



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**

## **REQUERIMIENTOS REGLAMENTARIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE MATERIALES USADOS EN EDIFICIOS DE REUNIÓN DE PERSONAS**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

**CRISTIAN IGNACIO GUTIÉRREZ DÍAZ**

**PROFESOR GUÍA:**

MIGUEL ANGEL PÉREZ ARIAS

**MIEMBROS DE LA COMISIÓN:**

MIGUEL BUSTAMANTE SEPÚLVEDA

MARIO WAGNER MUÑOZ

SANTIAGO DE CHILE

2016

**RESUMEN DE LA MEMORIA PARA  
OPTAR AL TÍTULO DE:** Ingeniero Civil.  
**POR:** Cristian Ignacio Gutiérrez Díaz  
**FECHA:** 19/10/2016  
**PROFESOR GUÍA:** Miguel Pérez Arias

**REQUERIMIENTOS REGLAMENTARIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO AL FUEGO DE  
MATERIALES USADOS EN EDIFICIOS DE REUNIÓN DE PERSONAS.**

Debido a que en Chile la mayoría de los edificios de reunión de personas son en base a hormigón armado, el comportamiento de la obra gruesa frente a un incendio no tiene problemas puesto que el hormigón no es combustible, por lo que los principales elementos que pueden avivar el fuego son los materiales de revestimiento y mobiliarios.

El objetivo de este trabajo es determinar los requerimientos de reacción al fuego de los elementos que componen el contenido de un edificio de reunión de personas (materiales de revestimiento y elementos mobiliarios) con el fin de generar y proponer un marco regulatorio para Chile.

Para lograr el objetivo se utilizarán las normativas europeas y norteamericanas como principal base de información, las cuales poseen mayor experiencia, y han logrado desarrollar ensayos que cuantifican los resultados. Se caracterizarán los materiales y elementos de manera de poder seleccionar las mejores alternativas para el uso de estos.

Se espera de esta manera minimizar los riesgos en caso de incendio en edificios de reunión de personas y crear conciencia de los peligros inminentes de ciertos materiales en base a su reacción al fuego en recintos cerrados, todo esto en base a recomendaciones obtenidas a partir de la investigación.

## Tabla de contenido

<b>Capítulo 1</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
1.1	Motivación .....	1
1.2	Objetivos y alcance.....	2
1.2.1	<i>Objetivos generales</i> .....	2
1.2.2	<i>Objetivos específicos</i> .....	2
1.2.3	<i>Alcance</i> .....	3
<b>Capítulo 2</b>	<b>Conceptos Generales de Fuego e Incendio.....</b>	<b>4</b>
2.1	Incendio [7] .....	4
2.2	Protección contra incendios [12].....	4
2.2.1	<i>Protección pasiva</i> .....	5
2.2.2	<i>Protección activa</i> .....	6
2.2.3	<i>Normativa</i> .....	8
2.3	Tratamientos ignifugantes [1][16].....	8
2.4	Comportamiento del fuego en espacios confinados [13] .....	15
2.5	Fuentes de energía calorífica [14] .....	18
2.5.1	<i>Energía calorífica de origen químico</i> .....	18
2.5.2	<i>Energía calorífica de origen eléctrico</i> .....	19
2.5.3	<i>Energía calorífica de origen mecánico</i> .....	22
2.5.4	<i>Energía calorífica de origen nuclear</i> .....	23
2.6	Conceptos generales [3].....	23
<b>Capítulo 3</b>	<b>Clasificación Norteamericana y sus Ensayos .....</b>	<b>25</b>
3.1	Clasificación código NFPA 101 – Código de seguridad humana [3].....	25
3.1.1	<i>Requisitos para revestimientos interiores de paredes y cielorrasos</i> .....	25
3.1.2	<i>Requisitos para revestimientos interiores de piso</i> .....	30
3.1.3	<i>Requisitos para contenidos y mobiliarios</i> .....	32
3.2	Clasificación <i>International Building Code 2009</i> [8].....	39
3.2.1	<i>Revestimientos interiores de paredes y cielorrasos</i> .....	40
3.2.2	<i>Revestimientos interiores de pisos</i> .....	43
3.2.3	<i>Materiales de decoración y trim</i> .....	43
3.2.4	<i>Plásticos</i> .....	44
<b>Capítulo 4</b>	<b>Clasificación Europea y sus Ensayos.....</b>	<b>47</b>
4.1	Normativa Española [14] [4] .....	47
4.1.1	<i>Requisitos para revestimientos interiores de piso</i> .....	48
4.1.2	<i>Ensayos exigidos</i> .....	50
4.2	Normativa Inglesa [11].....	52
4.2.1	<i>Revestimientos interiores</i> .....	52
4.2.2	<i>Materiales no combustibles</i> .....	53
4.2.3	<i>Materiales de limitada combustibilidad</i> .....	54
4.2.4	<i>Ensayos</i> .....	55
4.3	EUROCLASES [4] [10] .....	57
4.3.1	<i>Clasificación</i> .....	60
4.3.2	<i>Ensayos</i> .....	61

<b>Capítulo 5</b>	<b>Exigencias EEUU</b>	<b>63</b>
5.1	Exigencias código NFPA 101	63
5.1.1	Acabados interiores	63
5.1.2	Materiales específicos	64
5.1.3	Acabado decorativo e incidental	67
5.1.4	Revestimientos retardantes de fuego	67
5.1.5	Disposiciones especiales	67
5.1.6	Características de funcionamiento	71
5.2	Exigencias International Building Code (IBC)	74
5.2.1	Revestimientos interiores de paredes y cielorrasos	74
5.2.2	Revestimientos de piso	78
5.2.3	Materiales combustibles en construcciones Tipo I y II	79
5.2.4	Materiales decorativos y trim	80
5.2.5	Sistemas acústicos del techo	83
5.2.6	Requerimientos especiales	83
5.2.7	Espacios ocultos	86
5.2.8	Plásticos	87
<b>Capítulo 6</b>	<b>Exigencias Europeas</b>	<b>97</b>
6.1	Exigencias Españolas	97
6.1.1	Revestimientos interiores	99
6.1.2	Mobiliario y Elementos de decoración fijos	100
6.1.3	Otras exigencias	101
6.2	Exigencias Inglesas	101
6.2.1	Pisos y escaleras	102
6.2.2	Muebles y accesorios	103
6.2.3	Revestimientos interiores de muros y cielorrasos	103
6.2.4	Variaciones y disposiciones especiales	104
6.2.5	Espacios ocultos	105
<b>Capítulo 7</b>	<b>Comparaciones de Exigencias</b>	<b>108</b>
7.1	Revestimientos de interiores	108
7.1.1	General	108
7.1.2	Plásticos de espuma	109
7.1.3	Revestimientos textiles y de vinilo expandido	109
7.2	Decoraciones y mobiliario, acabado decorativo e incidental	110
7.3	Espacios ocultos	111
7.4	Otras exigencias	111
7.4.1	Plásticos	111
7.4.2	Pisos y escaleras	112
7.4.3	Escenarios y plataformas	112
7.4.4	Protección contra el fuego de cielos falsos	113
7.4.5	Sistemas acústicos del techo	114
7.4.6	Edificios para entretenimientos especiales	114
7.4.7	Características de funcionamiento	114
<b>Capítulo 8</b>	<b>Discusión y Recomendaciones</b>	<b>115</b>
8.1	Discusión	115

8.2 Recomendaciones .....	116
8.2.1 Revestimientos interiores .....	116
8.2.2 Decoraciones y mobiliario.....	118
8.2.3 Espacios ocultos.....	119
8.2.4 Plásticos.....	119
8.2.5 Otras recomendaciones.....	123
<b>Capítulo 9 Bibliografía.....</b>	<b>126</b>
<b>Apéndice A</b>	
A.1 Assembly group .....	129
A.2 Tipos de construcción.....	130
A.2.1 Construcciones Tipo I y II.....	130
A.2.2 Construcciones Tipo III.....	131
A.2.3 Construcciones Tipo IV.....	131
A.2.4 Construcciones Tipo V.....	131
A.2.5 Materiales combustibles en construcciones Tipo I y II.....	133

# Capítulo 1      Introducción

## 1.1 Motivación

En el mundo existen restricciones sobre el uso de ciertos materiales usados como revestimientos de piso/cielo/muros, aislación térmica, absorción acústica, cortinajes, y contenido general de un edificio, en función de distintos parámetros tales como carga de ocupación, uso del edificio, resistencia al fuego del edificio, etc. Todos estos requisitos son verificados mediante ensayos de laboratorio.

Los criterios para la definición de tales restricciones y los ensayos para determinar estas características son muy variados, y dependen del país que los indique. Una de las mejores clasificaciones de materiales y requisitos de su uso se encuentra en la reglamentación europea, con las Euroclases, lo que contrasta con las nulas exigencias chilenas en esta materia.

Hoy en día en Chile sólo se diseña en base a la resistencia al fuego de un elemento o estructura y no se tiene consideración respecto a la cantidad de humo que generan estos elementos, ni si su combustión es rápida o lenta; entre otras características que presentan los elementos en presencia de un incendio.

Debido a que los incendios ocurridos en edificios de alta convocatoria de personas son de alto impacto social provocando conmoción pública, en donde existe un elevado número de muertes en un solo recinto, ya sea inducidas por el fuego o el humo en comparación al caso sísmico, es importante y necesario entender y analizar el comportamiento de los distintos materiales de revestimiento y mobiliarios que se encuentran dentro de un edificio de reunión de personas.

Por estos motivos, la presente memoria busca proponer un marco regulatorio para Chile, en donde se especificarán las exigencias para los

materiales de revestimientos y elementos mobiliarios, tales como cantidad de humo que generarán, si el material se quema lento o rápido, o si genera goteo incandescente.

## **1.2 Objetivos y alcance**

### **1.2.1 Objetivos generales**

El objetivo general de este trabajo de título es determinar los requerimientos de reacción al fuego de los materiales no estructurales que se utilizan en los edificios de reunión de personas, principalmente materiales de revestimiento, materiales de alhajamiento, y otros, con el fin de que la comunidad perteneciente al ámbito de la construcción utilice esta información como método de protección pasiva de los incendios.

Adicionalmente, en este trabajo de título se menciona, con el fin de generar conciencia en los lectores, la importancia de una eficiente elección y distribución de los materiales no estructurales, a modo de evitar o minimizar la generación y desarrollo de un incendio en edificios de alta convocatoria de personas. El uso de estas recomendaciones es de suma importancia, ya que podría evitar posibles siniestros, y por lo tanto, disminuir el alto costo de la pérdida de materiales tanto no estructurales como estructurales y otorgar mayor seguridad para las personas dentro del recinto con el fin de no generarse pérdidas humanas.

### **1.2.2 Objetivos específicos**

Se han considerado 4 objetivos específicos para este trabajo de título, en donde es necesario partir por identificar los tipos de materiales que componen

los edificios utilizados para alta convocatoria de personas.

Debido a que él o los profesionales a cargo del diseño y construcción de estos edificios, deberían conocer en qué consisten cada una de las propiedades pirógenas y térmicas de los materiales no estructurales, otro objetivo específico es identificar él o los ensayos requeridos para determinar las características pirógenas de los materiales, para establecer el grado de importancia relativa a cada una de ellas.

Determinar los requerimientos de reacción al fuego para materiales, ya que se quiere reglamentar a partir de normas y especificaciones europeas y norteamericanas, y comparar con la reglamentación chilena para este tipo de edificios.

Proponer un marco regulatorio para Chile, que incluye los requerimientos para este tipo de materiales y los ensayos requeridos para evaluarlos. Todo esto enfocado en la necesidad de normalizar los tipos de materiales no estructurales (revestimiento, alhajamiento, entre otros) que se deben evitar en este tipo de edificios destinados a la alta convocatoria de personas.

### 1.2.3 Alcance

El alcance de este trabajo de título es estudiar e implementar ciertos conceptos de las normas y exigencias Europeas y Norteamericanas, aplicados a edificios destinados a la reunión de personas, las cuales están conformadas por requisitos y requerimientos reglamentarios sobre el comportamiento al fuego de materiales no estructurales, y están enfocados a materiales usados como revestimiento, alhajamiento y mobiliarios.

## Capítulo 2      Conceptos Generales de Fuego e Incendio

### 2.1 Incendio [7]

Se entiende por incendio a una ocurrencia de fuego no controlada que puede llegar a ser inmensamente peligrosa para las personas, seres vivos y estructuras. Generalmente, estar expuesto a un incendio puede provocar la muerte. En edificios de alta carga de personas, el humo causa cerca del 80% de las víctimas, esto se debe a que en edificios de gran volumen, en la mayoría de los casos la zona afectada por el humo es mucho mayor que la zona afectada por el fuego, incluso se puede considerar una relación de 1:10 entre el fuego y el humo.

El origen de éste puede ser provocado por una fuente calorífica química, eléctrica, mecánica o nuclear, lo que se traduce en que en edificios o estructuras el siniestro puede empezar por fallas en las instalaciones eléctricas o de combustión (calderas, escapes de combustible, accidentes en la cocina, entre otros), o también puede ser causado por velas, o cigarrillos mal apagados.

Es esencial que se cumplan todas las normas básicas de seguridad para que en el caso de un incendio, puedan evacuar de manera segura todos los ocupantes del recinto.

### 2.2 Protección contra incendios [12]

Todos los edificios deberán cumplir, según su destino, con las normas mínimas de seguridad contra incendios contenidas en la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, además de las disposiciones siguientes (protección pasiva y activa), cuyo objetivo fundamental es que el diseño de los edificios asegure que cumplan las siguientes condiciones:

- Que se facilite el salvamento de los ocupantes de los edificios en caso de incendio.
- Que se reduzca al mínimo, en cada edificio, el riesgo de incendio.
- Que se evite la propagación del fuego, tanto al resto del edificio como desde un edificio a otro.
- Que se facilite la extinción de los incendios.

Estas condiciones buscan conseguir los fines principales de lo que significa la protección contra incendios, los cuales son:

- Salvar las vidas humanas.
- Reducir al mínimo las pérdidas económicas en caso de incendio.
- Minimizar los tiempos de restauración del edificio de manera que las actividades vuelvan a su estado natural lo más rápido posible.

Para lograr los objetivos señalados anteriormente, los edificios deben protegerse contra incendios, y se distinguen dos tipos de protección contra incendio:

- Medidas pasivas: Son medidas que se enfocan en la evacuación de las personas presentes en el caso de un siniestro y por otro lado quieren retardar y confinar la acción del fuego con el fin de que la extensión del fuego no se propague lo suficientemente rápido o no ataque otras zonas del edificio. Estas medidas influyen en el proyecto y en la construcción del mismo.
- Medidas activas: Apuntan a las instalaciones de sistemas de extinción de incendios.

### 2.2.1 Protección pasiva

Utiliza las propiedades físicas de los elementos de construcción, con el

propósito de aislar durante un determinado lapso de tiempo la estructura de un edificio de la acción del fuego. Genera que se retarde la acción del fuego, y por lo tanto permite una posible evacuación ante un eventual colapso o falla de la estructura. Se debe enfocar en los elementos de construcción y revestimiento, utilizando materiales no combustibles, que posean una capacidad propia de aislación o generando un efecto intumescente frente a la acción del fuego.

De manera que la evacuación de las personas del interior del edificio sea lo más fácil y expedita posible, las normativas determinan el ancho mínimo requerido para los pasillos, escaleras y puertas de evacuación, se determinan las distancias máximas a recorrer hasta llegar a un área segura, las disposiciones constructivas, en las que se encuentran consideraciones tales como que las puertas de evacuación se abran en el sentido del flujo de escape, o escaleras con pasamanos. Los recorridos de evacuación también son establecidos, los cuales deben estar protegidos, tanto pasillos como escaleras, en donde el suelo, paredes y techo deben ser resistentes a la acción del fuego y sus materiales de revestimiento deben ser incombustibles. Los edificios se dividen en áreas llamadas “sectores de incendio” con el fin de retardar el avance del fuego, estos sectores tienen tamaños máximos determinados, y sus paredes, techo, suelo y puertas tienen una cierta resistencia al fuego.

### **2.2.2 Protección activa**

Esta protección se compone por sistemas que, conectados a sensores o dispositivos de detección de fuego, comienzan de forma autónoma en funcionamiento frente a determinadas condiciones, tales como la temperatura del aire, ciertos rangos de partículas. La reacción de estos sistemas se manifiesta en acciones que tienen el fin de extinguir el fuego, tales como, descargas de agua, gases, espumas o polvos químicos. Dentro de los sistemas de protección activa se encuentran los siguientes:

- **Detección:** Se utilizan detectores automáticos, con el fin de alarmar a las personas en caso de humos, de llamas y de calor. También existen detectores manuales que cualquiera los puede accionar si se ve un principio de incendio. Adicionalmente debe existir equipos de control de humos, cuyo propósito deberá ser el confinamiento del humo al área general de origen del incendio, de modo que se mantenga el uso de los medios de egreso.
- **Alerta y señalización:** Se utilizan timbres o sistemas de megafonía para dar aviso a los ocupantes del edificio, se señalan con letreros de color verde las vías de evacuación. Debe existir un sistema de iluminación mínimo en las vías de evacuación, que posea energía propia, en caso de falla de los sistemas de iluminación corrientes del edificio.
- **Extinción:** Se utilizan agentes extintores, tales como el agua, polvo, espuma, nieve carbónica, los cuales están contenidos en extintores o son conducidos por distintas tuberías que llevan el agua hasta los dispositivos que rocían esta agua (red húmeda). Pueden funcionar manual o automáticamente.
- **Presurización de escaleras:** Es un método realizado mediante ventiladores industriales, de gran caudal, que generan una circulación de la parte inferior del edificio hasta una salida o respiradero superior. Tiene como fin mantener una presión estática bastante superior a la que existe en los pasillos del edificio, lo que genera que en caso de incendio los humos a alta temperatura no se desplacen hacia el interior de las escaleras, las cuales son la vía de evacuación de la estructura. A modo de que funcione correctamente este método, las puertas cortafuego deben mantenerse cerradas.

### 2.2.3 Normativa

En los diferentes países existen normas que regulan las disposiciones de protección activa y pasiva.

- En Chile todo edificio debe cumplir, según el destino al cual fue diseñado, con las normas mínimas de seguridad contra incendios contenidas en el capítulo 3 del título 4 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones.
- En Estados Unidos todo edificio debe cumplir, de acuerdo al destino al cual fue diseñado con las normas presentes en el Código de Seguridad Humana (NFPA 101) o de igual manera con el *International Building Code* (IBC).
- En Inglaterra todo edificio debe cumplir, de acuerdo al destino al cual fue diseñado con las normas presentes en el documento *Fire Safety – Volume 2 – Buildings other than dwellinghouses*.
- En España todo edificio debe cumplir, según el destino al cual fue diseñado con las normas presentes en el Código Técnico de la Edificación – Seguridad en caso de Incendio.

### 2.3 Tratamientos ignifugantes [1][16]

Los retardadores de fuego son químicos que se agregan a los materiales combustibles para otorgarles mayor resistencia a la ignición. Son diseñados para minimizar el riesgo del inicio del fuego en el caso de contacto con una pequeña fuente de calor, como por ejemplo un cigarro, una vela o una falla eléctrica. Si el material en que se aplicó el tratamiento ignifugante, o un material adyacente, se ha encendido, el retardador de fuego va a disminuir la combustión y a menudo va a prevenir que el fuego se propague a otros

elementos del lugar. Existe una amplia gama de diferentes productos químicos que se utilizan como retardadores de fuego. Esta gran variedad de productos son necesarios, debido a que los materiales y productos en los cuales es necesario aplicar estos retardadores son muy diferentes en su naturaleza y composición. Por lo tanto los retardadores de fuego son necesarios para garantizar la seguridad contra incendios de una amplia gama de materiales entre los que se incluyen los plásticos, espumas, materiales aislantes de fibras, espumas en muebles, colchones, productos de madera, textiles naturales y artificiales.

En el caso de telas combustibles, los tratamientos mediante productos químicos que se aplican con el fin de reducir su inflamabilidad en éstas tienen efectos muy variados y complejos, y no existe pleno conocimiento de todas las fases de estos procesos. Existen cinco maneras distintas a través de las cuales se puede retardar la propagación de la llama en un tejido mediante la aplicación de ciertos productos químicos.

- a) Productos químicos que generan gases no combustibles que tienden a excluir el oxígeno de las superficies que arden.
- b) Radicales o moléculas procedentes de la degradación del producto ignífugo que reaccionan endotérmicamente e interfieren en la reacción en cadena de las llamas.
- c) Productos ignífugantes que se descomponen endotérmicamente.
- d) Productos que forman un líquido o una carbonización no volátil que reduce las cantidades de oxígeno y de calor que llegan a la tela.
- e) Partículas diminutas que modifican las reacciones de combustión.

En general, un producto químico o una mezcla de éstos ignífugantes limitan la inflamabilidad en más de una de estas formas de manera simultánea.

En el caso de los plásticos, los productos químicos ignífugantes se añaden durante el proceso de fabricación del material. No existe un único aditivo general para plásticos, ni un único tratamiento ignífugante exclusivo para generar la resistencia al fuego requerida, esto es debido a la gran diversidad de propiedades de los distintos materiales plásticos. Los aditivos que se combinen con la mezcla del material pueden ser orgánicos o inorgánicos, dentro de los aditivos orgánicos se encuentran los hidrocarburos, dorados o bromados, o compuestos organofosfóricos, halogenados o no-halogenados. Entre los aditivos inorgánicos se encuentran las sales de antimonio, zinc, molibdeno y aluminio.

La ignifugación de los materiales plásticos y otros materiales no es tan simple, ya que un cierto producto químico con el fin de reducir la ignifugación puede que sea eficaz en un sistema pero puede no serlo en otro. Por ejemplo, los ignífugos de poliestireno no lo son necesariamente para el polietileno, el nylon, la madera o el algodón. Los ignífugos, generalmente, afectan desfavorablemente a otras propiedades del material, más específicamente, se puede ejemplificar con el caso de un tratamiento de las telas de algodón, el cual reduce generalmente la resistencia de la tela y su durabilidad. En materiales plásticos, los tratamientos ignífugantes pueden llegar a reducir las temperaturas tolerables en el proceso de producción y desfavorecer sus propiedades físicas.

La norma ASTM define un material ignífugo como aquel que “posee o proporciona índices de inflamabilidad o propagación de llamas comparativamente bajos”. El índice nominal de propagación de llama se expresa en números o clasificaciones obtenidas de acuerdo con las especificaciones de la norma NFPA 255, *Standard Method of Test of Surface Burning Characteristics of Building Materials*.

Existen cuatro teorías generales para explicar los distintos mecanismos por los

que ciertos productos químicos pueden retardar la combustión de los materiales celulósicos con llama o sin ella. Es importante mencionar que esta aceptado que ninguna de las cuatro teorías por si misma explica claramente estos mecanismos y que en la mayor parte de los casos está involucrado más de un mecanismo. Las teorías que dan las explicaciones más adecuadas sobre la función de los productos químicos ignifugantes son las siguientes:

- a) **Teoría térmica:** Los productos ignífugos reducen de tres maneras distintas la acumulación de calor en los materiales tratados: en primer lugar aumentan la conductividad térmica y por tanto la disipación del calor de combustión; en segundo lugar absorben más calor reduciendo la cantidad del mismo disponible para la pirolisis y proporcionan aislamiento térmico reduciendo la transmisión de calor al material; y finalmente el aislamiento térmico es el mecanismo más eficaz y también aparece en la teoría del recubrimiento.
- b) **Teoría del recubrimiento:** Algunos ignifugantes se funden o derriten a temperaturas relativamente bajas y se cree que forman un recubrimiento aislante sobre las fibras del material tratado, actuando por medio de la exclusión del oxígeno y la inhibición del escape de los gases combustibles. Otros muestran una acción burbujeante o espumante, formando una barrera que las aísla. Las pinturas intumescentes son un gran ejemplo de este tipo de mecanismo.
- c) **Teoría de los gases:** Algunos productos químicos ignifugantes reaccionan bajo los efectos del calor emitiendo gases ininflamables tales como vapor de agua, amoníaco y anhídrico carbónico. De esta forma se diluyen los gases combustibles hasta que su mezcla con el aire resulta ininflamable. Otros productos ignifugantes actúan como catalizadores de las reacciones en cadena de radicales que se producen en la fase gaseosa (combustión con llama). Un buen

ejemplo son los ignífugos con halógenos, los cuales experimentan este proceso.

- d) **Teoría química:** La celulosa sin tratar se descompone, transformándose en gran cantidad de líquidos y sólidos. Los líquidos a su vez se descomponen en gases inflamables, y los sólidos, en carbonilla y gases, algunos de los cuales son inflamables y otros no. La producción de gases inflamables de los líquidos se combina con la de los sólidos, causando la llama. La celulosa tratada forma menos líquidos y más sólidos y una cantidad mayor de los sólidos se convierte en carbonilla. La cantidad reducida de líquidos forma algo de carbón y algunos gases inflamables. Como la cantidad de gases inflamables procedente de las fases líquida y sólida es entonces bastante menor, al emitirse menor cantidad de calor disminuye la llama, resultando una total resistencia a la llama, o al menos, una disminución de la velocidad de combustión.

Existen cuatro métodos básicos de tratamientos para producir la ignifugación de los materiales:

- **Cambios químicos:** son efectivos fundamentalmente en los plásticos y las fibras sintéticas. Los polímeros naturales como la celulosa no pueden ser tratados por este método.
- **Impregnación:** para tratamiento de materiales absorbentes. Ciertos productos a base de celulosa, como el papel, placas acústicas y tableros de fibras, durante su proceso de manufactura pasan por una etapa de pulpa húmeda. Es posible añadir productos químicos ignífugos a esta pulpa. Las placas acústicas de fibra de madera, y los tableros para la construcción tratados con este método tienen un índice de propagación de la

llama inferior a 25 de acuerdo con la norma NFPA 255 o la norma ASTM E 84.

- **Impregnación a presión:** para tratamientos de ignifugación de materiales no absorbentes relativamente densos, como la madera. Comparado con las técnicas simples de impregnación, el método de presión proporciona una mayor penetración y retención química.
- **Recubrimiento:** Hay diversos tipos de recubrimientos ignifugantes, útiles para el tratamiento de diversos materiales. Pueden aplicarse en cualquiera de las etapas de la manufacturación del producto e inhibir activamente la propagación de las llamas hasta cierto punto o presentar una superficie incombustible sobre la cual las llamas no pueden propagarse. Se emplean predominantemente para el tratamiento de materiales no absorbentes de la construcción que no pueden ser tratados por ningún otro método, para la protección de árboles de navidad y otros materiales decorativos similares y de modo limitado sobre el papel y tejido que, por diferentes razones, no pueden tratarse eficazmente por impregnación.

La eficacia de un recubrimiento depende de las propiedades químicas y físicas del material sobre el que se aplica, de la efectividad del propio recubrimiento en relación con el tipo de material, de la habilidad de quien realiza la operación y de la perfección del tratamiento.

La forma de trabajar con la madera es mediante tratamientos ignifugantes por impregnación a presión o por recubrimiento. Aunque cualquiera de estos dos tratamientos reduce la capacidad de propagación de las llamas, ninguno es significativamente efectivo para el aumento de su resistencia a la

degradación ante una exposición continuada al fuego, ni impide la reducción de su capacidad de carga calorífica.

A pesar de que no existe algún tratamiento que haga incombustible la madera, se retrasa la propagación de la llama desde un fuego incipiente a su entorno inmediato y, en algunos casos, se impide la propagación con la aplicación de tratamientos de reciente desarrollo, reduciendo de manera sustancial el aporte de combustible y humo.

La impregnación a presión permite depositar una gran cantidad de producto ignífugo en la madera en condiciones estrechamente reguladas y con resultados uniformes y predecibles.

En las estructuras de madera sin tratar, o en los casos en que no resulten prácticos los tratamientos de impregnación a presión, pueden usarse recubrimientos ignífugos. Estos recubrimientos pueden aplicarse sobre cualquier superficie vista de elementos estructurales, acabados interiores o mobiliario. El grado de reducción de la propagación de la llama que se obtenga por el recubrimiento aplicado dependerá de la combustibilidad original de la superficie del material, de la eficacia del material de recubrimiento empleado, de la cantidad que se aplique, de que tan perfecto es aplico el recubrimiento y de las dimensiones e importancia del fuego a que se exponga la madera.

Existen tres tipos de recubrimientos ignífugos para madera, y en el orden descendente de su eficacia son:

- a) **Pinturas intumescentes:** Estas pinturas se expanden ante la acción de calor, de manera que cambia de un recubrimiento delgado de pintura que se aplicó, a una costra gruesa e hinchada parecida. Es costra produce los siguientes efectos: aísla el combustible del calor, aísla el combustible del oxígeno, produce gases diluyentes y reduce los gases inflamables. Mantiene su eficacia hasta que se resquebraja por la alta temperatura o por el calor sostenido.

- b) **Mástiques:** Se aplican con llama o con pistolas de pintura al gotelet y forman un grueso recubrimiento sobre la superficie del material combustible; su consistencia, una vez aplicados, varía desde una superficie parecida a la cerámica a una superficie blanda parecida al alquitrán. Todos resisten cantidades importantes de calor e inhiben la propagación de la llama por la membrana incombustible que forman.
- c) **Pinturas que producen gases:** Estos recubrimientos, cuando se calientan, emiten gases incombustibles que diluyen el oxígeno en las cercanías de la superficie protegida, impidiendo que se concentre suficiente cantidad de oxígeno para mantener la combustión.
- d) **Recubrimientos cementosos y de fibras minerales:** Poco se ha investigado sobre la posible aplicación de estos recubrimientos en la madera para mejorar sus características de resistencia ante el fuego. Generalmente se utilizan sobre el acero estructural para protegerlo de las temperaturas elevadas del incendio. Hay expertos que piensan que los elementos estructurales de madera podrían protegerse de la misma forma.

## 2.4 Comportamiento del fuego en espacios confinados [13]

Existen diferentes fenómenos cuando se produce un incendio en alguna estructura que presente espacios confinados, los cuales dado su peligrosidad deben ser considerados y estar presentes en el cuerpo de bomberos, debido a que ellos son los encargados de controlar la situación. A continuación se describen estos fenómenos:

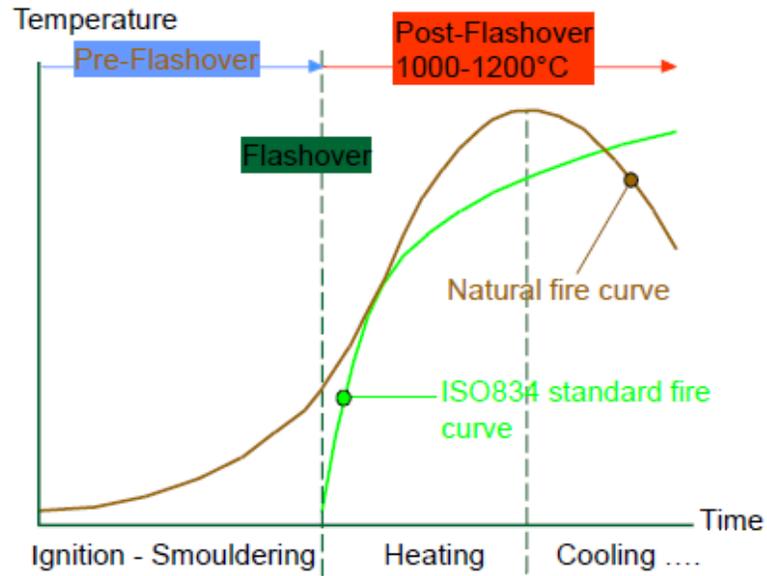
- **Backdraft:** Se produce en el momento en que la combustión concluye, pero de igual manera siguen existiendo gases y humo combustible a altas temperaturas. En este fenómeno sólo se omite el oxígeno, pero en el momento en que se suministra nuevamente oxígeno, se vuelve a producir la

combustión, lo que genera una expansión del volumen de los gases, por lo que se genera una explosión.

- **Formación de la capa de techo:** Es la acumulación de gases calientes que, debido a la acción del fuego y dentro de un espacio cerrado, tienden a acumularse en las partes altas del lugar, esto se produce ya que la densidad de los gases calientes es menor que la densidad del aire. Los gases a mayor temperatura se desplazan por el interior de los edificios, en dirección al techo, hasta que escapan una vez acumulada cierta cantidad.
- **Flashover:** Es un fenómeno producido en incendios en los cuales existe un aporte suficiente de oxígeno, producto de esto, la energía térmica que se libera es la máxima posible para el combustible presente. También se le llama “combustión súbita generalizada”.
- **Flameover:** Es el fenómeno que se observa en incendios en los que la capa de gases, producto de la combustión, que se acumulan bajo el techo se inflaman de forma que las llamas se desarrollan por el techo. Es posible observar este fenómeno en incendios en los cuales el techo de la estructura está constituido por materiales combustibles, de tal manera que no va ser necesario la acumulación de gases en el techo, puesto que las llamas son producidas por el combustible sólido del techo.

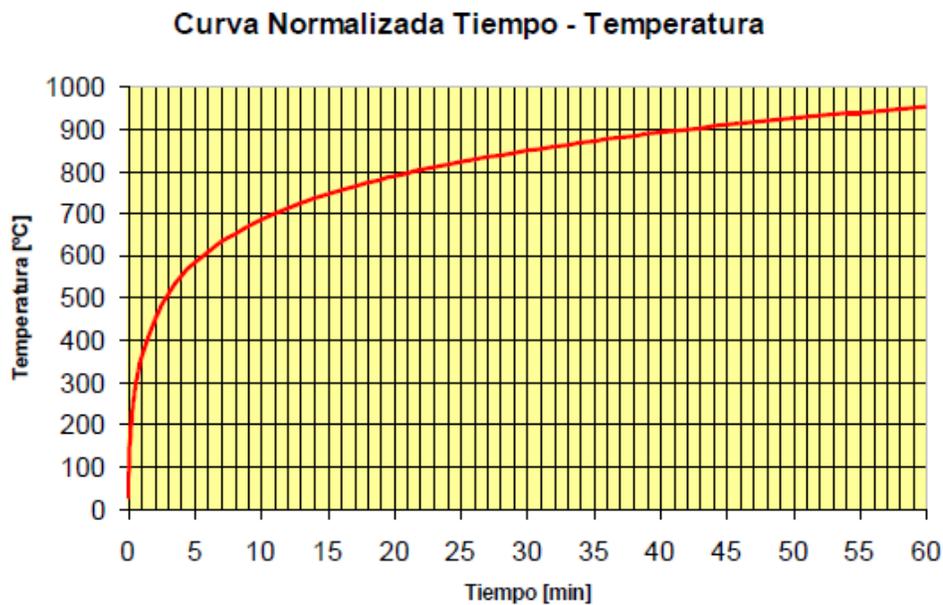
A continuación se presenta de forma gráfica el momento en que ocurre el proceso de “*flashover*” en un material.

Figura 2.1 Etapas de un incendio real. [9]



La curva normalizada de incendio estándar se presenta a continuación, en donde se muestra el incremento de la temperatura en el tiempo.

Figura 2.2 Curva normalizada de incendio Tiempo – Temperatura. [9]



## 2.5 Fuentes de energía calorífica [14]

Dado que la prevención y extinción de incendios depende del control del calor, es importante conocer y familiarizarse con las formas más comunes de producción de energía calorífica. Existen cuatro fuentes de energía calorífica: química, eléctrica, mecánica y nuclear.

### 2.5.1 Energía calorífica de origen químico

Cuando se produce una reacción de oxidación se produce calor. Estas reacciones son la fuente de calor de interés primordial para los ingenieros de protección contra incendios.

- **Calor de combustión.** Es la cantidad de calor que se libera durante la oxidación completa de la unidad de masa de una sustancia combustible a productos estables (dióxido de carbono y agua en el caso de los combustibles más comunes). Se conoce también como valor calorífico o combustible y depende de los tipos, cantidades de átomos y su distribución en la molécula. Estos valores se usan para calcular la carga combustible de un recinto, pero no necesariamente indica el riesgo relativo de un incendio, debido a que este riesgo depende de la velocidad de liberación de calor en el incendio, la cual se determina de mejor manera por la distribución del combustible que por la cantidad de calor disponible.
- **Calor espontáneo.** Proceso donde un material aumenta su temperatura sin extraer calor de su entorno, también se produce si un material se almacena caliente. Se produce debido a que todas las sustancias orgánicas, que son capaces de combinarse con el oxígeno, producen calor cuando se oxidan. Si el calor no puede escapar la temperatura se elevará y hará que aumente la velocidad de la reacción química, y si las condiciones son adecuadas, se presenta un proceso de atrapamiento térmico y por lo tanto la temperatura

dentro de la masa de material aumenta de manera incontrolada, hasta que se produce la combustión sin llamas en forma de brasas. Esto es debido a que se está produciendo calor a una velocidad mayor que la que se puede liberar al entorno. El otro requisito para generarse calentamiento espontáneo (y la combustión) es que debe haber suficiente aire disponible para permitir la oxidación, pero no tanto como para que el calor se disipe por convección, más rápidamente que su generación.

- **Calor de descomposición.** Es el calor producido debido a la descomposición de sustancias químicas, que se han formado por reacciones endotérmicas a partir de sus elementos. Estos compuestos son naturalmente inestables, y cuando comienza la descomposición, como es el caso del calentamiento de la sustancia por encima de la temperatura crítica, ésta continúa con liberación de calor. La mayoría de estos compuestos están constituidos por moléculas en las que el combustible y el oxidante se encuentran presente dentro de ellas.
- **Calor de disolución.** Es el calor que se desprende cuando una sustancia se disuelve en un líquido. La mayoría de los materiales generan calor cuando se disuelven, pero esta cantidad generalmente no es suficiente para tener algún efecto significativo en la protección contra incendios. Los productos químicos que reaccionan con el agua de esta manera no son combustibles por sí solos, pero el calor liberado puede ser suficiente para incendiar materiales combustibles cercanos.
- **Calor de reacción.** Se produce cuando otras reacciones en las cuales el calor generado es capaz de iniciar la combustión.

### 2.5.2 Energía calorífica de origen eléctrico

En el flujo de corriente a través de un conductor, los electrones van pasando de átomo a átomo mediante el choque entre partículas, que depende

de la resistencia eléctrica de cada sustancia, la cual es proporcional a la energía necesaria para mover una cantidad de unidades de electrones a través de la sustancia contra las fuerzas de captura y colisión del electrón. Este consumo de energía se expresa en forma de calor.

- **Calentamiento por resistencia eléctrica.** Se caracteriza por que la velocidad de generación del calor es proporcional a la resistencia y al cuadrado de la intensidad de la corriente. Como la temperatura del conductor, depende de la velocidad con que se desprende calor al entorno, los alambres desnudos pueden llevar mayor corriente que los alambres aislados. Siempre y cuando la intensidad no exceda demasiado su capacidad, es muy poco probable que el calentamiento por resistencia de tramos rectos cause problemas. El calentamiento por resistencia eléctrica ocurrirá más probablemente en lugares donde la resistencia es alta, particularmente en conexiones eléctricas deficientes, es el caso más probable como fuente de ignición que algún otro lugar de un circuito eléctrico.
- **Calentamiento dieléctrico.** Cuando un conductor eléctrico deficiente se somete a un gradiente de potencial eléctrico alterno de una fuente externa, se produce calor dentro del material como resultado del movimiento de los electrones. En general, se requieren frecuencias muy altas.
- **Calor por inducción.** Las diferencias de potencial en el conductor, las cuales pueden ser producidas debido a la influencia de un campo magnético alterno o fluctuante, o cuando un conductor está en movimiento a través de las líneas de fuerza de un campo magnético, son las que producen un flujo electrónico o corriente eléctrica, con calentamiento por resistencia existente en el conductor. En potenciales que cambian rápidamente o alternos, la energía se consume y aparece como energía calorífica. Este tipo de calentamiento aumenta con la frecuencia del campo alterno. Una corriente alterna que pasa a través de un alambre puede inducir una corriente en otro

alambre paralelo a este, y si el alambre en el cual se induce la corriente no tiene la capacidad adecuada para transportar la intensidad de corriente inducida, se produce el calentamiento por resistencia.

- **Calentamiento por fuga de corriente eléctrica.** Siempre existe un flujo de corriente cuando el aislante se somete a voltajes elevados, debido a que los aislantes son aisladores imperfectos. Este flujo generalmente no es importante desde el punto de vista de producción de calor. Si el material aislante no es el adecuado para el servicio, o el material es demasiado delgado, las corrientes de fuga pueden exceder los límites de seguridad, provocando de esta manera el calentamiento del aislador lo que conlleva al deterioro del material y su ruptura final.
- **Calor por formación de arcos eléctricos.** Se produce cuando un circuito eléctrico que está transportando corriente se interrumpe, ya sea intencional o accidentalmente. La formación de éstos es especialmente grave cuando hay motores u otros circuitos inductivos involucrados. Las temperaturas de los arcos son muy elevadas y el calor que se libera puede ser suficiente para incendiar el material combustible, o inflamable, vecino. Para que un circuito eléctrico sea seguro, es necesario que la formación de arcos, debido a la interrupción accidental de la corriente, no libere la energía suficiente para incendiar la atmósfera peligrosa donde está ubicado el circuito.
- **Calentamiento por electricidad estática.** La carga eléctrica que se acumula sobre las superficies de dos materiales que se han unido y luego separado, una superficie cargada positivamente y la otra negativamente. Si las sustancias no están conectadas ni puestas a tierra, puede que acumulen la suficiente carga eléctrica de tal manera que puede saltar una chispa, las cuales pueden ser capaces de incendiar vapores y gases inflamables, y nubes de polvo explosivo.
- **Calor generado por rayos.** Son la descarga de una carga eléctrica de una nube a una carga opuesta en otra nube o en la tierra. Los rayos que pasan

entre una nube y la tierra pueden alcanzar temperaturas muy altas en cualquier material de alta resistencia en su trayecto, como la madera o mampostería.

### 2.5.3 Energía calorífica de origen mecánico

Un importante número de incendios originados todos los años son producto del calor generado mecánicamente. El causante de la mayoría de incendios es el calor por fricción.

- **Calor por fricción.** Es la energía mecánica usada para superar la resistencia al movimiento entre dos sólidos que se frotan entre sí, ésta fricción genera calor. El peligro depende de la cantidad de energía mecánica disponible, la velocidad de generación de calor, y su tasa de disipación del mismo.
- **Chispas por fricción.** Las chispas resultantes del impacto de dos superficies duras, generalmente, al menos uno de los dos materiales es un metal. Se forman debido a que el calor producido por el impacto o fricción, calienta inicialmente a la partícula que se separa de la superficie. La temperatura máxima es determinada en la mayoría de los casos por el punto de fusión más bajo de los materiales involucrados, pero en ciertos metales, la superficie recién expuesta de la partícula puede oxidarse a la temperatura elevada, con el calor de oxidación aumentando la temperatura hasta que la partícula se hace incandescente. El potencial de ignición de una chispa depende de su contenido total de calor, por lo que tamaño de la partícula tiene un efecto marcado sobre la ignición de la chispa. El peligro práctico de las chispas mecánicas está limitado por el hecho de que generalmente son muy pequeñas y tienen un bajo contenido total de calor.
- **Calor por compresión.** Es el calor producido cuando un gas se comprime rápidamente, lo que genera que la temperatura se eleve. También se

conoce como efecto diésel, tiene aplicaciones prácticas en los motores diésel, en los que el calor de compresión elimina la necesidad de ignición por chispa.

#### 2.5.4 Energía calorífica de origen nuclear

Se libera cuando el núcleo de un isótopo inestable de un elemento experimenta fisión para producir dos núcleos más pequeños, la suma de cuyas masas es imperceptiblemente menor que la del núcleo original. La “masa perdida” se convierte en energía. La energía liberada por estos procesos nucleares es inmensamente mayor a la energía liberada por reacciones químicas ordinarias. La liberación instantánea de una gran cantidad de energía nuclear se manifiesta como una explosión atómica, mientras que la liberación controlada de energía nuclear es una fuente de calor para el uso diario.

#### 2.6 Conceptos generales [3]

Dado que en el presente trabajo de título se hace mención a ciertos conceptos relacionados con ensayos de reacción al fuego entre otros, acá se definen ciertos conceptos con el fin de no generar interpretaciones equivocadas.

- **Autoridad competente.** Organización, oficina o individuo responsable de aprobar un equipo, instalación o procedimiento.
- **Flujo radiante crítico.** Nivel de la energía calórica incidente en un sistema de recubrimiento de pisos en el punto de llama abierta más distante.
- **Extensión de las llamas.** Propagación de las llamas sobre una superficie.
- **Punto de combustión súbita generalizada.** Punto en el desarrollo de un

incendio contenido en el cual todas las superficies expuestas alcanzan las temperaturas de ignición más o menos simultáneamente y las llamas se extienden rápidamente a través del espacio.

## Capítulo 3 Clasificación Norteamericana y sus Ensayos

### 3.1 Clasificación código NFPA 101 – Código de seguridad humana [3]

El código de seguridad humana – NFPA 101, clasifica tanto a los materiales de revestimiento interiores de paredes y cielorrasos, revestimientos interiores de pisos, contenido y mobiliario, de acuerdo a criterios como la propagación de la llama, desarrollo de humo, entre otros. Estos criterios son especificados en las distintas normas que se citan en el código y se presentan a continuación.

#### 3.1.1 Requisitos para revestimientos interiores de paredes y cielorrasos

En el código de seguridad humana – NFPA 101, se hacen variadas clasificaciones de los materiales de revestimientos interiores, entre otros. En primer lugar, los acabados interiores de paredes y cielorrasos que requieran ser clasificados como clase A, B o C, deberán ser clasificados en base a los resultados de ensayos según la norma NFPA 255, *Standard Method of Test of Surface Burning Characteristics of Building Materials*.

El código exige que los recubrimientos textiles cumplan con alguno de los criterios (a) ó (b) de la norma NFPA 265, *Standard Methods of Fire Test for Evaluating Room Fire Growth Contribution of Textile Coverings on Full Height Panels and Walls*.

También se exige que los acabados interiores de paredes y cielorrasos cumplan con los criterios de la norma NFPA 286, *Standard Methods of Fire Test for Evaluating Contribution of Wall and Ceiling Interior Finish to Room Fire Growth*, para evaluar la contribución al desarrollo del fuego, en donde se especifican tres tipos de montaje.

La clasificación de los materiales usados como revestimientos interiores deberá estar de acuerdo a los ensayos realizados en condiciones donde se simulen las instalaciones reales.

### 3.1.1.1 Normativa NFPA 255, *Standard Method of Test of Surface Burning Characteristics of Building Materials*.

Los productos que requieran ser ensayados de acuerdo con la norma NFPA 255, se deberán agrupar en las siguientes clases, de acuerdo a sus características de propagación de las llamas y desarrollo de humo.

Tabla 3.1 Clasificación para revestimientos interiores de paredes y cielorrasos.

	Clasificación	Propagación de llamas	Humo desarrollado
Acabado para muros y techos interiores	A	0 - 25	0 - 450
	B	26 - 75	0 - 450
	C	76 - 200	0 - 450

La clasificación de acabado interior será la del material básico utilizado sólo o en combinación con otros materiales.

#### 3.1.1.1.1 Descripción del ensayo NFPA 255

El objetivo del ensayo es determinar las características de combustión del material que se está ensayando, mediante la evaluación de la propagación de la llama sobre su superficie cuando se expone a un fuego de prueba.

En este ensayo se registran la velocidad de propagación de la llama y la densidad del humo, no necesariamente teniendo relación entre ambos.

Una vez encendido el quemador de gas, la distancia y el tiempo de recorrido máximo de la llama se observarán y registrarán con la habitación a oscuras. La prueba continuará durante 10 minutos.

La distancia de propagación de la llama, la temperatura, y el cambio en las lecturas de células fotoeléctricas se representará gráficamente por separado.

### **3.1.1.2 Normativa NFPA 265, *Standard Methods of Fire Test for Evaluating Room Fire Growth Contribution of Textile Coverings on Full Height Panels and Walls***

Los materiales ensayados de acuerdo con la norma NFPA 265, deberán cumplir con uno o ambos de los siguientes criterios (a) o (b).

(a) Cuando se utilice el método A del protocolo de ensayo de la norma NFPA 265, se deberán alcanzar los siguientes criterios.

(1) La llama no se deberá propagar hacia el cielorraso durante la exposición de 40 kW.

(2) Durante la exposición de 150 kW se deberán cumplir los siguientes criterios:

a. La llama no se deberá extender a la extremidad exterior de la muestra sobre la pared de 2,4 m x 3,7 m.

b. La probeta no deberá arder hasta la extremidad exterior de las muestras de 0.6 m montadas verticalmente en la esquina de la sala.

c. No se deberán formar ni caer al piso partículas ardientes susceptibles de encender el recubrimiento textil de la pared, o que siguen ardiendo durante 30 segundos o más.

d. No se deberán producir combustiones súbitas generalizadas.

e. La velocidad *peak* máxima instantánea neta de liberación de calor no deberá exceder los 300 kW.

(b) Cuando se utilice el método B del protocolo de ensayo de la norma NFPA 265, se deberán alcanzar los siguientes criterios.

- (1) La llama no se deberá propagar hacia el cielorraso durante la exposición de 40 kW.
- (2) Durante la exposición de 150 kW se deberán cumplir los siguientes criterios:
  - a. La llama no se deberá extender hacia las extremidades exteriores de la muestra sobre la pared de 2,4 m x 3,7 m.
  - b. No se deberán producir combustiones súbitas generalizadas.

#### 3.1.1.2.1 Descripción del ensayo NFPA 265

El objetivo de este ensayo es medir ciertas características de reacción al fuego de los materiales de recubrimiento de paredes textiles en un recinto en condiciones de incendio especificadas.

Se deberá determinar el alcance potencial de la pared cubierta por el material textil que contribuye a incrementar el crecimiento del fuego en una habitación y el potencial para la propagación del fuego más allá de la habitación, bajo las condiciones particulares que se simulan.

La muestra estará montada en tres paredes, de una habitación de 2,4 m x 3,7 m x 2,4 m, forradas del compartimiento del ensayo (Método B), en donde se deberá utilizar un quemador de gas para producir una llama de difusión, el cual deberá producir una tasa de salida de calor de 40 kW durante 5 minutos, seguido de 150 kW durante 10 minutos.

La contribución del revestimiento textil de la pared para el crecimiento del fuego deberá ser medido por un monitoreo constante del flujo de calor incidente en el centro del piso, la temperatura de los gases en la parte superior de la habitación, la tasa de liberación de calor, la emisión de humo, y el tiempo en que ocurre el *flashover*.

Se considera que ocurre el *flashover* cuando se han cumplido dos de las siguientes condiciones: (1) La tasa de liberación de calor supera a 1 MW; (2) El flujo de calor en el piso supera 20 kW/m<sup>2</sup>; (3) La temperatura media de la capa superior supera 600°C; (4) Las llamas salen de la puerta; (5) Cuando se

produce la auto ignición del tope del piso.

Método A, es un método de prueba de detección que es útil para probar pequeñas cantidades de material. La única diferencia en el procedimiento de prueba entre el método de ensayo A y B es la muestra, que no intenta cubrir tres paredes de la sala de ensayo, sino que simplemente cubre una sección de la pared lateral izquierda y la pared posterior.

### **3.1.1.3 Normativa NFPA 286, *Standard Methods of Fire Test for Evaluating Contribution of Wall and Ceiling Interior Finish to Room Fire Growth***

Los materiales ensayados de acuerdo con la norma NFPA 286, deberán cumplir con los siguientes criterios.

- (1) La llama no se deberá extender al cielorraso durante la exposición de 40 kW.
- (2) Durante la exposición de 160 kW se deberán cumplir los siguientes criterios:
  - a. La llama no se deberá extender hacia las extremidades exteriores de la muestra sobre la pared de 2,4 m x 3,7 m.
  - b. No se deberán producir combustiones súbitas generalizadas.
- (3) Para instalaciones nuevas, la cantidad de humo emitida durante el ensayo no deberá exceder los 1000 m<sup>2</sup>.

#### **3.1.1.3.1 Descripción del ensayo NFPA 286**

Es un método para determinar la contribución de los materiales de acabado de interiores para el crecimiento del fuego de la sala durante la exposición al fuego especificado.

Se usa para evaluar las características de inflamabilidad de los materiales de revestimiento interior, cuando estos revestimientos corresponden a superficies expuestas. Este método de ensayo especifica tres tipos de montaje, dependiendo de la aplicación del material de revestimiento interior,

como sigue:

- 1) Tres paredes (para los revestimientos interiores que se utilizarán en las paredes solamente)
- 2) Tres paredes y el techo (para revestimientos interiores que se utilizarán en las paredes y techos)
- 3) El techo solo (para revestimiento interior utilizado en techos solamente)

Determina el grado en que los materiales de revestimiento interior pueden contribuir a la propagación de un incendio en una habitación y el potencial de propagación del incendio fuera de la habitación bajo las condiciones particulares simuladas. La prueba indica la máxima propagación de un incendio en una habitación, la tasa de liberación de calor, y si se producen, el tiempo hasta la inflamación generalizada y el tiempo en que la llama se extiende más allá de la puerta después de ocurrido el *flashover*.

### **3.1.2 Requisitos para revestimientos interiores de piso**

El código de seguridad humana – NFPA 101, exige que los revestimientos interiores de piso se deben clasificar de acuerdo a la norma NFPA 253, *Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*, y esta clasificación esta basada de acuerdo al flujo radiante crítico.

#### **3.1.2.1 Normativa NFPA 253, *Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source***

Los acabados interiores de piso quedan clasificados en dos clases, como se muestra a continuación en la Tabla 3.2.

Tabla 3.2 Clasificación para revestimientos interiores de pisos.

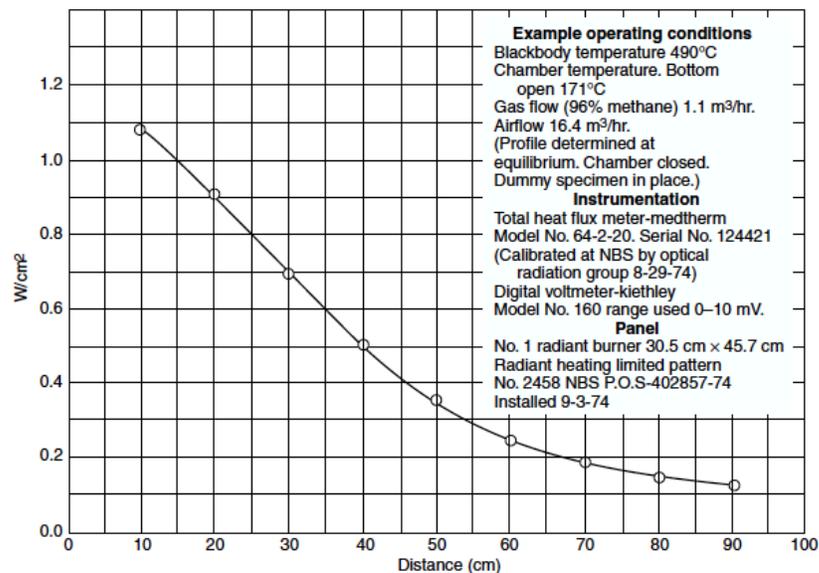
	Clasificación	Flujo radiante crítico mínimo
Acabado para pisos interiores	Clase I	0,45 [Watts/cm <sup>2</sup> ]
	Clase II	0,22 pero menor que 0,45 [Watts/cm <sup>2</sup> ]

### 3.1.2.1.1 Descripción del ensayo NFPA 253

El ensayo mide el comportamiento del flujo radiante crítico del revestimiento de piso montado horizontalmente expuesto a una fuente de ignición de fuego con su energía térmica graduada, dentro de la cámara de ensayo.

Los elementos básicos de la cámara de ensayo incluyen un panel de energía de calor radiante alimentado con aire-gas inclinado a 30 grados y dirigida hacia una muestra de revestimiento de suelo montado horizontalmente. El panel radiante genera una distribución de flujo de energía radiante a lo largo de la longitud de 100 cm de la muestra de ensayo de un máximo nominal de 1,0 W/cm<sup>2</sup> y un mínimo de 0,1 W/cm<sup>2</sup>. La prueba se inicia mediante la ignición de llama abierta de un quemador piloto. La distancia en el momento en que el último vestigio de la llama desaparece se convierte en W/cm<sup>2</sup> en el gráfico de perfil del flujo y se indica el flujo radiante crítico como W/cm<sup>2</sup>.

Figura 3.1. Estándar del perfil de flujo de energía de calor radiante.



### 3.1.3 Requisitos para contenidos y mobiliarios

El código de seguridad humana – NFPA 101, exige que los artículos de decoración, mobiliarios entre otros, cumplan con las diversas normas que este código cita, como por ejemplo, artículos de decoración que cuelguen holgadamente deben ser resistentes a la acción de las llamas según lo demostrado por ensayos de acuerdo con la norma NFPA 701, *Standard Methods of Fire Tests for Flame-Resistant Textiles and Films*. Aquí los materiales se clasifican de acuerdo a las normas, y éstas dependen de la función de los materiales dentro del edificio, como por ejemplo, cortinaje, colchones, mobiliario relleno, decoración, etc. Por lo tanto las normas que se mencionan a continuación tienen que ver con alguno de los materiales nombrados anteriormente.

#### 3.1.3.1 Normativa NFPA 701, *Standard Methods of Fire Tests for Flame-Resistant Textiles and Films*

Cuando se exija, los tapizados, las cortinas, otros artículos y decoraciones similares que cuelguen holgadamente, y que no cumplan con la definición de acabado interior, deberán ser resistentes a las llamas, según lo demostrado por ensayos de acuerdo con la norma NFPA 701.

##### 3.1.3.1.1 Descripción del ensayo NFPA 701

Existen dos métodos para este ensayo. El método 1 se aplicará a las telas u otros materiales utilizados en cortinas, tapicería, u otros tratamientos de la ventana. El método 2 se utilizará para ensayar forros de vinilo recubiertos por tela *blackout*.

El objetivo de los métodos de ensayo 1 y 2 será evaluar la propagación de la llama más allá de la zona expuesta a la fuente de ignición.

- Método 1

Una llama de gas especificado se aplica al centro del borde inferior de la muestra durante 45 segundos y luego se retira.

Se permitirá que el material que se está ensayando se quemé hasta que la llama se auto apague y no ocurra otro daño adicional al material.

La muestra a continuación deberá ser retirada de la barra de pasador y, después de acondicionada la habitación, se pesa de nuevo.

El porcentaje de pérdida de peso se determinará y se utiliza como una medida del total de propagación de la llama y la muestra de daños.

- Método 2

Se expone 1200 mm de la gran muestra del material a ensayar a  $280 \pm 12$  mm de la llama de ignición dentro de una cámara de combustión de cuatro lados, que es de  $305 \pm 5$  mm de ancho a cada lado y  $2,13 \pm 0,01$  m de altura.

**3.1.3.2 Normativa NFPA 260, *Standard Methods of Tests and Classification System for Cigarette Ignition Resistance of Components of Upholstered Furniture***

Cuando el código lo exija, los muebles y los colchones con relleno deberán ser resistentes a la ignición por cigarrillos (ej. Arder sin llama), de acuerdo con lo siguiente y se clasificarán de la siguiente forma:

- (1) Cuando se requiera, los componentes de los mobiliarios con rellenos, a excepción de aquellos ubicados en salas o espacios protegidos por un sistema de rociadores automáticos aprobado, deberán cumplir con los requisitos para la Clase I cuando sean ensayados de acuerdo con la norma NFPA 260.
- (2) Cuando se requiera, los compuestos del modelo en escala natural del mobiliario relleno, a excepción de aquellos ubicados en salas o espacios protegidos por un sistema de rociadores automáticos aprobado,

deberán cumplir con los requisitos para la Clase I cuando sean ensayados de acuerdo con la norma NFPA 260.

#### 3.1.3.2.1 Clasificación norma NFPA 260

##### 3.1.3.2.1.1 Telas de cubiertas

- Clase I: (1) Cuando se somete al ensayo de cubierta de tela, un espécimen no debe mostrar evidencia de ignición de cualquier aparato de pruebas.  
(2) La carbonización vertical en cualquiera de las tres muestras no será superior a 45 mm.
- Clase II: Telas de cubierta que no cumplan con los criterios de la Clase I serán designados como Clase II.

##### 3.1.3.2.1.2 Telas interiores

- Clase I: (1) Cuando se somete al ensayo de telas interiores, un espécimen no debe mostrar evidencia de ignición de cualquier aparato de pruebas.  
(2) La carbonización vertical en la tela interior en cualquiera de las tres muestras no será superior a 38 mm.
- Clase II: Telas interiores que no cumplan con los criterios de la Clase I serán designados como Clase II.

##### 3.1.3.2.1.3 Terminaciones de decoración

- Clase I: (1) Cuando se somete al ensayo de terminaciones de decoración, un espécimen no debe mostrar evidencia de ignición de cualquier aparato de pruebas.  
(2) Cuando se mide desde la parte superior de la posición original, la carbonización vertical en la tela de la cubierta no será superior a 38 mm para cualquiera de los tres ensayos replicados.
- Clase II: Terminaciones de decoración que no cumplan con los criterios de la Clase I serán designados como Clase II.

#### *3.1.3.2.1.4 Componentes de relleno/llenado*

- Clase I: (1) Cuando se somete al ensayo de componentes de relleno/llenado, un espécimen no debe mostrar evidencia de ignición de cualquier aparato de pruebas.

(2) Cuando se mide desde la posición de hendedura original, la longitud de carbonización vertical en la tela de la cubierta no excederá de 38 mm para cualquiera de los tres ensayos repetidos.

- Clase II: Componentes de relleno/llenado que no cumplan con los criterios de la Clase I serán designados como Clase II.

#### *3.1.3.2.1.5 Materiales de decoración*

- Clase I: (1) Cuando se somete al ensayo de materiales de decoración, un espécimen no debe mostrar evidencia de inflamación en cualquier lugar del cigarrillo.

(2) Cuando se mide desde la posición del cigarrillo original, la longitud de carbonización en la tela de la cubierta no excederá de 38 mm en cualquiera de los tres lugares de cigarrillos.

- Clase II: Materiales de decoración que no cumplan con los criterios de la Clase I serán designados como Clase II.

#### *3.1.3.2.1.6 Materiales de barrera*

- Clase I: (1) Cuando se somete al ensayo de materiales de barrera, un espécimen no debe mostrar evidencia de ignición de cualquier aparato de pruebas.

(2) Cuando se mide desde la posición de hendedura original, la longitud de carbonización vertical en la tela de la cubierta no excederá de 51 mm para cualquiera de los tres ensayos repetidos.

- Clase II: Barreras que no cumplan con los criterios de la Clase I serán designados como Clase II.

#### 3.1.3.2.2 Descripción del ensayo NFPA 260

Este método de ensayo está diseñado para evaluar la resistencia a la ignición de los muebles tapizados cuando se exponen a cigarrillos humeantes en condiciones especificadas.

Esta norma establece un sistema de clasificación para determinar la resistencia de los componentes de muebles tapizados a la ignición producto del cigarrillo.

Ensayos especificados por esta norma serán utilizados para medir y describir la respuesta de los materiales, productos o ensamblados, a un cigarrillo encendido en condiciones controladas de laboratorio, y no necesariamente describen o evalúan el riesgo de incendio o riesgo de incendio de los materiales, productos o muebles ensamblados en condiciones reales de incendio.

Esta norma tiene por objetivo ayudar en la selección de componentes y el diseño compuesto para muebles tapizados con el fin de lograr un alto nivel de resistencia a la ignición del cigarrillo.

#### 3.1.3.3 Normativa *Code of Federal Regulations 16 Parte 1632*

Cuando el código lo exija, los muebles y los colchones con relleno deberán ser resistentes a la ignición por cigarrillos (ej. Arder sin llama), de acuerdo con lo siguiente:

- (1) Cuando lo requiera el código, los colchones, a excepción de aquellos ubicados en salas o espacios protegidos por un sistema de rociadores automáticos aprobado, deberán tener una longitud de quemadura no mayor de 5,1 cm cuando sea ensayado de acuerdo con la Parte 1632 del *Code of Federal Regulations 16*.

#### 3.1.3.3.1 Descripción del ensayo *Code of Federal Regulations 16 Parte 1632*

El método mide la resistencia a la ignición de una almohadilla de colchón o colchón mediante la exposición de la superficie a los cigarrillos encendidos en un entorno en donde el proyecto está protegido. Las superficies a ser probadas incluyen la parte lisa, borde de la cinta, y lugares acolchados o con pelo insertado, si es que existen en la superficie de la almohadilla de colchón o colchón.

#### 3.1.3.4 Normativa NFPA 266, *Standard Method of Test for Fire Characteristics of Upholstered Furniture Exposed to Flaming Ignition Source*

Cuando el código lo exija, el mobiliario relleno, a excepción de aquel ubicado en salas o espacios protegidos por un sistema de rociadores automáticos aprobado, deberá tener rangos limitados de liberación de calor cuando sea ensayado de acuerdo con la norma NFPA 266, en la manera siguiente:

- (1) La máxima velocidad de liberación de calor para un único artículo de mobiliario con relleno, no deberá exceder los 250 kW.
- (2) La energía total liberada por un único artículo de mobiliario con relleno durante los primeros 5 minutos del ensayo, no deberá exceder los 40 MJ.

#### 3.1.3.4.1 Descripción del ensayo NFPA 266

Este ensayo, usa un calorímetro para muebles en escala 1:1 que se utiliza para determinar la liberación de calor, la densidad del humo, pérdida de peso, y la generación de monóxido de carbono de los muebles tapizados o una maqueta a escala 1:1 del mueble.

Este ensayo deberá ser usado para determinar el rendimiento de los muebles tapizados expuesto a una fuente de ignición de llamas, el cuál será un

quemador de gas. Estos datos de rendimiento han sido encontrados para ser usados en la evaluación del riesgo de incendio de los muebles tapizados en ocupaciones de reunión pública.

La velocidad de liberación de calor se indica mediante la medición de la reducción de oxígeno, y la generación de humo se determina mediante sistemas de medición de densidad de humo. La pérdida de peso y el monóxido de carbono (CO) y la evolución del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) se registran continuamente.

#### ***3.1.3.5 Normativa NFPA 267, Standard Method of Test for Fire Characteristics of Mattresses and Bedding Assemblies Exposed to Flaming Ignition Source***

Cuando el código lo exija, los colchones, a excepción de aquellos ubicados en salas o espacios protegidos por un sistema de rociadores automáticos aprobado, deberán tener rangos limitados de liberación de calor cuando sean ensayados de acuerdo con la norma NFPA 267, en la manera siguiente:

- (1) La velocidad *peak* de liberación de calor para un único artículo de mobiliario con relleno, no deberá exceder los 250 kW.
- (2) La energía total liberada por un único artículo de mobiliario con relleno durante los primeros 5 minutos del ensayo, no deberá exceder los 40 MJ.

##### ***3.1.3.5.1 Descripción del ensayo NFPA 267***

Este ensayo se utiliza para determinar las características de reacción al fuego de colchones y conjuntos de ropa de cama expuestos a una fuente de ignición de llamas, el cual será un quemador de gas, usando un calorímetro de entorno abierto, que será usado para determinar la liberación de calor, la densidad de humo, la pérdida de peso y generación de monóxido de carbono de los colchones y conjuntos de ropa de cama.

Las muestras para este procedimiento deberán ser de tamaño completo.

#### **3.1.3.6 Normativa UL 1975, *Standard for Fire Test for Foamed Plastics Used for Decorative Purposes***

Cuando se exija, el mobiliario y los contenidos hechos con materiales de gomaespuma que no se encuentren protegidos contra la ignición, deberán tener una velocidad de liberación de calor máxima de 100 kW cuando sean ensayados de acuerdo con la norma UL 1975.

##### **3.1.3.6.1 Descripción del ensayo UL 1975**

El propósito de este método de ensayo es determinar la capacidad de los plásticos y los productos que contienen plásticos espumados utilizados con fines decorativos para resistir la liberación rápida de calor cuando se somete a una fuente de ignición de llamas.

Este método de ensayo está destinado a aplicarse a los plásticos espumados, y los productos que contienen espuma de plástico, que se utilizarán para los siguientes fines decorativos:

- a) Típico techo abierto, construcciones de *stand* portátiles de exposición que incorporan paneles fabricados.
- b) Objetos decorativos fabricados tales como personas, pero no limitado a, los maniqués, murales y signos.
- c) Teatro, cine y puestas en escena de la televisión, con o sin proyecciones horizontales.

#### **3.2 Clasificación *International Building Code 2009* [8]**

El *International Building Code*, clasifica tanto a los materiales de revestimiento interiores de paredes y cielorrasos, revestimientos interiores de

pisos, materiales de decoración y *trim*, y plásticos de acuerdo a criterios como la propagación de la llama, desarrollo de humo, entre otros. Estos criterios son especificados en las distintas normas que se citan en el código y se presentan a continuación.

### 3.2.1 Revestimientos interiores de paredes y cielorrasos

Existe una excepción con respecto al espesor de estos materiales, en donde si se tiene un espesor menor que 0,9 mm aplicados directo a la superficie de paredes o cielorrasos no requerirán ser ensayados.

#### 3.2.1.1 Revestimientos interiores de paredes y cielorrasos en general

En el *International Building Code*, los revestimientos interiores de paredes y cielorrasos se clasifican de acuerdo al comportamiento ante el fuego y el desarrollo de humo, tal como se especifica en la norma ASTM E 84, *Standard Test Method for Surface Burning Characteristics of Building Materials*.

Tales materiales estarán agrupados en las siguientes clases de acuerdo a la extensión de la llama y los índices de generación de humo, como se muestra en la Tabla 3.3.

Tabla 3.3 Clasificación para revestimientos interiores de paredes y cielorrasos

	Clasificación	Propagación de llamas	Humo desarrollado
Acabado para muros y techos interiores	A	0 - 25	0 - 450
	B	26 - 75	0 - 450
	C	76 - 200	0 - 450

Se exceptúan de esta clasificación los materiales de revestimiento interior de paredes y cielos ubicados en la esquina de la habitación.

#### 3.2.1.1.1 Descripción ensayo ASTM E 84

Esta norma de respuesta frente al ensayo del fuego sirve para comparar el comportamiento de las superficies de los materiales de construcción, es aplicable a las superficies expuestas, tales como paredes y techos. El ensayo se lleva a cabo con la muestra en la posición del techo con la superficie que se evaluará expuesta boca abajo a la fuente de ignición.

El propósito de este método de ensayo es determinar el comportamiento relativo frente al fuego del material mediante la observación de la propagación de la llama a lo largo de la muestra. Se reportan la propagación de las llamas y el índice de desarrollo de humo. Sin embargo, no hay necesariamente una relación entre estas dos mediciones.

Este estándar se utiliza para medir y describir la respuesta de los materiales, productos o conjuntos, al calor y las llamas en condiciones controladas, pero por sí misma no incorporan todos los factores necesarios para el riesgo de combustión o la evaluación de riesgo de incendio de los materiales, productos o ensamblados en condiciones reales de incendio.

#### *3.2.1.2 Revestimientos de paredes y cielos ubicados en la esquina de la habitación*

Los materiales de revestimiento de paredes y cielos ubicados en la esquina de la habitación deberán ser ensayados de acuerdo con la norma NFPA 286 y deberán cumplir con los siguientes criterios de aceptación:

1. Durante la exposición de 40 kW, las llamas no se deberán propagar hasta el cielo.
2. Durante la exposición de 160 kW, el revestimiento interior deberá cumplir con lo siguiente:
  - 2.1 Las llamas no se deberán propagar hasta la extremidad exterior de la muestra en cualquier pared o cielo.
  - 2.2 *Flashover*, definido en la norma NFPA 286, no deberá ocurrir.

3. La tasa máxima de liberación de calor durante todo el ensayo de la norma NFPA 286 no deberá exceder los 800 kW.

4. El humo total liberado durante todo el ensayo de la norma NFPA 286 no deberá exceder los 1000 m<sup>2</sup>.

*Flashover*, según la norma NFPA 286, es el momento en que el flujo radiante llega en el suelo a 20 kW/m<sup>2</sup>, o la temperatura del aire superior alcanza 600°C, o la velocidad de liberación de calor es superior a 1 MW o bien las llamas salen de la puerta.

La descripción del ensayo de la norma NFPA 286 se explicita en la Sección 3.1.1.3.1.

#### ***3.2.1.3 Revestimientos textiles y de vinilo expandido de paredes ubicados en la esquina de la habitación***

Los revestimientos textiles y de vinilo expandido de paredes ubicados en la esquina de la habitación deberán cumplir con los criterios de aceptación de la norma NFPA 265, de acuerdo con el protocolo del método B:

1. Durante la exposición de 40 kW, las llamas no se deberán propagar hasta el cielo.

2. Durante la exposición de 150 kW, el revestimiento interior deberá cumplir con lo siguiente:

2.1 Las llamas no se deberán propagar hasta la extremidad exterior de la muestra en las paredes de 203 mm por 305 mm.

2.2 *Flashover*, definido en la norma NFPA 286, no deberá ocurrir.

3. El humo total liberado durante todo el ensayo de la norma NFPA 265 no deberá exceder los 1000 m<sup>2</sup>.

La descripción del ensayo de la norma NFPA 265 se explicita en la Sección 3.1.1.2.1.

### 3.2.2 Revestimientos interiores de pisos

En el código *International Building Code*, se exige que en todas las ocupaciones, acabados interiores de piso y materiales de revestimiento de suelos utilizados en cerramientos de salidas, pasillos de salida, los pasillos y las habitaciones o espacios no separados de los pasillos por tabiques de altura completa (que se extiende desde el suelo hasta la parte inferior del techo), deben soportar un flujo radiante crítico mínimo, determinado por la norma NFPA 253, *Standard Method of Test for Critical Radiant Flux of Floor Covering Systems Using a Radiant Heat Energy Source*. Estos se clasifican en dos clases tal como se muestra en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4 Clasificación para revestimientos interiores de pisos.

	Clasificación	Flujo radiante crítico mínimo
Acabado para pisos interiores	Clase I	0,45 [Watts/cm <sup>2</sup> ]
	Clase II	0,22 pero menor que 0,45 [Watts/cm <sup>2</sup> ]

Se exceptúan de esta clasificación acabados de suelos y revestimientos del tipo tradicional, como la madera, vinilo, linóleo o terrazo, y los materiales de revestimiento de suelos resistentes que no están compuestos de fibras.

La descripción del ensayo de la norma NFPA 253 se explicita en la Sección 3.1.2.1.1.

### 3.2.3 Materiales de decoración y trim

De acuerdo al código *International Building Code*, las cortinas, colgaduras, tapicerías y otros materiales decorativos suspendidos de las paredes o techos deberán cumplir con los criterios de rendimiento de propagación de la llama de la norma NFPA 701, o dichos materiales deberán ser no combustibles.

*Trim*: marco de fotografías, carriles de la silla, zócalos, pasamanos, marcos de puertas y ventanas y materiales decorativos o protectores similares utilizados en aplicaciones fijas.

La descripción del ensayo de la norma NFPA 701 se explicita en la Sección 3.1.3.1.1.

### 3.2.4 Plásticos

De acuerdo al código *International Building Code*, los plásticos para que puedan ser utilizados como acabado interior o *trim* deben cumplir con criterios de temperatura de auto-ignición, índice de generación de humos, o una calificación máxima de densidad de humo promedio, todos estos criterios están en base a distintas normas.

Específicamente, un plástico transmisor de luz, incluyendo termoplástico, termoestable o de material plástico termo endurecible reforzado, deberá tener una temperatura de auto-ignición de 343°C o mayor cuando se ensaya de acuerdo con la norma ASTM D 1929 *Standard Test Method for Determining Ignition Temperature of Plastics*; un índice de generación de humo no mayor que 450, donde se ensaya en la forma prevista para su uso de acuerdo con la norma ASTM E 84; o una calificación máxima de densidad de humo promedio no mayor que 75, y deberá ajustarse a una de las siguientes clasificaciones de combustibilidad:

**Clase CC1:** Los materiales plásticos que tienen un grado de combustión de 1 pulgada (25 mm) o menos donde se ensayó a un espesor nominal de 0,060 pulgadas (1,5 mm), o en el espesor previsto para su uso, de acuerdo con la norma ASTM D 635, *Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position*.

**Clase CC2:** Los materiales plásticos que tienen una velocidad de combustión de 2 1/2 pulgadas por minuto (1,06 mm/s) o menos donde ensayó a un espesor

nominal de 0,060 pulgadas (1,5 mm), o en el espesor previsto para su uso, de acuerdo con la norma ASTM D 635, *Standard Test Method for Rate of Burning and/or Extent and Time of Burning of Plastics in a Horizontal Position*.

#### **3.2.4.1 Descripción ensayo ASTM D 1929**

Este método de ensayo responde a la prueba de fuego, y determina en el laboratorio la temperatura de ignición *flash* y temperatura de ignición espontánea de plásticos utilizando un horno de aire caliente.

Este estándar se utiliza para medir y describir la respuesta de los materiales, productos o conjuntos, al calor y las llamas en condiciones controladas, pero por sí misma no incorporan todos los factores necesarios para el riesgo de combustión o la evaluación de riesgo de incendio de los materiales, productos o ensamblados en condiciones reales de incendio.

#### **3.2.4.2 Descripción ensayo ASTM D 635**

Este método de ensayo de respuesta al fuego abarca un procedimiento de diagnóstico de laboratorio a pequeña escala para comparar la velocidad lineal relativa de la quema o el alcance y el tiempo en quemarse, o ambos, de plásticos en forma de barras, moldeados o corte de chapas, placas o paneles, que se ensayan en la posición horizontal.

Este método de ensayo fue desarrollado para materiales poliméricos utilizados para las piezas en dispositivos y aparatos. Los resultados están destinados a servir como una indicación preliminar de su aceptabilidad con respecto a la inflamabilidad para una aplicación particular. La aceptación final del material depende de su uso en equipamiento completo que se ajusta a la norma aplicable a dichos equipos.

Este estándar se utiliza para medir y describir la respuesta de los materiales, productos o conjuntos, al calor y las llamas en condiciones controladas, pero por sí misma no incorporan todos los factores necesarios para el riesgo de combustión o la evaluación de riesgo de incendio de los materiales, productos o ensamblados en condiciones reales de incendio.

## Capítulo 4 Clasificación Europea y sus Ensayos

La clasificación de materiales de revestimiento interior y mobiliario en Europa se basó en clasificaciones hechas en España, Inglaterra y por un sistema denominado como Euroclases.

### 4.1 Normativa Española [14] [4]

Para el caso de los materiales, las exigencias de comportamiento ante el fuego se definen fijando la clase que debe alcanzar conforme a la norma UNE 23727. Estas clases se denominan: M0, M1, M2, M3 y M4. El número de la denominación de cada clase indica la magnitud relativa con la que los materiales correspondientes pueden favorecer el desarrollo de un incendio.

Esta norma establece requisitos de comportamiento ante el fuego de los materiales de revestimiento, al mobiliario fijo que represente una implantación masiva en locales de determinado uso y a todos aquellos materiales que por su abundancia o su situación, puedan acrecentar la peligrosidad de un incendio.

- M0: material no combustible ante la acción térmica normalizada del ensayo (vidrio, materiales pétreos y cerámicos, metales, yesos, lana de roca).
- M1: material combustible pero no inflamable, lo que implica que su combustión no se mantiene cuando desaparece la aportación de calor desde un foco exterior. (PVC, lana de vidrio, DM, fórmica, barnices ignífugos).
- M2: material con grado de inflamabilidad baja (madera).
- M3: material con grado de inflamabilidad media (madera).
- M4: material con grado de inflamabilidad alta.

Se adopta el marco legislativo europeo común (norma EN 13501-

1:2007+A1:2009) y también adapta las clasificaciones españolas vigentes a las comunes europeas, ésta norma anula y sustituye a la norma UNE-EN 13501-1:2007, la cual era la última actualización de la norma UNE 23727.

A continuación se presentan las equivalencias de la ley española con la nueva legislación Europea, producto de una adaptación de las exigencias reglamentarias españolas de reacción al fuego a las comunes europeas.

Tabla 4.1 Equivalencias entre la clasificación Española y la nueva legislación europea. [2]

Clases de reacción al fuego de revestimientos de paredes y techos	
Legislación española anterior	Nueva legislación europea, vigente en España desde el día 02 del 07 de 2005
Clase exigida conforme a la Norma UNE 23727:1990	Clase que debe acreditarse conforme a la norma UNE EN 13501-1:2002
M0	A1 o A2-s1,d0
M1	B-s3,d0
M2	C-s3,d0
M3	D-s3,d0

#### 4.1.1 Requisitos para revestimientos interiores de piso

##### 4.1.1.1 Términos y definiciones

- Componente sustancial: Material que constituye una parte importante de un producto heterogéneo. Una capa con una masa/unidad de superficie  $\geq 1,0$  kg/m<sup>2</sup> o un espesor  $\geq 1,0$  mm se considera un componente sustancial.
- Componente no sustancial: Material que no constituye una parte importante de un producto heterogéneo. Una capa con una masa/unidad de superficie  $< 1,0$  kg/m<sup>2</sup> o un espesor  $< 1,0$  mm se considera un componente no sustancial.
- Componente interno no sustancial: Componente no sustancial que está cubierto por ambos lados por un componente sustancial al menos.

- Componente externo no sustancial: Componente no sustancial que no está cubierto por un lado por un componente sustancial.
- Poder calorífico superior (PCS): Calor de combustión de una sustancia cuando su combustión es completa y cualquier contenido de agua ha quedado totalmente condensada en condiciones específicas (EN ISO 13943).

#### 4.1.1.2 Símbolos y abreviaturas

Tabla 4.2 Símbolos y abreviaturas

Símbolo	Descripción
$\Delta T$	Incremento de temperatura [K]
$\Delta m$	Pérdida de masa [%]
PCS	Poder calorífico superior [MJ/kg o MJ/m <sup>2</sup> ]
$t_f$	Duración de llamas sostenidas [s]
$F_s$	Propagación de la llama [mm]
FIGRA	Índice de la velocidad de crecimiento del fuego utilizado a efectos de clasificación
LFS	Propagación lateral de la llama [m]
THR <sub>600s</sub>	Emisión total de calor en 600 s [MJ]

#### 4.1.1.3 Clasificación

La norma EN13501-1:2007+A1 clasifica los materiales de revestimientos de suelo de la manera que se muestra resumido en la Tabla 4.3:

Tabla 4.3 Clases de comportamiento de reacción al fuego para productos de revestimientos de suelos. [6]

Clase	Método(s) de ensayo	Criterios de clasificación	Clasificación adicional
<b>A1<sub>fl</sub></b>	EN ISO 1182 <sup>a</sup> y	$\Delta T \leq 30^\circ\text{C}$ ; y $\Delta m \leq 50\%$ ; y $t_f = 0$ (es decir, sin producción sostenida de llamas)	-
	EN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^a$ ; y $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^b$ ; y $\text{PCS} \leq 1,4 \text{ MJ/m}^2^c$ ; y $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^d$	-

Clase	Método(s) de ensayo	Criterios de clasificación	Clasificación adicional
<b>A2<sub>fi</sub></b>	EN ISO 1182 <sup>a</sup> o	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$ ; y $\Delta m \leq 50\%$ ; y $t_f \leq 20 \text{ s}$	-
	EN ISO 1716 y	$\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}^{\text{a}}$ ; y $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2^{\text{b}}$ ; y $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^2^{\text{c}}$ ; y $\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}^{\text{d}}$	-
	EN ISO 9239-1 <sup>e</sup>	Flujo crítico <sup>f</sup> $\geq 8 \text{ kW/m}^2$	Producción de humo <sup>g</sup>
<b>B<sub>fi</sub></b>	EN ISO 9239-1 <sup>e</sup> y	Flujo crítico <sup>f</sup> $\geq 8 \text{ kW/m}^2$	Producción de humo <sup>g</sup>
	EN ISO 11925-2 <sup>h</sup> . Exposición = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ dentro de 20 s	-
<b>C<sub>fi</sub></b>	EN ISO 9239-1 <sup>e</sup> y	Flujo crítico <sup>f</sup> $\geq 4,5$ $\text{kW/m}^2$	Producción de humo <sup>g</sup>
	EN ISO 11925-2 <sup>h</sup> . Exposición = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ dentro de 20 s	-
<b>D<sub>fi</sub></b>	EN ISO 9239-1 <sup>e</sup> y	Flujo crítico <sup>f</sup> $\geq 3 \text{ kW/m}^2$	Producción de humo <sup>g</sup>
	EN ISO 11925-2 <sup>h</sup> . Exposición = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ dentro de 20 s	-
<b>E<sub>fi</sub></b>	EN ISO 11925-2 <sup>h</sup> . Exposición = 15 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ dentro de 20 s	-
<b>F<sub>fi</sub></b>	Ningún comportamiento determinado		

<sup>a</sup> Para productos homogéneos y componentes sustanciales de productos heterogéneos.

<sup>b</sup> Para cualquier componente externo no sustancial de productos heterogéneos.

<sup>c</sup> Para cualquier componente interno no sustancial de productos heterogéneos.

<sup>d</sup> Para el producto como un todo.

<sup>e</sup> Duración del ensayo = 30 min.

<sup>f</sup> El flujo crítico se define como el flujo radiante para el cual se apaga la llama o el flujo radiante después de un período de ensayo de 30 min si este valor es inferior (es decir, el flujo correspondiente a la máxima propagación de la llama).

<sup>g</sup> s1 = humo  $\leq 750\%$  min;

s2 = no s1.

<sup>h</sup> En condiciones de ataque de la superficie por llama y, si procede para la aplicación de su uso final del producto, ataque del borde por llama.

#### 4.1.2 Ensayos exigidos

Los ensayos presentados a continuación son los necesarios para que los revestimientos de piso sean clasificados de acuerdo a la norma española.

#### ***4.1.2.1 Ensayo de no combustibilidad - EN ISO 1182***

Este ensayo identifica productos que no contribuirán en un incendio, o lo harán de manera poco importante, independientemente de su uso final.

Este ensayo es pertinente para las clases A1, A2, A1<sub>fi</sub>, A2<sub>fi</sub>, A1<sub>L</sub> y A2<sub>L</sub>.

#### ***4.1.2.2 Ensayo del calor de combustión - EN ISO 1716***

Este ensayo determina el máximo desprendimiento potencial total de calor de un producto cuando se quema por completo, independientemente de su uso final.

Este ensayo es adecuado para las clases A1, A2, A1<sub>fi</sub>, A2<sub>fi</sub>, A1<sub>L</sub> y A2<sub>L</sub>.

Permite la determinación del poder calorífico superior (PCS) y del poder calorífico neto o inferior (PCI).

#### ***4.1.2.3 Ensayo de inflamabilidad - EN ISO 11925-2***

Este ensayo evalúa la inflamabilidad de un producto expuesto a una llama pequeña. Este ensayo es pertinente para las clases B, C, D, E, B<sub>fi</sub>, C<sub>fi</sub>, D<sub>fi</sub>, E<sub>fi</sub>, B<sub>L</sub>, C<sub>L</sub>, D<sub>L</sub> y E<sub>L</sub>.

#### ***4.1.2.4 Determinación del comportamiento de revestimientos de suelos mediante una fuente de calor radiante - EN ISO 9239-1***

Este ensayo evalúa el flujo radiante crítico bajo el cual no se propagan las llamas sobre una superficie horizontal.

Este ensayo es pertinente para las clases A2<sub>fi</sub>, B<sub>fi</sub>, C<sub>fi</sub> y D<sub>f</sub>.

## 4.2 Normativa Inglesa [11]

Esta clasificación esta basada en ensayos de fuego estándar, cuyo objetivo busca medir o evaluar la respuesta de un material, producto o estructura, a uno o más aspectos del comportamiento ante el fuego. Estos ensayos de reacción al fuego no pueden medir el riesgo del incendio mismo.

Esta clasificación está basada en el libro “The building regulations 2000 – Fire Safety”.

Aquí se clasifican tanto los materiales utilizados como revestimientos interiores, materiales no combustible y de limitada combustibilidad.

### 4.2.1 Revestimientos interiores

Las clasificaciones nacionales utilizadas se basan en pruebas especificadas en la norma BS 476: Pruebas de fuego en materiales de construcción y estructuras, Parte 6: Método de ensayo para la propagación del fuego de los productos y la Parte 7: Método de ensayo para determinar la clasificación de la superficie de propagación de la llama de productos.

Estos revestimientos interiores se clasifican de acuerdo al desarrollo de la llama, tal como se muestra en la Tabla 4.4.

Tabla 4.4 Clasificación del desarrollo de la llama. [15]

Clasificación del desarrollo de llama				
Clasificación	Desarrollo de la llama a 1,5 min		Desarrollo de la llama final	
	Límite mm	Límite de un espécimen de la muestra mm	Límite mm	Límite de un espécimen de la muestra mm
Clase 1	165	165 + 25	165	165 + 25
Clase 2	215	215 + 25	455	455 + 45
Clase 3	265	265 + 25	710	710 + 75
Clase 4	Excede los límites para la Clase 3			

Para restringir el uso de materiales que se inflaman fácilmente, que tienen una alta tasa de generación de calor y/o con reducido tiempo de *flashover*, los índices máximos aceptables de "propagación del fuego" se especifican a continuación.

Éstos son determinados por referencia al método especificado en la norma BS 476: Parte 6: 1981 ó 1989 Método de ensayo para la propagación del fuego de los productos. Índice de rendimiento (I) se relaciona con el rendimiento global de la prueba, mientras que el subíndice ( $i_1$ ) se deriva de los tres primeros minutos de la prueba.

Para que un material logre una clasificación de Clase 0 se debe cumplir con los siguientes requisitos:

- Compuesto a lo largo de materiales de limitada combustibilidad.
- Lograr una resistencia al fuego de Clase 1 de acuerdo a la norma BS 476 Pt 7 - Propagación de la llama.
- Lograr un índice de I = menos de 12 y  $i_1$  = menos de 6 de acuerdo a la norma BS 476 Parte 6 – Propagación del fuego.

Sin embargo, la norma BS476 Parte 4: Ensayo de incombustibilidad de los materiales y la norma BS476 Parte 11: Método para evaluar la emisión de calor de los productos de la construcción, también se utilizan como un método para ser clasificado como Clase 0.

#### 4.2.2 Materiales no combustibles

La clase nacional define un material no combustible en las siguientes situaciones:

- a. Cualquier material que cuando se probó de acuerdo a la norma BS 476: Parte 11, no genera llamas ni causa ningún aumento de la temperatura ya sea en el centro del espécimen o en los termopares del horno.

- b. Productos clasificados como no combustibles de acuerdo a la norma BS 476: Parte 4, en donde el material será considerado como no combustible, si durante el ensayo, ninguna de las 3 muestras:
- i. Hace que la lectura de la temperatura de cualquiera de los dos termopares se eleve por 50°C o más por encima de la temperatura inicial del horno.
  - ii. Se observa una llama de forma continua por más de 10 segundos o más en el interior del horno.

#### 4.2.3 Materiales de limitada combustibilidad

La normativa nacional toma como referencia el método especificado en la norma BS 476: Parte 11: 1982.

Para que un material quede clasificado como de limitada combustibilidad, debe cumplir con una de las siguientes 4 exigencias mostradas en la Tabla 4.5:

Tabla 4.5 Exigencias para que un material sea clasificado como de limitada combustibilidad.

Material	Densidad	Ensayado de acuerdo a	Exigencia
Cualquiera	-	BS 476 Pt. 11	Ser no combustible de acuerdo a Sección 4.2.2.
Cualquiera	300 kg/m <sup>3</sup> o más.	BS 476 Pt. 11	No presentar llamas y el aumento de la temperatura en el termopar del horno no es más de 20°C.
Cualquier material compuesto con un núcleo no combustible (al menos 8 mm de espesor) con revestimiento de materiales combustibles (en uno o ambos lados) de no más de 0,5 mm de espesor.		BS 476 Pt. 11	Deben cumplir con los requisitos del ensayo (Índice de propagación de la llama BS476 Pt. 7).
Cualquiera	Menos de 300 kg/m <sup>3</sup> .	BS 476 Pt. 11	No presenta llama por más de 10 segundos y el aumento de la temperatura en el centro de la muestra en el termopar no es más que 35°C y en el termopar del horno no es más de 25°C.

#### 4.2.4 Ensayos

Los ensayos presentados a continuación son los necesarios para que los revestimientos interiores sean clasificados de acuerdo a la norma inglesa.

##### *4.2.4.1 Ensayo de no combustibilidad para materiales - BS476 Parte 4*

El estándar británico especifica un método de ensayo para determinar si los materiales de construcción no son inflamables en el sentido de la definición.

Los materiales utilizados en la construcción y acabado de edificios o estructuras se clasifican "no combustible" o "combustible" en función de su comportamiento en el "ensayo de incombustibilidad".

Esta prueba está diseñada para materiales de construcción, incluso revestido o no, pero no está destinado a aplicarse al revestimiento solo.

##### *4.2.4.2 Propagación de fuego - BS476 Parte 6*

Mide la tasa de liberación de calor durante la combustión. La liberación de calor durante la combustión afectará en el aumento de la temperatura del material circundante sin quemar y posterior tasa de propagación del fuego. La muestra se monta y se somete a 14 llamas de chorro de gas a intervalos en toda la anchura de la muestra. Dos calentadores eléctricos generan una temperatura de fondo. El aumento de temperatura se mide utilizando termopares y se compara con el aumento obtenido con una muestra de placa estándar de fibrocemento. La Clase 0 es el mejor resultado de las pruebas.

#### *4.2.4.3 Propagación superficial de la llama - BS476 Parte 7*

Esta prueba muestra como la propagación de la llama sobre la superficie de un material da una indicación en cuanto a su capacidad para extender el fuego.

La progresión de la parte anterior de la llama se mide después de 1:30 minutos y al final de la prueba.

Los grados del test van desde 1 (mejor) hasta 4 (el peor).

Para lograr la Clase 1 de la clasificación de la norma BS476 Parte 7, la propagación de la llama no debe ser superior a 165 mm en 10 minutos.

#### *4.2.4.4 Prueba de fuego para evaluar la emisión de calor - BS476 Parte 11*

Esta parte de la norma británica describe un método para evaluar la emisión de calor de los materiales de construcción cuando se inserta el material en el horno a una temperatura de 750°C.

Este método es aplicable a los materiales simples o mezclas de materiales, producidos o de origen natural, que son razonablemente homogéneos y de la que es posible obtener muestras representativas del material como un todo. También es aplicable a un material no homogéneo proporcionando, en donde las irregularidades dentro del material, tales como gradiente de densidad, tamaño de partícula, y los huecos, no son desproporcionadamente grandes en comparación con el tamaño de la muestra.

Este método normalmente no es adecuado para evaluar combinaciones de materiales, tales como los que están recubiertos, de chapa de madera o que contienen capas discretas de materiales que han sido corregidos o pegados juntos como superficie laminada. Sin embargo, siempre que las muestras suficientemente representativas puedan ser producidas, los materiales discretos individuales pueden ser evaluados por separado.

### 4.3 EUROCLASES [4] [10]

Las Euroclases constituyen un sistema armonizado de métodos y parámetros de ensayo, así como valores límites para las clasificaciones. Hasta antes de ser publicadas y puestas en servicio, cada país disponía de un sistema de clasificación distinto e incompatible entre sí, por lo que las Euroclases unifican los criterios de clasificación de los productos y materiales de construcción en el ámbito europeo.

Miden fundamentalmente la combustibilidad de los materiales de construcción, adicionalmente miden la emisión de humos opacos y el desprendimiento de la gota incandescente, siendo importante la ubicación del material en la obra.

Otros factores que consideran las Euroclases y se miden son el tiempo en que un elemento constructivo mantiene una o varias propiedades o características funcionales dentro del edificio, en el caso en que se produzca un incendio, y tienen en cuenta el tipo de material o producto, su uso, ubicación, funcionalidad, entre otros.

Para clasificar estos materiales en función de la reacción al fuego, estos se dividen en los que no son necesario ensayar y los que sí, entre los ensayos se encuentran:

- UNE-EN ISO 1182 – No combustibilidad.
- UNE-EN ISO 1716 – Determinación del calor de combustión.
- UNE-EN 13823 – Único objeto ardiendo.
- UNE-EN ISO 11925-2 – Inflamabilidad en presencia de llama “Pequeño quemador”
- UNE-EN ISO 9239-1 – Determinación del comportamiento ante calor radiante.

Este sistema de clasificación y de ensayos es mucho más preciso y tecnificado que los que se tenían hasta antes de la creación de la Euroclases, estas aportan al proyectista información adicional y no menos importante sobre los materiales, entre las que se destacan la producción de humos, el goteo de partículas incandescente y su potencial energético.

Energía: De acuerdo al potencial energético, se establecen 7 niveles.

A1, nivel en el que se integran aquellos productos que, en ninguna fase del incendio, pueden contribuir al mismo. (Productos incombustibles).

A2, nivel en el que se integran los productos con poder calorífico muy limitado, que en un incendio plenamente desarrollado no aportan, de modo significativo, una carga al fuego ni contribuyen a su desarrollo. (Productos incombustibles).

B, C, D y E, niveles en los que se integran los productos combustibles con un potencial energético creciente. (Productos combustibles).

F, nivel en el que se integran los productos que no pueden satisfacer ninguna de las exigencias anteriores o cuyas prestaciones no han sido sometidas a ninguna valoración. (Materiales con comportamiento frente al fuego no evaluado).

Opacidad de los humos: Se deja al margen su carácter tóxico, se distinguen tres clasificaciones.

s1, correspondiente a los casos de escasa y lenta opacidad.

s2, aplicable en casos de opacidad media.

s3, correspondiente a elevada y rápida opacidad.

Formación de gotas: Los productos pueden ser.

d0, en aquellos casos que no se producen gotas inflamadas.

d1, cuando se producen pero su duración es inferior a 10 segundos.

d2, resto de los casos.

Por lo tanto la clasificación de los materiales viene dada por una combinación de estas 3 clasificaciones:

Figura 4.1 Posibles combinaciones de Euroclases.

<b>Tabla de posibles Euroclases</b>		
<b>A1</b>		
A2-s1, d0	A2-s1, d1	A2-s1, d2
A2-s2, d0	A2-s2, d1	A2-s2, d2
A2-s3, d0	A2-s3, d1	A2-s3, d2
B2-s1, d0	B2-s1, d1	B2-s1, d2
B2-s2, d0	B2-s2, d1	B2-s2, d2
B2-s3, d0	B2-s3, d1	B2-s3, d2
C2-s1, d0	C2-s1, d1	C2-s1, d2
C2-s2, d0	C2-s2, d1	C2-s2, d2
C2-s3, d0	C2-s3, d1	C2-s3, d2
D2-s1, d0	D2-s1, d1	D2-s1, d2
D2-s2, d0	D2-s2, d1	D2-s2, d2
D2-s3, d0	D2-s3, d1	D2-s3, d2
E		E-d2
F		

### 4.3.1 Clasificación

En la Tabla 4.6 se presenta resumida el criterio de clasificación por parte de las Euroclases para los distintos materiales.

Tabla 4.6 Clases de comportamiento de reacción al fuego para productos de construcción, excluidos los revestimientos de suelos y los productos aislantes térmicos para tubos lineales. [5]

Clase	Método(s) de ensayo	Criterios de clasificación	Clasificación adicional
<b>A1</b>	EN ISO 1182 <sup>a</sup> y	$\Delta T \leq 30^{\circ}\text{C}$ ; y $\Delta m \leq 50\%$ ; y $t_f = 0$ (es decir, sin producción sostenida de llamas)	-
	EN ISO 1716	$\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{\text{a}}$ ; y $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{\text{b,c}}$ ; y $\text{PCS} \leq 1,4 \text{ MJ/m}^{\text{2d}}$ ; y $\text{PCS} \leq 2,0 \text{ MJ/kg}^{\text{e}}$	-
<b>A2</b>	EN ISO 1182 <sup>a</sup> y	$\Delta T \leq 50^{\circ}\text{C}$ ; y $\Delta m \leq 50\%$ ; y $t_f \leq 20 \text{ s}$	-
	EN ISO 1716 y	$\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}^{\text{a}}$ ; y $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^{\text{2b}}$ ; y $\text{PCS} \leq 4,0 \text{ MJ/m}^{\text{2d}}$ ; y $\text{PCS} \leq 3,0 \text{ MJ/kg}^{\text{e}}$	-
	EN 13823	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ ; y $\text{LFS} < \text{borde de la}$ $\text{muestra}$ ; y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Producción de humo <sup>f</sup> y gotas/partículas inflamadas <sup>g</sup>
<b>B</b>	EN 13823 y	$\text{FIGRA} \leq 120 \text{ W/s}$ ; y $\text{LFS} < \text{borde de la}$ $\text{muestra}$ ; y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 7,5 \text{ MJ}$	Producción de humo <sup>f</sup> y gotas/partículas inflamadas <sup>g</sup>
	EN ISO 11925-2 <sup>l</sup> . Exposición = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ dentro de 60 s	
<b>C</b>	EN 13823 y	$\text{FIGRA} \leq 250 \text{ W/s}$ ; y $\text{LFS} < \text{borde de la}$ $\text{muestra}$ ; y $\text{THR}_{600\text{s}} \leq 15 \text{ MJ}$	Producción de humo <sup>f</sup> y gotas/partículas inflamadas <sup>g</sup>
	EN ISO 11925-2 <sup>l</sup> . Exposición = 30 s	$F_s \leq 150 \text{ mm}$ dentro de 60 s	

Clase	Método(s) de ensayo	Criterios de clasificación	Clasificación adicional
<b>D</b>	EN 13823 y	FIGRA $\leq$ 750 W/s	Producción de humo <sup>f</sup> y gotas/partículas inflamadas <sup>g</sup>
	EN ISO 11925-2 <sup>i</sup> . Exposición = 30 s	F <sub>s</sub> $\leq$ 150 mm dentro de 60 s	
<b>E</b>	EN ISO 11925-2 <sup>i</sup> . Exposición = 15 s	F <sub>s</sub> $\leq$ 150 mm dentro de 20 s	Gotas/partículas inflamadas <sup>h</sup>
<b>F</b>	Ningún comportamiento determinado		

<sup>a</sup> Para productos homogéneos y componentes sustanciales de productos heterogéneos.

<sup>b</sup> Para cualquier componente externo no sustancial de productos heterogéneos.

<sup>c</sup> Alternativamente, cualquier componente externo no sustancial que tenga un PCS  $\leq$  2,0 MJ/m<sup>2</sup>, siempre que el producto satisfaga los criterios siguientes de la norma EN 13823: FIGRA  $\leq$  20 W/s, y LFS < borde de la muestra y THR<sub>600s</sub>  $\leq$  4 MJ y s1 y d0.

<sup>d</sup> Para cualquier componente interno no sustancial de productos heterogéneos.

<sup>e</sup> Para el producto como un todo.

<sup>f</sup> En la última fase del desarrollo del procedimiento de ensayo, se han introducido modificaciones del sistema de medida del humo, cuyos efectos exigen investigaciones adicionales.

s1 = SMOGRA  $\leq$  30 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> y TSP<sub>600s</sub>  $\leq$  50 m<sup>2</sup>; s2 = SMOGRA  $\leq$  180 m<sup>2</sup>/s<sup>2</sup> y TSP<sub>600s</sub>  $\leq$  200 m<sup>2</sup>; s3: no s1 o s2.

<sup>g</sup> d0 = ausencia de gotas/partículas en llamas persistiendo más de 10 s según la norma EN 13823 dentro de 600 s; d1 = ausencia de gotas/partículas en llamas según la norma EN 13823 dentro de 600 s; d2 = no d0 o d1.

La inflamación del papel según la norma EN ISO 11925-2 da por resultado una clasificación d2.

<sup>h</sup> Supera el ensayo = no se produce inflamación del papel (no hay clasificación); No supera el ensayo = inflamación del papel (clasificación d2).

<sup>i</sup> En condiciones de ataque de la superficie por llama y, si procede para la aplicación de uso final del producto, ataque del borde por llama.

#### 4.3.2 Ensayos

Los siguientes ensayos, son los exigidos para que un material cumpla con los criterios de las Euroclases.

- Ensayo de un único objeto ardiendo - EN 13823

Este ensayo evalúa la contribución potencial de un producto al desarrollo de un fuego, bajo una situación de fuego que simula un único objeto ardiendo en una esquina de una habitación cerca de ese producto. El ensayo es pertinente para las clases A2, A2<sub>L</sub>, B, B<sub>L</sub>, C, C<sub>L</sub>, D y D<sub>L</sub>. Bajo las condiciones especificadas en el apartado 8.3.2, también es pertinente para la clase A1.

- UNE-EN ISO 1182 – No combustibilidad.
- UNE-EN ISO 1716 – Determinación del calor de combustión.
- UNE-EN ISO 11925-2 – Inflamabilidad en presencia de llama “Pequeño quemador”
- UNE-EN ISO 9239-1 – Determinación del comportamiento ante calor radiante.

Los ensayos mencionados anteriormente están descritos en la Sección 4.1.2 “Ensayos exigidos”.

## Capítulo 5 Exigencias EEUU

En el capítulo siguiente se presentan las exigencias hechas por parte de los códigos *National Fire Protection Association* (NFPA) y el *International Building Code* (IBC), ambos códigos creados en Estados Unidos.

Aquí se especifican las exigencias hechas a edificios o construcciones destinados a alta convocatoria de personas o bien llamados de reunión pública.

### 5.1 Exigencias código NFPA 101

Se presentan exigencias tanto para acabados interiores de distintos materiales tales como materiales textiles, de vinilo expandido, entre otros, para materiales usados como acabado decorativo, para revestimientos con el fin de retardar el fuego, y disposiciones especiales que apuntan a la construcción de plataformas y escenarios, y por ultimo, características de funcionamiento para recintos destinados al servicio de comidas, entre otros.

#### 5.1.1 Acabados interiores

En la Tabla 5.1 se resumen las exigencias para distintos acabados interiores, en diversas ubicaciones.

Tabla 5.1 Exigencias para acabados interiores en distintas ubicaciones.

Exigencias para acabados interiores			
Ubicación/Uso	Revestimientos	Exigencia	Clase exigida
Salidas	Paredes y cielorrasos	-	A
Cerramiento de salidas	-	-	A o B
Pisos	Piso	-	Ningún requisito

Exigencias para acabados interiores				
Corredores y vestíbulos		Paredes y cielorrasos	Cumplir con Sección 3.1.1	A o B
Escaleras cerradas		Paredes y cielorrasos	Cumplir con Sección 3.1.1	A
Áreas para reuniones públicas	Carga de ocupantes > 300	Paredes y cielorrasos	Cumplir con Sección 3.1.1	A o B
	Carga de ocupantes ≤ 300			A, B o C
Pantallas para la proyección		-	Cumplir con Sección 3.1.1	A o B

Se exceptúan de ensayos de simulación de instalación real los materiales aplicados, en un espesor total menor que 0,09 cm, directamente a la superficie de las puertas y cielorrasos, si cumplen con los requisitos de los acabados interiores para paredes y cielorrasos Clase A, cuando se ensayan de acuerdo con la norma NFPA 255.

### 5.1.2 Materiales específicos

Se presentan exigencias tanto para materiales textiles, de vinilo expandido, gomaespuma, plásticos transmisores de luz y artículos de decoración y mobiliario.

#### 5.1.2.1 Materiales textiles en paredes y cielorrasos

El uso de materiales textiles en paredes o cielorrasos deberá estar limitado según la Tabla 5.2.

**Tabla 5.2 Limitación de uso para materiales textiles en paredes o cielorrasos.**

<b>Material</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Exigencia</b>
Materiales textiles	Paredes o cielorrasos	A	Protegidos por un sistema de rociadores automáticos aprobado
Materiales textiles	Paredes o cielorrasos	A	Tabiques que no excedan 3/4 de la altura del piso al cielorraso ni más de 2,4 m de altura, cualquiera sea la medida menor
Materiales textiles	Paredes o cielorrasos	A	Se debe permitir que los materiales se extiendan hasta 1,2 m por encima del piso en las paredes y tabiques que llegan hasta el cielorraso
Materiales textiles	Paredes o cielorrasos	A	Se debe permitir que continúen en uso la instalaciones ya existentes, previamente aprobadas
Materiales textiles	Paredes o tabiques	-	Se deben permitir cuando se ensayen de acuerdo con la norma NFPA 265

**5.1.2.2 Recubrimientos para paredes o cielorrasos de vinilo expandido**

Los recubrimientos murales de vinilo expandido deberán cumplir con una de las condiciones siguientes que se muestran en la Tabla 5.3 a continuación.

**Tabla 5.3 Condiciones que deben cumplir los recubrimientos murales de vinilo expandido.**

<b>Material</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Exigencia</b>
Vinilo expandido	Paredes o cielorrasos	A	Protegidos por un sistema de rociadores automáticos aprobado
Vinilo expandido	Paredes o cielorrasos	A	Tabiques que no excedan 3/4 de la altura del piso al cielorraso ni más de 2,4 m de altura, cualquiera sea la medida menor
Vinilo expandido	Paredes o tabiques	A	Se debe permitir que los materiales se extiendan hasta 1,2 m por encima del piso en las paredes y tabiques que llegan hasta el cielorraso
Vinilo expandido	Paredes	-	Se deben permitir cuando se ensayen y cumplan de acuerdo con la norma NFPA 255
Vinilo expandido	Paredes o tabiques	-	Se deben permitir cuando se ensayen de acuerdo con la norma NFPA 265
Vinilo expandido	Paredes, tabiques o cielorrasos	-	Se deben permitir cuando se ensayen de acuerdo con la norma NFPA 286

#### ***5.1.2.3 Plástico celular o gomaespuma***

Los materiales de plástico celular o gomaespuma no se deberán usar como acabado interior de paredes y cielorrasos.

Excepción No. 1: Se deberán permitir materiales de plástico celular o gomaespuma en base a ensayos de fuego que sustenten aceptablemente sus características de combustibilidad para su uso propuesto en condiciones reales de incendio.

Excepción No. 2: Se deberá permitir el plástico celular o gomaespuma como decoración si no excede el 10% del área de la pared o el cielorraso, siempre que no tenga una densidad menor que  $320 \text{ kg/m}^3$ , esté limitado a un espesor de 1,3 cm y a 10,2 cm de ancho y cumpla con los requisitos para el acabado interior Clase A de paredes y cielorrasos, según lo descrito en la norma NFPA 255 que se explicita en la Sección 3.1; no obstante, no deberá estar limitada la evaluación de la protección contra el humo.

#### ***5.1.2.4 Plásticos transmisores de Luz***

Se deberá permitir el uso de plásticos transmisores de luz como acabado interior de paredes y cielorrasos, si así lo aprueba la autoridad competente.

#### ***5.1.2.5 Decoraciones y mobiliarios***

Las decoraciones y mobiliario que no cumplen con la definición de acabado interior, deberán cumplir los requisitos de la Sección 3.1.3.

### 5.1.3 Acabado decorativo e incidental

Se deberá permitir que el acabado interior de paredes y cielorrasos, que no exceda del 10% de las áreas agregadas de paredes y cielorrasos de cualquier sala, sea de materiales de Clase C en las ocupaciones donde se requieran acabados interiores de paredes y cielorrasos de Clase A o Clase B.

### 5.1.4 Revestimientos retardantes de fuego

Se deberá permitir que la clasificación requerida de la propagación de la llama o de desarrollo de humo de las superficies existentes de paredes, tabiques, columnas y cielorrasos, sea asegurada mediante la aplicación de revestimientos retardantes del fuego aprobados en las superficies que tienen velocidades de propagación de llama más altas que las permitidas. Dichos tratamientos deberán cumplir con los requisitos de la norma NFPA 703, *Standard for Fire Retardant Impregnated Wood and Fire Retardant Coatings for Building Materials*.

Los revestimientos retardantes del fuego deberán poseer el grado deseado de permanencia y deberán mantenerse para conservar la efectividad del tratamiento en las condiciones de uso encontradas en la utilización real.

### 5.1.5 Disposiciones especiales

Se presentan exigencias específicas tanto para escenarios y plataformas, cabinas de proyección, edificios para entretenimientos especiales y requisitos para tribunas.

#### 5.1.5.1 Escenarios y plataformas

Se explicitan las exigencias para la construcción tanto de escenarios y plataformas, la forma en que se debe proteger las aberturas del proscenio y los requisitos para el retardo de las llamas sobre la escenografía.

##### 5.1.5.1.1 Construcción de plataformas

Plataformas temporarias se permite que se construyan de cualquier material.

Plataformas permanentes se deberán construir con los materiales que se requieran para el tipo de construcción del edificio en donde la plataforma esta localizada. Excepto el piso de terminación que se deberá permitir ser de madera en todos los tipos de construcción.

##### 5.1.5.1.2 Construcción de escenarios

Escenarios normales se deberán construir con los materiales que se requieran para el tipo de construcción del edificio en el cual estén localizados. En todos los casos el piso de acabado deberá ser de madera.

Escenarios legítimos se deberán construir con materiales requeridos para edificios Tipo I. El área que se extiende desde la abertura del proscenio hasta la pared trasera del escenario, y por una distancia de 183 cm más allá de la abertura del proscenio en cada lado, se debe permitir que se construya de acero o madera pesada cubierta con un piso de madera de espesor real no menor que 3,8 mm.

- Escenario legitimo: Escenario con una altura mayor que 15 m medidos desde el punto más bajo del piso del escenario hasta el punto más elevado del techo o entrepiso ubicado sobre el mismo.
- Escenario normal: Escenario con una altura de 15 m o menos medidos desde el punto más bajo sobre la cubierta del mismo.

#### 5.1.5.1.3 Protección de aberturas del proscenio

La abertura del proscenio se deberá proteger con una cortina contra incendio o una cortina de agua aprobada que cumpla con la norma NFPA 13, *Standard for the Installation of Sprinkler Systems*. La cortina contra incendio o de agua se deberá diseñar para que sea activada con la detección automática de un incendio y por activación manual.

Las cortinas contra incendio deberán ser conjuntos de protección con aberturas aceptadas por una agencia aprobada o se deberán construir como sigue:

- (a) Telas de asbesto. Cuando no lo prohíba la ley federal, estatal o local aplicable, se deberá permitir que las cortinas se fabriquen de uno o más espesores de tela de asbesto como mínimo de 2 lb/yd<sup>2</sup> (1,5 kg/m<sup>2</sup>) grado AAA con insertos de alambre u otra tela de asbesto con una clasificación de resistencia al fuego mayor que la de 2 lb/yd<sup>2</sup> (1,5 kg/m<sup>2</sup>) grado AAA con insertos de alambre. Si hay secciones de tela que no son de asbesto, deberán tener un tratamiento de resistencia a la llama para que no promuevan la combustión.
- (b) Otras telas. Las cortinas que no cumplan con los criterios anteriores se deberán fabricar de uno o más espesores de una tela incombustible o de una tela con un material base incombustible, a la cual se le deberá permitir tener una capa de recubrimiento, siempre que la tela modificada cumpla con los criterios detallados en la Sección 5.1.5.1.3. Las telas para cortinas deberán tener un peso mínimo de 23/8 lb/yd<sup>2</sup> (1,3 kg/m<sup>2</sup>).
- (c) Ensayo de incendio. Se deberá someter una cortina de muestra con un mínimo de dos costuras verticales al ensayo de incendio especificado en la norma NFPA 251, *Standard Methods of Tests of Fire Endurance of Building Construction and Materials*, como se aplica a paredes no portantes (que no resisten carga) y tabiques, por un período de 30 minutos. La cortina deberá traslapar los bordes del horno en una longitud

que sea apropiada para sellar la parte superior y los lados. Deberá tener un bolsillo inferior conteniendo un listón de como mínimo 4 lb/pie lineal (5 kg/m). El lado no expuesto de la cortina no deberá fulgurar ni tampoco deberá dejar pasar llamas ni humo durante el período de ensayo. Para este ensayo de seguridad contra incendio de las cortinas del proscenio, no son aplicables los requisitos del ensayo de temperatura de superficie no expuesta ni los del de chorro de manguera de incendio.

- (d) Ensayo de humo. Las telas de cortinas deberán tener una densidad de humo no mayor que 25 al ensayarse de acuerdo con la norma NFPA 255, *Standard Method of Test of Surface Burning Characteristics of Building Materials*. La tela de cortina se deberá ensayar en la condición en la que deberá ser utilizada.

#### 5.1.5.1.4 Requisitos sobre retardo de llamas

Las escenografías combustibles de tela, película, vegetación (seca) y materiales similares deberán cumplir con los requisitos de la norma NFPA 701. Sólo deberá permitirse emplear gomaespuma con la expresa aprobación de la autoridad competente. La escenografía y la utilería en los escenarios retráctiles deberán ser de materiales incombustibles o de combustión limitada.

En teatros, cines, y estudios de televisión, con o sin proyecciones horizontales, y en cuevas y cavernas simuladas de gomaespuma, cualquier paquete de combustible individual deberá tener una tasa de liberación de calor máxima de 100 kW, al ser ensayado con la norma UL 1975.

#### 5.1.5.2 Cabinas de proyección

Si se utiliza película de nitrato de celulosa, la sala de proyección deberá cumplir con la norma NFPA 40, *Standard for the Storage and Handling of Cellulose Nitrate Motion Picture Film*.

#### ***5.1.5.3 Edificios para entretenimientos especiales***

Los edificios para entretenimientos especiales, independientemente de la carga de ocupantes, deberán cumplir con los requisitos correspondientes para ocupaciones públicas, además de estos requisitos presentados a continuación. A excepción de los edificios en los cuales las estructuras para juegos de niveles múltiples no tienen más de 3 m de altura y tienen una superficie proyectada acumulada de no más de 14,9 m<sup>2</sup>.

Los revestimientos interiores deberán ser clasificados como Clase A, o cumplir con la Sección 3.1.1 y 3.1.2 según corresponda.

#### ***5.1.5.4 Requisitos tribunas***

Los espacios por debajo de las tribunas deberán mantenerse libres de materiales inflamables o combustibles, salvo que estén protegidos por un sistema de rociadores automáticos aprobado y supervisado.

#### ***5.1.6 Características de funcionamiento***

A continuación se presentan requisitos especiales para la operaciones del servicio de comidas en edificios de reunión pública, los cuales están enfocados en los equipos de cocina portátiles, también se presentan requisitos que apuntan al mobiliario, decoración y escenografía del recinto, y por ultimo en disposiciones especiales para las instalaciones de exposiciones.

##### ***5.1.6.1 Equipos de cocina portátiles***

Los equipos que no estén conectados mediante conductos de humo sólo

deberán permitirse de la siguiente manera:

- (1) Deberá permitirse emplear equipos alimentados mediante fuentes de calor pequeñas que puedan ser rápidamente extinguidas con agua, tales como velas o equipos quemadores de alcohol, incluyendo alcohol sólido, siempre que se tomen precauciones adecuadas, satisfactorias para la autoridad competente, para impedir la ignición de cualquier material combustible.
- (2) Deberá permitirse usar velas en las mesas utilizadas para servir comidas si las mismas están firmemente apoyadas sobre bases incombustibles ubicadas para evitar peligros de ignición para los materiales combustibles y sólo si la autoridad competente lo aprueba.

#### *5.1.6.2 Mobiliario, decoración y escenografía*

Las telas y películas usadas con propósitos decorativos, toda la tapicería y cortinas y demás mobiliario deberán cumplir con los requisitos de la norma NFPA 701.

Los materiales de gomaespuma y los materiales no protegidos que contengan gomaespuma usados con propósitos decorativos o en escenografías sobre escenarios deberán tener una tasa de liberación de calor máxima de 100 kW al ser ensayados de acuerdo con la norma UL 1975.

Se exceptúan elementos individuales de gomaespuma o elementos que contengan gomaespuma cuando el peso de esta no supera 0,45 kg.

#### *5.1.6.3 Disposiciones especiales para las instalaciones para exposiciones*

- Exhibiciones. Las cabinas de exhibición deberán estar construidas de:
  - (1) Materiales incombustibles o de combustión limitada.

(2) Madera de más de 0,6 cm de espesor nominal o madera de menos de 0,6 cm de espesor nominal que sea madera retardadora del fuego, con tratamiento de presión, que cumpla con los requisitos de la norma NFPA 703.

(3) Materiales retardadores del fuego que cumplan con la norma NFPA 701.

(4) Revestimientos textiles para muros y productos similares tales como alfombras utilizados como acabados de muros o cielorrasos que cumplan con los requisitos de materiales específicos en la Sección 5.1.2.

(5) Plásticos limitados a aquellos que cumplan con la Sección 3.1.1 y 3.1.2 y los requisitos de los materiales específicos en la Sección 5.1.2.

(6) Gomaespuma y materiales que contengan gomaespuma que tengan una tasa de liberación de calor para cualquier envase de combustible individual no mayor que 100 kW al ser ensayados de acuerdo con la norma UL 1975.

(7) Cartón y otros materiales combustibles que tengan una tasa de liberación de calor para cualquier envase de combustible individual no mayor que 150 kW al ser ensayados de acuerdo con la norma UL 1975.

- Las cortinas, telones y decoraciones deberán cumplir con la norma NFPA 701.

- Los materiales acústicos y decorativos incluyendo, pero no limitados a, algodón, heno, papel, cañas de bambú y viruta de madera, deberán tener un tratamiento retardador del fuego satisfactorio para la autoridad competente. No se deberán utilizar materiales que no puedan recibir tratamientos retardadores del fuego. La gomaespuma y los materiales que contengan gomaespuma usados como objetos decorativos tales como, pero no limitados a, maniqués, murales y carteles deberán tener una tasa de liberación de calor para cualquier envase de combustible individual no mayor que 150 kW al ser ensayados de acuerdo con la norma UL 1975.

Excepción: Cuando la superficie acumulada de dichos materiales sea inferior al 10% de la superficie individual del piso o muro, dichos materiales se deberán poder usar de acuerdo con la aprobación de la autoridad

competente.

- Los dispositivos para cocinas y para calentar alimentos ubicados dentro de una cabina de exhibición deberán cumplir con los siguientes:
  - (1) Los equipos de cocina de fuente única que utilicen aceites combustibles o sólidos deberán cumplir con los siguientes criterios:
    - a. Estar ubicados sobre materiales con superficie incombustible.
    - b. Mantenerse a una distancia horizontal mínima de 0,6 m de cualquier material combustible.

## 5.2 Exigencias *International Building Code* (IBC)

Se exigirán los presentes requisitos para todos aquellos materiales de revestimiento y mobiliarios que estén contenidos en un edificio de reunión de personas, o como el *International Building Code* lo describe, “*Assembly group*”.

Estos requisitos apuntan a los materiales usados como revestimientos interiores de paredes y cielorrasos, revestimientos interiores de piso, materiales combustibles usados en cierto tipo de construcción, materiales decorativos y *trim*, para los sistemas acústicos del techo, requerimientos especiales que apuntan a la construcción de plataformas y escenarios, espacios ocultos y finalmente a materiales plásticos.

### 5.2.1 Revestimientos interiores de paredes y cielorrasos

Se presentan exigencias para revestimientos interiores de paredes y cielorrasos de materiales textiles y vinilo expandido, espumas de plásticos, requisitos basado en los grupos de ocupación de un edificio, para elementos estructurales resistentes al fuego, exigencias para polietileno de alta densidad, entre otros.

#### 5.2.1.1 Revestimientos de paredes o cielorrasos de materiales textiles y vinilo expandido

Deberán tener una clasificación Clase A del índice de desarrollo de la llama de acuerdo con la norma ASTM E 84 y estarán protegido por un sistema de rociadores automáticos.

#### 5.2.1.2 Espumas de plásticos

No se utilizarán como revestimiento interior excepto en la previsión que se explicita en la Sección 5.2.8.1.5. Se aplica tanto a la espuma de plástico expuesta y espuma de plástico usada en conjunto con revestimientos textiles, vinilo o cubierta.

#### 5.2.1.3 Revestimientos textiles y de vinilo expandido de paredes y cielorrasos

Cuando se usan como material de acabado interior, deben cumplir con los requisitos de la Tabla 5.4.

Tabla 5.4 Requisitos que deben cumplir los revestimientos textiles y de vinilo expandido al ser usados como acabado interior.

	<b>Material de revestimiento</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Exigencia</b>
Textil	Se incluyen materiales que tienen tejido o no tejido, perchado, con mechón insertado, en bucle o superficie similar, alfombras y materiales textiles similares	Paredes	Cumplir con las Secciones 3.2.1.2, 3.2.1.3 o 5.2.1.1
Textil		Cielos	Cumplir con las Secciones 3.2.1.2 o 5.2.1.1
	Vinilo expandido	Paredes	Cumplir con las Secciones 3.2.1.2, 3.2.1.3 o 5.2.1.1
	Vinilo expandido	Cielos	Cumplir con las Secciones 3.2.1.2 o 5.2.1.1

### 5.2.1.4 Requisitos basados en los grupos

Los revestimientos de pared y cielorraso deben tener un índice de propagación de la llama no superior a la especificada en la Tabla 5.5, para el grupo y ubicación designado.

Los materiales de revestimiento de pared y cielorraso ensayados de acuerdo con la norma NFPA 286 y que satisfacen los criterios de la Sección 3.2.1.2, se permitirá que se utilicen cuando se requiera una clasificación de Clase A de acuerdo con la norma ASTM E 84.

Tabla 5.5 Requisitos de acabado interior de paredes y cielorrasos basado en los grupos.

Requerimientos de acabado interior de paredes y cielorrasos por ocupación						
Grupo	Con sistema de rociadores <sup>g</sup>			Sin sistema de rociadores		
	Cerramientos de salida y pasillos de salida <sup>a,b</sup>	Corredores	Habitaciones y espacios cerrados <sup>c</sup>	Cerramientos de salida y pasillos de salida <sup>a,b</sup>	Corredores	Habitaciones y espacios cerrados <sup>c</sup>
A-1 y A-2	B	B	C	A	A <sup>d</sup>	B <sup>e</sup>
A-3 <sup>f</sup> , A-4, A-5	B	B	C	A	A <sup>d</sup>	C

a. Materiales de acabado interior Clase C estarán permitidos para revestimientos de madera o paneles de no más de 1.000 pies cuadrados de área de superficie aplicada en el vestíbulo del grado en que aplican directamente sobre una base no combustible o sobre tiras de madera aplicados a una base no combustible y con un bloqueo contra el fuego.

b. En cerramientos de salida de los edificios de menos de tres pisos que no sean del Grupo I-3, se permitirá acabado interior Clase B para edificios sin sistema de rociadores y acabado interior Clase C para edificios con sistema de rociadores.

c. Condiciones necesarias para espacios cerrados y se basarán en los espacios cerrados por tabiques. Cuando se requiere un grado de resistencia al fuego de los elementos estructurales, los tabiques de cerramiento se extenderán desde el suelo hasta el techo. Los tabiques que no cumplan con esta condición se considerarán espacios cerrados, y las habitaciones o espacios en ambos lados, se considerarán uno solo. En la determinación de los requisitos aplicables para las habitaciones y espacios cerrados, la ocupación de los mismos específicos será el factor que rige independientemente de la clasificación del grupo del edificio o estructura.

d. Área del lobby del Grupo A-1, A-2 y A-3 no deberá ser inferior a los materiales de clase B.

e. Se permitirá materiales de acabado interior clasificados como Clase C en lugares de reunión con un número de ocupantes de 300 personas o menos.

f. Respecto a los lugares de culto religioso, la madera utilizada para fines ornamentales, cerchas, paneles o equipamiento para coro estará permitido.

g. Se aplica cuando los cerramientos de salida, pasillos de salida, pasillos o habitaciones y espacios cerrados están protegidos por un sistema de rociadores automáticos.

#### *5.2.1.5 Exigencia para materiales de revestimiento interior para elementos estructurales resistentes al fuego*

Cuando los materiales de acabado interior se aplican en las paredes, techos o elementos estructurales que se requieren para tener una clasificación de resistencia al fuego o estar en una construcción no combustible, deberán cumplir con las disposiciones de la presente sección, las cuales están enfocadas en el montaje directo y construcción de la cubierta, como en los materiales que se pueden utilizar.

##### *5.2.1.5.1 Montaje directo y construcción de cubierta*

Donde las paredes y los techos están obligados a cumplir alguna disposición de este código para ser clasificado como resistente al fuego o construcción no combustible, el material de acabado interior se aplicará directamente en contra de tal construcción o sobre listones de enrasado de ancho inferior o igual a 44 mm. Los espacios entre los listones de enrasado deben cumplir con uno los siguientes:

1. Se llenara con material que es inorgánico o no combustible.
2. Se rellenará con material que cumpla con los requisitos de la Clase A, de acuerdo con la Sección 3.2.1.1 o 3.2.1.2;
3. Tener un bloqueo contra el fuego en un máximo de 2438 mm en cualquier dirección.

##### *5.2.1.5.2 Materiales*

El revestimiento interior de una pared o cielorraso que no es mayor que 6,4 mm de espesor será aplicado directamente contra un soporte no combustible.

Excepciones:

1. Materiales no combustibles.

2. Materiales en los que las pruebas de calificación se hicieron con el material suspendido o enganchado desde el soporte no combustible.

#### **5.2.1.6 Exigencia para polietileno de alta densidad (HDPE)**

Cuando un polietileno de alta densidad es usado como un revestimiento interior, deberá cumplir con los requerimientos de la Sección 3.2.1.2.

#### **5.2.1.7 Sistemas de estiramiento fabricados en sitio (Site-fabricated stretch system)**

Cuando se usen revestimientos interiores de pared o cielorraso, a los sistemas de estiramiento fabricados en sitio se les realizarán pruebas de la forma prevista para su uso, y deberán cumplir con los requisitos de Sección 3.2.1.1 o 3.2.1.2.

#### **5.2.2 Revestimientos de piso**

En el código *International Building Code* se exige que en todas las ocupaciones, acabados interior de pisos y materiales de revestimientos de suelo en cerramientos de salidas, pasillos de salida, los pasillos y las habitaciones o espacios no separados de los pasillos por tabiques de altura completa (que se extienden desde el suelo hasta la parte inferior del techo) deben soportar un flujo radiante crítico mínimo de clasificación Clase II al menos.

En todas las áreas, materiales de revestimiento textiles de suelos deberán cumplir con la norma ASTM D 2859, *Standard Test Method for Ignition Characteristics of Finished Textile Floor Covering Materials*.

Excepción: Cuando un edificio está equipado con un sistema de rociadores, los

materiales Clase II están permitidos en cualquier área donde se requieren materiales de Clase I, y los materiales que concuerden con la norma ASTM D 2859 se permiten en cualquier área donde se requieren materiales de Clase II.

#### **5.2.2.1 Descripción norma ASTM D 2859**

Este estándar de ensayo de respuesta al fuego, describe un método de ensayo para la determinación de la inflamabilidad del suelo textil terminado que cubre los materiales, cuando se exponen a una fuente de ignición en condiciones controladas de laboratorio.

Este método de ensayo es aplicable a todo tipo de revestimientos de suelos textiles, independientemente del método de fabricación o si están hechos de fibras naturales o artificiales.

Este estándar se utiliza para medir y describir la respuesta de los materiales, productos o conjuntos al calor y a las llamas en condiciones controladas, pero por sí misma no incorporan todos los factores necesarios para el riesgo de incendio o de evaluación del riesgo de incendio de los materiales, productos, o conjuntos bajo condiciones de fuego reales.

#### **5.2.3 Materiales combustibles en construcciones Tipo I y II**

Los materiales combustibles instalados o incrustados en pisos de edificios de construcción Tipo I o II deberán cumplir con las siguientes condiciones que tienen que ver con la construcción del subsuelo, los pisos de acabado de madera, y con las placas aislantes.

Excepción: Escenarios y plataformas construidas de acuerdo con la Sección 5.2.6.1 respectivamente.

#### 5.2.3.1 Construcción del subsuelo

Durmientes de piso y apoyos para clavazón no deben ser construidos con materiales combustibles, a menos que el espacio entre el conjunto de suelo clasificado con resistencia al fuego y el suelo está bien sólidamente lleno de materiales no combustibles o bloqueados contra el fuego, y siempre que tales espacios abiertos no puedan extenderse debajo o a través de tabiques o paredes permanentes.

#### 5.2.3.2 Pisos de acabado de madera

Se permite que el acabado de pisos de madera se unan directamente a bloques contra el fuego o durmientes de madera incrustados, cuando se cimente directamente en la superficie clasificada como resistente al fuego para pisos de reunión de personas, o directamente a un subsuelo de madera unida a los durmientes como se dispone en la Sección 5.2.3.1.

#### 5.2.3.3 Placas aislantes

Paneles aislantes combustibles de no más de 12,7 mm de espesor y cubierta con acabado de piso se permiten cuando están conectados directamente a un conjunto de suelo no combustible o a las bases de madera unida a los durmientes como se dispone en la Sección 5.2.3.1.

#### 5.2.4 Materiales decorativos y trim

Las exigencias que especifica el código *International Building Code* para los materiales decorativos y *trim*, apuntan a requerimientos generales, al uso de

materiales decorativos no combustibles y combustibles, espumas de plástico, plásticos de piroxilina, entre otros.

#### ***5.2.4.1 Requerimientos generales***

En los grupos de ocupación A (reunión de personas), cortinas, colgaduras, tapicerías y otros materiales decorativos suspendidos de las paredes o techos deberán cumplir con los criterios de rendimiento de propagación de la llama de la norma NFPA 701, o ser no combustibles.

En paredes fijas o móviles, tabiques, los paneles con aplicación estructural, decoración, corrección acústica, aislamiento de la superficie o para otros fines, se considerarán como acabado interior si cubren 10 por ciento o más de la pared o de la zona del cielorraso, y no se considerarán materiales decorativos o muebles.

#### ***5.2.4.2 Materiales decorativos no combustibles***

La cantidad permitida de material decorativo no combustible no estará limitada.

#### ***5.2.4.3 Materiales decorativos combustibles***

La cantidad permitida de materiales decorativos que satisfacen los criterios de rendimiento de propagación de la llama de la norma NFPA 701 no será superior al 10 por ciento de la pared o de una zona de techo a la que está unido.

Excepción: En auditorios del Grupo A, la cantidad permitida de material decorativo que satisfacen los criterios de rendimiento de propagación de la

llama de la norma NFPA 701 no podrá exceder del 75 por ciento del área de la pared agregada en el que el edificio está equipado con un sistema de rociadores.

#### **5.2.4.4 Espumas de plástico**

Espuma de plástico utilizado como *trim* en una ocupación deberán cumplir con la Sección 5.2.8.2.

#### **5.2.4.5 Plásticos de piroxilina**

Imitación de cuero u otro material consistente, o recubierto con una piroxilina o base similarmente peligrosa no podrán ser utilizados en las ocupaciones del grupo A.

#### **5.2.4.6 Trim interior**

El material, que no sea de espuma de plástico que se utiliza como acabado interior, tendrá una extensión de la llama e índice de generación de humo mínimo de Clase C cuando se ensaya de acuerdo con la norma ASTM E 84, tal como se describe en la Sección 3.2.1.1.

Materiales de *trim* combustible, con exclusión de pasamanos y barandillas, no superará el 10 por ciento del área de la pared o en el cielorraso específico en el que se adjunta.

#### 5.2.4.7 Base de suelo-pared interior

Los materiales utilizados en la base interior de suelo-pared que es de 152 mm o menos de altura, se someterá a ensayo en conformidad con la Sección 3.2.2 y no deberá ser inferior a la Clase II. Cuando se requiera un acabado de piso de Clase I, la base de suelo-pared debe ser de Clase I.

Excepción: Materiales de *trim* acabado interior que cumplen con la Sección 5.2.4.6.

#### 5.2.5 Sistemas acústicos del techo

El código *International Building Code* exige que los materiales utilizados en los sistemas acústicos del techo cumplan ciertos requisitos y se instalen de acuerdo a ciertas restricciones.

##### 5.2.5.1 Materiales e instalaciones

Los materiales acústicos que cumplan los requisitos de acabado de interiores de pared y cielorraso de la Sección 3.2.1 deben ser instalados de acuerdo con las recomendaciones del fabricante y las disposiciones aplicables para aplicar el acabado interior.

#### 5.2.6 Requerimientos especiales

Se presentan requerimientos especiales tanto para la construcción de escenarios y plataformas, y construcciones especiales de atracciones.

#### 5.2.6.1 Escenarios y plataformas

El código *International Building Code* presenta exigencias con respecto a la construcción de escenarios, en donde se centran en los tipos de materiales, en las cortinas que cubren el proscenio, y los materiales combustibles que pueden ser utilizados. De igual forma se presentan exigencias para la construcción de plataformas.

##### 5.2.6.1.1 Escenarios

Los escenarios deberán estar contruidos con materiales que son requeridos para los pisos del tipo de construcción del edificio en donde los escenarios se encuentran ubicados.

Excepciones:

1. En edificios de construcción Tipo IIA, IIIA y VA, un piso clasificado como resistente al fuego no es requerido, siempre y cuando el espacio debajo del escenario está equipado con un sistema automático de extinción de incendios.
2. En todos los tipos de construcción, el acabado para pisos deberá estar construido de madera o un material aprobado como no combustible. Las aberturas a través de pisos de escenarios estarán equipadas con sólidas trampillas de madera muy ajustadas con cerraduras de seguridad aprobadas.

##### 5.2.6.1.1.1 Cortinas del proscenio

Cuando se exija a una pared del proscenio tener una clasificación de resistencia al fuego, la apertura del escenario deberá estar provisto de una cortina de fuego que cumpla con la norma NFPA 80, *Standard for Fire Doors and Other Opening Protectives*, o una cortina de agua aprobada que este equipado con un sistema de rociadores o en instalaciones que no utilizan las

disposiciones de protección contra humos deben tener asientos con protección contra el humo, un sistema de control de humo, o la ventilación natural diseñado para mantener el nivel de humo por lo menos 6 pies (1829 mm) por encima del piso de los medios de salida.

#### *5.2.6.1.1.2 Materiales combustibles*

Los materiales combustibles utilizados en escenarios deberán cumplir con los criterios de rendimiento de propagación de la llama de la norma NFPA 701, en conformidad con la Sección 3.2.3. Espumas plásticas y materiales que contienen espumas de plástico deberán cumplir con la Sección 5.2.8.1.

#### *5.2.6.1.2 Plataformas*

##### *5.2.6.1.2.1 Construcción de plataformas*

Plataformas permanentes deben estar construidas de materiales como se requiere para el tipo de construcción del edificio en el que se encuentra la plataforma permanente.

##### *5.2.6.1.2.2 Plataformas temporarias*

Plataformas instaladas por un periodo de no más de 30 días están permitidas para ser construidas de cualquier material que el código IBC permita.

#### *5.2.6.2 Construcciones especiales de atracciones*

Un edificio de diversiones especial es cualquier edificio temporal o permanente o porción del mismo que está ocupado para la diversión, el entretenimiento, o los propósitos educativos, o un sistema con el fin de transportar pasajeros, o proporciona una calzada a lo largo, alrededor o sobre un curso en cualquier dirección, dispuesto de modo que los medios de ruta de salida no son evidentes debido a distracciones visuales o de audio o se

confunde intencionalmente o no está fácilmente disponible debido a la naturaleza de la atracción o el modo de transporte a través del edificio o estructura.

#### 5.2.6.2.1 Acabado interior

El acabado interior deberá ser clasificado como Clase A de acuerdo con la Sección 3.2.1.1.

#### 5.2.7 Espacios ocultos

En el código *International Building Code* se presentan exigencias con respecto a los materiales que no pueden ser permitidos en espacios ocultos en edificios de reunión de personas, debido a que estos espacios pueden llegar a ser un alto riesgo en caso de incendio.

##### 5.2.7.1 Materiales combustibles en espacios ocultos

Materiales combustibles no deben ser permitidos en espacios ocultos en edificios de construcción Tipo I y II.

Excepciones:

1. Materiales combustibles de acuerdo con la Sección A.2.5.
2. Materiales de acabado interior Clase A clasificados de acuerdo con la Sección 3.2.1.

## 5.2.8 Plásticos

En el código *International Building Code* se presentan exigencias con respecto al uso de ciertos materiales plásticos entre los cuales destacan espumas de plásticos aislantes, materiales plásticos utilizados como acabado interior y *trim*, enchapados de plástico, plásticos que transmiten la luz, paneles de pared de plástico que transmiten la luz, plásticos transmisores de luz de techo, tragaluces de plástico acristalado, plásticos que transmiten luz utilizados para señales interiores, entre otros, los cuales se presentan a continuación con sus respectivas limitaciones y exigencias.

### 5.2.8.1 Aislamientos de espuma de plástico

#### 5.2.8.1.1 Características de la combustión superficial

A menos que se indique lo contrario en esta sección, los aislamientos de plásticos de espuma y conjunto de núcleos de espuma plástica manufacturados deberán tener un índice de propagación de llama de no más de 75 y un índice de generación de humo de no más de 450, cuando se ensayó en el máximo espesor destinado a ser utilizado de acuerdo con la norma ASTM E 84. Espumas de plástico aislante de relleno suelto deberán ser ensayadas como placa *stock* para la propagación de las llamas e índice de desarrollo de humo.

Excepciones:

1. Índice de desarrollo de humo para *trim* interior según lo previsto en la Sección 5.2.8.2.
2. Aislamiento de plástico de espuma de más de 102 mm de espesor debe tener un índice de propagación de llama máximo de 75 y un índice de generación de humo de 450, donde se ensayó con un espesor mínimo de 102 mm.

3. Los índices de propagación de la llama y generación de humo para señales interiores de plástico de espuma en edificaciones de centros comerciales cubiertos.

#### 5.2.8.1.2 Barreras térmicas

Con excepción de lo previsto en la Sección 5.2.8.1.3, la espuma de plástico se separa del interior de un edificio con una barrera térmica aprobada de paneles de yeso de 12,7 mm o material de barrera térmica equivalente que limitará el promedio de aumento de la temperatura de la superficie no expuesta a no más de 120°C después de 15 minutos de exposición al fuego, que concuerden con la curva estándar tiempo-temperatura de la norma ASTM E 119, *Standard Test Methods for Fire Test of Building Construction and Materials*. la barrera térmica debe ser instalada de tal manera que lo hará permanecer en su lugar durante 15 minutos basado en la norma NFPA 286.

#### 5.2.8.1.3 Barreras térmicas no son requeridas

##### 5.2.8.1.3.1 *Trim interior*

Plásticos de espuma usados como *trim* interior de acuerdo con la Sección 5.2.8.2 serán permitidos sin una barrera térmica.

##### 5.2.8.1.3.2 *Señales interiores*

Plásticos de espuma usados para señales interiores en edificios de mall cubiertos, deberán estar permitidos sin una barrera térmica.

##### 5.2.8.1.3.3 *Construcción Tipo V*

Un spray de espuma de plástico aplicado a un tablón de madera y la cabecera de construcción Tipo V está sujeto a la siguiente condición:

1. La espuma de plástico deberá tener un índice de desarrollo de la llama de 25 o menos y un índice de desarrollo de humo de 450 o menos cuando es

ensayo de acuerdo con la norma ASTM E 84.

#### 5.2.8.1.4 *Plenums*

Aislación de espuma de plástico no deberá ser usada como acabado interior de pared o cielorraso en *plenums* excepto como es permitido en la Sección 5.2.8.2 o cuando es protegido por una barrera térmica de acuerdo con la Sección 5.2.8.1.2.

#### 5.2.8.1.5 Aprobación especial

Los plásticos de espuma no tendrán que cumplir con los requisitos de las Secciones 5.2.8.1.2 a 5.2.8.1.4 en donde específicamente fueron aprobados basados en pruebas a gran escala tales como, pero no limitadas a, la norma NFPA 286 (con los criterios de aceptación de la Sección 3.2.1), FM 4880, UL 1040 o UL 1715. Estas pruebas serán relacionadas con la configuración actual de uso final y se llevarán a cabo en la espuma de plástico finalizada y montada con el máximo espesor posible para su uso. Las espumas de plástico que se utilizan como acabado interior sobre la base de pruebas especiales también deben cumplir con los requisitos de propagación de la llama en la Sección 3.2. El montaje que se utilizó en los ensayos debe incluir costuras, juntas y otros detalles típicos utilizados en la instalación del montaje, y serán sometidos a pruebas en la forma prevista para su uso.

#### 5.2.8.2 *Acabado interior y trim*

Materiales plásticos instalados como acabados interior o *trim* deberán cumplir con la Sección 3.2. Los plásticos de espuma que se utilizan como acabado interior también deberán cumplir con los requisitos del índice de propagación de la llama para acabados interiores en conformidad con la Sección 3.2. Plásticos de espuma instalados como *trim* deberán cumplir con lo siguiente:

#### 5.2.8.2.1 Área de limitación

El *trim* interior no deberá constituir más del 10% de la pared o cielorraso específica a la que está unida.

#### 5.2.8.2.2 Desarrollo de la llama

El índice de desarrollo de la llama no deberá exceder los 75 cuando se ensaye de acuerdo con la norma ASTM E 84. El índice de desarrollo de humo no deberá estar limitado.

Excepción: Cuando el material de *trim* interior a sido ensayado como un acabado interior de acuerdo con la norma NFPA 286 y cumple con los criterios de aceptación en la Sección 3.2.1.2, no se requerirá ser ensayado por el índice de propagación de la llama de acuerdo con la norma ASTM E 84.

### 5.2.8.3 Enchapado de plástico

#### 5.2.8.3.1 Uso interior

Cuando se utiliza dentro de un edificio, el enchapado de plástico deberá cumplir con los requisitos de acabado interior de la Sección 3.2.

### 5.2.8.4 Plásticos de transmisión de luz

#### 5.2.8.4.1 Especificaciones

Plástico transmisor de la luz, incluyendo termoplástico, termoestable o de material plástico termo endurecible reforzado, deberá tener una temperatura de auto-ignición de 343°C o mayor cuando se ensaya de acuerdo con la norma ASTM D 1929; un índice de generación de humo no mayor que 450, donde se ensaya en la forma prevista para su uso de acuerdo con la norma ASTM E 84, o

una calificación máxima densidad de humo promedio no mayor que 75, donde se ensaya en el espesor previsto para uso de acuerdo con la norma ASTM D 2843, *Standard Test Method for Density of Smoke from the Burning or Decomposition of Plastics*.

#### 5.2.8.4.2 Sistemas de difusión de luz

A menos que el edificio esté equipado con un sistema de rociadores automáticos, sistemas difusores de luz no deben ser instalados en las siguientes ocupaciones y lugares:

1. Grupo A con una carga de ocupantes de 1000 personas o más.
2. Teatros con un escenario y proscenio abierto y con una carga de ocupantes de 700 o más personas.
3. Cerramientos de salida vertical y pasillos de salida.

##### 5.2.8.4.2.1 Soporte

Difusores de plástico que transmite la luz serán apoyados, directa o indirectamente de techo o tejado de la construcción mediante el uso de perchas no combustibles.

##### 5.2.8.4.2.2 Instalación

Difusores de plásticos que transmiten luz deberán cumplir con la Sección 3.2 a menos que los difusores de plástico de transmisión de luz cayeran de los soportes antes de encender, a una temperatura ambiente de al menos 111°C por debajo de la temperatura de ignición de los paneles. Los paneles deberán permanecer en su lugar a una temperatura ambiente de 79°C durante un período de no menos de 15 minutos.

##### 5.2.8.4.2.3 Iluminarias eléctricas

Paneles de plástico que transmite la luz y los paneles de difusión de luz que se instalan en luminarias eléctricas aprobadas deberán cumplir los

requisitos de la Sección 3.2, a menos que los paneles de plástico de transmisión de luz se ajustan a los requisitos de la Sección 5.2.8.4.2.2. El área de los materiales plásticos emisores de luz aprobadas que se utilizan en las salidas o pasillos requeridos no superará el 30% de la superficie total del techo en el que se instalen estos paneles, a menos que el edificio está equipado con un sistema de rociadores automáticos.

#### *5.2.8.4.2.4 Tabiques*

Plásticos de transmisión de luz usados en tabiques o como tabiques deberán cumplir con los requerimientos de la Sección 3.2 y A.2.

#### *5.2.8.5 Paneles de pared de plástico transmisores de luz*

Los plásticos que transmiten la luz no se deberán utilizar como paneles de pared en las paredes exteriores de las ocupaciones de los Grupos A-1, A-2.

En otros grupos, se permitirá plástico que transmite la luz para ser utilizado como paneles de pared en las paredes exteriores, siempre que las paredes no están obligados a tener una clasificación de resistencia al fuego y la instalación se ajusta a los requisitos de esta sección.

Paneles de pared de plástico que transmite la luz deben también cumplir con la Sección 5.2.8.4.

#### *5.2.8.6 Plásticos transmisores de luz de techo*

Paneles del techo de plástico que transmite la luz deberán cumplir con esta sección y la Sección 5.2.8.4. Paneles de techo de plástico que transmite la luz deben cumplir con cualquiera de las siguientes condiciones:

1. El edificio está equipado con un sistema de rociadores automáticos.
2. La construcción del techo no está obligado a tener una calificación de

resistencia al fuego de la Tabla A.1.

#### 5.2.8.6.1 Limitaciones del área

Los paneles de techo deben estar limitados en el área y la superficie total de los paneles estará limitada por un porcentaje de la superficie de suelo de la habitación o el espacio protegido de acuerdo con la Tabla 5.6.

Excepciones:

1. Se permitirá a los límites de zona de la Tabla 5.6 ser incrementado en un 100 por ciento en edificios equipados con un sistema de rociadores automáticos.
2. Edificios de ocupación de escaso riesgo, tales como refugios de piscinas, estarán exentos de los límites de zona de la Tabla 5.6, siempre que los edificios no exceda de 5.000 pies cuadrados (465 m<sup>2</sup>) en el área y tener una distancia mínima de separación al fuego de 10 pies ( 3048 mm).

**Tabla 5.6 Limitaciones de área para paneles de plástico transmisores de luz de techo.**

Limitaciones de área para paneles de plástico transmisores de luz de techo		
Clase del plástico	Máxima área de un panel individual de techo (pies cuadrados)	Máxima área del conjunto de paneles de techo (porcentaje del área del piso)
CC1	300	30
CC2	100	25

1 pie cuadrado = 0.0929 m<sup>2</sup>.

#### 5.2.8.7 Tragaluces de plástico acristalado para la transmisión de luz

Conjuntos de tragaluces de plástico acristalado para la transmisión de luz deberán ajustarse a las disposiciones de esta sección y la Sección 5.2.8.4.

##### 5.2.8.7.1 Montaje

Los bordes de los tragaluces o domos de plástico de transmisión de luz

estarán protegidos por metal u otro material incombustible aprobado, o el domo de plástico de transmisión de luz o tragaluces, deberán ser capaces de resistir la combustión, donde se expone en el borde de una llama clasificada como Clase B como se describe en la norma ASTM E 108, *Standard Test Methods for fire Tests of Roof Coverings*.

#### 5.2.8.7.2 Inclinación

Tragaluces que pasan la prueba de quemador siendo clasificados como Clase B especificada en la norma ASTM E 108 no tienen exigencias de inclinación.

#### 5.2.8.7.3 Máxima área de los tragaluces

Cada tragaluz tendrá una superficie máxima dentro de la acera de 100 pies cuadrados (9,3 m<sup>2</sup>).

Excepción: La limitación del campo no se aplicará cuando el edificio está equipado con un sistema de rociadores automáticos o el edificio está equipado con rejillas de ventilación de humo y calor.

#### 5.2.8.7.4 Área agregada de tragaluces

La superficie total de los tragaluces no será superior a 33,3% de la superficie de la sala o espacio protegido por el techo en el que se instalen estos tragaluces, donde se utilizan materiales Clase CC1, y el 25 por ciento, cuando se utilizan materiales de Clase CC2.

Excepción: Las limitaciones de superficie total de los tragaluces de plástico transmisores de luz se incrementarán un 100% más allá de las limitaciones establecidas en esta sección donde el edificio está equipado con un sistema de rociadores automáticos o el edificio está equipado con un sistema contra el humo y el calor con rejillas de ventilación.

#### **5.2.8.8 Plásticos transmisores de luz para señales interiores**

Señales interiores de plástico de transmisión de luz se limitarán según se especifica en las Secciones 5.2.8.8.1 a 5.2.8.8.3 y la Sección 5.2.8.4.

##### 5.2.8.8.1 Área agregada

La señal no superará el 20 por ciento del área de la pared.

##### 5.2.8.8.2 Área máxima

La señal no será superior a 24 pies cuadrados (2,23 m<sup>2</sup>).

##### 5.2.8.8.3 Encierre

Los bordes y las partes posteriores de la señal serán totalmente encerrados en metal.

#### **5.2.8.9 Polímero reforzado con fibra y polímero de fibra de vidrio reforzado**

##### 5.2.8.9.1 Acabado interior

Polímero reforzado de fibra o fibra de vidrio reforzado con polímeros utilizados como acabados interiores deberán cumplir con la Sección 3.2.

##### 5.2.8.9.2 Materiales decorativos y *trim*

Fibra de polímero o fibra de vidrio reforzado con polímeros reforzados utilizados como materiales decorativos o de acabado deberá cumplir con la Sección 3.2.3.

#### 5.2.8.9.3 Materiales transmisores de luz

Un polímero reforzado de fibra o fibra de vidrio reforzado con polímeros utilizados como materiales emisores de luz deberán cumplir con las Secciones 5.2.8.4 a 5.2.8.8 como se requiere para la aplicación específica.

#### ***5.2.8.10 Plástico reflectante de núcleo aislante***

##### 5.2.8.10.1 Características de la superficie que se quema

Plástico reflectante de núcleo aislante deberá tener un índice de propagación de llama de no más de 25 y un índice de generación de humo de no más de 450 cuando se ensaya de acuerdo con la norma ASTM E 84. El núcleo aislante de plástico reflectante deberá ser probada en el espesor máximo destinados a ser utilizados.

##### 5.2.8.10.2 Esquina de la habitación del ensayo de liberación de calor

Plástico reflectante de núcleo aislante deberá cumplir con los criterios de aceptación de la Sección 3.2.1.2 cuando se prueba de acuerdo con la norma NFPA 286 o UL 1715 de la manera prevista para su uso y al espesor máximo destinado a ser utilizado.

## Capítulo 6 Exigencias Europeas

### 6.1 Exigencias Españolas

Las exigencias presentadas a continuación como método de protección pasiva con respecto a la reacción al fuego de materiales de revestimiento y mobiliarios entre otros, son obtenidas a partir del documento “Código Técnico de la Edificación – Documento de Aplicación del Código – Seguridad en caso de Incendio”.

Se establecen las condiciones que deben cumplir los edificios para proteger a sus ocupantes frente a los riesgos producidos en caso de incendio, y con la misma importancia, para prevenir daños en el edificio o construcciones vecinas, para facilitar la intervención de bomberos y los distintos equipos de rescate, preocupándose de su seguridad.

Este documento clasifica los locales y las zonas de riesgo especial en tres tipos: de riesgo alto, de riesgo medio y de riesgo bajo.

Para los locales y las zonas no clasificadas se procederá por asimilación.

Un conjunto de locales de riesgo especial puede constituir una zona siempre que ésta se clasifique dentro del tipo correspondiente al local de mayor riesgo.

#### a) Locales y zonas de riesgo especial alto

1. Cuarto de baterías de acumuladores de tipo no estanco centralizadas.
2. Talleres de mantenimiento, almacenes de lencería, de mobiliario, de limpieza, o de otros elementos combustibles, cuando el volumen total de la zona sea mayor que  $400 \text{ m}^3$ .

#### b) Locales y zonas de riesgo especial medio

1. Depósitos de basuras y residuos cuando su superficie construida sea mayor que  $15 \text{ m}^2$ .

2. Archivos de documentos, depósitos de libros, o cualquier otro uso para el que se prevea la acumulación de papel, cuando su superficie construida sea mayor que 50 m<sup>2</sup>.
  3. Cocinas cuya superficie construida sea mayor que 20 m<sup>2</sup> en uso hospitalario, en uso docente no universitario y en uso de pública concurrencia, o mayor de 50 m<sup>2</sup> en cualquier otro uso y, en el segundo caso, no estén protegidas con un sistema automático de extinción.
  4. Talleres de mantenimiento, almacenes de lencería, de mobiliario, de limpieza, o de otros elementos combustibles, cuando el volumen total de la zona sea mayor que 200 m<sup>3</sup>.
- c) Locales y zonas de riesgo especial bajo
1. Depósitos de basuras y residuos cuando su superficie construida sea menor que 15 m<sup>2</sup> y mayor que 5 m<sup>2</sup>.
  2. Archivos de documentos, depósitos de libros o cualquier otro uso para el que se prevea la acumulación de papel, cuando su superficie construida sea mayor que 25 m<sup>2</sup>.
  3. Talleres de mantenimiento, almacenes de lencería, de mobiliario, de limpieza, o de otros elementos combustibles, cuando el volumen total de la zona sea mayor que 100 m<sup>3</sup>.
  4. Garajes o aparcamientos para 5 vehículos como máximo.

Se entiende como locales y zonas de riesgo especial a un espacio que, perteneciendo a un edificio o establecimiento con determinado uso, está destinado a albergar una utilización dependiente del mismo con un nivel de riesgo más alto que el del resto del edificio.

No se consideran incluidos en esta clasificación los locales que alberguen equipos regulados por reglamentos específicos, tales como transformadores, maquinarias de aparatos elevadores, calderas, depósitos de

combustible líquido, contadores de gas, etc.

### 6.1.1 Revestimientos interiores

En la Tabla 6.1 a continuación, se presentan las exigencias para los materiales de revestimiento en distintos escenarios.

Tabla 6.1 Exigencias para materiales de revestimiento interior en distintos escenarios.

CUALQUIER USO		REVESTIMIENTOS		
ESCENARIOS		PRODUCTOS DE REVESTIMIENTO DE PARED Y TECHO (1)	PRODUCTOS DE REVESTIMIENTO DE SUELO (1)	PRODUCTOS DE REVESTIMIENTO DE ELEMENTOS DE PASO (2)
ZONAS DE RECORRIDO Y ESTANCIA HABITUALES (7) (9)		C s2 d1 (5)	D <sub>FL</sub> s2(6)	C s2 d1
ZONA DE RECORRIDO Y ESTANCIA HABITUAL EN PRESENCIA DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE EXTINCIÓN (9)		D s3 d2	NO EXIGE	D s3 d2
EN VÍAS DE EVACUACIÓN		B s1 d0	C <sub>FL</sub> s1	B s1 d0
CAVIDADES OCULTAS DE LA VISTA		B s1 d0	B <sub>FL</sub> s1 (8)	B s1 d0
CAVIDADES OCULTAS DE LA VISTA EN PRESENCIA DE SISTEMAS AUTOMÁTICOS DE EXTINCIÓN		C s3 d1	C <sub>FL</sub> s3	C s3 d1
TRAS PARAMENTOS CONTINUOS RESISTENTES AL FUEGO (RF30)		NO EXIGE	NO EXIGE	
EXTERIOR DE FACHADAS		C s2 d0 (3a)		C s2 d0 (3b)
RECINTOS DE RIESGO ESPECIAL	ALTO	B s1 d0	B <sub>FL</sub> s1	B s1 d0
	MEDIO	B s1 d0	B <sub>FL</sub> s1	B s1 d0
	BAJO	B s1 d0	C <sub>FL</sub> s2	C s2 d0

(1) Si un material cualquiera queda visto, aunque tenga usos previstos distintos al de revestimiento, quedará englobado en esta categoría. por ejemplo, cualquier aislamiento térmico, material de protección de estructuras, etc...que quede a la vista, estará también dentro de esta categoría.

(2) Las juntas de dilatación o sellados lineales de < 50 mm de anchura (cualquiera que sea su longitud) no serán tenidas

en cuenta a efectos de reacción al fuego.

(3a) Se refiere al material situado por fuera del edificio, incluso si este se encuentra en salientes y voladizos < 1 m. el material de la cara superior de salientes y voladizos > 1 m será considerado como producto de cubierta y su cara inferior, como producto de fachada.

(3b) Se refiere al material de la cara exterior de todo elemento de paso o cerramientos móviles situados en fachada.

(5) En uso hospitalario en valor se reduce a b s1 d0.

(6) En uso hospitalario en valor se reduce a c s1 d0.

(7) Este escenario engloba a las habitaciones de alojamiento de huéspedes en el uso residencial público

(8) Se refiere a la superficie donde la transmisión del incendio es horizontal y posible receptora del material fundido o partículas inflamadas d l techo y paredes del recinto, dicho de otro modo, la parte inferior de la cavidad o espacio. En falsos techos, se refiere al material situado en la cara no vista de la membrana o placas del techo. si estas estuvieran cubiertas por un aislamiento termo acústico, entonces este tendría tal función. en escenarios predominantemente verticales (cajas de ascensor, patinillos) este valor es no se considera exigible.

(9) Quedan excluidos de esta consideración:

- el interior de las viviendas en uso vivienda

- recintos de baja ocupación y superficie £ 50 m2 en cualquier uso

### 6.1.2 Mobiliario y Elementos de decoración fijos

En la Tabla 6.2 a continuación, se presentan las exigencias para los mobiliarios y elementos de decoración fijos en distintos escenarios.

Tabla 6.2 Exigencias para los mobiliarios y elementos de decoración fijos en distintos escenarios.

CUALQUIER USO		MOBILIARIO Y ELEMENTOS DE DECORACIÓN FIJOS	
ESCENARIOS		MOBILIARIO FIJO TAPIZADO	ELEMENTOS DE DECORACIÓN FIJOS (TELONES)
ZONAS DE RECORRIDO Y ESTANCIA HABITUALES		PASA LLAMA EQUIVALENTE A MECHERO	B s1 d0
ZONA DE RECORRIDO Y ESTANCIA HABITUAL EN PRESENCIA DE SISTEMAS AUTOMATICOS DE EXTINCIÓN		PASA LLAMA EQUIVALENTE A CERILLA	C s1 d0
RECINTOS DE RIESGO ESPECIAL	ALTO	PASA LLAMA EQUIVALENTE A MECHERO	B s1 d0
	MEDIO	PASA LLAMA EQUIVALENTE A MECHERO	B s1 d0
	BAJO	PASA LLAMA EQUIVALENTE A MECHERO	B s1 d0

### 6.1.3 Otras exigencias

#### - Telones de espectáculos

En locales de espectáculos que tengan un escenario equipado con decorados, tramoyas (conjuntos de mecanismos que sirven en el teatro para efectuar cambios de decorado y efectos especiales), mecanismos y foso, dicho escenario se alojará en una caja escénica que deberá cumplir con las siguientes condiciones:

- a) La boca de la escena se podrá cerrar mediante un telón de material incombustible resistente al fuego como mínimo RF60.

#### - Espacios diáfanos

En zonas de uso de pública concurrencia los espacios diáfanos pueden constituir un único sector de incendio de superficie mayor a 2500 m<sup>2</sup>, siempre que:

- a) La densidad de la carga de fuego derivada de los materiales de revestimiento y mobiliario fijo no sea superior a 50 Mcal/m<sup>2</sup>.

\*Un espacio diáfano puede constituir un único sector, cualquiera sea su superficie construida, siempre que al menos el 90% de ésta se desarrolle en una planta, que sus salidas comuniquen directamente con el espacio libre exterior, y que al menos el 75% de su perímetro sea fachada y que no exista sobre dicho recinto ninguna zona habitable.

## 6.2 Exigencias Inglesas

Las exigencias en base a la reacción al fuego de materiales de revestimientos y mobiliarios entre otros se obtuvieron a partir del documento "*The Building Regulation 2000 – Fire Safety, Approved Document B*", en donde los requerimientos se centran en la propagación interna del fuego, producto de

los materiales de revestimiento.

De tal manera, para inhibir la propagación del fuego dentro del edificio, los revestimientos internos deberán:

- a) Resistir adecuadamente la propagación del fuego sobre sus superficies.
- b) En caso de ignición, tener una tasa de liberación de calor o tasa de crecimiento del fuego, la cual debe ser razonable a las circunstancias.

Se presentan exigencias con respecto a la construcción de pisos y escaleras, muebles y accesorios contenidos en edificios de reunión de personas, revestimientos interiores de paredes y cielorrasos, materiales usados en espacios ocultos, entre otras.

#### 6.2.1 Pisos y escaleras

Las disposiciones no se aplican a las superficies superiores de los pisos y escaleras, ya que no están involucrados de manera significativa en un fuego hasta que esté bien desarrollado, y por lo tanto no juegan un papel importante en la propagación del fuego en las primeras etapas de un incendio que son más relevantes para la seguridad de los ocupantes.

##### - Construcción de escaleras de escape

Los escalones y descansos de cada escalera de escape deberán ser construidos de materiales de limitada combustibilidad en las siguientes situaciones:

- a. si está dentro de una planta sótano (esto no se aplica a una escalera privada en un dúplex);
- b. si sirve a cualquier tienda que tiene un nivel de piso más de 18 metros sobre el nivel del suelo o el acceso;
- c. si se trata de una escalera de extinción de incendios.

Si se cumplen las condiciones anteriores, materiales combustibles pueden añadirse a la superficie superior de estas escaleras (excepto en el caso de las escaleras contra incendio).

### 6.2.2 Muebles y accesorios

Los muebles y accesorios pueden tener un efecto importante en la propagación del fuego y por ende del incendio, pero no se tratan en este documento (*The Building Regulation 2000 – Fire Safety, Approved Document B*).

### 6.2.3 Revestimientos interiores de muros y cielorrasos

Los revestimientos de muros y cielorrasos se explicitan en la Tabla 6.3 a continuación.

Tabla 6.3 Exigencias para los revestimientos interiores de muros y cielorrasos

Clasificación de los revestimientos de muros y cielorrasos		
Ubicación	Clase Nacional	Clase Europea (2) (3)
Habitaciones pequeñas (1) de área no más de: a) 4 m <sup>2</sup> en acomodaciones residenciales b) 30 m <sup>2</sup> en acomodaciones no residenciales	3	D-s3,d2
Garages de superficie no más de 40 m <sup>2</sup>		
Otras habitaciones (1) (Incluido garages)	1	C-s3,d2
Espacios de circulación dentro de las viviendas		
Otros espacios de circulación, incluyendo las áreas común de pisos y dúplex	0	B-s3,d2

1) Habitación: Un espacio cerrado dentro de un edificio que no se utiliza únicamente como un espacio de circulación. (El término incluye no sólo las habitaciones convencionales, sino también armarios que no son accesorios, y grandes espacios, tales como almacenes y salas de espectáculos. El término no incluye huecos como los conductos, falsos techos y espacios de azotea).

2) Las clasificaciones nacionales no equivalen automáticamente a las clasificaciones equivalentes en la columna Europea, por lo tanto, los productos no suelen suponer una clase europea, a menos que hayan sido probados.

3) Cuando una clasificación incluye "s3, d2", esto significa que no hay límite establecido para la producción de humo y/o caída de gotas/partículas.

## 6.2.4 Variaciones y disposiciones especiales

### 6.2.4.1 Muros

Partes de las paredes de las habitaciones pueden ser de una clase más pobre que la que se indica en la Tabla 6.3 pero no más pobre que la Clase 3 (clasificación Inglesa) o la Clase D-s3, d2 (Clase Europea) siempre que el área total de las partes en una misma habitación no exceda la mitad de la superficie del suelo de la habitación, sujeto a un máximo de 20 m<sup>2</sup> en una habitación residencial, y 60 m<sup>2</sup> en habitaciones no residencial.

### 6.2.4.2 Protección contra el fuego de cielos falsos

Un techo suspendido puede contribuir a la resistencia global contra el fuego de un conjunto de suelo/techo. Este techo debe satisfacer con la Tabla 6.3. Asimismo, deben respetarse las disposiciones de la Tabla 6.4 que se muestra a continuación.

Tabla 6.4 Limitaciones de la protección contra el fuego de cielos suspendidos

Limitaciones de la protección contra el fuego de cielos suspendidos			
Altura del edificio o separación entre pisos (m)	Tipo de piso	Provisión para la resistencia al fuego del piso	Descripción del cielo suspendido
Menos de 18	No compartimentado	60 o menos	Tipo W, X, Y o Z
	Compartimentado	Menos que 60	
		60	
18 o más	Cualquiera	60 o menos	Tipo Y o Z
Sin límite	Cualquiera	Más de 60	Tipo Z

Notas:

1. Tipo de techo y su descripción:  
W. Superficie del techo expuesta a la cavidad deberá ser Clase 0 o Clase 1 (clasificación Inglesa), o Clase C-s3,d2 o mejor (clasificación Europea)  
X. Superficie del techo expuesta a la cavidad deberá ser Clase 0 (clasificación Inglesa), o Clase B-s3,d2 o mejor (clasificación Europea).  
Y. Superficie del techo expuesta a la cavidad deberá ser Clase 0 (clasificación Inglesa), o Clase B-s3,d2 o

mejor (clasificación Europea). El techo no debe contener paneles de acceso de fácil apertura.

Z. El techo deberá ser de un material de limitada combustibilidad (clasificación Inglesa), o de Clase A2-s3,d2 o mejor (clasificación Europea), y no contener paneles de acceso de fácil apertura. Cualquier aislamiento por encima del techo deberá ser de un material de limitada combustibilidad (clasificación Inglesa) o de Clase A2-s3,d2 o mejor (clasificación europea).

2. Cualquier panel de acceso previsto en la protección contra el fuego de techos suspendidos de tipo Y o Z deben ser asegurados en su posición, por la liberación de los dispositivos o tornillo de fijación, y se debe demostrar que se han probado en el montaje de techo en el que se incorporan.
3. Clasificación Europea

Las clasificaciones nacionales no equivalen automáticamente a las clasificaciones equivalentes de Europa, por lo tanto, los productos no suelen suponer una clase europea, a menos que hayan sido probados en consecuencia.

Cuando una clasificación incluye "s3, d2", esto significa que no hay límite establecido para la producción de humo y/o caída de gotas/partículas.

### 6.2.5 Espacios ocultos

Los espacios ocultos o cavidades en la construcción de un edificio proporcionan una ruta para el humo y la propagación de la llama. Como se oculta toda la propagación, hace que presente un peligro mayor que lo haría una debilidad más obvia en la estructura del edificio. Por lo que se hacen provisiones para restringir estas cavidades, por lo que se hacen subdivisiones de estas cavidades, y cerrando los bordes de las aberturas.

Tabla 6.5 Máximas dimensiones de cavidades en edificios no residenciales.

Máximas dimensiones de cavidades en edificios no residenciales			
Ubicación de la cavidad	Clase de la superficie/producto expuesto en la cavidad (excluyendo la superficie de cualquier tubo, cable o conducto o cualquier aislamiento de cualquier tubo)		Máxima dimensión en cualquier dirección (m)
	Clase Nacional	Clase Europea	
Entre el tejado y el techo falso	Cualquiera	Cualquiera	20
Cualquier otra cavidad	Clase 0 ó Clase 1	Clase A1 o Clase A2-s3,d2 o Clase B-s3,d2 o Clase C-s3,d2	20
	Ni Clase 0 ó Clase 1	Ninguna de las Clases anteriores	10

Notas:

1. Excepciones a estas previsiones son mostradas a continuación.

2. Las clasificaciones nacionales no equivalen automáticamente a las clasificaciones equivalentes en la columna Europea, por lo tanto, los productos no suelen suponer una clase europea, a menos que hayan sido probados en consecuencia.
3. Cuando una clasificación incluye "s3, d2", esto significa que no hay límite establecido para la producción de humo y/o caída de gotas/partículas.

#### Excepciones:

- Cuando cualquier ambiente en una cavidad del techo excede las dimensiones indicadas en la Tabla 6.5, las barreras de la cavidad sólo tienen que estar proporcionadas en la línea de los cerramientos/particiones de esa habitación, sujeto a:

- a) Las barreras de la cavidad no serán de más de 40 metros;
- b) La superficie del material/producto expuesto en la cavidad será Clase 0 ó Clase 1 (clasificación Nacional) o clase C-s3,d2 o mejor (clasificación Europea).

- Donde el espacio oculto esta sobre un área no dividida que supera los 40 m (esto puede ser en ambas direcciones en el plano) no hay límite para el tamaño de la cavidad si:

- a) La habitación y la cavidad en conjunto son compartimentados del resto del edificio;
- b) Un sistema de detección automático de incendios y de alarma que cumpla con las recomendaciones pertinentes de la norma BS 5839: *Part 1 Fire detection and alarm systems for buildings, Code of practice for system design, installation and servicing*, está instalado en el edificio (sin embargo, detectores no son requeridos en la cavidad).
- c) Si la cavidad es usada como un recinto, las recomendaciones sobre sistemas de recirculación de distribución de aire en la norma BS 5588: *Part 9 Fire precautions in the design, construction and use of buildings, Code of practice for ventilation and air conditioning ductwork* son seguidas.
- d) La superficie del material/producto utilizado en la construcción del techo y que está expuesto en la cavidad es de clase 0 (clasificación Nacional) o

Clase B-s3,d2 (clasificación Europea) o mejor y los soportes y fijaciones en la cavidad son de construcción no combustible;

- e) La calificación de propagación de la llama de cualquier sistema de aislamiento de tuberías es de Clase 1;
- f) Cualquier cableado eléctrico en el vacío se coloca en bandejas de metal, o en conductos metálicos; y
- g) Cualquier otro material en la cavidad son de combustibilidad limitada.

## Capítulo 7 Comparaciones de Exigencias

En el presente capítulo se va discutir y analizar acerca de las diferentes exigencias que se tienen sobre los materiales de revestimiento y elementos mobiliarios en las diferentes normas, códigos y otros que se explicitaron anteriormente.

### 7.1 Revestimientos de interiores

#### 7.1.1 General

De acuerdo a las Tablas de exigencias 5.1 y 5.5 de los códigos NFPA 101 y el IBC, se tienen las mismas exigencias, tanto para los;

- cerramientos de salidas, Clase A o B
- pasillos de salidas, Clase A
- corredores, Clase A o B
- habitaciones, Clase A, B o C
- espacios cerrados, el código NFPA 101 hace una distinción con respecto a la carga de ocupantes de la habitación, por lo que a mayor carga de ocupantes (mayor que 300) tendrá una clasificación más exigente.

El código IBC, exige una clasificación mínima del material que no sea de espuma de plástico cuando se utiliza como acabado interior, el cual debe ser Clase C, cuando se ensaya de acuerdo con la norma ASTM E 84.

El código IBC exige una clasificación de piso, que deben soportar un flujo radiante crítico mínimo de al menos Clase II (Sección 5.2.2), mientras que en el código NFPA 101 los revestimientos de piso no tienen requisitos (Tabla 5.1).

Es lógico que para las ubicaciones con sistemas de rociadores automáticos se exija una clase igual o inferior que para el caso sin rociadores, tal como se

muestra en la Tabla 5.5.

De acuerdo a las exigencias de España e Inglaterra, se observa que en el Código Técnico de la Edificación – Seguridad Contra Incendios (España), se tienen más exigencias y más detalladas en comparación a las Inglesas, en España se tienen exigencias tanto para los revestimientos de paredes, cielorrasos, piso y elementos de paso (Tabla 6.1), en cambio en Inglaterra solo se consideran los revestimientos de muros y cielorrasos (Tabla 6.3), y comparando por ejemplo lo que exige Inglaterra para “otras habitaciones” una Clase 1 o C-s3,d2 lo que para el caso de España se tiene que C-s2,d1, por lo que las exigencias para el desarrollo de humo y formación de gota incandescente son mayores, es decir que el humo desarrollado sea de opacidad media y que la duración de la gota sea inferior a 10 segundos.

En general las exigencias de España son más exigentes que las de EE.UU debido a que se clasifican de acuerdo al potencial energético, densidad de humos y formación de gotas incandescente, en cambio en EEUU se clasifican de acuerdo al índice de propagación de la llama y la densidad de humos.

#### **7.1.2 Plásticos de espuma**

Tanto para el código NFPA 101 y el IBC estos plásticos de espuma no se utilizarán como revestimientos interiores, pero teniendo en cuenta que existen excepciones de uso que se explicitan en las Secciones 5.1.2.3 (NFPA 101) y 5.2.1.2 (IBC).

#### **7.1.3 Revestimientos textiles y de vinilo expandido**

Para los revestimientos de paredes y cielorrasos de textiles y vinilo expandido, tanto en el código NFPA 101 explicitadas en las Tablas 5.2 y 5.3, y

en el código IBC explicitadas en la Tabla 5.4, se les exige tener una clasificación Clase A, o estar de acuerdo con la norma NFPA 286, NFPA 265 o NFPA 255. Lo que cambia es la configuración en donde se utilizará el revestimiento, pero en general se les exige lo mismo o muy parecido.

## 7.2 Decoraciones y mobiliario, acabado decorativo e incidental

En el código NFPA 101 se permite que el acabado de interiores de paredes y cielorrasos que no exceda en más del 10% de las áreas agregadas de cualquier sala, sea de Clase C, en donde los revestimientos de paredes y cielorrasos sean de Clase A o B (Sección 5.1.3).

En el IBC el material decorativo no combustible no estará limitado (Sección 5.2.4.2).

Para el caso del código NFPA 101, las telas y películas usados con propósitos decorativos, toda la tapicería y cortinas y demás mobiliario deberán cumplir con los requisitos de la norma NFPA 701, que es lo mismo que exige el código IBC o que sean no combustibles.

En el código IBC, lo mismo ocurre para los agregados combustibles, en donde, la cantidad permitida de materiales decorativos que satisfacen los criterios de rendimiento de propagación de la llama de la norma NFPA 701 no será superior al 10 por ciento de la pared o de una zona de techo a la que está unido. Existe excepciones para el caso de auditorios, en donde puede llegar a ser hasta un 75% del área pero contando con un sistema de rociadores.

Adicionalmente el código IBC cuenta con exigencias para las espumas de plásticos usados como *trim*, plásticos de piroxilina (los cuales no deben ser utilizados), también exigencias sobre la base de suelo-pared interior como se explicitan en la Sección 5.2.4.7. En este código la cantidad permitida de material combustible no estará limitada.

En el código de España, en la Tabla 6.2 se tienen consideraciones con el

mobiliario fijo tapizado y los elementos de decoración fijos (telones) en distintas zonas, en cambio en el código de Inglaterra estos artículos no se tratan, siendo que estos muebles o accesorios pueden tener un efecto muy importante en la propagación del fuego y por lo tanto del incendio.

### **7.3 Espacios ocultos**

En el código IBC se exige que los materiales combustibles no deben ser permitidos en edificios de construcción Tipo I y II, pero con ciertas excepciones tal como se explicita en la Sección 5.2.7.1.

En el código de Inglaterra, se hacen exigencias sobre las barreras para las cavidades como método para cerrar las rutas para el humo y propagación de la llama. Se explicita en la Tabla 6.5 las máximas dimensiones de estas cavidades y las clasificaciones de los materiales que están presentes en ellas.

### **7.4 Otras exigencias**

#### **7.4.1 Plásticos**

En el código IBC se hace mención a las consideraciones para los materiales plásticos utilizados como transmisores de luces, se especifican distintos tipos de plásticos en la Sección 5.2.8, y puesto que en los otros códigos (España, Inglaterra) no se tienen consideraciones sobre estos materiales, y en el código NFPA 101, el uso de estos materiales utilizados como acabado interior estará limitado por la autoridad competente, tal como se explicita en la Sección 5.1.2.4, por lo tanto, las exigencias del código IBC serán las consideradas.

#### 7.4.2 Pisos y escaleras

En el código Ingles, se especifican exigencias para los pisos y escaleras, específicamente para la construcción de escaleras de escape, en la Sección 6.2.1, dado que los otros códigos considerados para este análisis no presentan exigencias de este tipo, éstas serán las consideradas.

#### 7.4.3 Escenarios y plataformas

##### 7.4.3.1 Plataformas

Tanto en código IBC como en la NFPA 101, se permite que las plataformas temporarias se construyan de cualquier material. El código IBC considera una plataforma temporaria aquella que esta instalada por un periodo de no más de 30 días.

Las plataformas permanentes se deberán construir con los materiales que se requieran para el tipo de construcción del edificio en donde la plataforma este localizada. Esto se exige tanto para el código IBC y la NFPA 101.

##### 7.4.3.2 Escenarios

En el código NFPA 101 se distinguen dos tipos de escenarios, escenario legítimo (altura mayor de 15 m), que deben ser construidos con materiales requeridos para edificios Tipo I, y escenario normal (altura menor de 15 m), que se deben construir con los materiales que se requieren para el tipo de construcción del edificio en el cual estén localizados.

En el código IBC los escenarios deben estar construidos con los materiales que son requeridos para los pisos del tipo de construcción del edificio donde el escenario se ubicara, pero se consideran ciertas excepciones

(ver Sección 5.2.6.1.1).

#### **7.4.3.3 Protección de aberturas del proscenio**

En el código IBC, cuando se le exige a una pared del proscenio tener una calificación de resistencia al fuego, la cortina de fuego que protege la apertura del escenario debe cumplir con la norma NFPA 80, o estar equipado con un sistema de rociadores, o un sistema de control de humo.

En el código NFPA 101, la abertura del proscenio se debe proteger con una cortina de agua que cumpla con la norma NFPA 13, o con una cortina contra incendio, y se deben construir como se indica en la Sección 5.1.5.1.3.

Tanto en el código IBC como en la NFPA 101, las escenografías combustibles de tela, película, vegetación (seca) y los materiales similares (combustibles) deben cumplir con los requisitos de la norma NFPA 701.

El código NFPA 101 permite emplear gomaespuma siempre que la autoridad competente lo apruebe, en cambio en el código IBC las espumas plásticas y materiales que contienen espumas de plástico deben cumplir con la Sección 5.2.8.1.

Dentro de las exigencias españolas, los telones de espectáculos deben ser de un material incombustible.

El código Ingles no presenta exigencias de este tipo.

#### **7.4.4 Protección contra el fuego de cielos falsos**

Sólo en el código Ingles se hace referencia a la contribución de la resistencia global contra el fuego de un conjunto de suelo/techo. En la Sección 6.2.4.2 se explicitan el conjunto de disposiciones que se deben respetar.

#### **7.4.5 Sistemas acústicos del techo**

Solamente en el código IBC se hace referencia a estos materiales, y deben cumplir con los requisitos de acabados interiores de la Sección 3.2.1.

#### **7.4.6 Edificios para entretenimientos especiales**

Solamente en el código IBC y NFPA 101 se hace referencia a este tipo de edificios, y se exige que los acabados interiores sean clasificados como Clase A, ya sea de acuerdo a las Secciones 3.1.1 y 3.1.2 para la norma NFPA 101 y de acuerdo a 3.2.1.1 de acuerdo al código IBC.

#### **7.4.7 Características de funcionamiento**

##### ***7.4.7.1 Equipos de servicio de comidas***

Solamente en el código NFPA 101 se hace referencia a requisitos especiales para las operaciones del servicio de comidas, donde se deben tener precauciones ante la posible inflamación de materiales combustibles, y en el caso de utilización de velas, se deben apoyar sobre bases incombustibles, para evitar peligros de ignición.

##### ***7.4.7.2 Instalación para exposiciones***

En el código NFPA 101 se hace referencia a como deben estar construidas las cabinas de exhibición, a los tipos de materiales que se utilizarán y las normas o requisitos que deben cumplir, tal como se explicita en la Sección 5.1.6.3.

## Capítulo 8      Discusión y Recomendaciones

### 8.1 Discusión

Dado que la normativa nacional no presenta exigencias acerca de los requisitos que deben cumplir los materiales de revestimiento, ya que sólo diferencia materiales combustibles de los no combustibles, no se tiene consideración del aporte real de estos materiales en el caso de un incendio o la propagación del mismo dentro del edificio.

La normativa nacional que aborda condiciones de seguridad contra incendios es la Ordenanza General de Urbanismo y Construcción (OGUC), en donde se distinguen dos tipos de protección contra incendio, protección pasiva y activa, basándose en la clasificación de elementos estructurales y no estructurales de resistencia al fuego, o más bien conocida como RF.

Debido a que en Chile son muy pocos los ensayos realizados a los materiales de revestimiento, tal como se describe en la OGUC, específicamente la NCh 1977 Determinación del comportamiento de revestimientos textiles a la acción de una llama, y la NCh 1979 Determinación del comportamiento de telas a la acción de una llama, no va ser posible aplicar los mismos criterios y clasificaciones que se especifican en este documento, debido a que como país no se cuentan con los ensayos necesarios para poder determinar estas características pirógenas.

A partir de esto es sumamente importante la creación de una normativa que permita clasificar los materiales de revestimiento y alhajamiento en relación a la propagación de la llama, la densidad de humos, la energía que liberan al quemarse, y si generan goteo incandescente, entre otras mediciones, tal como se explicita en este documento en las clasificaciones europeas y norteamericanas.

Pero debido a que esto no es un proceso instantáneo, el presente documento entrega recomendaciones y plantea qué cualidades pirógenas serán más importantes de considerar a la hora de utilizar cierto material en una determinada ubicación, a partir de las exigencias más estrictas que se analizaron.

## 8.2 Recomendaciones

### 8.2.1 Revestimientos interiores

En caso de incendio, los medios de salida de los recintos de reunión de personas son los lugares donde se debería tener mayor margen de tiempo para resistir el siniestro. Se deberán tener las siguientes consideraciones en estos lugares.

Tabla 8.1 Exigencias para acabados interiores en medios de salida

Exigencias para acabados interiores en medios de salida			
Ubicación/Usó	EXIGENCIAS REVESTIMIENTOS		
	PARED Y TECHO	PISO <sup>1</sup>	DE ELEMENTOS DE PASO
Salidas	Se debe controlar la propagación de la llama y la cantidad de humos	Se debe controlar el flujo radiante mínimo	Se debe controlar el potencial energético, la generación de humos y la generación de goteo incandescente
Cerramiento de salidas	Se debe controlar la propagación de la llama y la cantidad de humos	Se debe controlar el flujo radiante mínimo	
Corredores y vestíbulos	Se debe controlar la propagación de la llama y la cantidad de humos	Se debe controlar el flujo radiante mínimo	Se debe controlar el potencial energético, la generación de humos y la generación de goteo incandescente
Vías de evacuación	Se debe controlar la energía liberada por el material, la cantidad de humos y la generación de goteo incandescente	Se debe controlar el potencial energético y la generación de goteo incandescente	Se debe controlar el potencial energético, la generación de humos y la generación de goteo incandescente
Escaleras cerradas	Se debe controlar la propagación de la llama y la cantidad de humos	Se debe controlar el flujo radiante mínimo	Se debe controlar el potencial energético, la generación de humos y la generación de goteo incandescente

<sup>1</sup> Se exceptúan de esta clasificación acabados de suelos y revestimientos del tipo tradicional, como la madera, vinilo, linóleo o terrazo, y los materiales de revestimiento de suelos resistentes que no están compuestos de fibras.

En las áreas destinadas a reunión pública, se deberá tener un control sobre los revestimientos de paredes y cielorrasos, cuyo fin será controlar la propagación de la llama y la cantidad de humos que estos revestimientos generan, se exigirá un control más exhaustivo para áreas destinadas a una carga de ocupante mayor a 300 personas.

#### ***8.2.1.1 Edificios para entretenimientos especiales***

En este tipo de edificios, se exige que los acabados interiores de paredes y cielorrasos tengan un control sobre la propagación de la llama y la generación de humos.

#### ***8.2.1.2 Revestimientos textiles y de vinilo expandido***

El uso de materiales textiles en paredes o cielorrasos deberá estar limitado según como se indica en la Tabla 5.2, en donde se debe controlar en estos materiales textiles la propagación de la llama y la cantidad de humos que estos revestimientos generan, adicionalmente se tendrán exigencias del tipo constructivas y/o de protección activa de incendios, tal como estar protegidos por un sistema de rociadores automáticos aprobado.

Para el uso de revestimientos de vinilo expandido para paredes o cielorrasos se debe cumplir con las exigencias de la Tabla 5.3, en donde se debe controlar la propagación de la llama y la cantidad de humos que estos revestimientos generan, y de la misma manera cumplir con exigencias constructivas y/o de protección activa de incendios.

### **8.2.1.3 Plásticos de espuma**

No se utilizarán como acabado interior de paredes y/o cielorrasos, con la excepción de que se permitan estos materiales en base a ensayos de fuego que sustenten aceptablemente sus características de combustibilidad para su uso propuesto en condiciones reales de incendio.

Es necesario mencionar que cuando el edificio o una ubicación dentro de este mismo, presenta rociadores automáticos instalados de acuerdo a como exige el OGUC, las exigencias de control del potencial energético, generación de humos, goteo incandescente y propagación de la llama serán menores en comparación a si el edificio no dispusiera de rociadores automáticos.

### **8.2.2 Decoraciones y mobiliario**

Se va a permitir el acabado de interiores de paredes y cielorrasos con fines decorativos siempre y cuando no exceda más del 10% de las áreas agregadas y se tenga control sobre la propagación de las llamas y generación de humos del acabado incidental, y los revestimientos de las paredes o cielorrasos tengan un control de la propagación de la llama y generación de humos aún mayor que el acabado incidental.

Se tiene el mismo criterio anterior para los agregados combustibles, a excepción de auditorios en donde la cantidad de agregados combustibles puede llegar hasta un 75% del área siempre y cuando se disponga de un sistema de rociadores aprobado.

El material decorativo no combustible no estará limitado.

Las telas y películas usados con propósitos decorativos, las cortinas, tapicería y los demás mobiliarios deberán ser no combustibles o ser resistentes a las llamas procurando controlar la propagación de las llamas más allá de la zona expuesta a la fuente de ignición.

Las espumas de plástico utilizadas como *trim*, deberán tener un control sobre la propagación de la llama, y tendrán limitaciones de área, en donde el *trim* interior no deberá constituir más del 10% de la pared o cielorraso específico al que está unido.

Los materiales de *trim* combustibles, con la exclusión de pasamanos y barandillas, no superará el 10 por ciento del área de la pared o en el techo específico en el que se adjunta.

Los plásticos de piroxilina, imitaciones de cuero u otro material consistente no se deberán utilizar.

A los materiales utilizados como base de suelo-pared interior se les pedirá un control sobre el flujo radiante crítico.

Es importante ocupar una correcta distribución de los elementos mobiliarios, debido a su gran aporte en un incendio, y procurando que no impidan el paso en las salidas de evacuación.

### **8.2.3 Espacios ocultos**

Los materiales combustibles no deberán ser permitidos en espacios ocultos, y se deberá disponer de barreras para las cavidades como método para cerrar las rutas del humo y propagación de la llama.

### **8.2.4 Plásticos**

#### **8.2.4.1 Aislamientos de espuma de plástico**

Los aislamientos de espuma de plástico y conjunto de núcleos de espuma plástica manufacturados deberán controlar la propagación de la llama y la generación de humos, en caso de incendio.

Las espumas de plástico se deben separar del resto del edificio mediante

una barrera térmica, pero en el caso de ser usados como *trim* interior o señales interiores no va ser necesario proveer una barrera térmica.

#### **8.2.4.2 Acabado interior y trim**

Los materiales plásticos instalados como acabados interior o *trim* deberán tener un control sobre la propagación de la llama en caso de incendio. El *trim* interior no deberá constituir más del 10% de la pared o cielorraso donde está unido.

#### **8.2.4.3 Enchapado de plástico**

Cuando se utilizan dentro de un edificio, deberán tener un control sobre la propagación de la llama y la generación de humos si es utilizado como revestimiento de paredes y cielorrasos, y en el caso de ser utilizado como acabado de pisos, se deberá controlar el flujo radiante crítico.

#### **8.2.4.4 Plásticos de transmisión de luz**

Los plásticos transmisores de luz, incluyendo termoplásticos, termoestables o de material termo plástico termo endurecible reforzado, deberán tener un control sobre la temperatura de auto ignición (ser mayor que 343°C) cuando se ensaya, y un control sobre la cantidad de generación de humos.

El edificio que contenga plásticos de transmisión de luz en ubicaciones donde exista la posibilidad de haber una carga de ocupantes de 1000 personas o más, teatros con un escenario y proscenio abierto y con una carga de ocupantes de 700 personas o más, o en cerramientos de salida vertical y

pasillos de salida, deberá estar equipado con un sistema de rociadores automáticos aprobado.

Se deberán apoyar mediante el uso de perchas no combustibles.

El área de los materiales plásticos emisores de luz que se utilizan en las salidas o pasillos no superará el 30% de la superficie total del techo.

#### *8.2.4.5 Paneles de pared de plástico transmisores de luz*

Se permiten para ser utilizados como paneles de paredes exteriores, siempre que las paredes no estén obligadas a tener una clasificación de resistencia al fuego, y deberán tener un control sobre la temperatura de auto ignición (ser mayor que 343°C) cuando se ensaya, y un control sobre la cantidad de generación de humos.

No deberán ser utilizados en usos para reunión de personas, por lo general con asientos fijos destinados a la producción y visualización de las artes escénicas o imágenes en movimiento (salas de cine, teatros), ni tampoco en usos para reunión de personas previstos para la alimentación y/o de consumo de bebidas (salones de banquete, discotecas, tabernas).

#### *8.2.4.6 Plásticos transmisores de luz de techo*

Los plásticos transmisores de luz de techo, deberán tener un control sobre la temperatura de auto ignición (ser mayor que 343°C) cuando se ensaya, y un control sobre la cantidad de generación de humos. Adicionalmente se debe cumplir que el edificio este equipado con un sistema de rociadores automáticos y/o que la construcción del techo no este obligado a tener una calificación de resistencia al fuego.

Los paneles de techo deben estar limitados en el área y la superficie total

de los paneles estará limitada por un porcentaje de la superficie del suelo de la habitación, de acuerdo a la Tabla 5.1, con excepciones de edificios equipados con sistemas de rociadores automáticos aprobados, u ocupaciones de escaso riesgo.

#### ***8.2.4.7 Tragaluces de plástico acristalado para la transmisión de luz***

Los tragaluces deberán tener un control sobre la temperatura de auto ignición (ser mayor que 343°C) cuando se ensaya, y un control sobre la cantidad de generación de humos. Los bordes de los tragaluces estarán protegidos por metal u otro material incombustible aprobado, y deberán ser capaces de resistir la combustión.

Cada tragaluz deberá tener una superficie máxima dentro de la acera de 9,3 m<sup>2</sup>.

#### ***8.2.4.8 Plásticos transmisores de luz para señales interiores***

Los plásticos transmisores de luz para señales interiores deberán tener un control sobre la temperatura de auto ignición (ser mayor que 343°C) cuando se ensaya, y un control sobre la cantidad de generación de humos.

La señal no superara el 20% del área de la pared, tampoco deberá ser superior a 2,23 m<sup>2</sup>, y los bordes y las partes posteriores de la señal deben estar totalmente encerrados por metal.

#### ***8.2.4.9 Polímero reforzado con fibra y polímero de fibra de vidrio reforzado***

Cuando son utilizados como acabado interior, deberán tener un control sobre la propagación de la llama y la generación de humos si es utilizado como

revestimiento de paredes y cielorrasos, y en el caso de ser utilizado como acabado de pisos, se deberá controlar el flujo radiante crítico.

Cuando son utilizados como materiales decorativos o de acabado deberán controlar la propagación de la llama más allá de la zona expuesta a la fuente de ignición, o dichos materiales deben ser no combustibles.

Cuando son utilizados como materiales de transmisión de luz deben cumplir con las Secciones 8.2.4.4 a 8.2.4.8.

#### ***8.2.4.10 Plástico reflectante de núcleo aislante***

Se debe controlar la propagación de la llama y la generación de humos.

### **8.2.5 Otras recomendaciones**

#### ***8.2.5.1 Pisos y escaleras***

Los escalones y descansos deberán ser construidos de materiales de limitada combustibilidad, siempre y cuando se trate de una escalera de extinción de incendios, si la altura de la escalera es mayor a 18 metros sobre el nivel del suelo, o si se encuentra dentro de una planta sótano.

#### ***8.2.5.2 Escenarios y plataformas***

##### **8.2.5.2.1 Plataformas**

Las plataformas temporarias (duración menor a 30 días) se permite que se construyan de cualquier material.

Las plataformas permanentes se deben construir con los materiales que se requieran para el tipo de construcción del edificio en donde se ubique la plataforma.

#### 8.2.5.2.2 Escenarios

Los escenarios legítimos (con altura mayor a 15 m) deben ser contruidos con los materiales requeridos para edificios Tipo I, y los escenarios normales (con altura menor a 15 m) se deben construir con los materiales que se requieren para el tipo de construcción del edificio en el cual estén ubicados.

#### 8.2.5.2.3 Protección de las aberturas del proscenio

Los telones de espectáculos deben ser de un material incombustible.

Se debe tener un control de la propagación de la llama más allá de la zona expuesta a la fuente de ignición de las escenografías combustibles de tela, película, vegetación (seca) y los materiales similares (combustibles).

Se debe controlar la propagación de la llama y la generación de humos de las espumas plásticas y materiales que contienen espuma de plástico.

#### *8.2.5.3 Protección contra el fuego de cielos falsos*

Los cielos falsos pueden contribuir a la resistencia global contra el fuego del conjunto suelo/techo, en donde se deberá tener un control de la superficie expuesta del cielo falso sobre el potencial energético del mismo, la generación de humos, y la producción de goteo incandescente. Esta elección dependerá también de la altura del edificio o separación entre pisos, sí el piso es compartimentado o no, y la provisión para la resistencia al fuego del piso.

#### *8.2.5.4 Sistemas acústicos del techo*

Estos materiales deben cumplir con los requisitos de acabados interiores, es decir tener un control sobre la propagación de las llamas y el humo desarrollado.

#### *8.2.5.5 Requisitos especiales para las operaciones del servicio de comidas*

Se deben tener precauciones ante la posible inflamación de materiales combustibles, por lo que en el caso de utilizar velas, éstas deben estar apoyadas sobre bases incombustibles.

Se deben cumplir los requisitos para las telas y películas usadas con propósitos decorativos, explicitados en la Sección 3.1.3, y para los materiales de gomaespuma y materiales que la contengan, se debe controlar la tasa de liberación de calor máxima.

## Capítulo 9 Bibliografía

[1] Adrian Beard, Clariant. (2007). EFRA – The European Flame Retardants Association. Flame Retardants. Frequently Asked Questions.

[2] Área de normativa técnica supervisión y control. Dirección general de vivienda y rehabilitación. Comunidad de Madrid. (2005). Real Decreto 312. Tabla 4.1 del anexo IV. Madrid, España.

[3] Association, N. F. (2009). NFPA 101 Life Safety Code. Quincy, Massachusetts: IHS.

[4] Comité Técnico AEN/CTN 23 Seguridad contra incendios. (2010). UNE-EN 13501-12007+A1. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego.

[5] Comité Técnico AEN/CTN 23 Seguridad contra incendios. (2010). UNE-EN 13501-12007+A1. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego. Tabla 1 – Clases de comportamiento de reacción al fuego para productos de construcción, excluidos los revestimientos de suelos y los productos aislantes térmicos para tubos lineales.

[6] Comité Técnico AEN/CTN 23 Seguridad contra incendios. (2010). UNE-EN 13501-12007+A1. Clasificación en función del comportamiento frente al fuego de los productos de construcción y elementos para la edificación. Parte 1: Clasificación a partir de datos obtenidos en ensayos de reacción al fuego. Tabla

2 – Clases de comportamiento de reacción al fuego para productos para revestimientos de suelos.

[7] Gabriel Rodríguez Jaque. (2015). Incendio en Edificios – Importancia de los humos y comportamiento de edificios de gran volumen.

[8] International Code Council, INC. (2009). International Building Code. USA.

[9] Marcial Salaverry. (200-). Acero e Incendios – Estabilidad a altas temperaturas – Unidad de ingeniería de incendios – IDIEM.

[10] Miguel Pérez Arias. (2015). Clasificación de Materiales – Reacción al fuego.

[11] Minister, O. O. (2000). The Building Regulation, Fire Safety, Approved Document B. Colegate, Norwich: TSO.

[12] MINVU. (2014). Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones. Santiago, Chile.

[13] Oscar Arredondo. (2015). Incendio en espacios confinados. [en línea] <http://www.emb.cl/hsec/articulo.mvc?xid=812&edi=36&xit=incendios-en-espacios-confinados> [consulta: 04 mayo 2016].

[14] Pérez, J. M. (2009). NFPA Handbook Tomo I – Manual de protección contra incendios. Bogotá, Colombia: Quebecor World.

[15] Technical Committee FSH/21. (1997). British Standard. Fire test on building materials and structures. Part 7. Method of test to determine the classification of the surface spread of flame of products.

[16] Hernández Jara, J. E. (2008). “Recopilación de información sobre el comportamiento al fuego de elementos de construcción de viviendas”. Memoria para optar al título de Ingeniero Civil, Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas.

## Apéndice A

### *A.1 Assembly group*

Este grupo incluye, entre otros, el uso de un edificio o estructura, o una porción del mismo, para la reunión de personas para fines tales como funciones cívicas, sociales o religiosas; la recreación, la alimentación o el consumo de bebidas o para la espera de transporte.

Ocupaciones de reunión de personas incluirán lo siguiente:

A1. Usos para reunión de personas, por lo general con asientos fijos, destinados a la producción y la visualización de las artes escénicas o imágenes en movimiento, incluyendo, pero no limitado a:

Salas de cine, salas de conciertos sinfónicos y estudios de televisión y radio que admiten una audiencia, teatros.

A2. Usos para reunión de personas previstos para la alimentación y/o de consumo de bebidas incluyendo, pero no limitado a:

Salones de banquetes, discotecas, restaurantes, tabernas y bares.

A3. Usos para reunión de personas previstos para el culto, esparcimiento o recreo y otro conjunto de usos no clasificados en otra parte en el Grupo A, incluyendo, pero no limitado a:

Salas de juego, galerías de arte, bowling, salones comunitarios, salas de audiencias, salas de baile (sin incluir los alimentos o el consumo de bebidas), salas de exposición, funerarias, gimnasios (sin asientos para espectadores), piscinas cubiertas (sin asientos para espectadores), canchas de tenis cubierta

(sin asientos para espectadores), salón de lectura, bibliotecas, museos, los lugares de culto religioso, piscina y salones de billar, áreas de espera en las terminales de transporte.

A4. Usos para reunión de personas previstos para la visualización de los eventos deportivos de interior y actividades con asientos para espectadores, incluyendo, pero no limitado a:

Arenas, pistas de patinaje, piscinas, las canchas de tenis.

A5. Usos para reunión de personas previstos para la participación en actividades al aire libre o la visualización, incluyendo, pero no limitado a:

Estructuras del parque de atracciones, graderío, tribunas, estadios.

## **A.2 Tipos de construcción**

Edificios y estructuras construidas o para construirse, modificarse o ampliarse en altura o área se clasificarán en uno de los cinco tipos de construcción definidos a continuación. Los elementos de construcción deberán tener una clasificación de resistencia al fuego no menor a la especificada en la Tabla A.1 y las paredes exteriores deben tener una clasificación de resistencia al fuego no menor a la especificada en la Tabla A.2.

### **A.2.1 Construcciones Tipo I y II**

Construcciones Tipo I y II son aquellas construcciones en el que los elementos de construcción que figuran en la Tabla A.1 son de materiales no combustibles, excepto lo permitido en la Sección A.2.5.

### A.2.2 Construcciones Tipo III

Construcción Tipo III es aquel tipo de construcción en el que las paredes exteriores son de materiales no combustibles y los elementos interiores del edificio son de cualquier material permitida por la Secciones 3.2.1, 3.2.2 o 3.2.3. Encofrado de madera ignífugo tratados cumpla con la norma ASTM E 84 (Índice de propagación de llama menor a 25) se permitirá dentro de ensambles de muros exteriores de una calificación de 2 horas o menos.

### A.2.3 Construcciones Tipo IV

Construcción Tipo IV (*Heavy Madera*, HT) es ese tipo de construcción en el que las paredes exteriores son de materiales no combustibles y los elementos interiores del edificio son de madera maciza o laminada y sin espacios ocultos.

Encofrado de madera ignífugo tratados cumpla con la norma ASTM E 84 (Índice de propagación de llama menor a 25) se permitirá dentro de ensambles de muros exteriores con una calificación de 2 horas o menos.

### A.2.4 Construcciones Tipo V

Construcción Tipo V es ese tipo de construcción en el que los elementos estructurales, paredes exteriores y paredes interiores son de cualquier material permitidos por el código IBC.

**Tabla A.1 Requisitos de resistencia al fuego para elementos de construcción (horas)**

Requisitos de resistencia al fuego para elementos de construcción (horas)									
Elemento de construcción	Tipo I		Tipo II		Tipo III		Tipo IV	Tipo V	
	A	B	A <sup>d</sup>	B	A <sup>d</sup>	B	HT	A <sup>d</sup>	B
Marco primario estructural <sup>g</sup>	3 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1	0	1	0	HT	1	0
Muros estructurales:									
Exterior <sup>f</sup>	3	2	1	0	2	2	2	1	0
Interior	3 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	1	0	1	0	1/HT	1	0
Muros no estructurales y tabiques exteriores	Ver Tabla A.2.								
Muros no estructurales y tabiques interiores <sup>e</sup>	0	0	0	0	0	0	1	0	0
Construcción del piso y miembros secundarios	2	2	1	0	1	0	HT	1	0
Construcción del techo y miembros secundarios	1 1/2 <sup>b</sup>	1 <sup>b,c</sup>	1 <sup>b,c</sup>	0 <sup>c</sup>	1 <sup>b,c</sup>	0	HT	1 <sup>b,c</sup>	0

- Soporte de techo: La clasificación de resistencia al fuego de marcos estructurales primarios y muros estructurales se permite que se reduzca en 1 hora cuando solo sostienen el techo.
- La protección contra el fuego de los elementos estructurales no será requerida, incluida la protección de la estructura del techo y plataforma en la que cada parte de la construcción del techo es de 20 pies o más por encima de cualquier piso inmediatamente inferior. se permitió que los miembros de madera retardantes de fuego tratados para ser utilizado en los elementos no protegidos.
- En todas las ocupaciones, se permitirá madera pesada, donde se requiere un grado de resistencia al fuego de 1 hora o menos.
- Se permitirá un sistema de rociadores automáticos para ser sustituido por 1 hora de resistencia al fuego, siempre y cuando dicho sistema no se requiere de otra manera por otras disposiciones. No se permitirá la sustitución de 1 hora para la resistencia al fuego de paredes exteriores.
- No es menor que la resistencia al fuego requerida por otras secciones.
- No inferior a la de resistencia al fuego basado en la distancia de separación al fuego (ver Tabla A.2).
- No inferior a la de resistencia al fuego como se indica en la Tabla A.2 y esta tabla.

**Tabla A.2 Requisitos de resistencia al fuego para las paredes exteriores basados en la distancia de separación del fuego.**

Requisitos de resistencia al fuego para las paredes exteriores basados en la distancia de separación del fuego <sup>a,b</sup>		
Distancia de separación del fuego = X (pies)	Tipo de construcción	Grupo de ocupación A
X < 5	Todos	1
5 ≤ X < 10	IA	1
	Otros	1
10 ≤ X < 30	IA, IB	1
	IIB, VB	0
	Otros	1
X ≥ 30	Todos	0

- a. Muros exteriores de carga también deberán cumplir con los requisitos de resistencia al fuego de la Tabla A.1.
- b. La calificación de resistencia al fuego de una pared exterior se determina en función de la distancia de separación al fuego de la pared exterior y el piso en la que se encuentra la pared.

#### A.2.5 Materiales combustibles en construcciones Tipo I y II

Se permitirán los materiales combustibles en edificios de Tipo I o II de la construcción en las siguientes aplicaciones:

1. Aislamiento térmico y acústico, que no sea de espuma de plástico, que tiene un índice de propagación de llama de no más de 25.

Excepciones:

1. Aislamiento colocado entre dos capas de materiales no inflamables, sin la intervención de un espacio aéreo se les permite tener un índice de propagación de llama de no más de 100.
2. Aislamiento instalado entre un piso terminado y plataforma sólida sin intervenir el espacio aéreo se les permite tener un índice de propagación de llama de no más de 200.
2. Plásticos de espuma de acuerdo con la Sección 5.2.8.
3. Cubiertas de techo con clasificación A, B o C.
4. Acabado interior de pisos y materiales de revestimientos de suelos instalados de acuerdo con la Sección 3.2.2.
5. Carpintería tales como puertas, marcos de puertas, marcos de las ventanas y marcos.
6. Acabados interior de paredes y cielos instalados de acuerdo con la Sección 3.2.1.
7. *Trim* instalados de acuerdo con la Sección 3.2.3.
8. Donde no se instala más de 15 pies (4572 mm) por encima de grado, vidrieras, listones de clavado o el enrasado y los mamparos de madera debajo de vidrieras, incluyendo sus marcos, delantales y vitrinas.

9. Acabados de pisos instalados de acuerdo con la Sección 3.2.2.
10. Escenarios y plataformas construidos de acuerdo con la Sección 5.2.6.1.
11. Plásticos de transmisión de luz permitidos en la Sección 5.2.8.
12. Listones para clavar o enrasado permitidos por la Sección 5.2.8.1.5.
13. Materiales permitidos en espacios ocultos de edificios de construcción Tipo I y II de acuerdo con la Sección 5.2.7.