, pueden circular por tuberías que no tengan propiedades conductoras especiales si están situadas en zonas que no entrañen riesgos inherentes.

2.2.5.3 Independientemente del fluido que contengan, las tuberías de plástico deberán ser eléctricamente conductoras si pasan a través de una zona que entrañe riesgos inherentes.

2.2.5.4 En los casos en que sea preciso instalar tuberías conductoras, la resistencia por unidad de longitud de tubería, empalmes curvos y acodados, empalmes ramificados, etc., no excederá de 1×10^5 ohmios/m y la resistencia a masa desde cualquier punto del sistema de tuberías no deberá ser superior a 1×10^6 ohmios. Es preferible que las tuberías y los accesorios sean de conductividad homogénea. Las tuberías y los accesorios dispuestos con capas conductoras pueden aceptarse a reserva de que sean satisfactorios los medios destinados a reducir al mínimo la posibilidad de que las chispas produzcan daños en la pared de la tubería. Se deberá disponer de una puesta a masa satisfactoria.

2.2.5.5 Una vez finalizada la instalación, se deberá comprobar la resistencia a masa. Los cables de puesta a masa deberán ser accesibles a efectos de inspección.

2.2.6 Revestimientos protectores contra incendios

2.2.6.1 Cuando sea necesario que las tuberías y los accesorios lleven un revestimiento protector contra incendios para satisfacer las normas de resistencia al fuego requeridas, se aplicarán las prescripciones siguientes:

- .1 El fabricante deberá entregar las tuberías con el revestimiento protector, en cuyo caso, la aplicación de tal revestimiento protector *in situ* sólo se hará en la medida que requiera la instalación (por ejemplo, en las juntas). Por otra parte, las tuberías se pueden revestir *in situ* siguiendo el procedimiento aprobado para cada combinación y utilizando los materiales aprobados tanto para las tuberías como para los aislamientos.
- .2 Se deberán tener en cuenta las propiedades de absorción de líquido de los revestimientos y las tuberías. Las propiedades piroresistentes del revestimiento no deberán reducirse al quedar éste expuesto al agua salada, los hidrocarburos o los lodos de sentina. Será preciso satisfacer a la Administración de que el revestimiento es resistente a los productos que puedan entrar en contacto con la tubería.
- .3 Los revestimientos protectores contra incendios no deberán degradarse con el tiempo a causa de efectos ambientales, tales como los de los rayos ultravioleta, la exposición al agua salada, la temperatura y la humedad. También habrá que tener presentes la expansión térmica, la resistencia a las vibraciones y la elasticidad. Será preciso demostrar de modo satisfactorio para la administración las características de envejecimiento de los revestimientos protectores contra incendios, en consonancia con la prueba de envejecimiento descrita *supra*.
- .4 La fuerza adherente del revestimiento protector deberá ser tal que no se descascarille, fragmente o pulverice al ser sometido a una prueba de adherencia que sea satisfactoria a juicio de la Administración.
- .5 El revestimiento protector contra incendios deberá tener una resistencia mínima al choque que sea satisfactoria a juicio de la Administración.
- .6 Las tuberías se deberán instalar a distancia suficiente de las superficies calientes de modo que el aislamiento resulte adecuado.

2.2.6.2 Como parte del procedimiento de aprobación podrán exigirse ensayos especiales.

3 APROBACION DEL MATERIAL Y CONTROL DE CALIDAD DURANTE LA FABRICACION

3.1 La Administración podrá exigir que una tubería, según se define en la sección 1.4, sea objeto de una prueba de homologación para garantizar que cumple las prescripciones de comportamiento estipuladas en las presentes directrices.

3.2 El fabricante deberá disponer de un sistema de control de calidad que se ajuste a la norma ISO 9001, "Sistemas de control de calidad - Modelo de control de calidad de proyecto/desarrollo, producción, instalación y mantenimiento", o a otra norma equivalente. El sistema de control de calidad deberá constar de los

elementos necesarios para garantizar que la tubería y los accesorios se fabrican con propiedades mecánicas y físicas uniformes y regulares que se ajusten a unas normas reconocidas. El control durante la fabricación deberá estar certificado por el fabricante de forma satisfactoria a juicio de la Administración.

3.3 Las dimensiones y las tolerancias de las tuberías se deberán ajustar a unas normas reconocidas.

3.4 Las tuberías y accesorios deberán tener una marca permanente de identificación que se ajuste a unas normas reconocidas. En ella deberá estar indicada la presión nominal, la norma de proyecto con arreglo a la cual se fabrica la tubería o el accesorio, así como el material de que estén hechos.

3.5 Todos los tramos de tubería se deberán comprobar en las instalaciones de producción del fabricante, sometiéndolos a una presión hidrostática no inferior a 1,5 veces la presión nominal. La Administración podrá aceptar otros criterios de ensayo.

3.6 Para determinar la resistencia hidrostática de proyecto a corto y largo plazo, se deberán someter a prueba muestras de la tubería. Estas se elegirán al azar en la cadena de producción con una frecuencia que sea satisfactoria a juicio de la Administración.

3.7 Se deberán someter a ensayo muestras representativas de las tuberías que hayan de ser eléctricamente conductoras a fin de determinar la resistencia eléctrica por unidad de longitud. El método y la frecuencia de los ensayos deberán ser aceptables a juicio de la Administración.

3.8 Las muestras de tubería elegidas al azar se deberán someter a prueba para determinar la fuerza adherente del revestimiento de la tubería. El método y la frecuencia de los ensayos deberán ser aceptables a juicio de la Administración.

4 INSTALACION

4.1 Soportes

4.1.1 La selección y el espaciamiento de los soportes de tubería de un sistema de a bordo se deberán determinar en función de los criterios de esfuerzo admisible y flecha máxima. La separación entre los soportes no deberá ser superior a la recomendada por el fabricante de la tubería. Para la selección y el espaciamiento de los soportes de la tubería habrá que tener en cuenta las dimensiones de la tubería, las propiedades mecánicas y físicas del material de la tubería, la masa de la tubería y del fluido que contenga, la presión externa, la temperatura de servicio, los efectos de dilatación térmica, las cargas externas, las fuerzas de empuje, los golpes de ariete, la vibración, las máximas aceleraciones a que vaya a estar sometido el sistema y el tipo de soporte. Al determinar la distancia entre los apoyos también se deberán tener en cuenta las cargas combinadas.

4.1.2 Cada soporte deberá distribuir uniformemente la carga de la tubería y su contenido a todo lo ancho del soporte y proyectarse de modo que queden reducidos al mínimo el desgaste y la abrasión.

4.1.3 Los componentes pesados del sistema de tuberías, tales como válvulas y juntas de expansión, deberán tener su propio soporte.

4.1.4 En cada tubería se deberá disponer lo necesario para permitir el movimiento relativo entre las tuberías de plástico y la estructura de acero, teniendo debidamente en cuenta:

- .1 la diferencia entre los coeficientes de dilatación térmica;
- .2 las deformaciones del casco y de la estructura del buque.

4.1.5 Al calcular los coeficientes de dilatación térmica, se deberá tener en cuenta la temperatura de trabajo del sistema y la temperatura a que se haya realizado el montaje.

4.2 Cargas externas

4.2.1 Cuando proceda, se deberá aplicar un margen para prever las cargas concentradas temporales. En dicho margen, se incluirá como mínimo la fuerza ejercida por una carga (persona) de 100 kg en el punto medio de toda tubería de más de 100 mm de diámetro nominal exterior.

4.2.2 Cuando sea necesario, se deberán proteger las tuberías contra daños mecánicos.

4.3 Resistencia de las conexiones

4.3.1 Las prescripciones para las conexiones son las mismas que las aplicables al sistema de tuberías que las lleve instaladas, tal como se indica en el párrafo 2.1.1.5.

4.3.2 Las tuberías podrán ensamblarse con adhesivos, uniones embridadas o juntas mecánicas.

4.3.3 Los adhesivos que se utilicen para ensamblar tuberías deberán ser adecuados para proporcionar un aislamiento permanente entre las tuberías y los accesorios en la gama de temperatura y presión prevista para el servicio a que estén destinadas.

4.3.4 Al apretar las uniones embridadas o las juntas mecánicas se deberán seguir las instrucciones del fabricante.

4.4 Control durante la instalación

4.4.1. Los métodos de unión de tuberías deberán ajustarse a lo estipulado en la circular MSC/Circ.449. Dicha circular prescribe que la fabricación ha de realizarse de conformidad con las directrices de instalación del fabricante, que el personal debe estar debidamente capacitado a juicio de la Administración y que todo procedimiento de unión con adhesivos habrá de ser verificado antes de instalar las tuberías a bordo del buque.

4.4.2 Para verificar los procedimientos de unión con adhesivos deberán completarse con éxito las pruebas e inspecciones especificadas en el presente documento. Dichos procedimientos de unión deberán abarcar todos los materiales y suministros, herramientas y aparatos, condiciones ambientales necesarias, preparación de juntas, dimensiones y tolerancias, tiempo de curado, temperatura de curado, protección de trabajos, pruebas e inspecciones, así como los criterios de aceptación del conjunto completo de prueba.

4.4.3 Cualquier cambio en el procedimiento de unión con adhesivos que afecte a las propiedades físicas y mecánicas de la unión hará necesario someter el procedimiento a nueva verificación.

4.4.4 El empresario deberá mantener un registro de autocertificación a disposición de la Administración, en el que consten:

- el procedimiento utilizado, y
- los operarios y especialistas en juntas por él empleados, los métodos para la verificación del comportamiento de las referidas uniones y las fechas y los resultados de dichas pruebas de verificación.

4.4.5 El procedimiento de las pruebas de verificación se deberá ajustar a las siguientes pautas:

Se fabricará un conjunto de prueba conforme al procedimiento de unión que se vaya a verificar, compuesto como mínimo de, un empalme de tubería con tubería y otro de tubería con accesorio de unión. Una vez endurecido, el empalme de prueba se someterá a una presión hidrostática igual a la presión de proyecto del conjunto de prueba multiplicada por un factor de seguridad aceptable para la Administración, durante no menos de una hora, plazo en que no deberá producirse ninguna fuga ni separarse la unión. La prueba se realizará de tal modo que la unión quede sometida tanto a cargas circunferenciales como longitudinales, similares a las que se vayan a experimentar en servicio. El tamaño de la tubería utilizada en el conjunto de prueba se determinará según lo siguiente:

- .1 cuando el tamaño máximo de las tuberías que se tenga previsto unir corresponda a un diámetro exterior nominal igual o inferior a 200 mm, el conjunto de prueba se ajustará al mayor de los tamaños de dichas tuberías;
- .2 cuando el tamaño de las tuberías que se tenga previsto unir corresponda a un diámetro exterior nominal superior a 200 mm, el tamaño del conjunto de prueba será de 200 mm o un 25% del mayor de los tamaños de dichas tuberías, si este valor es mayor.

4.4.6 Al realizar la verificación del comportamiento de las uniones, cada operario o especialista en juntas deberá construir un conjunto de prueba constituido por un empalme de tubería con tubería y otro de tubería con accesorio de unión, de conformidad con el procedimiento de verificación de las uniones. La tubería empleada en el conjunto de prueba será del tamaño especificado en el párrafo 4.4.5. La unión deberá superar con éxito la prueba hidrostática que se especifica en el párrafo 4.4.5.

4.5 Prueba después de la instalación a bordo

4.5.1 Los sistemas de tuberías para servicios esenciales se deberán someter a una presión de prueba no inferior a 1,5 veces la presión de proyecto del sistema.

4.5.2 Los sistemas de tuberías para servicios no esenciales deberán ser objeto de comprobación para detectar cualquier fuga en condiciones operacionales.

4.5.3 En las tuberías que hayan de ser eléctricamente conductoras se deberá comprobar la resistencia a masa. Los cables de puesta a masa deberán ser accesibles a fines de inspección.

4.6 Penetraciones en divisiones contraincendios

4.6.1 Cuando se perforen divisiones de clase "A" o "B" para dar paso a tuberías de plástico, se deberá disponer de medios que garanticen que no disminuye su resistencia al fuego. Tales medios habrán de ser sometidos a ensayo de conformidad con la recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para divisiones de clase "A", "B" y "F" (resolución A.517(13), en su forma enmendada)* en su forma enmendada.

4.7 Penetraciones en mamparos estancos y cubiertas

4.7.1 Cuando las tuberías de plástico atraviesen mamparos estancos o cubiertas será preciso mantener la integridad de estanquidad y la resistencia estructural de tales mamparos o cubiertas.

4.7.2 Si el mamparo o la cubierta constituyen también una división contra incendios y la destrucción de las tuberías de plástico por el fuego puede ocasionar el influjo de líquidos procedentes de tanques, se deberá instalar en el mamparo o cubierta una válvula de cierre que pueda accionarse por encima de la cubierta de francobordo.

4.8 Métodos de reparación

4.8.1 Durante la navegación, el material de la tubería se deberá poder reparar temporalmente por la tripulación, para lo que se llevarán a bordo los materiales y herramientas necesarios.

4.8.2 Las reparaciones permanentes que se hagan al material de las tuberías deberán garantizar las mismas propiedades físicas y mecánicas del material original. Las reparaciones que se realicen y sometan a prueba de forma satisfactoria a juicio de la Administración podrán considerarse de carácter permanente, a condición de que la resistencia resulte adecuada para el servicio previsto.

Apéndice 1

Método de ensayo para determinar la resistencia al fuego de las tuberías de plástico en seco

1 METODO DE ENSAYO

El ensayo se realiza en un horno con el aumento rápido de temperatura a que puede dar lugar un incendio de hidrocarburos líquidos generalizado. La curva tiempo-temperatura del horno deberá ser la siguiente:

- al finalizar los 5 primeros min: 945°C
- al finalizar los 10 primeros min: 1 033°C
- al finalizar los 15 primeros min: 1 071°C
- al finalizar los 30 primeros min: 1 098°C
- al finalizar los 60 primeros min: 1 100°C

Notas: 1. La precisión en el control del horno habrá de ajustarse a lo siguiente:

- 1.1 durante los 10 primeros min del ensayo, el área bajo la curva de temperatura media del horno no deberá diferir en más del $\pm 15\%$ del área bajo la curva normal;
 - 1.2 durante la primera media hora del ensayo, el área bajo la curva de temperatura media del horno no deberá diferir en más del $\pm 10\%$ del área bajo la curva normal;
 - 1.3 durante cualquier periodo posterior a la primera media hora del ensayo, el área bajo la curva de temperatura media del horno no deberá diferir en más del $\pm 5\%$ del área bajo la curva normal;
 - 1.4 en cualquier momento posterior a los 10 primeros min del ensayo, la temperatura media del horno no deberá diferir de la curva normal en más de $\pm 100^\circ\text{C}$.
- 2 Los emplazamientos en que se midan las temperaturas, el número de mediciones de temperatura y las técnicas de medición habrán de ser aprobados por la Administración teniendo en cuenta la especificación relativa al control del horno que figura en la sección 3.1.3 del anexo de la resolución A.517(13) de la Asamblea.

* La resolución A.517(13) fue revocada por la resolución A.754(18).

2 MUESTRA DE ENSAYO

La muestra de ensayo deberá prepararse con las uniones y accesorios que esté previsto utilizar en la aplicación propuesta. La cantidad de muestras deberá ser suficiente para que puedan someterse a ensayo las uniones y accesorios tipo que se vayan a utilizar, incluidas las uniones entre tuberías y accesorios metálicos y no metálicos. Los extremos de la muestra deberán estar cerrados. A uno de los extremos deberá poderse conectar nitrógeno a presión. Los extremos de la tubería y los cierres podrán quedar fuera del horno. La orientación general de la muestra deberá ser horizontal apoyándose en un soporte fijo, mientras que los restantes soportes permitirán libertad de movimiento. La distancia entre soportes no deberá ser inferior a 8 veces el diámetro de la tubería.

- Notas:** 1 La mayoría de los materiales distintos del acero utilizados para las tuberías necesitarán aislamiento térmico para poder pasar el ensayo. En el procedimiento de ensayo se deberá incluir el aislamiento y su revestimiento.
- 2 El número y el tamaño de las muestras exigidas para el ensayo de aprobación deberán ser especificados por la Administración.

3 CONDICIONES DEL ENSAYO

Si el aislamiento contiene humedad o puede absorberla, la muestra no se deberá someter a ensayo hasta que el aislamiento haya alcanzado el estado de sequedad requerido, estado que se define como el de equilibrio en una atmósfera ambiente con un 50% de humedad relativa a $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Se permite practicar un acondicionamiento acelerado, siempre que el método no altere las propiedades del material componente. Para determinar el contenido de humedad se deberán utilizar muestras especiales y acondicionar con la muestra de ensayo. Estas muestras especiales deberán estar construidas de modo que puedan representar la pérdida de vapor de agua de la muestra de ensayo por tener un espesor y unas caras expuestas similares.

4 La presión del nitrógeno en el interior de la muestra se deberá mantener durante el ensayo a $0,7 \pm 0,1$ bar. Deberán existir medios que registren la presión en el interior de la tubería y el flujo de nitrógeno hacia dentro o hacia fuera de la muestra para indicar si hay alguna fuga.

5 CRITERIOS DE ACEPTACION

Durante el ensayo no deberá producirse ninguna fuga de nitrógeno de la muestra.

6 Una vez terminado el ensayo en el horno, se dejará enfriar la muestra con su revestimiento protector, si lo lleva, en una atmósfera sin corrientes de aire hasta alcanzar la temperatura ambiente y se la someterá entonces al ensayo de presión hidrostática hasta alcanzar la presión nominal de las tuberías que se define en los párrafos 2.1.2.2 y 2.1.3.2 de las directrices. La presión deberá mantenerse durante 15 min por lo menos sin que se produzca fuga alguna. Cuando sea posible, la prueba de presión hidrostática se deberá efectuar con una tubería desnuda, es decir, una tubería despojada de todos sus revestimientos, incluido el aislamiento de protección contra incendios, de modo que cualquier fuga pueda observarse fácilmente.

7 Podrán aceptarse otros procedimientos y métodos de ensayo que se consideren como mínimo equivalentes, incluido el ensayo en fosa abierta, cuando las tuberías sean demasiado voluminosas para el horno de ensayo.

Apéndice 2

Método de ensayo para determinar la resistencia al fuego de las tuberías de plástico llenas de agua

1 METODO DE ENSAYO

Se deberá utilizar un quemador múltiple de propano con aumento rápido de temperatura.

Para las tuberías de hasta 152 mm de diámetro, la fuente de ignición deberá consistir en dos hileras de 5 quemadores cada una, colocadas como se indica en la figura 1. Se deberá mantener a $12,5 \pm 1$ cm por encima de la línea central del dispositivo de quemadores un flujo calorífico constante cuyo promedio sea de $113,6 \text{ kW/m}^2$ ($\pm 10\%$). Dicho flujo corresponde a una llama de mezcla preliminar de propano con un caudal de 5 kg/h y un régimen de desprendimiento total de calor de 65 kW. El consumo de gas se deberá medir con una precisión mínima de $\pm 3\%$ para mantener un flujo calorífico constante. Habrá que utilizar propano con una pureza mínima del 95%.

Para tuberías de más de 152 mm de diámetro, será preciso añadir una hilera más de quemadores por cada 51 mm de aumento en el diámetro de la tubería. Se deberá mantener un flujo calorífico constante cuyo promedio sea de $113,6 \text{ kW/m}^2$ ($\pm 10\%$) a una altura de $12,5 \pm 1$ cm por encima de la línea central del dispositivo de quemadores. El caudal de combustible se deberá aumentar según sea necesario para mantener el flujo calorífico previsto.

Los quemadores serán de tipo "Sievert N 2942" o equivalente que produzcan una llama de mezcla de aire. El diámetro interior de las cabezas del quemador deberá ser de 29 mm (véase la figura 1). Estas irán instaladas en un mismo plano y estarán alimentadas con gas procedente de un colector. De ser necesario, cada quemador deberá llevar una válvula que permita ajustar la altura de la llama.

La altura del soporte del quemador deberá ser también ajustable. Este deberá encontrarse centrado bajo la tubería y las dos hileras de quemadores irán paralelas al eje de ésta. Durante el ensayo, la distancia entre las cabezas de los quemadores y la tubería deberá mantenerse a $12,5 \pm 1$ cm. La longitud de la tubería medida entre los soportes deberá ser de $0,8 \pm 0,05$ m.

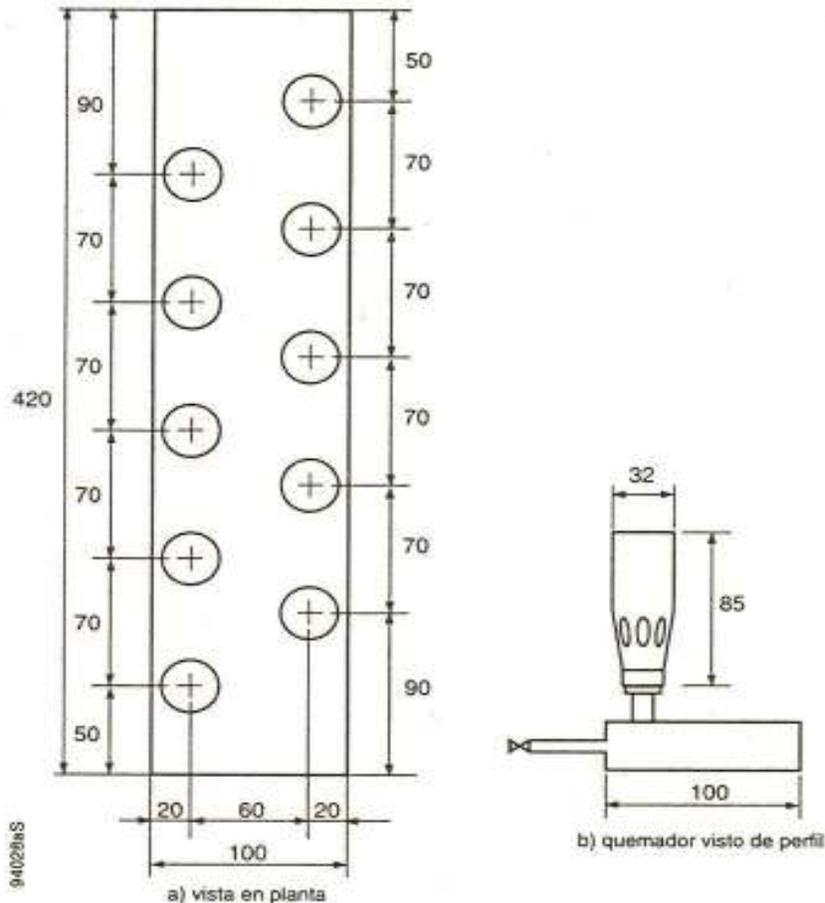


Figura 1 - Ensayo de resistencia al fuego: montaje del quemador múltiple (mm)

2 MUESTRAS PARA EL ENSAYO

Las muestras tendrán una longitud de aproximadamente 1,5 m y se deberán preparar con las uniones y accesorios que se prevea utilizar. Sólo se deberán someter a ensayo las válvulas y uniones rectas cerca de los codos y curvas, pues el adhesivo de la unión es el principal punto de fallo. Las muestras deberán ser suficientemente numerosas para que puedan someterse a ensayo todas las juntas y accesorios tipo. Los extremos de cada tubería de muestra estarán cerrados y en uno de ellos deberá poder conectarse agua a presión.

Si el aislamiento contiene humedad o puede absorberla, la muestra no se deberá someter a ensayo hasta que el aislamiento haya alcanzado el estado de sequedad requerido, estado que se define como el de equilibrio en una atmósfera ambiente con un 50% de humedad relativa a 20 ± 5 °C. Se permite practicar un acondicionamiento acelerado, siempre que el método no altere las propiedades del material componente. Para determinar el contenido de humedad se deberán utilizar muestras especiales y acondicionar con la muestra de ensayo. Estas muestras especiales deberán estar construidas de modo que puedan representar la pérdida de vapor de agua de la muestra de ensayo por tener un espesor y unas caras expuestas similares.

Las muestras de tubería deberán descansar con holgura en posición horizontal sobre sendos soportes en forma de V. La fricción entre la tubería y los soportes será mínima.

Los soportes podrán consistir en dos pies como indica la figura 2.

En uno de los extremos de cada tubería de muestra se deberá conectar una válvula de desahogo.

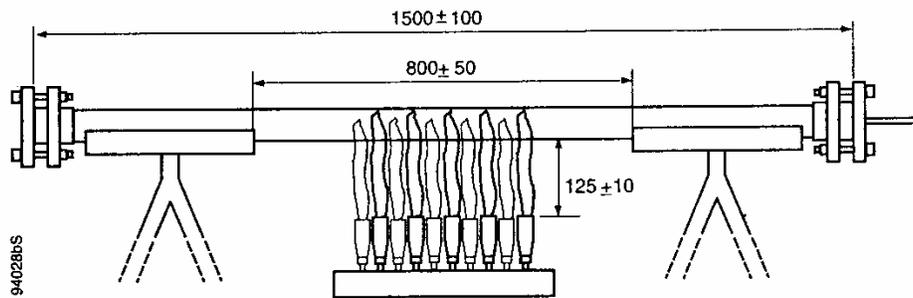


Figura 2 – Ensayo de resistencia al fuego: soporte con la muestra instalada (mm)

3 CONDICIONES DEL ENSAYO

El ensayo se deberá efectuar en un lugar cerrado para impedir que las corrientes de aire influyan en los resultados.

Cada muestra de ensayo deberá estar totalmente llena de agua y desprovista de aire.

La temperatura del agua no habrá de ser inferior a 15°C al comienzo del ensayo y se deberá medir constantemente a lo largo del mismo.

El agua contenida en la muestra deberá estar en reposo y mantenerse su presión a $3 \pm 0,5$ bar durante el ensayo.

4 CRITERIOS DE ACEPTACION

- Durante el ensayo no deberá producirse fuga alguna en las muestras, con la salvedad de que podrá aceptarse que las paredes de la tubería resuman ligeramente.
- Una vez terminado el ensayo reglamentario con los quemadores, se deberá dejar enfriar la muestra con su revestimiento protector, si lo lleva, hasta alcanzar la temperatura ambiente y se la someterá entonces al ensayo de presión hidrostática hasta alcanzar la presión nominal de las tuberías que se define en los párrafos 2.1.2.2 y 2.1.3.2 de las directrices. La presión debe mantenerse durante 15 min por lo menos sin que se produzcan fugas apreciables, o sea, que no excedan de 0,2 l/min. Cuando sea posible, la prueba de presión hidrostática se deberá efectuar con una tubería desnuda, es decir, una tubería despojada de todos sus revestimientos, incluido el aislamiento de protección contra incendios, de modo que cualquier fuga pueda observarse fácilmente.

Apéndice 3

Método de ensayo para determinar la propagación de la llama en las tuberías de plástico

Las características de propagación de la llama de las tuberías de plástico se deberán determinar de acuerdo con la resolución A.653(16) de la OMI, "Recomendación sobre mejores procedimientos de ensayo de exposición al fuego para determinar la inflamabilidad de la superficie de los materiales de acabado de los mamparos, techos y cubiertas", con las siguientes modificaciones.

1 Se deberán realizar ensayos para cada material y tamaño de tubería.

2 La muestra de ensayo se deberá construir cortando tuberías en sentido longitudinal en distintas secciones y montando acto seguido las secciones en una muestra que sea lo más representativa posible de una superficie plana. Una muestra de ensayo deberá constar de al menos dos secciones y tener una longitud de 800 ± 5 mm. Todos los cortes se harán en sentido perpendicular a la pared de la tubería.

3 El número de secciones que deban ensamblarse para formar una muestra de ensayo deberá ser el correspondiente al número entero de secciones que basten para constituir una muestra cuya superficie linealizada equivalente tenga una anchura de entre 155 mm y 180 mm. La anchura de la superficie se define como la suma de las circunferencias exteriores de las secciones de tubería ensambladas que quedan expuestas al flujo del panel radiante.

4 La muestra ensamblada no deberá presentar huecos entre las distintas secciones.

5 La muestra ensamblada se dispondrá de manera que los bordes de dos secciones adyacentes coincidan con la línea central del portamuestras.

6 Las distintas secciones deberán ir sujetas a la placa soporte de silicato cálcico con alambre (se recomienda el de No. 18) insertado a intervalos de 50 mm a través de la placa y firmemente apretado al respaldo retorciéndolo.

7 Las distintas secciones de tubería deberán ir montadas de manera que el punto más elevado de la superficie expuesta se halle en el mismo plano que la superficie plana expuesta de una muestra normal.

8 El espacio entre la superficie cóncava no expuesta de la muestra de ensayo y la superficie de la placa soporte de silicato cálcico se dejará libre

9 El espacio vacío entre la parte superior de la superficie de ensayo expuesta y el borde inferior del bastidor del portamuestras deberá estar relleno de lana aislante para altas temperaturas si las secciones de tubería se extienden a lo ancho bajo los bordes laterales del bastidor del portamuestras.

Apéndice 4

Matriz de prescripciones de resistencia al fuego

	Sistemas de tuberías	Emplazamiento										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Espacios De máquinas de categoría A	Otros espacios de máquinas y cámaras de bombas	Cámaras de bombas de carga	Bodegas de carga de transbordadores	Otras bodegas de carga seca	Tanques de carga	Tanques de combustible líquido	Tanques de agua de lastre	Colecciones, espacios perdidos, túneles y conductos	Espacios de alojamiento, de servicio y de control	Cubiertas expuestas
1	CARGA (CARGAS INFLAMABLES p.i. $\leq 60^\circ\text{C}$) Tuberías de carga	NA	NA	L1	NA	NA	0	NA	0 ¹⁰	0	NA	L1 ²
2	Tuberías de lavado con crudos	NA	NA	L1	NA	NA	0	NA	0 ¹⁰	0	NA	L1 ²
3	Tuberías de respiración	NA	NA	NA	NA	NA	0	NA	0 ¹⁰	0	NA	X
4	GAS INERTE Tubería de salida de cierre hidráulico	NA	NA	0 ¹	NA	NA	0 ¹	0 ¹	0 ¹	0 ¹	NA	0
5	Tubería de salida del lavador	0 ¹	0 ¹	NA	NA	NA	NA	NA	0 ¹	0 ¹	NA	0
6	Tubería principal	0	0	L1	NA	NA	NA	NA	NA	0	NA	L1 ⁶
7	Tuberías de distribución	NA	NA	L1	NA	NA	0	NA	NA	0	NA	L1 ²
8	LIQUIDOS INFLAMABLES (p.i. $> 60^\circ\text{C}$) Tuberías de carga	X	X	L1	X	X	NA ³	0	0 ¹⁰	0	NA	L1
9	Combustible	X	X	L1	X	X	NA ³	0	0	0	L1	L1
10	Lubricante	X	X	L1	X	X	NA	NA	NA	0	L1	L1
11	Aceite hidráulico	X	X	L1	X	X	0	0	0	0	L1	L1

	Sistemas de tuberías	Emplazamiento										
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
		Espacios De máquinas de categoría A	Otros espacios de máquinas y cámaras de bombas	Cámaras de bombas de carga	Bodegas de carga de transbordadores	Otras bodegas de carga seca	Tanques de carga	Tanques de combustible líquido	Tanques de agua de lastre	Cófermes, espacios periclos, túneles y conductos	Espacios de alojamiento, de servicio y de control	Cubiertas expuestas
12	AGUA DE MAR ¹ Colector y ramales de sentina	L1 ⁷	L1 ⁷	L1	X	X	NA	0	0	0	NA	L1
13	Colector contra incendios y sistema de aspersión de agua	L1	L1	L1	X	NA	NA	NA	0	0	X	L1
14	Sistema de espuma	L1	L1	L1	NA	NA	NA	NA	NA	0	L1	L1
15	Sistema de rociadores	L1	L1	L3	X	NA	NA	NA	0	0	L3	L3
16	Lastre	L3	L3	L3	L3	X	0 ¹⁰	0	0	0	L2	L2
17	Agua de enfriamiento, servicios esenciales	L3	L3	NA	NA	NA	NA	NA	0	0	NA	L2
18	Máquinas fijas del servicio de limpieza de tanques	NA	NA	L3	NA	NA	0	NA	0	0	NA	L3 ²
19	Sistemas no esenciales	0	0	0	0	0	NA	0	0	0	0	0
20	AGUA DULCE Servicios esenciales del agua de enfriamiento	L3	L3	NA	NA	NA	NA	0	0	0	L3	L3
21	Retorno del agua de condensación	L3	L3	L3	0	0	NA	NA	NA	0	0	0
22	Sistemas no esenciales	0	0	0	0	0	NA	0	0	0	0	0
23	ELIMINACION DE AGUAS SUCIAS/DESAGÜESIMBORNALES Desagües de cubierta internos	L1 ⁴	L1 ⁴	NA	L1 ⁴	0	NA	0	0	0	0	0
24	Desagües sanitarios (internos)	0	0	NA	0	0	NA	0	0	0	0	0
25	Imbornales y descargas (en el mar)	0 ^{1,8}	0 ^{1,8}	0 ^{1,8}	0 ^{1,8}	0 ^{1,8}	0	0	0	0	0 ^{1,8}	0
26	SONDEO/AIRE Tanques de agua/espacios secos	0	0	0	0	0	0 ¹⁰	0	0	0	0	0
27	Tanques de hidrocarburos (p.i. >60 °C)	X	X	X	X	X	X ³	0	0 ¹⁰	0	X	X
28	VARIOS Aire de control	L1 ⁵	L1 ⁵	L1 ⁵	L1 ⁵	L1 ⁵	NA	0	0	0	L1 ⁵	L1 ⁵
29	Aire de servicios (no esenciales)	0	0	0	0	0	NA	0	0	0	0	0
30	Salmuera	0	0	NA	0	0	NA	NA	NA	0	0	0
31	Conductos auxiliares a baja presión (≤7 bar)	L2	L2	0 ⁹	0 ⁹	0 ⁹	0	0	0	0	0 ⁹	0 ⁹

ABREVIATURAS:

L 1 Ensayo de resistencia al fuego (apéndice 1) en seco, 60 min

L2 Ensayo de resistencia al fuego (apéndice 1) en seco, 30 min

L3 Ensayo de resistencia al fuego (apéndice 2) con las tuberías llenas de agua, 30 min

O No se requiere ensayo de resistencia al fuego

NA No aplicable

X Materiales metálicos con punto de fusión superior a 925 °C

NOTAS:

- 1 Cuando se usen tuberías no metálicas, se instalarán válvulas accionadas por telemando en el costado del buque (la válvula se controlará desde fuera del espacio).
- 2 Se instalarán válvulas accionadas por telemando en los tanques de carga,
- 3 Cuando los tanques de carga contengan líquidos inflamables con un $pi > 60^{\circ}\text{C}$, "NA" o "X" se pueden sustituir por "O".
- 4 Cuando los desagües sólo sirvan para el espacio de que se trate, "L1" se puede sustituir por "O",
- 5 Cuando no se requieran funciones de control en virtud de prescripciones o directrices reglamentarias, "L1" se puede sustituir por "O",
- 6 En el caso de tuberías situadas entre el espacio de máquinas y el cierre hidráulico de cubierta, "L1" se puede sustituir por "O".
- 7 Para buques de pasaje, "L1" se sustituirá por "X".
- 8 Los imbornales situados en cubiertas expuestas en emplazamientos de clase 1 o 2, según se definen en la regla 13 del Convenio internacional sobre líneas de carga, 1966, deberán ser "X" en su totalidad, a menos que en su extremidad superior estén provistos de medios de cierre que se puedan accionar desde un punto situado por encima de la cubierta de francobordo con objeto de impedir la inundación descendente.
- 9 Para los servicios esenciales, tales como el calentamiento de los tanques de combustible líquido y el funcionamiento del pito del buque, "O" se sustituirá por "X".
- 10 En el caso de buques tanque que deban cumplir con el párrafo 3 f) de la regla 13F del Anexo I del MARPOL 73/78, "O" se sustituirá por "NA".

DEFINICION DE LOS EMPLAZAMIENTOS

<i>Emplazamiento</i>	Definición
A - Espacios de categoría A para máquinas.	Espacios de categoría A para máquinas según se definen en la regla II-2/3.19 del SOLAS*.
B – Otros espacios de máquinas y cámaras de bombas	Espacios distintos de los de categoría A y cámaras de bombas para máquinas o de las cámaras de bombas de carga que contienen maquinaria propulsora, calderas, máquinas de vapor y motores de combustión interna, generadores y maquinaria eléctrica principal, bombas, estaciones de toma de combustible, maquinaria de refrigeración, estabilización, ventilación y climatización y otros espacios análogos, así como los troncos de acceso a todos ellos.

* Convenio SOLAS 74, en su forma enmendada.

C - Cámaras de bombas de carga	Espacios que contienen las bombas de carga, así como las entradas y los troncos de acceso a dichos espacios.
D – Bodegas de carga rodada	Las bodegas de carga rodada son los espacios de carga rodada y los espacios de categoría especial que se definen en las reglas II-2/3.14 y 3.18 del SOLAS*.
E – Otras bodegas de carga seca	Todos los espacios, aparte de las bodegas de carga rodada, utilizados para cargas no líquidas, así como los troncos de acceso a dichos espacios.
F - Tanques de carga	Todos los espacios utilizados para cargas líquidas, así como los troncos de acceso a dichos espacios.
G – Tanques de combustible líquido	Todos los espacios utilizados para combustible líquido (con excepción de los tanques de carga), así como los troncos de acceso a dichos espacios.
H - Tanques de agua lastre	Todos los espacios utilizados para agua de lastre, así como los troncos de acceso a dichos espacios.
I Coferdanes, espacios perdidos, etc.	Todos los espacios vacíos entre dos mamparos que separen dos compartimientos adyacentes.
J - Alojamientos, espacios de servicios, puestos de control, etc.	Según se definen en las reglas II-2/3.10, 3.12 y 3.22 del SOLAS*.
K - Cubiertas expuestas	Espacios de cubierta expuesta según se definen en la regla II-2/26.2.2 5) del SOLAS*.

Resolución A.754(18)

(aprobada el 4 de noviembre de 1993)

RECOMENDACION SOBRE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO PARA DIVISIONES DE CLASES "A", "B" Y "F"

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

RECORDANDO TAMBIEN la Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para divisiones de clases "A", "B" Y "F", aprobada mediante la resolución A.517(13),

RECONOCIENDO la necesidad de mejorar los procedimientos de ensayo para determinar los valores de aislamiento, de conformidad con las disposiciones del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada, así como del Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977,

HABIENDO EXAMINADO las recomendaciones hechas por el Comité de Seguridad Marítima en su 61o. periodo de sesiones,

1. APRUEBA la Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para divisiones de clases "A", "B" Y "F", que figura en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a los Gobiernos a que apliquen dicha Recomendación, de conformidad con las definiciones pertinentes del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, en su forma enmendada, y del Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977;

3. REVOCA la resolución A.517(13).

Anexo
RECOMENDACION SOBRE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE
RESISTENCIA AL FUEGO PARA DIVISIONES
DE CLASES "A", "B" Y "F"*

(Sustituye a las resoluciones A.163(ES.IV), A.215(VI) y A.517(13))

1 CUESTIONES GENERALES

1.1 En virtud de lo dispuesto en el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, y en subsiguientes enmiendas, así como en el Protocolo de Torremolinos de 1993 correspondiente al Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977, las construcciones que se utilicen en los buques de pasaje, buques de carga y buques pesqueros deberán tener un "aislamiento contra el fuego" que sea satisfactorio a juicio de la Administración y que ésta habrá de aprobar. A este respecto, el "aislamiento contra el fuego" es la capacidad de una construcción de proporcionar aislamiento o protección a una zona contra los efectos de un incendio declarado en una zona contigua, cumpliendo una función de separación durante el mismo. Tales construcciones son mamparos y cubiertas de clase "A", puertas de clase "A", mamparos, cubiertas, cielos rasos y revestimientos de clase "B", puertas de clase "B", mamparos, cubiertas, cielos rasos y revestimientos de clase "F" y puertas de clase "F".

La Administración otorgará su aprobación basándose en los resultados de los ensayos llevados a cabo con la construcción y materiales de que se trate. Los ensayos se deberán realizar en un laboratorio de pruebas reconocido por la Administración. Si es necesario, el solicitante del ensayo, es decir, el fabricante o el agente, deberá facilitar muestras de ensayo e información al laboratorio de pruebas según se establece en el presente documento.

1.2 La aprobación de las construcciones estará limitada a la orientación en que se hayan sometido a ensayo; por consiguiente, los mamparos, revestimientos y puertas se deberán ensayar en posición vertical y las cubiertas y cielos rasos, en posición horizontal. Al ensayar las cubiertas, sólo es necesario exponer su cara inferior a las condiciones de calentamiento, y en los cielos rasos y revestimientos de clases "B" y "F", basta con ensayar el lado en que se encuentre el cielo raso o revestimiento.

Para la aprobación de mamparos y puertas de clase "A" con fines de "aplicación general", es decir, cuando se utilice material aislante a ambos lados del núcleo estructural, así como para la de mamparos y puertas de clase "B", se exige en general que cada lado de la construcción se haya sometido a ensayo por separado, utilizando dos muestras diferentes, a menos que la Administración estime oportuno someter a ensayo un solo lado, a saber, aquel del que se espere que su comportamiento vaya a ser inferior.

En los ensayos de mamparos de clase "A" con fines de "aplicación general", la aprobación se podrá conceder basándose en un solo ensayo, siempre que el mamparo se haya sometido a ensayo del modo que se considere más riguroso, a saber, con el aislamiento y los refuerzos en la cara no expuesta.

En los ensayos de mamparos de clase "A" con fines de "aplicación restringida", es decir, cuando se haya determinado que el riesgo de incendio proviene solamente del lado provisto de aislamiento, el mamparo podrá someterse a ensayo con el aislamiento y los refuerzos en la cara expuesta.

Si se desea obtener la aprobación de un mamparo de clase "A" con una "aplicación a ambos lados" del aislamiento, el espesor de éste deberá ser el mismo en las dos caras del núcleo estructural y el ensayo se deberá efectuar con los refuerzos en la cara no expuesta del mamparo; en caso contrario, se deberá someter a ensayo con el lado de menor espesor del aislamiento en la cara expuesta.

Si el aislamiento de una división de clase "A" lo proporciona una membrana de protección, es decir, un cielo raso de clase "B" para un núcleo estructural de acero o un revestimiento de clase "B" para un núcleo estructural del mismo tipo, la distancia entre la membrana, es decir, el cielo raso o el revestimiento, y el núcleo estructural deberá ser la mínima correspondiente a la aprobación que se desee obtener. En los mamparos de clase "A", la división se deberá someter a ensayo tanto por el lado del núcleo estructural como por el del revestimiento de clase "B". Para los cielos rasos y los revestimientos que puedan formar parte de la construcción de dicha cubierta o mamparo, se deberá satisfacer como mínimo la clasificación B-0.

Cuando el aislamiento de una división de clase "A" lo proporcione una membrana de protección, los refuerzos del núcleo estructural deberán estar situados en la cavidad entre la plancha de acero del núcleo estructural y la membrana de protección. Para los mamparos de clase "A", la Administración podrá aceptar o exigir que los refuerzos se hallen en el lado opuesto de la plancha de acero del núcleo estructural con objeto de reducir al mínimo la distancia entre la membrana de protección y el núcleo estructural.

* Tal como están definidas en la parte A del capítulo II-2 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, y en el capítulo V del Protocolo de Torremolinos de 1993 correspondiente al Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977, con la salvedad de que las divisiones de clase "F" sólo se hallan definidas en este último Convenio.

1.3 Las dimensiones de los núcleos estructurales de las muestras de ensayo que se indican en la sección 2 se refieren a núcleos estructurales constituidos por planchas lisas reforzadas de acero o de una aleación de aluminio. La Administración podrá exigir que los ensayos se lleven a cabo con muestras de núcleos estructurales construidos con otros materiales que no sean acero o aleaciones de aluminio si dichos materiales son más representativos de la construcción que vaya a utilizarse a bordo de los buques.

1.4 Se podrá considerar que las divisiones de clase "A" constituidas por un mamparo de acero sin aislamiento o por una cubierta con un escantillón adecuado y sin aberturas satisfacen las prescripciones aplicables a las divisiones de clase A-0, es decir, las relativas al paso del humo y de las llamas, sin que sea necesario realizar un ensayo. Todas las demás divisiones, incluidas las de clase A-0 con núcleo estructural de aluminio, se deberán someter a ensayo.

1.5 Los resultados obtenidos con los materiales de aislamiento utilizados para divisiones de clase "A" podrán aplicarse a construcciones con un escantillón más grueso que el sometido a ensayo siempre que la orientación de la construcción sea la misma, es decir, que los resultados de los ensayos de los mamparos no deberán aplicarse a las cubiertas, y viceversa.

1.6 La construcción que se vaya a someter a ensayo deberá ser, en la medida de lo posible, representativa de la utilizada a bordo de los buques, incluidos los materiales y el método de montaje.

Se considera que el proyecto de las muestras propuestas en esta resolución refleja las peores condiciones posibles, con objeto de conseguir una utilidad máxima de la clasificación en aplicaciones de tipo práctico. Sin embargo, la Administración podrá aceptar o solicitar unos medios especiales de ensayo que permitan obtener información adicional necesaria para la aprobación, especialmente de aquellos tipos de construcciones en que no se utilicen componentes corrientes en las divisiones horizontales o verticales, como por ejemplo, cuando los camarotes sean de una construcción de tipo modular en la que existan conexiones continuas entre los mamparos, la cubierta y los cielos rasos.

1.7 Las construcciones deberán ensayarse sin pintura u otro acabado superpuesto, pero si aquéllas sólo se fabrican con un acabado superpuesto, y a reserva de que la Administración lo permita, podrán ensayarse en la forma en que salgan de fábrica. Se podrá exigir que dichas construcciones se sometan a ensayo con un acabado superpuesto si la Administración considera que dicho acabado tiene un efecto perjudicial en el comportamiento de la construcción durante el ensayo.

2 NATURALEZA DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

2.1 Mamparos de clase "A"

2.1.1 Dimensiones

Las dimensiones mínimas totales de la muestra de ensayo figuran en la regla II-2/3.2 del Convenio SOLAS, si bien las dimensiones recomendadas para esta muestra, incluidos los detalles del perímetro de los bordes superior, inferior y vertical, son de 2440 mm de anchura y 2 500 mm de altura.

Las dimensiones totales del núcleo estructural deberán tener 20 mm menos, tanto de anchura como de altura, que las dimensiones totales de la muestra, y las demás dimensiones del núcleo estructural deberán ser las siguientes:

- espesor de la plancha:	acero	4,5± 0,5 mm
	aluminio	6,0± 0,5 mm
- refuerzos espaciados a	acero	65 ± 5 x 65 ± 5 x 6±1 mm
intervalos de 600 mm:	aluminio	100 ± 5 x 75 ± 5 x 9 ± 1 mm

La anchura del núcleo estructural podrá ser superior a la dimensión especificada, siempre que la anchura adicional sea un múltiplo de 600 mm, para mantener así las distancias entre los centros de los refuerzos y la relación entre los refuerzos y los detalles del perímetro.

Todas las uniones de las planchas deberán ir completamente soldadas, al menos en una de sus caras.

En la figura 1 se muestra la construcción de un núcleo estructural de acero con las dimensiones recomendadas; el espesor de las planchas y las dimensiones de los refuerzos que se indican tienen valores nominales. Los detalles del perímetro deberán ajustarse a lo indicado en la figura 3, independientemente de las dimensiones del núcleo estructural y del material utilizado en su fabricación.

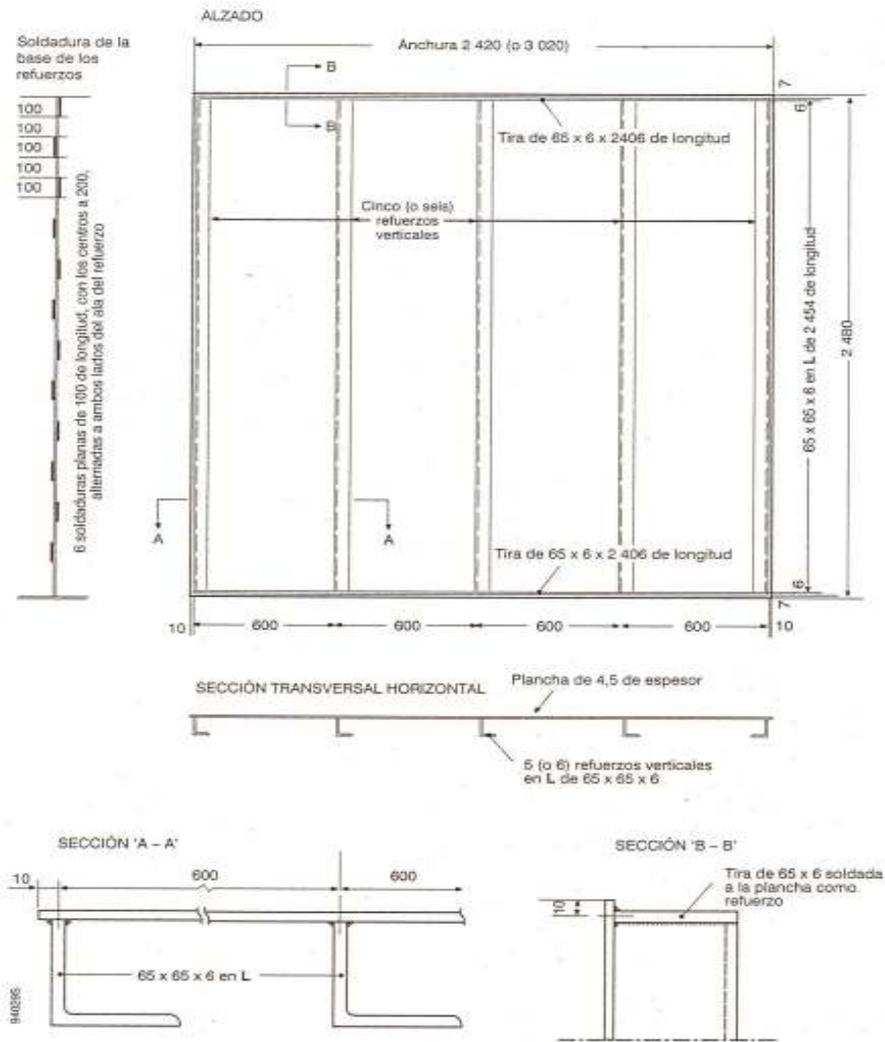


Figura 1 - Núcleo estructural de acero para mamparos de clase "A" y revestimientos de clase "B"

2.1.2 Proyecto

Cuando el aislamiento esté constituido por paneles (por ejemplo, en el caso de un revestimiento de clase "B"), la muestra de ensayo deberá estar proyectada de tal modo que al menos uno de los paneles tenga la anchura total, y este panel deberá estar colocado de modo que sus bordes longitudinales estén unidos a un panel contiguo y no fijados al armazón de sujeción. Las dimensiones totales del sistema de paneles aislantes, incluidos los detalles del perímetro de todos los bordes, deberán ser 20 mm mayores en todas direcciones que las dimensiones correspondientes del núcleo estructural.

Si el sistema de aislamiento está constituido por un revestimiento que puede incluir accesorios eléctricos, tales como accesorios de alumbrado y/o unidades de ventilación, es necesario efectuar primero un ensayo con una muestra de ese revestimiento que no contenga dichos accesorios para determinar su comportamiento básico. Seguidamente se puede efectuar uno o varios ensayos separados con una o más muestras que contengan los accesorios, para determinar el efecto de éstos sobre el comportamiento del revestimiento.

2.1.3 Descripción

La persona que haya solicitado el ensayo deberá facilitar detalles completos mediante dibujos (incluida una lista detallada de los componentes) acerca de la construcción de la muestra de ensayo y el método de montaje, de modo que el laboratorio pueda determinar con anterioridad al ensayo la conformidad entre la muestra de que se trate y los dibujos y especificaciones. En los dibujos deberán figurar las dimensiones y los detalles relativos al espesor del aislamiento utilizado para las planchas y a los refuerzos, el método empleado para la fijación del sistema de aislamiento, así como detalles sobre los componentes utilizados para ese fin, las uniones, conexiones y resquicios y cualquier otro detalle pertinente.

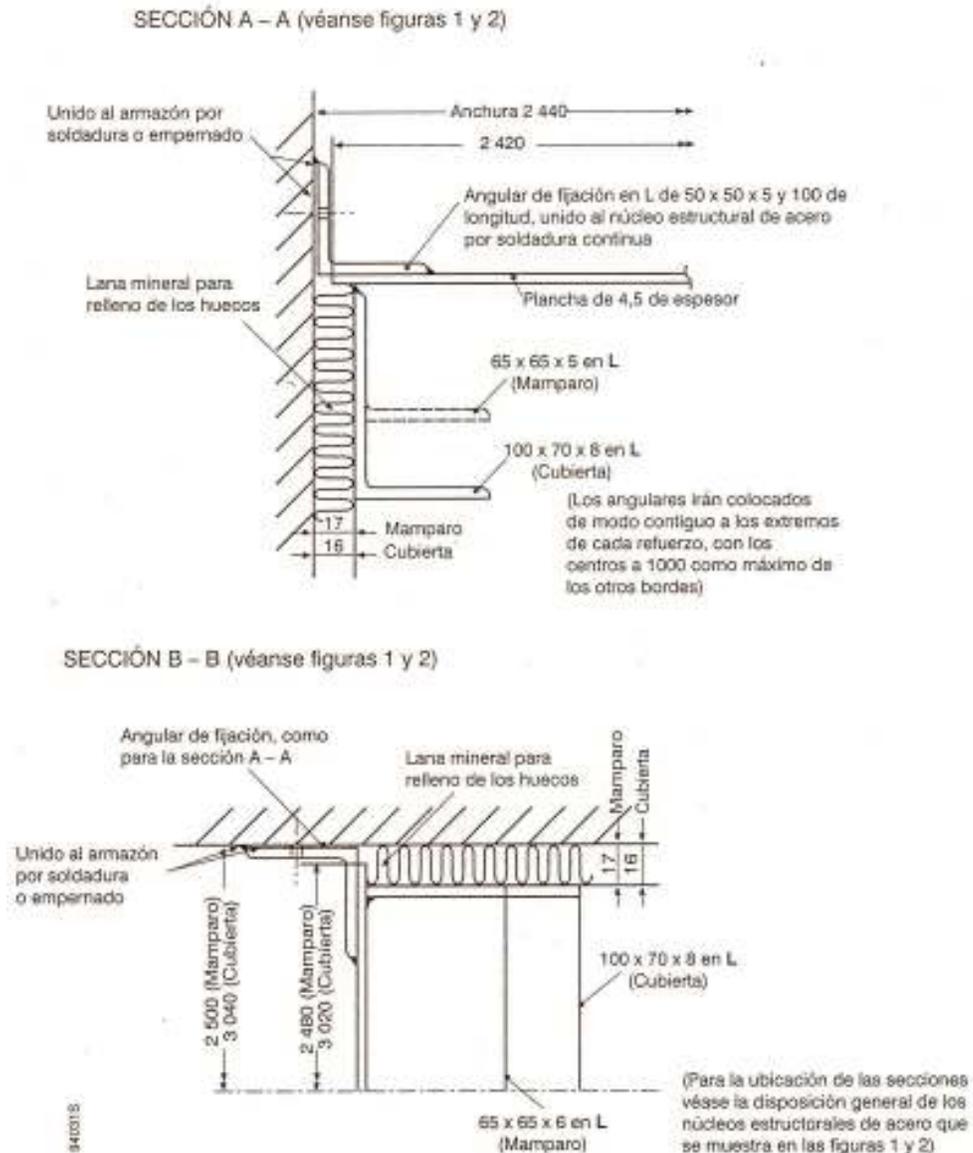


Figura 3 - Conexión entre el armazón de sujeción y el núcleo estructural de acero

2.2.2 Proyecto

Cuando el aislamiento esté constituido por paneles (por ejemplo, en el caso de un cielo raso de clase "B"), la muestra de ensayo deberá estar proyectada de tal modo que al menos uno de los paneles tenga la anchura total, y este panel deberá estar colocado de modo que sus bordes longitudinales estén unidos a un panel contiguo y no fijados al armazón de sujeción. Las dimensiones totales del sistema de paneles aislantes, incluidos los detalles del perímetro de todos los bordes, deberán ser 20 mm mayores en todas direcciones que las dimensiones correspondientes del núcleo estructural.

Si el cielo raso contiene paneles, la muestra deberá incluir ejemplos de las uniones entre los paneles, tanto laterales como longitudinales. Si la muestra debe simular un cielo raso en el que la longitud máxima de los paneles sea superior a la de la muestra, se deberá colocar una unión a una distancia de 600 mm aproximadamente de uno de los extremos más cortos de la muestra de ensayo.

Si el sistema de aislamiento está constituido por un cielo raso que puede incluir accesorios eléctricos, tales como accesorios de alumbrado y/o unidades de ventilación, es necesario efectuar primero un ensayo con una muestra de ese cielo raso que no contenga dichos accesorios para determinar su comportamiento básico. Seguidamente se pueden efectuar uno o varios ensayos separados con una o más muestras que contengan los accesorios, para determinar el efecto de éstos sobre el comportamiento del cielo raso.

2.2.3 Descripción

La persona que haya solicitado el ensayo deberá facilitar detalles completos mediante dibujos (incluida una lista detallada de los componentes) acerca de la construcción de la muestra de ensayo y el método de montaje, de modo que el laboratorio pueda determinar con anterioridad al ensayo la conformidad entre la muestra de que se trate y los dibujos y especificaciones. En los dibujos deberán figurar las dimensiones y los detalles relativos al espesor del aislamiento utilizado para las planchas y a los refuerzos, el método empleado para la fijación del sistema de aislamiento, así como detalles sobre los componentes utilizados para ese fin, las uniones, conexiones y resquicios y cualquier otro detalle pertinente.

2.3 Puertas de clase " A "

2.3.1 Dimensiones

La muestra de ensayo deberá contener una puerta cuya hoja u hojas tengan las dimensiones máximas (tanto respecto a la anchura como a la altura) para las que se desee obtener la aprobación. Las dimensiones máximas de la puerta que se vaya a someter a ensayo estarán determinadas por la condición de mantener ciertas dimensiones en el núcleo estructural (véase 2.3.2.2).

2.3.2 Proyecto

2.3.2.1 La hoja y el marco de la puerta deberán estar contruidos con acero u otro material equivalente, y aislados según sea necesario para obtener la norma deseada de aislamiento.

Los herrajes de la puerta, tales como bisagras, cerraduras, picaportes, pestillos, manivelas, etc., deberán estar contruidos con materiales que tengan puntos de fusión no inferiores a 950 °C.

2.3.2.2 Tanto la hoja como el marco de la puerta deberán ir montados en un núcleo estructural contruido de conformidad con lo dispuesto en 2.1.1.

El núcleo estructural deberá contener una abertura que permita recibir el montaje de la puerta; las dimensiones máximas de la abertura estarán determinadas por la condición de que haya una anchura mínima en el núcleo estructural de 300 mm a cada lado vertical de la abertura y una distancia mínima de 100 mm desde el borde superior del núcleo estructural.

No se deberán instalar refuerzos adicionales en el núcleo estructural, a menos que los mismos formen parte del marco de la puerta.

El método utilizado para fijar el marco de la puerta en la abertura practicada en el núcleo estructural deberá corresponder al utilizado en la práctica.

2.3.2.3 El núcleo estructural deberá ir montado de modo que los refuerzos se hallen en el lado contrario al que se vaya a exponer a las condiciones de calentamiento en el ensayo (es decir, la cara no expuesta), mientras que el sistema de aislamiento deberá hallarse en la cara que se vaya a exponer a las condiciones de calentamiento en el ensayo (es decir, la cara expuesta).

2.3.2.4 La Administración deberá aprobar el sistema de aislamiento de modo que satisfaga como mínimo una norma análoga a la que se desee obtener para la puerta. Si se desconoce el comportamiento del aislamiento de la puerta, el núcleo estructural deberá estar aislado de modo que satisfaga la norma A-60. El aislamiento del núcleo estructural no deberá extenderse más allá del recuadro exterior del marco de la puerta.

2.3.2.5 La puerta deberá estar montada en el núcleo estructural de modo que el lado que se espera que ofrezca menos resistencia se halle expuesto a las condiciones de calentamiento en el ensayo.

Las puertas de bisagra se deberán ensayar de modo que sus hojas se abran hacia el lado contrario al expuesto a las condiciones de calentamiento, a menos que la Administración decida lo contrario.

En cuanto a las puertas de corredera, no es posible establecer de manera general qué lado ofrecerá menos resistencia al someterse a ensayo. Por consiguiente, será necesario efectuar dos ensayos distintos; uno con la puerta montada en la cara expuesta del mamparo y otro con la puerta montada en la cara no expuesta. Cuando, por razones prácticas, no pueda fijarse la puerta de corredera a la cara reforzada del núcleo estructural, los refuerzos irán colocados en la cara expuesta, a reserva de que lo apruebe la Administración.

2.3.3 Descripción

La persona que haya solicitado el ensayo deberá facilitar detalles completos mediante dibujos (incluida una lista detallada de los componentes) acerca de la construcción de la muestra de ensayo y el método de montaje, de modo que el laboratorio pueda determinar con anterioridad al ensayo la conformidad entre la muestra de que se trate y los dibujos y especificaciones. En los dibujos se deberá incluir dimensiones y detalles sobre lo siguiente:

- el mamparo;
- la construcción de la hoja y del marco de la puerta, incluidos los huelgos entre ambos;
- el método de sujeción del marco de la puerta al mamparo;
- el método de fijación del aislamiento y detalles sobre los componentes utilizados para este fin (por ejemplo, tipo y cantidad de aplicación de cualquier adhesivo);
- herrajes, tales como bisagras, pestillos, picaportes, cerraduras, etc.

2.4 Mamparos de clases "B" y "F"

2.4.1 Dimensiones

Las dimensiones mínimas totales de las muestras de *ensayo* figuran en la regla 11-2/3.2 del Convenio SOLAS, si bien las dimensiones recomendadas para esta muestra, incluidos los detalles del perímetro de los bordes superior, inferior y vertical son de 2 440 mm de anchura y 2 500 mm de altura. Cuando la altura máxima total sea en la práctica inferior a la mencionada *supra*, la muestra de ensayo deberá tener la altura máxima que se vaya a utilizar en la práctica.

2.4.2 Proyecto

Cuando la construcción incluya paneles, la muestra deberá estar construida de tal modo que uno de los paneles como mínimo tenga la anchura total, y dicho o dichos paneles deberán ir colocados de manera que sus dos bordes longitudinales estén unidos a un panel contiguo y no fijados al armazón de sujeción.

Si el mamparo puede incluir accesorios eléctricos, tales como accesorios de alumbrado y/o unidades de ventilación, es necesario efectuar primero un ensayo con una muestra de ese mamparo que no contenga dichos accesorios para determinar su comportamiento básico. Seguidamente se deberán efectuar uno o varios ensayos separados con una o más muestras que contengan los accesorios, para determinar el efecto de éstos sobre el comportamiento del mamparo.

2.4.3 Descripción

La persona que haya solicitado el ensayo deberá facilitar detalles completos mediante dibujos (incluida una lista detallada de los componentes) acerca de la construcción de la muestra de ensayo y el método de montaje, de modo que el laboratorio pueda determinar con anterioridad al ensayo la conformidad entre la muestra de que se trate y los dibujos y especificaciones. En los dibujos deberán figurar las dimensiones y los detalles relativos al espesor de los materiales utilizados en el sistema de aislamiento (por ejemplo, de cualquier panel), el método empleado para la fijación de los paneles, así como detalles sobre los componentes utilizados para ese fin, las uniones, conexiones y resquicios, y cualquier otro detalle pertinente.

2.5 Cubiertas de clases "B" y "F"

2.5.1 Dimensiones

Las dimensiones mínimas totales de las muestras de ensayo figuran en la regla II-2/3.2 del Convenio SOLAS, si bien las dimensiones recomendadas para esta muestra, incluidos los detalles del perímetro de todos los bordes, son de 2 440 mm de anchura y 3 040 mm de longitud. Cuando las dimensiones máximas sean en la práctica inferiores a las indicadas *supra*, la muestra de ensayo deberá tener las dimensiones máximas que se vayan a utilizar en la práctica.

2.5.2 Proyecto

Cuando la construcción incluya paneles, la muestra deberá estar construida de tal modo que uno de los paneles por lo menos tenga la anchura total, y dicho o dichos paneles deberán ir colocados de manera que sus bordes longitudinales estén unidos a un panel contiguo y no fijados al armazón de sujeción.

2.5.3 Descripción

La persona que haya solicitado el ensayo deberá facilitar detalles completos mediante dibujos (incluida una lista detallada de los componentes) acerca de la construcción de la muestra de ensayo y el método de montaje, de modo que el laboratorio pueda determinar con anterioridad al ensayo la conformidad entre la muestra de que se trate y los dibujos y especificaciones. En los dibujos deberán figurar las dimensiones y los detalles relativos al espesor de los materiales utilizados en el sistema de aislamiento (por ejemplo, de cualquier panel), el método empleado para la fijación del mismo, así como detalles sobre los componentes utilizados para ese fin, las uniones, conexiones y resquicios, y cualquier otro detalle pertinente.

2.6 Puertas de clases "B" y "F"

2.6.1 Dimensiones

La muestra de ensayo deberá contener una puerta cuya hoja u hojas tengan las dimensiones máximas (tanto respecto a la anchura como a la altura) para las que se desee obtener la aprobación. Las dimensiones máximas de la puerta que se vaya a someter a ensayo estarán determinadas por la prescripción de mantener ciertas dimensiones en el mamparo (véase 2.6.2.3).

2.6.2 Proyecto

2.6.2.1 Los herrajes de la puerta, tales como bisagras, cerraduras, picaportes, pestillos, manivelas, etc., estarán contruidos con materiales que tengan puntos de fusión no inferiores a 850°C, a menos que pueda demostrarse mediante un ensayo de exposición al fuego que los materiales con punto de fusión inferior a 850°C no tienen un efecto adverso en el comportamiento de la puerta.

2.6.2.2 Tanto la hoja como el marco de la puerta deberán ir montados en un mamparo de clase "B" o "F" de construcción compatible, según proceda, de modo que refleje la situación existente en la práctica. El mamparo deberá tener las dimensiones prescritas en 2.4.1.

La construcción del mamparo deberá estar aprobada por la Administración si tiene por lo menos una clasificación análoga a la exigida para la puerta.

El método utilizado para fijar el marco de la puerta al mamparo deberá corresponder al utilizado en la práctica.

2.6.2.3 La puerta deberá estar colocada de modo que haya una anchura mínima en el mamparo de 300 mm a cada lado vertical de la puerta y una distancia mínima de 100 mm hasta el borde superior del mamparo.

2.6.2.4 La puerta deberá ir montada en el mamparo de modo que el lado que se espera que ofrezca menos resistencia se halle expuesto a las condiciones de calentamiento en el ensayo.

Las puertas de bisagra se deberán ensayar de modo que sus hojas se abran hacia el lado contrario al expuesto a las condiciones de calentamiento, a menos que la Administración decida lo contrario.

En cuanto a las puertas de corredera, no es posible establecer de manera general qué lado ofrecerá menos resistencia al someterse a ensayo. Por consiguiente, será necesario efectuar dos ensayos distintos; uno con la puerta montada en la cara expuesta del mamparo y otro con la puerta montada en la cara no expuesta.

2.6.2.5 Cuando la puerta incluya en su construcción una abertura para ventilación, la rejilla o rejillas de ventilación se deberán encontrar abiertas al comienzo del ensayo las mediciones de temperatura en dicha puerta no se deberán efectuar sobre la superficie de la rejilla o rejillas.

2.6.3 Descripción

La persona que haya solicitado el ensayo deberá proporcionar detalles completos mediante dibujos (incluida una lista detallada de los componentes) acerca de la construcción de la muestra de ensayo y el método de montaje, de modo que el laboratorio pueda establecer con anterioridad al ensayo la conformidad entre la muestra de que se trate y los dibujos y especificaciones. En los dibujos se deberán dar dimensiones y detalles sobre lo siguiente:

- el mamparo;
- la construcción de la hoja y del marco de la puerta, incluidos los huelgos entre ambos;
- el método de sujeción del marco de la puerta al mamparo;
- el método de fijación del aislamiento y detalles sobre los componentes utilizados para ese fin (por ejemplo, tipo y cantidad de aplicación de cualquier adhesivo);
- herrajes, tales como bisagras, pestillos, picaportes, cerraduras, etc.

2.7 Revestimientos de clases "B" y "F"

2.7.1 Dimensiones

Las dimensiones mínimas totales de la muestra de ensayo figuran en la regla II-2/3.2 del Convenio SOLAS, si bien las dimensiones recomendadas para esta muestra, incluidos los detalles del perímetro de los bordes superior, inferior y verticales son de 2 440 mm de anchura y 2 500 mm de altura. Independientemente de las dimensiones totales, la anchura y la altura del revestimiento deberán ser 20 mm mayores que las dimensiones correspondientes del núcleo estructural.

2.7.2 Proyecto

El revestimiento deberá ir colocado sobre un núcleo estructural construido de conformidad con lo dispuesto en 2.1.1. El revestimiento deberá estar concebido de modo que facilite su montaje, teniendo en cuenta el acceso limitado de que se dispone debido a la proximidad del núcleo estructural, es decir, que se deberá montar con el núcleo estructural en posición.

Durante el ensayo de un mamparo de clase "A" provisto de una membrana de protección en su lado expuesto, por ejemplo, un revestimiento de clase "B", también se puede evaluar el comportamiento del revestimiento con miras a su clasificación, a reserva de que se apliquen al revestimiento los termopares necesarios y de que se efectúen las mediciones de integridad necesarias.

La muestra deberá estar construida de tal modo que uno de los paneles como mínimo tenga la anchura total, y dicho o dichos paneles deberán ir colocados de manera que sus bordes longitudinales estén unidos a un panel contiguo y no fijados al armazón de sujeción.

Si el revestimiento puede incluir accesorios eléctricos, tales como accesorios de alumbrado y/o unidades de ventilación, es necesario efectuar primero un ensayo con una muestra de ese mismo revestimiento que no contenga dichos accesorios para determinar su comportamiento básico. Seguidamente se pueden efectuar uno o varios ensayos separados con una o más muestras que contengan los accesorios, para determinar el efecto de éstos sobre el comportamiento del revestimiento.

2.7.3 Descripción

La persona que haya solicitado el ensayo deberá facilitar detalles completos mediante dibujos (incluida una lista detallada de los componentes) acerca de la construcción de la muestra de ensayo y el método de montaje, de modo que el laboratorio pueda determinar con anterioridad al ensayo la conformidad entre la muestra de que se trate y los dibujos y especificaciones. En los dibujos deberán figurar las dimensiones y los detalles relativos al espesor de los materiales utilizados en el sistema de aislamiento (por ejemplo, de cualquier panel), el método empleado para la fijación del mismo, así como detalles sobre los componentes utilizados para ese fin, las uniones, conexiones y resquicios, y cualquier otro detalle pertinente.

2.8 Cielos rasos de clases "B" y "F"

2.8.1 Dimensiones

Las dimensiones mínimas totales de la muestra de ensayo figuran en la regla II-2/3.2 del Convenio SOLAS, si bien las dimensiones recomendadas para esta muestra, incluidos los detalles del perímetro de todos los bordes, son de 2 440 mm de anchura y 3 040 mm de longitud. Independientemente de las dimensiones totales, la anchura y la longitud del cielo raso deberán ser 20 mm mayores que las dimensiones correspondientes del núcleo estructural.

2.8.2 Proyecto

El cielo raso deberá ir colocado bajo un núcleo estructural construido de conformidad con lo dispuesto en 2.2.1. El cielo raso deberá estar concebido de modo que facilite su montaje, teniendo en cuenta el acceso limitado de que se dispone debido a la proximidad del núcleo estructural, es decir, que se deberá montar con el núcleo estructural en posición.

Durante el ensayo de una cubierta de clase "A" provista de una membrana de protección en su lado inferior, por ejemplo, un cielo raso de clase "B", también se puede evaluar el comportamiento del cielo raso con miras a su clasificación, a reserva de que se apliquen al cielo raso los termopares necesarios y de que se efectúen las mediciones de integridad necesarias.

Si el cielo raso contiene paneles, la muestra deberá incluir ejemplos de las uniones tanto laterales como longitudinales entre los paneles. Si la muestra debe simular un cielo raso en el que la longitud máxima de los paneles sea superior a la longitud de la muestra, una unión deberá estar situada a una distancia de 600 mm aproximadamente de uno de los extremos más cortos de la muestra de ensayo.

La muestra deberá estar construida de tal modo que uno de los paneles por lo menos tenga la anchura total, y dicho o dichos paneles deberán ir colocados de manera que sus bordes longitudinales estén unidos a un panel contiguo y no fijados al armazón de sujeción.

Si el cielo raso puede incluir accesorios eléctricos, tales como accesorios de alumbrado y/o unidades de ventilación, es necesario efectuar primero un ensayo con una muestra de ese mismo cielo raso que no contenga dichos accesorios para determinar su comportamiento básico. Seguidamente se deberá efectuar uno o varios ensayos separados con una o más muestras que contengan los accesorios, para determinar el efecto de éstos sobre el comportamiento del cielo raso.

2.8.3 Descripción

La persona que haya solicitado el ensayo deberá proporcionar detalles completos mediante dibujos (incluida una lista detallada de los componentes) acerca de la construcción de la muestra de ensayo y el método de montaje, de modo que el laboratorio pueda establecer con anterioridad al ensayo la conformidad entre la muestra de que se trate y los dibujos y especificaciones. En los dibujos deberán figurar las dimensiones y los detalles relativos al espesor de los materiales utilizados en el sistema de aislamiento (por ejemplo, de cualquier panel), el método empleado para la fijación del mismo, así como detalles sobre los componentes utilizados para ese fin, las uniones, conexiones y resquicios, y cualquier otro detalle pertinente.

3 MATERIALES PARA LAS MUESTRAS DE ENSAYO

3.1 Especificaciones

Antes de efectuar el ensayo, la persona que lo haya solicitado deberá proporcionar al laboratorio la información siguiente acerca de cada uno de los materiales utilizados en la construcción:

- marca de identificación y nombre comercial;
- detalles principales sobre su composición;
- espesor nominal;
- densidad nominal (en los materiales flexibles deberá estar relacionada con el espesor nominal);
- contenido nominal de humedad en estado de equilibrio (a una humedad relativa del 50% y una temperatura de 23 °C);
- calor específico a la temperatura ambiente;
- conductividad térmica a la temperatura ambiente.

La densidad de cada uno de los materiales utilizados en la muestra de ensayo deberá hallarse dentro del $\pm 10\%$ del valor indicado para la densidad nominal.

Cuando los materiales utilizados en la construcción de la muestra deban ser incombustibles, es decir, para las clases "A" y "B", se deberán presentar pruebas al respecto mediante informes sobre los ensayos llevados a cabo de conformidad con el método de ensayo para establecer la incombustibilidad de los materiales de construcción naval elaborado por la Organización, realizado por un laboratorio de pruebas reconocido por la Administración e independiente del fabricante del material. Estos informes sobre los ensayos no deberán tener una antigüedad superior a 24 meses en el momento de realizarse el ensayo de resistencia al fuego. Si no pueden presentarse dichos informes, se deberán efectuar ensayos de conformidad con lo prescrito en 3.2.3 *infra*.

3.2 Mediciones de control

3.2.1 Cuestiones generales

El laboratorio de pruebas deberá tomar muestras de referencia de todos los materiales cuyas características sean importantes para el comportamiento de la muestra (excluidos el acero y materiales equivalentes).

Si procede, se deberán utilizar las muestras de referencia para los ensayos de incombustibilidad y para determinar el espesor, la densidad y, cuando corresponda, el contenido de humedad y/o de aglutinante.

Las muestras de referencia de materiales de pulverización se deberán obtener cuando se haya pulverizado el material sobre el núcleo estructural, debiendo realizarse la pulverización de forma análoga y con la misma orientación.

Una vez que se hayan acondicionado las muestras de referencia según se indica en la sección 4, el laboratorio deberá llevar a cabo los siguientes ensayos de control, de acuerdo con el tipo de material y la clasificación propuesta.

Para determinar el espesor, la densidad y el contenido de humedad y/o de aglutinante se deberán utilizar tres muestras, correspondiendo los valores especificados a la media de las tres mediciones.

3.2.2 Materiales encapsulados

Cuando un material de aislamiento esté encapsulado dentro de la construcción y el laboratorio no puede tomar muestras de dicho material antes del ensayo para efectuar las mediciones de control, se deberá pedir a la persona que haya solicitado el ensayo que proporcione las muestras necesarias del material. En este caso, se deberá indicar claramente en el informe sobre el ensayo que las propiedades se han evaluado a partir de las muestras del material facilitadas por dicha persona para el ensayo.

Pese a lo anterior, el laboratorio, siempre que sea posible, procurará verificar las propiedades utilizando muestras obtenidas de la muestra de ensayo antes de efectuar el mismo, o comparándolas con propiedades análogas determinadas después del ensayo. Cuando antes del ensayo se obtengan muestras de material de la muestra de ensayo, ésta se deberá reparar de modo que su comportamiento no se vea afectado durante el ensayo.

3.2.3 Incombustibilidad

Cuando sea necesario (véase 3.1), se deberán llevar a cabo ensayos de incombustibilidad de conformidad con el método de ensayo para establecer la incombustibilidad de los materiales de construcción naval elaborado por la Organización. No es necesario que los adhesivos utilizados en la construcción de la muestra sean incombustibles, si bien se recomienda que tengan características de débil propagación de la llama.

3.2.4 Espesor

El espesor de cada material y de las combinaciones de éstos se deberá medir utilizando un micrómetro o compás de puntas adecuados.

El espesor de un material de aislamiento pulverizado se medirá utilizando una sonda adecuada en puntos contiguos a cada uno de los termopares de la cara no expuesta mencionados en 7.5.1.1 y 7.5.1.2.

3.2.5 Densidad

La densidad de cada material se deberá determinar a partir de su peso y dimensiones.

La densidad de la lana mineral o de otros materiales compresibles análogos deberá estar relacionada con el espesor nominal.

3.2.6 Contenido de humedad

De cada material se tomarán muestras que midan como mínimo 60 mm x 60 mm x espesor, se pesarán (peso acondicionado inicial W_1) y luego se calentarán a una temperatura de $105 \pm 2^\circ\text{C}$ en un horno ventilado durante 24 h, volviéndose a pesar (W_2) una vez enfriadas. Sin embargo, los materiales a base de yeso, cemento u otros componentes análogos deberán secarse a una temperatura de $55 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta que alcancen un peso constante (W_2).

El contenido de humedad de cada muestra ($W_1 - W_2$) se deberá calcular como un porcentaje del peso en seco (W_2).

3.2.7 Contenido de aglutinante

Una vez calculado el porcentaje del contenido de humedad tal como se indica *supra*, las muestras se deberán calentar nuevamente en un horno a una temperatura de $550 \pm 20^\circ\text{C}$ durante 24 h y se volverán a pesar (W_3). El contenido de aglutinante ($W_2 - W_3$) se deberá calcular como un porcentaje del peso en seco (W_2).

4 ACONDICIONAMIENTO DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

4.1 Cuestiones generales

Las muestras no deberán someterse a ensayo hasta que no se hayan secado al aire. Esta condición se define como la de equilibrio (peso constante) en la atmósfera ambiente con una humedad relativa del 50%. a 23°C.

Se permitirá un acondicionamiento acelerado siempre que el método empleado no modifique las propiedades de los materiales componentes. En general, el acondicionamiento a alta temperatura deberá efectuarse a unas temperaturas inferiores a las críticas de los materiales.

4.2 Verificación

La condición de las muestras de ensayo se puede controlar y verificar utilizando muestras especiales para determinar el contenido de humedad de los materiales constitutivos, según proceda. Dichas muestras se construirán de modo que reflejen la pérdida de vapor de agua de la muestra, debiendo tener un espesor y unas caras expuestas similares. Sus dimensiones lineales mínimas deberán ser de 300 mm x 300 mm, y su masa mínima, de 100 g. Se considerará que se ha alcanzado un peso constante cuando la diferencia entre dos pesadas sucesivas efectuadas en un intervalo de 24 h no sea superior al 0,3% de la masa de la muestra de referencia, o a 0,3 g si este valor es mayor.

El laboratorio de pruebas podrá utilizar otros métodos fiables para verificar que el material ha alcanzado un contenido de humedad de equilibrio.

4.3 Materiales encapsulados

Cuando la muestra de ensayo contenga materiales encapsulados es importante asegurarse de que dichos materiales han alcanzado el contenido de humedad de equilibrio antes de su montaje, debiendo establecerse acuerdos especiales con el solicitante del ensayo para garantizar que así suceda.

5 MONTAJE DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

5.1 Armazones de sujeción y de soporte

Todas las muestras de ensayo deberán ir montadas en hormigón suficientemente reforzado o armazones Revestidos de hormigón o ladrillos capaces de ofrecer un alto grado de resistencia a las fuerzas expansivas que se produzcan durante los ensayos. El hormigón y los ladrillos deberán tener una densidad comprendida entre 1 600 kg/m³ y 2 440 kg/m³. El revestimiento de hormigón o ladrillos del armazón de acero deberá tener un espesor de 50 mm como mínimo.

La rigidez de los armazones de sujeción deberá evaluarse mediante la aplicación de una fuerza expansiva de 100 kN en el interior del armazón a mitad de la distancia entre dos elementos opuestos, midiéndose el aumento de las dimensiones internas en dichos puntos. Esta evaluación deberá llevarse a cabo en la dirección de los refuerzos del mamparo o de la cubierta, y el aumento de la dimensión interna no deberá ser superior a 2 mm.

Los armazones utilizados para evaluar divisiones de clase "A" en que se hayan incorporado cielos rasos o revestimientos de clase "B" deberán ir provistos como mínimo de cuatro aberturas de observación y acceso, practicadas idealmente cada una de ellas en cada cuadrante de la muestra de ensayo. Estas aberturas deberán facilitar el acceso a la cavidad para determinar la integridad del cielo raso o del revestimiento durante el ensayo de la cubierta o mamparo. Las aberturas de acceso/observación deberán estar normalmente selladas con una capa de aislamiento de lana mineral, salvo cuando sea necesario observar o tener acceso al cielo raso o revestimiento.

5.2 Divisiones de clase "A"

El núcleo estructural de una división de clase "A" deberá estar fijado al armazón de sujeción y con el perímetro sellado, según se muestra en la figura 3. Si el laboratorio lo estima necesario, podrán insertarse espaciadores de acero de un espesor de 5 mm entre los soportes de fijación y el armazón de sujeción.

Cuando el núcleo estructural de una división de clase "A" vaya a estar expuesto a las condiciones de calentamiento del ensayo, es decir, cuando los soportes de fijación se hallen en el lado expuesto del núcleo estructural, deberá aislarse una parte del perímetro de una anchura de 100 mm adyacente al armazón de sujeción, de modo que los soportes de fijación y los bordes del núcleo estructural estén protegidos contra la

exposición directa a las condiciones de calentamiento. En ningún otro caso, independientemente del tipo de la muestra de ensayo, se deberán proteger los bordes del perímetro contra la exposición directa a las condiciones de calentamiento.

5.3. Divisiones de clases "B" y "F"

En el caso de mamparos o revestimientos de clase "B" o "F", la muestra deberá estar sostenida por su parte superior y fija por los lados verticales y la base de modo que las condiciones sean semejantes a las que se dan en servicio. El soporte de la parte superior de un mamparo o revestimiento deberá permitir que la dilatación o los huelgos correspondientes coincidan con los existentes en la práctica. En los bordes verticales deberá evitarse la dilatación lateral hacia los del armazón de sujeción mediante el encaje exacto de la muestra dentro del armazón, lo que puede lograrse insertando un relleno rígido entre los bordes verticales y el armazón. Si en una construcción especial se prevé que en condiciones de servicio haya huelgos para los movimientos de los bordes de un mamparo o revestimiento, la muestra de ensayo deberá simular dichas condiciones.

En el caso de cielos rasos de clase "B" o "F" deberá evitarse la dilatación de los elementos del cielo raso en los bordes del perímetro, ya que se espera que la muestra de ensayo simule una parte del cielo raso tomada de una superficie mucho mayor. La dilatación se deberá evitar asegurando un encaje exacto de la muestra en el armazón, lo cual puede lograrse insertando un relleno rígido entre las extremidades o bordes de los elementos del cielo raso y el armazón de sujeción. Únicamente cuando el cielo raso se someta a ensayo a escala natural en una o más direcciones se permitirá la incorporación de un margen de dilatación de los bordes del perímetro en la dirección o direcciones pertinentes.

6 EXAMEN DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

6.1 Conformidad

El laboratorio deberá verificar la conformidad de la muestra de ensayo con los dibujos y el método de montaje que facilite la persona que haya solicitado el ensayo (véase la sección 2), debiendo resolverse cualquier discrepancia antes de iniciar el mismo.

A veces tal vez no sea posible verificar la conformidad de todos los aspectos de la construcción de la muestra antes del ensayo y no se disponga después de pruebas suficientes. Cuando sea necesario confiar en la información facilitada por el solicitante, esta circunstancia deberá constar de manera inequívoca en el informe sobre el ensayo. Sin embargo, el laboratorio deberá asegurarse de que conoce perfectamente el proyecto de la muestra de ensayo y tener la certeza de que puede registrar con exactitud los detalles de su construcción en el informe sobre el ensayo.

6.2 Huelgos de las puertas

Después de haber montado la puerta, e inmediatamente antes del ensayo, el laboratorio deberá medir los huelgos existentes entre la hoja y el marco de la misma y además, en el caso de una puerta de dos hojas, los huelgos entre ambas hojas. Para cada hoja de la puerta se deberá medir los huelgos en dos puntos de los bordes superior e inferior y en tres puntos a lo largo de cada borde vertical.

6.3 Funcionamiento de las puertas

Antes del ensayo, el laboratorio deberá verificar igualmente el funcionamiento de la puerta abriendo la hoja una distancia de 300 mm como mínimo. A continuación se deberá cerrar dicha hoja, ya sea automáticamente, si se ha instalado un dispositivo de cierre, o manualmente. Durante el ensayo, la puerta deberá estar cerrada con pestillo pero no con llave y no deberá contener pestillos ni cerraduras que no lleve normalmente en la práctica.

7 INSTRUMENTOS

7.1 Cuestiones generales

El horno, sus instrumentos y los de la muestra de ensayo deberán ajustarse en general a la parte 1 de la norma internacional ISO 834, a no ser que ésta se modifique en la presente sección. Los pormenores que figuran en los párrafos siguientes constituyen un complemento, una explicación o una modificación de las prescripciones de la ISO.

Termopares para medir la temperatura del horno

7.2.1 Proyecto

La temperatura del horno se deberá medir mediante termopares, según se muestra en la figura 4. Dichos termopares podrán ser de conductor desnudo o forrados, siempre que éstos tengan un tiempo de respuesta equivalente al de los de conductor desnudo. Los termopares de conductor desnudo deberán tener un conductor de diámetro comprendido entre 0,75 mm y 1,00 mm y estar unidos por soldadura o embutidos. Como mínimo, deberán sobresalir del aislamiento 25 mm de conductor. Para mantener su exactitud y sensibilidad, los termopares de conductor desnudo se deberán comprobar por lo menos cada 20 h de uso, y los termopares forrados de acero inoxidable cada 50 h. Si existe alguna duda respecto a su idoneidad, deberán ser sustituidos.

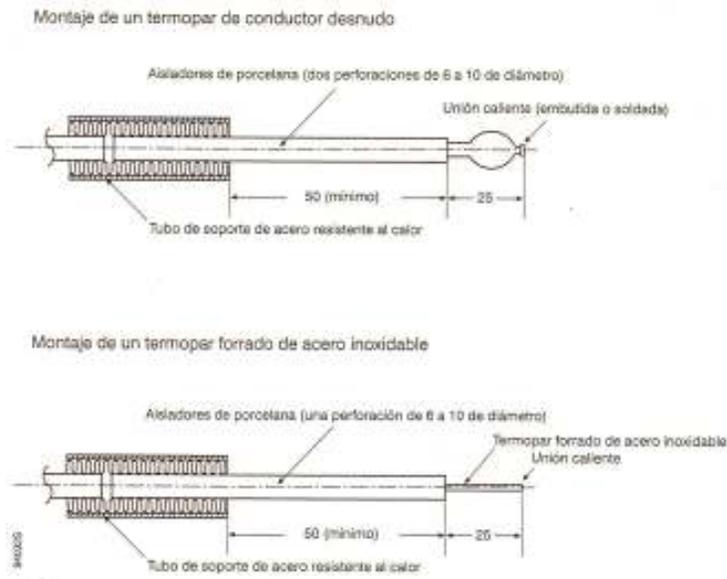


Figura 4 - Montaje de los termopares del horno

7.2.2 Cantidad

Cuando se sometan a ensayo las muestras que se indican en la sección 2, el horno deberá estar provisto como mínimo de seis termopares. Si las muestras son mayores que las indicadas en la sección 2, deberán instalarse termopares adicionales a razón de uno por cada 1,5 m² de superficie de la muestra. En el caso de un conjunto de puerta, por superficie de la muestra se entenderá la construcción total del mamparo, con la puerta instalada.

7.2.3 Emplazamiento

Los termopares utilizados para medir la temperatura del horno deberán distribuirse de manera uniforme, de modo que proporcionen una indicación fiable de la temperatura media en la proximidad de la muestra. Al iniciarse el ensayo, las uniones de medición deberán estar a 100 mm de la cara de la muestra y mantenerse a una distancia de 50 mm a 150 mm durante el ensayo. El método de soporte deberá garantizar que los termopares no se caigan o desprendan durante el ensayo. Cuando sea conveniente pasar los conductores de los termopares a través de la construcción de ensayo, no se deberán utilizar tubos de soporte de acero. Las uniones calientes de los termopares no deberán hallarse dentro del horno en lugares en que puedan estar en contacto directo con la llama.

7.2.4 Conexión

Los conductores del termopar deberán llegar directamente hasta el instrumento de registro, o si se utilizan conductores de empalme adecuados, se deberán mantener todas las uniones a una temperatura tan próxima a la temperatura ambiente como sea posible.

7.3 Sensores de la presión del horno

El valor medio de la presión del horno se deberá medir utilizando uno de los modelos de cabezas sensoras que se muestran en la figura 5.

7.4 Termopares para medir la temperatura de la cara no expuesta

7.4.1 Proyecto

La temperatura de la superficie no expuesta se deberá medir mediante termopares de disco del tipo que se muestra en la figura 6. Los conductores del termopar, de 0,5 mm de diámetro, deberán ir soldados a un disco de cobre de 0,2 mm de espesor y 12 mm de diámetro. Cada termopar deberá estar cubierto con una almohadilla cuadrada de aislamiento incombustible de 30 mm de lado y $2,0 \pm 0,5$ mm de espesor. El material de la almohadilla deberá tener una densidad de 900 ± 100 kg/m³.

7.4.2 Conexión

La conexión al instrumento de registro se deberá realizar mediante conductores de tipo análogo o un empalme adecuado.

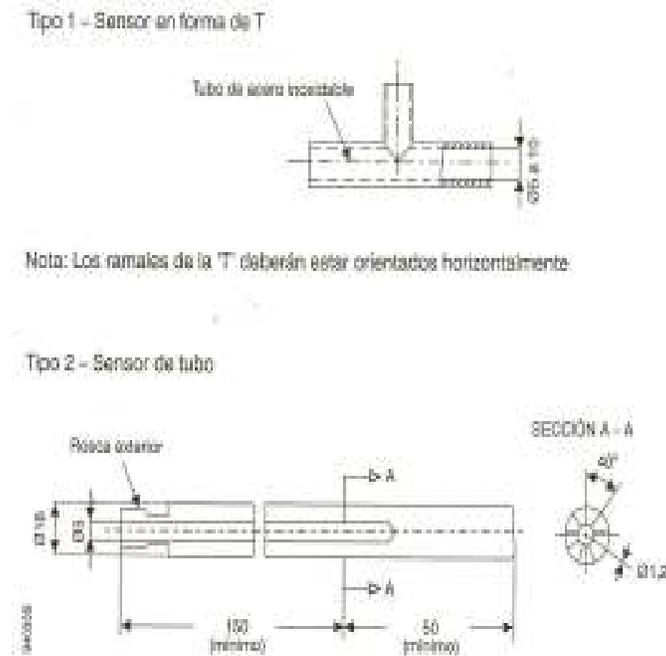


Figura 5 - Cabezas sensoras de presión

7.4.3 Preparación de las superficies a las que se han de fijar los termopares

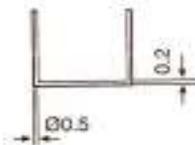
Acero - Se deberán quitar los acabados de la superficie y limpiar ésta con un disolvente. Los fragmentos de óxido y de incrustaciones se deberán quitar con un cepillo de alambre.

Superficies irregulares - Para cada termopar se deberá preparar una superficie lisa no superior a 2 500 mm² que permita una buena unión mediante el adhesivo, puliendo la superficie existente con un papel abrasivo apropiado. Se deberá quitar el material mínimo necesario para que quede una superficie de unión adecuada. Cuando no pueda pulirse la superficie, se deberá utilizar una cantidad mínima de apresto para preparar dicha superficie. El apresto deberá ser de cemento cerámico, y cuando la superficie aprestada esté seca, habrá que pulirla si es necesario con un papel abrasivo.

7.4.4 Fijación de los termopares

Acero - La almohadilla de material aislante, con el termopar ya instalado, se deberá unir a la superficie limpia del acero utilizando un "adhesivo cerámico con base de agua", preparado mediante la integración de sus componentes hasta formar un adhesivo resistente a altas temperaturas. El adhesivo deberá tener una consistencia que no requiera ayuda mecánica para fijarlo durante el proceso de secado, pero cuando se experimenten dificultades en conseguir la unión se puede emplear cinta adhesiva para conseguir su fijación, siempre que se retire la cinta con suficiente antelación al ensayo para permitir el completo secado del adhesivo. Al retirar la cinta se evitará cuidadosamente que se deteriore la almohadilla de aislamiento. Si la almohadilla se deteriora al quitar la cinta, deberá sustituirse el termopar.

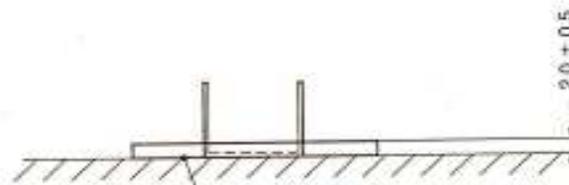
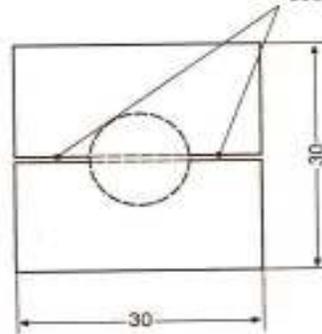
Unión para medición con disco de cobre



Al efectuar la unión de los conductores del termopar al cobre del disco se deberá utilizar una cantidad mínima de soldadura para tal fin. Se deberá retirar todo el material de soldadura sobrante.

Disco de cobre y almohadilla de aislamiento

Incisiones para permitir la colocación de la almohadilla sobre el disco de cobre.



Almohadilla de aislamiento adherida a la superficie de la muestra sin adhesivo entre el disco de cobre y la superficie de la muestra o entre el disco de cobre y la almohadilla de aislamiento.

840345

Figura 6 - Unión del termopar en la superficie no expuesta y almohadilla de aislamiento

Lana mineral - Los termopares, cuando vayan provistos de almohadillas de aislamiento, se deberán disponer de modo que si la superficie lleva una tela metálica, ésta pueda ayudar a la fijación, y en todos los casos, la unión a la superficie fibrosa se deberá efectuar utilizando un "adhesivo de contacto". La naturaleza de estos adhesivos exige un tiempo de secado antes de juntar las superficies que se vayan a unir para evitar así que haya que aplicar una presión externa.

Pulverización de fibra mineral - Los termopares no se deberán instalar hasta que el aislamiento haya alcanzado una condición de humedad estable. En todos los casos se deberá utilizar la técnica de unión indicada para el acero, y cuando la superficie lleve una tela metálica, los termopares se deberán fijar al aislamiento de tal modo que la tela metálica ayude a la retención.

Pulverización de vermiculita/cemento - Se deberá utilizar la técnica indicada para la pulverización fibrosa húmeda.

Paneles de composición fibrosa o de agregados minerales - Se deberá utilizar la técnica de unión indicada para el acero.

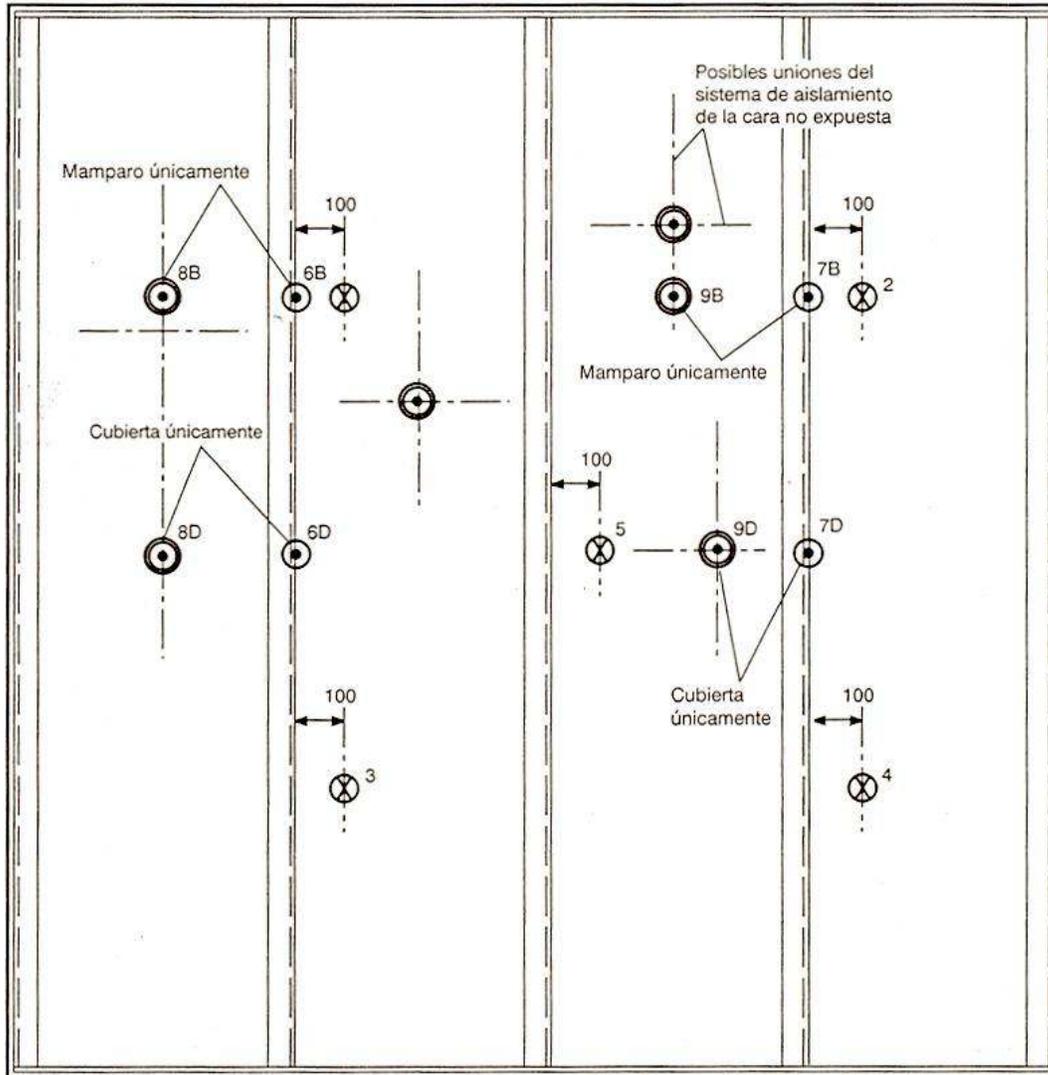
En todos los casos de unión por adhesivo, éste se deberá aplicar en una capa fina que sea suficiente para conseguir una unión adecuada, debiéndose dejar transcurrir un tiempo suficiente entre la unión de los termopares y el ensayo para conseguir más condiciones de humedad estables en el caso de adhesivos cerámicos y la evaporación del disolvente en el caso de adhesivos de contacto.

En el caso de divisiones de clases "A" y "B", el comportamiento del aislamiento de la construcción deberá ser el correspondiente a la parte de la construcción fabricada únicamente con materiales incombustibles. Sin embargo, si un material o panel sólo se fabrica con acabado superpuesto, o si la Administración estima que la adición de un acabado superpuesto puede tener un efecto perjudicial en el comportamiento de una división, la Administración podrá autorizar o exigir que se incorpore el acabado durante el ensayo. En estos casos se deberá quitar el acabado superpuesto de una superficie tan pequeña como sea posible para permitir la fijación de los termopares a la parte incombustible; por ejemplo, en una cubierta provista de capas superpuestas de aislamiento incombustible (piso flotante), se deberá quitar cualquier acabado combustible de la superficie superior en aquellos lugares en que vayan a estar los termopares, a fin de que éstos se puedan fijar al material de aislamiento.

7.5 Ubicación de los termopares en la muestra de ensayo

7.5.1 Divisiones de clase "A", excluidas las puertas

Las temperaturas de la superficie de la cara no expuesta de la muestra de ensayo se deberán medir mediante termopares situados según se indica en las figuras 7 y 8, a saber:



- ⊗ Termopares utilizados para medir el aumento máximo de temperatura y calcular el aumento medio de temperatura
- ⊙ Termopares utilizados para medir el aumento máximo de temperatura
- ⊕ Termopares utilizados para medir el aumento máximo de temperatura (no aplicable cuando el sistema de aislamiento no tenga uniones)
- B: Termopares utilizados únicamente para el ensayo de mamparos
- D: Termopares utilizados únicamente para el ensayo de cubiertas

94035S

Figura 7 - Ubicación de los termopares en la cara no expuesta de las divisiones de clase "A"
Cara con aislamiento hacia el laboratorio

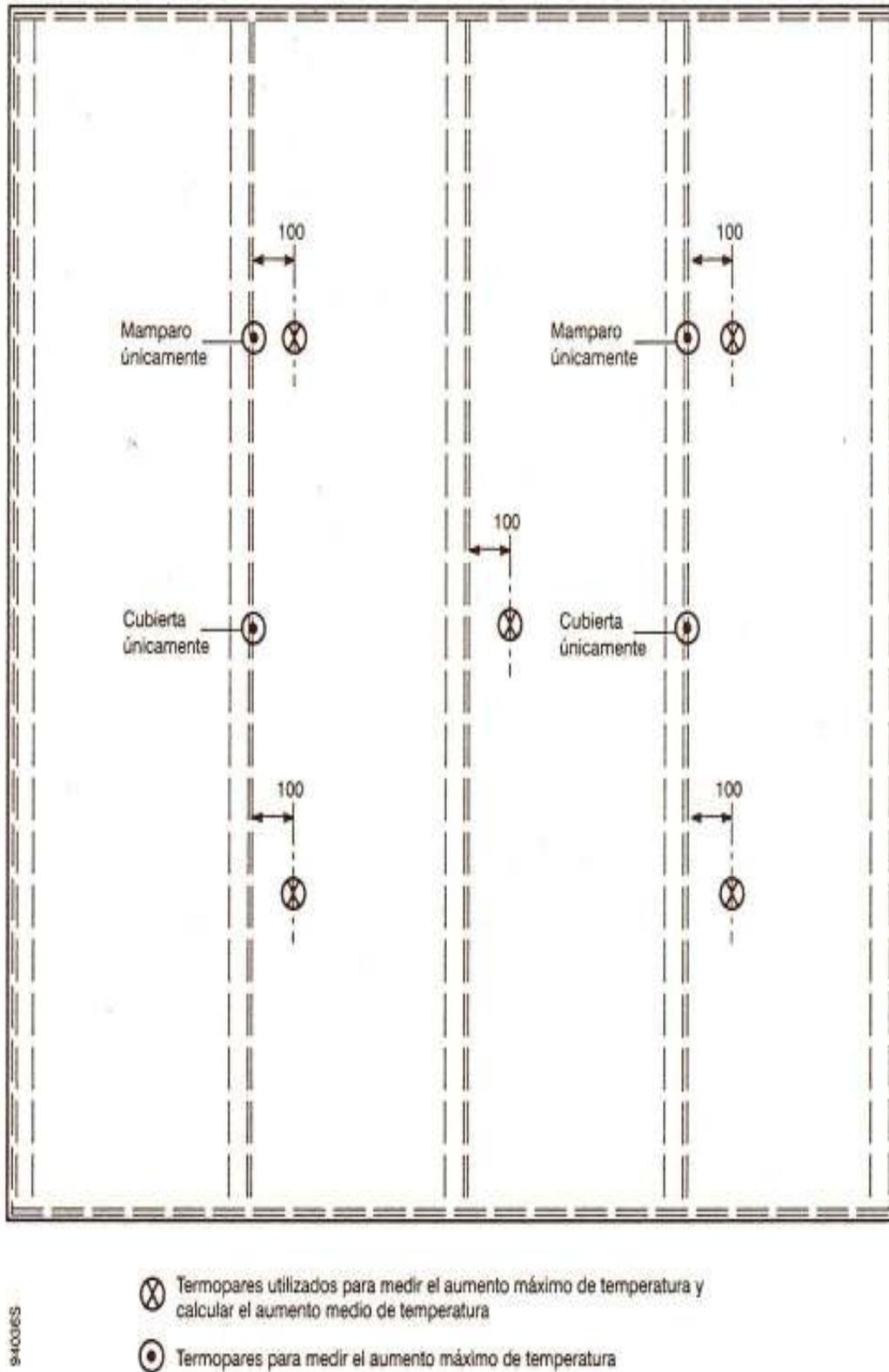


Figura 8 - Ubicación de los termopares en la cara no expuesta de las divisiones de clase "A" Cara plana o núcleo estructural de acero hacia el laboratorio

- .1 cinco termopares, uno en el centro de la muestra de ensayo y uno en el centro de cada uno de los cuatro cuadrantes, situados todos ellos a 100 mm de distancia como mínimo de la parte más próxima a cualquier unión y a 100 mm de distancia como mínimo de las soldaduras de cualquier refuerzo;
- .2 dos termopares, uno sobre cada uno de los refuerzos centrales, situados a 0,75 de la altura de la muestra de un mamparo o en la mitad de la anchura cuando se trate de una cubierta;
- .3 dos termopares, colocado cada uno sobre una unión vertical (longitudinal) del sistema de aislamiento, en caso de que las haya, y a 0,75 de la altura de la muestra de un mamparo o en la mitad de la longitud cuando se trate de una cubierta;
- .4 cuando una construcción tenga dos uniones orientadas de manera diferente, por ejemplo, perpendiculares entre sí, además de los ya indicados en 7.5.1.3 deberán utilizarse otros dos termopares, uno en cada una de las dos intersecciones;
- .5 cuando una construcción tenga dos tipos diferentes de uniones, deberán utilizarse dos termopares para cada tipo de unión;
- .6 se podrán colocar termopares adicionales, a discreción del laboratorio de pruebas o de la Administración, en características especiales o detalles específicos de la construcción si se considera que pueden obtenerse temperaturas superiores a las medidas por los termopares indicados *supra*; y
- .7 los termopares especificados en 7.5.1.4 a 7.5.1.6 *supra* para las mediciones en mamparos, por ejemplo, los colocados sobre diferentes tipos de uniones o en las *intersecciones* de las uniones, deberán estar situados siempre que sea posible en la mitad superior de la muestra.

7.5.2 Divisiones de clases "B" y "F", excluidas las puertas

Las temperaturas de la superficie en la cara no expuesta de la muestra de ensayo se deberán medir mediante termopares situados según se indica en la figura 9, a saber:

- .1 cinco termopares, uno en el centro de la muestra de ensayo y uno en el centro de cada uno de los cuatro cuadrantes, situados todos ellos a 100 mm de *distancia* como mínimo de la parte más próxima de cualquier unión;
- .2 dos termopares, colocado cada uno sobre una unión vertical (longitudinal) del sistema de división/aislamiento, en caso de que las haya, y a 0,75 de la altura de la muestra de un mamparo o en la mitad de la longitud cuando se trate de una cubierta o un cielo raso;
- .3 termopares adicionales, según se requiera de conformidad con 7.5.1.4 a 7.5.1.7 *supra*.

7.5.3 Puertas de clases "A", "B" Y "F"

Las temperaturas de la superficie de la cara no expuesta de la muestra de ensayo se deberán medir mediante:

- .4 los termopares indicados en 7.5.3.2 y 7.5.3.3 *supra* deberán estar colocados siempre que sea posible en la mitad superior de la muestra de ensayo, y
- .5 cuando se sometan a ensayo conjuntos de puertas de doble hoja, las prescripciones se deberán aplicar a cada hoja por separado.

7.6 Termopares para medir la temperatura del núcleo estructural

Cuando se someta a ensayo una muestra cuyo núcleo estructural no sea de acero, los termopares se deberán fijar al material del núcleo estructural en las posiciones correspondientes a los termopares para medir la temperatura de la superficie que se indican en 7.5.1.1.

Dichos termopares deberán ir instalados de modo que sus uniones calientes se fijen en las posiciones correspondientes utilizando medios adecuados, incluido el remachado en el núcleo estructural. Deberá impedirse que los conductores alcancen temperaturas más elevadas que las de la unión. Los primeros 50 mm deberán encontrarse en un plano isotérmico.

7.7 Almohadillas de algodón en rama y galgas para medir la dilatación

7.7.1 Almohadillas de algodón

La almohadilla de algodón utilizada en las mediciones de integridad deberá estar constituida por fibras de algodón nuevas, sin teñir y flexibles, tener la forma de un cuadrado de 20 mm de espesor x 100 mm de lado y pesar entre 3g y 4 g. Se la deberá acondicionar antes de ser utilizada, secándola en un horno a una temperatura de $100 \pm 5^\circ\text{C}$ durante 30 min. como mínimo. Una vez seca se la deberá dejar enfriar hasta que alcance la temperatura ambiente en un desecador, donde podrá permanecer hasta que sea necesario utilizarla. Para su utilización, se deberá colocar en un marco de alambre provisto de un mango, según se muestra en la figura 10.

7.7.2 Galgas

Para medir la integridad se deberá disponer de dos tipos de galgas, según se indica en la figura 11. Estas deberán ser de acero inoxidable y tener el diámetro indicado con una precisión de $\pm 0,5$ mm. Deberán ir provistas de mangos adecuados.

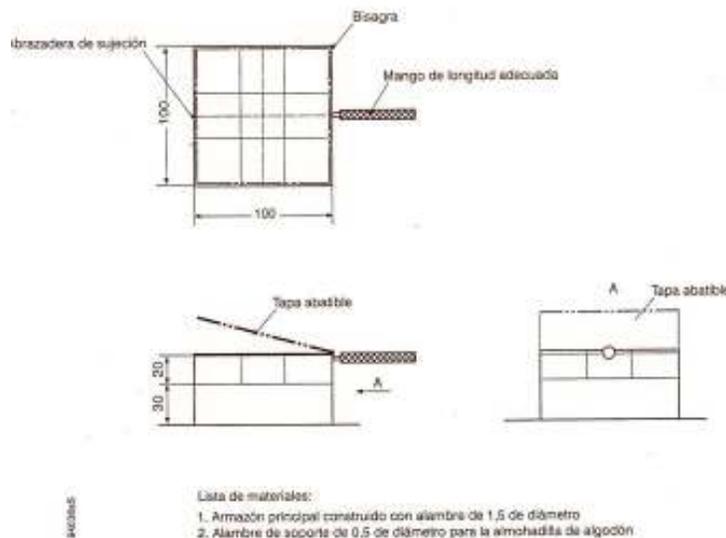


Figura 10 - Soporte de la almohadilla de algodón

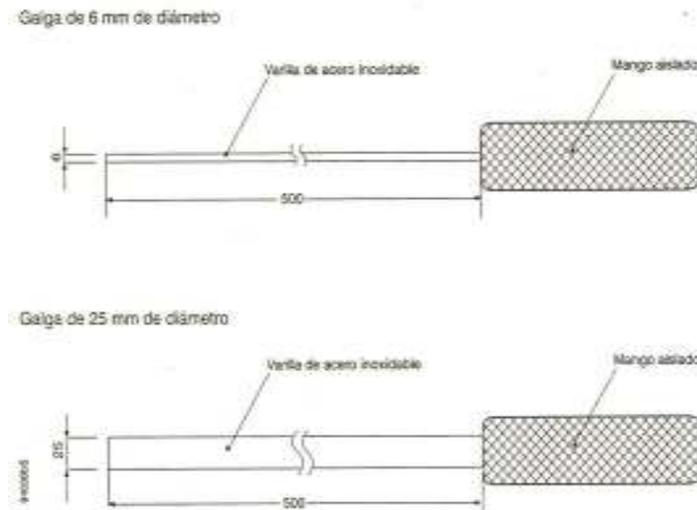


Figura 11 - Galgas

8 METODO DE ENSAYO

8.1 Cuestiones generales

El ensayo se deberá llevar a cabo en general de conformidad con la parte 1 de la norma internacional ISO 834, a no ser que ésta se modifique en la presente sección. Los procedimientos que figuran en los párrafos siguientes constituyen un complemento, una explicación o una modificación de las prescripciones de la ISO.

8.2 Comienzo del ensayo

Cinco minutos como máximo antes de que comience el ensayo se deberán comprobar las temperaturas iniciales registradas por todos los termopares, a fin de garantizar su constancia, y se deberán anotar los valores de referencia. Deberán obtenerse asimismo valores de referencia con respecto a la deformación y se deberá tomar nota de la condición inicial de la muestra de ensayo.

En el momento del ensayo, la temperatura interna inicial media y la temperatura de la superficie no expuesta de la muestra deberán ser de $20 \pm 10^\circ\text{C}$ y no variar en más de 5°C de la temperatura ambiente inicial.

8.3 Control del horno

8.3.1 Temperatura del horno

8.3.1.1 La temperatura media del horno, calculada mediante los termopares del horno indicados en 7.2, se deberá comprobar y controlar de modo que cumpla la relación (es decir, la curva normal de calentamiento):

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20$$

donde:

T es la temperatura media del horno (en $^\circ\text{C}$) y

t es el tiempo (en minutos)

8.3.1.2 Los valores siguientes se han determinado utilizando la relación anterior:

- al final de los 5 primeros min 576°C
- al final de los 10 primeros min 679°C
- al final de los 15 primeros min 738°C
- al final de los 30 primeros min 841°C
- al final de los 60 primeros min 945°C

8.3.1.3 El porcentaje de desviación 'd' entre el área de la curva de temperatura media registrada por los termopares especificados para el horno en función del tiempo y el área de la curva normal de calentamiento deberá ser del:

$\pm 15\%$	para $t = 0$ hasta $t = 10$	i)
$\pm 15-0,5 (t-10) \%$	para $10 < t \leq 30$	ii)
$\pm 5-0,083 (t-30) \%$	para $30 < t \leq 60$	iii)
$\pm 2,5\%$	para $t = 60$ o superior	iv)

donde:

$$d = (A - A_S) \times 1/A_S \times 100, \text{ siendo}$$

A el área bajo la curva actual tiempo-temperatura media del horno, y

A_S el área bajo la curva normal tiempo-temperatura.

Todas las áreas deberán medirse utilizando el mismo método, es decir, mediante la adición de las áreas a intervalos no superiores a 1 min para i), 2 min para ii) y 5 min para iii) y iv).

8.3.1.4 En cualquier momento después de los 10 primeros min del ensayo, la temperatura registrada por cualquier termopar no deberá diferir más de $\pm 100^\circ\text{C}$ de la temperatura correspondiente a la curva normal tiempo-temperatura.

8.3.2 Presión del horno

8.3.2.1 A lo largo de la altura del horno existe un gradiente lineal de presión, y aunque dicho gradiente variará ligeramente dependiendo de la temperatura del horno, al evaluar las condiciones de presión del mismo se podrá suponer un valor medio de 8 Pa por metro de altura. El valor de la presión del horno deberá ser igual al valor nominal medio, despreciándose las rápidas fluctuaciones de presión debidas a turbulencias, etc., estableciéndose aquél en relación con el de la presión en el exterior del horno a la misma altura. Se deberá comprobar y controlar de forma continua, debiendo alcanzarse dicho valor ± 5 Pa a los 5 min del comienzo del ensayo y ± 3 Pa, donde deberá mantenerse, a los 10 min del comienzo del ensayo.

8.3.2.2 En el caso de muestras orientadas verticalmente, el horno deberá funcionar de modo que se obtenga la presión cero a una altura de 500 mm sobre el nivel nominal del suelo de la muestra de ensayo. Sin embargo, si se trata de muestras de altura superior a 3 m, la presión en la parte superior de la muestra no deberá exceder de 20 Pa, debiendo ajustarse convenientemente la altura del eje de presión neutra.

8.3.2.3 En el caso de muestras orientadas horizontalmente, el horno deberá funcionar de modo que se obtenga una presión de 20 Pa a 100 mm por debajo de la cara inferior de la muestra.

8.4 Mediciones y observaciones en la muestra de ensayo

8.4.1 Temperatura

8.4.1.1 Todas las mediciones de temperatura se deberán efectuar a intervalos que no excedan de 1 min.

8.4.1.2 Para calcular el aumento de temperatura de la superficie no expuesta de la muestra de ensayo se deberá efectuar la lectura de cada uno de los termopares por separado. El aumento medio de temperatura de la superficie no expuesta se deberá calcular como la media de los aumentos registrados en cada uno de los termopares utilizados para determinar la temperatura media.

8.4.1.3 Para divisiones de clase "A", excluidas las puertas, el aumento medio de la temperatura en la cara no expuesta de la muestra se deberá calcular utilizando únicamente los termopares indicados en 7.5.1.1.

8.4.1.4 Para divisiones de clases "B" y "F", excluidas las puertas, el aumento medio de la temperatura en la cara no expuesta de la muestra se deberá calcular utilizando únicamente los termopares indicados en 7.5.2.1.

8.4.1.5 Para puertas de clases "A", "B" Y "F", el aumento medio de la temperatura en la cara no expuesta de la muestra se deberá calcular utilizando únicamente los termopares indicados en 7.5.3.1. Cuando se trate de puertas de dos hojas, el cálculo se deberá efectuar utilizando los 10 termopares situados en ambas hojas de la puerta.

8.4.2 Llamas en el lado no expuesto

Se deberán registrar la aparición y duración de las llamas en la superficie no expuesta, así como su ubicación. Cuando resulte difícil verificar si se producen llamas, se deberá aplicar la almohadilla de algodón en la zona en que existan dudas, a fin de determinar si es posible iniciar la ignición de la misma.

8.4.3 Almohadilla de algodón

8.4.3.1 Los ensayos con almohadillas de algodón sirven para determinar si las grietas y aberturas en la muestra de ensayo pueden dar paso a suficientes gases calientes como para provocar la ignición de materiales combustibles.

8.4.3.2 La almohadilla de algodón se utiliza colocando el marco en el que está montada contra la superficie de la muestra de ensayo junto a la abertura o llama que se examina durante un periodo de 30 s o hasta que se produce la ignición (caracterizada por incandescencia o llama) de la almohadilla de algodón (si esto sucede antes de que transcurra el periodo de 30 s). Podrán realizarse pequeños ajustes en la posición para lograr el máximo efecto que puedan producir los gases calientes. Cada almohadilla de algodón deberá utilizarse sólo una vez.

Cuando existan irregularidades en la superficie de la muestra de ensayo en la zona de la abertura, se deberán tomar precauciones para garantizar que las varillas del marco del soporte estén situadas de modo que durante las mediciones se mantenga la misma separación entre la almohadilla y cualquier parte de la superficie de la muestra de ensayo.

La almohadilla de algodón se deberá aplicar libremente y sin que tenga que estar necesariamente paralela a la superficie de la muestra, no siendo tampoco necesario que la grieta o abertura se encuentre en el centro de la almohadilla. Esta se colocará en el flujo de los gases calientes pero nunca de modo que alguna parte de la misma se encuentre a menos de 25 mm de cualquier punto de la muestra de ensayo. Por ejemplo, para evaluar adecuadamente el escape de gases calientes por los bordes de una puerta, tal vez sea necesario colocar la almohadilla tanto paralela como perpendicularmente a la superficie de la puerta, o formando un ángulo dentro de los límites del marco de la puerta.

La persona que realice el ensayo podrá efectuar "pruebas de detección" para evaluar la integridad de la muestra. Dicha detección tal vez requiera unas aplicaciones selectivas de corta duración de la almohadilla de algodón en las zonas de posibles fallos y/o mediante el desplazamiento de una sola almohadilla sobre dichas zonas y sus alrededores. La carbonización de la almohadilla puede proporcionar una indicación de fallo inminente, pero para confirmar un fallo de integridad deberá utilizarse una almohadilla nueva en la forma prescrita.

8.4.4 Galgas

8.4.4.1 Los ensayos con galgas se realizan para determinar si las grietas y aberturas producidas en la muestra de ensayo son de tales dimensiones que pueden permitir el paso de suficientes gases calientes como para provocar la ignición de materiales combustibles.

8.4.4.2 Las galgas se deberán utilizar a intervalos determinados por la velocidad aparente de deterioro de la muestra. Se deberán emplear alternativamente dos galgas sin aplicar una fuerza excesiva para determinar:

- si la galga de 6 mm puede pasar a través de la muestra de modo que sobresalga dentro del horno y puede desplazarse 150 mm a lo largo de la grieta, o
- si la galga de 25 mm puede pasar a través de la muestra de modo que la galga sobresalga de la superficie.

No se deberá tener en cuenta cualquier pequeña interrupción en el paso de la galga que no tenga gran o ningún efecto en la circulación de gases calientes a través de la abertura, como por ejemplo, los pequeños herrajes que se encuentren sobre las uniones de la construcción que se hayan abierto debido a una deformación.

8.4.5 Deformación

Durante el ensayo se deberá registrar la deformación de una muestra de clase "A", "B" o "F" y, además, cuando se trate de una puerta, el desplazamiento máximo de cada esquina de la hoja de la puerta en relación con el marco. Estas deformaciones y desplazamientos se deberán medir con una precisión de ± 2 mm.

8.4.6 Comportamiento general

Durante el ensayo se deberán efectuar observaciones sobre el comportamiento general de la muestra y tomar notas relativas a fenómenos tales como el agrietamiento, fusión o reblandecimiento de los materiales y el astillamiento o carbonización, etc., de los materiales de construcción de la muestra. Si la cara no expuesta emite grandes cantidades de humo, deberá anotarse esta circunstancia en el informe. Sin embargo, el ensayo no tiene por finalidad determinar la posible importancia de los riesgos que presenten estos factores.

8.5 Duración del ensayo

8.5.1 Divisiones de clase "A"

Para todas las divisiones de clase "A", incluidas las que contengan puertas, el ensayo deberá durar 60 min como mínimo.

Cuando la muestra sea una división de clase "A" con núcleo estructural de acero sin perforación (por ejemplo, sin puerta) y provisto de aislamiento solamente en la cara expuesta (es decir, el núcleo estructural de acero está en la cara no expuesta de la construcción), se podrá dar por terminado el ensayo antes de 60 min, en cuanto se haya superado el límite del aumento de temperatura de la cara no expuesta.

8.5.2 Divisiones de clases "B" y "F"

Para todas las divisiones de clases "B" y "F", incluidas las que contengan puertas, el ensayo deberá durar 30 min como mínimo.

9 CRITERIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO

9.1 Aislamiento

9.1.1 Divisiones de clase "A", incluidas puertas de clase "A"

El aumento medio de temperatura de la cara no expuesta, calculado según se indica en 8.4.1, no deberá ser superior a 140°C, y el aumento de temperatura registrado por cualquiera de los termopares colocados en la cara no expuesta no deberá ser superior a 180°C durante los periodos que se indican a continuación para cada clase:

clase "A-60"	60 min
clase "A-30"	30 min
clase "A-15"	15 min
clase "A-0"	0 min

9.1.2 Divisiones de clases "B" y "F", incluidas las puertas de clases "B" y "F"

El aumento medio de temperatura de la cara no expuesta, calculado según se indica en 8.4.1, no será superior a 140°C, y el aumento de temperatura registrado por cualquiera de los termopares colocados en la cara no expuesta no será superior a 225°C durante los periodos que se indican a continuación para cada clase:

clase "B-30"	30 min
clase "B-15"	15 min
clase "B-0"	0 min
clase "F-30"	30 min
clase "F-15"	15 min
clase "F-0"	0 min

9.2 Integridad

Todas las divisiones de clases "A", "B" y "F", incluidas las puertas de clases "A", "B" y "F", deberán satisfacer los requisitos siguientes durante la duración mínima del ensayo correspondiente a cada clase (véase 8.5):

Llamas: no deberán aparecer llamas en la cara no expuesta.

Almohadilla de algodón: no se deberá producir ignición, es decir, llamas o incandescencia, cuando se aplique la almohadilla de algodón de conformidad con 8.4.3 o cuando se utilice como ayuda para determinar la existencia de llamas (véase 8.4.2).

Galgas: no se deberán poder introducir las galgas según se indica en 8.4.4 en ninguna abertura de la muestra.

9.3 Temperatura del núcleo estructural

En el caso de divisiones de aleación de aluminio que soporten carga, la temperatura media del núcleo estructural calculada mediante los termopares descritos en 7.6 no deberá aumentar más de 200°C por encima de su temperatura inicial en ningún momento del ensayo durante la duración mínima correspondiente a la clase de que se trate (véase 8.5). Cuando el núcleo estructural sea de un material distinto del acero o de una aleación de aluminio, la Administración deberá decidir qué aumento de temperatura no se deberá sobrepasar durante la duración del ensayo.

10 INFORME SOBRE EL ENSAYO

El informe sobre el ensayo deberá incluir toda la información de importancia relativa a la muestra y al ensayo de exposición al fuego, incluidos los puntos específicos siguientes:

- .1 Nombre del laboratorio de pruebas y fecha del ensayo.
- .2 Nombre de la persona que solicita el ensayo.
- .3 Nombre del fabricante de la muestra de ensayo y de los productos y componentes utilizados en su construcción, así como sus marcas de Identificación y nombres comerciales.
- .4 Detalles relativos a la construcción de la muestra de ensayo, incluidos la descripción, dibujos y principales detalles de los componentes. Se deberán facilitar todos los detalles indicados en la sección 2. La descripción y los dibujos que se incluyan en el informe sobre el ensayo deberán estar basados en la medida de lo posible en información obtenida mediante una inspección de la muestra de ensayo. Cuando en el informe no se incluyan dibujos completos y detallados, el laboratorio deberá refrendar el dibujo o dibujos de la muestra que facilite la persona que solicite el ensayo y conservar como mínimo una copia del dibujo o dibujos refrendados; en este caso, en el informe se deberá hacer referencia al dibujo o dibujos del solicitante, efectuándose una declaración en que se indique el método seguido para el refrendo de los mismos.
- .5 Todas las propiedades de los materiales utilizados que afecten a la resistencia al fuego de la muestra de ensayo, junto con las mediciones del espesor, la densidad y, cuando corresponda, el contenido de humedad y/o de aglutinante del material o de los materiales aislantes, efectuadas por el laboratorio de pruebas.
- .6 Una declaración de que el ensayo se ha llevado a cabo de conformidad con las prescripciones de la presente resolución de la OMI, y si se han introducido algunas variaciones en los procedimientos prescritos (incluido cualquier requisito especial de la Administración), una -declaración indicando claramente dichas variaciones.
- .7 El nombre del representante de la Administración presente durante el ensayo; cuando el ensayo no haya sido presenciado por un representante de la Administración, el informe deberá incluir una nota en este sentido que indique lo siguiente:

"Se notificó a ... (*nombre de la Administración*) del propósito de llevar a cabo el ensayo que se indica en el presente informe, pero no consideró necesario enviar un representante para presenciarlo."
- .8 Información sobre el emplazamiento de todos los termopares colocados en la muestra, junto con los datos tabulados obtenidos de cada termopar durante el ensayo. Asimismo se puede incluir una representación gráfica de los datos obtenidos. Se deberá incluir un dibujo que muestre claramente el emplazamiento de los diferentes termopares y los identifique en relación con los datos relativos a la temperatura/hora.
- .9 Cuando proceda, los aumentos medio y máximo de temperatura y el aumento medio de la temperatura del núcleo que se hayan registrado al finalizar el periodo correspondiente a los criterios sobre el comportamiento del aislamiento aplicables a la clasificación pertinente (véanse 9.1 y 9.3), o si se da por terminado el ensayo debido a que se han sobrepasado dichos criterios de aislamiento, la hora en que se sobrepasaron las temperaturas límite.
- .10 La deformación máxima de las muestras de ensayo de clases "A", "B" o "F" o la deformación máxima registrada en el centro de las puertas de clases "A", "B" o "F" y el desplazamiento máximo de cada esquina de la hoja de la puerta en relación con el marco.
- .11 Observaciones sobre las características de importancia del comportamiento de la muestra durante el ensayo y las fotografías de que se disponga.
- .12 La clasificación obtenida por la muestra de ensayo deberá indicarse en la forma de "Cubierta de clase A-60", es decir, incluyendo las condiciones de orientación de la división.

En el informe sobre el ensayo se deberán presentar los resultados del modo siguiente, incluyendo las condiciones sobre incombustibilidad, bajo el encabezamiento de "Clasificación".

Una cubierta construida según se indica en el presente informe puede considerarse como

Cubierta de clase A-60

de conformidad con la resolución A.754(18) de la OMI, si todos los materiales empleados en su construcción (excepto los adhesivos) son incombustibles.

La aprobación de dicha construcción sólo podrá obtenerse mediante una solicitud presentada ante la Administración apropiada."

(Continúa en la Tercera Sección)

TERCERA SECCION

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

(Viene de la Segunda Sección)

Apéndice

Ensayo de ventanas, válvulas de mariposa contraincendios y manguitos de paso para tuberías y para cables

INTRODUCCION

Este apéndice abarca el ensayo de ventanas, válvulas de mariposa contraincendios y manguitos de paso para tuberías y para cables, todos los cuales podrán ir incorporados en divisiones de clase "A".

Independientemente de que este apéndice esté escrito solamente para divisiones de clase "A", las prescripciones que en él figuran se podrán aplicar por analogía, cuando proceda, a los ensayos de ventanas, válvulas de mariposa contraincendios y manguitos de paso para tuberías y conductos y para cables incorporados en divisiones de clase "B".

El ensayo de estos accesorios y los informes correspondientes deberán ajustarse en general a las prescripciones establecidas en la resolución A.754(18) de la OMI. Cuando sea necesario aplicar interpretaciones, adaptaciones y/o prescripciones adicionales, éstas se especifican en el presente apéndice.

Dado que en las muestras de tamaño reducido no se producen las deformaciones que puede sufrir el núcleo estructural de acero durante los ensayos que se ajusten a los procedimientos que figuren en la presente resolución, todos los ensayos realizados con los accesorios a que se refiere el presente apéndice se deberán llevar a cabo con dichos accesorios instalados en núcleos estructurales de tamaño natural, según se especifica en la presente resolución.

A.I - VENTANAS

1 CUESTIONES GENERALES

Se entiende que el término ventana abarca a las ventanas propiamente dichas, a los portillos y a otras aberturas vidriadas que se instalen para dejar pasar la luz o a modo de mirillas en mamparos de clase "A". Las ventanas de las puertas de clase "A" se consideran como parte de la propia puerta y, por consiguiente, se deberán someter a ensayo con la puerta correspondiente.

El enfoque adoptado para ensayar las ventanas deberá ajustarse, siempre que sea pertinente y apropiado, a las prescripciones relativas al ensayo de las puertas de clase "A".

2 NATURALEZA DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

2.1 Dimensiones

El ensayo se deberá efectuar con una ventana del tamaño máximo (por lo que respecta a la anchura y altura) para el que se desea obtener la aprobación.

2.2 Proyecto

El mamparo que contenga la ventana deberá tener un aislamiento de clase A60 en la cara reforzada, que será la cara expuesta a las condiciones de calentamiento en el ensayo. Se estima que éste es el método más representativo de la forma en que van dispuestas las ventanas a bordo de los buques, no siendo necesariamente el más estricto. Pueden darse casos de aplicaciones especiales en que la Administración estime apropiado someter a ensayo las ventanas con el aislamiento del mamparo en la cara no expuesta del núcleo estructural, o en mamparos que no sean de clase A-60.

La ventana se deberá instalar en un mamparo como el indicado en la figura 1 de la presente resolución, a la altura a que se vaya a utilizar en la práctica. Cuando ésta se desconozca, la ventana deberá estar colocada de modo que el borde superior del marco se encuentre tan cerca como sea posible de la parte superior del mamparo, pero a una distancia no inferior a 300 mm.

3 INSTRUMENTOS

Cuando la Administración determine que una ventana debe tener una clasificación diferente a la de clase A-0, se deberán fijar termopares en el cristal de la ventana de un modo análogo al indicado para la hoja de una puerta. Además, se deberán instalar termopares en el marco de la ventana, a razón de uno en la mitad de cada borde del perímetro. Cuando las ventanas tengan travesaños y/o montantes, se deberán fijar cinco termopares en cada cristal de la ventana del modo indicado para la hoja de una puerta, y además de los termopares colocados en el marco de la ventana, un termopar en la mitad de cada elemento de los travesaños o montantes.

4 METODO DE ENSAYO

4.1 Temperatura

Para el cálculo del aumento medio de temperatura en la cara no expuesta, sólo se deberá utilizar los termopares que se hayan fijado en la superficie del cristal o cristales de la ventana.

4.2 Almohadillas de algodón y galgas

En el caso de ventanas que vayan a tener la clasificación A-0, el ensayo con almohadillas de algodón no es necesario para evaluar su integridad, ya que la radiación que atraviese el cristal de la ventana puede ser suficiente para provocar la ignición de la almohadilla de algodón. En este caso, las grietas o aberturas de las ventanas no deberán ser tales que permitan introducir galgas del modo indicado en el párrafo 8.4.4 de la presente recomendación. Habrá que utilizar la almohadilla de algodón para las ventanas que deban tener una clasificación distinta de A-0.

5 ENSAYO DE CHORRO DE MANGUERA

5.1 Cuestiones generales

Este procedimiento representa una prescripción optativa que pueden solicitar algunas administraciones para las ventanas utilizadas en zonas determinadas de un buque. Se someterá la ventana a los efectos de impacto, erosión y enfriamiento de un chorro de manguera.

5.2 Método de ensayo

El ensayo del chorro de manguera se deberá aplicar inmediatamente a la cara expuesta de la muestra antes de que haya transcurrido 1 ½ min como máximo de la terminación del periodo de calentamiento.

El chorro de agua se descargará mediante una manguera normal de incendios y a través de una lanza de 19 mm de tipo cónico con el interior liso y sin reborde en el orificio. El orificio de la lanza deberá encontrarse a 6 m del centro de la muestra y normal a su cara expuesta.

La presión de agua en la lanza deberá ser de 310 kPa, medida cuando esté saliendo el agua.

La duración de la aplicación del chorro de manguera sobre la superficie de la muestra deberá ser de 0,65 min por cada metro cuadrado de superficie expuesta de la muestra. El chorro se deberá dirigir en primer lugar hacia el centro y luego hacia todos los lugares de la cara expuesta, efectuándose despacio los cambios de dirección.

5.3 Criterios de comportamiento

Se considera que la muestra ha satisfecho los criterios del ensayo de chorro de manguera si no se producen aberturas durante la aplicación del chorro que permitan pasar agua a la cara no expuesta.

A.II - VALVULAS DE MARIPOSA CONTRA INCENDIOS

1 CUESTIONES GENERALES

Tal vez sea necesario perforar las divisiones de clase "A" para permitir el paso de conductos de ventilación, en cuyo caso habrá que tomar medidas para garantizar que no se reduce la eficacia de la división por lo que respecta a los criterios de integridad especificados en 9.2 de la presente resolución. También se deberán adoptar medidas para garantizar que si el incendio se inicia en un conducto de ventilación o pasa a su interior, dicho incendio no se propague a través de la división por, el interior del conducto.

Para satisfacer ambos requisitos, se instalarán en dicho interior válvulas de mariposa contra incendios o se fijarán a resaltes o tubos, los cuales deberán ir soldados al núcleo estructural y tener un aislamiento de una norma equivalente a la de dicha división.

2 NATURALEZA DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

2.1 Dimensiones

Los tamaños máximo y mínimo (por lo que respecta a su anchura y altura o al diámetro) de cada tipo de válvula de mariposa contra incendios cuya aprobación se desee, deberán ensayarse con una orientación tanto vertical como horizontal.

2.2 Proyecto

2.2.1 Un mamparo que contenga una válvula de mariposa deberá estar construido de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 2.1.1 de la recomendación y tener un aislamiento de clase A-60 en la cara reforzada, la cual deberá ser la cara no expuesta a las condiciones de calentamiento en el ensayo. Una cubierta que contenga una válvula de mariposa deberá estar construida de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 2.2.1 de la recomendación y tener un aislamiento de clase A-60 en la cara reforzada, la cual deberá ser la cara expuesta a las condiciones de calentamiento en el ensayo.

2.2.2 Las válvulas de mariposa contra incendios deberán hallarse incorporadas o fijadas a tubos o resaltes que irán soldados o empernados al núcleo estructural. Los tubos o resaltes que contengan válvulas de mariposa deberán tener una longitud de 900 mm (450 mm a cada lado del núcleo estructural) y el espesor siguiente:

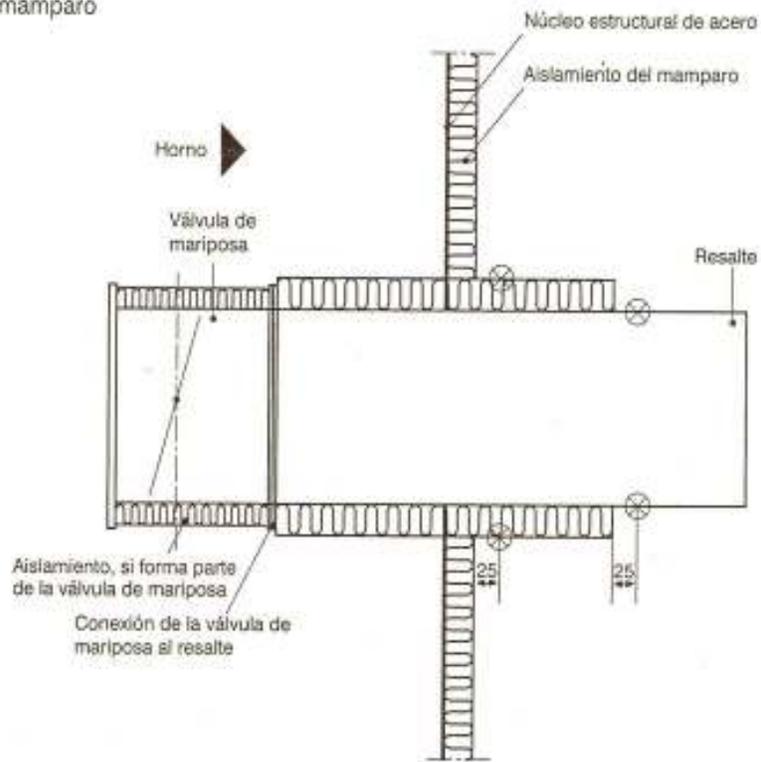
<i>Anchura* o diámetro del conducto</i>	<i>Espesor mínimo del tubo o resalte</i>
Menor o igual a 300 mm	3 mm
760 mm o mayor	5 mm

Si la anchura o el diámetro de los conductos es superior a 300 mm e inferior a 760 mm, el espesor del tubo o resalte se deberá calcular por interpolación.

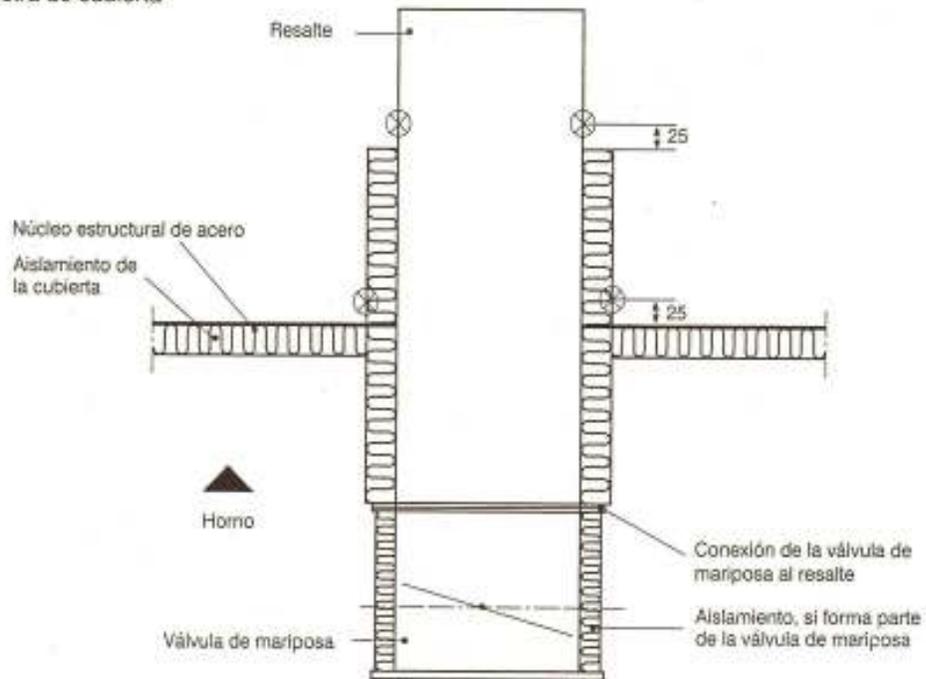
* Se entiende por anchura la mayor de las dos dimensiones de la sección transversal.

El tubo o resalte deberá estar aislado según se indica en la figura A1.

Muestra de mamparo



Muestra de cubierta



840298

Figura A1 - Válvulas de mariposa contraincendios: aislamiento de las muestras de ensayo y ubicación de los termopares en la cara no expuesta

2.2.3 Los tubos o resaltes (incluido el aislamiento) deberán estar colocados únicamente en la parte superior del mamparo a una distancia no inferior a 200 mm de los bordes de dicho mamparo o de la cubierta: Cuando se vayan a ensayar simultáneamente en una división más de una válvula contraincendios, la separación entre los tubos o resaltes contiguos (incluido el aislamiento) no deberá ser inferior a 200 mm. Cuando en un mamparo se incluya más de una válvula de mariposa, los bordes superiores de todas las válvulas deberán hallarse a la misma altura, siempre que sea *posible*.

2.2.4 Las válvulas de mariposa deberán estar situadas en la cara expuesta del mamparo o cubierta a una distancia de 225 mm como mínimo del núcleo estructural y con sus mandos de funcionamiento *situados* también en ese lado de la división.

2.2.5 Las válvulas de mariposa de funcionamiento automático deberán estar en la posición abierta al comenzar el ensayo.

3 INSTRUMENTOS

3.1 Ubicación de los termopares en la muestra de ensayo

En toda válvula mariposa contraincendios se deberán fijar dos termopares en la cara expuesta en cada uno de los lugares siguientes:

- en la superficie del aislamiento provisto para el tubo o resalte, a una distancia de 25 mm de la superficie no expuesta de la división;
- en la superficie del tubo o resalte, a una distancia de 25 mm del lugar en que el tubo o resalte sobresale de su aislamiento.

En las válvulas de mariposa contraincendios de los mamparos, en cada uno de los lugares indicados *supra*, se deberá fijar uno de los termopares sobre la superficie superior del tubo o resalte y el otro sobre la superficie inferior del tubo o resalte.

4 METODO DE ENSAYO

No siempre será posible utilizar la almohadilla de algodón para evaluar la integridad de una válvula de mariposa contraincendios, ya que la radiación que atraviese la válvula puede ser suficiente para provocar la ignición de dicha almohadilla de algodón. En este caso, las grietas o aberturas de las válvulas de mariposa contraincendios no deberán permitir que se puedan introducir las galgas del modo descrito en el párrafo 8.4.4 de la recomendación.

El comportamiento de las válvulas de mariposa contraincendios puede estar relacionado con su capacidad de satisfacer tanto los criterios de aislamiento como de integridad, o únicamente las prescripciones sobre integridad, dependiendo de los requisitos de la Administración.

A.III - MANGUITOS DE PASO PARA TUBERIAS Y CONDUCTOS

1 CUESTIONES GENERALES

Tal vez haya que practicar aberturas en las divisiones de clase "A" para permitir el paso de tuberías y conductos de servicio, en cuyo caso será necesario restablecer las características de aislamiento y/o integridad de la división en el lugar en que se haya efectuado la abertura.

Los requisitos de las Administraciones pueden diferir en cuanto a la necesidad de clasificar los manguitos de paso para tuberías y/o conductos, por ejemplo, en función del diámetro de las tuberías y de su fijación, directa o no, al núcleo estructural.

De aquí en adelante, en esta sección sólo se hace mención de manguitos de paso para tuberías, pero se deberá entender que es igualmente aplicable a los manguitos de paso para conductos.

2 NATURALEZA DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

2.1 Dimensiones

Los tamaños máximo y mínimo (por lo que respecta a la anchura y altura o al diámetro) de cada tipo de manguito de paso para tuberías cuya aprobación se desee, deberán ensayarse con una orientación tanto vertical como horizontal.

2.2 Proyecto

2.2.1 Un mamparo que contenga un manguito de paso para tuberías deberá estar construido de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 2.1.1 de la recomendación y tener un aislamiento de clase A-60 en la cara reforzada, la cual deberá ser la cara no expuesta a las condiciones de calentamiento en el ensayo. Una cubierta que contenga un manguito de paso para tuberías deberá estar construida de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 2.2.1 de la recomendación y tener un aislamiento de clase A-60 en la cara reforzada, la cual deberá ser la cara expuesta a las condiciones de calentamiento en el ensayo.

2.2.2 Los manguitos de paso para tuberías deberán estar colocados únicamente en la mitad superior del mamparo a una distancia no inferior a 200 mm de los bordes de dicho mamparo o de la cubierta. Cuando se vayan a ensayar simultáneamente en una división más de un manguito de paso para tuberías, la separación entre los manguitos contiguos no deberá ser inferior a 200 mm. Ambas medidas se deberán referir a la distancia a la parte más próxima del sistema de paso, incluido cualquier aislamiento que forme parte del mismo.

2.2.3 Toda tubería que atraviese un manguito de paso deberá sobresalir 500 ± 50 mm del lado expuesto y 500 ± 50 mm del lado no expuesto del manguito. El extremo expuesto de la tubería se deberá cubrir utilizando una metodología adecuada que garantice que cualquier penetración de llamas por la tubería no ocurra por su extremo antes de que tenga lugar a través de su perímetro expuesto.

2.2.4 Toda tubería deberá estar sujeta firmemente y fijada independientemente del mamparo o de la cubierta en la cara no expuesta de la muestra de ensayo, por ejemplo, mediante una estructura montada en el armazón de sujeción. La sujeción y fijación de la tubería deberán ser tales que impidan que se mueva durante el ensayo.

3 INSTRUMENTOS

3.1 Ubicación de los termopares en la muestra de ensayo

En cada manguito de paso de tuberías se deberán fijar dos termopares sobre la cara no expuesta en los lugares siguientes:

- en la superficie de la tubería, manteniendo una distancia de 25 mm desde el centro de los termopares hasta el lugar en que la tubería emerge del sello del manguito;
- en el manguito de paso de la tubería, manteniendo una distancia de 25 mm desde el centro de los termopares hasta la cara del aislamiento del lado no expuesto de la muestra de ensayo; y
- en la superficie de todo material de aislamiento o relleno utilizado entre la tubería y cualquier tubo o resalte fijado a la división (siempre que la separación entre la tubería y el tubo o resalte sea superior a 30 mm) o en la superficie de todo collarín o recubrimiento situado entre la tubería y la división (por ejemplo, una barrera anticondensación).

Por lo que respecta a los manguitos de paso para las tuberías de los mamparos, y en cada uno de los lugares indicados *supra*, se deberá fijar uno de los termopares directamente encima del centro de la tubería y el otro directamente debajo del centro de la misma.

Tal vez sea necesario instalar termopares adicionales, dependiendo de la complejidad del manguito de paso para tuberías.

4 CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

4.1 Cuestiones generales

El comportamiento de los manguitos de paso para tuberías puede estar determinado por su aptitud para satisfacer tanto los criterios de aislamiento como de integridad, o únicamente los de integridad, dependiendo de los requisitos establecidos por la Administración.

4.2 Aislamiento

Como el manguito de paso para tuberías constituye un punto débil de la división, deberá poder impedir que aumente la temperatura en cualquier punto de su superficie, que no exceda de más de 180 °C por encima de la temperatura inicial. El aumento medio de la temperatura carece de interés.

A.IV - MANGUITOS DE PASO PARA CABLES

1 CUESTIONES GENERALES

Tal vez haya que practicar aberturas en las divisiones de clase "A" para permitir el paso de cables, en cuyo caso será necesario restablecer las características de aislamiento y/o la integridad de la división en el lugar en que se haya practicado la abertura. Un manguito de paso para cables consiste en un armazón, caja o tubo de metal, un sistema o material de sellado y los cables, y puede estar totalmente aislado, parcialmente aislado o no llevar ningún aislamiento.

2 NATURALEZA DE LAS MUESTRAS DE ENSAYO

2.1 Dimensiones

Los tamaños máximo y mínimo (por lo que respecta a su altura y anchura) de cada tipo de manguito de paso para cables cuya aprobación se desee, deberán ensayarse con una orientación tanto vertical como horizontal.

2.2 Proyecto

2.2.1 Un mamparo que contenga un manguito de paso para cables deberá estar construido de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 2.1.1 de la recomendación y tener un aislamiento de clase A-60 en la cara reforzada, la cual deberá ser la cara no expuesta a las condiciones de calentamiento en el ensayo. Una cubierta que contenga un manguito de paso para cables deberá estar construida de conformidad con lo dispuesto en el párrafo 2.2.1 de la recomendación y tener un aislamiento de clase A-60 en la cara reforzada, la cual deberá ser la cara expuesta a las condiciones de calentamiento en el ensayo.

2.2.2 Los manguitos de paso para cables deberán estar colocados únicamente en la mitad superior del mamparo a una distancia no inferior a 200 mm de los bordes de dicho mamparo o de la cubierta. Cuando se vayan a ensayar simultáneamente en una división más de un manguito de paso para cables, la separación entre los manguitos contiguos no deberá ser inferior a 200 mm. Ambas medidas se deberán referir a la distancia a la parte más próxima del sistema de paso, incluido cualquier aislamiento que forme parte del mismo.

2.2.3 No obstante lo anterior, la separación entre los manguitos deberá ser suficiente para evitar que se afecten mutuamente durante el ensayo, si bien esta prescripción no será aplicable a los manguitos múltiples destinados a estar colocados de forma contigua.

2.2.4 Los cables deberán sobresalir 500 ± 50 mm del manguito en el lado expuesto de la división y 500 ± 50 mm en el lado no expuesto.

2.2.5 Los manguitos de paso deberán estar soldados o empernados al mamparo o a la cubierta. Los cables y los elementos o bloques de sellado deberán estar incorporados en los manguitos situados en los paneles del mamparo o de la cubierta en posición vertical y horizontal, respectivamente. Todo aislamiento se deberá aplicar a los paneles y manguitos con los paneles en la misma posición respectiva.

2.2.6 El (los) manguito(s) de paso se deberá(n) someter a ensayo con los diversos tipos de cables (por ejemplo, en cuanto se refiere a cantidad y tipo de conductores, tipo de revestimiento, tipo de material aislante y tamaño) y deberá(n) estar provisto(s) de un montaje representativo de la situación que pueda existir en la práctica a bordo de los buques. Una determinada Administración puede establecer su propia especificación acerca de la configuración "normal" de los manguitos de paso que vaya a utilizar como base para su aprobación.

Los resultados obtenidos durante el ensayo para una cierta configuración son generalmente válidos para los tipos de cable ensayados que tengan un tamaño igualo inferior a los utilizados en la prueba.

2.2.7 Los cables no deberán ocupar más del 40% del área de la sección transversal de cada manguito y la distancia entre cables adyacentes y entre los cables y el interior del manguito deberá ser la mínima admisible para el sistema de sellado que se utilice en el manguito.

3 INSTRUMENTOS

3.1 Ubicación de los termopares en la muestra de ensayo

En todo manguito de paso para cables sin aislamiento se deberán fijar termopares sobre la cara no expuesta en los lugares siguientes:

- en dos puntos de la superficie del perímetro exterior del armazón, caja o tubo, a una distancia de 25 mm de la superficie no expuesta de la división,
- en dos puntos del extremo del manguito, sobre la cara del sistema o material de sellado, a una distancia de 25 mm de un cable, y
- en la superficie de cada tipo de cable que vaya incorporado en el manguito de paso, a una distancia de 25 mm de la cara del sistema o material de sellado. Cuando se trate de un grupo o mazo de cables, se deberá considerar a dicho grupo como un cable único. En el caso de cables horizontales, los termopares deberán ir colocados sobre la superficie superior de los cables.

Por lo que respecta a los termopares situados en el perímetro exterior del armazón, caja o tubo, se deberá fijar un termopar en cada una de las dos caras opuestas, que en el caso de los mamparos serán las caras superior e inferior.

En cada manguito de paso que esté parcial o totalmente aislado se deberán fijar termopares en la cara no expuesta, en puntos análogos a los especificados para un manguito sin aislamiento, tal como se muestra en la figura A2.

Tal vez sea necesario instalar termopares adicionales, dependiendo de la complejidad del manguito de paso para cables.

Cuando se fijen los termopares a la superficie no expuesta de los cables, el disco de cobre y la almohadilla de aislamiento se deberán colocar sobre la superficie de modo que tengan un buen contacto con la superficie del cable. El disco de cobre y la almohadilla se deberán sujetar en su lugar utilizando medios mecánicos, por ejemplo, un alambre o abrazaderas de resorte, de modo que no se puedan soltar durante el ensayo. El medio de retención mecánico no deberá producir un efecto apreciable de disipación térmica hacia la cara no expuesta del termopar.

4 CRITERIOS DE COMPORTAMIENTO

4.1 Cuestiones generales

El comportamiento de los manguitos de paso para cables puede estar determinado por su aptitud para satisfacer tanto los criterios de aislamiento como de integridad, o únicamente los de integridad, dependiendo de los requisitos establecidos por la Administración.

4.2 Aislamiento

Como el manguito de paso para cables constituye un punto débil de la división, deberá poder impedir que aumente la temperatura en cualquier punto de su superficie que no exceda de 180°C por encima de la temperatura inicial. El aumento medio de la temperatura carece de interés.

**III
PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE
EXPOSICION AL FUEGO PERTINENTES**

Resolución A.800(19)
(aprobada el 23 de noviembre de 1995)

**DIRECTRICES REVISADAS PARA LA APROBACION DE SISTEMAS DE ROCIADORES EQUIVALENTES
A LOS ESPECIFICADOS
EN LA REGLA II-2/12 DEL CONVENIO SOLAS**

LA ASAMBLEA,

RECORDANDO el artículo 15 j) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata las funciones de la Asamblea por lo que respecta a las reglas y directrices relativas a la seguridad marítima,

TOMANDO NOTA de la importancia del buen funcionamiento y de la fiabilidad de los sistemas de rociadores aprobados en virtud de las disposiciones de la regla II-2/12 del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974,

DESEANDO mantenerse al corriente acerca de los adelantos tecnológicos de los rociadores y seguir mejorando la prevención de incendios a bordo de los buques,

HABIENDO EXAMINADO las recomendaciones hechas por el Comité de Seguridad Marítima en su 64^o periodo de sesiones,

1. APRUEBA las Directrices revisadas para la aprobación de sistemas de rociadores equivalentes a los especificados en la regla II-2/12 del Convenio SOLAS, que figuran en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a los Gobiernos a que apliquen dichas Directrices cuando aprueben sistemas de rociadores equivalentes;

3. PIDE al Comité de Seguridad Marítima que continúe examinando las presentes Directrices y las enmiende cuando sea necesario;

4. REVOCA la resolución A.755(18).

Anexo

**DIRECTRICES REVISADAS PARA LA APROBACION DE SISTEMAS DE ROCIADORES EQUIVALENTES
A LOS ESPECIFICADOS EN LA REGLA II-2/12 DEL CONVENIO SOLAS**

1 CUESTIONES GENERALES

Los sistemas de rociadores equivalentes tendrán las mismas características que se han considerado importantes en relación con el buen funcionamiento y la fiabilidad de los sistemas automáticos de rociadores aprobados de conformidad con lo dispuesto en la regla II-2/12 del Convenio SOLAS.

2 DEFINICIONES

2.1 Sistema anticongelante: sistema de rociadores de tuberías llenas que utiliza rociadores automáticos acoplados a un sistema de tuberías que contiene una solución anticongelante y que va conectado a un suministro de agua. La solución anticongelante se descarga, seguida por el agua, inmediatamente después de que se abran los rociadores por efecto del calor producido por un incendio.

2.2 Sistema de cortina de agua: sistema de rociadores que utiliza rociadores abiertos acoplados a un sistema de tuberías que va conectado a un suministro de agua a través de una válvula que se abre al entrar en acción un sistema de detección instalado en las mismas zonas que los rociadores. Cuando se abre dicha válvula, el agua pasa al sistema de tuberías para ser descargada a través de todos los rociadores acoplados a dicho sistema.

2.3 Sistema de tuberías vacías: sistema de rociadores que utiliza rociadores automáticos acoplados a un sistema de tuberías que contiene aire o nitrógeno a presión, que al ser liberado (debido, por ejemplo, a la apertura de un rociador) permite que la presión del agua abra una válvula denominada válvula de la tubería vacía. El agua pasa entonces al sistema de tuberías y sale por los rociadores abiertos.

2.4 Sistema de acción preliminar: sistema de rociadores que utiliza rociadores automáticos acoplados a un sistema de tuberías que contiene aire, sometido o no a presión, acompañado de un sistema de detección complementario instalado en las mismas zonas que los rociadores. La puesta en marcha del sistema de detección abre una válvula que permite al agua pasar al sistema de tuberías de los rociadores y ser descargada a través de cualquiera de éstos que esté abierto.

2.5 Agente extintor a base de agua: agua dulce o de mar que contiene o no aditivos destinados a mejorar la capacidad de extinción de incendios.

2.6 Sistema de tuberías llenas: sistema de rociadores que utiliza rociadores automáticos acoplados a un sistema de tuberías que contiene agua y que va conectado a un suministro de agua de manera que ésta se descargue inmediatamente al abrirse los rociadores por efecto del calor producido por un incendio.

3 PRESCRIPCIONES PRINCIPALES APLICABLES AL SISTEMA

3.1 El sistema entrará en acción automáticamente sin necesidad de que intervenga nadie para hacerlo funcionar.

3.2 El sistema podrá detectar el incendio y ponerse en marcha para contenerlo o sofocarlo mediante un agente extintor a base de agua.

3.3 El sistema de rociadores podrá descargar continuamente el agente extintor a base de agua durante un periodo mínimo de 30 min. Se proveerá un depósito de presión que cumpla las prescripciones funcionales estipuladas en la regla II-2/12.4.1 del Convenio SOLAS.

3.4 El sistema será del tipo de tuberías llenas, aunque pequeñas secciones no protegidas podrán ser del tipo de tuberías vacías, de acción preliminar, de cortina de agua, anticongelante o de cualquier otro tipo que sea satisfactorio a juicio de la Administración cuando sea necesario.

3.5 El sistema podrá *contener* o sofocar el incendio en condiciones muy diversas de carga de fuego, de instalación del combustible, de configuración del local y de ventilación.

3.6 El sistema y su equipo estarán proyectados de modo que puedan soportar los cambios de temperatura ambiente, las vibraciones, la humedad, los choques, los golpes, el ensuciamiento y la corrosión que se producen normalmente en los buques.

3.7 El sistema y sus componentes estarán proyectados e instalados de conformidad con normas internacionales aceptables por la Organización, y fabricados y sometidos a prueba de manera satisfactoria a juicio de la Administración, de conformidad con las prescripciones que figuran en los apéndices 1 y 2 de las presentes directrices.

3.8 El sistema estará provisto de una fuente de energía eléctrica principal y otra de emergencia.

3.9 El sistema estará provisto de medios duplicados para bombear o suministrar de otro modo un agente extintor a base de agua al sistema de rociadores.

3.10 El sistema estará dotado de una entrada de mar permanente y podrá funcionar continuamente utilizando agua de mar.

3.11 Las dimensiones del sistema de tuberías se determinarán de acuerdo con una técnica de cálculo hidráulico*.

3.12 Los rociadores estarán agrupados en secciones separadas. Ninguna sección de rociadores servirá para más de dos cubiertas de una zona vertical principal.

3.13 Cada sección de rociadores podrá quedar aislada mediante una sola válvula de cierre. La válvula de cierre de cada sección será fácilmente accesible y su ubicación se indicará de modo claro y permanente. Se dispondrán los medios necesarios para impedir el accionamiento de las válvulas de cierre por personas no autorizadas.

3.14 Las tuberías de rociadores no se utilizarán para ningún otro fin.

* En espera de que se elaboren normas internacionales aceptables por la Organización, se aplicarán las normas nacionales que estipule la Administración.

+ Cuando se utilice el método de "Hazen-Williams" se aplicarán para los distintos tipos de tuberías consideradas los valores del coeficiente de fricción "C" que se indican seguidamente:

<i>Tipo de tubería</i>	C
Acero dulce sin pulir o galvanizado	120
Cobre y aleaciones de cobre	150
Acero inoxidable	150
Plástico	150

3.15 Los componentes de suministro del sistema de rociadores estarán fuera de los espacios de categoría A para máquinas.

3.16 Se dispondrán medios para comprobar el funcionamiento automático del sistema a fin de garantizar la presión y el caudal requeridos.

3.17 Cada sección de rociadores contará con los medios necesarios para enviar señales de alarma visuales y acústicas a un puesto central de control con dotación permanente en menos de un minuto a partir del momento en que uno o más rociadores hayan comenzado a proyectar agua, así como con una válvula de retención, un manómetro y una conexión de prueba con dispositivo de desagüe.

3.18 En cada puesto central de control con dotación permanente habrá un plano del sistema de rociadores.

3.19 Se facilitarán al buque los planos de instalación y los manuales de funcionamiento, que estarán fácilmente disponibles a bordo. Se exhibirá una lista o plano que indique los espacios protegidos y el emplazamiento de las zonas con respecto a cada sección. También se dispondrá a bordo de instrucciones para el ensayo y mantenimiento del sistema.

3.20 Los rociadores tendrán las características de reacción rápida definidas en la norma ISO-6182-1.

3.21 En los espacios de alojamiento y de servicio, los rociadores tendrán una temperatura nominal comprendida entre 57°C y 79°C, pero en lugares tales como los cuartos de secado, en que cabe esperar una temperatura ambiente alta, se podrá aumentar dicha temperatura nominal en no más de 30°C por encima de la temperatura máxima del techo.

3.22 Las dimensiones de las bombas y demás componentes de suministro serán tales que puedan proporcionar el caudal requerido a la zona que necesite más agua, cuya extensión no será inferior a 280 m². Para su aplicación a un buque pequeño con una zona protegida de extensión total inferior a 280 m², la Administración podrá especificar cuál es la zona apropiada para determinar las dimensiones de las bombas y demás componentes de suministro.

Apéndice 1

Normas para la fabricación de los elementos de las boquillas de nebulización de agua

1 INTRODUCCION

1.1 El presente documento se refiere a las características mínimas de protección contra incendios y a las prescripciones de construcción y marcado, excluida la resistencia al fuego, de las boquillas de nebulización de agua.

1.2 Los números que aparecen entre corchetes en cada sección o subsección se refieren a la pertinente sección o párrafo de las normas para los sistemas automáticos de rociadores (Parte 1: Prescripciones y métodos de prueba de los rociadores, norma ISO 6182-1).

2 DEFINICIONES

2.1 *Factor de conductividad (C)*: es la medida de la conductancia entre el elemento sensible al calor de la boquilla y la guarnición, expresada en (m/s)^{0,5}.

2.2 *Presión de trabajo nominal*: es la presión máxima de servicio a la que está previsto que funcione un dispositivo hidráulico.

2.3 *Índice del tiempo de reacción (ITR)*: es la medida de la sensibilidad de la boquilla expresada mediante la fórmula $ITR = tu^{0,5}$, en la que t es la constante de tiempo del elemento termorreactor en segundos, y u es la velocidad del gas expresada en metros por segundo. ITR puede usarse junto con el factor de conductividad (C) para prever la reacción de una boquilla en caso de incendio, definida en términos de temperatura del gas y velocidad con respecto al tiempo. El ITR se mide en (m.s)^{0,5}.

2.4 *Orientación normal*: en el caso de boquillas con elementos termorreactores simétricos sostenidos por brazos de un armazón, la orientación normal es la del flujo de aire perpendicular tanto al eje de la entrada de la boquilla como al plano del armazón. En el caso de elementos termorreactores no simétricos, la orientación normal es la del flujo de aire perpendicular tanto al eje de entrada como al plano del armazón que produzca el tiempo de reacción más corto.

2.5 *Orientación más desfavorable*: es la orientación que produce el tiempo de reacción más largo con el eje de la entrada de la boquilla perpendicular a la corriente de aire.

3 CALIDAD HOMOGENEA DEL PRODUCTO

3.1 Será responsabilidad del fabricante implantar un programa de control de calidad con objeto de garantizar que la producción cumple las prescripciones de manera continua, del mismo modo que las muestras sometidas originalmente a pruebas.

3.2 La carga a la que se ajuste el elemento termostato en las boquillas automáticas será regulada y protegida por el fabricante de manera que no se pueda ajustar o sustituir una vez instaladas.

4 PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS BOQUILLAS DE NEBULIZACION DE AGUA

4.1 Dimensiones

Las boquillas tendrán una rosca nominal de entrada de 6 mm (¼ pulgadas) como mínimo o equivalente. Las dimensiones de todas las conexiones de rosca se ajustarán a las normas internacionales toda vez que éstas se apliquen. De no ser así, podrán usarse normas nacionales.

4.2 Temperaturas nominales de accionamiento [6.2]^{*}

4.2.1 Las temperaturas nominales de accionamiento de las boquillas automáticas de ampolla de vidrio serán las indicadas en el cuadro 1.

4.2.2 El fabricante especificará por adelantado las temperaturas nominales de accionamiento de las boquillas con elementos fusibles automáticos, que se verificarán de conformidad con lo estipulado en 4.3. Las temperaturas nominales de accionamiento estarán comprendidas entre los límites indicados en el cuadro 1.

4.2.3 La temperatura nominal de accionamiento que se marque en la boquilla será la determinada durante las pruebas de la boquilla, según lo estipulado en 5.6.1, teniendo en cuenta las especificaciones indicadas en 4.3.

Cuadro 1 - Temperatura nominal de accionamiento

Boquillas de ampolla de vidrio		Boquillas de elemento fusible	
Temperatura nominal de accionamiento (°C)	Código de color del líquido	Temperatura nominal de accionamiento (°C)	Código de color del armazón ¹
57	naranja	57 a 77	incolore
68	rojo	80 a 107	blanco
79	amarillo	121 a 149	azul
93 a 100	verde	163 a 191	rojo
121 a 141	azul	204 a 246	verde
163 a 182	malva	260 a 343	naranja
204 a 343	negro		

¹ No se exigirá en el caso de boquillas decorativas.

4.3 Temperaturas de funcionamiento (véase 5.6.1) [6.3]

Las boquillas automáticas empezarán a funcionar en el intervalo de temperaturas siguiente:

$$X \pm (0,035X + 0,62) ^\circ\text{C}$$

donde X es la temperatura nominal de accionamiento.

4.4 Flujo y distribución del agua

4.4.1 Constante de flujo (véase 5.10) [6.4.1]

* Las cifras entre corchetes remiten a la norma 6182-1 de la ISO.

4.4.1.1 La constante de flujo K para las boquillas viene dada por la fórmula:

$$K = \frac{Q}{p^{0,5}}$$

donde:

P es la presión en bares;

Q es la velocidad de flujo en litros por minuto.

4.4.1.2 El valor de la constante de flujo K publicado en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante se verificará usando el método de prueba indicado en el párrafo 5.10. El valor medio de la constante de flujo K estará comprendido en un margen de $\pm 5\%$ del valor indicado por el fabricante.

4.4.2 *Distribución del agua* (véase 5.11)

Las boquillas que han cumplido con las prescripciones relativas a la prueba de exposición al fuego se usarán con objeto de determinar las características de descarga efectiva de la boquilla cuando se sometan a prueba de conformidad con lo estipulado en 5.11.1. Estas características se publicarán en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante.

4.4.3 *Tamaño y velocidad de la gota de agua* (véase 5.11.2)

La distribución de los tamaños de la gota de agua y de su velocidad se determinará de conformidad con lo estipulado en 5.11.2 para cada proyecto de boquilla a las presiones máxima y mínima de funcionamiento, y a las velocidades máxima y mínima de circulación del aire (cuando se usen) como parte de la determinación de las características de descarga de las boquillas que han superado la prueba de exposición al fuego. Las mediciones se harán en dos lugares distintos:

- .1 de forma perpendicular al eje central de la boquilla, exactamente 1 m por debajo del orificio de descarga o del deflector, y
- .2 en forma radial hacia fuera del primer lugar a 0,5 ó 1 m de distancia, según el diagrama de distribución.

4.5 Funcionamiento (véase 5.5) [6.5]

4.5.1 Cuando se someta a prueba de conformidad con lo establecido en 5.5, la boquilla se abrirá y, 5 s como máximo después del accionamiento del elemento termorreactor, funcionará satisfactoriamente cumpliendo las prescripciones indicadas en 5.10. Todo atasco de los elementos accionados se desalojará 60 s como máximo después del accionamiento en el caso de elementos sensibles al calor normales y 10 s como máximo después del accionamiento en el caso de elementos termorreacciones de reacción rápida o especial, o la boquilla cumplirá las prescripciones estipuladas en 5.11.

4.5.2 Los componentes de descarga de la boquilla no sufrirán daños significativos como resultado de la prueba de funcionamiento especificada en 5.5 y tendrán el mismo margen constante de circulación y de tamaño y velocidad de la gota del 5% de los valores determinados previamente en virtud de lo estipulado de conformidad con 4.4.1 y 4.4.3.

4.6 Resistencia del cuerpo (véase 5.3) [6.6]

El cuerpo de la boquilla no sufrirá un alargamiento permanente de más del 0,2% entre los puntos que soportan la carga tras haber estado sometido a una carga igual al doble de la carga media de servicio determinada según el método descrito en 5.3.1.

4.7 Resistencia del elemento de accionamiento [6.7]

4.7.1 *Ampollas de vidrio* (véase 5.9.1)

El límite de tolerancia inferior para la resistencia de la ampolla será más del doble del límite de tolerancia superior para la carga de proyecto de la ampolla, sobre la base de cálculos con un grado de exactitud del 0,99 para el 99% de las muestras, según se indica en 5.9.1. Los cálculos se basarán en la distribución normal o de Gauss, excepto cuando se demuestre que otra distribución resulta más conveniente debido a factores de fabricación o proyecto.

4.7.2 *Elementos fusibles* (véase 5.9.2)

Los elementos fusibles sensibles al calor en la gama ordinaria de temperaturas se diseñarán de modo que:

- .1 soporten una carga de 15 veces su carga de proyecto correspondiente a la carga de servicio máxima indicada en 5.3.1 por un periodo de 100 horas; o
- .2 demuestren que son capaces de soportar la carga de proyecto.

4.8 Resistencia a las fugas y resistencia hidrostática (véase 5.4) [6.8]

4.8.1 Las boquillas no presentarán señal alguna de fuga cuando se sometan a las pruebas especificadas en 5.4.1.

4.8.2 Las boquillas no se romperán, ni empezarán a funcionar ni se accionará ninguna de sus partes cuando se sometan a las pruebas especificadas en 5.4.2.

4.9 Exposición al calor [6.9]

4.9.1 *Boquillas con ampolla de vidrio* (véase 5.7.1)

El elemento de la ampolla de vidrio no sufrirá daño alguno cuando se someta la boquilla a las pruebas especificadas en 5.7.1.

4.9.2 *Todas las boquillas sin revestimiento* (véase 5.7.2)

Las boquillas resistirán una exposición a una temperatura ambiente más alta sin presentar señales de debilitamiento o fallo cuando se las someta a las pruebas especificadas en 5.7.2.

4.9.3 *Boquillas con revestimiento* (véase 5.7.3)

Además de cumplir las prescripciones de 5.7.2 para un ejemplar sin revestimiento, las boquillas con revestimiento resistirán una exposición a temperaturas ambiente sin mostrar señales de debilitamiento o fallo del revestimiento, cuando se sometan a prueba según lo especificado en 5.7.3.

4.10 Choque térmico (véase 5.8) [6.10]

Las boquillas con ampolla de vidrio no sufrirán daños cuando se sometan a las pruebas especificadas en 5.8. El funcionamiento normal no se considera daño.

4.11 Corrosión [6.11]

4.11.1 *Tensocorrosión* (véase 5.12.1 y 5.12.2)

Las boquillas de latón, al ser sometidas a las pruebas especificadas en 5.12.1, no sufrirán fracturas que puedan afectar su capacidad de funcionar de la manera prevista y satisfacer otras prescripciones.

Las partes de acero inoxidable de las boquillas de nebulización de agua, al ser sometidas a las pruebas especificadas en 5.12.2, no sufrirán fracturas o roturas que afecten su capacidad de funcionar de la manera prevista y satisfacer otras prescripciones.

4.11.2 *Corrosión por dióxido de azufre* (véase 5.12.3)

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes al dióxido de azufre saturado con vapor de agua cuando se acondicionen de conformidad con lo estipulado en 5.12.3. Tras su exposición, cinco boquillas deberán funcionar cuando se sometan a prueba a su presión de circulación mínima (véase 4.5.1 y 4.5.2).

Las cinco boquillas restantes cumplirán con las prescripciones relativas al calentamiento dinámico prescritas en 4.14.2.

4.11.3 *Corrosión por niebla salina* (véase 5.12.4)

Las boquillas con y sin revestimiento serán resistentes a la niebla salina cuando se acondicionen de conformidad con lo estipulado en 5.12.4. Tras su exposición a la niebla salina, las muestras deberán cumplir las prescripciones relativas al calentamiento dinámico prescritas en 4.14.2.

4.11.4 *Exposición al aire húmedo* (véase 5.12.5)

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes a la exposición al aire húmedo y cumplirán las prescripciones estipuladas en 4.14.2 tras haber sido sometidas a prueba de conformidad con las prescripciones de 5.12.5.

4.12 Integridad de los revestimientos de las boquillas [6.12]

4.12.1 *Evaporación de la cera y el alquitrán usados para la protección de las boquillas contra la intemperie* (véase 5.13.1)

Las ceras y alquitranes usados para los revestimientos de boquillas no contendrán sustancias volátiles en cantidades que puedan causar contracción, endurecimiento, fisuración o descascarillamiento del revestimiento aplicado. La pérdida de masa no excederá el 5% de la de la muestra original cuando se la someta a la prueba prescrita en 5.13.1.

4.12.2 Resistencia a temperaturas bajas (véase 5.13.2)

Ninguno de los revestimientos usados en las boquillas se agrietará o descascarillará cuando sea sometido a bajas temperaturas según el método descrito en 5.13.2.

4.12.3 Resistencia a temperaturas altas (véase 4.9.3)

Las boquillas con revestimientos cumplirán las prescripciones estipuladas en 4.9.3.

4.13 Golpe de ariete (véase 5.15) [6.13]

Las boquillas no presentarán fugas cuando sean sometidas a aumentos bruscos de presión de 4 bares a cuatro veces la presión nominal, para las presiones de trabajo de hasta 100 bares, y a dos veces la presión nominal para las presiones superiores a 100 bares. No presentarán señal de daños mecánicos cuando se sometan a prueba de conformidad con lo estipulado en 5.15 y funcionarán dentro de los límites prescritos en 4.5.1 a la presión mínima de proyecto.

4.14 Calentamiento dinámico (véase 5.6.2) [6.14]

4.14.1 Las boquillas automáticas destinadas a ser instaladas en espacios que no sean de alojamiento o públicos cumplirán las prescripciones indicadas en la figura 1 por lo que respecta a los límites de ITR y de C. Las boquillas automáticas destinadas a ser instaladas en espacios de alojamiento o públicos cumplirán las prescripciones de reacción rápida indicadas en la figura 1 por lo que respecta a los límites de ITR y de C. Los valores máximos y mínimos de ITR para todos los puntos de datos calculados usando C para las boquillas de reacción rápida y normal, estarán comprendidos en la categoría oportuna que aparece en la figura 1. Las boquillas de reacción especial tendrán un valor de ITR medio, calculado usando e de entre 50 y 80, con ningún valor inferior a 40 ni superior a 100. Cuando se sometan a prueba con una desviación angular respecto de la orientación más desfavorable, tal como se describe en 5.6.2, el ITR no superará $600 (m.s)^{0.5}$ ó 250% del valor del ITR en la orientación normal, si éste es menor. La desviación angular será de 15° para la reacción normal, 20° para la reacción especial y 25° para la reacción rápida.

4.14.2 Tras haber sido sometidas a la prueba de corrosión descrita en 4.11.2, 4.11.3 y 4.11.4, las boquillas serán sometidas a prueba con la orientación normal que se describe en 5.6.2.1, con objeto de determinar el ITR posterior a la exposición. Ninguno de los valores del ITR posteriores a la exposición excederá los límites que aparecen en la figura 1 para la categoría pertinente. Además, el valor medio del ITR no excederá el 130% del valor medio posterior a la exposición. Todos los valores del ITR posteriores a la exposición se calcularán como se indica en 5.6.2.3, usando el factor de conductividad (C) anterior a la exposición.

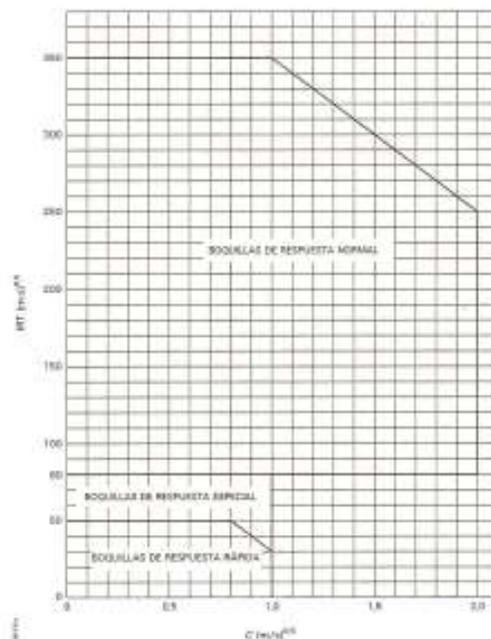
4.14.3

Figura 1 - Límites de ITR y de C para la orientación normal

4.15 Resistencia al calor (véase 5.14) [6.1.5]

Las boquillas abiertas serán lo suficientemente resistentes a altas temperaturas cuando se sometan a prueba de conformidad con 5.14. Tras su exposición, la boquilla no presentará:

- .1 roturas o deformaciones visibles;
- .2 un cambio en la constante de circulación K superior al 5%; y
- .3 ningún cambio en las características de descarga de la prueba de distribución de agua (véase 4.4.2) que exceda del 5%.

4.16 Resistencia a la vibración (véase 5.16) [6.16]

Las boquillas estarán en condiciones de resistir los efectos de las vibraciones sin menoscabo de sus características de rendimiento, cuando se sometan a prueba de conformidad con lo estipulado en 5.16. Tras la prueba de vibración indicada, las boquillas no presentarán señales de deterioro visibles y cumplirán las prescripciones estipuladas en 4.5 y 4.8.

4.17 Prueba de choque (véase 5.17) [6.17]

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes como para soportar los impactos asociados con la manipulación, transporte e instalación sin menoscabo de su funcionamiento o fiabilidad. La resistencia a los impactos se determinará de conformidad con lo estipulado en 5.17.

4.18 Descarga lateral (véase 5.18) [6.19]

Las boquillas no impedirán el funcionamiento de boquillas automáticas contiguas cuando se sometan a prueba de conformidad con lo estipulado en 5.18.

4.19 Resistencia a las fugas durante 30 días (véase 5.19) [6.20]

Las boquillas no presentarán fugas, no se distorsionarán o sufrirán otros daños de carácter mecánico cuando se sometan al doble de la presión nominal durante 30 días. Tras su exposición, las boquillas cumplirán las prescripciones de prueba estipuladas en 5.4.

4.20 Resistencia al vacío (véase 5.20) [6.21]

Las boquillas no presentarán señales de distorsión, daño mecánico o fugas tras haber sido sometidas a la prueba especificada en 5.20.

4.21 Pantalla contra el agua [6.22 and 6.23]**4.21.1 Generalidades**

Toda boquilla automática que se use en niveles intermedios o por debajo de rejillas abiertas estará provista de una pantalla contra el agua que cumpla lo dispuesto en 4.21.2 y 4.21.3.

4.21.2 Angulo de protección

Las pantallas contra el agua proporcionarán un "ángulo de protección" igual o inferior a 45° al elemento termorreactor contra el impacto directo del agua procedente de boquillas situadas a mayor altura que escurre de la pantalla.

4.21.3 Rotación (véase 5.21.2)

La rotación de la pantalla contra el agua no alterará la carga de servicio de la boquilla.

4.22 Obstrucción (véase 5.21) [6.28.3]

Las boquillas de nebulización de agua no presentarán señales de obstrucción durante 30 min de flujo continuo a la presión nominal de trabajo con agua que ha sido contaminada de conformidad con lo prescrito en 5.21.3. Tras esos 30 min, el caudal de agua a la presión nominal de la boquilla y del depurador o filtro estará comprendido entre $\pm 10\%$ del valor obtenido antes de llevar a cabo la prueba de obstrucción.

5 METODOS DE PRUEBA [7]**5.1 Generalidades**

Se llevarán a cabo las siguientes pruebas para cada tipo de boquilla. Antes de realizar las pruebas, se presentarán dibujos de las partes y del montaje, junto con las oportunas especificaciones (usando unidades SI). Las pruebas se llevarán a cabo a una temperatura ambiente de $20 \pm 5^\circ\text{C}$, a menos que se indiquen otras temperaturas.

5.2 Examen visual [7.2]

Antes de someterlas a prueba, las boquillas se examinarán visualmente para comprobar lo siguiente:

- .1 el marcado;
- .2 la conformidad de las boquillas con las especificaciones y dibujos del fabricante; y
- .3 los defectos obvios.

5.3 Prueba de resistencia del cuerpo [7.3]

5.3.1 La carga de proyecto se medirá en 10 boquillas automáticas mediante la instalación de cada boquilla, a temperatura ambiente, en una máquina de pruebas de tracción/compresión y aplicando una fuerza equivalente a la presión nominal de trabajo.

Se usará un indicador capaz de medir la deformación con un grado de exactitud de 0,01 mm con objeto de medir cualquier cambio de longitud de la boquilla entre los puntos que soportan la carga. Se evitará o se tendrá en cuenta el movimiento de la rosca de la espiga de la boquilla en la guía roscada de la máquina de pruebas.

A continuación se liberará la presión y carga hidráulica, y se retirará el elemento termorreactor usando un método apropiado. Cuando la boquilla se encuentre a la temperatura ambiente, se hará una segunda medición usando el indicador.

A continuación se aplicará una carga mecánica creciente en la boquilla a un régimen que no exceda de 500 N/min, hasta que la lectura del indicador en el punto que soporta carga inicialmente medido vuelve al valor inicial alcanzado con carga hidrostática. La carga mecánica necesaria para obtener este resultado se registrará como carga de servicio. Se calculará la carga media de servicio.

5.3.2 Progresivamente se incrementará la carga aplicada a un régimen que no exceda de 500 N/min en cada uno de las cinco muestras hasta aplicar el doble de la carga media de servicio. Se mantendrá esta carga durante 15 ± 5 s.

A continuación, se suspenderá la carga y se registrará cualquier alargamiento permanente tal como se define en 4.6.

5.4 Pruebas de resistencia a las fugas y de resistencia hidrostática (véase 4.8) [7.4]

5.4.1 Se someterán 20 boquillas a una presión hidráulica igual al doble de su presión nominal de trabajo, pero no menor que 34,5 bares. La presión se incrementará de 0 bar hasta la presión de prueba, manteniéndola al doble de la presión nominal de trabajo durante 3 min, y luego se reducirá hasta 0 bar. Una vez que la presión vuelva a 0 bar, se aumentará hasta la presión mínima de funcionamiento especificada por el fabricante, en no más de 5 s. Esta presión se mantendrá durante 15 s y luego se aumentará hasta alcanzar la presión nominal de trabajo, que se mantendrá durante 15 s.

5.4.2 Una vez efectuada la prueba indicada en 5.4.1, las 20 boquillas se someterán a una presión hidrostática interna de cuatro veces la presión nominal de trabajo. La presión se incrementará de 0 bar hasta cuatro veces la presión nominal de trabajo, manteniendo ese valor durante 1 min. La boquilla de prueba no se romperá, ni empezará a funcionar, ni se accionará ninguna de sus partes durante el aumento de presión ni mientras se la mantiene a cuatro veces la presión nominal de trabajo durante 1 min.

5.5 Prueba de funcionamiento (véase 4.5) [7.5]

5.5.1 Las boquillas cuya temperatura nominal de accionamiento sea inferior a 78°C se calentarán en un horno hasta alcanzar la temperatura de accionamiento. Mientras se calientan serán sometidas a una de las presiones hidráulicas especificadas en 5.5.2, que se aplicará en su orificio de entrada. Se aumentará la temperatura del horno hasta 400 ± 20 °C en 3 min, midiendo la temperatura muy cerca de la boquilla. Las boquillas cuya temperatura nominal de accionamiento sea superior a 78°C se calentarán usando una fuente térmica apropiada. El calentamiento continuará hasta que la boquilla se ponga en funcionamiento.

5.5.2 Se someterán ocho boquillas a prueba en cada una de las posiciones normales de montaje y a presiones equivalentes a la presión mínima de funcionamiento, la presión nominal de trabajo y la presión media de funcionamiento. La presión de flujo será como mínimo el 75% de la presión inicial de funcionamiento.

5.5.3 Si se produce un atasco en el mecanismo de accionamiento a cualquier presión de funcionamiento y posición de montaje, se someterán a prueba 24 boquillas adicionales en dicha posición de montaje y a la misma presión. El número total de boquillas en las que se produzca un atasco no excederá de una para las 32 boquillas sometidas a prueba a dicha presión y en dicha posición de montaje.

5.5.4 Se considera que ha tenido lugar un atasco cuando una o más de las partes accionadas se alojan en el montaje de descarga de modo que alteran la distribución del agua tras el tiempo indicado en 4.5.1.

5.5.5 Con objeto de comprobar la resistencia de la guarnición del deflector/orificio, se someterán a la prueba de funcionamiento tres boquillas, en cada posición normal de montaje, al 125% de la presión nominal de trabajo. Se hará que el agua fluya al 125% de la presión nominal de trabajo durante 15 min.

5.6 Características de funcionamiento del elemento termostato

5.6.1 Prueba de la temperatura de funcionamiento (véase 4.3) [7.6]

Se calentarán 10 boquillas a partir de la temperatura ambiente hasta 20 ó 22°C por debajo de su temperatura nominal de accionamiento. El régimen de incremento de la temperatura no excederá de 20°C/min y la temperatura final se mantendrá durante 10 min. La temperatura se incrementará a un régimen comprendido entre 0,4°C/min y 0,7°C/min hasta que la boquilla se ponga en funcionamiento.

La temperatura nominal de funcionamiento se determinará con un equipo cuyo grado de fiabilidad sea de $\pm 0,35\%$ de la temperatura nominal o de $\pm 0,25^\circ\text{C}$, si este valor es mayor.

La prueba se llevará a cabo en un baño de agua para las boquillas o las ampollas de vidrio individuales cuya temperatura nominal de accionamiento sea igual o inferior a 80°C. Se usará un aceite apropiado para los elementos de accionamiento que reaccionan a una temperatura mayor. El baño líquido se construirá de modo que la variación de temperatura en la zona de pruebas no exceda de 0,5% o de 0,5 °C, si este valor es mayor.

5.6.2 Prueba de calentamiento dinámico (véase 4.14)

5.6.2.1 Prueba de inmersión

Se llevarán a cabo pruebas con objeto de determinar las orientaciones normal y más desfavorable definidas en 2.4 y 2.5. Se llevarán a cabo 10 pruebas de inmersión adicionales para ambas orientaciones. La orientación más desfavorable será la definida en 4.14.1. ITR se calculará de la manera descrita en 5.6.2.3 y 5.6.2.4 por lo que respecta a cada orientación. Las pruebas de inmersión se llevarán a cabo usando una guarnición de boquilla de latón proyectada de manera que el aumento de la temperatura de la guarnición o del agua no exceda de 2°C durante cada prueba de inmersión hasta alcanzar un tiempo de reacción de 55 s. La temperatura se medirá mediante un termopar empotrado por calor en la guarnición en un radio no superior a 8 mm respecto del diámetro del pie de la rosca interior o por un termopar inmerso en el agua en el centro del orificio de entrada de la boquilla. Si el tiempo de reacción es superior a 55 s, la temperatura de la guarnición o del agua en grados Celsius no aumentará más de 0,036 veces el tiempo de reacción en segundos durante cada prueba de inmersión.

La boquilla sometida a prueba llevará una capa o una capa y media de cinta obturadora de politetrafluoroetileno sobre la rosca. Se atornillará a una guarnición con un par de 15 ± 3 Nm. Cada boquilla se montará en una tapa de la sección de prueba de un túnel y se mantendrá en una cámara de acondicionamiento con objeto de permitir que la boquilla y la tapa alcancen la temperatura ambiente durante un periodo no inferior a 30 min.

Antes de iniciar la prueba, se introducirán en el orificio de entrada de la boquilla 25 ml de agua por lo menos a la temperatura ambiente. Para medir el tiempo de reacción se utilizará un cronómetro con una precisión de $\pm 0,01$ s que tenga dispositivos apropiados para medir el lapso de tiempo entre la introducción de la boquilla en el túnel y el momento en que se pone en funcionamiento.

El flujo de aire y las condiciones^{*} de temperatura en la sección de prueba del túnel (donde está emplazada la boquilla) se escogerán entre la gama apropiada de condiciones que figura en el cuadro 2. Con objeto de reducir al mínimo el intercambio de radiación entre el elemento sensor y las paredes que limitan el flujo, la sección de prueba del aparato se proyectará de modo que limite los efectos de la radiación a $\pm 3\%$ de los valores de ITR calculados⁺.

* Las condiciones en el túnel se elegirán de manera que el error máximo previsto debido al equipo se limite al 3%.

⁺ Un método que se sugiere para determinar los efectos de la radiación es llevar a cabo pruebas de inmersión comparadas con una muestra metálica de prueba ennegrecida (de alta emisividad) y una muestra metálica pulida (de baja emisividad).

En el cuadro 2 figura la gama de condiciones de funcionamiento admisibles del túnel. Las condiciones de funcionamiento elegidas se mantendrán durante toda la prueba, con las tolerancias indicadas en las notas 1 y 2 del cuadro 2.

5.6.2.2 Determinación del factor (C) de conductividad [7.6.2.2]

El factor (C) de conductividad se determinará usando la prueba de inmersión prolongada (véase 5.6.2.2.1) o la prueba de exposición prolongada en rampa (véase 5.6.2.2.2).

5.6.2.2.1 Prueba de inmersión prolongada [7.6.2.2.1]

La prueba de inmersión prolongada es un proceso iterativo para determinar C y puede exigir hasta 20 muestras de boquillas. Se usará una muestra de boquilla para cada prueba descrita en esta sección, aun en el caso de que la muestra no funcione durante la prueba de inmersión prolongada.

La boquilla sometida a prueba llevará una capa o una capa y media de cinta obturadora de politetrafluoroetileno sobre la rosca. Se atornillará a una guarnición con un par de 15 ± 3 Nm. Cada boquilla se montará en una tapa de la sección de prueba de un túnel y se mantendrá en una cámara de acondicionamiento con objeto de permitir que la boquilla y la tapa alcancen la temperatura ambiente durante un periodo no inferior a 30 min. Antes de iniciar la prueba, se introducirán en el orificio de entrada de la boquilla 25 ml por lo menos de agua a la temperatura ambiente.

Para medir el tiempo de reacción se utilizará un cronómetro con una precisión de $\pm 0,01$ s que tenga dispositivos apropiados para medir el lapso de tiempo entre la introducción de la boquilla en el túnel y el momento en que se pone en funcionamiento.

La temperatura de la guarnición se mantendrá a $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante cada prueba. La velocidad del aire en la sección de prueba del túnel donde está emplazada la boquilla se mantendrá dentro de un margen de $\pm 2\%$ de la velocidad elegida. Se elegirá y mantendrá la temperatura del aire durante la realización de la prueba, de conformidad con lo indicado en el cuadro 3.

En el cuadro 3 figura la gama de condiciones admisibles de funcionamiento del túnel. La condición de funcionamiento elegida se mantendrá durante toda la prueba con las tolerancias señaladas en el cuadro 3.

Para determinar C, se introduce la boquilla en la corriente de prueba a diversas velocidades del aire durante un periodo máximo de 15 min*. Las velocidades se elegirán de modo que el accionamiento se produzca entre dos velocidades de prueba sucesivas. Es decir, se establecerán dos velocidades tales que a la velocidad menor (u_1) el accionamiento no se produzca en el intervalo de 15 min, mientras que a la siguiente velocidad más alta (U_H), se produzca el accionamiento dentro del límite de tiempo de 15 min. Si la boquilla no se pone en funcionamiento a la velocidad más alta, se elegirá una temperatura del aire indicada en el cuadro 3 como temperatura más alta siguiente.

Cuadro 2 - Condiciones de la prueba de inmersión en un horno

Temperatura normal (°C)	Gama de temperaturas del aire ¹			Gama de velocidades ²		
	Reacción normal (°C)	Reacción especial (°C)	Reacción rápida (°C)	Reacción normal (m/s)	Reacción especial (m/s)	Boquilla de reacción rápida (m/s)
57 a 77	191 a 203	129 a 141	129 a 141	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
79 a 107	282 a 300	191 a 203	191 a 203	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
121 a 149	382 a 432	282 a 300	282 a 300	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
163 a 191	382 a 432	382 a 432	382 a 432	3,4 a 3,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85

¹ La temperatura del aire elegida se conocerá y mantendrá constante en la sección de prueba durante toda la prueba con un grado de exactitud de $\pm 1^\circ\text{C}$ para las temperaturas del aire comprendidas entre 129° y 141°C en la sección de prueba y de $\pm 2^\circ\text{C}$ para todas las otras temperaturas del aire.

² La velocidad del aire elegida se conocerá y mantendrá constante durante toda la prueba con un grado de exactitud de $\pm 0,03$ m/s para las velocidades comprendidas entre 1,65 y 1,85 y entre 2,4 y 2,6 m/s y de $\pm 0,04$ m/s para las velocidades comprendidas entre 3,4 y 3,6 m/s

* Si se determina que el valor de C es inferior a 0,5 (m.s)^{0,5}, se supondrá que el valor de C es 0,25 (m.s)^{0,5} para calcular el valor de ITR.

Cuadro 3 - Condiciones de la prueba de inmersión en un horno para la determinación de la conductividad

Temperatura nominal de la boquilla (°C)	Temperatura del horno (°C)	Variación máxima de la temperatura del aire durante la prueba (°C)
57	85 a 91	±1,0
58 a 77	124 a 130	±1,5
78 a 107	193 a 201	±3,0
121 a 149	287 a 295	±4,5
163 a 191	402 a 412	±6,0

Al seleccionar las velocidades de prueba habrá que cerciorarse de que:

$$(u_H/u_L)^{0,5} \leq 1,1$$

El valor de prueba de C es el promedio de los valores calculados para las dos velocidades usando la siguiente ecuación:

$$C = (\Delta T_g / \Delta T_{ea} - 1) u^{0,5}$$

donde:

ΔT_g = temperatura real del gas (aire) menos la temperatura de la garnición (T_m), en °C;

ΔT_{ea} = temperatura media de funcionamiento del baño líquido menos la temperatura de la garnición (T_m), en °C;

u = velocidad real del aire en la sección de prueba, en m/s,

El valor de C para la boquilla se determina repitiendo tres veces el procedimiento entre paréntesis y calculando el promedio numérico de los tres valores de C. El valor de C para la boquilla se usa para calcular todos los valores de ITR con la orientación normal para determinar el cumplimiento de lo prescrito en 4.14.1.

5.6.2.2.2 Prueba de exposición prolongada en rampa [7.6.2.2.2]

La prueba de exposición prolongada en rampa usada para determinar el parámetro C se llevará a cabo en la sección de prueba de un túnel de viento cumpliendo los requisitos de temperatura de la garnición de la boquilla descritos en la prueba de calentamiento dinámico. No es necesario acondicionar previamente la boquilla.

Se someterán a prueba 10 muestras de cada tipo de boquilla, todas ellas con la orientación normal. La boquilla se introducirá en una corriente de aire cuya velocidad constante será de 1 m/s ± 10% y cuya temperatura será igual a la temperatura nominal de la boquilla al comienzo de la prueba.

La temperatura del aire se aumentará a razón de 1 ± 0,25 °C/min hasta que se ponga en funcionamiento la boquilla. La temperatura del aire, la velocidad y la temperatura de la garnición se controlarán desde que se empiece a aumentar la temperatura y se medirán y registrarán en el momento en que empiece a funcionar la boquilla. El valor de C determinará usando la misma ecuación que se indica en el párrafo 5.6.2.2.1 como el promedio de los 10 valores de prueba.

5.6.2.3 Cálculo del valor de ITR [7.6.2.3]

La ecuación usada para determinar el valor de ITR es la siguiente:

$$ITR = \frac{-t_r (u)^{0,5} (1 + C/(u)^{0,5})}{\ln[1 - \Delta T_{ea} (1 + C/(u)^{0,5}) / \Delta T_g]}$$

donde:

t_r = tiempo de reacción de las boquillas, en segundos;

u = velocidad real del aire en la sección de prueba del túnel, en m/s, tomada del cuadro 2;

ΔT_{ea} = temperatura media de accionamiento de la boquilla menos la temperatura ambiente, en °C;

ΔT_g = temperatura del aire en la sección de prueba menos la temperatura ambiente, en °C;

C = factor de conductividad determinado de conformidad a lo prescrito en el 5.6.2.2.

5.6.2.4 Determinación de ITR con la orientación más desfavorable

La ecuación usada para calcular ITR con la orientación más desfavorable es la siguiente:

$$ITR_{md} = \frac{-t_{r-md}(u)^{0.5} [1 + C(ITR_{md} / ITR) / (u)^{0.5}]}{\ln\{1 - \Delta T_{ea} [1 + C(ITR_{md} / ITR) / (u)^{0.5}] / \Delta T_g\}}$$

donde:

t_{r-md} = tiempo de reacción de las boquillas en segundos, con la orientación más desfavorable.

Todas las variables se conocen en esta etapa gracias a la ecuación que figura en el párrafo 5.6.2.3, excepto ITR_{md} (índice del tiempo de reacción con la orientación más desfavorable), que puede resolverse de forma iterativa mediante la ecuación que figura en el párrafo anterior. .

En el caso de las boquillas de reacción rápida, si no puede obtenerse la solución para ITR con la orientación más desfavorable, se repetirá la prueba de inmersión con la orientación más desfavorable usando las condiciones de la prueba de inmersión que figuran en el cuadro 2 bajo el epígrafe "Reacción especial".

5.7 Pruebas de exposición al calor [7.7]**5.7.1 Boquillas con ampolla de vidrio (véase 4.9.1)**

Las boquillas con ampolla de vidrio cuya temperatura nominal de accionamiento es igual o inferior a 80 °C se calentarán en un baño de agua a partir de una temperatura de 20±5 °C hasta 20 ± 2 °C por debajo de su temperatura nominal de accionamiento. La tasa de incremento de temperatura no excederá de 20°C/min. Se usará aceite a alta temperatura, como aceite de silicona, para los elementos de accionamiento que reaccionan a temperaturas mayores.

Esa temperatura se aumentará a continuación a razón de 1 °C/min hasta la temperatura a la que se disuelve la burbuja de gas, o una temperatura 5 °C por debajo de la temperatura nominal de funcionamiento, si ésta es inferior. Se sacará la boquilla del baño líquido y se enfriará en el aire hasta que se vuelva a formar la burbuja de gas. Durante el periodo de enfriamiento, el extremo más fino de la ampolla de vidrio (extremo sellado) apuntará hacia abajo. Esta prueba se realizará cuatro veces para cada una de las cuatro boquillas.

5.7.2 Boquillas sin revestimiento (véase 4.9.2) [7.7.2]

Se expondrán 12 boquillas sin revestimiento durante un periodo de 90 días a una temperatura ambiente alta que sea 11 °C inferior a la temperatura nominal o a la que aparece en el cuadro 4, si ésta es inferior, pero no inferior a 49 °C. Si la carga de servicio depende de la presión de servicio, se someterán a prueba las boquillas a la presión nominal de trabajo. Tras dicha exposición, cuatro de las boquillas se someterán a las pruebas especificadas en 5.4.1, otras cuatro a la señalada en 5.5.1, dos a la presión mínima de accionamiento y dos a la presión nominal de trabajo, y otras cuatro a las pruebas prescritas en 4.3. Si las boquillas no cumplen los requisitos aplicables de una de las pruebas, se someterán a prueba otras ocho boquillas de la forma anteriormente descrita y se someterán también a la prueba que ha resultado infructuosa. Las ocho boquillas deberán cumplir los requisitos de la prueba.

5.7.3 Boquillas con revestimiento (véase 4.9.3) [7.7.3]

Además de la prueba de exposición señalada en 5.7.2 efectuada con un ejemplar sin revestimiento, 12 boquillas con revestimiento serán sometidas a la prueba especificada en dicho párrafo, usando las temperaturas que figuran en el cuadro 4 para las boquillas con revestimiento.

La prueba se realizará durante 90 días. Durante este periodo, la muestra se sacará del horno a intervalos de aproximadamente 7 días y se dejará enfriar de 2 a 4 horas. Durante este periodo de enfriamiento, se examinarán las muestras. Tras la exposición, cuatro de las boquillas se someterán a las pruebas especificadas en 5.4.1, otras cuatro a la indicada en 5.5.1, dos de ellas a la presión mínima de funcionamiento y las otras dos a la presión nominal de trabajo, y otras cuatro boquillas serán sometidas a los requisitos señalados en 4.3.

Cuadro 4 - Temperaturas de prueba para boquillas con y sin revestimiento

Valores en °C		
Temperatura nominal de accionamiento	Temperatura de prueba de las boquillas con revestimiento	Temperatura de prueba de las boquillas sin revestimiento
57 a 60	49	49
61 a 77	52	49
78 a 107	79	66

108 a 149	121	107
150 a 191	149	149
192 a 246	191	191
247 a 302	246	246
303 a 343	302	302

5.8 Prueba de choque térmico para las boquillas con ampolla de vidrio (véase 4.10) [7.8]

Antes de iniciar la prueba, se acondicionarán por lo menos 24 boquillas a una temperatura ambiente de 20 °C a 25 °C como mínimo, durante 30 min.

Las boquillas se sumergirán en un baño líquido, cuya temperatura estará a 10 ± 2 °C por debajo de la temperatura nominal de accionamiento de las boquillas. Tras 5 min, se retirarán las boquillas del baño y se sumergirán inmediatamente en otro baño líquido, con el sello de la ampolla hacia abajo, a una temperatura de 10 ± 1 °C. A continuación se someterán las boquillas a la prueba especificada en 5.5.1.

5.9 Pruebas de resistencia de los elementos de accionamiento [7.9]

5.9.1 Ampollas de vidrio (véase 4.7.1) [7.9.1]

Se colocarán en un dispositivo de pruebas por lo menos 15 muestras de ampollas de la temperatura nominal más baja para cada tipo de ampolla, usándose las piezas de montaje de los rociadores. Cada ampolla se someterá en la máquina de pruebas a una fuerza que aumentará de manera uniforme a razón de 250 N/s como máximo, hasta que la ampolla se rompa.

Cada prueba se llevará a cabo sujetando la ampolla con nuevas piezas de montaje. El dispositivo de montaje podrá reforzarse exteriormente para impedir que se desprenda, pero de manera que no interfiera con la rotura de la ampolla.

Se registrará la carga de rotura de cada ampolla. Se calculará el límite de tolerancia inferior (LT1) para la resistencia de la ampolla. Usando los valores de la carga de servicio que figura en 5.3.1, se calculará el límite de tolerancia superior (LT2) para la carga de proyecto de la ampolla. Se verificará el cumplimiento de los requisitos de 4.7.1.

5.9.2 Elementos fusibles (véase 4.7.2)

5.10 Prueba del caudal de agua (véase 4.4.1) [7.10]

Se montarán la boquilla y un manómetro en una tubería de suministro. El caudal de agua se medirá a presiones que varíen de la presión mínima de funcionamiento a la presión nominal de trabajo, a intervalos de aproximadamente 10% de la gama de presiones de servicio, en dos boquillas de muestra. En una serie de pruebas, la presión se aumentará de cero hasta cada valor y en la serie siguiente se reducirá la presión partiendo de la presión nominal hasta cada valor. Se calculará la constante de flujo K sacando la media de cada serie de lecturas, es decir, para la presión creciente y para la presión decreciente. Durante la prueba, se corregirán las presiones teniendo en cuenta la diferencia de altura entre el manómetro y el orificio de salida de la boquilla.

5.11 Pruebas de distribución del agua y tamaño de la gota

5.11.1 Distribución del agua (véase 4.4.2)

Las pruebas se llevarán a cabo en una cámara de pruebas cuyas dimensiones mínimas serán de 7 m x 7 m o el 300% de la zona máxima de proyecto sometida a prueba, si este valor es mayor. En el caso de las boquillas automáticas normales, se instalará una sola boquilla abierta y luego se instalarán cuatro boquillas del mismo tipo formando un cuadrado, a la distancia máxima especificada por el fabricante, en tuberías preparadas a este fin. Por lo que respecta a las boquillas de tipo piloto, se instalará una boquilla y a continuación el número máximo de boquillas subsidiarias a la distancia máxima especificada en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante.

La distancia entre el cielo raso y la placa de distribución será de 50 mm para las boquillas rectas y de 275 mm para las boquillas suspendidas. Por lo que respecta a las boquillas sin placa de distribución las distancias se medirán desde el cielo raso hasta el orificio de salida de la boquilla más alta.

Las boquillas empotradas, rasas o escondidas se montarán en un cielo raso falso de 6 m x 6 m como mínimo y se distribuirán simétricamente en la cámara de pruebas. Las boquillas se instalarán directamente en las tuberías horizontales mediante empalmes en "T" o de codo.

Se recogerá la descarga de agua y se medirá su distribución en las zonas protegidas por una sola boquilla y por las boquillas múltiples mediante contenedores cuadrados de medición, cuyas dimensiones nominales serán de 300 mm de lado. La distancia entre las boquillas y el borde superior de los contenedores de medición será la máxima especificada por el fabricante. Los contenedores de medición se colocarán en el centro, debajo de la boquilla única y debajo de las boquillas múltiples.

Las boquillas descargarán tanto a la presión mínima de funcionamiento y a la presión nominal de trabajo especificadas por el fabricante como a las alturas mínima y máxima de instalación especificadas por éste.

El agua se recogerá por lo menos durante 10 min con objeto de determinar las características de funcionamiento de las boquillas.

5.11.2 Tamaño de la gota de agua (véase 4.4.3)

El valor medio del diámetro, la velocidad, la distribución de las gotas por tamaño, su densidad y el flujo volumétrico se determinarán para los caudales máximo y mínimo especificados por el fabricante. Una vez recogida la información, se usará el "Método normalizado para determinar los criterios y el procesamiento de los datos relativos al análisis del tamaño de las gotas de líquido" (ASTM E79992) con objeto de determinar el tamaño de muestra apropiado, los diámetros correspondientes a las clases de tamaño, los tamaños característicos de gota y la dispersión medida de la distribución de las gotas. Esta información se recogerá en diversos puntos de la zona de aspersión, como se describe en 4.4.3.

5.12 Pruebas de corrosión [7.12]

5.12.1 Prueba de tensocorrosión de las partes de latón de las boquillas (véase 4.11.1)

Se someterán cinco boquillas a la siguiente prueba con solución acuosa amoniacal. El orificio de entrada de cada boquilla se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

Las muestras se desengrasarán y se expondrán durante 10 días a una mezcla húmeda de aire y amoníaco en un contenedor de vidrio de un volumen igual a $0,02 \pm 0,01 \text{ m}^3$.

En el fondo del contenedor se mantendrá una solución acuosa amoniacal de una densidad de $0,94 \text{ g/cm}^3$, a 40 mm aproximadamente de la base de las muestras. Un volumen de solución acuosa amoniacal correspondiente a $0,01 \text{ ml/cm}^3$ del volumen del contenedor dará aproximadamente las siguientes concentraciones atmosféricas: 35% de amoníaco, 5% de vapor de agua y 60% de aire. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

La mezcla húmeda de amoníaco y aire se mantendrá lo más cerca posible de la presión atmosférica, y la temperatura se mantendrá a $34 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Se dispondrán los medios para que la cámara respire a través de un tubo capilar con objeto de evitar un aumento de presión. Las muestras estarán protegidas contra el goteo resultante de la condensación.

Tras la exposición, las boquillas se enjuagarán y secarán y se examinarán cuidadosamente. En caso de observarse fisuras, exfoliación o fallo de alguna de las partes funcionales, se someterá(n) la(s) boquilla(s) a una prueba de resistencia a las fugas a la presión nominal durante 1 min y a la prueba de funcionamiento a la presión mínima de flujo (véase 4.5.1).

Las boquillas en las que se haya producido fisuración, exfoliación o fallo de cualquiera de las partes no funcionales no deberán presentar señales de separación de las partes permanentemente unidas cuando se las someta a un flujo de agua a la presión nominal de trabajo durante 30 min.

5.12.2 Fisuración por tensocorrosión de las partes de acero inoxidable de las boquillas (véase 4.11.1)

5.12.2.1 Se expondrán a una solución de cloruro de magnesio cinco muestras previamente desengrasadas.

5.12.2.2 Las partes que se usan en las boquillas se colocarán en un frasco de 500 ml provisto de un termómetro y de un condensador húmedo, de aproximadamente 760 mm de longitud. Se llenará el frasco aproximadamente hasta la mitad con una solución de cloruro de magnesio al 42% en peso, colocándolo en una camisa calentadora eléctrica controlada por termostato y se mantendrá a una temperatura de ebullición de $150 \pm 1 \text{ }^\circ\text{C}$. Las partes estarán sueltas, es decir, no formarán parte de un ensamblaje de boquilla. La exposición se hará durante 500 horas.

5.12.2.3 Una vez finalizado el periodo de exposición las muestras de prueba deberán retirarse de la solución de cloruro de magnesio en ebullición y se enjuagarán en agua desionizada.

5.12.2.4 A continuación se examinarán las muestras de prueba usando un microscopio de 25 aumentos para detectar toda fisuración, exfoliación, o degradación resultante de la prueba. Las muestras en que sea aparente alguna degradación serán sometidas a las pruebas descritas en 5.12.2.5 ó 5.12.2.6, según sea oportuno. Las muestras de prueba en que no sea visible degradación alguna se considerarán aceptables y no serán sometidas a otras pruebas.

5.12.2.5 Las partes funcionales en que sea aparente alguna degradación serán sometidas a las siguientes pruebas. Cinco conjuntos nuevos de partes se montarán en armazones de boquilla construidos con materiales que no alteren los efectos corrosivos de la solución de cloruro de magnesio sobre las partes de acero inoxidable. Estas muestras de prueba se desengrasarán y expondrán a la solución de cloruro de magnesio que se especifica en 5.12.2.2. Una vez finalizada la exposición, las muestras de prueba serán sometidas a una prueba de presión hidrostática igual a la presión nominal de trabajo durante 1 min, tras la cual no deberán presentar fugas, y a continuación serán sometidas a la prueba de funcionamiento, a la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con 5.5.1.

5.12.2.6 Las partes no funcionales en que sea aparente alguna degradación serán sometidas a las siguientes pruebas. Cinco conjuntos nuevos de partes se montarán en armazones de boquilla construidos con materiales que no alteren los efectos corrosivos de la solución de cloruro de magnesio sobre las partes de acero inoxidable. Estas muestras de prueba se desengrasarán y se expondrán a la solución de cloruro de magnesio que se especifica en 5.12.2.1. Una vez finalizada la exposición, las muestras de prueba serán sometidas a una presión de flujo igual a la presión nominal de trabajo durante 30 min, sin que se separe ninguna pieza permanentemente unida.

5.12.3 *Prueba de corrosión por dióxido de azufre* (véase 4.11.2 y 4.14.2)

Se someterán 10 boquillas a la siguiente prueba de corrosión por dióxido de azufre. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo de plástico.

El equipo de prueba consistirá en un recipiente de 5 l (se podrá usar otro recipiente con capacidad de hasta 15 l, en cuyo caso se aumentará proporcionalmente la cantidad de sustancias químicas que se indica a continuación) de vidrio termorresistente, con una tapa resistente a la corrosión cuya forma impida el goteo resultante de la condensación sobre las boquillas. El recipiente se calentará eléctricamente por la base, y tendrá un serpentín de enfriamiento alrededor de las paredes. Un sensor de temperatura colocado en el centro del recipiente a 160 ± 20 mm del fondo regulará el calor de modo que la temperatura en el interior del recipiente de vidrio sea de 45 ± 3 °C. Durante la prueba, el agua fluirá por el serpentín de enfriamiento con un caudal suficiente para mantener la temperatura del agua a la salida por debajo de los 30 °C. Esta combinación de calentamiento y enfriamiento fomentará la condensación en la superficie de las boquillas. Las boquillas de muestra estarán protegidas contra el goteo resultante de la condensación.

Las boquillas sometidas a prueba se suspenderán en su posición normal de montaje debajo de la tapa dentro del recipiente y se someterán a una atmósfera corrosiva de dióxido de azufre durante ocho días. La atmósfera corrosiva se obtendrá introduciendo una solución de 20 g de cristales de tiosulfato sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$) en 500 ml de agua.

Durante seis días como mínimo del periodo de exposición de ocho días, se agregarán a un régimen constante 20 ml de ácido sulfúrico diluido, consistente en 156 ml de H_2SO_4 normal (0,5 mol/l) diluido en 844 ml de agua. Tras ocho días, se retirarán las boquillas del recipiente y se secarán de cuatro a siete días a una temperatura que no exceda de 35 °C y con una humedad relativa inferior al 70%.

Tras el periodo de secado, se someterán cinco boquillas a una prueba de funcionamiento a la presión mínima de funcionamiento de conformidad con 5.5.1 y otras cinco boquillas se someterán a la prueba de calentamiento dinámico de conformidad con 4.14.2.

5.12.4 *Prueba de corrosión por niebla salina* (véase 4.11.3 y 4.14.2) [7.12.3]

5.12.4.1 Boquillas para atmósferas normales

Durante la exposición a la corrosión, el orificio roscado de entrada se obturará con una tapa de plástico una vez que las boquillas se hayan llenado con agua desionizada. La solución salina será una solución de cloruro de sodio en agua destilada al 20% en masa. El pH estará comprendido entre 6,5 y 3,2 y la densidad entre 1,126 g/ml y 1,157 g/ml para la solución atomizada a 35 °C. Se proporcionarán medios adecuados para controlar la atmósfera en la cámara. Las muestras estarán sostenidas en su posición normal de funcionamiento y se expondrán a la niebla salina en una cámara cuyo volumen será como mínimo de $0,43 \text{ m}^3$ y en la cual la zona de exposición se mantendrá a una temperatura de 35 ± 2 °C. La temperatura se registrará como mínimo una vez al día, a siete horas de intervalo por lo menos (excepto los fines de semana y feriados en que normalmente no se abrirá la cámara). La solución salina será suministrada desde un depósito de recirculación a través de boquillas aspiradoras de aire, a una presión comprendida entre 0,7 bares (0,07 MPa) y 1,7 bares (0,17 MPa). La solución salina que se escurra de las muestras expuestas será recogida y no volverá al depósito para su recirculación. Las boquillas de muestra estarán protegidas contra el goteo resultante de la condensación.

Se recogerá niebla de dos puntos como mínimo de la zona de exposición con objeto de determinar el régimen de aplicación y la concentración de sal. La niebla será tal que por cada 80 cm² de zona de recolección se recojan entre 1 ml y 2 ml de solución por hora durante un periodo de 16 horas, y la concentración salina será del 20 ± 1 % en masa.

Las boquillas se expondrán a la niebla salina por un periodo de 10 días. Tras este periodo, se retirarán las boquillas de la cámara de nebulización y se secarán durante 4 a 7 días a una temperatura de 20 a 25 °C en una atmósfera que tenga una humedad relativa inferior al 70%. Tras este periodo de secado, se someterán cinco boquillas a la prueba de funcionamiento con la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con 5.5.1 y otras cinco boquillas se someterán a la prueba de calentamiento dinámico de conformidad con 4.14.2.

5.12.4.2 Boquillas para atmósferas corrosivas [7.12.3.2]

Se someterán cinco boquillas a las pruebas señaladas en 5.12.4.1 pero la duración de la exposición a la niebla salina se prolongará de 10 a 30 días.

5.12.5 Prueba de exposición al aire húmedo (véase 4.11.4 y 4.14.2) [7.12.4]

Se expondrán 10 boquillas a una atmósfera de temperatura y humedad altas, a saber, una humedad relativa del 98% ± 2% y una temperatura de 95 °C ± 4 °C. Las boquillas se instalarán en un colector de tubería que contenga agua desionizada. El colector se colocará en el recinto con temperatura y humedad altas durante 90 días. Tras este periodo, se retirarán las boquillas del recinto y se las secará durante 4 a 7 días a una temperatura de 25 ± 5 °C en una atmósfera con una humedad relativa inferior al 70%. Tras este periodo de secado, se someterán cinco boquillas a la prueba de funcionamiento con la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con 5.5.1 y otras cinco boquillas se someterán a la prueba de calentamiento dinámico de conformidad con 4.14.2*.

5.13 Pruebas del revestimiento de las boquillas [7.13]

5.13.1 Prueba de evaporación (véase 4.12.1) [7.13.1]

Se colocará una muestra de 50 cm³ de cera o alquitrán en un recipiente cilíndrico de metal o vidrio, de fondo plano, con un diámetro interior de 55 mm y una altura interior de 35 mm. El recipiente, sin tapa, se colocará en un horno eléctrico de temperatura ambiente constante, controlada automáticamente y con circulación de aire. La temperatura del horno se regulará a 16°C por debajo de la temperatura nominal de accionamiento de la boquilla, pero a una temperatura no inferior a 50 °C. La muestra se pesará antes y después de los 90 días de exposición con objeto de determinar cualquier pérdida de materia volátil. La muestra deberá cumplir las prescripciones indicadas en 4.12.1.

5.13.2 Prueba de baja temperatura (véase 4.12.2) [7.13.2]

Se someterán cinco boquillas, revestidas por los métodos de producción normales, con cera, alquitrán o metal, a una temperatura de - 10 °C durante un periodo de 24 h. Al retirarlas de la vitrina de baja temperatura, las boquillas se expondrán a la temperatura ambiente durante 30 min como mínimo antes de examinar su revestimiento con objeto de comprobar que cumple los requisitos de 4.12.2.

5.14 Prueba de resistencia al calor (véase 4.15) [7.14]

Se calentará un cuerpo de boquilla en un horno a 800°C durante un periodo de 15 min, con la boquilla en su posición normal de instalación. El cuerpo de la boquilla se retirará del horno, manipulándosela por el tubo roscado del orificio de entrada y se sumergirá rápidamente en un baño de agua a una temperatura de aproximadamente 15 °C. Deberá cumplir los requisitos indicados en 4.15.

5.15 Prueba del golpe de ariete (véase 4.13) [7.15]

Se conectarán cinco boquillas, en su posición normal de funcionamiento, al equipo de pruebas. Una vez purgado el aire de las boquillas y del equipo de pruebas, se generarán 3000 ciclos de presión, que varíen de 4 ± 2 bares (0,4 0,2 MPa) al doble de la presión nominal de trabajo. La presión se aumentará de 4 bares al doble de la presión nominal a razón de 60 ± 10 bares/s. Se generarán por lo menos 30 ciclos de presión por minuto. La presión se medirá con un transductor eléctrico de presión.

* El fabricante podrá optar por proporcionar muestras adicionales para esta prueba con objeto de facilitar la comprobación temprana de fallos. Las muestras adicionales podrán retirarse de la cámara de pruebas a intervalos de 30 días, para ser objeto de comprobaciones.

Durante la prueba se examinará visualmente cada boquilla para comprobar si presenta fugas. Una vez finalizada la prueba, cada boquilla cumplirá con los requisitos de resistencia a las fugas de 4.8.1 y el requisito de funcionamiento de 4.5.1, a la presión mínima de funcionamiento.

5.16 Prueba de vibración (véase 4.16) [7.16]

5.16.1 Se instalarán verticalmente cinco boquillas en una mesa de vibración. Se someterán a vibraciones sinusoidales a temperatura ambiente. La vibración estará dirigida a lo largo del eje de la rosca de conexión.

5.16.2 Las boquillas serán sometidas a vibraciones de forma continua de 5 Hz a 40 Hz a razón de 5 min/octava y con una amplitud de 1 mm (la mitad del valor de cresta a cresta). Si se detectan uno o varios puntos de resonancia tras haber alcanzado los 40 Hz, se someterán las boquillas a vibraciones correspondientes a cada una de estas frecuencias de resonancia durante 120 h/ número de resonancias. Si no se detectan resonancias, se continuarán las vibraciones de 5 Hz a 40 Hz durante 120 horas.

5.16.3 A continuación se someterán las boquillas a la prueba de resistencia a las fugas de conformidad con 4.8.1 y a la prueba de funcionamiento de conformidad con 4.5.1, a la presión mínima de funcionamiento.

5.17 Prueba de choque (véase 4.17) [7.17]

Se someterán a prueba cinco boquillas sobre las cuales se dejará caer una masa a lo largo de la línea axial del conducto de agua. La energía cinética de la masa en el punto de impacto será equivalente a una masa igual a la de la boquilla de prueba si se deja caer desde una altura de 1 m (véase la figura 2). Se impedirá que la masa golpee más de una vez cada boquilla.

Tras la prueba, se examinará visualmente cada boquilla, y éstas no deberán presentar señales de fractura, deformación u otra deficiencia. Si no se detecta ninguna deficiencia, las boquillas serán sometidas a la prueba de resistencia a las fugas, descrita en el párrafo 5.4.1. Tras la prueba, cada muestra deberá cumplir los requisitos de la prueba de funcionamiento indicada en 5.5.1, a una presión igual a la presión mínima de flujo.

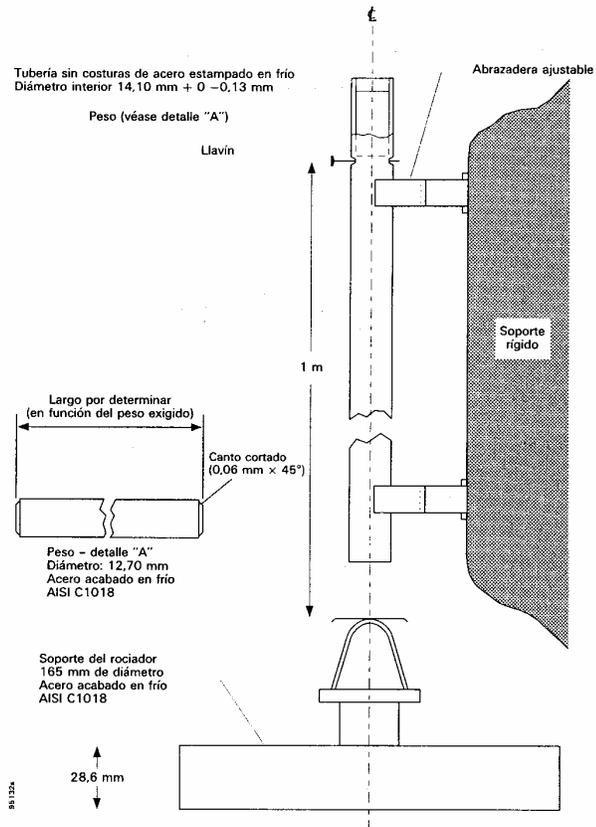


Figura 2 – Aparato para la prueba de choque

5.18 Prueba de descarga lateral (véase 4.18) [7.19]

Se descargará agua de una boquilla de rociador a la presión mínima de funcionamiento y a la presión nominal de trabajo. Una segunda boquilla automática ubicada a la distancia mínima indicada por el fabricante se montará en una tubería paralela a la tubería que descarga agua.

Los orificios o láminas de distribución de la boquilla (en caso de usarse estas últimas) se colocarán a 550 mm, 356 mm y 152 mm por debajo de un cielo raso plano y liso con objeto de llevar a cabo tres pruebas distintas, respectivamente a cada presión de prueba. Se colocará la parte superior de una bandeja cuadrada de 305 mm de largo y 102 mm de profundidad a 152 mm por debajo del elemento termorreactor en cada una de las pruebas. Se llenará la bandeja con 0,47 l de heptano. Una vez producida su ignición la boquilla automática funcionará antes de que se consuma el heptano.

5.19 Prueba de resistencia a las fugas durante 30 días (véase 4.19) [7.20]

Se instalarán cinco boquillas en una tubería de prueba llena de agua que se mantendrá a una presión constante igual al doble de la presión nominal de trabajo durante 30 días y a una temperatura ambiente de 20 ± 5 °C.

Se inspeccionarán visualmente las boquillas por lo menos una vez por semana para comprobar si presentan fugas. Una vez finalizada esta prueba de 30 días, todas las muestras cumplirán los requisitos de resistencia a las fugas que se especifican en 4.8 y no presentarán señales de distorsión u otro daño mecánico.

5.20 Prueba de vacío (véase 4.20) [7.21]

Se someterán tres boquillas a un vacío de 460 mm de mercurio aplicado a la entrada de la boquilla durante 1 min, a una temperatura ambiente de 20 ± 5 °C. Una vez finalizada esta prueba, se examinará cada muestra con objeto de verificar que no se ha producido distorsión o daño mecánico alguno y que en consecuencia cumple los requisitos de resistencia a las fugas especificados en 5.4.1.

5.21 Prueba de obstrucción (véase 4.22) [7.28].

5.21.1 Se medirá el caudal de agua en una boquilla de nebulización de agua abierta con su tamiz o filtro a la presión nominal de trabajo. La boquilla y el colador o filtro se instalarán en el aparato de prueba descrito en la figura 3, y se someterán durante 30 min a una corriente continua a la presión nominal de trabajo de agua contaminada preparada de conformidad con lo estipulado en 5.21.3.

5.21.2 Inmediatamente finalizado el periodo de 30 min de corriente continua con agua contaminada, se medirá la presión hidráulica de la boquilla y del tamiz o filtro a la presión nominal de trabajo. Durante la prueba no se permitirá retirar, limpiar ni descargar la boquilla, el filtro o el tamiz.

5.21.3 El agua usada durante los 30 min de corriente continua a la presión nominal de trabajo especificados en 5.21.1 consistirá en 60 l de agua corriente en la que se ha mezclado 1,58 kg de contaminantes cuyo granulado se describe en el cuadro 5. Durante la prueba, se agitará continuamente la solución.

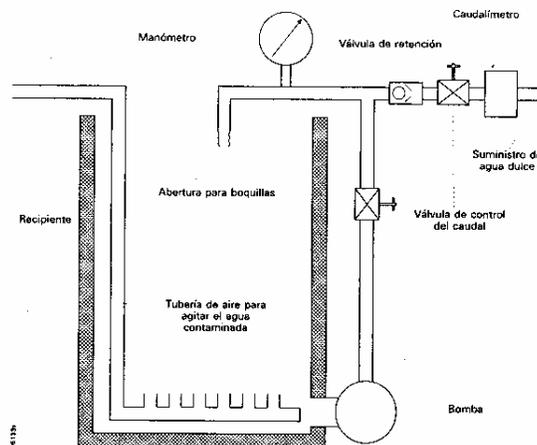


Figura 3 - Aparato para la prueba de obstrucción

Cuadro 5 - Contaminantes para la prueba del ciclo de agua contaminada

Clasificación del tamiz ¹	Apertura nominal del tamiz, en mm	Gramos de contaminante ($\pm 5\%$) ²		
		Oxido de tuberías	Tierra	Arena
No. 25	0,706	-	456	200
No. 50	0,297	82	82	327
No. 100	0,150	84	6	89
No. 200	0,074	81	-	21
No. 325	0,043	153	-	3
	TOTAL	400	544	640

¹ La clasificación del tamiz corresponde a la señalada en la norma para los tamices de prueba de tela metálica, ASTM E11-87. Los tamices CENCO-MEINZEN de malla de 25, 50,100, 200 y 325, que corresponden con la clasificación numérica del cuadro, cumplen la norma ASTM E11-87.

² Podrá reducirse en un 50% la cantidad de contaminante en el caso de boquillas que solamente se usan con tuberías de cobre o acero inoxidable y en un 90% en el caso de boquillas que tienen una presión nominal de 50 bar o más y que se usan solamente con tuberías de acero inoxidable.

6. MARCADO DE LA BOQUILLA DE NEBULIZACION DE AGUA

6.1 Generalidades

Toda boquilla que cumpla con las prescripciones de la presente norma estará marcada de forma permanente con:

- .1 la marca de fábrica o el nombre del fabricante;
- .2 la identificación del modelo;
- .3 la identificación de la fábrica. Esto se exigirá solamente si el fabricante tiene más de una fábrica de boquillas;
- .4 el año de fabricación (solamente boquillas automáticas)*;
- .5 la temperatura nominal de accionamiento (solamente boquillas automáticas)*; y
- .6 el factor *K*. Esto solamente se exige si un modelo de boquilla existe con distintos tamaños de orificio.

En aquellos países donde se exija la codificación con un color de los brazos de la horquilla de las boquillas de ampolla de vidrio, se usará el código de colores utilizado para las boquillas con elementos fusibles.

6.2 Envuelta de las boquillas

Las envueltas empotradas, de haberlas, estarán marcadas para ser usadas con las boquillas correspondientes, a menos que la envuelta sea una parte inamovible de la boquilla.

* El año de fabricación puede incluir los últimos tres meses del año precedente y los primeros seis meses del año siguiente. Sólo será necesario indicar las últimas dos cifras.

+ Excepto por lo que se refiere a las boquillas con revestimiento y laminadas, la gama de temperaturas nominales de activación estará codificada con un color en la boquilla con objeto de identificar su valor nominal. El código de colores será visible en los brazos de la horquilla que sostiene la placa de distribución de las boquillas de elemento fusible y estará indicado por el color del líquido en las ampollas de vidrio. El valor nominal de la temperatura se acuñará o moldeará en el elemento fusible de las boquillas que los utilicen. Todas las boquillas estarán acuñadas, moldeadas o grabadas o llevarán un código de color de manera que se reconozca la temperatura nominal aun en caso de que la boquilla haya funcionado. Esto será conforme con lo estipulado en el cuadro 1.

Apéndice 2

Procedimientos de ensayo de exposición al fuego de los sistemas de rociadores equivalentes a los instalados en espacios de alojamiento y públicos y zonas de servicio de los buques de pasaje

1 AMBITO

1.1 Los presentes procedimientos de ensayo describen un método de ensayo de exposición al fuego para evaluar la eficacia de los sistemas de rociadores equivalentes a los sistemas especificados en la regla II-2/12 del Convenio SOLAS [1[‡]] en espacios de alojamiento y zonas de servicio de a bordo. Debe señalarse que el método de ensayo está limitado a probar la eficacia de los sistemas contra los incendios y no tiene por fin comprobar los parámetros de calidad y proyecto de los componentes individuales del sistema.

1.2 Con objeto de cumplir con los requisitos indicados en 3.5 de las directrices, el sistema deberá poder contener o sofocar el incendio en condiciones muy diversas de carga de fuego, instalación del combustible, configuración del local y ventilación.

1.3 Los productos en que se emplean materiales o que adoptan formas de construcción que difieren de los requisitos contenidos en el presente documento serán examinados y sometidos a prueba de conformidad con la intención de los requisitos y, de comprobarse que son sustancialmente equivalentes, podrá considerarse que cumplen lo estipulado en el presente documento.

1.4 No se considerará que los productos que cumplen lo estipulado en el presente documento son necesariamente aceptables si, cuando se examinan y someten a prueba, se comprueba que presentan otras características que menoscaban el nivel de seguridad previsto en este documento.

2 CLASIFICACIONES DE RIESGOS Y ESPACIOS

Con el fin de identificar la clasificación de los diferentes riesgos de incendio, se presenta el siguiente cuadro, que relaciona los ensayos contra incendios con la clasificación de los espacios definidos en la regla 26 del capítulo II-2 del Convenio SOLAS [1]:

Cuadro 1 - *Correlación entre los ensayos contra incendios y la clasificación de espacios definidos en la regla 26.2.2 del capítulo II-2 del Convenio SOLAS*

Clasificación de espacios	Prueba contra incendios correspondiente				
	Sección 5 camarote	Sección 5 pasillo	Sección 6 camarote de lujo	Sección 7 espacios públicos	Sección 8 compras y almacenamiento
1) Puestos de control				X	
2) Escaleras		X ¹			
3) Pasillos		X ¹			
6) Alojamientos con escaso riesgo de incendio	X ²		X ³	X ⁴	
7) Alojamientos con riesgo moderado de incendio	X ²		X ³	X ⁴	
8) Alojamientos con considerable riesgo de incendio				X	
9) Espacios para fines sanitarios y similares	X ²		X ³	X ⁴	

[‡] Las cifras entre corchetes que figuran en el texto indican las publicaciones de referencia que se enumeran al final de este documento.

13)	Gambuzas o pañales, talleres, despensas, etc.					X
14)	Otros espacios en que se almacenan líquidos Inflamables					X

Nota: Véase la regla 26 del capítulo II-2 del Convenio SOLAS [1] por lo que respecta a ejemplos de espacios en cada categoría.

¹ Tratándose de escaleras y pasillos de anchura superior a 1,5 m úsese el ensayo contra incendios de la sección 7 - espacios públicos en vez del ensayo de la sección 5 - pasillos.

² Para espacios de hasta 12 m²

³ Para espacios de entre 12 m² y 50 m².

⁴ Para espacios superiores a 50 m²

3 DEFINICIONES

3.1 Sofocación del incendio: Reducción rápida del régimen de desprendimiento de calor de un incendio y prevención de su reavivamiento mediante la aplicación directa y suficiente de agua, a través del penacho de llamas, sobre la superficie del combustible ardiente [2].

3.2 Control del incendio: Limitación de las proporciones de un incendio mediante la distribución de agua de modo que se reduzca el régimen de desprendimiento de calor y se humedezcan los combustibles adyacentes, mientras se controla la temperatura de los gases a la altura del cielo raso con objeto de evitar daños estructurales [2].

3.3 Fuente de incendio: Material combustible en el que se inicia el incendio y material combustible que cubre paredes y cielos rasos.

3.4 Ignitor: Dispositivo usado para encender la fuente del incendio.

4 PRESCRIPCIONES GENERALES

4.1 Colocación de las boquillas

La organización responsable de los ensayos se asegurará de que las boquillas se instalan de conformidad con las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante en cada uno de los ensayos de exposición al fuego. Los ensayos se realizarán al máximo espaciamiento especificado, y a la altura de instalación y la distancia del cielo raso máximas. Además, si la organización encargada de los ensayos lo considera necesario, también se llevarán a cabo ciertos ensayos de exposición al fuego a las distancias de espaciamiento, altura y distancia del cielo raso mínimas.

4.2 Presión y caudal del agua

La organización encargada de los ensayos se asegurará de que todos los ensayos se realizan a la presión de funcionamiento y con los caudales especificados por el fabricante.

4.3 Mediciones de temperaturas

Las temperaturas se medirán siguiendo las instrucciones de cada capítulo. Se usará un termopar de cromel y alumel soldado que no exceda de 0,5 mm de diámetro y otro de 0,8 mm. Los alambres del termopar de 0,8 mm se torcerán tres veces, se cortará el extremo sobrante y se calentará con un soplete de oxiacetileno para derretirlos y formar una pequeña bola. La temperatura se medirá de forma continua durante las pruebas, por lo menos una vez cada 2 segundos.

4.4 Condiciones ambientales

Los ensayos se desarrollarán en una sala a una temperatura ambiente comprendida entre 10 °C y 30 °C al comienzo de cada prueba.

4.5 Tolerancias

A menos que se indique lo contrario se aplicarán las siguientes tolerancias:

- .1 Longitud $\pm 2\%$ del valor
- .2 Volumen $\pm 5\%$ del valor
- .3 Presión $\pm 3\%$ del valor
- .4 Temperatura $\pm 5\%$ del valor

Estas tolerancias se ajustan a la norma ISO 6182-1, edición de febrero de 1994 [4].

4.6 Observaciones

Durante la realización de cada ensayo, y tras haber finalizado los mismos, se realizarán las siguientes observaciones:

- .1 Hora de la ignición
- .2 Hora a que se pone en funcionamiento cada boquilla
- .3 Hora a que se corta el flujo de agua
- .4 Daños sufridos por la fuente de incendio
- .5 Registro de temperaturas
- .6 Caudal y presión del sistema
- .7 Número total de boquillas en funcionamiento.

4.7 Fuentes de incendio

En caso de que no se cumplan los requisitos relativos a las fuentes de incendio especificados en las secciones siguientes del presente método de ensayo, será responsabilidad del laboratorio de ensayos demostrar que los materiales alternativos tienen características de combustión similares a las de los materiales especificados.

4.8 Requisitos relativos al producto y a la documentación

Se facilitará una copia del manual de instrucciones de funcionamiento, instalación y proyecto para usarlo como guía durante las pruebas de los dispositivos del sistema de protección contra incendios.

Las instrucciones harán referencia a las limitaciones de cada dispositivo e incluirán, como mínimo, los siguientes puntos:

- .1 Descripción y pormenores del funcionamiento de cada dispositivo y de su equipo auxiliar, incluida la identificación de los componentes del sistema de extinción o equipo auxiliar por número de parte o modelo.
- .2 Recomendación relativa al proyecto de las boquillas y sus limitaciones según el tipo de incendio.
- .3 Tipo y presión nominal de las tuberías y accesorios que se usarán.
- .4 Valores equivalentes de extensión de todos los accesorios y componentes de sistemas a través de los cuales fluye agua.
- .5 Limitaciones de descarga de las boquillas, incluida la cobertura máxima dimensional y de zona, limitaciones de altura mínima y máxima de instalación, y ubicación autorizada de boquillas en el volumen protegido.
- .6 Gama de capacidades de llenado para cada recipiente de almacenamiento de distinto tamaño.
- .7 Pormenores para la instalación correcta de cada dispositivo, incluidos todos los componentes del equipo.
- .8 Indicación de los tipos específicos de consolas de detección y control (si procede) que hay que conectar al equipo.

- .9 Gama de presiones de funcionamiento del sistema.
- .10 Método de dimensionamiento de las tuberías.
- .11 Orientación recomendada de los accesorios en T y división de los flujos a través de las T.
- .12 Diferencia máxima de presión de funcionamiento (flujo) entre las boquillas hidráulicamente más próxima y más alejada.

5 ENSAYOS DE EXPOSICION AL FUEGO EN CAMAROTES Y PASILLOS

5.1 Organización de las pruebas

5.1.1 Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo en un camarote de 3 m por 4 m y 2,4 m de altura conectado al centro de un pasillo de 1,5 m por 12 m, con una altura de 2,4 m y con ambos extremos abiertos.

5.1.2 El camarote estará provisto de un vano de puerta de 0,8 m de anchura y 2,2 m de altura, y tendrá un dintel de 0,2 m por encima del vano.

5.1.3 Las paredes del camarote consistirán en una placa mural interior incombustible de 12 mm de espesor nominal con un revestimiento de lana mineral de 45 mm de espesor. Las paredes y el cielo raso del pasillo y el cielo raso del camarote estarán contruidos con placas murales incombustibles de 12 mm de espesor. Durante las pruebas de exposición al fuego el camarote dispondrá de una ventana en la pared opuesta al pasillo, que se usará con fines de observación.

5.1.4 El cielo raso del camarote y del pasillo estarán recubiertos de paneles acústicos de celulosa. Los paneles acústicos serán de 12 a 15 mm de espesor y no se inflamarán al someterlos a prueba conforme a lo indicado en la resolución A.653 (16) de la OMI.

5.1.5 Se colocarán paneles de madera contrachapada en las paredes del camarote y del pasillo. Los paneles serán de aproximadamente 3 mm de espesor. El tiempo de inflamación del panel no será superior a 35 s y el tiempo de propagación de la llama a 350 mm no será superior a 100 s, medidos con arreglo a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI.

5.2 Instrumentos

Durante los ensayos de exposición al fuego se medirán las siguientes temperaturas usando termopares de diámetro no superior a 0,5 mm:

- .1 La temperatura de la superficie del cielo raso encima de la fuente de incendio en el camarote se medirá con un termopar empotrado desde arriba en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras de la superficie del cielo raso.
- .2 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá con un termopar ubicado a 75 ± 1 mm por debajo del cielo raso, en el centro del camarote.
- .3 La temperatura de la superficie del cielo raso en el centro del pasillo, en un lugar directamente opuesto al vano de la puerta del camarote, se medirá con un termopar empotrado en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras del cielo raso (véase la figura 1).

5.3 Colocación de las boquillas

Las boquillas se instalarán con objeto de proteger el camarote y el pasillo de conformidad con las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante, y cumplirán las siguientes condiciones:

- .1 si se instala solamente una boquilla en el camarote, no se colocará en la zona sombreada de la figura 2; y
- .2 las boquillas del pasillo no se colocarán a menos de la mitad de la distancia máxima del eje del vano de la puerta del camarote recomendada por el fabricante. Se exceptuarán los sistemas en los que se requiere que las boquillas se instalen al exterior de cada vano.

5.4 Fuentes de incendio

5.4.1 Fuente de incendio del ensayo de camarote

Se instalarán en dos lados opuestos del camarote dos literas de tipo diván cama, una superior y otra inferior (véase la figura 1). Cada litera contará con un colchón de poliéster de 2 m por 0,8 m por 0,1 m recubierto de tela de algodón. Se cortará en los colchones dos "almohadas" de 0,5 m por 0,8 m por 0,1 m. El borde cortado mirará hacia el vano de la puerta. En la litera inferior habrá un tercer colchón de respaldo. El colchón de respaldo estará en posición vertical y se asegurará que no pueda caerse (véase la figura 3).

Los colchones serán de poliéster no pirorretardante y tendrán una densidad aproximada de 33 kg/m³. La tela de algodón no tendrá un tratamiento pirorretardante y tendrá un peso por superficie de 140 g/m² a 180 g/m². Al someter a prueba la espuma de poliéster de acuerdo con la norma ISO 5660-1[5] (ASTM E-1354) se deberán obtener los resultados que se indican en el siguiente cuadro. El armazón de las literas será de acero de un espesor nominal de 2 mm.

ISO 5660, ensayo con calorímetro cónico

Condiciones de ensayo: Irradiancia 35 kW/m². Posición horizontal.

Espesor de la muestra 50 mm. No se usará marco.

Resultados del ensayo	Espuma
Tiempo de inflamación (s)	2-6
Régimen de desprendimiento de calor en promedio en 3 min, q_{180} (kW/m ²)	270 ± 50
Calor efectivo de la combustión (MJ/kg)	28 ± 3
Desprendimiento total de calor (MJ/m ²)	50 ± 12

5.4.2 Fuente de incendio de la prueba de pasillo

El ensayo de exposición al fuego de pasillo se llevará a cabo usando ocho pedazos de colchones de poliéster de 0,4 m por 0,4 m por 0,1 m, como se especifica en 5.4.1, sin las fundas de tela. Se apilarán en un banco de pruebas de 0,25 m de alto, y en una canasta de pruebas de acero con objeto de impedir que se derrumbe la pila (véase la figura 4).

5.5 Método de prueba

Se llevarán a cabo los siguientes ensayos de exposición al fuego con accionamiento automático de las boquillas instaladas en el camarote o en el pasillo, según se indique. Cada incendio se iniciará con un fósforo encendido usando como ignitor algún material poroso, por ejemplo pedazos de cartón aislante. El ignitor puede ser cuadrado o cilíndrico, de 60 mm de lado o 75 mm de diámetro. Tendrá 75 mm de largo. Antes de iniciarse la prueba se impregnará el ignitor en 120 ml de heptano y se le envolverá en una bolsa de plástico y se colocará según se indica. Por lo que respecta a la prueba de exposición al fuego en el pasillo el ignitor se colocará en el centro del mismo y en la base de los pedazos de colchón apilados, y a un lado del banco de pruebas y en la base de los pedazos de colchón apilados.

- .1 Ensayo de la litera inferior. El incendio se iniciará en una litera inferior y se encenderá colocando el ignitor en el eje central de la almohada (próxima a la puerta).
- .2 Ensayo de la litera superior. El incendio se iniciará en una litera superior colocando el ignitor en el eje central de la almohada (próxima a la puerta).

- .3 Ensayo de incendio intencional. El incendio se iniciará rociando por igual con 1 l de aguarrás la litera inferior y el respaldo, 30 s antes de la ignición. El ignitor se colocará en la litera inferior en el eje central de la almohada (próxima a la puerta).
- .4 Ensayo con la boquilla inutilizada. Se inutilizará(n) la(s) boquilla(s) del camarote. El incendio se iniciará en la litera inferior con el ignitor colocado en el eje central de la almohada (próxima a la puerta).
- Si la(s) boquilla(s) del camarote está(n) conectada(s) con la(s) boquilla(s) del pasillo de modo que un funcionamiento defectuoso afecte a todas, se inutilizarán todas las boquillas conectadas del camarote y el pasillo.
- .5 Ensayo del pasillo. La fuente de incendio se colocará contra la pared del pasillo debajo de una boquilla.
- .6 Ensayo del pasillo. La fuente de incendio se colocará contra la pared del pasillo entre dos boquillas.

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 min tras el accionamiento de la primera boquilla, y cualquier rescoldo se extinguirá manualmente.

5.6 Criterios de aceptación

Basándose en las mediciones, se calculará un valor promedio máximo de 30 s para cada punto de medición, que constituirá el criterio de aceptación de la temperatura.

Criterios de aceptación de los ensayos en camarotes y pasillos

		Temperatura media (°C) de la superficie del cielo raso en el camarote, máx. 30 s	Temperatura media (°C) del gas a la altura del cielo raso del camarote, máx. 30 s	Temperatura media (°C) de la superficie del cielo raso en el pasillo, máx. 30 s	Daño máximo admisible sufrido por los colchones (%)		Otros criterios
					Litera inferior	Litera superior	
Ensayos en camarotes	Litera inferior	360	320	120	40	10	No se permitirá que funcionen boquillas en el pasillo ³
	Litera superior				N. A.	40	
	incendio intencional	N. A.	N. A.	120	N. A.	N. A.	N. A.
Pasillo		N. A.	N. A.	120 ¹	N. A.		Sólo se permitirá que funcionen dos boquillas independientes en el pasillo ⁴
Boquilla dañada		N.A.	N.A.	4002	N.A.		N.A.

¹ En cada uno de los ensayos la temperatura se medirá por encima de la fuente del incendio.

² No se permitirá que el incendio se propague por el pasillo más allá de las boquillas más cercanas a la abertura de la puerta.

³ No aplicable si la(s) boquilla(s) del camarote está(n) conectada(s) con la(s) del pasillo.

⁴ No aplicable si las boquillas del pasillo están conectadas entre sí.

N.A. No aplicable.

Nota: Se examinarán visualmente las fuentes de incendio con objeto de determinar que cumplen los requisitos relativos a los daños máximos admisibles. Dichos daños se calcularán usando la siguiente fórmula:

Daños causados a la litera inferior = (daños causados al colchón horizontal (%) + 0,25 x daños causados a la almohada (%) + daños causados al respaldo (%))/2,25

Daños causados a la litera superior = (daños causados al colchón horizontal (%) + 0,25 x daños causados a la almohada (%))/1,25

En caso de que no resulte obvio mediante el examen visual si se cumplen o no los criterios, se repetirá la prueba.

6 ENSAYOS DE EXPOSICION AL FUEGO DE CAMAROTE DE LUJO

6.1 Organización de los ensayos

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo en un camarote de 2,4 m de altura, de lados iguales y de una superficie mínima de 25 m², pero que no excederá de 80 m². El camarote contará con dos vanos de puerta diametralmente opuestos a la fuente de incendio. Cada vano medirá 0,8 m de anchura y 2,2 m de altura, y tendrá un dintel de 0,2 m por encima del vano. Las paredes y el cielo raso estarán contruidos de placas murales incombustibles de 12 mm de espesor nominal.

El cielo raso del camarote de ensayo estará recubierto de paneles acústicos de celulosa. Los paneles acústicos serán de 12 a 15 mm de espesor y no se inflamarán al someterlos a ensayo conforme a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI.

Se colocarán paneles de madera contrachapada en dos de las paredes del camarote de ensayo, que se extenderán 2,4 m a partir de la esquina en la que se coloca la fuente de incendio. Los paneles serán de aproximadamente 3 mm de espesor. El tiempo de inflamación del panel no será superior a 35 s y el tiempo de propagación de la llama a 350 mm no será superior a 100 s, medidos conforme a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI (véase la figura 5).

6.2 Instrumentos

Durante los ensayos de exposición al fuego se medirán las siguientes temperaturas. Los instrumentos podrán ser diferentes, según el tipo de fuente de incendio que se use.

- .1 La temperatura del material del cielo raso por encima de la fuente de incendio se medirá usando un termopar de 0,8 mm empotrado en el cielo raso a aproximadamente $6,5 \pm 0,5$ mm de la superficie.
- .2 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá usando un termopar de 0,8 mm colocado a 75 ± 1 mm por debajo del cielo raso, a 0,2 m horizontalmente de la boquilla más cercana de la esquina.
- .3 La temperatura de la superficie del cielo raso por encima de la fuente de incendio se medirá usando un termopar con un diámetro que no exceda de 0,5 mm empotrado en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras del cielo raso.
- .4 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá usando un termopar de 0,5 mm colocado a 75 ± 1 mm por debajo del cielo raso, a 0,2 m horizontalmente de la boquilla más cercana de la esquina.

Las mediciones realizadas de conformidad con .1 y .2 se usarán con una fuente de incendio que cumpla los requisitos señalados en 6.4.1 y las mediciones indicadas en .3 y .4 cuando se utilice una fuente de incendio de conformidad con lo indicado en 6.4.2 (véase la figura 5).

6.3 Colocación de las boquillas

La distancia entre la boquilla exterior y las paredes será la mitad de la distancia máxima entre boquillas especificada por el fabricante. La distancia entre las boquillas será igual a la distancia máxima estipulada por el fabricante.

Las boquillas se colocarán con los brazos de la montura paralelos y perpendiculares a las paredes del camarote, o, en el caso de boquillas sin brazos de montura, de modo que la descarga de menor densidad se dirija hacia la zona del incendio.

Si el fabricante elige una instalación no uniforme, se establecerá la distancia máxima con arreglo al caso de espacio público abierto.

6.4 Fuente de incendio

La fuente de incendio consistirá en un armazón de madera y muebles simulados (por ejemplo, UL 1626, módulo combustible para rociadores residenciales [7]) o, en su lugar, una silla tapizada (por ejemplo, FM 2030, módulo combustible residencial [8]).

6.4.1 Descripción del armazón de madera y de los muebles simulados

El armazón de madera pesará aproximadamente 6 kg y tendrá unas dimensiones de 0,3 m por 0,3 m por 0,3 m. El armazón consistirá en ocho capas alternas de tablas de abeto o pino de 0,3 m de largo secadas en horno, de tamaño comercial cuatro y dimensiones nominales de 38 mm por 38 mm. Cada capa alterna de tablas se colocará en ángulos rectos con relación a la anterior. Las tablas de cada capa se espaciarán regularmente a lo largo de la capa previa y se graparán entre sí.

Una vez montado el armazón, se someterá a una temperatura de $50 \pm 3^\circ\text{C}$ durante 16 h como mínimo. Tras este acondicionamiento se medirá el contenido de humedad en distintos puntos del armazón con un higrómetro tipo sonda. El contenido de humedad del armazón no excederá de 5% antes de la prueba de exposición al fuego. Se colocará el armazón encima de una bandeja de pruebas de acero de 0,3 m por 0,3 m por 0,1 m de altura y a 25 mm de las paredes.

Los muebles simulados consistirán en dos colchones de espuma de poliéster sin revestimiento, de 76 mm de espesor, con una densidad de 16 a 20 kg/m³, una resistencia a la compresión de 147 a 160 N, de dimensiones 0,9 m por 1,0 m, sujetos a un marco de madera. El marco de madera tendrá una cara rectangular de madera contrachapada de aproximadamente 810 mm por 760 mm, contra la cual se aplicarán los almohadones de espuma. Los almohadones se estirarán y graparán a los paneles de madera contrachapada que se extienden aproximadamente 180 mm perpendicularmente a la cara que mira al extremo opuesto del marco. Cada almohadón sobresaldrá aproximadamente 150 mm del extremo superior del marco de madera y aproximadamente 180 mm de los lados.

El módulo de combustible tendrá un índice t² ultrarrápido de crecimiento del fuego, un desprendimiento de calor máximo superior a 2,5 MW y un tiempo de crecimiento (necesario para alcanzar 1 MW) de 80 ± 10 s (véase la figura 5).

6.4.2 Descripción de la silla tapizada

El módulo combustible consistirá en los siguientes artículos (véase la figura 6):

Artículo	Código	No. de unidades	Dimensiones y descripción
Extremo del sofá simulado	S	1	Estructura de madera contrachapada, 19 mm de espesor, abierta por los extremos, 610 mm por 914 mm, y 610 mm de altura.
Silla (reclinable) ¹	C	1	Silla reclinable hecha a medida, de aproximadamente 760 mm por 914 mm, y 990 mm de altura. Todos los materiales nuevos consistentes en recubrimiento de vinilo con forro de algodón (4,54 kg); espuma de poliuretano (asiento 2,27 kg, 127 mm de espesor); poliuretano (brazos 1,36 kg, 25 mm de espesor); estructura de pino; peso total 23,8 kg, construida por "Old Brussels of Sturbridge, Massachusetts."

Mesa aliado del sofá	E	1	Medidas de la mesa: tablero aglomerado de partículas, de 19 mm, 660 mm por 495 mm; patas de la mesa de madera blanda, por ejemplo pino, abeto, etc.; 38 mm por 38 mm, 514 mm de altura.
Cortinas	CW	4	2 paneles para varillas (1016 mm por 1829 mm), tela: 50% poliéster, 50% algodón. 2 paneles para varillas finas (1016 mm por 1829mm), batista de 100% poliéster.

¹ Podrá especificarse una silla equivalente como fuente de incendio con un régimen de desprendimiento de calor máximo de 1,5 MW, una densidad de descarga necesaria de 5 mm/min y un tiempo de crecimiento (necesario para alcanzar 1 MW, suponiendo un segundo crecimiento en el tiempo) de 75 a 125 segundos.

6.5 Método de ensayo

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 minutos tras el accionamiento de la primera boquilla, y cualquier rescoldo se extinguirá manualmente.

6.5.1 Armazón de madera y muebles simulados

Se colocarán 0,2 litros de heptano en una bandeja de pruebas con una base de 5 mm de agua, colocada directamente debajo del armazón de madera. Se colocarán aproximadamente 120 g en total de excelsior (lana de viruta fina) suelta y extendida sobre el piso, a razón de 60 g aproximadamente cerca de cada sección de los muebles simulados.

Se encenderá el heptano y 40 segundos más tarde también se encenderá el excelsior.

6.5.2 Silla tapizada

La ignición se realizará usando un fósforo encendido en el centro de dos mechas largas de algodón paralelas y adyacentes de 0,3 m de largo, y de 9,3 mm de diámetro cada una, saturadas con 25 cl de alcohol etílico. Las mechas se colocarán en la base de la silla como se describe en la figura 6, dos minutos antes de la ignición.

6.6 Criterios de aceptación

Basándose en las mediciones, se calculará un valor promedio máximo de 30 s para cada punto de medición, que constituirá el criterio de aceptación de la temperatura.

Fuente de incendio	Temperatura media (°C) del material de la superficie del cielo raso, máx. 30 s	Temperatura media (°C) del gas a la altura del cielo raso, máx. 30 s
Con arreglo a 6.4.1	260	320
Con arreglo a 6.4.2	260	320

7 ENSAYOS DE EXPOSICION AL FUEGO EN ESPACIOS PUBLICOS

7.1 Instalaciones de ensayo

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo en un edificio bien ventilado bajo un cielo raso de por lo menos 80 m² de superficie y con lados no inferiores a 8 m. Habrá por lo menos un espacio de 1 m entre los perímetros del cielo raso y de cualquier pared del edificio de prueba. La altura del cielo raso será de 2,5 y 5 m respectivamente.

Se llevarán a cabo dos ensayos diferentes según lo indicado en 7.1.1 y 7.1.2.

7.1.1 Ensayo en espacio público abierto

La fuente de incendio se colocará bajo el centro del cielo raso abierto de modo que haya un flujo libre de gases a la altura del cielo raso. Este se construirá con material incombustible.

7.1.2 Ensayo en esquina de espacio público

Este ensayo se llevará a cabo en una esquina construida con dos placas murales incombustibles de por lo menos 3,6 m de anchura y de 12 mm de espesor nominales.

Se colocarán paneles de madera contrachapada en las paredes. Los paneles tendrán aproximadamente 3 mm de espesor. El tiempo de inflamación del panel no será superior a 35 s y el tiempo de propagación de la llama a 350 mm no será superior a 100 s, medidos conforme a lo indicado en la resolución A.653 (16) de la OMI.

El techo se recubrirá hasta 3,6 m de la esquina con paneles acústicos de celulosa. Estos tendrán de 12 a 15 mm de espesor y no se inflamarán al someterlos a ensayo conforme a lo indicado en la resolución A.653(16) de la OMI.

7.2 Instrumentos

Durante los ensayos de exposición al fuego, se medirán las siguientes temperaturas usando termopares de 0,5 mm de diámetro máximo.

7.2.1 Ensayo en espacio público abierto

- .1 Se medirá la temperatura de la superficie del cielo raso encima de la fuente de incendio usando un termopar empotrado en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras de la superficie del cielo raso.
- .2 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá usando un termopar colocado a 75 ± 1 mm por debajo del cielo raso, a 1,8 m de la fuente de incendio.

7.2.2 Ensayo en esquina de espacio público

- .1 La temperatura de la superficie del cielo raso encima de la fuente de incendio se medirá usando un termopar empotrado en el material del cielo raso de modo que la cabeza del termopar esté a ras de la superficie del cielo raso.
- .2 La temperatura del gas a la altura del cielo raso se medirá usando un termopar colocado a 75 ± 1 mm por debajo del cielo raso, a 0,2 m de las paredes de la esquina.

7.3 Colocación de las boquillas

En el caso de las boquillas con brazos de montura, los ensayos se llevarán a cabo con dichos brazos colocados tanto perpendicularmente como paralelos a los bordes del cielo raso o de las paredes de la esquina. En el caso de las boquillas sin brazos de montura, éstas se colocarán de modo que la descarga de menor densidad se dirija hacia la zona del incendio.

7.4 Fuentes de incendio

7.4.1 Espacio público abierto

La fuente de incendio consistirá en cuatro sofás hechos con colchones, tal como se especifica en 5.4.1, colocados en sofás de armazón de acero. Los sofás se colocarán como se muestra en la figura 7, a distancias de 25 mm entre sí.

Uno de los sofás del medio se encenderá con un ignitor, tal como se describe en 5.5, en la parte central y al fondo del respaldo.

7.4.2 Ensayo en una esquina de espacio público

La fuente de incendio consistirá en un sofá como se describe en 7.4.1, colocado con el respaldo a 25 mm de la pared derecha y cerca de la pared izquierda. Se colocará un sofá de referencia a lo largo de la pared derecha con el almohadón del asiento a 0,1 m del primer sofá y otro sofá de referencia a 0,5 m del anterior, en el lado izquierdo. Se encenderá el sofá con el ignitor descrito en el párrafo 5.5, que se colocará en la parte extrema izquierda del sofá ubicado en la esquina, en la base del respaldo, cerca de la pared izquierda (véase la figura 8).

7.5 Método de ensayo

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 minutos tras el accionamiento de la primera boquilla, y cualquier rescoldo se extinguirá manualmente.

7.5.1 Ensayos en espacio público abierto

Los ensayos de exposición al fuego se llevarán a cabo con la fuente de incendio centrada bajo una boquilla, entre dos boquillas y debajo de cuatro boquillas respectivamente.

7.5.2 Ensayo en esquina de espacio público

Se llevarán a cabo dos ensayos de exposición al fuego por lo menos con cuatro boquillas dispuestas en una matriz de 2 x 2. En el segundo ensayo de exposición al fuego se inutilizará la boquilla más cercana a la esquina.

7.6 Criterios de aceptación

Basándose en las mediciones, se calculará un valor promedio máximo de 30 s para cada punto de medición, que constituirá el criterio de aceptación de la temperatura.

7.6.1 Criterios de aceptación para los ensayos en espacios públicos

		Temperatura media de la superficie del cielo raso, máx. 30 s. (°C)	Temperatura media del gas a la altura del cielo raso, máx. 30 s. (°C)	Daño máximo admisible sufrido por los colchones (%)
Espacio abierto		360	220 ²	50/35 ¹
Esquina	Normal	360	220	50/35 ¹ (sofá de ignición) No se permitirá la carbonización de los sofás de referencia
	Boquilla dañada	N. A.	N. A.	50 (sofás de referencia)

¹ 50% es el límite superior para cualquier ensayo. 35% es el límite superior para el promedio de los ensayos en espacios públicos especificados en 7 y 9 en cada altura de cielo raso (excluyendo el ensayo con el rociador averiado).² La temperatura del gas deberá medirse en cuatro lugares distintos y la evaluación de los resultados se basará en la medición más alta.

N. A. No aplicable.

8 ENSAYOS DE EXPOSICION AL FUEGO EN LA ZONA DE TIENDAS Y DE ALMACENAMIENTO

8.1 Instalaciones de ensayo

Según se indica en 7.1 pero con una altura de cielo raso de 2,5 m.

8.2 Instrumentos

No es necesario medir las temperaturas.

8.3 Colocación de las boquillas

Según lo estipulado en 7.3.

8.4 Fuente de incendio

La fuente de incendio consistirá en dos pilas sólidas de 1,5 m de alto de cajas de cartón llenas de vasos de poliestireno sin expandir con un conducto de humos de 0,3 m. Cada pila de cajas será de aproximadamente 1,6 m de longitud y de 1,1 a 1,2 m de anchura.

Un producto de plástico adecuado es el plástico normalizado FMRC [9]. Podrán usarse productos similares si están proyectados de igual manera y si se ha comprobado que tienen las mismas características de combustión y extinción.

La fuente de incendio estará rodeada de 6 pilas sólidas de 1,5 m de altura de cajas de cartón vacías que formen un dispositivo de referencia para determinar si el fuego se extiende más allá del pasillo. Las cajas estarán unidas entre sí, por ejemplo con grapas, para impedir que se caigan (véase la figura 9).

8.5 Método de ensayo

Cada prueba se realizará con la fuente de incendio centrada debajo de una boquilla, entre dos boquillas y debajo de cuatro boquillas respectivamente.

Cada fuego se encenderá con un fósforo encendido usando dos ignitores como los descritos en 5.5. Los ignitores se colocarán en el piso, cada uno de ellos contra la base de una de las dos pilas centrales y se encenderán simultáneamente.

Las pruebas de exposición al fuego se llevarán a cabo durante 10 minutos tras el accionamiento de la primera boquilla, y cualquier rescoldo se extinguirá manualmente.

8.6 Criterios de aceptación

- .1 No se permitirá que las cajas de referencia entren en combustión o se chamusquen.
- .2 No se permitirá que el fuego consuma más del 50% de las cajas llenas de vasos de plástico.

9 ENSAYO DE VENTILACION

Uno de los ensayos en esquina de espacio público que figura en 7, y el ensayo en el pasillo que ha presentado el peor resultado de los que figuran en 5.4.2 se repetirán con aire ambiente cuya velocidad mínima será de 0,3 m/s.

La velocidad del aire ambiente durante los ensayos en espacio público se medirá a 1 m por encima del piso y a 1 m por debajo del cielo raso, en un lugar a 5 m de la esquina, en la mitad de las paredes del recinto. La velocidad del aire en el pasillo se medirá a media altura.

9.1 Criterios de aceptación

El incendio no sobrepasará el borde de la pared o cielo raso.

10 PUBLICACIONES DE REFERENCIA

- [1] SOLAS - *Convenio internacional para la seguridad de la vida en el mar*, Organización Marítima Internacional
- [2] Solomon, Robert E., *Automatic Sprinkler Systems Handbook*, National Fire Protection Association, Batterymarch Park, Quincy, MA, EE.UU., 5th edition, 1991
- [3] ANSI/UL 723, *Surface Burning Characteristics of Building Materials*
- [4] ISO 6182/1 February 1994 edition
- [5] ISO 5660-1, *Fire tests - Reaction to fire - Rate of heat release from building products (Cone calorimeter method)*, 1 st edition, 1993
- [6] Babrauskas, V. and Wetterlund, I., *Instructions for Cone calorimeter testing of furniture samples*, CBUF Consortium, SP-AR 1993:65, Boras, Suecia, 1993
- [7] *Standard for Residential Sprinklers for Fire - Protection Service*, UL 1626, Underwriters Laboratories Inc, Northbrook, IL, EE.UU., December 28, 1990 revision
- [8] *Approval Standard for Residential and Limited Water Supply Automatic Sprinklers, Class 2030*, Factory Mutual Research Corporation, Norwood, MA, EE.UU., January 27, 1993
- [9] Chicarello, Peter, J., Troup, Joan, M. A., *Fire Products Collector Test Procedure for Determining the Commodity Classification of Ordinary Combustible Products*, Factory Mutual Research Corporation, Norwood, MA, EE.UU., August, 1990

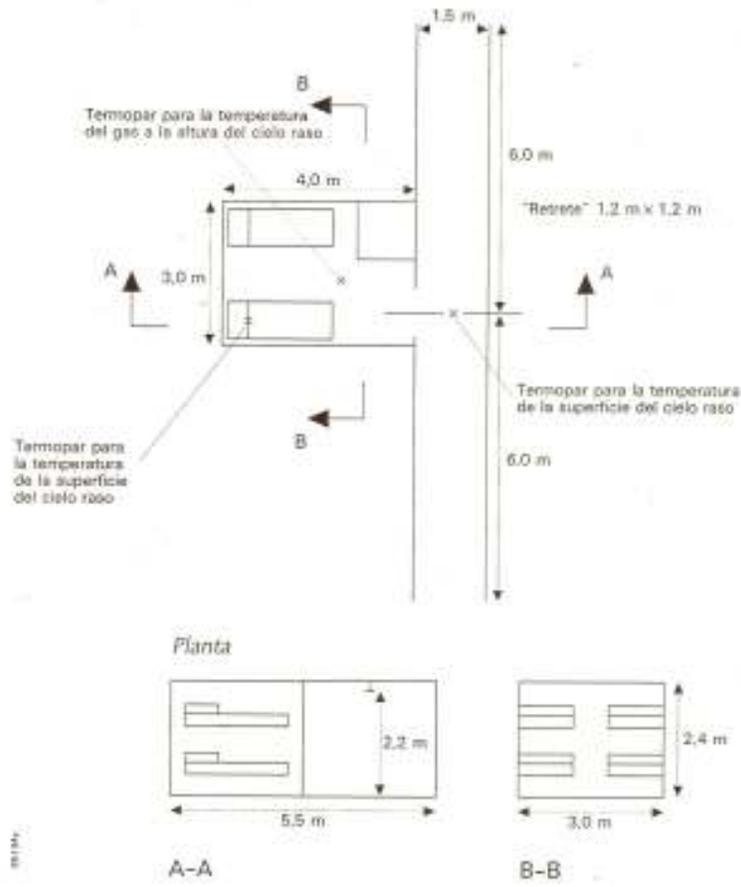


Figura 1

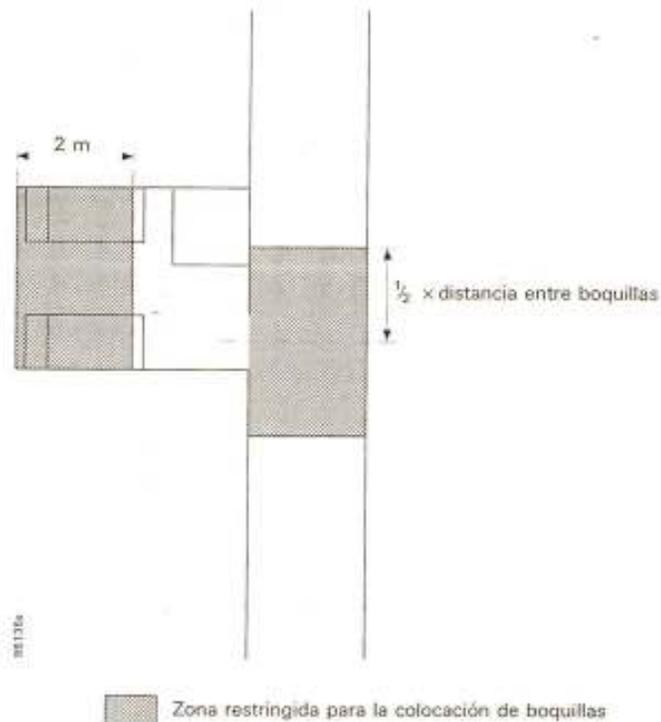


Figura 2

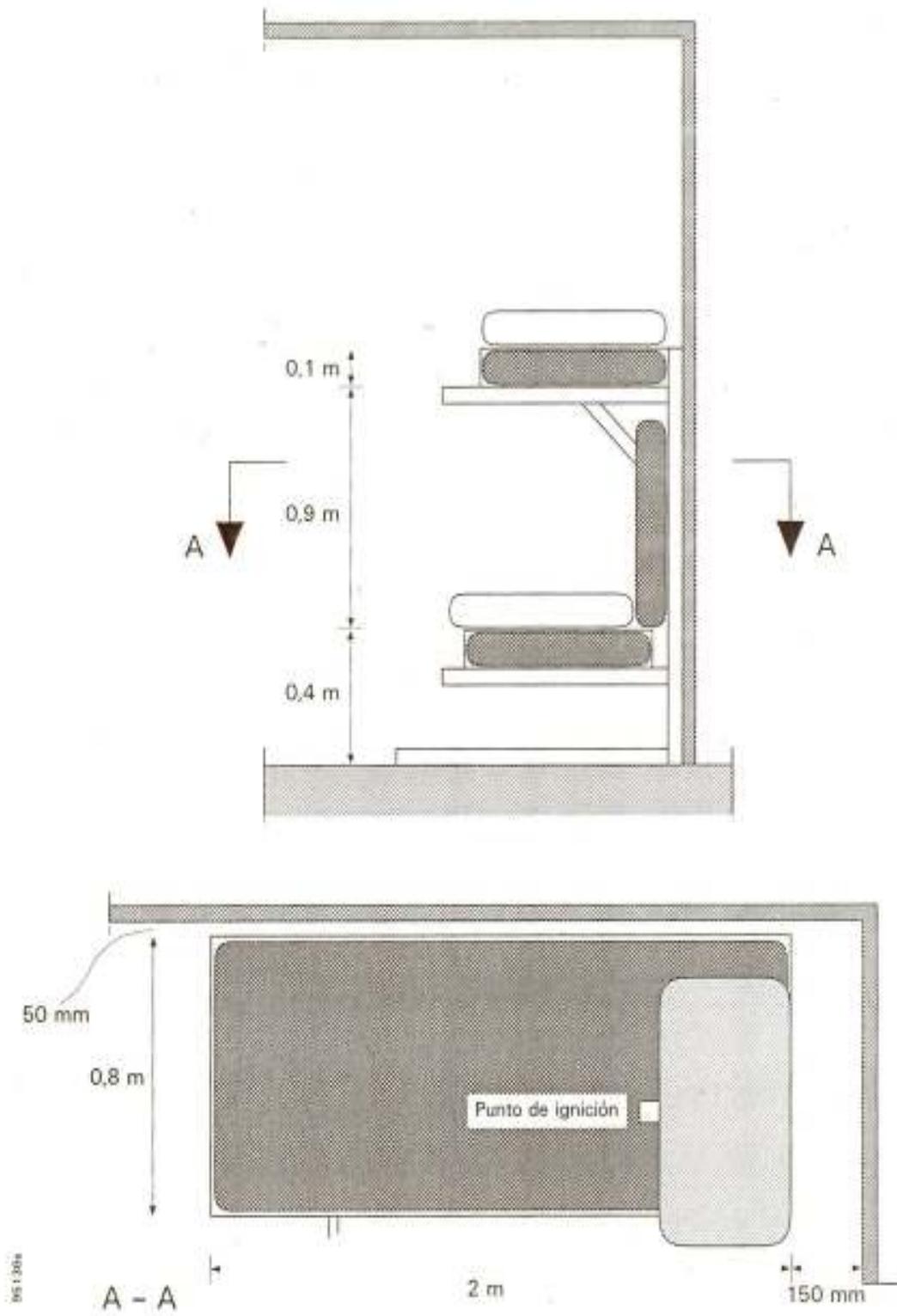


Figura 3

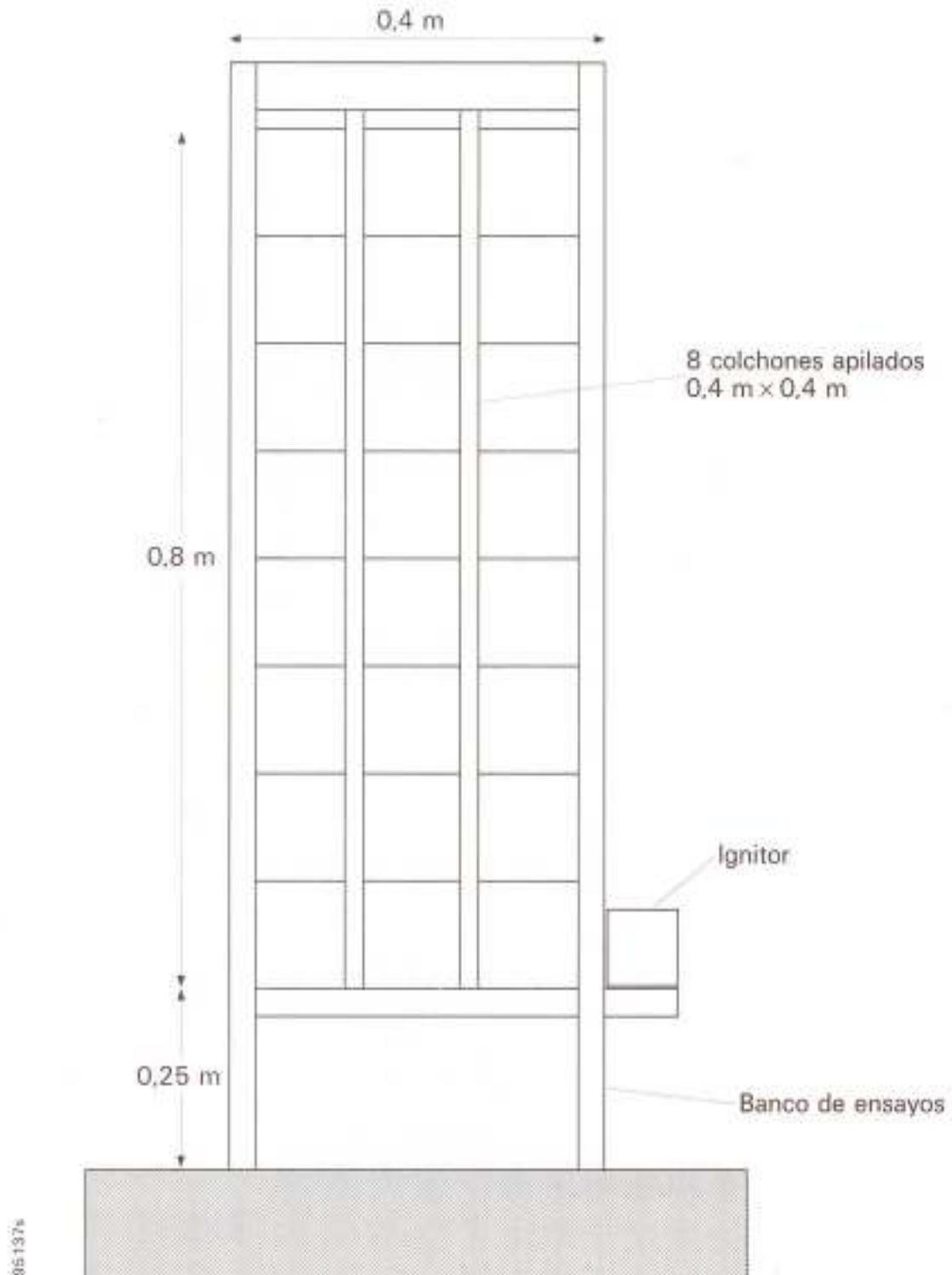
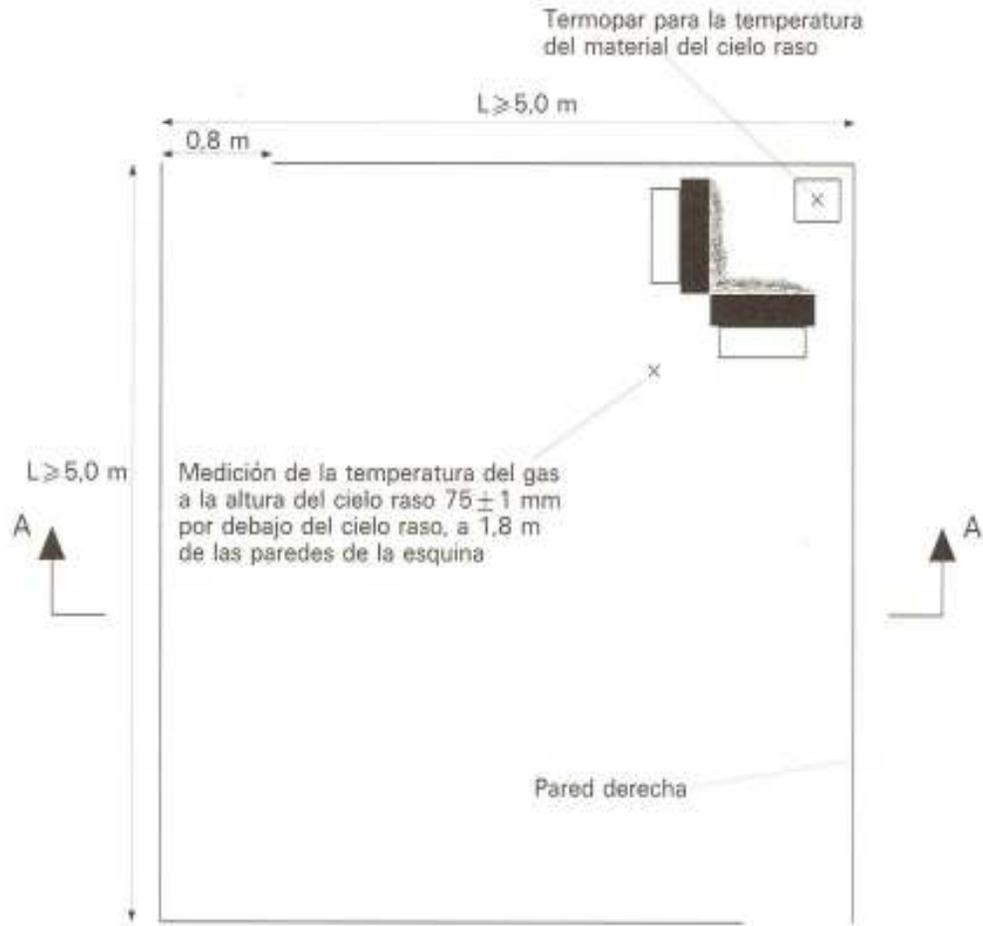
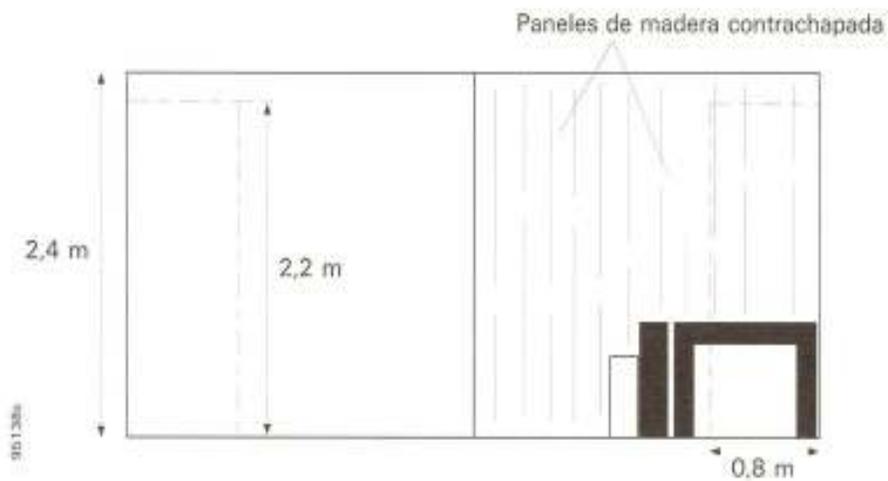


Figura 4



Planta



A-A

Figura 5 (Armazón de madera de mueble simulador)

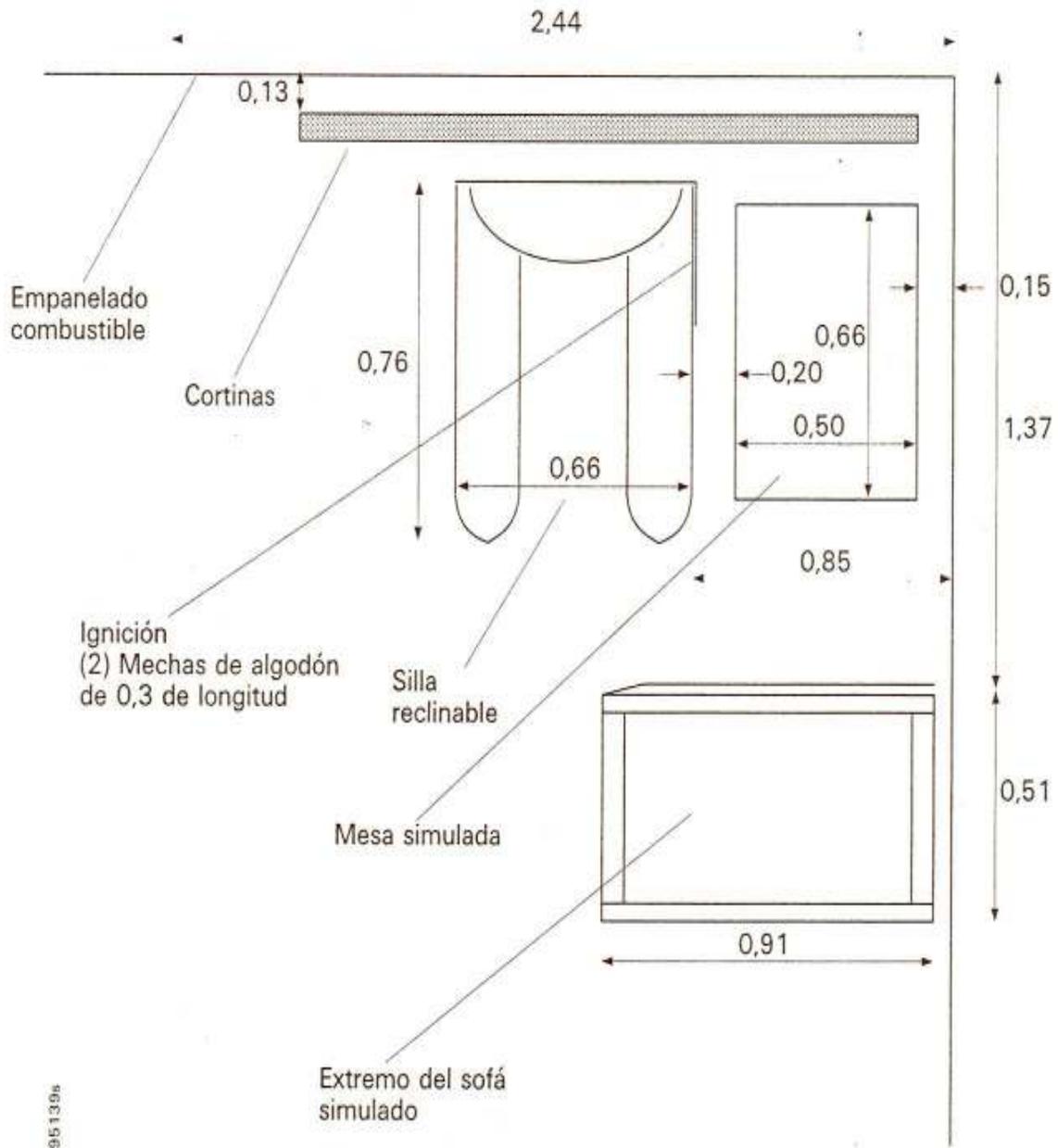
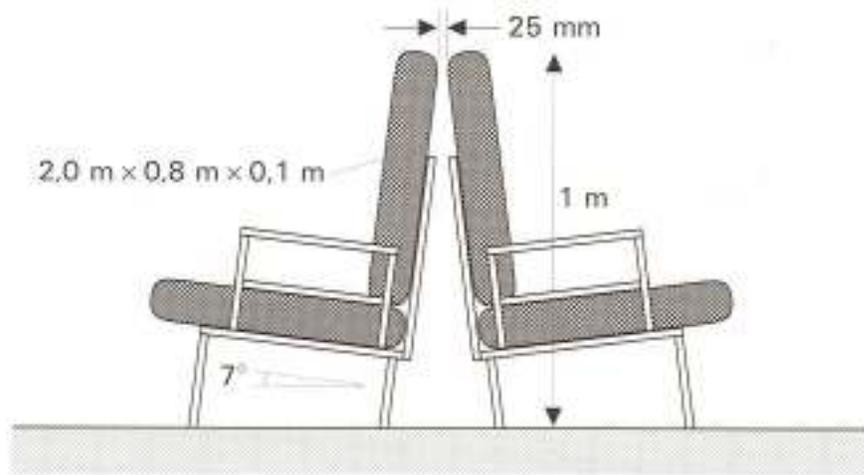
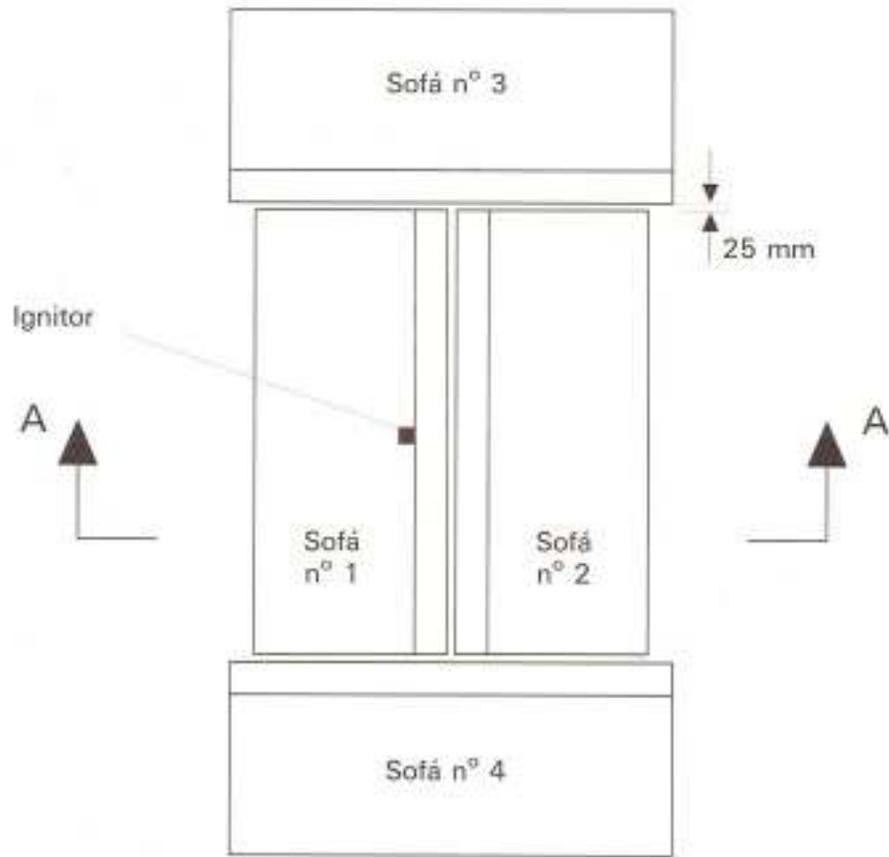


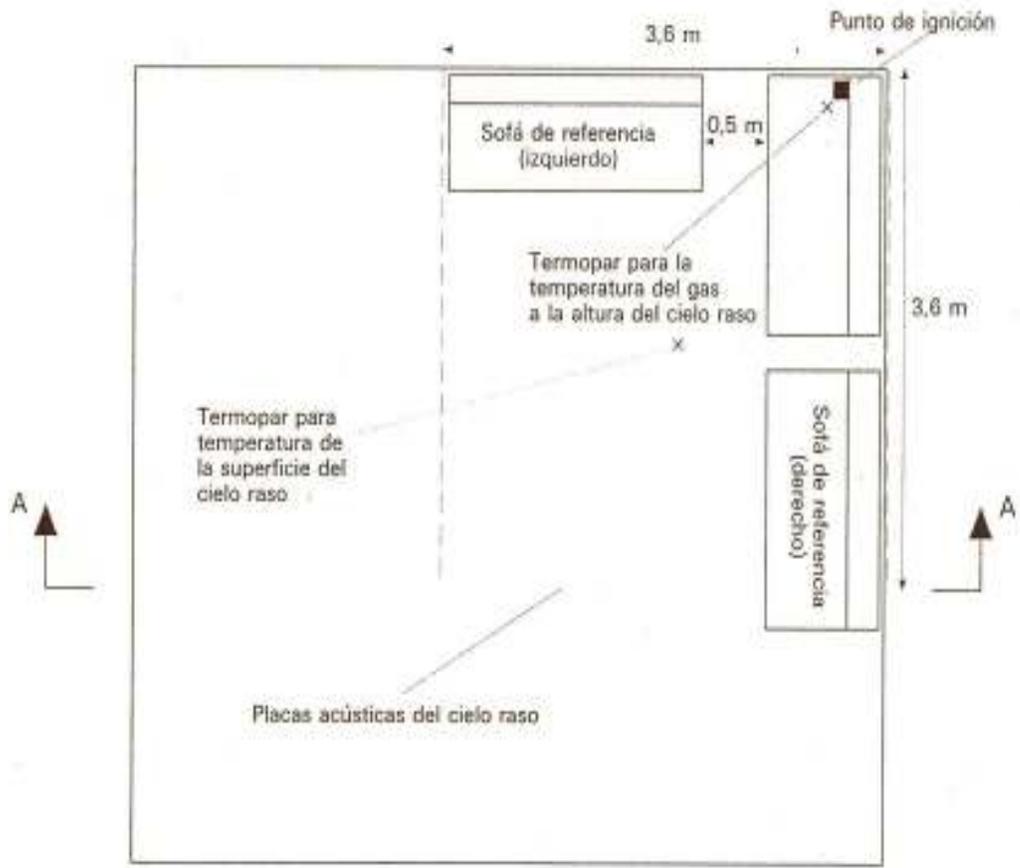
Figura 6 - Módulo combustible de silla tapizada
(medida en metros)



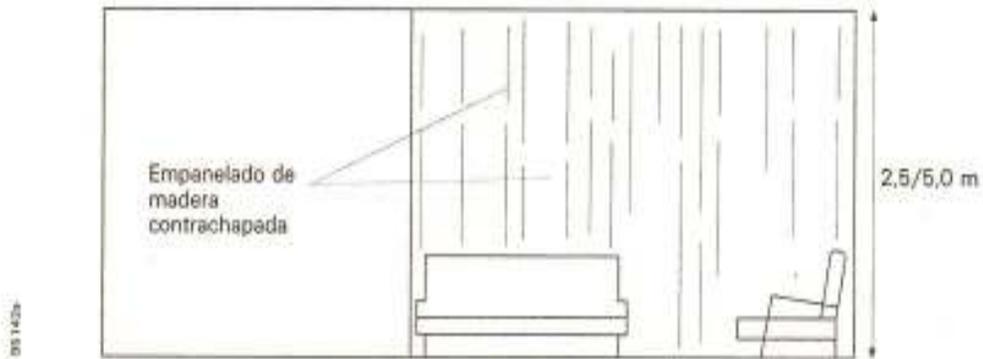
05141x

A - A

Figura 7

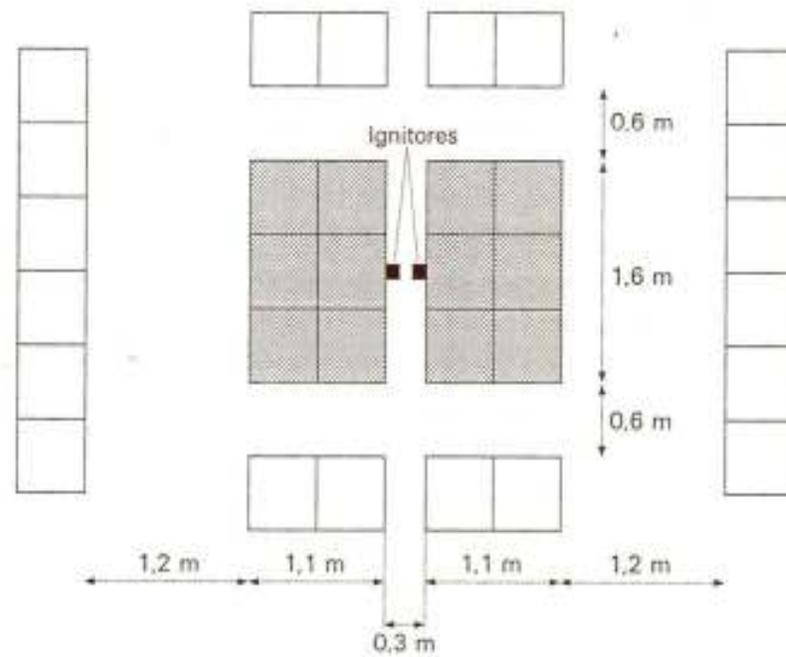
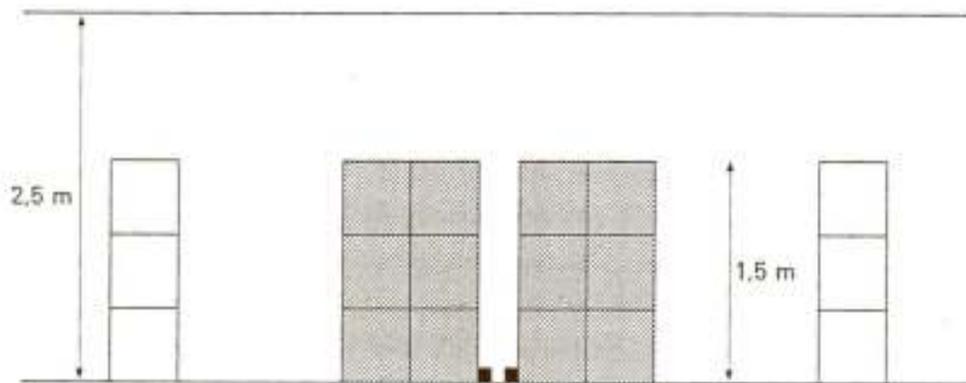


Planta



A-A

Figura 8

*Planta**Frente*

36142a

-  Cajas de cartón llenas de vasos de poliestireno
-  Cajas vacías usadas como dispositivo de referencia

Figura 9

Resolución MSC.40(64)

(aprobada el 5 de diciembre de 1994)

**NORMA PARA HOMOLOGAR LOS MATERIALES PIORRESTRICTIVOS
DESTINADOS A LAS NAVES DE GRAN VELOCIDAD**

EL COMITE DE SEGURIDAD MARITIMA,

RECORDANDO el artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

RECORDANDO ASIMISMO que en el párrafo 7.2.2 del Código internacional para naves de gran velocidad se prescribe la elaboración de normas aplicables a los materiales piorrestrictivos,

TENIENDO EN CUENTA que la norma 9705 de la ISO sobre "Ensayos de exposición al fuego - ensayo en un local a escala natural de productos para superficies",

1. ADOPTA la Norma para homologar los materiales piorrestrictivos destinados a las naves de gran velocidad, que figura en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a los Gobiernos a que apliquen la Norma para garantizar el cumplimiento de los criterios especificados en ella;

3. ACUERDA proseguir la labor sobre este asunto con miras a elaborar los correspondientes criterios de clasificación sobre la base de la norma 5660 de la ISO.

Anexo**NORMA PARA HOMOLOGAR LOS MATERIALES PIORRESTRICTIVOS DESTINADOS A LAS NAVES
DE GRAN VELOCIDAD****1 ALCANCE Y AMBITO DE APLICACION**

1.1 Esta norma especifica el procedimiento que deberá utilizarse al evaluar materiales para determinar si cumplen las prescripciones de los materiales piorrestrictivos estipuladas en el *Código internacional de seguridad para naves de gran velocidad*.

1.2 Los *materiales piorrestrictivos* se definen en el párrafo 7.2.2 del Código.

1.3 Las normas de cumplimiento son aplicables a los materiales de superficie de mamparos, paredes y revestimientos de cielos rasos, incluidas sus estructuras de soporte, según se estime necesario, como se indica en el párrafo 7.2.3 del Código.

1.4 Los materiales piorrestrictivos utilizados para mobiliario y otros componentes deberán someterse a ensayo conforme a la norma 5660 de la ISO.

1.5 En el caso de los materiales de aislamiento combustibles protegidos con revestimientos metálicos o identificables como elemento separado, el aislamiento deberá someterse a ensayo sin la protección superficial.

2 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO

Los ensayos se realizarán conforme a la norma 9705 de la ISO: ensayo en local o de esquina. Esta norma permite elegir entre varias fuentes de ignición y técnicas de colocación de la muestra. Para el ensayo de homologación de materiales piorrestrictivos, se aplicará lo siguiente:

- .1 fuente de ignición: normal conforme al anexo A de la norma 9705 de la ISO, es decir, 100 kW de energía térmica útil durante 10 min y luego 300 kW de energía térmica útil durante otros 10 min. Tiempo total del ensayo, 20 min; y
- .2 colocación de la muestra: configuración normal conforme al anexo G de la norma 9705 de la ISO, es decir, producto colocado en las paredes y el techo del local de ensayo. El producto deberá someterse a ensayo con arreglo a las condiciones del uso al que está destinado.

3 CALCULO DE LOS PARAMETROS EXIGIDOS EN LOS CRITERIOS

3.1 Los valores máximos del régimen de desprendimiento de humo al principio y al final del ensayo se calcularán del modo siguiente: durante los primeros 30 s del ensayo, utilizar también valores previos a la ignición de la fuente de ignición, es decir, un régimen de producción de humo nulo, cuando se calcule el promedio. Durante los últimos 30 s del ensayo, utilizar el valor medido a los 20 min, asignar éste a otros 30 s hasta 20 min y 30 s calcular el promedio,

3.2 El régimen máximo de desprendimiento de calor se calculará al comienzo y al final del ensayo utilizando los mismos principios que para determinar el promedio del régimen de producción de humo.

3.3 Los promedios del régimen de producción de humo y del régimen de desprendimiento de calor se calcularán utilizando valores reales medidos y que no se hayan promediado ya como se describe anteriormente.

4 CRITERIOS PARA HOMOLOGAR MATERIALES PIORRESTRICIVOS

Todo material de revestimiento de superficie se considera material pirore restrictivo si durante un ensayo de 20 min de duración conforme a la norma 9705 de la ISO, en las condiciones estipuladas en el párrafo 2 del presente anexo, cumple los seis criterios siguientes:

- .1 el promedio en el tiempo del régimen de desprendimiento de calor excluido el de la fuente de ignición no excede de 100 kW;
- .2 el régimen máximo de desprendimiento de calor excluido el de la fuente de ignición no excede 500 kW en promedio en cualquier periodo de 30 s durante el ensayo;
- .3 el promedio en el tiempo del régimen de producción de humo no excede de 1,4 m²/s;
- .4 el valor máximo del régimen de producción de humo no excede de 8,3 m²/s en promedio en cualquier periodo de 60 s durante el ensayo;
- .5 la propagación de la llama por las paredes del local de ensayo no debe llegar a menos de 0,5 m del suelo, salvo en la zona delimitada por un radio de 1,2 m desde la esquina donde se halla fuente de ignición; y
- .6 no cae ninguna partícula o residuo incandescente de la muestra al suelo del local de ensayo a más de 1,2 m de distancia de la esquina donde se halla situada la fuente de ignición.

Resolución MSC.41 (64)

(aprobada el 5 de diciembre de 1994)

NORMA PROVISIONAL PARA MEDIR EL HUMO Y LOS PRODUCTOS TOXICOS DE LA COMBUSTION

EL COMITE DE SEGURIDAD MARITIMA,

RECORDANDO el artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

RECORDANDO ASIMISMO que el Código internacional de seguridad para naves de gran velocidad (Código NGV) prescribe, en el párrafo 7.4.3.6, que los materiales utilizados en la nave, al estar expuestos al fuego, no deberán emitir humo ni gases tóxicos en cantidades que puedan resultar peligrosas para las personas, según se haya determinado mediante ensayos que se ajusten a una norma elaborada por la Organización,

RECORDANDO ADEMAS que el Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, enmendado, y el Protocolo de Torremolinos de 1993 relativo al Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977, restringen el uso de materiales combustibles,

RECORDANDO TAMBIEN que la Asamblea, mediante la resolución A.166(ES.IV), señaló a los Gobiernos Miembros los riesgos de humo y toxicidad de los materiales combustibles en caso de incendio,

TENIENDO EN CUENTA que el humo y los productos tóxicos producidos por los materiales combustibles son extremadamente peligrosos para los materiales combustibles en caso de incendio.

RECONOCIENDO la urgente necesidad de preparar procedimientos de ensayo de exposición al fuego y criterios relativos al humo y la toxicidad debidos a los materiales combustibles en caso de incendio,

RECONOCIENDO TAMBIEN la necesidad de estipular procedimientos de ensayo y criterios relativos al humo y la toxicidad que sean internacionalmente uniformes,

1. APRUEBA la Norma provisional para medir el humo y los productos tóxicos de la combustión que figura en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a los Gobiernos a que apliquen dicha Norma provisional al implantar el Código NGV con objeto de garantizar el cumplimiento de los criterios que se especifican en dicho Código;

3. ACUERDA seguir elaborando nuevos procedimientos de ensayo, según proceda.

Anexo

NORMA PROVISIONAL PARA MEDIR EL HUMO Y LOS PRODUCTOS TOXICOS DE LA COMBUSTION

En esta norma se especifica un procedimiento para determinar que la producción de humo y el potencial tóxico de los materiales que se usan a bordo de los buques y de los materiales que no son pirorestrictivos y que se usan en las naves de gran velocidad, cumplen las prescripciones de las reglas del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974, enmendado, el Protocolo de Torremolinos de 1993 relativo al Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977, y el Código de seguridad para naves de gran velocidad, así como otros códigos y directrices conexas elaboradas por la Organización.

1 GENERALIDADES

Los ensayos de producción de humo deberán realizarse, en general, con arreglo a lo estipulado en la parte 2 de la norma ISO 5659 y los procedimientos adicionales de ensayo descritos en la presente norma. A fin de llevar a cabo los ensayos de conformidad con esta norma, deberán modificarse las instalaciones y los procedimientos indicados en las normas ISO, si es necesario.

2 MUESTRA DE ENSAYO

La preparación de la muestra de ensayo deberá realizarse conforme al método que se indica en la resolución A.653(16) de la Asamblea para los revestimientos primarios de cubierta y la resolución A.687(17) de la Asamblea para los revestimientos primarios de cubierta y la resolución A.753(18) de la Asamblea para las tuberías de plástico. En el caso de los cables, sólo habrá que someter a ensayo muestras de aquéllos cuyo material aislante tenga el grosor máximo.

3 CONDICIONES DE ENSAYO

Durante el ensayo, la irradiancia de la muestra se ha de mantener constante. Se someterán a ensayo tres muestras, en cada una de las siguientes condiciones:

- .1 irradiancia de 25 kW/m², con llama piloto;
- .2 irradiancia de 25 kW/m², sin llama piloto; y
- .3 irradiancia de 50 Kw/m², sin llama piloto;.

4 DURACION DEL ENSAYO

El ensayo tendrá una duración de al menos 10 min. Si tras los primeros 10 min de exposición no se ha alcanzado el valor mínimo de transmitancia de la luz, se continuará el ensayo durante otros 10 min.

5 RESULTADOS DEL ENSAYO

5.1 La densidad óptica específica del humo, según se define a continuación, se registrará como mínimo cada 5 s durante el periodo de ensayo:

$$D_s = (V/AL) \log_{10} (I_0/I)$$

donde:

V = volumen total de la cámara (m³)

A = área expuesta de la muestra (m²)

L = longitud óptica (m) de la medición del humo

5.2 Al efectuar la medición de la toxicidad, la toma de muestras de humo deberá efectuarse al someter a ensayo la segunda o tercera muestra en cada una de las condiciones de ensayo, desde el centro geométrico de la cámara y antes de que transcurran 3 min a partir del momento en que se alcance la densidad óptica específica máxima del humo. La concentración de cada uno de los gases tóxicos deberá determinarse en partes por millón del volumen de la cámara.

6 CRITERIOS DE CLASIFICACION

6.1 Humo

Deberá calcularse la media (D_m) del máximo de D_s de los tres ensayos en cada una de las condiciones de ensayo.

- .1 En el caso de los materiales que se usan para la superficie de los mamparos, revestimientos o cielos rasos, la D_m no deberá exceder de 200 en ninguna de las condiciones de ensayo.
- .2 En el caso de los materiales que se usan como revestimientos primarios de cubierta o como superficie del suelo, la D_m no deberá exceder de 400 en ninguna de las condiciones de ensayo.
- .3 En el caso de las tuberías de plástico y los cables eléctricos, la D_m no deberá exceder de 400 en ninguna de las condiciones de ensayo.

6.2 Toxicidad

La concentración de gas medida en cada una de las condiciones de ensayo no deberá exceder de los siguientes límites:

CO	1 450 ppm	CO ₂	60000 ppm
HCl	310 ppm	HBr	50 ppm
HF	590 ppm	HCN	140 ppm
NO _x	350 ppm	SO ₂	120 ppm
Acroleína	1,7 ppm	Formaldehído	3,2 ppm

7 INFORME SOBRE EL ENSAYO

El informe sobre el ensayo deberá incluir la siguiente información:

- .1 tipo de material, a saber, acabado de superficie, revestimiento de suelo, revestimiento primario de cubierta, tuberías, etc;
- .2 nombre comercial o marca del material;
- .3 descripción del material;
- .4 construcción de la muestra;
- .5 nombre y dirección del fabricante del material;
- .6 D_m en cada una de las condiciones de calentamiento e ignición;
- .7 concentraciones de gases tóxicos en ppm si procede;
- .8 conclusión, con arreglo a lo indicado en 6;
- .9 nombre y dirección del laboratorio de ensayo; y
- .10 fecha del ensayo.

Resolución MSC.44(65)

(aprobada el 11 de mayo de 1995)

NORMAS APLICABLES A LOS SISTEMAS FIJOS DE ROCIADORES PARA NAVES DE GRAN VELOCIDAD

EL COMITE DE SEGURIDAD MARITIMA,

RECORDANDO artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

TOMANDO NOTA de que el Código internacional de seguridad para naves de gran velocidad (Código NGV) fue aprobado el 20 de mayo de 1994 mediante la resolución MSC.36(63),

TOMANDO NOTA ASIMISMO de que, el 24 de mayo de 1994, los Gobiernos Contratantes del Convenio SOLAS 1974 aprobaron enmiendas al Convenio que incluyen, entre otras cosas, un capítulo X sobre Medidas de seguridad aplicables a las naves de gran velocidad, a fin de dar carácter obligatorio a las disposiciones del Código NGV en virtud de dicho Convenio respecto de las naves de ese tipo construidas el 1 de enero de 1996, o posteriormente,

RECONOCIENDO que las naves de gran velocidad están proyectadas de modo que su desplazamiento sea reducido, utilizándose materiales de construcción más ligeros que los tradicionales a fin de que el transporte marítimo sea más rápido, y que los criterios de proyecto de dichas naves relativos a la seguridad contra incendios también difieren de los de las naves tradicionales,

RECONOCIENDO ASIMISMO que en el Código NGV se prescribe que los espacios públicos y los de servicio, los pañoles que no contengan líquidos inflamables y otros espacios análogos de las naves de pasaje estén protegidos por un sistema fijo de rociadores que se ajuste a normas elaboradas por la Organización,

DESEANDO mantenerse al corriente de los adelantos tecnológicos de los sistemas de rociadores y seguir mejorando la prevención de incendios a bordo de las naves de gran velocidad,

HABIENDO EXAMINADO las recomendaciones hechas por el Subcomité de Protección contra Incendios, en su 39o. período de sesiones, y por el Subcomité de Proyecto y Equipo del Buque, en su 38o. período de sesiones,

1. APRUEBA las Normas aplicables a los sistemas fijos de rociadores para naves de gran velocidad, cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;

2. INVITA a los Gobiernos a que apliquen estas normas al aprobar los sistemas fijos de rociadores que se utilicen en las zonas de alojamiento de las naves de pasaje de gran velocidad;

3. DECIDE mantener las normas sometidas a examen y enmendarlas cuando sea necesario.

Anexo

NORMAS APLICABLES A LOS SISTEMAS FIJOS DE ROCIADORES PARA NAVES DE GRAN VELOCIDAD

1 GENERALIDADES

1.1 Teniendo en cuenta que las naves de gran velocidad requieren materiales de construcción más ligeros que las naves tradicionales y que sus criterios de proyecto relativos a la seguridad contra incendios difieren de los de las naves tradicionales, las presentes normas son aplicables únicamente a las zonas de alojamiento de las naves de gran velocidad. Estas normas se aplicarán junto con todas las demás prescripciones y limitaciones de seguridad propias de las naves proyectadas y explotadas en cumplimiento absoluto del *Código para naves de gran velocidad (NGV)*.

2 TIPOS DE SISTEMAS QUE ESTARA PERMITIDO UTILIZAR EN LAS NAVES DE GRAN VELOCIDAD

2.1 Sistemas manuales de rociadores

2.1.1 Sistemas de rociadores en los que la admisión del agua se controla mediante interruptores o puestos de vidrio rompible de accionamiento manual. Una vez activado, el sistema se llenará de agua y las válvulas y bombas correspondientes funcionarán automáticamente. Estos sistemas pueden tener boquillas con elementos fusibles.

2.1.2 Cada zona protegida en la que haya un sistema manual de rociadores tendrá dos interruptores o puestos de vidrio rompible a suficiente distancia el uno del otro, y un interruptor para cada zona protegida ubicado en el compartimiento de gobierno u otro puesto de control con dotación permanente. Los interruptores y puestos de vidrio rompible estarán debidamente protegidos contra su utilización no autorizada y, al accionarlos, sonará una alarma en el compartimiento de gobierno o el puesto de control con dotación permanente.

2.2 Sistemas automáticos de rociadores

2.2.1 Sistema de tuberías llenas: sistema de rociadores que utiliza rociadores automáticos unidos a un sistema de tuberías con agua y conectados a una alimentación de agua, de modo que el agua se descargue inmediatamente por los rociadores que se abren debido al calor de un incendio.

2.2.2 Sistema de tuberías vacías: sistema de rociadores que utiliza rociadores automáticos unidos a un sistema de tuberías con aire o nitrógeno a presión, que al escapar (al abrirse el rociador) permite que la presión del agua abra una válvula de tubería de tubería vacía. Como consecuencia, el agua entra en el sistema de tuberías y sale por los rociadores abiertos.

2.3 Sistema mixto: sistema que funciona tanto manual como automáticamente y que está dotado de boquillas con elementos fusibles. Las tuberías del sistema pueden estar vacías o llenas de aire comprimido. Cada zona protegida cuenta con puestos de vidrio rompible de accionamiento manual. Cuando se active un puesto manual o un sistema de detección suplementario, el sistema se llenará de agua y las válvulas y bombas correspondientes comenzarán a funcionar automáticamente. Además, en el compartimiento de gobierno habrá un interruptor de accionamiento manual. Cuando se accione el interruptor, el sistema se llenará de agua y las válvulas y bombas correspondientes comenzarán a funcionar automáticamente.

2.4 Sistemas equivalentes: sistemas de rociadores que se ajustan a las "Directrices para la aprobación de sistemas de rociadores equivalentes a los especificados en la regla II-2/12 del Convenio " SOLAS" (resolución A.755(18)). Estos sistemas equivalentes podrán ser de los tipos especificados en 2.1, 2.2 ó 2.3. Las Administraciones podrán modificar algunas de las siguientes prescripciones sobre aspectos hidráulicos y neumáticos aplicables a dichos sistemas, a reserva de las condiciones de uso para las que sean aprobados.

3 BOMBAS

3.1 Se proveerán medios para el arranque manual de cada bomba desde el compartimiento de gobierno. Se instalarán alarmas de fallo en dicho compartimiento que indiquen que las bombas no disponen de energía eléctrica.

3.2 Todos los sistemas estarán provistos de medios para el arranque manual de la bomba de los rociadores desde un lugar fácilmente accesible próximo a ella, de tal manera que el acceso y los medios para su manejo se encuentren fuera del espacio que está siendo protegido.

3.3 Se proveerán medios para evacuar automáticamente el aire atrapado en la caja de la bomba de los rociadores o para cebarla desde el compartimiento de gobierno en todas las condiciones operacionales.

3.4 Se proveerán medios en el compartimiento de gobierno que indiquen que:

- .1 la presión del sistema de rociadores es normal (únicamente para los sistemas que trabajen constantemente a presión);
- .2 el sistema de rociadores está en funcionamiento (bomba en marcha); y
- .3 se ha producido un fallo del sistema de rociadores (pérdida de presión).

3.5 Se proveerá un manómetro en el compartimiento de gobierno que indique la presión del colector de los rociadores.

3.6 Dimensionamiento de la bomba, las tuberías y el sistema

3.6.1 Exceptuando lo indicado en 3.6.2, las bombas, las tuberías y los demás componentes de suministro del sistema tendrán dimensiones y estarán dispuestos de manera que permitan mantener en un minuto como máximo después de haberse activado el sistema un flujo mínimo que corresponda al funcionamiento simultáneo de los rociadores en las siguientes superficies de proyecto que necesiten más agua:

- .1 por lo que respecta a los sistemas manuales con boquillas abiertas: dos secciones de rociadores adyacentes a nivel horizontal, y como mínimo 280 m²;
- .2 por lo que respecta a los sistemas manuales con boquillas de elementos fusibles: 280 m²;
- .3 por lo que respecta a los sistemas de tuberías llenas: 150 m²; y
- .4 por lo que respecta a los sistemas de tuberías vacías y mixtos: 200 m².

3.6.2 En todos los tipos de sistemas, la superficie de proyecto puede reducirse hasta el tamaño máximo del mayor espacio dentro de las divisiones pirorresistentes (30 min o más) en una zona de cubierta única.

3.7 Por lo que respecta a los sistemas que no sean los autorizados en 2.4, el régimen de descarga de agua no será inferior a 5 l/ m²/ min.

3.8 En los sistemas automáticos, las bombas de los rociadores arrancarán cuando el sistema pierda presión.

3.9 No se situará una bomba de rociadores en ningún espacio protegido por el sistema de rociadores alimentado por dicha bomba.

3.10 Habrá por lo menos dos fuentes de energía para la bomba de agua de mar y el sistema automático de alarma y detección. Cuando las fuentes de energía para la bomba sean eléctricas, consistirán en un generador principal y una fuente de energía de emergencia. Para abastecer la bomba, se efectuará una conexión en el cuadro de distribución principal y otra en el cuadro de distribución de emergencia, establecidas mediante alimentadores independientes reservados exclusivamente para este fin. Los alimentadores estarán dispuestos de modo que no atraviesen cocinas, espacios de máquinas ni otros espacios cerrados que presenten un elevado riesgo de incendio, excepto en la medida en que sea necesaria para llegar a los cuadros de distribución correspondientes, y terminarán en un conmutador inversor automático situado cerca de la bomba de los rociadores. Este conmutador permitirá el suministro de energía desde el cuadro principal mientras se disponga de dicha energía, y estará proyectado de modo que si falla ese suministro, cambie automáticamente al procedente del cuadro de emergencia. Los conmutadores del cuadro principal y del de emergencia estarán claramente etiquetados y se hallarán normalmente cerrados. No se permitirá ningún otro conmutador en estos alimentadores. Una de las fuentes de energía para el sistema de alarma y detección será una fuente de emergencia. Si una de las fuentes de energía de la bomba es un motor de combustión interna, éste, además de cumplir lo dispuesto en 3.9, estará situado de modo que si se declara un incendio en un espacio protegido, no afecte al suministro de aire de la máquina.

3.11 El sistema de rociadores estará conectado al colector principal contra incendios del buque por medio de una válvula de retención con cierre de rosca situada en la conexión de modo que impida el retorno del agua desde el sistema de rociadores hacia el colector.

3.12 La fuente de energía principal de las bombas de los rociadores estará constituida por motores eléctricos. La fuente de energía de emergencia de dichas bombas provendrá de un generador de emergencia. Otra posibilidad es utilizar como fuente de energía de emergencia una bomba dedicada exclusivamente a ese fin, accionada por un motor diesel.

3.13 Las naves de categoría A provistas de un sistema de rociadores de tuberías llenas podrán llevar en vez de una fuente de energía de emergencia un tanque hidroneumático para la bomba de los rociadores. El tanque tendrá dimensiones tales que permita descargar agua durante un minuto al régimen prescrito sobre la superficie de proyecto.

4 ROCIADORES

4.1 En el caso de sistemas de los indicados en 2.4, los rociadores serán de respuesta rápida y cumplirán lo prescrito en la norma ISO 6182/1.

4.2 En el caso de sistemas que trabajen constantemente a presión, se almacenarán a bordo seis rociadores de respeto de cada tipo en un lugar fácilmente accesible.

5 VALVULAS

5.1 Sistemas manuales

5.1.1 Para que el sistema manual comience a funcionar bastará con que se abra una sola válvula de cierre en el lado de descarga de la bomba. Esta válvula, llamada válvula de control, se hallará fuera del espacio que hay que proteger.

5.1.2 Las válvulas de control serán fácilmente accesibles para los tripulantes y se podrán hacer funcionar sin herramientas ni llaves especiales.

5.1.3 Las válvulas de control estarán provistas de accionadores a distancia que puedan controlarse desde el compartimiento de gobierno o desde los puestos de vidrio rompible de accionamiento manual, si los hay. Las válvulas de control dispondrán de neutralizadores manuales locales.

5.1.4 Las válvulas de control podrán abrirse manualmente en menos de 45 segundos ejerciendo un par que no exceda 45 Nm cuando la bomba funcione a plena capacidad. Esto se verificará a intervalos de seis meses.

5.1.5 Se proveerán medios para fijar todas las otras válvulas que puedan impedir el funcionamiento del sistema en su posición abierta o "lista para funcionar".

5.2 Sistemas automáticos o de otro tipo

En los sistemas automáticos o de otro tipo se proveerán medios para fijar las válvulas de control o de otro tipo que puedan impedir el funcionamiento del sistema en su posición abierta.

5.3 Todas las válvulas

5.3.1 Todas las válvulas llevarán etiquetas que indiquen su función y posición normal. En las válvulas de control se indicará también las zonas que cubren.

5.3.2 Todas las válvulas estarán provistas de medios que indiquen si están abiertas o cerradas.

6 TUBERIAS

6.1 Los materiales utilizados para las tuberías deberán ser de acero o los que se indican a continuación:

- .1 cuando la tubería esté situada por encima de un cielo raso con una piroresistencia nominal de 15 minutos e incluya un sistema de tuberías vacías o un sistema mixto asociado a un sistema de detección de incendios, o bien un sistema de tuberías llenas:
 - .1.1 materiales que cumplan las prescripciones del nivel 3 con arreglo a la resolución A.753(18) sobre Directrices para la instalación de tuberías de plástico en los buques; o
 - .1.2 metales distintos del acero con propiedades de buena conducción térmica, tales como el aluminio o el cobre;
- .2 otros sistemas de tuberías vacías y sistemas no continuamente llenos de agua; materiales que cumplan las prescripciones del nivel 2 de la resolución A.753(18).

6.2 Las tuberías estarán sujetas a la estructura de la nave utilizando procedimientos técnicos que tengan en cuenta las cargas tanto estáticas como dinámicas ocasionadas por las oscilaciones de la tubería, el movimiento de la nave y el movimiento del líquido dentro de la tubería.

6.3 Los medios de sujeción de la tubería de los rociadores a la estructura de la nave serán adecuados para el medio marino. Los soportes de tuberías que tengan sujetadores de rosca estarán dotados de medios para que los sujetadores permanezcan fijos a pesar de las vibraciones de la nave.

6.4 En los medios de conexión del sistema de tuberías a la estructura de la nave y en las conexiones de las tuberías se tendrán en cuenta las propiedades a largo plazo del material y la interacción de todos los materiales utilizados para las conexiones, prestándose la debida atención a la prevención de la corrosión por contacto entre metales distintos.

6.5 En los cálculos de pérdidas por rozamiento se utilizará la fórmula de *Hazen-Williams*. El cálculo del flujo en las tuberías de acero al carbón, incluidas las galvanizadas, se basará en un valor de $C = 100$. Los cálculos del flujo en los sistemas de rociadores de tuberías llenas que sean de acero de carbón se basarán en un valor de $C = 120$. Para todos los sistemas, los cálculos del flujo en las tuberías resistentes a la corrosión, tales como las tuberías de cobre, aleaciones de cobre, acero inoxidable o plástico, se basará en un valor de $C = 150$.

7 MEDIOS DE ENSAYO

En cada zona se instalarán tuberías de ensayo que permitan efectuar periódicamente un ensayo de flujo máximo. Dichas tuberías descargarán por la borda el flujo de proyecto de la zona. Las tuberías de ensayo podrán servir también como tuberías de desagüe del sistema. En los sistemas de tuberías llenas no es necesario que el diámetro de las tuberías de descarga sea superior a 50 mm. Además, todos los sistemas dispondrán de un medio de ensayo en el punto más alejado de cada zona a fin de permitir un flujo de ensayo igual al producido por un solo rociador.

8 TANQUES HIDRONEUMATICOS

8.1 Los sistemas tendrán un tanque de presión hidroneumático con una capacidad mínima de 200 litros y dispondrán de un suministro complementario procedente de una fuente fiable de agua potable o dulce que haga las veces de tanque hidroneumático.

8.1.1 Se podrá excluir el tanque en aquellos casos en que el sistema se mantenga cargado con agua dulce mediante una pequeña bomba de llenado que aspire el agua de la fuente de agua potable o dulce. El funcionamiento de dicha bomba será automático. La bomba estará dotada de un sensor que active una alarma indicadora de fallo en el compartimiento de gobierno en caso de pérdida de presión en la boca de aspiración de la bomba de llenado. La conexión de la bomba de llenado a la fuente de agua potable estará dotada de un dispositivo de presión reducida que impida el retorno del agua.

8.2 Los tanques hidroneumáticos dispondrán de medios que proporcionen indicaciones acústicas y visuales en el compartimiento de gobierno sobre el descenso del nivel de agua o de la presión de aire. Cuando el nivel del tanque hidroneumático descienda hasta un nivel preestablecido, la bomba del rociador comenzará a funcionar automáticamente.

8.3 Se dispondrá de un medio que impida automáticamente la entrada de agua de mar en el tanque hidroneumático.

8.4 Un tanque hidroneumático instalado en el sistema de agua potable podrá servir como tanque hidroneumático para el sistema de rociadores, a condición de que la demanda de agua potable no haga descender el nivel del agua o de la presión del aire por debajo de los niveles mínimos necesarios para la protección contra incendios.

9 AIRE COMPRIMIDO EN LOS SISTEMAS DE TUBERIAS VACIAS, EN LOS SISTEMAS MIXTOS Y EN LOS TANQUES HIDRONEUMATICOS

9.1 Los sistemas de tuberías vacías estarán dispuestos de modo que la descarga de agua por el rociador situado a mayor distancia se produzca en menos de 60 segundos a partir del momento de su activación.

9.2 El aire comprimido podrá proceder de un compresor dedicado exclusivamente a ese fin o de otra fuente fiable.

9.2.1 Se proveerán medios que impidan que entre agua en el sistema de suministro de aire.

9.3 La presión del aire se mantendrá por medios automáticos para compensar las fluctuaciones normales de presión, y el suministro de aire estará dispuesto de modo que impida que entren en el sistema cantidades considerables de aire cuando un rociador esté funcionando.

9.4 Se instalará una alarma en el puente que indique si la presión de aire es baja en el sistema de tuberías vacías.

10 RETENCION DE AGUA

10.1 Todos los sistemas estarán dispuestos de modo que puedan drenarse.

10.2 Todos los rociadores colgantes, salvo los de los sistemas de tuberías llenas, serán de tipo vacío para evitar la entrada de partículas y de agua de mar en el tramo colgante, así como su corrosión.

10.3 Aquellos tramos de tubería que no pueden ser autodrenantes estarán contruidos con materiales que no den muestras de corrosión tras periodos de exposición prolongada al agua de mar. Los rociadores instalados en estas zonas no serán de latón ni de otros materiales que puedan corroerse o descincarse.

10.4 Todas las secciones de los sistemas que puedan congelarse serán autodrenantes o estarán llenas con una solución anticongelante.

11 SISTEMAS DE CONTROL ELECTRICO

11.1 Los sistemas de control, detección y alarma/aviso de los sistemas de rociadores se hallarán eléctricamente aislados de todos los sistemas que no sean de protección contra incendios.

11.2 Una conexión accidental a masa o un circuito abierto en cualquiera de los conductores del sistema de detección y control de los rociadores producirá un aviso de fallo en el compartimiento de gobierno sin afectar al funcionamiento del sistema. Esta prescripción no es aplicable a los conductores de suministro de energía al motor o a los motores de la bomba de los rociadores.

11.3 El sistema de control estará dotado de una fuente de energía de emergencia, según se estipula en el *Código NGV*.

12 DOCUMENTOS

Los cálculos del sistema de rociadores se conservarán junto con los cálculos de proyecto de la nave.

13 FACTOR HUMANO

13.1 Los indicadores y mandos se encontrarán en una zona específica de observación del compartimiento de gobierno.

13.2 Los mandos no requerirán el uso de llaves, claves o herramientas especiales para su manejo.

13.3 Los indicadores deberán ajustarse a lo dispuesto en el Código de alarmas e indicadores.

14 INSPECCION Y ENSAYO

14.1 En el compartimiento de gobierno se conservará un manual especial de los procedimientos de ensayo e inspección junto con los registros del sistema.

14.2 Se conservarán a bordo unas hojas con las listas especiales de comprobaciones para las inspecciones y ensayos, así como un registro de todas las inspecciones y ensayos realizados.

Resolución MSC.45(65)

(aprobada el 11 de mayo de 1995)

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA LAS DIVISIONES PIRORRESISTENTES DE LAS NAVES DE GRAN VELOCIDAD

EL COMITE DE SEGURIDAD MARITIMA,

RECORDANDO artículo 28 b) del Convenio constitutivo de la Organización Marítima Internacional, artículo que trata de las funciones del Comité,

RECORDANDO TAMBIEN que la Recomendación sobre procedimientos de ensayo de exposición al fuego para divisiones de clase "A", "B" y "F", aprobada mediante la resolución A.754(18), se debería aplicar a los ensayos de exposición al fuego mencionados en las disposiciones pertinentes del Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar (SOLAS), 1974, enmendado, y del Protocolo de Torremolinos de 1993 relativo al Convenio internacional de Torremolinos para la seguridad de los buques pesqueros, 1977,

TOMANDO NOTA de que, mediante la resolución MSC.36(63), aprobó el Código internacional de seguridad para naves de gran velocidad (Código NGV),

TOMANDO NOTA ASIMISMO de que, el 24 de mayo de 1994, la Conferencia de Gobiernos Contratantes del Convenio SOLAS 1974 aprobó enmiendas al Convenio que incluyen, entre otras cosas, un capítulo X sobre Medidas de seguridad aplicables a las naves de gran velocidad, a fin de dar carácter obligatorio a las disposiciones del Código NGV en virtud de dicho Convenio respecto de las naves de ese tipo construidas el 1 de enero de 1996 o posteriormente,

RECONOCIENDO la necesidad de que las naves de gran velocidad están construidas con materiales piroresistentes,

RECONOCIENDO TAMBIEN que el Código NGV contiene una definición de división piroresistente que requiere los correspondientes procedimientos de ensayo,

1. APRUEBA los Procedimientos de ensayo para las divisiones piroresistentes de las naves de gran velocidad, cuyo texto figura en el anexo de la presente resolución;
2. INVITA a los Gobiernos a que apliquen dichos procedimientos de ensayo cuando aprueben las propiedades de resistencia al fuego de los elementos que se vayan a utilizar para la construcción de las naves de gran velocidad;
3. DECIDE mantener los procedimientos de ensayo sometidos a examen y enmendarlos cuando sea necesario.

Anexo

PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA LAS DIVISIONES PIRORRESISTENTES DE LAS NAVES DE GRAN VELOCIDAD

1 GENERALIDADES

1.1 De conformidad con las disposiciones del Código de seguridad para naves de gran velocidad (Código NGV) (resolución MSC.36(63)) los elementos de construcción que se utilicen en estas naves deberán tener propiedades de resistencia al fuego que sean satisfactorias a juicio de la Administración y ser aprobados por ésta. En este contexto, "propiedad de resistencia al fuego" es la capacidad de un elemento de construcción de aislar o proteger una zona contra los efectos de un incendio en una zona contigua, gracias a sus cualidades de separación durante el mismo. Tales elementos de construcción son mamparos, cubiertas, cielos rasos, revestimientos y puertas piroresistentes.

1.1.1 Las divisiones piroresistentes para riesgos moderados de incendio son "divisiones piroresistentes de clase 30".

1.1.2 Las divisiones piroresistentes para riesgos moderados de incendio son "divisiones piroresistentes de clase 60".

1.2 Esta clasificación se deberá expresar, por ejemplo, en la forma de "cubiertas piroresistentes de clase 60 que soportan carga" y "mamparos piroresistentes de clase 30 que no soportan carga", es decir, que se incluirá la orientación de la división y se indicará si la división en cuestión ha sido evaluada para que soporte o no soporte carga.

1.3 En general, el ensayo de divisiones piroresistentes y la elaboración del informe se deberán llevar a cabo de conformidad con lo prescrito en la resolución A.754(18). Las interpretaciones adicionales o prescripciones complementarias que puedan ser necesarias se encuentran detalladas en dicha resolución.

1.4 El ensayo deberá durar como mínimo 30 min para las divisiones piroresistentes de clase 30 ó 60 min para las divisiones piroresistentes de clase 60, o un tiempo intermedio de protección contra incendios permitido, conforme con lo dispuesto en el párrafo 7.4.1.1 del *Código NGV*.

1.5 Durante el periodo de clasificación (véase 1.4), se deberán satisfacer los criterios de comportamiento siguientes por lo que respecta al aislamiento y la integridad:

.1 Aislamiento

.1.1 El aumento medio de temperatura de la cara no expuesta no deberá ser superior a 140° C, y el aumento de temperatura registrado por cualquiera de los termopares situados en la cara no expuesta no deberá ser superior a 180° C;

.2 Integridad

.2.1 no deberán aparecer llamas en la cara no expuesta;

.2.2 no se deberá producir ignición, es decir, llamas o incandescencia, cuando se aplique la almohadilla de algodón; y

.2.3 no se deberán poder introducir galgas en ninguna abertura de la muestra.

1.6 En esta resolución, el ensayo de las divisiones piroresistentes se describe en tres partes distintas:

- divisiones piroresistentes que no soportan carga;
- divisiones piroresistentes que soportan carga y que tienen un núcleo estructural metálico, tal como se presupone en la resolución A.754(18) para divisiones de clase "A"; y
- otras divisiones piroresistentes que soportan carga.

2 DIVISIONES PIORRESISTENTES QUE NO SOPORTAN CARGA

El método adoptado para el ensayo de divisiones piroresistentes que no soportan carga se ajustará a las prescripciones para el ensayo de divisiones de clase "B" que figuran en la resolución A.754(18), siempre que sea pertinente y apropiado.

3 DIVISIONES PIORRESISTENTES QUE SOPORTAN CARGA Y QUE TIENEN UN NUCLEO ESTRUCTURAL METALICO, TAL COMO SE PRESUPONE EN LA RESOLUCION A.754(18) PARA DIVISIONES DE CLASE "A"

3.1 El método adoptado para el ensayo de divisiones piroresistentes que soportan carga y que tienen un núcleo estructural metálico (acero o aluminio) se ajustará a las prescripciones para el ensayo de divisiones de clase "A" que figuran en la resolución A.754(18), siempre que sea pertinente y apropiado.

3.2 Si el núcleo estructural es de aluminio, la temperatura media de dicho núcleo no deberá superar en ningún momento 200°C por encima de su temperatura inicial durante el tiempo que corresponde a su clase (véase 1.4).

4 OTRAS DIVISIONES PIORRESISTENTES QUE SOPORTAN CARGA

4.1 El método adoptado para el ensayo de otras divisiones piroresistentes que soportan carga se ajustará a las prescripciones para el ensayo de divisiones de clase "B" que figuran en la resolución A.754(18), siempre que sea pertinente y apropiado.

4.2 Además, el ensayo de dichas divisiones se llevará a cabo con la carga estática prescrita y será necesario que las divisiones mantengan su capacidad de soporte durante el tiempo que corresponde a su clase.

4.3 Naturaleza de la muestra de ensayo

4.3.1 La construcción, el montaje y el refuerzo de la muestra de ensayo deberán ser semejantes a los utilizados en la práctica.

4.3.2 En las divisiones verticales (mamparos), las dimensiones mínimas totales de la parte expuesta de la muestra de ensayo tendrán 2 440 mm de anchura y 2 500 mm de altura o su altura total cuando sea menor.

4.3.3 En las divisiones horizontales (cubiertas), las dimensiones mínimas totales de la parte expuesta de la muestra de ensayo tendrán 2 440 mm de anchura y 3 040 mm de longitud (luz), o su longitud total cuando sea menor.

4.4 Montaje de las muestras de ensayo

4.4.1 Las muestras verticales de ensayo deberán estar soportadas simplemente en su parte superior e inferior, sin contar con soporte alguno a lo largo de sus bordes verticales.

4.4.2 Las muestras horizontales de ensayo deberán estar soportadas simplemente en sus dos extremos, sin contar con soporte alguno a lo largo de sus bordes paralelos a la longitud.

4.5 Carga estática

4.5.1 Los siguientes niveles de carga se aplicarán uniformemente en la medida de lo posible, a lo largo del extremo superior de la muestra vertical o sobre la superficie de la muestra horizontal:

- mamparos: 7,0 kN/m de anchura,
- cubiertas: 3,5 kN/m² de superficie.

La carga se puede aplicar por medios hidráulicos mecánicos o utilizando pesos.

4.5.2 El equipo de carga deberá poder simular las condiciones de carga que resulten apropiadas para el elemento de construcción sometido a ensayo y mantener asimismo la carga de prueba al valor constante (con un margen de $\pm 5\%$ del valor requerido) sin modificar su distribución durante el periodo de capacidad de soporte de carga. Dicho equipo no deberá afectar considerablemente la termotransferencia a través de la muestra impedir el uso de almohadillas aislantes de termopar, ni interferir con la medición de la temperatura o deformación superficiales, y permitirá la observación general de la cara no expuesta.

4.5.3 La superficie total de los puntos de contacto entre el equipo de carga y la superficie de la muestra de ensayo no deberá ser superior al 10% del área total de la superficie de una muestra de ensayo horizontal. El equipo deberá ser capaz de seguir la deformación máxima y la tasa de deformación de la muestra de ensayo.

4.5.4 La carga de ensayo se aplicará, como mínimo, 15 min antes del comienzo del periodo de ensayo.

4.6 Deformación

4.6.1 Para la medición de las deformaciones se empleará equipo que utilice técnicas mecánicas, ópticas o eléctricas. Los instrumentos para medir la flexión de la muestra de ensayo se colocarán de manera que permitan obtener datos sobre la cuantía y la tasa de flexión durante el ensayo de exposición al fuego.

4.6.2 La información sobre la deformación se deberá registrar con una precisión de ± 2 mm durante el periodo de ensayo.

4.6.3 Al llevar a cabo la medición de la deformación de los mamparos, se medirá la contracción axial y la flexión horizontal.

4.6.4 Por lo que respecta a las cubiertas, se realizará una medición de la flexión vertical.

4.7 Criterios de comportamiento relativos a la capacidad de soporte de carga

Se considerará que la muestra de ensayo ha fallado cuando no pueda seguir soportando la carga de ensayo. El soporte de la carga de prueba se determina mediante la cuantía y tasa de flexión. Dado que pueden producirse flexiones relativamente rápidas hasta alcanzarse las condiciones de estabilidad, los criterios de la tasa de flexión para cubiertas no se aplicarán hasta que se haya excedido una flexión de $L/30$. A efectos de esta resolución, se aplicarán los criterios siguientes:

- .1 Mamparos
- .1.1 contracción axial límite de $h/100$ m; y
- .1.2 tasa límite de contracción axial de $3h/1000$ mm/min,
donde:
 h es la altura inicial en mm.

- .2 Cubiertas
- .2.1 flexión límite de $L^2/400d$ mm; y
- .2.2 tasa límite de flexión de $L^2/9000d$ mm/min,
donde:

L es la luz libre de la muestra en milímetros

d es la distancia en milímetros desde la fibra extrema de la zona de compresión de proyecto hasta la fibra extrema de la zona de tensión de proyecto de la sección estructural.

MSC/Circ.677.

(30 de diciembre de 1994).

NORMAS REVISADAS PARA EL PROYECTO, ENSAYO Y EMPLAZAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DESTINADOS A IMPEDIR EL PASO DE LAS LLAMAS A LOS TANQUES DE CARGA DE LOS BUQUES TANQUE

1 Mediante la resolución A.519(13), la Asamblea, en el periodo de sesiones celebrado en 1983, pidió al Comité de Seguridad Marítima que, antes de que entraran en vigor las enmiendas de 1961 al Convenio SOLAS, ultimara las normas relativas a los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga, que el Comité estaba elaborando.

2 El Comité, en su 49o. periodo de sesiones (2 a 6 de abril de 1984), aprobó las normas elaboradas, que se adjuntaron a la circular MSC/Circ.373.

3 El Comité también decidió que los sistemas de gas inerte se considerarían equivalentes a los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga, solamente si los orificios de respiración de los buques provistos de sistemas de gas inerte llevaban al menos unos dispositivos para impedir el paso de las llamas a los tanques de carga, si bien no era necesario que estos dispositivos cumplieran las prescripciones relativas a la prueba de combustión prolongada. El Comité observó que en las normas se prestaba más importancia al cumplimiento de las especificaciones de ensayo que a la construcción. Se comprendió entonces que, en el caso de un buque tanque provisto de un sistema de gas inerte, bastaba con disponer de medios que impide sen la retrogresión de la llama y que una pantalla cortallamas correctamente proyectada e instalada podría cumplir este criterio. En resumen, si una pantalla cortallamas cumplía las normas, se debería considerar aceptable.

4 El Comité, en su 55° periodo de sesiones (II a 22 de abril de 1988), aprobó enmiendas a las normas contenidas en la circular MSC/Circ.373, y distribuyó las normas revisadas mediante la circular MSC/Circ.373/Rev.1.

5 El Comité, en su 64° periodo de sesiones (5 a 9 de diciembre de 1994), reconociendo la necesidad de aclarar determinadas disposiciones de las normas revisadas, aprobó nuevas enmiendas a estas normas, que se han incorporado en el texto que figura en el anexo.

6 Se invita a los Gobiernos Miembros a que den efectividad a las presentes normas revisadas al aplicar la regla II-2/59 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada.

Anexo

NORMAS REVISADAS APLICABLES AL PROYECTO, ENSAYO Y EMPLAZAMIENTO DE LOS DISPOSITIVOS DESTINADOS A IMPEDIR EL PASO DE LAS LLAMAS A LOS TANQUES DE CARGA EN LOS BUQUES TANQUE

1 INTRODUCCION

1.1 Objetivo

Las enmiendas de 1981 al Convenio internacional para la seguridad de la vida humana en el mar, 1974 (SOLAS) incluyen las prescripciones revisadas relativas a las medidas de seguridad contra incendios en los buques tanque. La regla II-2/59 de dichas enmiendas contiene disposiciones relativas a aireación, purga, desgasificación y ventilación. La regla II-2/59.1.5 dice:

"El sistema de aireación irá provisto de dispositivos que impidan el paso de las llamas a los tanques de carga. Estos dispositivos se proyectarán, probarán y situarán de modo que cumplan con las prescripciones establecidas por la Administración, las cuales contendrán al menos las normas aprobadas por la Organización".

1.2 Ambito de aplicación

1.2.1 Las presentes normas están destinadas a regular el proyecto, el ensayo, el emplazamiento y el mantenimiento de "los dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas a los tanques de carga" (llamados en adelante "los dispositivos") de los buques tanque y de los buques de carga combinados que transporten crudos y productos derivados del petróleo cuyo punto de inflamación sea 60°C (en vaso cerrado) o menos y cuya presión de vapor de Reid sea inferior a la presión atmosférica, y otros productos que representen un peligro de incendio similar.

1.2.2 Los buques tanque y los buques de carga combinados provistos de un sistema de gas inerte de conformidad con la regla 62 llevarán dispositivos que satisfagan las presentes normas, si bien no se exigirá realizar las pruebas especificadas en 3.2.3 y 3.3.3.2. Tales dispositivos se instalarán sólo en aberturas a menos que hayan sido probados de conformidad con lo dispuesto en 3.4.

1.2.3 Las presentes normas son aplicables a los dispositivos de protección de los tanques de carga que contengan crudos, productos del petróleo y productos químicos inflamables. Para el transporte de productos químicos se podrán utilizar los medios de ensayo descritos en la sección 3. No obstante, los dispositivos para buques tanque quimiqueros dedicados al transporte de productos cuyo Intersticio experimental máximo de seguridad (IEMS) sea inferior a 0,9 mm, se someterán a ensayo con los medios apropiados.

1.2.4 Los dispositivos se deberán someter a ensayo y emplazar de conformidad con las presentes normas.

1.2.5 Los dispositivos se instalan para proteger:

- .1 las aberturas proyectadas para reducir la presión o el vacío ocasionado por las variaciones térmicas (regla. II-2/59.1.2.1);
- .2 las aberturas proyectadas para reducir la presión o el vacío durante las operaciones de carga, de lastrado o durante la descarga (regla II-2/59.1.2.2);
- .3 los orificios de salida proyectados para la desgasificación (regla II2/59.2.2.3).

1.2.6 Los dispositivos no podrán dejarse fuera del circuito ni estar bloqueados en posición abierta a menos que hayan sido sometidos a ensayo fuera del circuito o en posición abierta de conformidad con la sección 3.

1.2.7 En las presentes normas no se tienen en cuenta fuentes de ignición como las descargas eléctricas atmosféricas, ya que no se dispone de información suficiente para formular recomendaciones relativas al equipo. Al acercarse una tormenta eléctrica se suspenderán todas las operaciones de manipulación de la carga, de limpieza de tanques y de lastrado.

1.2.8 Mediante las presentes normas no se pretende evitar la posibilidad de que las llamas pasen de un tanque de carga a otro en los buques cuyos tanques estén dotados de sistemas comunes de respiración.

* Véase la publicación 79-1 de la CEI.

1.2.9 Cuando se requiera proteger con dispositivos los orificios de salida de los sistemas de desgasificación de los buques tanque que no estén provistos de sistemas de gas inerte, los dispositivos cumplirán las presentes normas, si bien no se exigirá realizar las pruebas especificadas en 3.2.3 y 3.3.3.2.

1.2.10 Algunos de los ensayos prescritos en la sección 3 de las presentes normas son potencialmente peligrosas, pero en la presente circular *no* se pretende especificar prescripciones de seguridad aplicables a tales ensayos.

1.3 Definiciones

A los efectos de las presentes *normas* regirán las siguientes definiciones:

1.3.1 Parallamas: dispositivo destinado a impedir el paso de las llamas, de conformidad *con* una norma de funcionamiento establecida. El elemento parallamas está basado en el principio de extinción.

1.3.2 Pantalla cortallamas: dispositivo provisto de una tela metálica para impedir el paso de llamas incontroladas, de conformidad con una norma de funcionamiento establecida.

1.3.3 Velocidad de propagación de la llama: velocidad a la que se propaga la llama por una tubería u otro sistema.

1.3.4 Retrogresión de la llama: transmisión de la llama a través de un dispositivo.

1.3.5 Respiradero de alta velocidad: dispositivo destinado a impedir el paso de las llamas que consiste en una válvula mecánica que regula la abertura para el flujo según la presión existente en la admisión de la válvula, de manera que la velocidad de salida no pueda ser inferior a 30 m/s.

1.3.6 Válvula de presión o vacío^{*}: dispositivo destinado a mantener la presión o el vacío de un contenedor cerrado dentro de límites establecidos.

2 NORMAS

2.1 Principios

2.1.1 Según el servicio que presten y su emplazamiento, los dispositivos deberán proteger contra la propagación de:

- .1 llamas en movimiento; y/o
- .2 llamas estacionarias alimentadas por gases premezclados; después de la ignición de gases, cualquiera que sea la causa que la origine.

2.1.2 Al producirse la ignición de gases inflamables procedentes de orificios de salida se pueden presentar cuatro situaciones:

- .1 cuando el gas sale a poca velocidad la llama puede:
 - .1.1 retroceder; o
 - .1.2 estabilizarse en el orificio de salida como si éste fuera un quemador;
- .2 cuando el gas sale a gran velocidad, la llama puede:
 - .2.1 arder a cierta distancia por encima del orificio de salida; o
 - .2.2 apagarse.

2.1.3 A fin de impedir el paso de las llamas a un tanque de carga, los dispositivos deben poder cumplir una o más de las siguientes funciones:

- .1 permitir que el gas pase a través de los conductos sin retrogresión de la llama y sin ignición de los gases en el lado protegido cuando el dispositivo está sometido a calentamiento durante un periodo determinado;
- .2 mantener una velocidad de salida superior a la velocidad de propagación de la llama del gas, independientemente de la configuración geométrica del dispositivo y sin que se produzca ignición de los gases en el lado protegido cuando el dispositivo está sometido a calentamiento durante un periodo determinado; e
- .3 impedir la entrada de llamas cuando se den condiciones de vacío dentro de los tanques de carga.

* Las válvulas de presión y vacío son dispositivos destinados a impedir el paso de las llamas cuando están proyectadas y sometidas a prueba de conformidad con las presentes normas.

2.2 Normas de proyecto mecánico

2.2.1 La envuelta o el alojamiento de los dispositivos responderá a normas de robustez y de resistencia térmica y a la corrosión similares a las de las tuberías a las que estén conectados.

2.2.2 El proyecto de los dispositivos facilitará la inspección y el desmontaje de sus elementos internos para reemplazarlos, limpiarlos o repararlos.

2.2.3 Todas las uniones planas del alojamiento estarán maquinadas con precisión y establecerán un contacto adecuado de metal con metal.

2.2.4 Los elementos del parallamas encajarán en el alojamiento de manera que las llamas no puedan pasar entre el parallamas y el alojamiento.

2.2.5 Podrán instalarse juntas herméticas flexibles solamente si están proyectadas de forma que, aunque se averíen o se quemen parcial o totalmente, el dispositivo pueda impedir eficazmente el paso de las llamas.

2.2.6 Los dispositivos permitirán eliminar bien la humedad sin menoscabo de su eficacia para impedir el paso de las llamas.

2.2.7 Los materiales de la envuelta, los elementos y las juntas de estanquidad podrán resistir la presión y temperatura más altas a que pueda quedar sometido el dispositivo en las condiciones normales y en las de exposición al fuego especificadas.

2.2.8 Los dispositivos instalados al final de un conducto estarán contruidos de manera que dirijan el flujo verticalmente hacia arriba.

2.2.9 Los elementos de sujeción indispensables para el funcionamiento del dispositivo, como tornillos, etc., estarán protegidos contra el aflojamiento.

2.2.10 Se proveerán medios para verificar que las válvulas se levantan fácilmente sin quedar en la posición abierta.

2.2.11 Los dispositivos en los cuales el efecto de contención de la llama se logre por la acción de una válvula y que no estén provistos de elementos parallamas (por ejemplo, válvulas de alta velocidad) deberán tener una superficie de contacto del asiento de la válvula de una anchura mínima de 5 mm.

2.2.12 Los dispositivos serán resistentes a la corrosión, de conformidad con lo dispuesto en 3.5.1

2.2.13 Los elementos, las juntas de estanquidad y las juntas herméticas serán de materiales resistentes al agua de mar y a las cargas que se transporten.

2.2.14 La envuelta o el alojamiento será capaz de superar la prueba de presión hidrostática prescrita en 3.5.2.

2.2.15 Los dispositivos instalados en un conducto podrán resistir sin sufrir averías ni deformación permanente la presión interna resultante de una detonación cuando sean sometidos a prueba, de conformidad con lo dispuesto en la sección 3.4.

2.2.16 Los elementos del parallamas estarán proyectados de manera que el control de calidad de fabricación garantice que responden a las características del prototipo probado de conformidad con las presentes normas.

2.3 Normas de funcionamiento

2.3.1 Los dispositivos se someterán a ensayo de conformidad con lo dispuesto en 3.5 y luego deberá demostrarse que responden a las prescripciones de prueba de las secciones 3.2 a 3.4, según proceda.

2.3.2 Las características de funcionamiento, como los regímenes de flujo con presión positiva y negativa, la sensibilidad de funcionamiento, la resistencia al flujo y la velocidad de flujo se demostrarán mediante ensayos adecuados.

2.3.3 Los dispositivos se proyectarán y construirán de manera que se reduzcan al mínimo los efectos de la suciedad en condiciones normales de funcionamiento. En el manual de instrucciones del fabricante se darán instrucciones sobre el modo de determinar cuándo es necesario limpiar cada dispositivo y sobre el método de limpieza.

2.3.4 Los dispositivos podrán funcionar a temperaturas extremadamente bajas (como las que puedan causar bloqueo por congelación de los vapores de la carga o engelamiento en condiciones de mal tiempo), y los que estén provistos de medios de calentamiento, de manera que la temperatura de su superficie sea superior a 85°C, serán sometidos a ensayo a la temperatura de trabajo máxima.

2.3.5 Los dispositivos concebidos para mantener una velocidad mínima deberán poder abrirse de tal manera que se establezca inmediatamente una velocidad de 30 m/s, mantener una velocidad de salida de por lo menos 30 m/s a todos los regímenes de flujo y, si se interrumpe el flujo de gas, cerrarse de tal manera que se mantenga esta velocidad mínima hasta que la válvula esté completamente cerrada.

2.3.6 En el caso de válvulas de respiración de gran velocidad, se tendrá en cuenta la posibilidad de que se produzca un martilleo* perjudicial involuntario que ocasione averías o rotura, con objeto de eliminarlo.

2.4 Pantallas cortallamas

2.4.1 Las pantallas cortallamas:

- .1 estarán proyectadas de tal manera que no puedan insertarse mal en la abertura;
- .2 estarán firmemente instaladas en las aberturas de manera que las llamas no puedan contornea la pantalla;
- .3 habrán de satisfacer las prescripciones de las presentes normas. Las pantallas cortallamas instaladas en las entradas de vacío por las que no puedan salir los vapores no necesitan superar la prueba especificada en 3.2.3; y
- .4 estarán protegidas contra las averías mecánicas.

2.5 Tamaño, emplazamiento e instalación de los dispositivos

2.5.1 Para determinar el tamaño de los dispositivos a fin de evitar una presión o un vacío inadmisibles en los tanques de carga durante el embarque o el desembarque, se harán cálculos de las pérdidas de presión. Se tendrán en cuenta los siguientes parámetros:

- .1 régimen de carga/descarga;
- .2 desprendimiento de gases;
- .3 pérdida de presión a través de los dispositivos, teniendo en cuenta el coeficiente de resistencia;
- .4 pérdida de presión en el sistema de tuberías de respiración;
- .5 presión a que se abre el respiradero si se utiliza una válvula de alta velocidad;
- .6 densidad de la mezcla saturada de vapor/aire; y
- .7 para compensar el posible ensuciamiento del parallamas, se utilizará al 70% su funcionamiento nominal para calcular la caída de presión de la instalación.

2.5.2 Los dispositivos estarán situados en los orificios de salida a la atmósfera, a menos que hayan sido probados y aprobados para la instalación en un conducto. Los dispositivos que se vayan instalar en un conducto no podrán colocarse en los orificios de salida a la atmósfera, a menos que también hayan sido probados y aprobados para ser instalados en esa posición.

*

2.5.3 Los dispositivos que se encuentran al final de un conducto y que estén destinados a ser utilizados exclusivamente en las aberturas de los tanques de carga inertizados no necesitan someterse al ensayo de combustión prolongada que se especifica en 3.2.3.

2.5.4 Cuando los dispositivos instalados al final de un conducto estén provistos de caperuzas, hongos contra la intemperie, etc., estos accesorios deben estar instalados para realizar los ensayos descritos en 3.2.

2.5.5 Cuando se instalen supresores de las llamas de detonación como dispositivos al final de un conducto abierto a la atmósfera estarán situados a una distancia del extremo abierto del conducto que sea suficiente para evitar toda posibilidad de que una llama permanezca estacionaria sobre el parallamas.

* Por martilleo se entiende la apertura y el cierre completos y rápidos, no previstos por el fabricante, durante las operaciones normales.

2.5.6 Cuando la salida a la atmósfera no se realice a través de un dispositivo instalado al final de un conducto, de conformidad con 2.5.4, o un supresor de las llamas de detonación, de conformidad con 2.5.5, el dispositivo instalado al final de un conducto se ensayará específicamente con todos los tubos, térs, curvas, caperuzas, hongos contra la intemperie, etc., que puedan instalarse entre el dispositivo y la atmósfera. El ensayo será el de retrogresión de la llama, descrito en 3.2.2, y si cabe la posibilidad de que una llama permanezca estacionaria sobre el dispositivo de la instalación de que se trate, se llevará a cabo asimismo un ensayo de resistencia a una combustión prolongada, descrito en 3.2.3.

2.5.7 Se proveerán medios que permitan al personal alcanzar los dispositivos situados a más de 2 m por encima de la cubierta para facilitar su mantenimiento, reparación e inspección.

3 PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO PARA LA HOMOLOGACION

3.1 Principios

3.1.1 Los ensayos serán efectuadas por un laboratorio que a juicio de la Administración sea aceptable.

3.1.2 Todos los tamaños de cada modelo deberán ser objeto de homologación. Sin embargo, por lo que respecta a los parallamas, los ensayos se podrán limitar a los tamaños menor y mayor, además de otro tamaño adicional que elija la Administración, Los dispositivos deberán tener las mismas dimensiones y los huelgos más desfavorables previstos en el modelo de producción. Si el dispositivo de prueba experimenta alguna modificación durante el programa de pruebas, los ensayos se deberán comenzar de nuevo desde el principio.

3.1.3 Los ensayos descritos en la presente sección en que se utilizan vapores de gasolina (un destilado del petróleo exento de plomo, formado esencialmente por hidrocarburos alifáticos cuyo punto de ebullición varía entre 65°C y 75°C aproximadamente), vapores de hexano industrial o propano industrial, según corresponda, y mencionadas en la sección, son adecuadas para todos los dispositivos que protegen los tanques que contienen una atmósfera inflamable formada por las cargas mencionadas en 1.2.1. Esto no excluye el empleo de vapores de gasolina o vapores de hexano técnico en todos los ensayos mencionadas en la presente sección.

3.1.4 Tras los oportunos ensayos, el dispositivo no deberá dar muestras de averías mecánicas que afecten a su funcionamiento normal.

3.1.5 Antes de realizar los ensayos, se verificará que se han calibrado adecuadamente los siguientes aparatos, según proceda:

- .1 medidores de concentración de gas;
- .2 termómetros;
- .3 indicadores de caudal;
- .4 indicadores de presión; y
- .5 dispositivos de registro.

3.1.6 Se registrarán las siguientes características, según proceda, mientras duren los ensayos:

- .1 concentración del combustible en la mezcla gaseosa;
- .2 temperatura de la mezcla gaseosa de ensayo a la entrada del dispositivo; y
- .3 caudales de las mezclas gaseosas de ensayo, según proceda.

3.1.7 La observación del paso de las llamas se llevará a cabo registrando, por ejemplo, la temperatura, o la presión o la emisión luminosa mediante sensores adecuados que se encuentren en el lado protegido del dispositivo; otra opción sería registrar el paso de las llamas en una cinta de vídeo,

3.2 Procedimientos de ensayo de los parallamas situados en aberturas de salida a la atmósfera

3.2.1 El montaje para el ensayo estará constituido por un aparato que produzca una mezcla explosiva, un tanque pequeño provisto de diafragma, un prototipo de parallamas con bridas, un saco de plástico y una fuente de ignición en tres posiciones (véase el apéndice 1)⁺. Podrán emplearse otros montajes, siempre que los ensayos mencionados en la presente sección se efectúen en forma satisfactoria para la Administración.

3.2.2 El ensayo de retrogresión de la llama se efectuará como se indica a continuación:

- .1 El tanque, el parallamas y el saco de plástico* que envuelve el prototipo de parallamas se llenarán de forma tal que este volumen contenga la mezcla de aire y propano más fácil de prender[‡]. La concentración de la mezcla se verificará probando debidamente la composición del

* Las dimensiones del saco de plástico dependerán de las del para llamas, pero para los parallamas utilizados normalmente en los buques tanque, el saco de plástico podrá tener una circunferencia de 2 m y una longitud de 2,5 m y el plástico, un espesor de 0,05 mm.

⁺ A fin de impedir que los restos del saco de plástico caigan sobre el dispositivo sometido a ensayo después de prender la mezcla, puede resultar útil colocar dentro del saco un bastidor de tela metálica. Este bastidor se construirá de forma tal que no interfiera con el resultado del ensayo.

[‡] Véase la publicación 79-1 de la Comisión Electrotécnica Internacional.

gas en el saco de plástico. Cuando se prueben los dispositivos mencionados en 2.5.6, el saco de plástico se colocará en la abertura que da a la atmósfera. Se instalarán tres fuentes de ignición a lo largo del eje del saco, una cerca del parallamas, otra tan lejos de él como sea posible, y la tercera en el punto intermedio. Estas tres fuentes se prenderán sucesivamente, dos veces en cada una de las tres posiciones. La temperatura del gas de la prueba deberá variar entre 15°C y 40°C.

- .2 Si se produce una retrogresión de la llama, el diafragma del tanque reventará y ello será audible y visible para el operador por la emisión de una llama. En vez del diafragma de seguridad se podrán utilizar sensores de llama, calor y presión.

3.2.3 Además del ensayo de retrogresión de la llama, los parallamas situados en aberturas por las que puedan salir vapores explosivos serán sometidos a un ensayo de resistencia a una combustión prolongada:

- .1 Puede utilizarse el montaje mencionado en 3.2.1 sin el saco de plástico. El parallamas se instalará de manera que la emisión de la mezcla sea vertical. Se prenderá la mezcla en esta posición. Cuando se prueben los dispositivos mencionados en 2.5.6, el parallamas se instalará en una posición que represente su orientación final.
- .2 Se deberá obtener una combustión prolongada empleando la mezcla más fácilmente inflamable de vapor de gasolina y aire o la mezcla más fácilmente inflamable de vapor de hexano industrial y aire con ayuda de una llama piloto o de un encendedor de chispa de funcionamiento continuo a nivel del orificio de salida. El gas del ensayo se inyectará de modo que el flujo se dirija al tanque que figura en el apéndice 2. Manteniendo la concentración de la mezcla especificada anteriormente, se calentará el parallamas variando el caudal hasta lograr la máxima temperatura posible en el lado del parallamas más próximo al tanque de carga. Las temperaturas se medirán, por ejemplo, en el lado protegido del elemento del parallamas supresor de la llama (o en el asiento de la válvula en el caso de un respiradero de alta velocidad, de conformidad con el párrafo 3.3). Se puede considerar que se ha logrado la máxima temperatura alcanzable cuando el aumento de temperatura no exceda de 0,5°C por minuto durante 10 minutos. Se mantendrá esta temperatura durante 10 minutos, después de los cuales se interrumpirá el flujo y se observará el estado del dispositivo. La temperatura del gas de la prueba deberá estar comprendida entre 15°C y 40°C.

Si no se obtiene un aumento de temperatura en absoluto, se tratará de encontrar en el parallamas una mejor posición para el sensor de temperatura teniendo en cuenta la posición de la llama estabilizada registrada visualmente durante la primera parte del ensayo. También es preciso tener en cuenta las posiciones que requieran la perforación de pequeños agujeros en las partes fijas del parallamas. Si con todo ello no se obtiene ningún resultado, se instalará el sensor de temperatura en el lado desprotegido del parallamas en una posición cercana a la llama estabilizada.

Si surgen dificultades para establecer unas condiciones de temperatura estables (a temperaturas elevadas) se aplicarán los siguientes criterios: utilizando el caudal con el que se haya obtenido la máxima temperatura durante la etapa anterior del ensayo, se mantendrá una combustión prolongada durante dos horas a partir del momento en que se haya establecido el caudal antedicho, tras de lo cual se interrumpirá el flujo y se observará el estado del dispositivo. Durante este ensayo no deberá producirse retrogresión de la llama.

3.2.4 Cuando se incorpore una válvula de presión o vacío en un dispositivo parallamas, el ensayo de retrogresión de la llama se realizará con la válvula de presión o vacío bloqueada en su posición abierta. Si en la válvula de presión no se ha incorporado ningún otro elemento supresor de la llama, se considerará como una válvula de respiración de alta velocidad y se someterá a ensayo, de conformidad con el párrafo 3.3.

3.3 Procedimientos de prueba de los respiraderos de alta velocidad

3.3.1 El montaje para el ensayo deberá ser capaz de producir el régimen de flujo requerido. En los apéndices 2 y 3 figuran dibujos de los montajes adecuados. Se podrán utilizar otros montajes siempre que los ensayos se efectúen de forma satisfactoria para la Administración.

3.3.2 Se efectuará un ensayo de las condiciones de flujo con respiraderos de alta velocidad y empleando aire o gas comprimido a los regímenes de flujo convenidos. Se registrarán los siguientes datos:

- .1 El régimen de flujo. Cuando en el ensayo se emplee aire o un gas distinto de los vapores de las cargas con los cuales se utilizará el respiradero, los regímenes de flujo conseguidos se corregirán para tener en cuenta la densidad del vapor de dichas cargas.
- .2 La presión antes de que se abra el respiradero. La presión en el tanque de prueba en que esté colocado el dispositivo no aumentará a un ritmo superior a 0,01 N/mm²/min.
- .3 La presión a la que se abre el respiradero.
- .4 La presión a la que se cierra el respiradero.
- .5 La velocidad de emisión en el orificio de salida, que no será inferior a 30 m/s en ningún momento mientras la válvula esté abierta.

3.3.3 Los siguientes ensayos de seguridad contra incendios se efectuarán ajustándose a lo prescrito en 2.3.6, utilizando una mezcla de vapor de gasolina y aire o de vapor de hexano industrial y aire que produzca la mezcla más fácilmente inflamable en el punto de ignición. La mezcla se encenderá con ayuda de una llama auxiliar permanente o un encendedor de chispa a nivel del orificio de salida:

- .1 Los ensayos de retrogresión de la llama en las que se pueda utilizar propano en vez de gasolina o hexano se efectuarán con el respiradero en la posición vertical y luego inclinado 10° con respecto a la vertical. Para ciertos modelos de respiraderos pueden ser necesarios otros ensayos con el respiradero inclinado en más de una dirección. En cada uno de estos ensayos, el flujo se reducirá hasta que el respiradero se cierre y la llama se apague, y cada prueba se efectuará 50 veces por lo menos. El lado de vacío de las válvulas combinadas será sometido a prueba, de conformidad con lo dispuesto en 3.2.2, manteniendo la válvula de vacío en la posición abierta durante toda la prueba a fin de comprobar la eficacia del dispositivo que debe instalarse.
- .2 Se efectuará un ensayo de resistencia a una combustión prolongada como la descrita en 3.2.3. Después de este ensayo se apagará la llama principal y luego, con la llama auxiliar encendida o el encendedor de chispa descargando, se dejarán escapar pequeñas cantidades de la mezcla más fácil de prender durante 10 minutos, manteniéndose una presión bajo la válvula igual al 90% del valor de apertura de dicha válvula, durante los cuales no deberá producirse retrogresión de la llama. Para este ensayo se quitarán las juntas o asientos blandos.

3.4 Montaje y procedimientos de ensayo de los supresores de las llamas de detonación situados en un conducto

3.4.1 Se instalará un parallamas en el extremo de un tubo de longitud adecuada y del mismo diámetro que la brida del parallamas. Sobre la brida opuesta se colocará un tubo de longitud igual a 10 veces su diámetro, el cual se cerrará con un saco de plástico* o un diafragma. El tubo se llenará con la mezcla de propano y aire más fácilmente inflamable y después se prenderá dicha mezcla. Se medirá la velocidad de la llama cerca del parallamas, que deberá tener un valor correspondiente a detonaciones estables:

3.4.2 Se efectuarán tres ensayos de detonación y no se producirá retrogresión de la llama a través del dispositivo; ninguna pieza del parallamas deberá quedar dañada ni presentar una deformación permanente.

3.4.3 En el apéndice 4 figura un dibujo del montaje para el ensayo. Podrán utilizarse otros montajes siempre que los ensayos se efectúen de forma satisfactoria para la Administración.

* Las dimensiones mínimas serán 4 m de circunferencia, 4 m de longitud y 0,05 mm de espesor del plástico.

3.5 Procedimientos de ensayo operacionales

3.5.1 Se efectuará un ensayo de resistencia a la corrosión. En este ensayo, se tomará un dispositivo completo, incluida una sección del tubo en el que esté instalado, y se rociará con una solución de cloruro de sodio al 5% a una temperatura de 25 °C durante un periodo de 240 h, y después se dejará secar durante 48 h. Podrá efectuarse un ensayo equivalente que sea satisfactorio para la Administración. Después de este ensayo, todas las piezas móviles funcionarán bien y no habrá depósitos de corrosión que no puedan lavarse.

3.5.2 Se efectuará un ensayo de presión hidráulica en la envuelta o el alojamiento de un dispositivo de muestra, de conformidad con lo indicado en 2.2.1.

4 VARIOS

4.1 Marcado del dispositivo

Cada dispositivo llevará una marca permanente o una etiqueta fija de acero inoxidable u otro material resistente a la corrosión, que indique:

- .1 el nombre del fabricante o la marca comercial;
- .2 el estilo, tipo, modelo u otra designación del dispositivo empleada por el fabricante;
- .3 el tamaño de la abertura de salida para la cual está aprobado el dispositivo;
- .4 el emplazamiento aprobado para la instalación, incluidas las longitudes máxima o mínima del tubo, si lo hubiere, entre el dispositivo y la salida a la atmósfera;
- .5 la dirección del flujo a través del dispositivo;
- .6 el nombre del laboratorio de pruebas y el número del informe; y
- .7 la conformidad con las prescripciones de la circular MSC/Circ.373/Rev.2.

4.2 Informe del laboratorio

4.2.1 El informe de laboratorio incluirá:

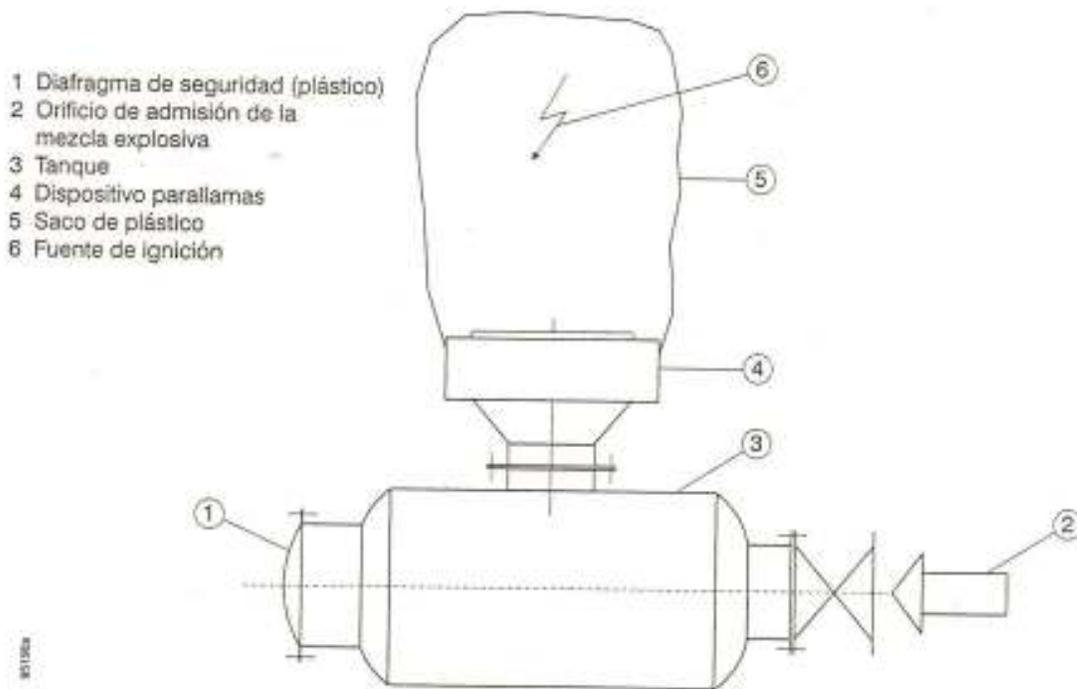
- .1 dibujos detallados del dispositivo;
- .2 tipos de ensayos efectuados y resultados obtenidos. Cuando se sometan a ensayo dispositivos instalados en conductos, esta información incluirá las presiones y velocidades máximas observadas durante el ensayo;
- .3 asesoramiento específico sobre accesorios aprobados;
- .4 tipos de carga para los cuales está aprobado el dispositivo;
- .5 dibujos del montaje para el ensayo;
- .6 en el caso de un respiradero de alta velocidad, las presiones a las que el dispositivo se abre y se cierra y la velocidad de salida; y
- .7 todos los datos marcados en el dispositivo de conformidad con 4.1.

4.3 Manual de instrucciones del fabricante

4.3.1 El fabricante proporcionará un ejemplar del manual de instrucciones, que se mantendrá a bordo del buque tanque y que incluirá:

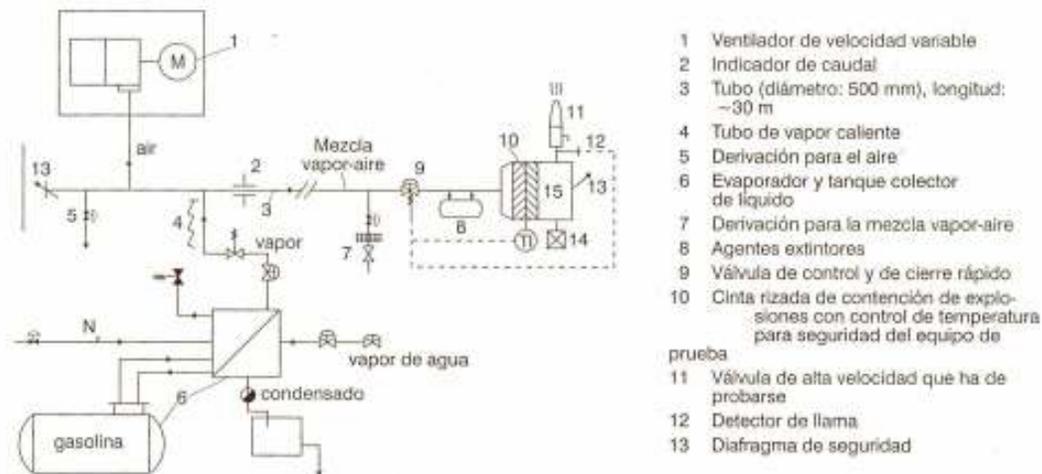
- .1 instrucciones sobre la instalación del dispositivo;
- .2 instrucciones sobre su funcionamiento;
- .3 prescripciones sobre mantenimiento, incluida la limpieza (véase 2.3.3); .4 un ejemplar del informe del laboratorio mencionado en 4.2; y .5 datos sobre la prueba de flujo, incluidos los regímenes del flujo con presión negativa y positiva, la sensibilidad de funcionamiento, la resistencia al flujo y la velocidad del flujo.

Apéndice 1



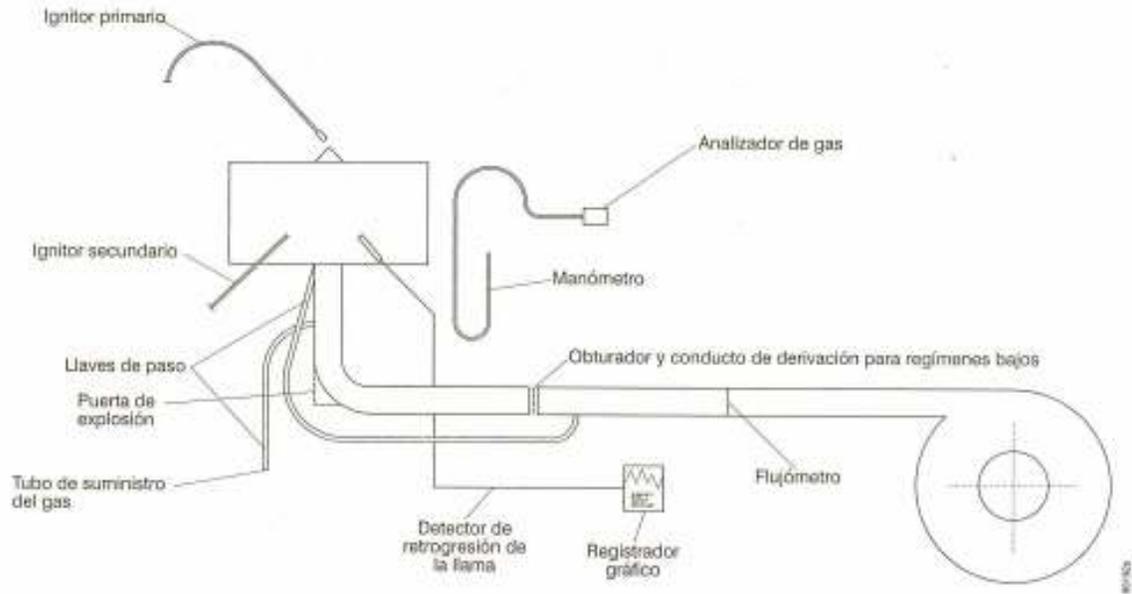
MONTAJE PARA EL ENSAYO DE RETROGRESIÓN DE LA LLAMA

Apéndice 2



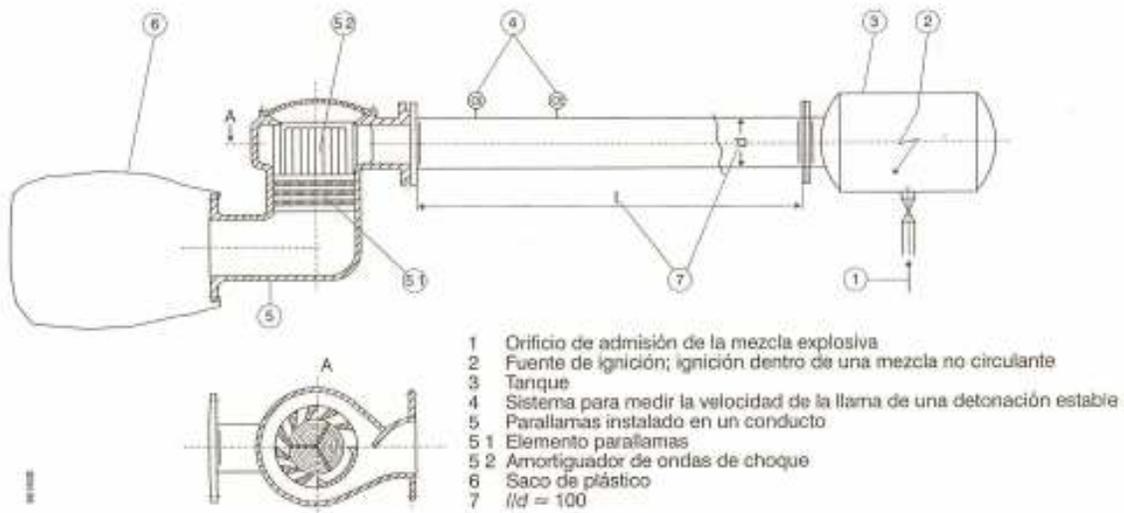
PLANO ESQUEMÁTICO DEL MONTAJE PARA EL ENSAYO DE LAS VÁLVULAS DE ALTA VELOCIDAD (prueba de resistencia a una combustión prolongada solamente)

Apéndice 3



MONTAJE PARA EL ENSAYO DE RESPIRADEROS DE ALTA VELOCIDAD

Apéndice 4



- 1 Orificio de admisión de la mezcla explosiva
- 2 Fuente de ignición; ignición dentro de una mezcla no circulante
- 3 Tanque
- 4 Sistema para medir la velocidad de la llama de una detonación estable
- 5 Parallamas instalado en un conducto
- 5.1 Elemento parallamas
- 5.2 Amortiguador de ondas de choque
- 6 Saco de plástico
- 7 *l/d = 100*

MONTAJE PARA EL ENSAYO DE LOS PARALLAMAS INSTALADOS EN UN CONDUCTO

MSC/Circ.668
(30 de diciembre de 1994)

ALTERNATIVAS PARA LOS SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS A BASE DE HALONES EN LOS ESPACIOS DE MAQUINAS Y EN LAS CAMARAS DE BOMBAS

1 En su 63o. periodo de sesiones (16 a 25 de mayo de 1994), el Comité de Seguridad Marítima reconoció la urgente necesidad de elaborar directrices sobre alternativas para los sistemas de extinción de incendios a base de halones, cuya instalación está prohibida a partir del 1 de octubre de 1994 de conformidad con las disposiciones de la regla II-2/5 del Convenio SOLAS revisado (resolución MSC.27(61)).

2 El Subcomité de Protección contra Incendios, en su 39o. periodo de sesiones (27 de junio a 1 de julio de 1994), elaboró los proyectos de texto de unas directrices sobre los sistemas a base de agua que se pueden instalar para sustituir a los sistemas de extinción de incendios a base de halones en los espacios de máquinas y en las cámaras de bombas de carga, así como de unos apéndices de dichas directrices en los que se recogen las normas para la fabricación de los componentes y los procedimientos de ensayo de exposición al fuego.

3 El Comité de Seguridad Marítima aprobó en su 64º periodo de sesiones (5 a 9 diciembre 1994) las directrices que figuran en el anexo.

4 Se invita a los Gobiernos Miembros a que apliquen las directrices, las normas relativas a la fabricación de componentes y el procedimiento de ensayo de exposición al fuego que se adjuntan para los sistemas a base de agua de los espacios de máquinas y de las cámaras de bombas de carga que a estos fines se vayan a aprobar en virtud de las disposiciones de la regla I/5 (Equivalencias) del Convenio SOLAS.

MSC/Circ.728
(4 de junio de 1996)

REVISIÓN DE LOS METODOS DE PRUEBA DE LOS SISTEMAS EQUIVALENTES DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS A BASE DE AGUA PARA LOS ESPACIOS DE MAQUINAS DE CATEGORIA A Y LAS CAMARAS DE BOMBAS DE CARGA QUE FIGURAN EN LA CIRCULAR MSC/CIRC.668

1 El Comité de Seguridad Marítima, en su 64º periodo de sesiones (5 a 9 de diciembre de 1994), tras reconocer la urgente necesidad de elaborar directrices sobre alternativas para los sistemas de extinción de incendios a base de halones, aprobó como circular MSC/Circ.668 las directrices para la aprobación de sistemas de extinción de incendios a base de agua equivalentes a los especificados en el Convenio SOLAS 74 para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga.

2 El Subcomité de Protección contra Incendios, en su 40o. periodo de sesiones (17 a 21 de julio de 1995), examinó el método de prueba provisional de los sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua que figura en la circular MSC/Circ.668, y elaboró enmiendas a dicho método de prueba provisional.

3 El Comité, en su 66o. periodo de sesiones (28 de mayo a 6 de junio de 1996), aprobó las enmiendas elaboradas por el Subcomité FP, tal como se recogen en el anexo.

4 Se invita a los Gobiernos Miembros a que apliquen las directrices que figuran en la circular MSC/Circ.668, en su forma enmendada por la presente circular.

Anexo

DIRECTRICES PARA LA APROBACION DE SISTEMAS DE EXTINCIÓN DE INCENDIOS A BASE DE AGUA EQUIVALENTES A LOS ESPECIFICADOS EN EL CONVENIO SOLAS 74 PARA LOS ESPACIOS DE MAQUINAS Y LAS CAMARAS DE BOMBAS DE CARGA (en su forma enmendada por la circular MSC/Circ.728)

CUESTIONES GENERALES

1 Habrá que demostrar que los sistemas de extinción de incendios a base de agua que se utilicen en los espacios de categoría A para máquinas y en las cámaras de bombas de carga, equivalentes a los sistemas de extinción de incendios prescritos en las reglas II-2/7 y II-2/63, tienen la misma fiabilidad que se ha considerado importante para el funcionamiento de los sistemas fijos de extinción de incendios por aspersión de agua a presión aprobados en virtud de las prescripciones de la regla II-2/10 del Convenio SOLAS 74. Además, se deberá verificar mediante ensayos la aptitud del sistema para extinguir los diversos tipos de incendios que se pueden producir en la cámara de máquinas de un buque.

DEFINICIONES

2 Sistema anticongelante. Sistema de tuberías con agua que contiene una solución anticongelante y que está conectado a un suministro de agua. La solución anticongelante, seguida por el agua, se descarga en cuanto comienzan a funcionar las boquillas.

3 Sistema de cortina de agua. Sistema que utiliza boquillas abiertas acopladas a un sistema de tuberías conectado a un suministro de agua a través de una válvula que se abre al activarse el sistema de detección instalado en la misma zona de las boquillas o manualmente. Al abrirse la válvula, el agua fluye al sistema de tuberías y se descarga desde todas las boquillas acopladas al mismo.

4 Sistema de tuberías sin agua. Sistema que utiliza boquillas acopladas a un sistema de tuberías que contiene aire o nitrógeno a presión, cuya descarga (al abrirse la boquilla) permite que el agua a presión abra una válvula conocida como válvula de las tuberías sin agua. El agua fluye seguidamente al sistema de tuberías y al exterior por la boquilla abierta.

5 Extinción de incendios. Reducción del calor desprendido por el incendio y eliminación total de todas las llamas y partes incandescentes mediante una aplicación directa y suficiente de un agente extintor.

6 Sistema preactivo. Sistema que emplea boquillas automáticas acopladas a un sistema de tuberías que contiene aire que puede estar a presión o no, y que dispone de un sistema de detección complementario instalado en la misma zona de las boquillas. La activación del sistema de detección abre una válvula que permite al agua fluir al sistema de tuberías y descargarse desde las boquillas que puedan estar abiertas.

7 Agente extintor a base de agua. Agua dulce o de mar a la que se pueden haber añadido o no aditivos para mejorar su capacidad de extinción de incendios.

8 Sistema de tuberías con agua. Sistema que utiliza boquillas acopladas a un sistema de tuberías que contiene agua y que está conectado a un suministro de agua, de modo que ésta se descargue en cuanto se abran las boquillas al activarse el sistema.

PRESCRIPCIONES PRINCIPALES PARA EL SISTEMA

9 El sistema deberá poder entrar en acción manualmente.

10 El sistema deberá poder extinguir un incendio y se someterá a ensayo de forma satisfactoria a juicio de la Administración, de conformidad con lo dispuesto en el apéndice B de las presentes directrices.

11 El sistema deberá estar disponible para ser utilizado inmediatamente y podrá suministrar agua de forma continua durante 30 minutos como mínimo a fin de evitar que se vuelva a producir la ignición o que se extienda el incendio durante dicho periodo. Los sistemas que funcionen con un caudal de descarga reducido después del periodo inicial de extinción deberán disponer de una capacidad máxima de extinción de incendios que esté disponible dentro de un periodo de cinco minutos a partir de la activación inicial. Se proporcionará un tanque a presión a fin de cumplir con las prescripciones funcionales estipuladas en la regla II-2/12.4.1 del Convenio SOLAS, a condición de que la capacidad mínima de agua esté basada en los criterios de proyecto del párrafo 19 más la capacidad de llenado de las tuberías.

12 El sistema y sus componentes deberán estar debidamente proyectados de modo que puedan resistir los efectos de los cambios de temperatura, las vibraciones, la humedad, los choques, los golpes, el ensuciamiento y la corrosión que se producen normalmente en los espacios de máquinas de los buques. Los componentes situados dentro de los espacios protegidos deberán estar proyectados de modo que puedan resistir las elevadas temperaturas que puedan producirse durante un incendio.

13 Los componentes del sistema se deberán proyectar e instalar de modo que cumplan con normas internacionales que la Organización juzgue aceptables* y se fabricarán y someterán a ensayo de modo satisfactorio a juicio de la Administración, de conformidad con las disposiciones adecuadas de los apéndices A y B de las presentes directrices.

* Hasta que se elaboren normas internacionales que la Organización juzgue aceptables, se aplicarán normas nacionales prescritas por la Administración.

14 La situación, el tiempo y las características de las boquillas deberán estar dentro de los límites ensayados a fin de proporcionar la capacidad de extinción de incendios indicada en el párrafo 10.

15 Los componentes eléctricos de la fuente de presión del sistema deberán satisfacer la especificación mínima de IP 54. El sistema deberá estar alimentado tanto por la fuente de energía principal como por la de emergencia y provisto de un conmutador automático de interconexión. La fuente de energía de emergencia deberá estar situada fuera del espacio de máquinas protegido.

16 El sistema deberá estar provisto de medios duplicados de bombeo o de otro tipo para suministrar el agente extintor a base de agua. El sistema deberá disponer de una toma de mar permanente y poder funcionar de manera continua utilizando agua de mar.

17 Las dimensiones del sistema de tuberías se determinarán de acuerdo con la técnica de cálculo hidráulico.

18 Los sistemas que puedan suministrar agua a un régimen máximo de descarga durante 30 minutos se pueden agrupar en secciones separadas dentro del espacio protegido. El seccionamiento del sistema de tales espacios deberá estar aprobado por la Administración en cada caso.

19 En todos los casos, la capacidad y el proyecto del sistema deberán estar basados en una protección completa del espacio que necesite el mayor volumen de agua.

20 Los mandos de funcionamiento del sistema deberán encontrarse en lugares fácilmente accesibles fuera de los espacios que se han de proteger y no deberán quedar aislados por un incendio en los espacios protegidos.

21 Los componentes de la fuente de presión del sistema deberán estar situados fuera de los espacios protegidos.

22 Se deberá disponer de medios que permitan poner a prueba el funcionamiento del sistema para comprobar que mantiene la presión y el flujo exigidos.

23 La activación de cualquier válvula de distribución de agua deberá proporcionar una alarma visual y acústica en el espacio protegido y en un puesto de control central con dotación permanente. Una alarma en el puesto de control central indicará qué válvula está activada.

24 Las instrucciones de funcionamiento del sistema deberán estar expuestas en cada lugar de manejo del mismo. Dichas instrucciones de funcionamiento deberán estar en el idioma oficial del Estado de abanderamiento. Si dicho idioma no es ni el inglés ni el francés, se incluirá una traducción en uno de estos idiomas.

25 Se deberá disponer de repuestos y de las instrucciones de funcionamiento y mantenimiento del sistema recomendadas por el fabricante.

Apéndice A

Normas para la fabricación de los elementos de sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua

0 INTRODUCCION

0.1 El presente documento se refiere a las características mínimas de protección contra incendios y a las prescripciones de construcción y marcado, excluida la resistencia al fuego, de las boquillas de nebulización.

0.2 Los números que aparecen entre corchetes en cada sección o subsección se refieren a la sección o al párrafo pertinente de las normas para los sistemas automáticos de rociadores - Parte 1: Prescripciones y métodos de prueba de los rociadores, norma ISO 6182-1. '

0.3 Las boquillas de funcionamiento manual no tienen que cumplir las prescripciones relativas a las boquillas de funcionamiento automático que cuentan con un mecanismo de accionamiento.

* Cuando se utilice el método de Hazen-Williams, se deberán aplicar para los distintos tipos de tuberías consideradas los valores del coeficiente de rozamiento C que se indican seguidamente:

<i>Tipo de tubería</i>	C
Acero dulce cromado o galvanizado	100
Cobre y aleaciones de cobre	150
Acero inoxidable	150

1 DEFINICIONES

1.1 Factor de conductividad - Es la medida de la conductancia entre el elemento termosensible de la boquilla y el montaje, expresada en $(m/s)^{0.5}$

1.2 Presión de trabajo nominal - Es la presión máxima de servicio a la que se espera que funcione un dispositivo hidráulico.

1.3 Índice del tiempo de reacción: (ITR) - Es la medida de la sensibilidad de la boquilla expresada mediante la fórmula $ITR = tu^{0.5}$, en la que t es la constante de tiempo del elemento termosensible en segundos, y u es la velocidad del gas expresada en metros por segundo. El ITR puede usarse conjuntamente con el factor de conductividad (C) para calcular la reacción de una boquilla en caso de incendio, definida en términos de la temperatura y velocidad del gas en función del tiempo. El ITR se mide en $(m/s)^{0.5}$.

1.4 Orientación normal - En el caso de boquillas con elementos termosensibles simétricos soportados por los brazos de un bastidor, la orientación normal es la del flujo de aire perpendicular tanto al eje de la entrada de la boquilla como al plano del bastidor. En el caso de elementos termosensibles no simétricos, la orientación normal es la del flujo de aire perpendicular tanto al eje de entrada como al plano del bastidor que produzca el tiempo de respuesta más corto.

1.5 Orientación menos favorable - Es la orientación que produce el tiempo de reacción más largo, con el eje de la entrada de la boquilla perpendicular a la corriente de aire.

2 FIABILIDAD DEL PRODUCTO

2.1 Será responsabilidad del fabricante implantar un programa de control de calidad con objeto de garantizar que la producción cumple en todo momento las prescripciones, al igual que las muestras sometidas originalmente a prueba.

2.2 La carga que se imponga al elemento termosensible de las boquillas automáticas será establecida y fijada por el fabricante de manera tal que no sea necesario ajustarla o cambiarla una vez instaladas.

3 PRESCRIPCIONES RELATIVAS A LAS BOQUILLAS DE NEBULIZACION

3.1 Dimensiones

Las boquillas tendrán una rosca nominal de entrada de 6 mm ($\frac{1}{4}$ pulgadas) como mínimo. Las dimensiones de todas las conexiones de rosca se ajustarán a las normas internacionales toda vez que éstas se apliquen. De no ser así, podrán usarse normas nacionales.

3.2 Temperaturas nominales de activación [6.2]

3.2.1 Las temperaturas nominales de activación de las boquillas automáticas de ampolla de vidrio serán las indicadas en el cuadro 1.

3.2.2 El fabricante especificará por adelantado las temperaturas nominales de activación de las boquillas con elementos fusibles automáticos, que se verificarán de conformidad con lo estipulado en 3.3. Las temperaturas nominales de activación estarán dentro de la gama indicada en el cuadro 1.

3.2.3 La temperatura nominal de activación que se marque en la boquilla será la determinada cuando se realice el ensayo de las boquillas de conformidad con 4.6.1, teniendo en cuenta las especificaciones indicadas en el 3.3.

Cuadro 1 - Temperatura nominal de activación
Valores en grados Celsius .

BOQUILLAS DE AMPOLLA DE VIDRIO		BOQUILLAS DE ELEMENTO FUSIBLE	
Temperatura nominal de activación	Código de color del líquido	Temperatura nominal de activación	Código de color del marco +
57	naranja	57 a 77	incoloro
68	rojo	80 a 107	blanco
79	amarillo	121 a 149	azul

93 a 100	verde	163 a 191	rojo
121 a 141	azul	204 a 246	verde
163 a 182	malva	260 a 343	naranja
204 a 343	negro		

+ No se exigirá en el caso de boquillas decorativas.

3.3 Temperaturas de funcionamiento (véase 4.6.1) [6.3]

Las boquillas automáticas funcionarán en la gama de temperaturas de

$$X \pm (0,035X + 0,62)^{\circ}C$$

siendo X la temperatura nominal de activación.

3.4 Circulación y distribución del agua

3.4.1 Constante de circulación (véase 4.10) [6.4.1]

3.4.1.1 La constante de circulación K para las boquillas está dada por la fórmula:

$$K = \frac{Q}{p^{0,5}} \text{ o}$$

siendo:

p la presión en bares; y

Q la velocidad de circulación en litros por minuto.

3.4.1.2 El valor de la constante de circulación K publicado en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante se verificará usando el método de ensayo indicado en 4.10. El valor medio de la constante de circulación K deberá hallarse dentro $\pm 5\%$ del valor indicado por el fabricante.

3.4.2 Distribución del agua (véase 4.11)

Las boquillas que han cumplido las prescripciones relativas a la prueba de exposición al fuego se usarán con objeto de determinar las características de descarga efectiva de la boquilla cuando se sometan a ensayo de conformidad con lo estipulado en 4.11.1. Estas características se publicarán en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante.

3.4.3 Tamaño y velocidad de la gota de agua (véase 4.11.2)

La distribución de los tamaños de las gotas de agua y de su velocidad se determinará de conformidad con lo estipulado en 8.11.2 para cada proyecto de boquilla a las presiones máxima y mínima de funcionamiento, y a las velocidades máxima y mínima de circulación del aire (cuando se usen) como parte de la identificación de las características de descarga de las boquillas que han demostrado satisfacer el ensayo de exposición al fuego. Las mediciones se harán en dos lugares distintos: 1) perpendicularmente al eje central de la boquilla, exactamente 1 m por debajo del orificio de descarga o del deflector, y 2) radialmente hacia fuera del primer lugar a 0,5 ó 1 m de distancia, según el diagrama de distribución.

3.5 Funcionamiento (véase 4.5) [6.5]

3.5.1 Cuando se la someta a ensayo de conformidad con lo establecido en 4.5, la boquilla se abrirá y dentro de los 5 s de la activación del elemento termosensible, funcionará satisfactoriamente cumpliendo las prescripciones indicadas en 4.10. Cualquier depósito de partes sueltas será despejado dentro de los 60 s de la activación en el caso de elementos termosensibles de respuesta normal y dentro de los 10 s de la activación en el caso de elementos termosensibles de respuesta rápida o especial, o la boquilla cumplirá las prescripciones estipuladas en 4.11.

3.5.2 Los componentes de descarga de la boquilla no sufrirán daños significativos como resultado del ensayo de funcionamiento especificado en 4.5.6 y tendrán la misma gama constante de circulación y de tamaño y velocidad de las gotas dentro del 5% de los valores determinados previamente en virtud de lo estipulado en 3.4.1 y 3.4.3.

3.6 Resistencia del cuerpo (véase 4.3) [6.6]

El cuerpo de la boquilla no mostrará alargamiento permanente alguno de más del 0,2% entre los puntos de soporte de carga tras haber sido sometida a una carga igual a dos veces la carga media de servicio determinada al aplicar el método descrito en 4.3.1.

3.7 Resistencia del elemento de activación [6.7]

3.7.1 Ampollas de vidrio (véase 4.9.1)

El límite inferior de tolerancia para la resistencia de la ampolla será mayor del doble del límite superior de tolerancia para la carga de proyecto de la ampolla, basado en cálculos con un grado de confianza del 0,99 para el 99% de las muestras, según se indica en 4.9.1. Los cálculos se basarán en la distribución normal o de Gauss, excepto cuando se demuestre que otra distribución puede aplicarse satisfactoriamente debido a factores de fabricación o proyecto.

3.7.2 Elementos fusibles (véase 4.9.2)

Los elementos fusibles termosensibles en la gama ordinaria de temperaturas se proyectarán de modo que:

- experimenten una carga igual a 15 veces su carga de proyecto correspondiente a la carga de servicio máxima indicada en 4.3.1 por un periodo de 100 horas, de conformidad con lo estipulado en 4.9.2.1, o
- demuestren que son capaces de experimentar la carga de proyecto cuando se les somete a ensayo de conformidad con lo estipulado en 4.9.2.2.

3.8 Resistencia a las fugas y resistencia hidrostática (véase 4.4) [6.8]

3.8.1 Las boquillas no presentarán señal alguna de fuga cuando se las someta a ensayo utilizando el método especificado en 4.4.1.

3.8.2 Las boquillas no se romperán, entrarán en funcionamiento o perderán piezas cuando se las someta a ensayo utilizando el método especificado en 4.4.2.

3.9 Exposición al calor [6.9]

3.9.1 Boquillas con ampolla de vidrio (véase 4.7.1)

El elemento de la ampolla de vidrio no sufrirá daño alguno cuando se someta a la boquilla a los ensayos especificados en 4.7.1.

3.9.2 Boquillas sin revestimiento (véase 4.7.2)

Las boquillas soportarán una exposición a unas temperaturas ambiente más altas sin presentar señales de debilitamiento o fallo cuando se las someta a ensayo utilizando el método especificado en 4.7.2.

3.9.3 Boquillas con revestimiento (véase 4.7.3)

Además de cumplir lo prescrito en 4.7.2 para las boquillas sin revestimiento, las boquillas con revestimiento soportarán una exposición a temperatura ambiente sin mostrar señales de debilitamiento o fallo del revestimiento cuando se las someta a ensayo utilizando el método especificado en 4.7.3.

3.10 Choque térmico (véase 4.8) [6.10]

Las boquillas con ampolla de vidrio no sufrirán daños cuando se las someta a los ensayos especificados en 4.8. El funcionamiento normal no se considera daño.

3.11 Corrosión [6.11]

3.11.1 Tensocorrosión (véase 4.12.1 y 4.12.2)

Todas las boquillas de bronce, al ser sometidas a los ensayos especificados en 4.12.1, no presentarán señales de fracturas que puedan afectar su capacidad de funcionar de la manera prevista y satisfacer otras prescripciones:

Las partes de acero inoxidable de las boquillas de nebulización, al ser sometidas a los ensayos especificados en 4.12.2, no presentarán señales de fractura o rotura que puedan afectar su capacidad de funcionar de la manera prevista y satisfacer otras prescripciones.

3.11.2 Corrosión por dióxido de azufre (véase 4.12.3)

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes al dióxido de azufre saturado con vapor de agua cuando se las acondicione de conformidad con lo estipulado en 4.12.2. Tras la exposición, cinco boquillas deberán funcionar cuando se las someta a ensayo a su presión de circulación mínima (véase 3.5.1 y 3.5.2). Las restantes cinco boquillas cumplirán las prescripciones relativas al calentamiento dinámico prescritas en 3.14.2.

3.11.3 Corrosión por niebla salina (véase 4.12.4)

Las boquillas con revestimiento y sin revestimiento serán resistentes a la niebla salina cuando se las acondicione de conformidad con lo estipulado párrafo 4.12.4. Tras su exposición a la niebla salina, las muestras deberán cumplir las prescripciones relativas al calentamiento dinámico prescritas en 3.14.2.

3.11.4 Exposición al aire húmedo (véase 4.12.5)

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes a la exposición al aire húmedo y cumplirán las prescripciones estipuladas en 3.14.2 tras haber sido sometidas a ensayo de conformidad con lo prescrito en 4.12.5.

3.12 Integridad de los revestimientos de las boquillas [6.12]

3.12.1 Evaporación de la cera y bitumen usados para la protección atmosférica de las boquillas (véase 4.13.1)

Las ceras y bitúmenes usados para los revestimientos de boquillas no contendrán sustancias volátiles en cantidades suficientes como para que el revestimiento aplicado se contraiga, endurezca, agriete o exfolie. La pérdida de masa no excederá el 5% de la muestra original cuando se la someta a ensayo utilizando el método especificado en

3.12.2 Resistencia a bajas temperaturas (véase 4.13.2)

Ningún revestimiento usado en las boquillas se agrietará o exfoliará cuando se le someta a bajas temperaturas utilizando el método descrito en 4.13.2.

3.12.3 Resistencia a altas temperaturas (véase 3.9.3)

Las boquillas con revestimientos cumplirán las prescripciones estipuladas en 3.9.3.

3.13 Golpe de ariete (véase 4.15) [6.13]

Las boquillas no presentarán fugas cuando se sometan a sobrecargas bruscas de presión desde 4 bares hasta cuatro veces la presión nominal por lo que respecta a presiones de trabajo de hasta 100 bares y hasta dos veces la presión nominal por lo que respecta a presiones superiores a 100 bares. No presentarán señales de daños mecánicos cuando se las someta a ensayo de conformidad con lo estipulado en 4.15 y funcionarán dentro de los parámetros prescritos en 3.5.1 a la presión mínima de proyecto.

3.14 Calentamiento dinámico (véase 4.6.2) [6.141]

3.14.1 Las boquillas automáticas que se vayan a instalar en espacios que no sean de alojamiento o zonas residenciales cumplirán las prescripciones indicadas en la figura 1 por lo que respecta a los límites del ITR y de C. Las boquillas automáticas que se vayan a instalar en espacios de alojamiento a zonas residenciales cumplirán las prescripciones indicadas en la figura 1 por lo que respecta a los límites del ITR y de C de las boquillas de respuesta rápida. Los valores máximos y mínimos del ITR para todos los puntos de datos calculados usando C para las boquillas de respuesta rápida y normal estarán comprendidos en la categoría oportuna que aparece en la figura 1. Las boquillas de respuesta especial tendrán un valor medio del ITR, calculado usando C, de entre 50 y 80, con valores no inferiores a 40 o superiores a 100. Cuando se las somete a ensayo con una desviación angular en el caso de la orientación menos favorable, tal como se describe en la sección 4.6.2, el ITR no superará $600 (m.s)^{0.5}$ ó el 250% del valor del ITR en la orientación normal, si este valor es menor. La desviación angular será de 15° para la respuesta normal, 20° para la respuesta especial y 25° para la respuesta rápida.

3.14.2 Tras haber sido sometidas al ensayo de corrosión descrito en las secciones 3.11.2, 3.11.3 y 3.11.4, las boquillas serán sometidas a ensayo en la orientación normal que se describe en la sección 4.6.2.1, con objeto de determinar el ITR postexposición. Todos los valores del ITR postexposición no excederán los límites que aparecen en la figura 1 para la categoría pertinente. Además, el valor medio del ITR no excederá el 130% del valor medio de preexposición. Todos los valores del ITR postexposición se calcularán como se indica en la sección 4.6.2.3, usando el factor de conductividad (C) de preexposición.

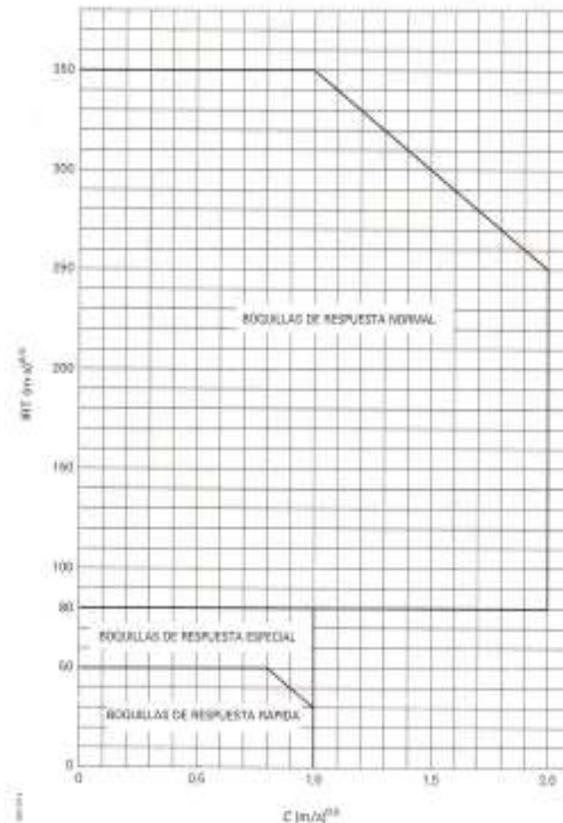


Figura 1 - Límites del ITR y de e para la orientación normal

3.15 Resistencia al calor (véase 4.14) [6.15]

Las boquillas abiertas serán lo suficientemente resistentes a las altas temperaturas cuando se las someta a ensayo de conformidad con 4.14. Tras su exposición, la boquilla no presentará: 1) roturas o deformaciones visibles; 2) un cambio en la constante de circulación K que exceda del 5%, y 3) ningún cambio en las características de descarga de la prueba de distribución de agua (véase 3.4.2) que exceda del 5%.

3.16 Resistencia a la vibración (véase 4.16) [6.16]

Las boquillas estarán en condiciones de resistir los efectos de las vibraciones sin menoscabo de sus características de funcionamiento, cuando se las someta a ensayo de conformidad con lo estipulado en 4.16. Tras el ensayo de vibración indicado en 4.16, las boquillas no presentarán señales de deterioro visibles y cumplirán las prescripciones estipuladas en 3.5 y 3.8.

3.17 Ensayo de choque (véase 4.17) [6.17]

Las boquillas serán lo suficientemente resistentes como para soportar los choques asociados con la manipulación, transporte e instalación sin menoscabo de su funcionamiento o seguridad funcional. La resistencia a los choques se determinará de conformidad con lo estipulado en 4.1.

3.18 Descarga lateral (véase 4.1 8) [6.1 9]

Las boquillas no impedirán el funcionamiento de boquillas automáticas contiguas cuando se las someta a ensayo de conformidad con lo estipulado en 4.21.

3.19 Resistencia a las fugas durante 30 días (véase 4.19) [6.20]

Las boquillas no presentarán fugas ni se distorsionarán o sufrirán otros daños de carácter mecánico cuando se las someta al doble de la presión nominal durante 30 días. Tras la exposición del ensayo, las boquillas cumplirán las prescripciones sobre el ensayo estipuladas en 4.22. .

3.20 Resistencia al vacío (véase 4.23) [6.21]

Las boquillas no presentarán señales de distorsión, daño mecánico o fugas tras haber sido sometidas al ensayo especificado en 4.23.

3.21 Pantalla contra el agua [6.22 y 6.23]**3.21.1 Cuestiones generales**

Toda boquilla automática que se use en niveles intermedios o debajo de rejillas abiertas contará con una pantalla contra el agua que cumpla lo dispuesto en 3.21.2 y 3.21.3.

3.21.2 Angulo de protección (véase 4.21.1)

Las pantallas contra el agua proporcionarán un "ángulo de protección" de 45° como máximo al elemento termosensible contra el choque directo del agua que se escapa de boquillas a mayores alturas. El cumplimiento de esta prescripción se determinará de conformidad con lo estipulado en 4.24.1.

3.21.3 Rotación (véase 4.21.2)

La rotación de la pantalla contra el agua no alterará la carga de servicio de la boquilla cuando se la evalúe de conformidad con lo prescrito en 4.24.2.

3.22 Obstrucción (véase 4.21) [6.28.3]

Las boquillas de nebulización no presentarán señales de obstrucción durante 30 minutos de circulación continua a la presión nominal de trabajo cuando se utilice agua que ha sido contaminada de conformidad con lo prescrito en 4.21.3. Al finalizar los 30 minutos, la circulación a la presión nominal de la boquilla y del depurador o filtro estará dentro del 10% del valor obtenido antes de llevar a cabo el ensayo de obstrucción.

4 METODOS DE ENSAYO [7]**4.1 Cuestiones generales**

Se llevarán a cabo los siguientes ensayos para cada tipo de boquilla. Antes de realizar los ensayos, se presentarán dibujos de las partes y del montaje, junto con las oportunas especificaciones (usando unidades SI). Los ensayos se llevarán a cabo a una temperatura ambiente de (20 ± 5) °C, a menos que se indiquen otras temperaturas.

4.2 Examen visual [7.2]

Antes de someterlas a ensayo, se examinarán visualmente las boquillas a fin de comprobar los siguientes puntos:

- a) marcas
- b) conformidad de las boquillas con las especificaciones y dibujos del fabricante
- c) defectos obvios

4.3 Prueba de resistencia del cuerpo [7.3]

4.3.1 La carga de proyecto se medirá en 10 boquillas automáticas mediante la instalación de cada boquilla, a temperatura ambiente, en una máquina de pruebas de tracción/compresión y aplicando una fuerza equivalente a la presión nominal de trabajo.

Se usará un indicador capaz de medir la deformación con una precisión de 0,01 mm, con objeto de medir cualquier cambio en la longitud de la boquilla entre sus puntos con capacidad de carga. Se evitará el movimiento de la rosca de la espiga de la boquilla en la guía rascada de la máquina de pruebas, o se tendrá en cuenta.

A continuación se libera la presión y carga hidráulicas y se retira el elemento termosensible usando un método apropiado. Cuando la boquilla se encuentre a la temperatura ambiente, se hará una segunda medición usando el indicador.

Seguidamente se aplica una carga mecánica creciente en la boquilla a un régimen que no exceda de 500 N/min, hasta que la lectura del indicador en el punto con capacidad de carga medido inicialmente vuelve al valor inicial alcanzado bajo la carga hidrostática. La carga mecánica necesaria para obtener este resultado se registrará como carga de servicio. Se calculará la carga media de servicio.

4.3. Progresivamente se incrementará la carga aplicada a un régimen que no exceda de 500 N/min en cada uno de las cinco muestras hasta aplicar el doble de la carga media de servicio. Se mantendrá esta carga media durante 15 ± 5 s.

A continuación, se suspende la carga y se registra cualquier alargamiento permanente tal como se define en 3.6.

4.4 Ensayos de resistencia a las fugas y de resistencia hidrostática (véase 3.8) [7.4]

4.4.1 Se someterán 20 boquillas a una presión de agua igual al doble de su presión nominal de trabajo, pero no inferior a 34,5 bares. La presión se incrementará desde 0 bar hasta la presión de ensayo, manteniéndose al doble de la presión nominal de trabajo por un periodo de 3 min, y luego se disminuirá hasta 0 bar. Una vez que la presión vuelva a 0 bar, se aumentará hasta la presión mínima de funcionamiento especificada por el fabricante, en no más de 5 s. Esta presión se mantendrá durante 15 s y luego se aumentará hasta alcanzar la presión nominal de trabajo, que se mantendrá por 15 s.

4.4.2 Una vez efectuado el ensayo indicado en el párrafo anterior, las 20 boquillas serán objeto de una presión hidrostática interna de cuatro veces la presión nominal de trabajo. La presión se incrementará desde 0 bar hasta cuatro veces la presión nominal de trabajo, que se mantendrá por un periodo de 1 min. La boquilla sometida a ensayo no se romperá, entrará en funcionamiento o perderá ninguna pieza durante el aumento de presión ni mientras se la mantiene a cuatro veces la presión nominal de trabajo durante 1 min.

4.5 Ensayo de funcionamiento (véase 3.5) [7.5]

4.5.1 Las boquillas que tengan temperaturas nominales de activación inferiores a 78 °C se calentarán en un horno hasta alcanzar la temperatura de activación. Mientras se calientan, se someterán a una de las presiones de agua especificadas en 4.5.3, que se aplicará en su entrada. Se aumentará la temperatura del horno hasta $400^{\circ} \pm 20^{\circ}\text{C}$ en 3 min, la cual se medirá lo más cerca de la boquilla que sea posible. Las boquillas que tengan temperaturas nominales de activación superiores a 78 °C se calentarán usando una fuente térmica apropiada. El calentamiento continuará hasta que se active la boquilla.

4.5.2 Se someterán ocho boquillas a ensayo en cada una de las posiciones normales de montaje y a presiones equivalentes a la presión mínima de funcionamiento, la presión nominal de trabajo y la presión media de funcionamiento. La presión de circulación será como mínimo el 75% de la presión inicial de funcionamiento.

4.5.3 Si se produce un depósito en el mecanismo de activación a cualquier presión de funcionamiento y posición de montaje, se someterán a ensayo a 24 boquillas adicionales en dicha posición de montaje y a la misma presión.

El número total de boquillas en las que se produzca un depósito no excederá una de cada 32 sometidas a pruebas a dicha presión y posición de montaje.

4.5.4 Se considera que se ha producido acumulación o depósito cuando una o más de las partes desprendidas se alojan en el montaje de descarga de tal modo que causan alteración en la distribución de agua tras el tiempo prescrito en 3.5.1.

4.5.5 Con objeto de comprobar la resistencia del montaje del deflector/orificio, se someterán a ensayo de funcionamiento tres boquillas, en cada posición normal de montaje, al 125% de la presión nominal de trabajo. Se hará que el agua circule al 125% de la presión nominal de trabajo por un periodo de 15 min.

4.6 Características de funcionamiento del elemento termosensible

4.6.1 Ensayo de la temperatura de funcionamiento (véase 3.3) [7.6]

Se calentarán 10 boquillas a partir de la temperatura ambiente hasta 20 ó 22 °C por debajo de su temperatura nominal de activación. El régimen de incremento de la temperatura no excederá de 20 °C/min y la temperatura se mantendrá durante 10 min. La temperatura se incrementará a un régimen de entre 0,4 °C/min y 0,7 °C/min hasta que se active la boquilla.

La temperatura nominal de funcionamiento se determinará con un equipo que tenga una precisión del $\pm 0,35\%$ en la gama de la temperatura nominal o de $\pm 0,25^{\circ}\text{C}$, si ésta es mayor.

El ensayo se llevará a cabo en un baño para boquillas de ampollas de vidrio cuyas temperaturas nominales de activación sean iguales o inferiores a 80 °C. Se usará un aceite apropiado para elementos de activación a mayor temperatura. El baño líquido se construirá de modo tal que la variación de temperatura en la zona de ensayo no exceda del 0,5% o del 0,5 °C, si este valor es mayor.

4.6.2 Ensayo de calentamiento dinámico (véase 3.4)

4.6.2.1 Ensayo de inmersión

Se llevarán a cabo ensayos con objeto de determinar las orientaciones normal y menos favorable según se definen en 1.4 y 1.5. Se llevarán a cabo 10 ensayos de inmersión adicionales para ambas orientaciones. La orientación menos favorable será la definida en 3.14.1. El ITR se calculará de la manera descrita en 4.6.2.3 y 4.6.2.4 por lo que respecta a cada orientación. Los ensayos de inmersión se llevarán a cabo usando un montaje de boquilla de bronce proyectado de tal manera que el aumento de la temperatura del montaje o del agua no exceda de 2 °C durante cada ensayo de inmersión hasta un tiempo de respuesta de 55 s.

(La temperatura se medirá mediante un termopar empotrado en el montaje, alejado radialmente a no más de 8 mm del diámetro del pie de la rosca interior o por un termopar inmerso en el agua en el centro de la entrada de la boquilla.) Si el tiempo de respuesta es mayor de 55 s, la temperatura del montaje o del agua en grados Celsius no aumentará más de 0,036 veces el tiempo de respuesta en segundos durante cada ensayo de inmersión.

La boquilla sometida a ensayo tendrá una o una y media vueltas de cinta aislante de PTFE aplicada en la rosca. Se atornillará en un montaje con un par de 15 ± 3 Nm. Cada boquilla se instalará en una tapa de sección del túnel de ensayo y se mantendrá en una cámara de acondicionamiento con objeto de permitir que la boquilla y la tapa alcancen la temperatura ambiente por un periodo no menor de 30 min.

Antes de iniciar el ensayo, se introducirá en la entrada de la boquilla por lo menos 25 ml de agua a la temperatura ambiente. Se utilizará para medir el tiempo de respuesta un reloj con una precisión de $\pm 0,01$ s y un dispositivo apropiado para medir el lapso de tiempo entre la introducción de la boquilla en el túnel y el momento en que es activada.

El túnel se utilizará con una corriente de aire y unas condiciones* de temperatura en la zona de ensayo (donde se ubica la boquilla) elegidas de la gama de condiciones que figura en el cuadro 2. Con objeto de reducir al mínimo el intercambio de radiación entre el elemento sensor y los límites de la corriente, la sección de pruebas del aparato se proyectará de modo que limite los efectos de radiación a $\pm 3\%$ de los valores de ITR calculados.

En el cuadro 2 figura la gama de condiciones de funcionamiento admisibles del túnel. Las condiciones de funcionamiento elegidas se mantendrán durante todo el ensayo, con las tolerancias indicadas en las notas 1 y 2 del cuadro 2.

Cuadro 2 - Condiciones del horno para el ensayo de inmersión

Temperatura normal (°C)	Gama de temperaturas del aire ¹			Gama de velocidades ²		
	Respuesta normal (°C)	Respuesta especial (°C)	Respuesta rápida (°C)	Respuesta normal (m/s)	Respuesta especial (m/s)	Boquilla de respuesta rápida (m/s)
57 a 77	191 a 203	129 a 141	129 a 141	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
79 a 107	282 a 300	191 a 203	191 a 203	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
121 a 149	382 a 432	282 a 300	282 a 300	2,4 a 2,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85
163 a 191	382 a 432	382 a 432	382 a 432	3,4 a 3,6	2,4 a 2,6	1,65 a 1,85

¹ La temperatura del aire elegida se fijará y mantendrá constante en la sección de prueba durante la realización de ésta con un grado de exactitud de ± 1 °C para las temperaturas del aire entre 129 °C a 141 °C en la sección de prueba y de ± 2 °C para todas las otras temperaturas del aire.

² La velocidad del aire elegida se fijará y mantendrá constante durante la realización de la prueba con un grado de exactitud de $\pm 0,03$ m/s respecto de las velocidades de 1,65 a 1,85 m/s y 2,4 a 2,6 m/s y de $\pm 0,04$ m/s para velocidades entre 3,4 y 3,6 m/s.

4.6.2.2 Determinación del factor de conductividad (C) [7.6.2.2]

El factor de conductividad (C) se determinará usando el ensayo de inmersión prolongada (véase 4.6.2.2.1) o el ensayo de la rampa de exposición prolongada (véase 4.6.2.2.2).

4.6.2.2.1 Ensayo de inmersión prolongada [7.6.2.2.1]

El ensayo de inmersión prolongada es un proceso iterativo para determinar C y puede exigir hasta 20 muestras de boquillas. Se usará una muestra de boquilla para cada ensayo de esta sección, aun en el caso de que la muestra no funcione durante el ensayo de inmersión prolongada.

La boquilla sometida a ensayo tendrá una o una y media vueltas de cinta aislante de PTFE en su rosca. Se atornillará en un montaje con un par de 15 ± 3 Nm. Cada boquilla se montará en una tapa de sección de un túnel de ensayo y se mantendrá en una cámara de acondicionamiento con objeto de permitir que la boquilla y la tapa alcancen la temperatura ambiente por un periodo no menor de 30 min. Antes de iniciar el

* Las condiciones del túnel se elegirán con objeto de limitar al 3% el error máximo anticipado del equipo.

* Un método que se sugiere para determinar los efectos de la radiación es llevar a cabo ensayos de inmersión comparativos en una muestra metálica de pruebas ennegrecida (alta emisividad) y una muestra metálica pulida (baja emisividad).

ensayo, se introducirá en la entrada de la boquilla por lo menos 25 ml de agua a la temperatura ambiente. Para medir el tiempo de respuesta se utilizará un reloj con una precisión de $\pm 0,01$ s y un dispositivo apropiado para medir el lapso de tiempo entre la introducción de la boquilla en el túnel y el momento en que es activada.

La temperatura del montaje se mantendrá a $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ durante cada prueba. La velocidad del aire en la sección del túnel de ensayo donde está ubicada la boquilla se mantendrá dentro del $\pm 2\%$ de la velocidad elegida. Se elegirá y mantendrá la temperatura del aire durante la realización del ensayo, de conformidad con lo prescrito en el cuadro 3.

Cuadro 3 - Condiciones del horno para el ensayo de inmersión a fin de determinar la conductividad

Temperatura nominal de la boquilla ($^\circ\text{C}$)	Temperatura del horno ($^\circ\text{C}$)	Variación máxima de la temperatura del aire durante el ensayo ($^\circ\text{C}$)
57	85 a 91	$\pm 1,0$
58 a 77	124 a 130	$\pm 1,5$
78 a 107	193 a 201	$\pm 3,0$
121 a 149	287 a 295	$\pm 4,5$
163 a 191	402 a 412	$\pm 6,0$

En el cuadro 3 figura la gama de condiciones admisibles de funcionamiento del túnel. La condición de funcionamiento elegida se mantendrá durante la prueba con las tolerancias señaladas en el cuadro 3.

Para determinar C, se introduce la boquilla en la corriente de ensayo a diversas velocidades del aire por un periodo máximo de 15 min. Las velocidades se eligen de modo que la activación queda enmarcada entre dos velocidades de ensayo sucesivas. Es decir, se establecerán dos velocidades tales que a la velocidad menor (u_1) la activación no tiene lugar en el intervalo de 15 min. En la siguiente velocidad más alta (u_H), la activación debe ocurrir dentro del límite de tiempo de 15 min. Si la boquilla no se activa a la velocidad más alta, se elegirá una temperatura del aire del cuadro 3 como la próxima temperatura más alta.

La selección de las velocidades del ensayo debe garantizar que:

$$(u_H/u_L)^{0,5} \leq 1,1$$

El valor del ensayo de C es el promedio de los valores calculados a las dos velocidades usando la siguiente ecuación:

$$C = (\Delta t_g / \Delta T_{ea} - 1) u^{0,5}$$

siendo:

Δt_g = la temperatura actual del gas (aire) menos la temperatura del montaje (T_m) en $^\circ\text{C}$;

ΔT_{ea} = la temperatura media de funcionamiento del baño líquido menos la temperatura del montaje (T_m) en $^\circ\text{C}$;

u = la velocidad real del aire en la sección del ensayo, en m/s.

El valor de C de la boquilla se determina repitiendo el procedimiento de enmarcamiento tres veces y calculando el promedio numérico de los tres valores de C. El valor de C de la boquilla se usa para calcular todos los valores del ITR con la orientación normal para determinar el cumplimiento de lo prescrito en 3,14.1.

4.6.2.2.2 Ensayo de la rampa de exposición prolongada [7.6.2.2.2]

El ensayo de la rampa de exposición prolongada utilizado para determinar el parámetro C se llevará a cabo en la sección de ensayo de un túnel aerodinámico que cumpla las prescripciones relativas a la temperatura del montaje de la boquilla según se describe en el ensayo de calentamiento dinámico. No es necesario precondicionar la boquilla.

Se someterán a prueba 10 muestras de cada tipo de boquilla, todas ellas con la orientación normal. La boquilla será introducida en una corriente de aire a una velocidad constante de $1 \text{ m/s} \pm 10\%$ y a una temperatura del aire igual a la temperatura nominal de la boquilla al comienzo del ensayo.

* Si el valor de C queda determinado en menos de $0,5 \text{ (m/s)}^{0,5}$, se supondrá un índice C de $0,25 \text{ (m/s)}^{0,5}$ para calcular el valor del ITR.

La temperatura del aire se aumentará a razón de $1 \pm 0,25^\circ\text{C}/\text{min}$ hasta que se active la boquilla. La temperatura del aire, la velocidad y la temperatura del montaje se controlarán a partir de la iniciación de los incrementos y se medirán y registrarán al funcionar la boquilla. El valor de C se determina usando la misma ecuación que se indica en 4.6.2.2.1 como el promedio de los 10 valores del ensayo.

4.6.2.3 Cálculo del valor del ITR [7.6.2.3]

La ecuación usada para determinar el valor del ITR es la siguiente:

$$ITR = \frac{-t_r(u)^{0,5}(1 + C/(u)^{0,5})}{\ln[1 - \Delta T_{ea}(1 + C/(u)^{0,5})/\Delta T_g]}$$

siendo:

t_r = Tiempo de respuesta de las boquillas, en segundos;

u = Velocidad del aire en la sección del ensayo del túnel, en m/s , del cuadro 2;

ΔT_{ea} = Temperatura media de activación de la boquilla menos la temperatura ambiente, en $^\circ\text{C}$;

$T_g \Delta T_g$ = Temperatura del aire en la sección del ensayo menos la temperatura ambiente, en $^\circ\text{C}$;

C = Factor de conductividad determinado de conformidad con lo prescrito en 4.6.2.2.

4.6.2.4 Determinación del ITR con la orientación menos favorable

La ecuación usada para calcular el ITR con la orientación menos favorable es la siguiente:

$$ITR_{mf} = \frac{-t_{r-mf}(u)^{0,5}[1 + C(ITR_{mf}/ITR)/(u)^{0,5}]}{\ln\{1 - \Delta T_{ea}[1 + C(ITR_{mf}/ITR)/(u)^{0,5}]/\Delta T_g\}}$$

siendo:

t_{r-mf} = Tiempo de respuesta de las boquillas en segundos, con la orientación menos favorable.

Todas las variables se conocen en esta etapa gracias a la ecuación que figura en el párrafo 4.6.2.3, excepto el ITR_{mf} (Índice del tiempo de respuesta con la orientación menos favorable), que puede resolverse de forma iterativa mediante la ecuación anterior.

En el caso de boquillas de respuesta rápida, si no puede obtenerse la solución para el ITR con la orientación menos favorable, se repetirá la prueba de inmersión con la orientación menos favorable usando las condiciones para el ensayo de inmersión que figuran en el cuadro 2 bajo el epígrafe de Respuesta especial.

4.7 Ensayo de exposición al calor [7.7]

4.7.1 Boquillas con ampolla de vidrio (véase 3.9.1)

Las boquillas con ampolla de vidrio que tienen temperaturas nominales de activación iguales o inferiores a 80°C se calentarán en un baño líquido a partir de una temperatura de $20 \pm 5^\circ\text{C}$ hasta $20 \pm 2^\circ\text{C}$ por debajo de su temperatura nominal de activación. El índice de incremento de temperatura no excederá de $20^\circ\text{C}/\text{min}$. Se usará aceite para altas temperaturas, tal como el aceite de silicona, para los elementos de activación a alta temperatura.

Esta temperatura se aumentará a continuación a razón de $1^\circ\text{C}/\text{min}$ hasta la temperatura en que se disuelve la burbuja de gas, o hasta una temperatura 5°C por debajo de la temperatura nominal de activación, si ésta es inferior. Se quitará la boquilla del baño líquido y se enfriará en el aire hasta que se vuelva a formar la burbuja de gas. Durante el periodo de enfriamiento, el extremo más fino de la ampolla de vidrio (extremo sellado) apuntará hacia abajo. Este ensayo se realizará cuatro veces por lo que respecta a cada una de las cuatro boquillas.

4.7.2 Boquillas sin revestimiento (véase 3.9.2) [7.7.2]

Se expondrán 12 boquillas sin revestimiento durante un periodo de 90 días a una temperatura ambiente alta que sea 11°C inferior a la temperatura nominal de activación o a la que aparece en el cuadro 4, si ésta es inferior, pero que no sea menor de 49°C . Si la carga de servicio, se someterá a prueba a las boquillas con arreglo a la presión nominal de trabajo. Tras ésta exposición, cuatro de las boquillas se someterán a los ensayos especificados en 4.4.1, otras cuatro a las señaladas en 4.5.1, dos a la presión mínima de activación y dos a la presión nominal de trabajo, y otras cuatro a los ensayos prescritos en 3.3. Si las boquillas no superan las prescripciones aplicables de uno de los ensayos, se someterán a prueba otras ocho boquillas adicionales de la misma forma y se les someterá a la prueba que ha resultado infructuosa. Todas las ocho boquillas deberán cumplir con las prescripciones de prueba.

4.7.3 Boquillas con revestimiento (véase 3.9.3) [7.7.3]

Además del ensayo de exposición señalado en 4.7.2 para boquillas sin revestimiento, 12 boquillas con revestimiento serán sometidas al ensayo especificado en dicho párrafo, usando las temperaturas que figuran en el cuadro 4 para boquillas con revestimiento.

El ensayo se realizará durante 90 días. Durante este periodo, la muestra será extraída del horno a intervalos de aproximadamente 7 días y será enfriada de 2 a 4 horas. Durante este periodo de enfriamiento se examinarán las muestras. Tras la exposición, cuatro de las boquillas se someterán a los ensayos especificados en 4.4.1, otras cuatro al indicado en 4.5.1; dos a la presión mínima de activación y dos a la presión nominal de trabajo, y otras cuatro a las prescripciones señaladas en 3.3.

Cuadro 4 – Temperaturas de prueba para boquillas con y sin revestimiento

Valores en grados Celsius		
Temperatura nominal de activación	Temperatura de ensayo de las boquillas sin revestimiento	Temperatura de ensayo de las boquillas con revestimiento
57 a 60	49	49
61 a 77	52	49
78 a 107	79	66
108 a 149	121	107
150 a 191	149	149
192 a 246	191	191
247 a 302	246	246
303 a 343	302	302

4.8 Ensayo de choque térmico para boquillas con ampolla de vidrio (véase 3.10) [7.8]

Antes de iniciar al ensayo, se acondicionarán por lo menos 24 boquillas a una temperatura ambiente de 20 a 25 °C como mínimo durante 30 min.

Las boquillas se sumergirán en un baño líquido, cuya temperatura será de $10 \pm 2^\circ\text{C}$ por debajo de la temperatura nominal de activación de las boquillas. Tras 5 min, se retirarán las boquillas del baño y se sumergirán inmediatamente en otro baño líquido, con el cierre de la ampolla hacia abajo, a una temperatura de $10 \pm 1^\circ\text{C}$. A continuación se someterá a las boquillas al ensayo especificado en 4.5.1.

4.9 Ensayo de resistencia de los elementos de activación [7.9]**4.9.1 Ampollas de vidrio (véase 3.7.1) [7.9.1]**

Se colocarán en un dispositivo de ensayo por lo menos 15 muestras de ampollas a la temperatura nominal más baja para cada tipo de ampolla, usándose el montaje de los rociadores. Cada ampolla será objeto de una fuerza uniforme que se incrementará a razón de 250 N/s como máximo en la máquina de pruebas hasta que la ampolla se rompa.

Cada ensayo se llevará a cabo con la ampolla en un nuevo montaje. El dispositivo de montaje podrá reforzarse exteriormente para impedir su aplastamiento, pero de manera que no interfiera con la rotura de la ampolla.

Se registrará la carga de rotura de cada ampolla. Se calculará el límite mínimo de tolerancia (LT_1) de la resistencia de la ampolla. Usando los valores de la carga de servicio que figura en 4.3.1, se calculará el límite máximo de tolerancia (LT_2) para la carga de proyecto de la ampolla. Se verificará el cumplimiento de las prescripciones de 3.7.1.

4.9.2 Elementos fusibles (véase 3.7.2)**4.10 Ensayo del caudal de agua (véase 3.4.1) [7.10]**

Se montará la boquilla y un manómetro en una tubería de suministro. El caudal de agua se medirá en dos boquillas de muestra a presiones que vayan de la presión mínima de funcionamiento a la presión nominal de trabajo a intervalos de aproximadamente el 10% de la gama de presiones de servicio. En una serie de ensayos, la presión se aumentará desde cero hasta cada valor, y en la serie siguiente, la presión se reducirá desde la presión nominal hasta cada valor. Se obtendrá el promedio de la constante de circulación K de cada serie de lecturas, es decir presión en aumento y presión en disminución. Durante el ensayo, se corregirán las presiones en razón de las diferencias de altura entre el manómetro y el orificio de salida de la boquilla.

4.11 Ensayos de distribución del agua y tamaño de la gota

4.11.1 Distribución del agua (véase 3.4.2)

Los ensayos se llevarán a cabo en una cámara de ensayos con unas dimensiones mínimas de 7 m x 7 m o del 300% de la zona máxima de proyecto sometida a ensayo, si ésta es mayor. En el caso de boquillas automáticas normales, se instalará una boquilla abierta y cuatro boquillas del mismo tipo formando un cuadrado, a la distancia máxima especificada por el fabricante, en tuberías preparadas a este fin. Por lo que respecta a las boquillas tipo piloto, se instalará una boquilla y a continuación el número máximo de boquillas satélites a la distancia máxima especificada en las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante.

La distancia entre el cielo raso y la lámina de distribución será de 50 mm para las boquillas verticales y de 275 mm para las boquillas suspendidas. Por lo que respecta a las boquillas sin lámina de distribución, las distancias se medirán desde el cielo raso hasta la salida de la boquilla más alta.

Las boquillas empotradas, al ras u ocultas se montarán en un cielo raso falso de 6 m x 6 m como mínimo y se distribuirán simétricamente en la cámara de ensayo. Las boquillas se instalarán directamente en las tuberías horizontales mediante empalmes en "T" o de codo.

Se recogerá la descarga de agua y se medirá su distribución en la zona protegida debajo de una boquilla y entre las múltiples boquillas mediante contenedores cuadrados de medición, nominalmente de 300 mm de lado. La distancia entre las boquillas y el borde superior de los contenedores de medición será la máxima especificada por el fabricante. Los contenedores de medición se colocarán centrados bajo la boquilla única y bajo las boquillas múltiples.

Las boquillas descargarán tanto a la presión mínima de funcionamiento y a la presión nominal de trabajo especificadas por el fabricante y a las alturas mínima y máxima de instalación especificadas por éste.

El agua se recogerá por lo menos durante 10 min con objeto de determinar las características del funcionamiento de las boquillas.

4.11.2 Tamaño de las gotas de agua (véase 3.4.3)

Los valores medios de los diámetros, las velocidades, la distribución de las gotas por tamaño, la densidad numérica y el caudal volumétrico de las gotas de agua se determinarán tanto a la velocidad de circulación máxima como a la mínima especificadas por el fabricante. Una vez recogida la información, se usará el método de la "Práctica usual para determinar los criterios y el procesamiento de datos relativos al análisis del tamaño de la gota líquida" (ASTM E799-92) con objeto de determinar el tamaño, la anchura y la dispersión apropiadas de la muestra por lo que respecta a la distribución de las gotas. Esta información se recogerá en diversos puntos de la aspersión, tal como se describe en 3.4.3.

4.12 Ensayos de corrosión [7.12]

4.12.1 Ensayo de tensocorrosión para las piezas de bronce de las boquillas (véase 3.11.1)

Se someterán cinco boquillas al siguiente ensayo con hidróxido de amonio. El orificio de entrada de cada boquilla se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

Las muestras se desengrasarán y se expondrán por 10 días a una mezcla húmeda de aire/amoniaco en un contenedor de vidrio de un volumen de $0,02 \pm 0,01 \text{ m}^3$.

En el fondo del contenedor se mantendrá una solución acuosa de hidróxido de amonio, de una densidad de $0,94 \text{ g/cm}^3$, aproximadamente 40 mm por debajo del fondo de las muestras. Un volumen de hidróxido de amonio correspondiente a 0,01 ml por centímetro cúbico del volumen del contenedor dará aproximadamente las siguientes concentraciones atmosféricas: 35% de amoniaco, 5% de vapor de agua y 60% de aire. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

La mezcla húmeda amoniaco y aire se mantendrá en la medida de lo posible próxima a la presión atmosférica, manteniendo la temperatura a $34 \pm 2 \text{ }^\circ\text{C}$. Se proveerán los medios para que la cámara respire a través de un tubo capilar con objeto de evitar un aumento de presión. Las muestras estarán protegidas contra el goteo de condensación.

Tras la exposición, se enjuagarán y secarán las boquillas y se las examinará cuidadosamente. En caso de observarse fisuras, exfoliación o fallo de alguna de las piezas operativas, se someterá a las boquillas a un ensayo de resistencia a las fugas a la presión nominal durante 1 min y al ensayo de funcionamiento a la presión mínima de circulación (véase 3.1.5).

Las boquillas que presenten señales de fisuras, exfoliación o fallo de cualquiera de sus piezas operativas no presentarán señales de separación de una de sus piezas permanentemente conectadas cuando se las somete a la acción del agua corriente a la presión nominal de trabajo durante 30 minutos.

4.12.2 Fisuración por tensocorrosión de las piezas de acero inoxidable de las boquillas (véase 3.11.1)

4.12.2.1 Se expondrá a una solución de cloruro de magnesio cinco muestras que serán desengrasadas antes de ser sometidas a este ensayo.

4.12.2.2 Las piezas que se usan en las boquillas se colocarán en un frasco de 500 ml provisto de un termómetro y de un condensador húmedo, de unos 760 mm de longitud. Se llenará el frasco aproximadamente hasta la mitad con una solución de cloruro de magnesio al 42% en peso, se colocará en un soporte eléctrico controlado por termostato y se mantendrá a una temperatura de ebullición de 150 ± 1 °C. Las piezas estarán sueltas, es decir, no formarán parte del montaje de la boquilla. La exposición se hará durante 500 horas.

4.12.2.3 Una vez finalizado el periodo de exposición las muestras de prueba se retirarán de la solución de cloruro de magnesio en ebullición y se enjuagarán en agua desionizada.

4.12.2.4 A continuación se examinarán las muestras del ensayo usando un microscopio de 25 aumentos para detectar toda fisura, exfoliación, u otra degradación resultante del ensayo. Las muestras que exhiban degradación se someterán a los ensayos descritos en 4.12.5.5 ó 4.12.5.6, según sea oportuno. Las muestras del ensayo que no exhiban degradación alguna se considerarán aceptables y no serán sometidas a otros ensayos.

4.12.2.5 Las piezas operativas que exhiban degradación serán sometidas a los siguientes ensayos. Cinco nuevas muestras de las piezas se montarán en marcos de boquillas contruidos de materiales que no alteren los efectos corrosivos de la solución de cloruro de magnesio en las piezas de acero inoxidable. Estas muestras del ensayo serán desengrasadas y expuestas a la solución de cloruro de magnesio que se especifica en 4.12.5.2. Una vez finalizada la exposición, las muestras del ensayo se someterán a un ensayo de presión hidrostática igual a la presión nominal de trabajo durante 1 min, tras la cual no presentarán fugas, y a continuación serán sometidas al ensayo de funcionamiento, a la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con lo prescrito en 4.5.1.

4.12.2.6 Las piezas no operativas que presenten señales de degradación serán sometidas a los siguientes ensayos: Cinco nuevos juegos de piezas se montarán en marcos de boquillas contruidos de materiales que no alteren los efectos corrosivos de la solución de cloruro de magnesio en las piezas de acero inoxidable. Estas muestras del ensayo se desengrasarán y se expondrán a una solución de cloruro de magnesio tal como se indica en 4.12.5.1. Una vez finalizada la exposición, las muestras de prueba serán sometidas a una presión de circulación igual a la presión nominal de trabajo durante 30 min, sin que se separe ninguna pieza permanentemente conectada.

4.12.3 Ensayo de corrosión por dióxido de azufre (véase 3.11.2 y 3.14.2)

Se someterán 10 boquillas al siguiente ensayo de corrosión por dióxido de azufre. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

El equipo del ensayo consistirá en un recipiente de 5 litros de capacidad (en vez de éste podrán usarse otros recipientes con capacidad de hasta 15 litros, en cuyo caso se aumentarán proporcionalmente las cantidades de sustancias químicas que se indican a continuación) fabricado de vidrio termorresistente, con una tapa resistente a la corrosión de forma tal que prevenga el goteo de condensación en las boquillas. El recipiente se calentará por la base, con medios eléctricos, y contará con un serpentín de enfriamiento alrededor de sus paredes. Un sensor de temperatura colocado de forma central, $160 \text{ mm} \pm 20 \text{ mm}$ por encima del fondo del recipiente regulará el calor, de modo que la temperatura en el interior del recipiente de vidrio sea de $45^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$. Durante el ensayo, el agua circulará por el serpentín de enfriamiento con el caudal suficiente para mantener la temperatura del agua de descarga por debajo de los 30°C . Esta combinación de calentamiento y enfriamiento fomentará la condensación en la superficie de las boquillas. Las boquillas del ensayo estarán protegidas contra el goteo de condensación.

Las boquillas sometidas a ensayo se suspenderán en su posición normal de montaje debajo de la tapa dentro del recipiente y se las someterá a una atmósfera corrosiva de dióxido de azufre durante ocho días. La atmósfera corrosiva se obtendrá al introducir la solución resultante de disolver 20 g de cristales de tiosulfato sódico ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3\text{H}_2\text{O}$) en 500 ml de agua.

Durante seis días, como mínimo, del periodo de exposición de ocho días, se agregará a régimen constante 20 ml de ácido sulfúrico diluido, consistente en 156 ml de H_2SO_4 normal (0,5 mol/l) diluido en 844 ml de agua. Tras ocho días, se retirarán las boquillas del recipiente y se las secará de cuatro a siete días a una temperatura que no exceda de 35°C , y con una humedad relativa inferior al 70%.

Tras el periodo de secado, se someterá a cinco boquillas a un ensayo de funcionamiento a la presión mínima de servicio de conformidad con lo estipulado en 4.5.1 y otras cinco boquillas se someterán al ensayo de calentamiento dinámico de conformidad con lo prescrito en 3.14.2.

4.12.4 Ensayo de corrosión por niebla salina (véase 3.11.3 y 3.14.2) [7.12.3]**4.12.4.1 Boquillas para atmósferas normales**

Se expondrán 10 boquillas a una niebla salina en una cámara de nebulización. El orificio de entrada de cada muestra se obturará con una tapa no reactiva, por ejemplo, de plástico.

Durante la exposición a la corrosión, el orificio roscado de entrada se obturará con una tapa plástica una vez que las boquillas se hayan llenado con agua desionizada. La solución salina será al 20% en masa de una solución de cloruro de sodio en agua destilada. El pH será de entre 6,5 y 3,2 y la densidad de entre 1,126 g/ml y 1,157 g/ml, cuando se la atomiza a 35 °C. Se proporcionarán medios adecuados para controlar la atmósfera en la cámara. Las muestras se apoyarán en su posición normal de funcionamiento y se expondrán a la niebla salina en una cámara cuyo volumen será como mínimo de 0,43 m³, y en la cual la zona de exposición se mantendrá a una temperatura de 35 ± 2°C. La temperatura se registrará como mínimo una vez al día, por lo menos cada siete horas (excepto los fines de semana y feriados, en que normalmente no se abre la cámara). La solución salina será suministrada desde un depósito de recirculación a través de boquillas aspiradoras, a una presión de entre 0,7 bares (0,07 MPa) y 1,7 bares (0,17 MPa). La solución salina que se escurra de las muestras expuestas será recogida y no volverá al depósito para su recirculación. Las boquillas de muestra estarán protegidas contra el goteo de condensación.

Se recogerá niebla de dos puntos como mínimo de la zona de exposición con objeto de determinar el régimen de aplicación y la concentración de sal. La niebla será tal que por cada 80 cm² de zona de recolección se recogerán de 1 ml a 2 ml de solución por hora durante un periodo de 16 horas y la concentración salina será del 20 ± 1 % en masa.

Las boquillas se expondrán a la niebla salina por un periodo de 10 días. Tras este periodo, se retirarán las boquillas de la cámara de nebulización y se las secará durante 4 a 7 días a una temperatura de 20 a 25°C en una atmósfera que tenga una humedad relativa inferior al 70%. Tras este periodo de secado, se someterá a cinco boquillas al ensayo de funcionamiento con la presión mínima de funcionamiento, de conformidad con lo prescrito en 4.5.1 y otras cinco boquillas se someterán al ensayo de calentamiento dinámico de conformidad con lo prescrito en 3.14.2.

4.12.4.2 Boquillas para atmósferas corrosivas [7.12.3.2]

Se someterán cinco boquillas a los ensayos señalados en 4.12.3.1, excepto que la duración de la exposición a la niebla salina se extenderá de 10 a 30 días.

4.12.5 Ensayo de exposición al aire húmedo (véase 3.11.4 y 3.14.2) [7.12.4]

Se expondrán 10 boquillas a una atmósfera de temperatura y humedad altas con una humedad relativa del 98% ± 2% y una temperatura de 95°C ± 4°C. Las boquillas se instalarán en un colector de tubería que contenga agua desionizada. El colector se colocará en el recinto con temperatura y humedad altas durante 90 días. Tras este periodo, se retirarán las boquillas del recinto y se las secará durante 4-7 días a una temperatura de 25 ± 5°C en una atmósfera con una humedad relativa inferior al 70%. Tras este periodo de secado, se someterán cinco boquillas al ensayo de funcionamiento con la presión mínima de servicio, de conformidad con lo prescrito en 4.5.1 y otras cinco boquillas se someterán al ensayo de calentamiento dinámico de conformidad con lo estipulado en 3.14.2.

Nota: El fabricante podrá optar por proporcionar muestras adicionales para este ensayo con objeto de facilitar la comprobación temprana de fallos. Las muestras adicionales podrán retirarse de la cámara de ensayo a intervalos de 30 días, para ser objeto de comprobaciones.

4.13 Ensayos del revestimiento de las boquillas [7.13]**4.13.1 Ensayo de evaporación** (véase 3.12.1) [7.13.1]

Se colocará una muestra de 50 cm³ de cera o bitumen en un recipiente cilíndrico de metal o vidrio, de fondo plano, con un diámetro interior de 55 mm y una altura interior de 35 mm. El recipiente, sin tapa, se colocará en un horno eléctrico de temperatura ambiente constante controlado automáticamente con circulación de aire. La temperatura del horno se controlará a 16°C por debajo de la temperatura nominal de activación de la boquilla, pero no por debajo de 50°C. La muestra se pesará antes y después de la exposición durante 90 días con objeto de determinar cualquier pérdida de materia volátil. La muestra deberá cumplir las prescripciones indicadas en 3.12.1.

4.13.2 Ensayo de baja temperatura (véase 3.12.2) [7.13.2]

Se someterán cinco boquillas, revestidas por los métodos normales de producción, ya sea con cera, bitumen o metal, a una temperatura de -10°C por un periodo de 24 horas. Al retirarlas del armario de baja temperatura, las boquillas se expondrán a la temperatura ambiente como mínimo durante 30 min antes de examinar su revestimiento con objeto de comprobar que cumple las prescripciones de 3.1.12.2.

4.14 Ensayo de resistencia al calor (véase 3.15) [7.14]

Se calentará un cuerpo de boquilla en un horno a 800 °C por un periodo de 15 min, con la boquilla en su posición normal de instalación. El cuerpo de la boquilla se retirará del horno, sujetándolo por el tubo roscado de entrada, y se sumergirá rápidamente en un baño líquido a una temperatura de aproximadamente 15 °C. Deberá cumplir las prescripciones indicadas en 3.15.

4.15 Ensayo del golpe de ariete (véase 3.13) [7.15]

Se conectarán cinco boquillas en su posición normal de funcionamiento al equipo de prueba. Una vez purgado el aire de las boquillas y del equipo de pruebas, se generarán 3000 ciclos de presión, con una variación de 4 ± 2 bares (0,4 0,2 MPa) al doble de la presión nominal de trabajo. La presión se aumentará desde 4 bares al doble de la presión nominal a razón de 60 ± 10 bares/s. Se generarán por lo menos 30 ciclos de presión por minuto. La presión se medirá con un transductor eléctrico de presión.

Durante el ensayo se examinará visualmente cada boquilla para comprobar si presenta fugas. Una vez finalizado el ensayo, cada boquilla cumplirá las prescripciones sobre resistencia a las fugas prescritas en 3.8.1 y la prescripción de funcionamiento de 3.5.1 a la presión mínima de servicio.

4.16 Ensayo de vibración (véase 3.16) [7.16]

4.16.1 Se instalarán verticalmente cinco boquillas en una mesa de vibración. Se las someterá a vibraciones sinusoidales a la temperatura ambiente. La dirección de la vibración será a lo largo del eje de la rosca conectora.

4.16.2 Las boquillas serán sometidas a vibraciones de forma continua desde 5 Hz a 40 Hz a razón de 5 min/octava y a una amplitud de 1 mm (la mitad del valor de cresta a cresta). Si se detecta uno o más puntos de resonancia tras haber alcanzado los 40 Hz, se someterán las boquillas a vibraciones correspondientes a cada una de estas frecuencias de resonancia durante 120 horas/número de resonancias. Si no se detectan resonancias, se continuará durante 120 horas con las vibraciones de 5 Hz a 40 Hz.

4.16.3 A continuación se someterá a las boquillas al ensayo de resistencia a las fugas, de conformidad con lo estipulado en 3.8.1, y al ensayo de funcionamiento, de conformidad con lo prescrito en 3.5.1, a la presión mínima de servicio.

4.17 Ensayo de choque (véase 3.1 7) [7.17]

Se someterán a ensayo a cinco boquillas sobre las cuales se dejará caer una masa a lo largo de la línea axial del conducto de agua. La energía cinética de la masa en el punto de choque será equivalente a una masa igual a la de la boquilla de ensayo si se deja caer desde una altura de 1 m (véase figura 2). Se impedirá que la masa golpee más de una vez a la boquilla.

Tras el ensayo se examinará visualmente cada boquilla, la cual no deberá presentar señales de fractura, deformación u otra deficiencia. Si no se detecta ninguna, las boquillas serán sometidas al ensayo de resistencia a las fugas descrito en 4.4.1. Tras la prueba, cada muestra deberá cumplir las prescripciones del ensayo de funcionamiento indicado en 4.5.1, a una presión igual a la presión mínima de flujo.

4.18 Ensayo de descarga lateral (véase 3.18) [7.19]

Se descargará agua de una boquilla de rociador a la presión mínima de servicio y a la presión nominal de trabajo. Una segunda boquilla automática ubicada a la distancia mínima indicada por el fabricante se montará en una tubería paralela a la tubería que descarga agua.

Los orificios o láminas de distribución de la boquilla (en caso de usarse estas últimas), se colocarán a 550 mm, 356 mm y 152 mm debajo de un cielo raso plano y liso con objeto de llevar a cabo tres ensayos respectivamente a cada presión de ensayo. Se colocará la parte superior de una bandeja cuadrada de 305 mm de largo y 102 mm de profundidad a 152 mm debajo del elemento termosensible en cada uno de los ensayos. Se llenará la bandeja con 0,47 l de heptano. Una vez producida su ignición, la boquilla automática funcionará antes de que se consuma el heptano.

4.19 Ensayo de resistencia a las fugas durante 30 días (véase 3.19) [7.20]

Se instalarán cinco boquillas en una tubería de prueba llena de agua que se mantendrá a una presión constante igual al doble de la presión nominal de trabajo durante 30 días y a una temperatura ambiente de 20 ± 5 °C.

Se inspeccionarán visualmente las boquillas por lo menos una vez por semana para comprobar si presentan fugas. Una vez finalizada esta prueba de 30 días, todas las muestras cumplirán las prescripciones relativas a la resistencia a las fugas que se especifican en 3.2.4 y no presentarán señales de distorsión u otro daño mecánico.

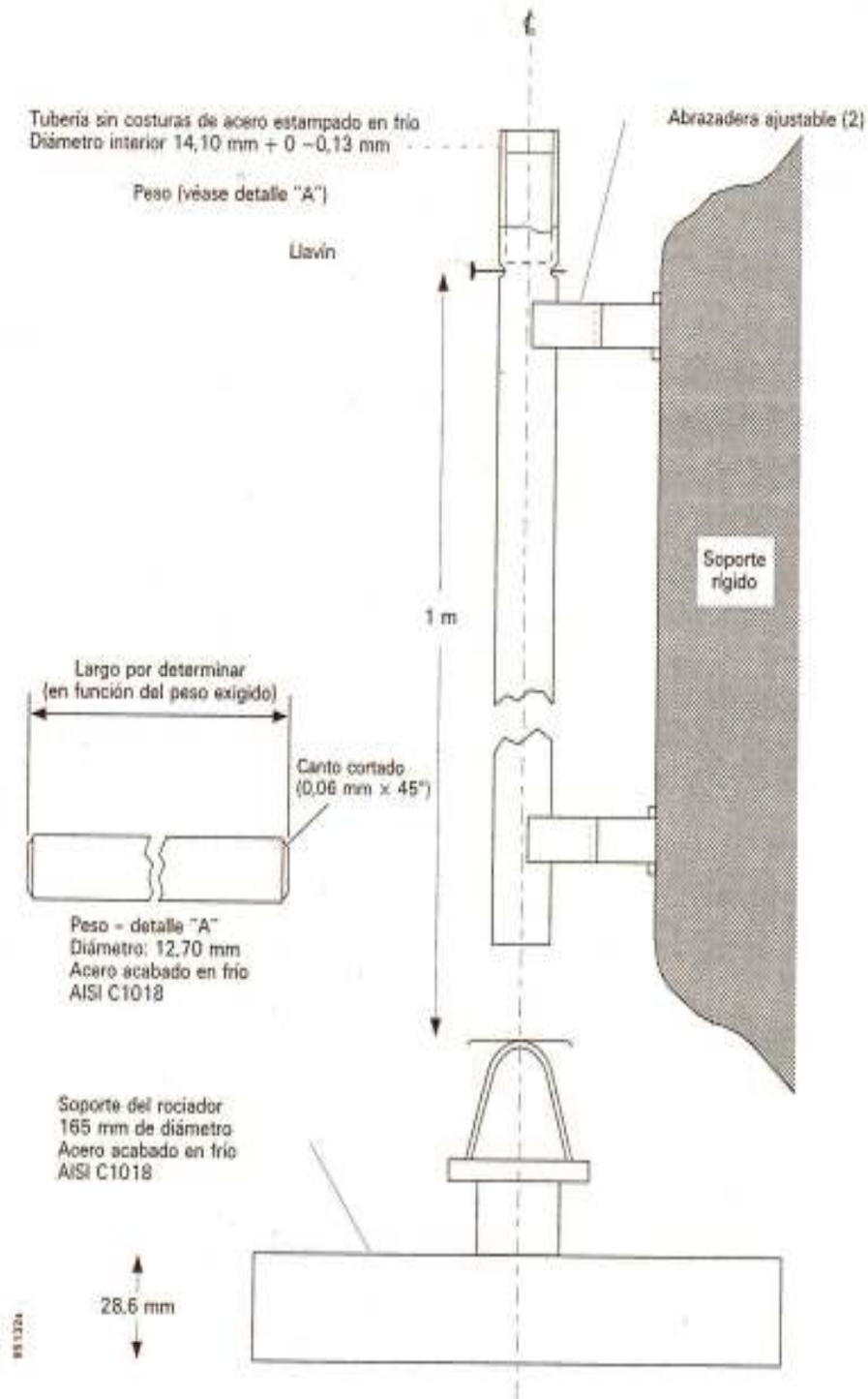


Figura 2 - Aparato para el ensayo de choque

4.20 Ensayo de vacío (véase 3.20) [7.21]

Se someterán tres boquillas a un vacío de 460 mm de mercurio aplicado a las entradas de las boquillas durante 1 min, a una temperatura ambiente de $20 \pm 5^\circ\text{C}$. Una vez finalizado este ensayo, se examinará cada muestra con objeto de verificar que no ha tenido lugar distorsión o daño mecánico alguno y que en consecuencia cumple las prescripciones de resistencia a las fugas especificadas en 4.4.1.

4.21 Ensayo de obstrucción (véase 3.22) [7.28]

4.21.1 Se medirá a la presión nominal de trabajo la velocidad de circulación del agua en una boquilla de nebulización con su colador o filtro. La boquilla y el colador o filtro se instalarán seguidamente en el aparato de ensayo, que se describe en la figura 3 y se someterán durante 30 min a una corriente continua a la presión nominal de trabajo, usándose agua contaminada preparada de conformidad con lo estipulado en 4.21.3.

4.21.2 Inmediatamente finalizado el periodo de 30 min de corriente continua con agua contaminada, se medirá la presión hidráulica de la boquilla y del colador o filtro, a la presión nominal de trabajo. Durante el ensayo no se permitirá el desmontaje, limpieza o descarga de la boquilla, el filtro o el colador.

4.21.3 El agua usada durante los 30 min de corriente continua a la presión nominal de trabajo especificada en 4.21.1 consistirá en 60l de agua corriente en la que se han mezclado 1,58 kg de contaminantes cuyo granulado se describe en el cuadro 5. Durante el ensayo, se agitará continuamente la solución.

Cuadro 5 - Contaminantes para el ensayo del ciclo de agua contaminada

Designación del tamiz ¹	Tamaño nominal del tamiz (mm)	Gramos de contaminante ($\pm 5\%$) ²		
		Incrustaciones de tuberías	Tierra	Arena
No. 25	0,706	-	456	200
No. 50	0,297	82	82	327
No. 100	0,150	84	6	89
No. 200	0,074	81	-	21
No. 325	0,043	153	-	3
	TOTAL	400	544	640

¹ La designación del tamiz corresponde a la señalada en la norma sobre tamices de tela metálica para fines de prueba, ASTM E11-87. Los tamaños de malla 25,50, 100,200 y 325 de los tamices GENCO-MEINZEN, que corresponden a la designación numérica del cuadro, cumplen la norma ASTM E11-87.

² Podrá reducirse en un 50% la cantidad de contaminantes en el caso de boquillas que solamente se utilicen con tuberías de cobre o acero inoxidable y en 90% en el caso de boquillas que tengan una presión nominal de 50 bares o más y que se utilicen solamente con tuberías de acero inoxidable.

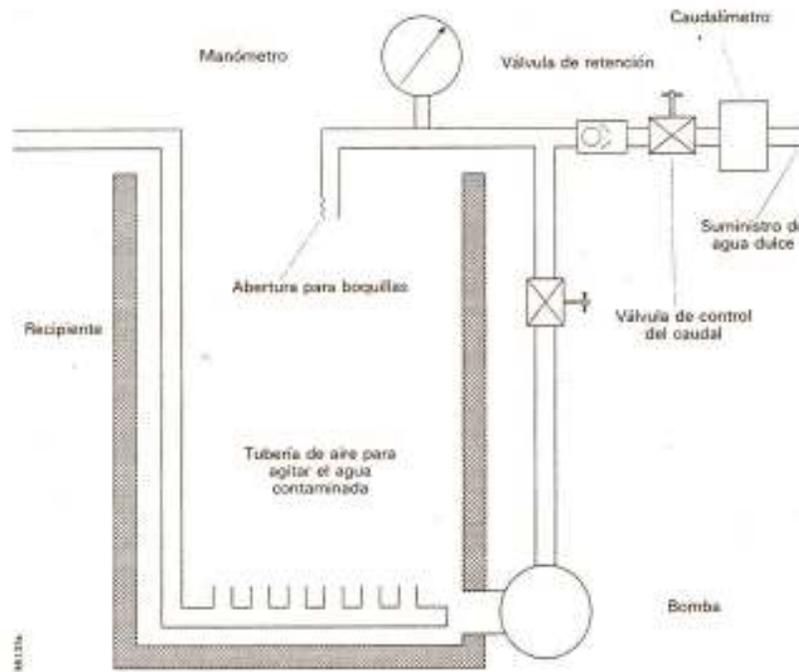


Figura 3 - Aparato para el ensayo de obstrucción

5 MARCADO DE LA BOQUILLA DE NEBULIZACION

5.1 Generalidades

Toda boquilla que cumpla las prescripciones de la presente norma estará marcada de forma permanente con:

- la marca de fábrica o el nombre del fabricante
- la identificación del modelo
- la identificación de la fábrica. Esto se exigirá solamente si el fabricante tiene más de una fábrica de boquillas
- el año nominal de fabricación (solamente boquillas automáticas)^{*}
- la temperatura nominal de activación (solamente boquillas automáticas)⁺
- el factor K. Esto solamente se exige si un modelo de boquilla está disponible con distintos tamaños de orificio.

En aquellos países donde se exija la cromocodificación de los brazos de la horquilla de las boquillas de ampolla de vidrio, se usará el código de colores para las boquillas con elementos fusibles.

5.2 Envuelta de las boquillas

Las envueltas empotradas, de haberlas, estarán marcadas para ser usadas con las boquillas correspondientes, a menos que la envuelta sea una parte no desmontable de la boquilla.

Apéndice B

Método de ensayo provisional para los ensayos de exposición al fuego de los sistemas equivalentes de extinción de incendios a base de agua para los espacios de categoría A para máquinas y las cámaras de bombas de carga

1 ALCANCE

Este método de ensayo está destinado a evaluar la eficacia de los sistemas de extinción de incendios a base de agua de inundación total (protección del volumen) de las cámaras de categoría A para máquinas y las cámaras de bombas de carga. Con objeto de establecer las situaciones de incendio posibles en distintas cámaras de máquinas, en el cuadro 1 se ofrece una clasificación de los diversos tipos de máquinas.

Cuadro 1 - Clasificación de las cámaras de categoría A para máquinas

Clase	Características típicas de la máquina	Volumen típico neto	Presión y flujo típicos del aceite en el sistema de combustible y lubricación
1	Cámaras de máquinas auxiliares, máquinas principales pequeñas o purificadores, etc.	500 m ³	Combustible: Baja presión 0,15-0,20 kg/s 3-6 bares Alta presión 0,02 kg/s 200-300 bares Aceite de lubricación: 3-5 bares Aceite hidráulico: 150 bares
2	Máquinas propulsoras diesel en buques de porte medio, como transbordadores	3 000 m ³	Combustible: Baja presión 0,4-0,6 kg/s a 3-8 bares Alta presión 0,030 kg/s a 250 bares Aceite lubricante: 3-5 bares Aceite hidráulico: 150 bares

* El año de fabricación puede incluir los últimos tres meses del año precedente y los primeros seis meses del año siguiente. Sólo será necesario indicar las últimas dos cifras.

⁺ Excepto por lo que se refiere a las boquillas con revestimiento y laminadas, la gama de temperaturas nominales de activación estará cromocodificada en la boquilla con objeto de identificar el valor nominal. El código de colores será visible en los brazos de la horquilla que sostiene la lámina de distribución de las boquillas de elemento fusible y estará indicado por el color del líquido en las ampollas de vidrio. El valor nominal de la temperatura se estampará o moldeará en el elemento fusible de las boquillas que los utilicen. Todas las boquillas se estamparán, moldearán, grabarán o cromocodificarán de manera que se reconozca la temperatura nominal, aun en caso de que la boquilla se haya activado. Esto estará de conformidad con lo estipulado en el cuadro 1.

3	Máquinas principales diesel en buques de gran porte, como petroleros y portacontenedores	>3 000 m ³	Combustible: Baja presión 0,7-1,0 kg/s a 3-8 bares Alta presión 0,20 kg/s Aceite lubricante: 3-5 bares Aceite hidráulico: 150 bares
---	--	-----------------------	---

El método de ensayo abarca las prescripciones mínimas de extinción de incendios y de prevención de la reignición de incendios en las cámaras de máquinas.

Dicho método se elaboró para los sistemas que utilizan boquillas montadas en el techo para las cámaras de máquinas de clase 1 y clase 2 y boquillas de múltiples niveles para las cámaras de máquinas de clase 3, que puedan utilizarse junto con un sistema de protección de la zona de sentina independiente. La utilización de boquillas adicionales para proteger de riesgos específicos mediante aplicación directa no está permitida. No obstante, si se encuentran referencias en las instrucciones de instalación y proyecto del fabricante, podrán instalarse boquillas adicionales a lo largo del perímetro del compartimiento para proteger las aberturas.

2 AMBITO DE APLICACION

El método de ensayo es aplicable a los sistemas de extinción de incendios a base de agua que se utilizarán como variantes de los sistemas de extinción de incendios prescritos en la regla II-2/7 del Convenio SOLAS. Al instalar los sistemas, las boquillas se situarán de modo que brinden protección para la totalidad del volumen de riesgo (inundación total). Las especificaciones para la instalación proporcionadas por el fabricante deberán incluir la distancia máxima entre boquillas, la altura máxima del espacio, la distancia de las boquillas al techo, el volumen máximo del espacio y la condición máxima de ventilación.

3 MUESTRAS

El fabricante debe suministrar los componentes que se van a someter a ensayo, junto con los criterios de proyecto e instalación, instrucciones de manejo, dibujos y datos técnicos suficientes para la identificación de los componentes.

4 METODO DE ENSAYO

4.1 Principio

Este procedimiento de ensayo permite determinar la eficacia de distintos sistemas de extinción a base de agua en casos de incendios por nebulización, en cascada y de charcos así como incendios de clase A obstaculizados por una maqueta de máquina.

4.2 Aparatos

4.2.1 Maqueta de máquina

El ensayo del incendio se llevará a cabo en un aparato constituido por:

- .1 una maqueta de máquina de 1 m x 3 m x 3 m (anchura x longitud x altura) construida con chapa de acero de 5 mm de espesor nominal. La maqueta lleva dos tubos de acero de 3 mm de diámetro y 3 m de longitud que simulan los colectores de escape y una rejilla. En la parte superior de la maqueta se dispone una bandeja de 3 m². Véase la figura 2;
- .2 un sistema de placa de piso de 4 m x 6 m x 0,5 m de altura que circunda la maqueta con tres bandejas de 2,2, y 4 m², con una superficie total de 8 m² por debajo. Véase la figura 2.

4.1.2 Sala de ensayo

- .1 Cámara de máquinas de clase 1

El ensayo debe llevarse a cabo en una sala de 100 m², con altura hasta el cielo raso de 5 m y ventilación a través de un vano de puerta de 2 m x 2 m. Los incendios y las maquetas de máquinas se ajustarán a lo indicado en los cuadros 2, 3 y figura 1.

- .2 Cámara de máquinas de clases 2 y 3

El ensayo debe llevarse a cabo en una sala con una superficie superior a 100 m², una altura de 5 a 7,5 m y ventilación a través de un vano de puerta de 2 m x 2 m para un volumen total en la sala de 3 000 m³. Los incendios y las maquetas de máquinas se ajustarán a lo indicado en los cuadros 2 y 3 y en la figura 1.

- .3 Cámara de máquinas de clase 3

El ensayo debe llevarse a cabo en una sala con una superficie superior a 300 m² y una altura hasta el cielo raso superior a 10 m y sin limitaciones en cuanto al suministro de aire para el incendio del ensayo. Los incendios y las maquetas de máquinas se ajustarán a lo indicado en los cuadros 2 y 3 y en la figura 1.

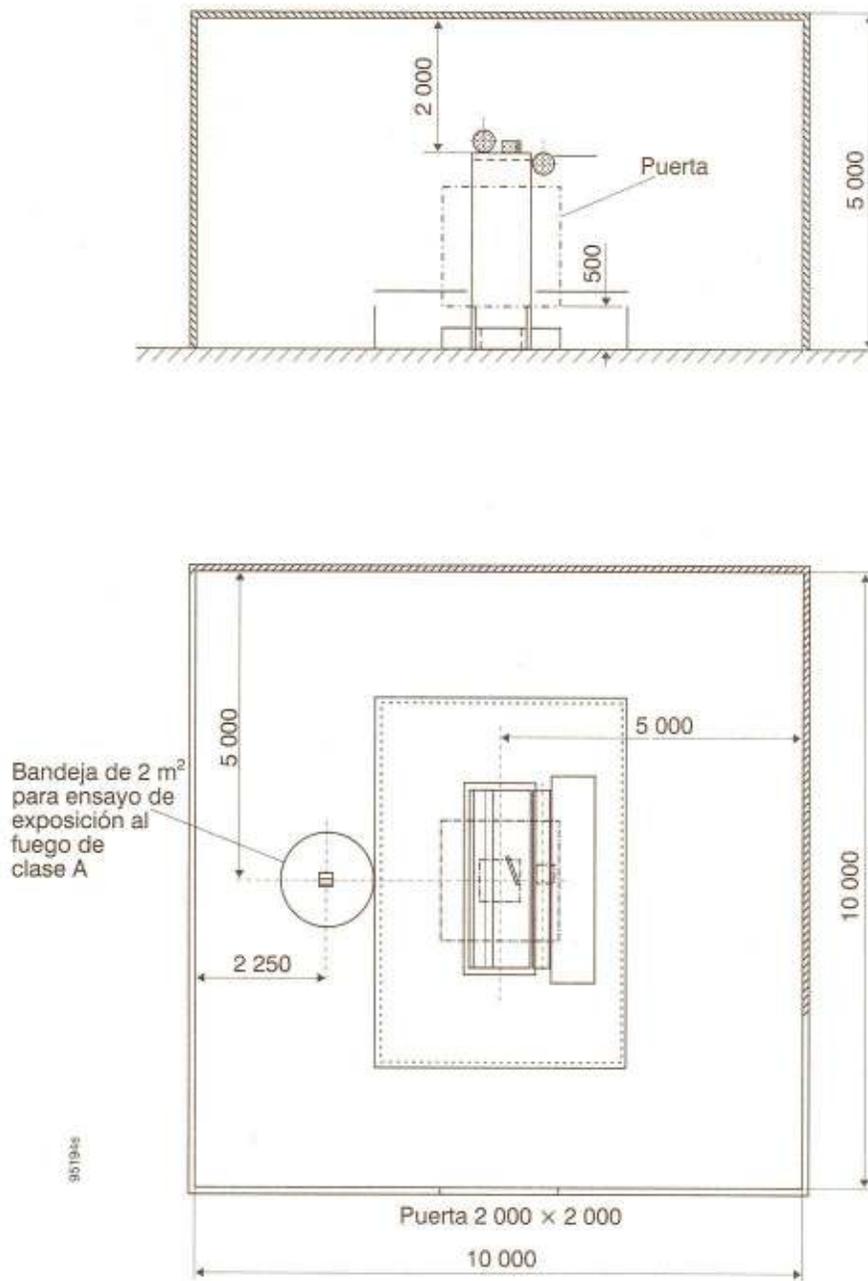


Figura 1

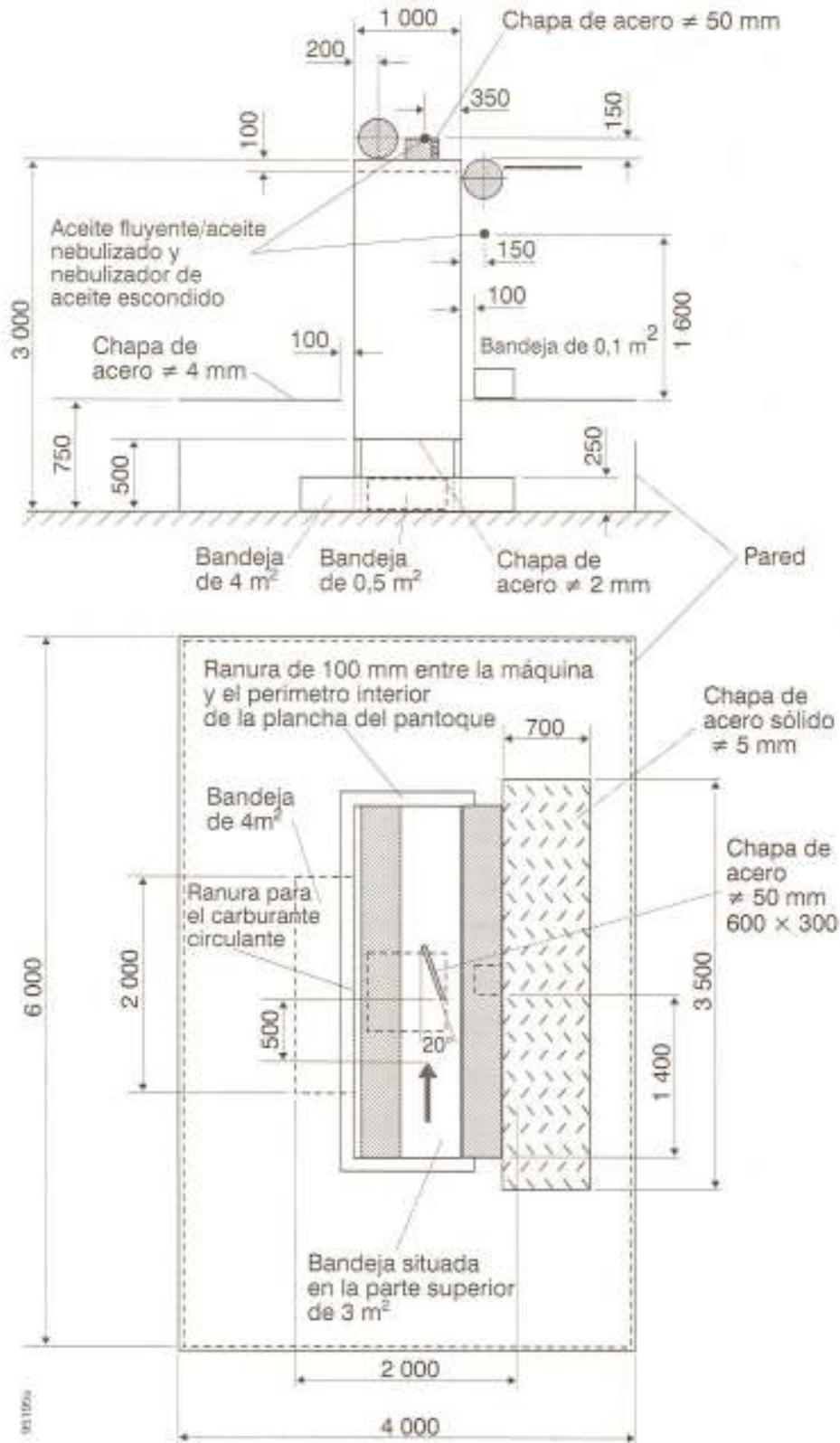


Figura 2

Cuadro 2 - Programa de ensayos

Ensayo No.	Situaciones de incendio posibles	Combustible utilizado en el ensayo
1	Nebulización horizontal a baja presión en la parte superior de la máquina simulada entre las boquillas del agente extintor	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
2	Nebulización a baja presión en la parte superior de la máquina simulada, centrada con la boquilla en un ángulo ascendente de 45o. para caer en una barra de 12 - 15 mm de diámetro a 1 m de distancia	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
3	Incendio de una nebulización horizontal a baja presión oculta a un lado de la máquina con la boquilla de nebulización del combustible situada a 0,1 m del de la máquina	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
4	Combinación de los peores incendios de nebulización de los ensayos 1-3 e incendios en bandejas debajo (4 m ²) y en la parte superior de la máquina simulada (3 m ²)	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
5	Incendio de una nebulización horizontal a alta presión en la parte superior de la máquina simulada	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
6	Incendio de una nebulización horizontal a presión y flujo bajos oculta a un lado de la máquina simulada, con la boquilla de nebulización del combustible situada a 0,1 m del extremo de la máquina y con una bandeja de 0,1 m ² situada a 1,4 m del extremo de la máquina, en el borde interior de la chapa del piso	Fueloil comercial o aceite diesel ligero
7	0,5 m ² centrado bajo la maqueta	Heptano
8	0,5 m ² centrado bajo la maqueta	SAE 10W30 aceite lubricante con base de aceite mineral
9	0,5 m ² en la parte superior de la plancha de pantoque bajo la chapa de escape	Heptano
10	Incendio fluyente de 0,25 kg/s desde la parte superior de la maqueta. Véase la figura 3	Heptano
11	Incendios de clase A en un incendio de charco de 2 m ² con 30 s de precombustión (véase nota). La bandeja de ensayo deberá situarse a 0,75 m sobre el piso como se muestra en la figura 2	Heptano
12	Una chapa de acero (30 cm x 60 cm x 5 cm) desviada 20° con respecto al nebulizador, calentada a 350°C en la parte superior, mediante un nebulizador de bajo flujo y baja presión: colocado horizontalmente a 0,5 m del borde frontal de la chapa. Cuando la chapa alcanza 350°C se activa el sistema. Después de la desactivación del sistema no se permite la reignición.	Heptano
13	Bandeja de 4 m ² bajo la maqueta	Fueloil comercial o aceite diesel ligero

Notas: 1 El armazón de madera pesará de 5,4 a 5,9 kg y sus dimensiones serán aproximadamente de 305 mm x 305 mm x 305 mm. El armazón se compondrá de ocho capas alternas de cuatro bandejas de 38,1 mm x 38,1 mm con madera de píceo o abeto de 305 mm de longitud. Las capas alternas de la madera se colocarán en ángulo recto con respecto a las capas adyacentes. Los trozos de madera de cada capa se espaciarán homogéneamente a lo largo de la capa anterior de trozos de madera y se grapará. Una vez que se haya montado el armazón de madera, se acondicionará a una temperatura de 49 ± 5°C durante un periodo que no será inferior

a 16 horas. Después del acondicionamiento, se medirá el contenido de humedad del armazón con un higrómetro tipo sonda. El contenido de humedad del armazón no excederá del 5% en relación con el contenido anterior al ensayo de exposición al fuego.

2 No es preciso realizar los ensayos No. 4, 7, 8 y 13 en las sentinas con un sistema de protección contra incendios independientes, ni dichos ensayos son aplicables a las sentinas cuya profundidad sea superior a 0,75 m (véase la sección 4.3).

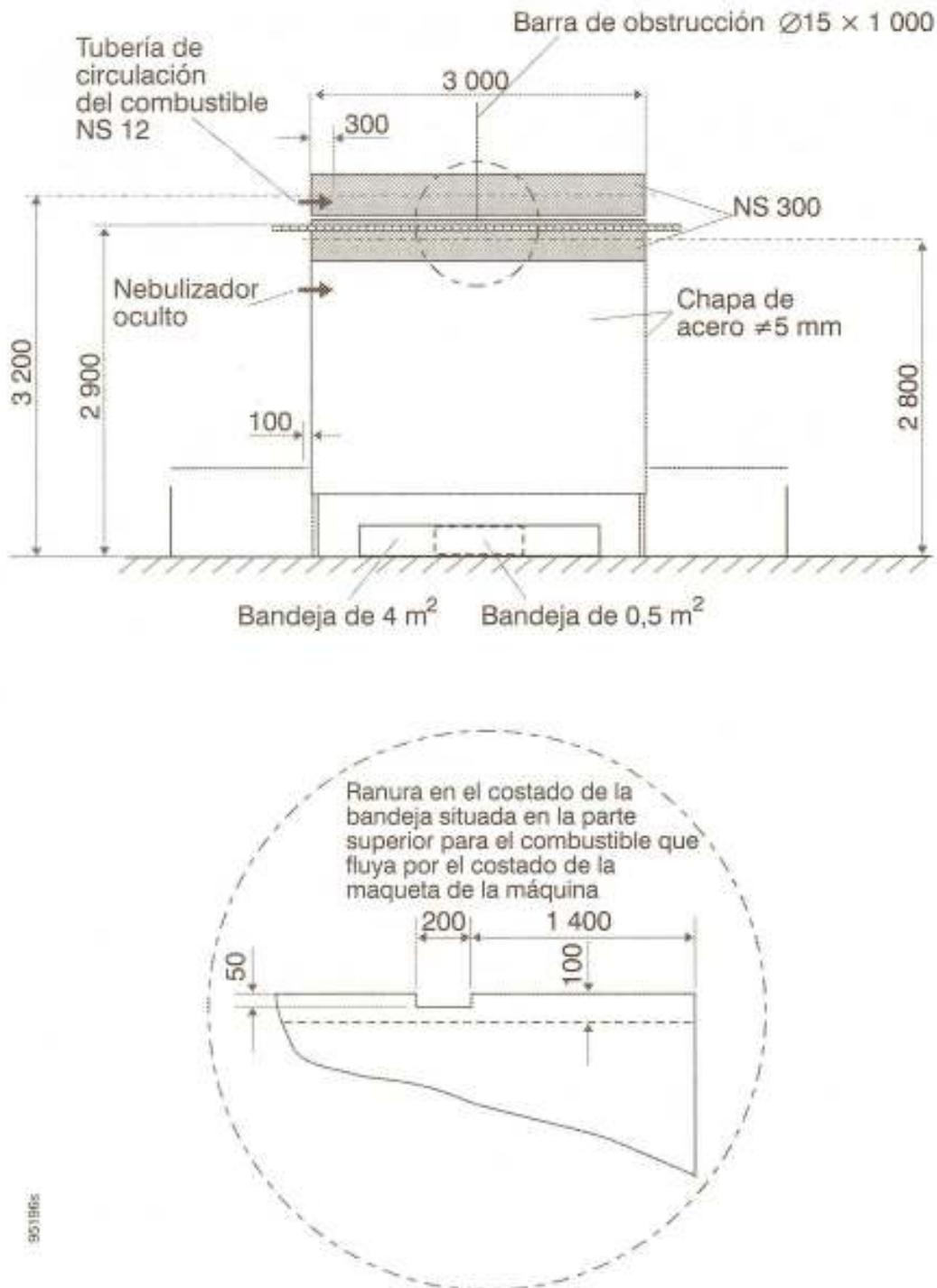


Figura 3

Cuadro 3 - Parámetros del ensayo del incendio del combustible nebulizado

Cámara de máquinas de categoría A - Clases 1 a 3			
Tipo de incendio	Presión baja	Presión baja Flujo reducido	Presión alta
Boquilla nebulizadora	Angulo de nebulización amplio (120° a 125°) tipo completamente cónico	Angulo de nebulización amplio (80°) tipo completamente cónico	Angulo normal (a 6 bares) tipo completamente cónico
Presión nominal del combustible	8 bares	8,5 bares	150 bares
Flujo del combustible	0,16 ± 0,01 kg/s	0,03 ± 0,005 kg/s	0,050 ± 0,002 kg/s
Temperatura del combustible	20 ± 5° C	20 ± 5° C	20 ± 5° C
Velocidad nominal del desprendimiento de calor	5,8 ± 0,6 MW	1,1 ± 0,1 MW	1,8 ± 0,2 MW

4.3 Sistema de extinción

La instalación del sistema de extinción se hará de conformidad con las instrucciones de proyecto e instalación del fabricante. Por lo que se refiere a las cámaras de máquinas de clase 3, la distancia vertical máxima entre los niveles de boquillas se limitará a 7,5 m, situando el nivel mínimo de boquillas a una altura mínima de 5 m por encima del suelo. Cuando la profundidad de las sentinas sea superior a 0,75 m se instalarán boquillas en ellas, conforme a las recomendaciones que el fabricante haya elaborado en ensayos de incendio representativos.

4.4 Procedimiento

4.4.1 Ignición

La(s) bandeja(s) utilizada(s) para el ensayo debe(n) llenarse con 50 mm de combustible por lo menos, sobre una base de agua. La altura entre el líquido y el borde superior de la bandeja será de 150 ± 10 mm.

4.4.2 Mediciones del flujo y la presión (sistema del combustible)

Antes de cada prueba se medirán la presión y el flujo del sistema de combustible. La presión del combustible se medirá también durante el ensayo.

4.4.3 Mediciones del flujo y la presión (sistema de extinción)

Durante el ensayo, y a intervalos no superiores a 5 s, se medirán continuamente la presión y el flujo del agente extintor del sistema en el lado de alta presión de una bomba o equipo equivalente. Asimismo, se puede determinar el flujo mediante la presión y el factor *K* de las boquillas.

4.4.4 Duración del ensayo

Tras la ignición de todas las fuentes de combustible se requiere un periodo de precombustión de 2 min antes de descargar el agente extintor para los incendios de bandeja de aceite, y de 5 a 15 s para los de combustible nebulizado y heptano, y de 30 para el ensayo de exposición al fuego de clase A (ensayo No. 11).

El agente extintor se descargará durante un periodo equivalente al 50% del tiempo de descarga recomendado por el fabricante, o durante 15 min, si este valor es menor. Cuando se utilice combustible nebulizado, su suministro será interrumpido 15 s después de terminar la descarga del agente extintor.

4.4.5 Observaciones antes y durante el ensayo

Antes del ensayo se medirá la temperatura de la cámara de ensayo, el combustible y el modelo:

Durante el ensayo se registrarán los siguientes datos:

- .1 comienzo del procedimiento de ignición;
- .2 comienzo del ensayo (ignición);
- .3 momento de la activación del sistema de extinción;
- .4 momento de la extinción del incendio, si así ocurre;
- .5 momento de parada del sistema de extinción;
- .6 momento de la reignición, si se produce;
- .7 momento en que se interrumpe la circulación del combustible para un incendio de combustible nebulizado; y
- .8 momento en que concluye el ensayo.

4.4.6 Observaciones después del ensayo

- .1 daños sufridos por cualquiera de los componentes del sistema;
- .2 nivel del combustible en la(s) bandeja(s) para establecer que no hubo ninguna limitación de combustible durante el ensayo;
- .3 temperatura de la cámara, el combustible y el modelo.

5 CRITERIOS DE CLASIFICACION

Al final de la descarga de los medios de extinción de incendios a base de agua y combustible en cada ensayo, no deberá haber reignición o propagación de las llamas.

6 INFORME SOBRE EL ENSAYO

El informe sobre el ensayo incluirá los siguientes datos:

- .1 nombre y dirección del laboratorio encargado del ensayo;
- .2 fecha y número de identificación del informe sobre el ensayo;
- .3 nombre y dirección del cliente;
- .4 finalidad del ensayo;
- .5 método de muestreo;
- .6 nombre y dirección del fabricante o proveedor del producto;
- .7 nombre u otras marcas de identificación del producto;
- .8 descripción del producto sometido a ensayo:
 - dibujos,
 - descripciones,
 - instrucciones de montaje,
 - especificación de los materiales incluidos,
 - dibujo detallado de los elementos para la prueba.
- .9 fecha en que se suministró el producto;
- .10 fecha del ensayo;
- .11 método del ensayo;
- .12 dibujo de cada configuración para el ensayo;
- .13 características medidas de la boquilla;

- .14 identificación del equipo de ensayo e instrumental utilizados;
- .15 conclusiones;
- .16 desviaciones del método de ensayo, si las hubiere;
- .17 resultados del ensayo, incluidas observaciones durante y después del ensayo;
- .18 fecha y firma.

MSC/Circ.776

(12 de diciembre de 1996)

**DIRECTRICES PARA LA APROBACION DE SISTEMAS FIJOS DE EXTINCION DE INCENDIOS
POR GAS EQUIVALENTES A LOS ESPECIFICADOS EN EL
CONVENIO SOLAS 1974 PARA LOS ESPACIOS DE MAQUINAS Y LAS
CAMARAS DE BOMBAS DE CARGA**

1 En su 67° periodo de sesiones (2 a 6 de diciembre de 1996), el Comité de Seguridad Marítima aprobó las Directrices para la aprobación de sistemas fijos de extinción de incendios por gas equivalentes a los especificados en el Convenio SOLAS 1974 para los espacios de máquinas y las cámaras de bombas de carga, que figuran en el anexo.

2 Se pide a los Gobierno Miembros que apliquen las directrices adjuntas cuando aprueben sistemas fijos de extinción de incendios equivalentes para los espacios de categoría A para máquinas y las cámaras de bombas de carga.

Anexo

**DIRECTRICES PARA LA APROBACION DE SISTEMAS FIJOS DE EXTINCION DE INCENDIOS POR GAS
EQUIVALENTES A LOS ESPECIFICADOS EN EL CONVENIO SOLAS 1974 PARA LOS ESPACIOS
DE MAQUINAS Y LAS CAMARAS DE BOMBAS DE CARGA**

GENERALIDADES

1 Se deberá demostrar que los sistemas fijos de extinción de incendios que se utilicen en los espacios de categoría A para máquinas y en las cámaras de bombas de carga, equivalentes a los sistemas de extinción de incendios prescritos en las reglas II-2/7 y II-2/63 del Convenio SOLAS poseen el mismo grado de fiabilidad que el considerado apropiado para el funcionamiento de los sistemas fijos de extinción de incendios por gas aprobados de conformidad con lo dispuesto en la regla II-2/5 del Convenio SOLAS. Asimismo, es preciso demostrar mediante el ensayo pertinente que dichos sistemas son aptos para extinguir los diferentes tipos de incendio que se pueden producir en la cámara de máquinas de un buque.

PRESCRIPCIONES PRINCIPALES

2 Se deberán aplicar todas las prescripciones de las reglas II-2/5.1, 5.3.1, 5.3.2 y 5.3.3 del Convenio SOLAS, a excepción de lo dispuesto en las presentes directrices.

3 La mínima concentración extintora debe determinarse mediante un ensayo con quemador de vaso que la Administración juzgue aceptable. La concentración de proyecto debe ser superior en un 20% como mínimo a la concentración extintora. Dichas concentraciones se deben comprobar mediante los ensayos a escala natural descritos en el método que figura en el apéndice.

4 Con respecto a los sistemas que utilizan hidrocarburos halogenados limpios, el 95% de la concentración de proyecto se debe descargar en 10 segundos como máximo. Con respecto a los sistemas que utilizan gas inerte, el tiempo de descarga del 85% de la concentración de proyecto no excederá de 120 segundos.

5 La cantidad de agente extintor destinado al espacio protegido se debe calcular basándose en el volumen bruto del espacio protegido respecto de la concentración de proyecto, comprendido el guardacalor. Si la cantidad de agente extintor que se aplica al volumen neto del espacio protegido, comprendido el guardacalor supera el nivel mínimo de efecto nocivo observable del agente, se debe reducir la cantidad de éste, pero no por debajo de su concentración de proyecto basada en el volumen neto.

6 No se debe usar ningún agente supresor de incendios que sea cancerígeno, mutagénico o teratogénico en la concentración que se prevé utilizar, ni tampoco agente alguno en concentraciones mayores que las de sensibilización cardíaca (nivel de efecto nocivo no observable) o en la concentración letal aproximada sin aplicar los controles estipulados en las reglas II-2/5.1 y 5.3 del Convenio SOLAS 1974. En ningún caso se debe usar un agente extintor por encima de su nivel mínimo de efecto nocivo observable.

7 El sistema y sus componentes deben estar proyectados de modo que soporten los cambios de temperatura ambiente, las vibraciones, la humedad, los golpes y choques, la obstrucción y la corrosión que normalmente se experimentan en los espacios de máquinas o las cámaras de bombas de carga de los buques.

8 El sistema y sus componentes deben estar proyectados e instalados de conformidad con normas internacionales aceptables para la Organización* y se deben fabricar y someter a prueba de un modo que la Administración juzgue satisfactorio. Como mínimo, las normas relativas al proyecto y a la instalación deben abarcar los siguientes elementos:

- .1** seguridad:
 - toxicidad;
 - ruido, descarga por las lanzas; y
 - productos de la descomposición;
- .2** proyecto y disposición del recipiente de almacenamiento:
 - prescripciones relativas a la resistencia;
 - densidad máxima/mínima de la carga, escala de temperaturas de servicio;
 - indicación de la presión y el peso;
 - reducción de la presión; y
 - determinación de los agentes y prescripciones en cuanto a agentes letales;
- .3** normas relativas a la provisión, cantidad y calidad del agente;
- .4** tuberías y accesorios:
 - resistencia, material, propiedades, resistencia al fuego; y
 - requisitos para la limpieza;
- .5** válvulas:
 - prescripciones relativas al ensayo;
 - resistencia a la corrosión; y
 - compatibilidad con el elastómero;
- .6** lanzas:
 - prescripciones sobre el lugar y la altura del ensayo; y
 - resistencia a la corrosión y a temperaturas elevadas;
- .7** sistemas de accionamiento y control:
 - prescripciones relativas al ensayo; y
 - prescripciones relativas al sistema auxiliar de suministro de energía;
- .8** alarmas e indicadores:
 - alarma de predescarga, alarmas de descarga del agente como retardadores;
 - interruptores de parada;
 - prescripciones relativas al circuito de vigilancia; y
 - en cada entrada de los espacios pertinentes se deberán colocar señales de aviso y alarmas acústicas y visuales, según proceda;

* Hasta que se elaboren normas internacionales, se deben utilizar normas nacionales que la Administración juzgue satisfactorias. Entre éstas cabe citar las normas de Australia, el Reino Unido y la NFPA 2001

- .9 cálculo del flujo del agente:
 - aprobación y ensayo del método de cálculo de proyecto; y
 - pérdidas de la instalación y/o longitud equivalente;
- .10 prescripciones relativas a la integridad de la sala de ensayos y a las fugas:
 - fugas en la sala de ensayos;
 - aberturas; y
 - dispositivos de enclavamiento para la ventilación mecánica;
- .11 prescripciones relativas a la concentración de proyecto, cantidad total de inundación;
- .12 tiempo de descarga; y
- .13 prescripciones sobre inspección, mantenimiento y ensayo.

9 El tipo de lanza, la separación máxima entre lanzas, la altura máxima y la presión mínima de las lanzas se deben ajustar a los límites que se hayan sometido a prueba para la extinción de incendios mediante el método de ensayo propuesto.

10 Se tomarán medidas para cerciorarse de que las vías de evacuación que estén expuestas a fugas procedentes del espacio protegido no se transforman en peligrosas durante o después de la descarga del agente. En los puestos de mando y demás lugares que requieran dotación durante un incendio debe haber dispositivos que mantengan en los mismos el ácido fluorhídrico y el ácido clorhídrico por debajo de las cinco partes por millón. Las concentraciones de otros productos se deben mantener por debajo de las concentraciones que se consideren potencialmente peligrosas durante el tiempo de exposición requerido.

11 Los recipientes de los agentes se pueden almacenar en un espacio de máquinas protegido si se hallan distribuidos por todo ese espacio y se cumplen las disposiciones de la regla II-2/5.3.3 del Convenio SOLAS. La distribución de los recipientes y de los circuitos eléctricos y las tuberías esenciales para poner en funcionamiento el sistema debe ser tal que, aun en el caso de que sufra daños cualquiera de las líneas de conducción de energía a causa de incendio o de explosión en el espacio protegido (se utiliza aquí, pues, el concepto de un solo fallo), se puedan descargar al menos dos tercios de la cantidad estipulada en el párrafo 5 del presente anexo para la extinción de incendios, habida cuenta de lo prescrito en cuanto a la distribución uniforme del agente extintor en todo el espacio. Las medidas que se tomen respecto de los sistemas para espacios en los que sólo sean necesarios seis recipientes como máximo deben ser satisfactorias a juicio de la Administración.

12 El tiempo de retención del agente debe ser como mínimo de 15 minutos.

13 La descarga de un agente extintor puede producir una subpresión o una infrapresión considerable en el espacio protegido. Se deben tomar medidas para que las presiones producidas se ajusten a unos límites aceptables.

14 En todos los buques, el manual del proyecto del sistema de extinción de incendios debe indicar los procedimientos recomendados para el control de los productos de la descomposición de los agentes. El funcionamiento de los medios de extinción de incendios en los buques de pasaje no debe entrañar riesgos para la salud por la descomposición de los agentes extintores; por ejemplo, en los buques de pasaje no se deben descargar los productos de la descomposición en las proximidades de los puestos de reunión.

Apéndice

Método de ensayo de exposición al fuego de los sistemas fijos de extinción de incendios por gas

1 ALCANCE

1.1 El método de ensayo descrito en el presente documento está destinado a evaluar la eficacia de los sistemas fijos de extinción de incendios por gas para proteger los espacios de categoría A para máquinas y las cámaras de bomba de carga.

1.2 Se excluyen los sistemas de extinción de incendios especificados en la regla II-2/5 del Convenio SOLAS 1974, en su forma enmendada.

1.3 El método de ensayo abarca las prescripciones mínimas de extinción de incendios.

1.4 El método de ensayo es aplicable a los gases, gases licuados y mezclas de gases. No es válido para los gases extintores mezclados con compuestos en estado sólido o líquido en condiciones ambientales.

1.5 El programa de ensayos tiene dos objetivos, a saber: 1) establecer la eficacia de un determinado agente extintor en su concentración de ensayo y 2) establecer que el sistema de distribución del agente en cuestión introduce éste en la sala de ensayos de manera que llene por completo la misma con objeto de alcanzar una concentración que permita extinguir las llamas en todos los puntos.

2 MUESTRAS

El fabricante debe suministrar los componentes que se vayan a someter a prueba, junto con los criterios de proyecto e instalación, instrucciones, dibujos y datos técnicos suficientes para la identificación de los componentes.

3 METODO DE ENSAYO

3.1 Principio

Este procedimiento de ensayo permite determinar la eficacia de los distintos sistemas de extinción por agentes gaseosos en casos de incendios por nebulización, en charcos y algunos incendios de clase A.

3.2 Aparatos

3.2.1 Sala de ensayos

Los ensayos se deben llevar a cabo en una sala de 100 m² cuya dimensión horizontal no sea inferior a 8 m y que tenga una altura hasta el cielo raso de 5 m. En la sala debe haber una puerta de acceso que se pueda cerrar, de unos 4 m² de superficie. Además, en el cielo raso habrá tragaluces de ventilación que se puedan cerrar, de 6 m² de superficie total como mínimo.

3.2.2 Integridad de la sala de ensayos

La sala de ensayos será nominalmente estanca cuando se cierren las puertas y tragaluces. La integridad de las juntas de las puertas, tragaluces y otras penetraciones (por ejemplo, lumbreras de acceso a los instrumentos) se verificará antes de cada ensayo.

3.2.3 Maqueta de la máquina

- .1** La maqueta de la máquina, de 1 m x 3 m x 3 m (anchura x longitud x altura), se debe construir con chapa de acero de 5 mm de espesor nominal. El modelo debe llevar dos tubos de acero de 0,3 m de diámetro y 3 m de longitud que simulen los colectores de escape y una plancha de acero sólido. En la parte superior de la maqueta se pondrá una bandeja de 3 m². Véanse las figuras 1,2 y 3.
- .2** Se colocará en el suelo, alrededor de la maqueta, una plancha de 4 m x 6 m x 0,75 de altura. Se dispondrá lo necesario para colocar las bandejas de combustible descritas en el cuadro 1 del modo indicado en el cuadro 2.

3.2.4 Instrumentos

Se emplearán instrumentos para medir y registrar de forma continua las condiciones de los ensayos. Se deberá medir u observar lo siguiente:

- .1** la temperatura en tres posiciones verticales (por ejemplo, 1, 2,5 y 4,5 m)
- .2** la presión en la sala de ensayos
- .3** muestreo y análisis de los gases a la altura media de la sala para determinar los niveles de oxígeno, dióxido de carbono, monóxido de carbono y los productos ácidos pertinentes del halógeno, como, por ejemplo, yoduro de hidrógeno, ácido fluorhídrico, ácido clorhídrico
- .4** los dispositivos indicadores de extinción de la llama
- .5** a presión en la lanza de combustible en el caso de incendios por nebulización
- .6** la velocidad de flujo del combustible en el caso de incendios por nebulización
- .7** la presión en la lanza de descarga.

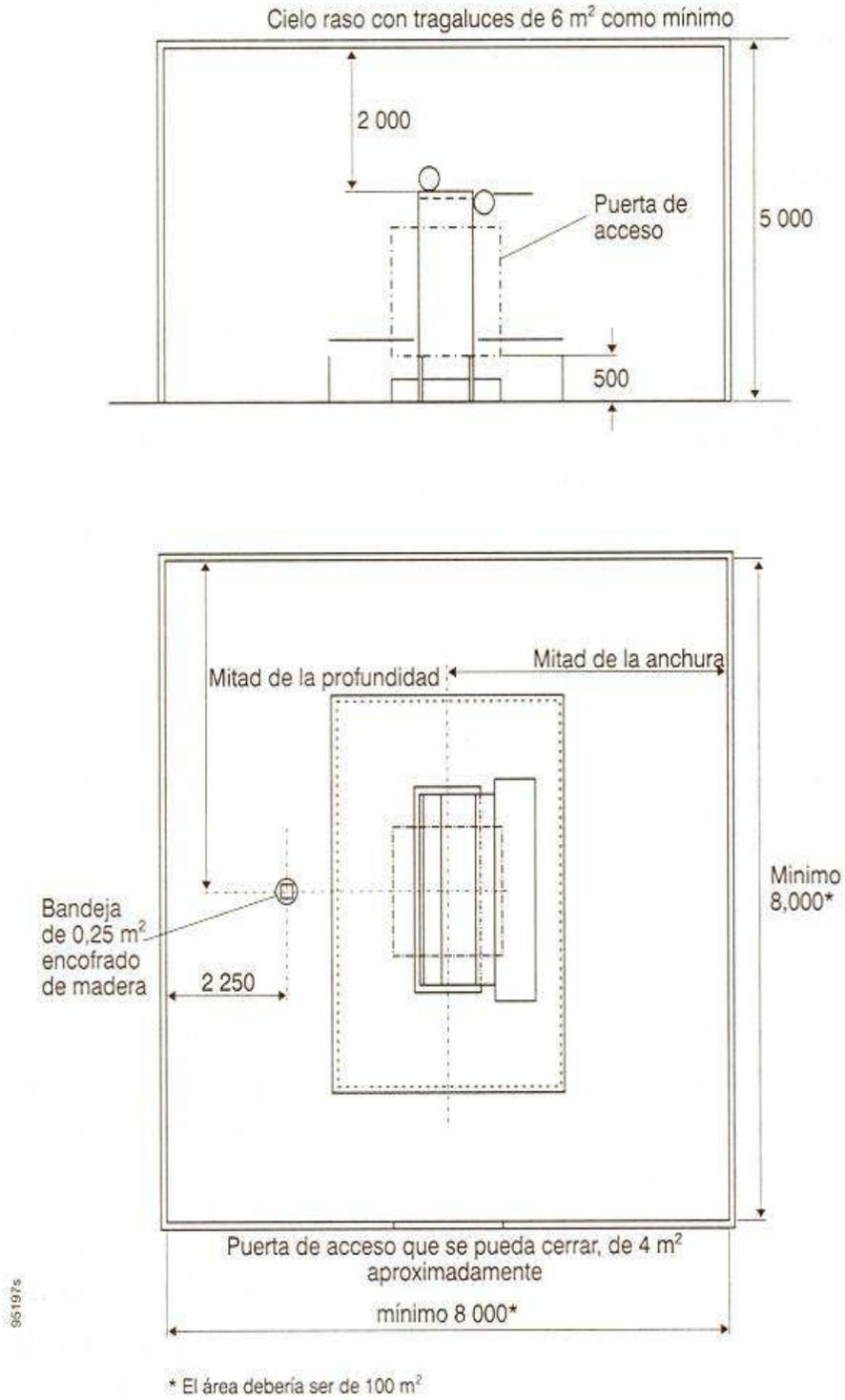


Figura 1

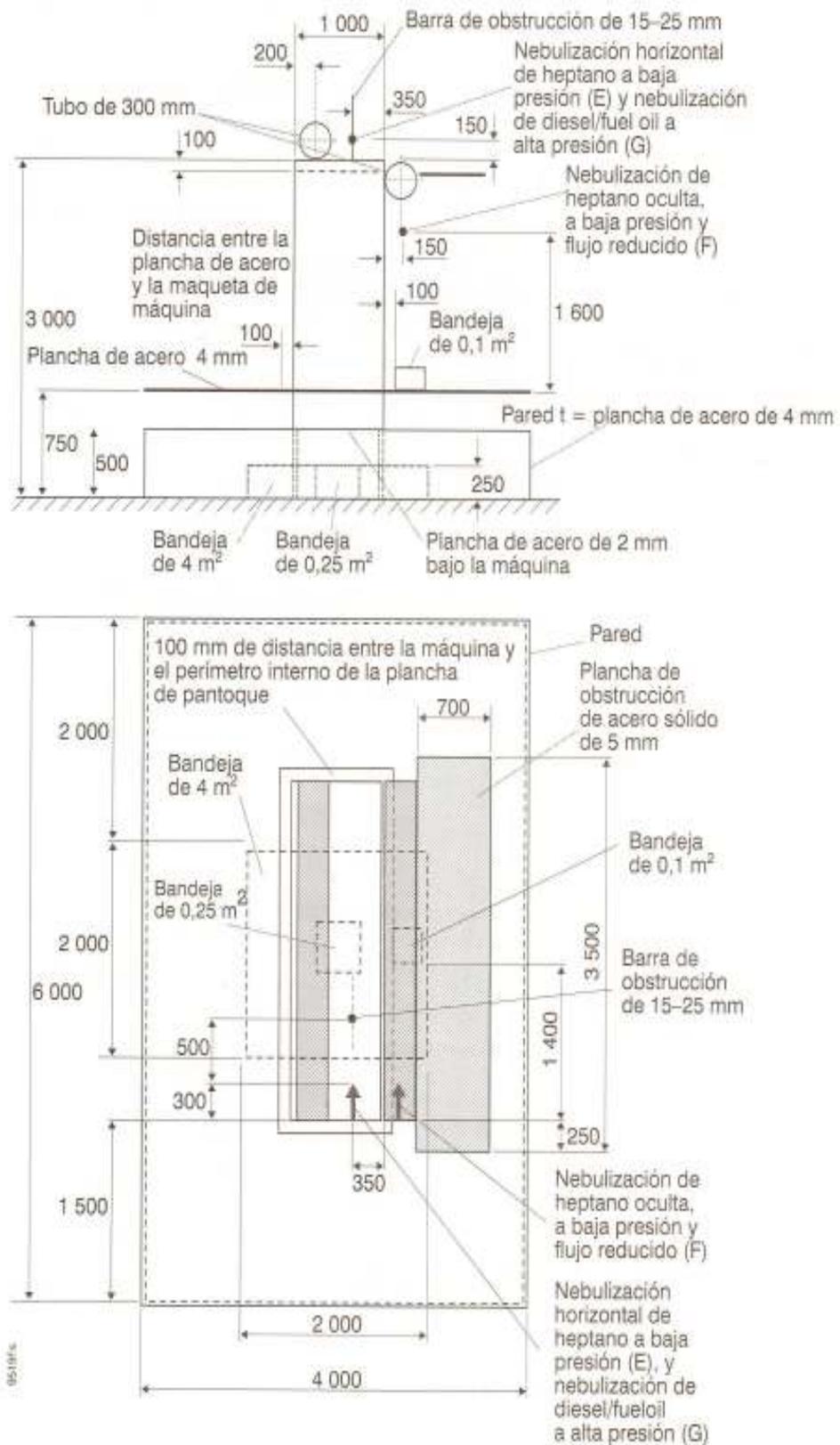


Figura 2

Cuadro 1 - Parámetros de los incendios de ensayo

Incendio	Tipo	Combustible	Envergadura del incendio (MW)	Observaciones
A	Bote de 76-100 mm de diámetro interior	Heptano	0,0012 a 0,002	Indicios
B	Bandeja de 0,25 m ²	Heptano	0,35	
C	Bandeja de 2 m ²	Diesel/fueloil	3	Véase la nota 1
D	Bandeja de 4 m ²	Diesel/fueloil	6	Véase la nota 1
E	Nebulización a baja presión	Heptano 0,16 ± 0,01 kg/s	5,8	
F	Nebulización a baja presión, flujo lento	Heptano 0,03 ± 0,005 kg/s	1,1	
G	Nebulización a alta presión	Diesel/fueloil 0,05 ± 0,002 kg/s	1,8	
H	Pila de madera	Abeto o pino	0,3	Véase la nota 2
I	Bandeja de 0,10 m ²	Heptano	0,4	

Notas:

- 1 Por diesel/fueloil se entiende diesel ligero o fueloil comercial.
- 2 la pila de madera debe ser sustancialmente igual a la descrita en la norma ISO/TC 21/SC5/WG 8 ISO, Proyecto de norma internacional de la ISO, *Sistemas de extinción de incendio por gas, parte 1: Prescripciones generales*. la pila consistirá en seis maderos de abeto o pino, de 50 mm x 50 mm x 450 mm de longitud, secados en un horno, con un contenido de humedad de entre 9 y 13%. Los maderos se colocarán en cuatro capas alternas a ángulos rectos entre sí. los maderos se espaciarán de manera uniforme formando una estructura cuadrada.

Cuadro 2 - Parámetros de los incendios de ensayo por nebulización

Tipo de incendio	Baja presión (E)	Baja presión, flujo reducido (F)	Alta presión (G)
Lanza nebulizadora	Angulo de nebulización amplio (120 a 125°), tipo Completamente Cónico	Angulo de nebulización amplio (80 °C), tipo completamente cónico	Angulo normal (a 6 bares), tipo completamente cónico
Presión nominal del combustible	8 bares	8,5 bares	150 bares
Flujo del combustible	0,16 ± 0,01 kg/s	0,03 ± 0,005 kg/s	0,050 ± 0,002 kg/s

Temperatura del Combustible	20 ± 5°C	20 ± 5°C	20 ± 5°C
Régimen nominal de desprendimiento de calor	5,8 ± 0,6 MW	1,1 ± 0,1 MW	1,8 ± 0,2 MW

3.3.2 Programa de incendios de ensayo

En el programa de incendios de ensayo se deben hacer ensayos únicos o combinados, según se indica en el cuadro 3.

Cuadro 3 - Programa de ensayos

Ensayo No.		Combinaciones de incendios (Véase el Cuadro 1)
1	A:	Controles, 8 esquinas. Véase la nota 1
2-a Véase nota 2	B: E: G:	Bandeja de heptano de 0,25 m ² debajo de la maqueta de la máquina. Nebulización horizontal a baja presión dirigida a una varilla de 15-25 mm a 0,5 m de distancia Nebulización a alta presión de diesel/fueloil encima de la maqueta de la máquina Carga de fuego total: 7,95 MW
2-b Véase nota 2	B: I:	Bandeja de heptano de 0,25 m ² debajo de la maqueta Bandeja de heptano de 0,10 m ² en plancha superior centrada debajo de una plancha de obstrucción de acero sólido Carga de fuego total: 0,49 MW
3	C: C: H: F:	C: Bandeja de diesel/fueloil en plancha superior centrada debajo de una plancha de obstrucción de acero sólido Encofrado colocado según se indica en la figura 1 Nebulización horizontal a baja presión y flujo reducido - oculta- haciendo impacto en la pared interior la maqueta de la máquina. Carga de fuego total: 4,4 MW
4	D:	Bandeja de diesel de 4 m ² debajo de la maqueta de la máquina Carga de fuego total: 6 MW

Notas correspondientes al cuadro 3:

- 1 Los botes testigo de incendio se colocarán en los siguientes lugares:
 - a) en las esquinas superiores de la sala de ensayos a 150 mm debajo del cielo raso y a 50 mm de cada pared;
 - b) en las esquinas del suelo, a 50 mm de las paredes.
- 2 El ensayo 2-a se utilizará para evaluar los sistemas extintores con tiempo de descarga inferiores o iguales a 10 segundos.

El ensayo 2-b se utilizará para evaluar los sistemas extintores con tiempo de descarga superiores a 10 segundos.

3.3.2.1 Todo nuevo gas o nueva mezcla de gases extintores se deberá someter a todos los ensayos aplicables del cuadro 3.

3.3.2.2 Sólo se exigirá el ensayo No. 1 para evaluar las nuevas lanzas y el equipo del sistema de distribución conexo para los sistemas que emplean extintores de incendios que han superado con éxito los ensayos que se prescriben en 3.3.2.1. El ensayo No. 1 se efectuará para establecer y verificar la presión mínima de proyecto de la lanza especificada por el fabricante.

3.4 Sistema de extinción**3.4.1 Instalación del sistema**

El sistema de extinción se debe instalar de conformidad con el proyecto y las instrucciones del fabricante. La distancia vertical máxima debe ser de 5 m.

3.4.2 Agente**3.4.2.1 Concentración de proyecto**

La concentración de proyecto del agente extintor es la establecida (en porcentaje de volumen) por el proyectista del sistema para que la prevención de incendios sea efectiva.

3.4.2.2 Concentración de ensayo

La concentración del agente extintor que procede usar en los ensayos de extinción de incendios debe ser la de proyecto especificada por el fabricante del sistema de extinción, excepto por lo que se refiere al ensayo No. 1 que se llevará a cabo con el 83% de la concentración de proyecto recomendada por el fabricante, si bien en ningún caso será inferior a la concentración necesaria para la extinción del fuego en el quemador de vaso.

3.4.2.3 Cantidad del agente

La cantidad del agente extintor que procede usar se debe determinar de la siguiente manera:

3.4.2.3.1 Agentes halogenados

$$W = (V/S) \times C / (100 - C)$$

siendo:

W = masa del agente, en kg

V = volumen de la sala de ensayos, en m³

S = volumen específico del vapor del agente a la temperatura y presión de la sala de ensayos, en kg/m

C = concentración del agente gaseoso, porcentaje de volumen.

3.4.2.3.2 Agentes de gas inerte

$$Q = V [294/(273 + T)] \times (P/1,013) \times \ln[100/(100 - C)]$$

siendo:

Q = volumen del gas inerte descargado, medido a 294 k y 1,01 3 bares en m³

V = volumen de la sala de ensayos, en m³

T = temperatura de la sala de ensayos, en grados Celsius

P = presión de la sala de ensayos, en bares

C = concentración del agente gaseoso, porcentaje de volumen

3.5 Procedimiento**3.5.1 Niveles de combustible en las bandejas**

Las bandejas utilizadas para el ensayo se llenarán con 30 mm de combustible por lo menos, sobre una base de agua. La altura desde el líquido al borde superior de la bandeja será de 150 ± 10 mm

3.5.2 Mediciones del flujo y la presión del combustible

En los incendios de combustible nebulizado, la presión y el flujo se medirán antes y durante el ensayo.

3.5.3 Ventilación**3.5.3.1 Periodo de precombustión**

Durante el periodo de precombustión se ventilará bien la sala de ensayos. La concentración del oxígeno, medida a media altura de esta sala, no debe ser inferior al 20% del volumen en el momento de la descarga del sistema.

3.5.3.2 Fin del periodo de precombustión

Al finalizar el periodo de precombustión se cerrarán las puertas, los tragaluces y demás aberturas de ventilación.

3.5.4 Duración del ensayo**3.5.4.1 Periodo de precombustión**

El fuego se iniciará de modo que la ignición tenga la siguiente duración antes de comenzar la descarga del agente extintor:

- .1 nebulización: 5 a 15 segundos
- .2 bandejas: 2 minutos
- .3 encofrado: 6 minutos

3.5.4.2 Duración de la descarga

- .1 los agentes halogenados se descargarán a una velocidad suficiente para alcanzar el 95% de la cantidad mínima de proyecto en 10 segundos como máximo;
- .2 los agentes de gas inerte se descargarán a una velocidad suficiente para alcanzar el 85% de la cantidad mínima de proyecto en 120 segundos como máximo.

3.5.4.3 Tiempo de impregnación

Una vez finalizada la descarga del agente extintor, la sala de ensayos se mantendrá cerrada durante 15 minutos.

3.5.5 Mediciones y observaciones

3.5.5.1 Antes del ensayo

- .1 temperaturas de la sala de ensayos, del combustible y de la maqueta de la máquina;
- .2 peso inicial de los contenedores del agente;
- .3 verificación de la integridad del sistema de distribución del agente y de las lanzas;
- .4 peso inicial de la pila de madera.

3.5.5.2 Durante el ensayo

- .1 comienzo del procedimiento de ignición;
- .2 comienzo del ensayo (ignición);
- .3 hora de cierre de las aberturas de ventilación;
- .4 hora de activación del sistema de extinción;
- .5 tiempo desde fin de la descarga del agente;
- .6 hora en que se interrumpe el flujo del combustible para el incendio nebulizado;
- .7 hora de extinción de los incendios;
- .8 hora de la reignición, si se produce, durante el periodo de impregnación;
- .9 hora en que finaliza el periodo de impregnación;
- .10 al comenzar el ensayo, iníciense las operaciones indicadas en el párrafo 3.2.4.

3.5.6 Tolerancias

Salvo indicación en contrario, se aplicarán las siguientes tolerancias:

- .1 longitud $\pm 2\%$ del valor
- .2 volumen $\pm 5\%$ del valor
- .3 presión $\pm 3\%$ del valor
- .4 temperatura $\pm 5\%$ del valor
- .5 concentración: $\pm 5\%$ del valor

Las tolerancias precedentes se ajustan a la norma ISO 6182/1, edición [4] de febrero de 1994.

4 CRITERIOS DE CLASIFICACION

4.1 Los incendios de clase B se extinguirán a los 30 segundos de finalizar la descarga del agente extintor. Al finalizar el periodo de impregnación no se producirá reignición al abrir la sala de ensayos.

4.2 La nebulización del combustible se debe interrumpir 15 segundos después de producirse la extinción. Al finalizar el periodo de impregnación se debe reanudar la nebulización del combustible durante 15 segundos antes de abrir de nuevo la puerta, tras la cual no debe producirse reignición.

4.3 Al finalizar el ensayo, las bandejas de combustible contendrán suficiente combustible para cubrir el fondo de las mismas.

4.4 La pérdida de peso de la pila de madera no superará el 60%.

5 INFORME SOBRE EL ENSAYO

El informe sobre el ensayo debe incluir los siguientes datos:

- .1 nombre y dirección del laboratorio encargado del ensayo;
- .2 fecha y número de identificación del informe sobre el ensayo;
- .3 nombre y dirección del cliente;
- .4 propósito del ensayo;
- .5 componentes del sistema utilizado para el método de muestreo;
- .6 nombre y dirección del fabricante o proveedor del producto;
- .7 nombre u otras marcas de identificación del producto;
- .8 descripción del producto sometido a ensayo:
 - dibujos
 - descripciones
 - instrucciones de montaje
 - especificación de los materiales incluidos
 - dibujo detallado de la disposición de los útiles para el ensayo;
- .9 fecha en que se suministró el producto;
- .10 fecha del ensayo;
- .11 método de ensayo;
- .12 dibujo de cada configuración para el ensayo;
- .13 identificación del equipo y. de los instrumentos utilizados;
- .14 conclusiones;
- .15 desviaciones del método de ensayo, si las hubiera;
- .16 resultados del ensayo, incluidas las observaciones y mediciones realizadas durante y después del mismo; y
- .17 fecha y firma.

GERARDO SANCHEZ HENKEL, Titular de la Unidad de Asuntos Jurídicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, con fundamento en el artículo 11, fracción XII, del Reglamento Interior de esta Dependencia del Ejecutivo Federal, publicado en el Diario Oficial de la Federación el día ocho de enero de dos mil nueve.- CERTIFICA: Que la presente documental, denominada CODIGO INTERNACIONAL PARA LA APLICACION DE PROCEDIMIENTOS DE ENSAYO DE EXPOSICION AL FUEGO (CODIGO PEF) que consta de TRESCIENTAS NUEVE fojas útiles, es fiel reproducción de las constancias que obran en los archivos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, mismas que tuve a la vista y con la cual fue debidamente cotejada, concordando en todas y cada una de sus partes y que fue enviada a esta Unidad de Asuntos Jurídicos por la Dirección General de Marina Mercante, mediante oficio 7.2.302.-1340, para su publicación en el Diario Oficial de la Federación.- Dado en la Ciudad de México, Distrito Federal, el día nueve de octubre de dos mil nueve.- Rúbrica.