

A stylized black silhouette of a fire flame is located on the left side of the lower half of the page, partially overlapping the dashed line.

# INCENDIOS

PELIGRO, PREVENCIÓN,  
NORMAS Y MATERIALES.

# INTRODUCCIÓN - Interpretación



En los tiempos que corren han cobrado mucha importancia los términos ignífugo, seguridad contra incendios, etc. Pero también, es común encontrarnos con exigencias poco claras o insuficientes para determinadas construcciones, por lo cual es muy importante ahondar un poco más sobre este tema: la evaluación del riesgo potencial de cada construcción según su destino, los tipos de materiales, las certificaciones y ensayos de las reglamentaciones, y su interpretación, etc.

## En este trabajo se presenta información acerca de:

- > Proceso general de un incendio
- > Desarrollo de un incendio dentro de un recinto cerrado
- > Carga de fuego
- > Efectos en el aire respirable
- > Efectos producidos en el ser humano por algunos productos de la combustión
- > Uso de retardantes de llama en la fabricación de productos plásticos para la construcción
- > Vocabulario utilizado en las diferentes normativas
- > Enfoque de las normas para seguridad contra incendios
- > Desarrollo de las membranas Isolant Doble Alu
- > Resultados de ensayo de propagación de llamas
- > Resultados de ensayo de gases emitidos en la combustión

Asimismo tratamos especialmente a la espuma de polietileno, material componente de los productos Isolant, de las experiencias al respecto y su aplicación como aislante en la industria de la construcción.

Finalmente, damos cuenta de todos los ensayos que posee Isolant S.A. y de la actividad de divulgación actual, para llegar hasta los profesionales y los consumidores finales, con toda la información posible y la garantía de seguridad que se necesita para construir de una manera segura y responsable.

## INCENDIOS: Una idea general



Cuando se produce un incendio en un edificio, el peligro más grave es la propagación del fuego por las distintas áreas, o por todo el edificio. Generalmente, esta propagación suele estar causada por erróneos conceptos de diseño, y favorecida por la utilización de materiales decorativos y de revestimientos muy combustibles. En un incendio, las temperaturas en un ambiente pueden ser de 100 °C al nivel del suelo, y llegar hasta 600 °C al nivel de los ojos. Dado el aislamiento térmico existente, las altas temperaturas pueden ocasionar la ruptura de los cristales que conforman el cerramiento exterior y, en consecuencia, producir la propagación vertical del incendio por las fachadas exteriores del edificio (es por esto que los bomberos rocían con agua el exterior de los edificios durante el comienzo del incendio: para enfriar).

Los factores que influyen en el desarrollo de un incendio en un recinto cerrado son principalmente:

- El tamaño y ubicación de la fuente de ignición.
- El tipo, cantidad, posición, espaciado, orientación y superficie de las fuentes de combustible.
- La geometría del recinto.
- El tamaño y ubicación de las aberturas.
- Las propiedades del material componente de paredes, piso y techo.

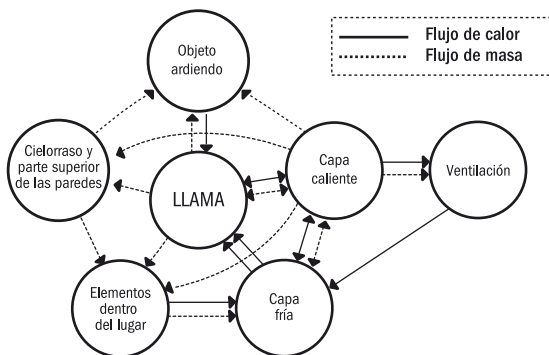
Un factor importante a tener en cuenta es que TODO se quema. Sólo es cuestión de temperatura. Cuando decimos que un material es ignífugo (es decir, que no enciende llama) o es de cierta velocidad de propagación de llama, estamos hablando en referencia a un ensayo normalizado, que nos permite comparar diferentes materiales entre sí, para poder elegir el que mejor se comporte o cumpla mejor con nuestras expectativas ante un siniestro.

Los ensayos normalizados consisten en una metodología para comparar diferentes materiales entre sí. Nunca hay que perder de vista, sin embargo, que las condiciones preestablecidas en las que se llevan a cabo, difieren de las reales, y que dichos ensayos no deben ser usados para describir o avalar el peligro de fuego o riesgo de incendio de un material, producto o sistema en condiciones de incendio real, sino simplemente para lo que se mencionó primero: comparar.

Por eso, siempre es importante recibir el asesoramiento de un profesional de seguridad, ya sea para el uso de materiales, o bien para el diseño de la instalación contra incendio, y así mantener nuestro proyecto dentro de condiciones de seguridad lógicas y de las exigidas por la autoridad competente. Cuando se tienen en cuenta las medidas de seguridad a partir del diseño mismo del edificio, así como las medidas constructivas que contribuyan a la seguridad, los efectos de un incendio disminuyen considerablemente, en particular en lo atinente a la integridad física de las personas que pudieran ser afectadas en su ocurrencia.

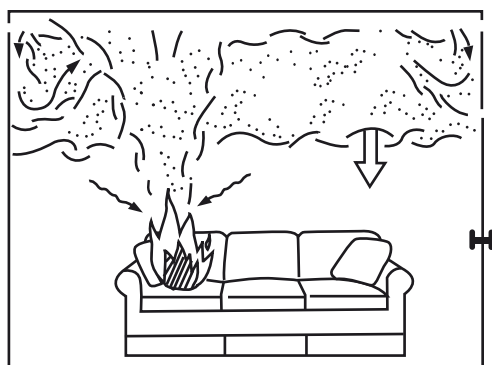
## DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROCESO DE UN INCENDIO EN UN RECINTO CERRADO ...

El fuego es un fenómeno físico y químico que interactúa fuertemente con la naturaleza. Esta interacción entre la llama, su combustible y los alrededores, es generalmente no lineal y una estimación cuantitativa del proceso involucrado es compleja. El proceso de combustión en sí mismo y los demás procesos de interés en un incendio dentro de un local, involucran principalmente flujos de masa y calor hacia y desde el combustible y los alrededores.



Un incendio dentro de un recinto cerrado puede desarrollarse en muchas diferentes vías, dependiendo mayormente de la geometría del lugar y la ventilación, y tipo de combustible, su cantidad, y la superficie total.

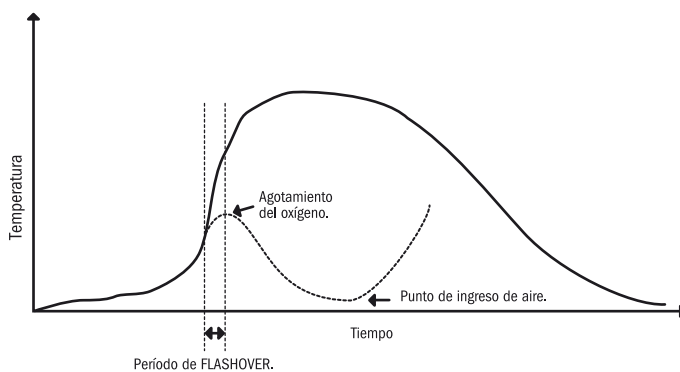
Después de la IGNICIÓN, el fuego crece y produce un incremento de las cantidades de energía, mayormente debido a la **propagación de la llama**. Al comienzo el recinto no tiene influencia sobre el fuego, porque la alimentación es controlada. En la medida que la energía se va liberando, una variedad de gases calientes tóxicos y no tóxicos, y sólidos son producidos y emitidos al ambiente.



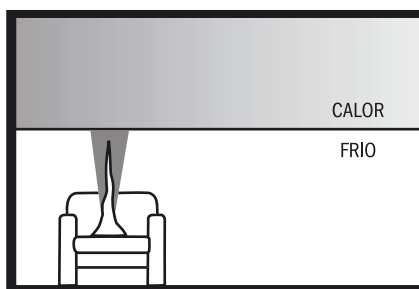
A medida que los gases calientes ascienden, el aire frío va reingresando en el AREA DE COMBUSTIÓN. Esta mezcla de productos de la combustión y aire, asciende por convección y va conformando la capa de aire caliente contra el techo o cielorraso. Asimismo, este "chorro" de gases y humo baja al encontrarse con las paredes, volviendo a subir debido a la corriente convectiva. La velocidad y

temperatura de este chorro es muy importante cuantitativamente, ya que definirán el funcionamiento de los sistemas automáticos de detección y extinción.

> Posibles formas de desarrollo de la combustión en un recinto cerrado.



La temperatura de los gases es variable en diferentes capas, pero se asume la existencia de dos capas principales bien definidas: una CAPA CALIENTE superior consistente en una mezcla de productos de la combustión y aire, y una CAPA FRÍA inferior compuesta de aire. En la medida que se desarrolla el fuego, la capa superior aumenta, empujando la capa fría contra el piso y llenando todo el recinto de humo.



En la medida que la capa caliente desciende, la transferencia de calor aumenta. Esta transferencia se realiza por radiación y convección desde la capa caliente hacia el cielorraso y paredes, que están en contacto con los gases calientes. El calor de la capa caliente también es transmitido por radiación hacia el piso y la parte baja de las paredes, así como también al combustible que genera el fuego,

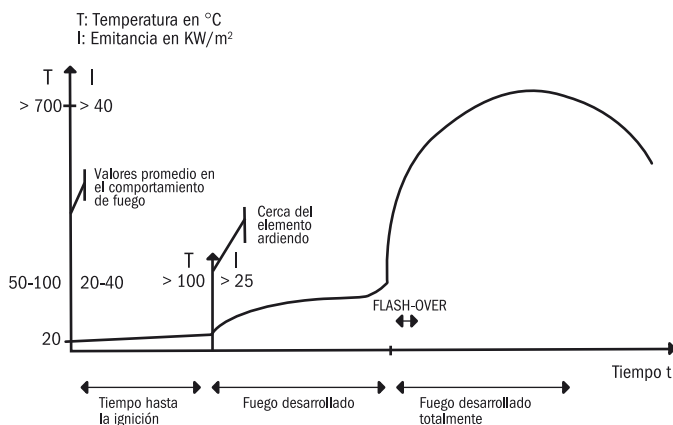
aumentando su régimen de combustión. Lo mismo ocurre con otros combustibles potenciales que se encuentren dentro del recinto.

Si hay una ventana abierta a un recinto contiguo o al exterior, el humo fluye hacia afuera a través de ella tan pronto como la capa caliente alcanza su parte superior. Muchas veces, el incremento de calor en el recinto causa la rotura de los cristales y se genera una abertura (chimenea).

El fuego puede continuar creciendo ya sea por incremento del régimen de combustión, por la propagación de llama o por la combustión de combustibles secundarios. Como resultado del aumento de temperatura por radiación de la capa caliente, puede llegarse a un estado de temperatura, donde todo el material combustible adyacente se enciende, con un rápido incremento de energía. Esta rápida y repentina transición de un fuego creciente a un incendio completamente desarrollado, se denomina **COMBUSTIÓN BRUSCA GENERALIZADA** o **FLASHOVER**. El fuego que llega a esta instancia puede pasar de un estado relativamente benigno a uno de gran poder de destrucción. En el estado de incendio totalmente desarrollado, las llamas se extienden hacia afuera a través de las aberturas y todo el material combustible en el recinto es envuelto en llamas. Este estado puede perdurar durante horas, tanto como la cantidad de combustible y el oxígeno se lo permitan.

En el caso que no haya aberturas en el recinto o solamente pequeñas áreas de ventilación, la capa caliente descenderá hacia la región de la llama y eventualmente la cubrirá. El aire ingresado dentro de la zona de combustión contiene muy poco oxígeno, por lo que incluso el fuego puede extinguirse debido a esto. Aun cuando el régimen de energía descienda, la pirolisis -descomposición química irreversible de un material debida a un aumento de la temperatura, en ausencia de oxígeno- puede continuar a un relativo alto régimen, causando la

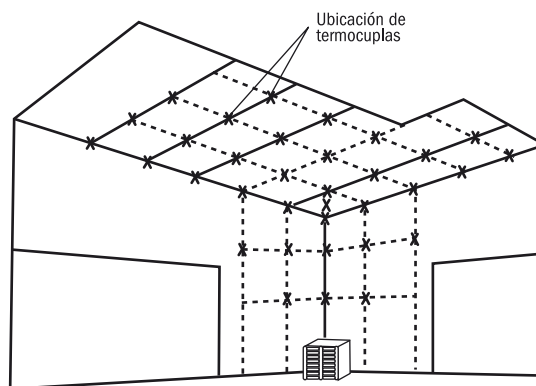
acumulación de gases sin arder en el recinto. Si una ventana se rompiese en este punto, o si los bomberos abrieran un orificio, los gases calientes fluirían hacia afuera a través de la parte superior de la abertura y el aire fresco exterior fluiría hacia adentro por la parte inferior. Esto podría disminuir la carga térmica en el recinto, pero el aire fresco puede causar un incremento en el régimen de desarrollo de energía. Entonces, el fuego puede crecer hasta el punto de **FLASHOVER**.



## CARGA DE FUEGO

Volviendo al tema específico de las espumas termoplásticas, y en el caso de Isolant, la espuma de polietileno, el comportamiento frente al fuego tiene una conexión directa con la relación superficie/masa. Debido a su estructura celular y su consecuente baja densidad, 25 kg/m<sup>3</sup>, la masa consiste en aproximadamente un 5% de polímero y el resto es aire, por lo tanto contribuye poco a la CARGA DE FUEGO por unidad de volumen. Sin embargo, la combinación de una gran superficie y el acceso al aire -oxígeno-, resulta comúnmente en una mayor evolución del calor de combustión disponible. Es por esto que se ha investigado al respecto, para incrementar la resistencia de estos materiales a la ignición a través de la utilización de retardantes de llama, sin mayor deterioro de sus propiedades físicas.

*La utilización de agentes retardantes de llama en la fabricación de la espuma Isolant, mejoran notablemente el comportamiento, así como también la aplicación de foils de aluminio que actúan como barrera de fuego, reflejando una buena parte de la energía calórica que llega a la membrana.*



> Ensayos de fuego a escala.

Los pulmones y las vías respiratorias son probablemente las áreas más vulnerables a una lesión que cualquier otra parte del cuerpo, y los gases encontrados en situaciones de incendio son, en su mayor parte, peligrosos en una u otra forma, siendo los principales causantes de las víctimas.

En un incendio nos encontramos con las siguientes situaciones:

DEFICIENCIA DE OXIGENO

TEMPERATURAS ELEVADAS

HUMOS

GASES TOXICOS

Para una mayor interpretación, detallamos las distintas situaciones:

### 1) DEFICIENCIA DE OXIGENO

En el proceso de combustión se consume oxígeno mientras se producen gases tóxicos. Cuando las concentraciones de oxígeno en el aire están por debajo del 18%, el cuerpo humano responde automáticamente incrementando el ritmo respiratorio. En la medida que el porcentaje de oxígeno disminuye, los síntomas se presentan como se muestran en la siguiente tabla:

% DE OXIGENO EN EL AIRE	SINTOMAS
21	Ninguno - condición normal
17	Cierto deterioro en la coordinación muscular, incremento en la función respiratoria para compensar la proporción más baja de oxígeno.
12	Mareo, dolor de cabeza, mucha fatiga.
9	Pérdida del conocimiento.
6	Muerte a los pocos minutos por deficiencia respiratoria y la consecuente falla cardíaca.

\* Estos datos no pueden ser considerados absolutos, pues en ellos no son consideradas las diferencias en la función respiratoria o el tiempo de exposición.

ESTOS SINTOMAS SOLAMENTE OCURREN A CAUSA DE LA REDUCCION DEL OXIGENO. SI LA ATMOSFERA ES ADEMAS CONTAMINADA CON GASES TOXICOS, PUEDEN PRODUCIRSE OTROS SINTOMAS.

### 2) TEMPERATURAS ELEVADAS

La acción de exponerse al aire caliente puede lesionar las vías respiratorias y si el aire es húmedo, el daño puede ser mucho mayor. La inhalación rápida de calor excesivo, con temperaturas sobrepasando los 49 °C a 54 °C, puede causar una seria disminución en la presión arterial y falla en el sistema circulatorio. La inhalación de gases calientes puede causar edemas (acumulación de fluido en los pulmones), lo cual puede producir la muerte por asfixia. Otro punto importante, es que el daño causado a los tejidos por inhalación de aire caliente, no es inmediatamente reversible al introducir aire fresco y puro a las vías respiratorias.

### 3) HUMOS

La mayor parte del humo generado en un incendio es una combinación de pequeñas partículas en suspensión, pero también hay cierta cantidad de polvo corriente flotando en combinación con gases calientes. Las partículas proveen un medio para la condensación de algunos productos gaseosos de la combustión. Algunas de las partículas suspendidas en el humo son ligeramente irritantes, pero otras pueden ser letales. El tamaño de las partículas determinará cuán profundamente podrían ser inhaladas dentro de los pulmones indefensos.

## 4) GASES TOXICOS

Una situación de incendio significa exponerse a una combinación de agentes irritantes y tóxicos cuya combinación, incluso, puede tener un efecto sinérgico más tóxico o más irritante que lo que sería el efecto total si cada uno fuera inhalado separadamente.

*Los gases tóxicos inhalados pueden tener diversos efectos nocivos en el cuerpo humano. Algunos de los gases afectan directamente el tejido pulmonar y deterioran su función. Otros gases no tienen directamente un efecto nocivo en los pulmones pero pasan hacia la corriente sanguínea y otras partes del cuerpo y dañan la capacidad de los glóbulos rojos de transportar oxígeno.*

En particular los gases tóxicos producidos en un incendio varían de acuerdo a cuatro factores:

- Naturaleza del combustible
- Cantidad de calor liberado
- Temperatura de los gases generados
- Concentración de oxígeno

### > Dióxido de Carbono

El dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) debe ser tomado en cuenta debido a que es uno de los resultantes de la combustión completa de materiales carboníferos. El dióxido de carbono es incoloro, inodoro y no inflamable. Los incendios que arden libremente, deben formar generalmente más dióxido de carbono que los incendios que arden lentamente, sin llama. Normalmente su presencia en el aire y el intercambio desde el torrente sanguíneo hacia el interior de los pulmones, estimula el centro respiratorio del cerebro. El aire normalmente contiene alrededor de 0,03 por ciento de dióxido de carbono.

**A una concentración del 5 por ciento en el aire, hay un notable incremento en la respiración, acompañado de dolor de cabeza, vértigo, transpiración, excitación mental. Las concentraciones de 10 a 12 por ciento causan la muerte casi a unos pocos minutos, por parálisis del centro respiratorio cerebral.**

Desafortunadamente, al incrementar la respiración aumenta la inhalación de otros gases tóxicos. A medida que el gas aumenta, la función respiratoria inicialmente estimulada disminuye antes que ocurra la parálisis total.

### > Monóxido de Carbono

La gran mayoría de las muertes por incendios ocurren a causa del monóxido de carbono (CO) más que por cualquier otro producto tóxico de combustión. Este gas incoloro e inodoro está presente en cada incendio, y mientras más deficiente sea la ventilación y más incompleta la combustión, más grande es la cantidad de monóxido de carbono formado. Un método empírico de determinación, aunque sujeto a mucha variación, es que **mientras más oscuro es el humo, más altos son los niveles de monóxido de carbono presentes**. El humo negro tiene un alto contenido de partículas de carbono y monóxido de carbono a causa de la combustión incompleta.

y vértigo antes de la inhalación, de modo que es posible un aviso. El siguiente cuadro muestra el efecto tóxico de los diferentes niveles de monóxido de carbono en el aire, aunque éste no es absoluto, pues no muestra las variaciones en la función respiratoria o duración del tiempo de exposición, lo cual causaría que el efecto tóxico apareciera más rápido. El color rojo cereza en la piel, característico de la intoxicación con monóxido de carbono, no es siempre un signo confiable, particularmente en exposiciones prolongadas a concentraciones bajas.

En el proceso respiratorio en el cuerpo humano, la hemoglobina de la sangre se combina con el oxígeno y lo lleva a una combinación química denominada oxihemoglobina. Las características más significativas del monóxido de carbono, son que el mismo se combina tan fácilmente con la hemoglobina de la sangre que el oxígeno disponible es excluido. La combinación de la oxihemoglobina se convierte en una combinación más fuerte llamada carboxihemoglobina (COHb). En efecto, el monóxido de carbono se combina con la hemoglobina alrededor de 200 veces más fácilmente que el oxígeno. El monóxido de carbono actúa sobre el cuerpo, pero desplaza el oxígeno de la sangre y conduce a una eventual hipoxia del cerebro y tejidos, seguida por la muerte si el proceso no es invertido.

La medida de la concentración de monóxido de carbono en el aire no es la mejor manera de predecir los rápidos efectos fisiológicos, porque la verdadera reacción es causada por la concentración de carboxihemoglobina en la sangre, causando así una gran falta de oxígeno. Los grandes consumidores de oxígeno como el corazón y el cerebro se lesionan con prontitud. La combinación del monóxido de carbono con la sangre será mayor cuanto mayor sea también la concentración. La condición física general de un individuo, edad, grado de actividad física y tiempo de exposición, afectan el nivel de carboxihemoglobina en la sangre.

Las concentraciones de monóxido de carbono en el aire, superiores a cinco centésimas (0,05) por ciento, pueden ser peligrosas. Cuando el nivel es mayor que el uno por ciento no hay aviso sensorial a tiempo que permita escapar. A niveles más bajos hay dolor de cabeza

Una concentración del uno por ciento de monóxido de carbono en un cuarto dará lugar a un nivel de 50 % de carboxihemoglobina en el torrente sanguíneo en aproximadamente dos y medio a siete minutos.

**Una concentración de cinco por ciento puede elevar el nivel de carboxihemoglobina a un 50 % en solamente un intervalo de 30 a 90 segundos.**

Una persona previamente expuesta a un alto nivel de monóxido de carbono puede reaccionar más tarde en una atmósfera más segura, pues la carboxihemoglobina recientemente formada, estaría corriendo a través del cuerpo. La combinación estable del monóxido de carbono con la sangre, es eliminada sólo lentamente por la respiración normal. La aplicación

de oxígeno puro es el elemento más importante dentro de la atención en primeros auxilios. Después de la convalecencia como consecuencia de una exposición severa, en cualquier ocasión pueden aparecer ciertas señales de lesión del cerebro o nervios, dentro de un lapso de aproximadamente tres semanas.

## EFFECTOS TOXICOS DEL MONOXIDO DE CARBONO

CO (partes por millón)	Porcentaje CO en el Aire	Síntomas
100	0,01	Ningún síntoma - ninguna lesión.
200	0,02	Dolor de cabeza leve, pocos síntomas.
400	0,04	Dolor de cabeza después de 1 a 2 horas.
800	0,08	Dolor de cabeza después de 45 minutos, náuseas, colapso, e inconsciencia después de 2 horas.
1000	0,10	Riesgo de inconsciencia después de una hora.
1.600	0,16	Dolor de cabeza, vértigo, náuseas después de 20 minutos.
3.200	0,32	Dolor de cabeza, vértigo, náuseas después de 5 a 10 minutos, inconsciencia después de 30 minutos.
6.400	0,64	Dolor de cabeza, vértigo después de 1 a 2 minutos, inconsciencia después de 10 a 15 minutos.
12.800	1,28	Inconsciencia inmediata, peligro de muerte dentro de 1 a 13 minutos.

### > El Ácido Clorhídrico

El ácido clorhídrico o cloruro de hidrógeno (HCL), es incoloro pero fácilmente detectado por su olor penetrante y la intensa irritación que produce en los ojos y las vías respiratorias. Aunque en términos generales no se considera un veneno, el cloruro del hidrógeno causa inflamación y obstrucción de las vías respiratorias superiores, la respiración se hace dificultosa y puede resultar en asfixia. Este gas está presente más comúnmente en incendios a causa del incremento de

temperaturas en materiales plásticos tales como el cloruro de polivinilo (PVC).

En un incendio, el concreto puede permanecer lo suficientemente caliente como para descomponer los plásticos de los cables eléctricos o de teléfono y despedir cloruro de hidrógeno. Los otros gases que se producen cuando estos plásticos son calentados son el monóxido de carbono y el dióxido de carbono.

### > El Ácido Cianhídrico

El ácido cianhídrico o cianuro de hidrógeno (HCN), interfiere con la respiración a nivel celular y de los tejidos. El intercambio adecuado de oxígeno y dióxido de carbono se ve limitado, así que el cianuro de hidrógeno es clasificado como **asfixiante químico**. El gas inhibe las enzimas por medio de las cuales los tejidos toman y usan el oxígeno. El cianuro de hidrógeno puede ser absorbido también a través de la piel. *Entre los materiales que emiten cianuro de hidrógeno se*

*incluyen el nylon, la lona, la espuma de poliuretano, el caucho y el papel.* La exposición a este gas incoloro, que tiene un notable olor a almendra, puede causar respiración entrecortada, espasmos musculares e incremento en el ritmo cardíaco, posiblemente hasta 100 latidos por minuto. El colapso es a menudo repentino.

La asfixia con cianuro es uno de los asesinos más veloces en un incendio. Según la opinión de expertos, la muerte es rápida y sin dolor.

## > Óxidos de Nitrógeno

Hay dos óxidos de nitrógeno peligrosos: el dióxido de nitrógeno es el más significativo debido a que el óxido nítrico se convierte fácilmente en dióxido de nitrógeno, con la sola presencia de oxígeno y humedad. El dióxido de nitrógeno es un irritante pulmonar que tiene un color castaño rojizo. Cuando es inhalado en suficientes concentraciones, causa edema pulmonar, el cual bloquea los procesos naturales de respiración del cuerpo y conduce a la muerte por asfixia.

Adicionalmente, todos los óxidos de nitrógeno son solubles en agua y reaccionan con la presencia del oxígeno para formar los ácidos nítricos y nitrosos. Estos ácidos son neutralizados por los álcalis en los tejidos del cuerpo y forman nitrito y nitratos. Estas sustancias

se adhieren químicamente a la sangre y pueden conducir al colapso y coma. Los nitritos y nitratos pueden causar también dilatación arterial, variación en la presión arterial, dolores de cabeza y vértigo. Los efectos de los nitritos y nitratos son secundarios a los efectos irritantes del dióxido de nitrógeno, pero pueden llegar a ser importantes bajo ciertas circunstancias y causar reacciones físicas retardadas.

El dióxido de nitrógeno es un gas que debido a que sus efectos irritantes en la nariz y garganta, pueden ser tolerados aún cuando sea inhalada una dosis letal. Por lo tanto, los efectos peligrosos de su acción como irritante pulmonar o reacción química, pueden no ser aparentes sino hasta varias horas después de haber estado expuesto.

## > Fosgeno

El fosgeno (COCl<sub>2</sub>) es un gas incoloro, insípido, con un olor desagradable. Puede ser producido cuando los refrigerantes tales como el freón hacen contacto con la llama. Es un irritante fuerte de los pulmones y su amplio efecto venenoso no es evidente sino varias horas después de la exposición. El típico olor a material de descomposición del fosgeno es fácilmente perceptible, incluso

cantidades menores a las que se pueden detectar pueden causar tos e irritación en los ojos. 25 p.p.m son mortales. Cuando el fosgeno hace contacto con el agua se descompone en ácido hidroclórico. Como los pulmones y los bronquios están siempre húmedos, el fosgeno forma ácido hidroclórico en los pulmones cuando se inhala.

## MEJORANDO MATERIALES: *Los retardantes de llama.*

Otro estudio importante es acerca de la reducción de la propensión de los materiales orgánicos (entre los cuales se incluye al plástico) a encenderse o emitir humos densos y/o tóxicos. Un **RETARDANTE DE LLAMA** debe inhibir o aun suprimir el proceso de combustión, si fuera posible. Dependiendo de su naturaleza, los retardantes de llama pueden actuar química y/o físicamente en las fases sólida, líquida o gaseosa. El retardante interfiere con la combustión durante el calentamiento, la descomposición, la ignición o la propagación de la llama.

Hay muchas maneras en la que la combustión puede ser retardada físicamente. Por formación de una capa protectora, que reduce el rango de degradación del polímero y el "flujo de combustible"; Por enfriamiento, donde el aditivo juega una parte en el balance de la energía de combustión; Por dilución, donde la inserción de sustancias inertes como fillers o talco, diluye el combustible y se reduce el límite de ignición.

Las más significativas reacciones químicas que interfieren con el proceso de combustión, tienen lugar en las fases de condensado y gas. Dos tipos de reacción pueden tomar lugar en la fase de condensado: una rotura acelerada del polímero y a su vez, una capa de carbón sobre la superficie de éste. La reacción en la fase de gas es interrumpida por el retardante de llama o sus productos de degradación, el sistema se enfría y el suministro de gases inflamables es reducido y eventualmente suprimida completamente.

Los sistemas de aditivos retardantes de llama pueden ser usados solos o en asociación con otros sistemas, para obtener un efecto sinérgico. Las familias de retardantes de llama se constituyen de componentes inorgánicos basados en fósforo, halógenos, nitrógeno y de componentes inorgánicos como trihidrato de aluminio, hidróxido de magnesio y trióxido de antimonio, que actúan en las fases de condensado y gas.

Los retardantes de llama comerciales más efectivos en uso general, son los que contienen componentes halógenos, comúnmente usados en combinación con componentes metálicos. La amplia aceptación del mecanismo de retardo de llama de estos sistemas están basados en una acción química, que ocurre principalmente en la fase de gas, aunque algunos estudios han demostrado que la fase de condensado puede estar también involucrada.

*Durante la liberación de hidrógeno producida durante la descomposición, los componentes que contienen halógenos interrumpe la secuencia de la reacción de combustión, reemplazando los radicales libres -OH y -H, altamente reactivo, por los menos reactivos radicales halógenos. Al disiparse esta energía, el balance térmico es modificado, lo cual reduce fuertemente la combustión.*

*En el caso concreto de los productos que fabrica Isolant para la industria de la construcción, Base para Alfombras, Base para Pisos Flotantes, membranas aislantes para paredes y techos, membranas para revestimientos de conductos, el material base de los mismos tiene incorporado un retardante de llama del tipo mencionado anteriormente, que confiere al material en sí características tales que la norma IRAM 11910, lo clasifica como:*

**RE3 "Material de baja propagación de llama"**





La norma IRAM 3900-1 nos da algunas definiciones fundamentales para comprender el vocabulario que se maneja en el estudio de un incendio.

### ARDER:

Producción de un proceso de combustión con emisión de luz y calor.

### AUTO INFLAMACION:

Capacidad de un material de entrar en ignición por autocalentamiento.

### AUTOPROPAGACION DE LA LLAMA:

Propagación de un frente de llama después de retirada la fuente de calor.

### CARGA DE FUEGO:

Sumatoria de las energías caloríficas que pueden desarrollarse por la combustión completa de todos los materiales combustibles en un recinto, incluyendo: revestimiento de muros, pisos, cielorrasos y tabiques.

### COMBUSTIBLE:

Material susceptible de entrar en combustión.

### COMBUSTION:

Reacción exotérmica de un material con un oxidante, generalmente acompañadas por llamas, incandescencia o emisión de humos.

### COMBUSTION BRUSCA GENERALIZADA O FLASHOVER:

Transición súbita al estado de combustión generalizada de toda la superficie del conjunto de los materiales combustibles incluidos dentro de un recinto.

### COMPORTAMIENTO FRENTE AL FUEGO:

Conjunto de transformaciones físicas o químicas que tienen lugar cuando un material, producto o estructura está expuesto al fuego.

### DESARROLLO TOTAL DE UN INCENDIO:

Estado de combustión generalizada de un conjunto de materiales combustibles en el desarrollo de un incendio.

### EXPLOSION:

Reacción brusca de oxidación o de descomposición que lleva consigo una elevación de la temperatura, de la presión o de ambas simultáneamente.

### HUMO:

Suspensión visible de partículas sólidas y/o líquidas en gases, resultantes de una combustión o pirolisis.

### IGNICION:

Iniciación de la combustión.

### INCENDIO:

Combustión rápida que se desarrolla sin control en el tiempo y en el espacio.

### INFLAMABILIDAD:

Aptitud de un material para arder con llama.

### PIROLISIS:

Descomposición química irreversible de un material debida a un aumento de la temperatura, en ausencia de oxígeno.

### PRODUCTOS DE COMBUSTION:

Conjunto de gases, partículas o aerosoles generado por combustión o pirolisis.

### RESISTENCIA AL FUEGO:

Aptitud de un elemento de construcción, componente o estructura, de conservar durante un tiempo determinado la carga portante requerida, la estanqueidad y/o el aislamiento térmico, especificados en el ensayo respectivo de resistencia al fuego en la norma correspondiente.

### RETARDADOR DE LLAMA:

Producto agregado o tratamiento aplicado a un material para suprimir, disminuir, retardar significativamente la propagación de las llamas o para aumentar la temperatura de ignición.

### TIEMPO DE PROPAGACION DE LLAMA:

Aquel que insume la llama de un material en combustión, para propagarse sobre una distancia o una superficie establecida.

### VELOCIDAD DE PROPAGACION DE LLAMA:

Distancia recorrida, por unidad de tiempo, por un frente de llama durante su propagación.

## NORMATIVAS PARA CLASIFICAR MATERIALES

El concepto de seguridad frente al fuego parte de identificar objetivos de seguridad y niveles aceptables de seguridad. Los métodos de ensayo y cálculo son utilizados para determinar los objetivos a alcanzar por un determinado diseño, para un determinado escenario de fuego, siguiendo determinadas hipótesis.

*El primer objetivo de seguridad contra el fuego, es asegurar que en caso de incendio, el tiempo requerido para evacuar el recinto donde se produce éste, es menor que el requerido por el fuego para crear condiciones insostenibles dentro del recinto. El tiempo de evacuación incluye al requerido por los ocupantes para llegar o ser transportados a un lugar seguro.*

Otro objetivo es, por ejemplo, prevenir la combustión brusca generalizada o "Flashover" dentro del edificio y evitar daños serios a los bomberos.

La investigación de los riesgos determina si el tema debe enfocarse desde los materiales, el producto o todo el sistema:

- ¿El producto puede ser la fuente de ignición?
- ¿El producto puede ser la fuente de ignición secundaria?
- ¿El producto puede ser una fuente de combustible potencial aun no siendo la fuente de ignición principal o secundaria?
- ¿Cuál es la vía potencial de contribución al riesgo?
- ¿Qué tan cerca están los ocupantes o el equipamiento crítico de la fuente del fuego?

Los ensayos de fuego varían considerablemente y se enfocan en diferentes hipótesis de riesgo (paredes, techos, cielorrasos). Muchas normativas y códigos regionales, estatales y locales, se refieren a los ensayos de fuego y las normas respectivas. Aunque los resultados numéricos más comunes de estos ensayos sirven para comparar diferentes comportamientos frente al fuego, son válidos solamente para medir la performance bajo las condiciones específicas de ensayo y pueden no ser representativas del comportamiento ante fuego real. Más de un ensayo, y posiblemente un ensayo a escala real, puede ser necesario para calificar un producto para un uso determinado.

Otro punto que consideran las normas de algunos países, es el tipo de características que deben reunir los productos, ya sean componentes de paredes, pisos, techos o cielorrasos, a la vista o formando parte de un sistema constructivo, en función del tipo de edificio del que formarán parte: edificios de vivienda, escuelas, hospitales, depósitos, fábricas, etc.

El conocimiento de las características de los materiales frente al fuego, permite al proyectista analizar y definir su compatibilidad con

el destino y actividad, ya sea por su toxicidad o combustibilidad. Las características que definen la reacción al fuego de los materiales utilizados en la industria de la construcción son:

- Facilidad de ignición
- Mantenimiento y forma de la combustión
- Propagación de las llamas
- Energía calorífica desprendida
- Resistencia mecánica estructural a determinadas temperaturas.

## PROTECCIÓN ESTRUCTURAL CONTRA INCENDIOS EN LA CONSTRUCCION ...

La prevención, protección y lucha contra incendios, comprende aspectos básicos que parten desde el proyecto arquitectónico mismo. En Argentina existe la **Ley Nacional N° 19.587** y su decreto reglamentario N° 371-79, extendida por adhesión a los sistemas provinciales y municipales, donde se establecen las normas a respetar por los proyectistas, constructores y usuarios para este tema. Sus tres aspectos básicos son:

**Protección pasiva:** consiste en dotar a las estructuras de una edificación, de las características necesarias de estabilidad y diseño que permitan una rápida y segura evacuación de sus ocupantes, a la vez de reducir al máximo la posibilidad de inicio y propagación del fuego entre los distintos sectores;

**Prevención:** tiene como fin impedir que se produzca la situación de incendio, utilizando los medios y técnicas adecuadas;

**Protección activa:** se recurrirá a todos los medios humanos y materiales disponibles para extinguir un incendio.

La legislación argentina establece una clasificación de materiales en:

- Explosivos (pólvoras, nitroderivados, etc.)
- Inflamables de 1ª categoría  
(punto de inflamación < 40 °C: alcohol, naftas)
- Inflamables de 2ª categoría  
(punto de inflamación > 40 °C: gasoil, kerosene, aguarrás)

- Muy combustibles (asfaltos, maderas, papel, tejidos, algodón)
- Poco combustibles (celulares artificiales)
- Incombustibles (metales en barra, piezas o lingotes)
- Refractarios (amianto, sílice)

Estos parámetros se determinan por ensayos realizados por instituciones de reconocimiento oficial, como por ejemplo el INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial), que permiten la clasificación de los distintos materiales, ajustándolos a las normas y reglamentaciones vigentes.

Los niveles de riesgo serán entonces en función de los materiales presentes en el área. El “Nivel de riesgo frente al fuego” que posee un edificio, es la relación siguiente:

$$IR = \frac{\text{Tiempo de resistencia al fuego del edificio}}{\text{Tiempo de evacuación y extinción}}$$

Este valor deberá ser siempre mayor a la unidad. Si este índice es menor a la unidad, las personas, los bienes y el edificio sufrirán graves daños a causa del incendio.

## SECUENCIA DE UN PROYECTO DESDE LA OPTICA DE LA PREVENCIÓN Y PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS ...

1. El comitente determina con precisión su requerimiento, detallando al máximo las operaciones, procesos y volúmenes de la actividad.
2. Estudio de factibilidad según la ubicación geográfica.
3. Tipo de construcción para la actividad que se prevé, y los servicios necesarios para la operación del emprendimiento y los servicios públicos necesarios y disponibles.
4. El equipamiento que requiere el proceso productivo de bienes o servicios.
5. Estudio de impacto ambiental.
6. Estudio de impacto social.
7. Objetivos de seguridad.
8. Equilibrio entre diseño y protección.
9. El especialista en incendio recomienda las medidas de protección pasivas (sectorización, vías de circulación horizontales y verticales, vías de escape, estabilidad y resistencia estructural de los materiales, tratamiento y conducción de humos).
10. El especialista en incendio desarrolla el proyecto de protecciones activas (detección, aviso y alarma de incendios, reserva de agua, red de hidrantes, rociadores automáticos, etc.).
11. Desarrollo del anteproyecto a presentar ante los correspondientes organismos de dictamen, aplicación y control (para su observación o autorización y control).
12. Desarrollo del proyecto para construcción con ingeniería y arquitectura de detalles entre otras cosas, se definen los aislantes.
13. En la etapa de ejecución se deberá verificar el cumplimiento de la aplicación correcta de las normativas técnicas de montaje de los distintos equipos o instalaciones.
14. Finalizada la construcción junto a las planimetrías de conforme a obra, se deberán confeccionar: Manual de Operación y Mantenimiento de los sistemas anti-incendios, Plan de autoprotección o evacuación y emergencias, Rol de incendios o Plan de primera intervención, y el Diagrama de entrenamiento, seguimiento y mejora del Plan de Seguridad.

## DESARROLLO DE LA LINEA ISOLANT DOBLE ALU: Mayor seguridad en incendios ...

Para brindar mayor seguridad en la aislación de galpones y estructuras metálicas, se desarrollan las membranas Isolant Doble Alu. Estas membranas, de espuma de polietileno con doble foil de aluminio de 10m, fueron ensayadas en el año 2000 en el INTI, donde se determinaron sus características frente al fuego.

### > IRAM 11910

Esta norma clasifica los materiales en:

CLASE	DENOMINACION	...
RE 1	Incombustible	
RE 2	Muy Baja Propagación de Llama	
RE 3	Baja Propagación de Llama	
RE 4	Mediana Propagación de Llama	
RE 5	Elevada Propagación de Llama	
RE 6	Muy Elevada Propagación de Llama	

La norma IRAM 11903-3 especifica la metodología de ensayo para determinar el índice de propagación superficial de llama de los ma-

teriales, y clasificar a los mismos con la tabla mostrada más arriba. Las muestras se ensayan por medio de un equipo que consiste básicamente de un porta probetas, termocuplas, registradores de temperatura, chimenea, cronómetro, pirómetro óptico, registrador de temperatura, panel radiante y llama piloto.

Las probetas se preparan para el ensayo de manera tal de reproducir del modo más fiel, las condiciones de uso del material. Se le efectúan marcas cada 76 mm, y luego de posicionada la probeta y comenzado el ensayo donde se le aplica calor radiante y la llama del piloto, se mide el tiempo en el cual el frente de llama pasa por cada marca efectuada. El ensayo finaliza cuando se quema la muestra o transcurridos 15 minutos.

Finalmente, a través de una fórmula matemática, se determina el índice de propagación superficial de llama "Ip", que tiene en cuenta el tiempo que tarda en pasar el frente de llama por cada marca, y la temperatura resultante del calor liberado.

El ensayo acorde a esta norma realizado para las membranas Isolant Doble Alu, arroja como resultado:

**RE2 "Material de muy baja propagación de llama"**



## GASES PRODUCTO DE LA COMBUSTION DE ISOLANT DOBLE ALU ...

A través de un ensayo de medición de espectro, se determinó que la combustión completa del polietileno arroja como resultado solamente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), calor y agua. Si la combustión es incompleta, se suma el monóxido de carbono (CO). No produce ningún tipo de gases envenenantes o tóxicos.

## APROBACION DE BOMBEROS ...

En muchas ocasiones, y ahora más que nunca, la habilitación de uso de un galpón a construirse o ya construido, requiere la aprobación del Cuerpo de Bomberos. En virtud de ayudar al profesional o al propietario a llevar a cabo esta gestión, el Departamento Técnico de Isolant colabora, sin costo alguno, haciendo llegar toda la información necesaria a dichas instituciones, a través de charlas informativas, material para demostraciones prácticas y presentación de los certificados de ensayo correspondientes.

RECUERDE QUE ES IMPORTANTE CONSULTAR A UN PROFESIONAL ESPECIALISTA CON EXPERIENCIA EN EL TEMA Y PROBADO CONOCIMIENTO DE LA REGLAMENTACION VIGENTE.



**ISOLANT S.A.** • Laprida 3278 • (1642) San Isidro • Buenos Aires • Argentina  
Tel.: (54-11) 4735-2557 • Fax: (54-11) 4765-4835  
**Nueva dirección a partir del 1° de Agosto de 2005**  
Darragueira 54 • (1642) San Isidro • Buenos Aires • Argentina  
Tel.: (54-11) 4700-8900 • Fax: (54-11) 4700-8898  
**Tel.: 0-81044-ISOLANT (4765268) • Fax: 0-80044-ISOLANT (4765268)**  
[isolant@isolant.com.ar](mailto:isolant@isolant.com.ar) • [www.isolant.com.ar](http://www.isolant.com.ar)