



Incendios de Interior

Tácticas de Extinción



Incendios de interior



1. DESARROLLO DE UN INCENDIO: FLASHOVER Y BACKDRAFT

1.1. INTRODUCCIÓN

Puntos de interés especial:

- **Evolución de un incendio hasta flashover**
- **Determinación del tiempo de aparición de un flashover**
- **Signos y síntomas de un potencial flashover**
- **Síntomas de reconocimiento de un backdraft**

Muy pocos bomberos han tenido la oportunidad de ver y reconocer un flashover. Esto se debe al hecho de que si los bomberos llegamos al incendio en su fase incipiente, nuestra actuación evitará su evolución y, por consiguiente, el flashover no se producirá. Si llegamos más tarde, el flashover ya se habrá producido y, por lo tanto, encontraremos el recinto envuelto en llamas.

Con carácter general se puede afirmar que, si al llegar al lugar del incendio, comprobamos que lo que está ardiendo es una pieza grande o varias piezas de mobiliario, debemos tener en cuenta el riesgo de aparición del flashover, si no existen indicios de que éste ya se ha producido.

Independientemente de los mecanismos que lo producen, los factores que el profesional de la lucha contra incendios tiene que tener en cuenta son: el tiempo de aparición del flashover y los síntomas o signos que nos pueden ayudar a identificar su inmediata aparición.

En las siguientes páginas encontrarás información acerca de los distintos productos de la combustión; definiciones de algunos conceptos técnicos relevantes para la comprensión de la dinámica de evolución de un fuego; de los distintos tipos de flashover; de las diferencias entre flashover y backdraft, y de las maniobras de prevención y defensa a desarrollar ante este tipo de situaciones.

1.2. PRODUCTOS DE COMBUSTIÓN

Los productos de combustión se pueden dividir en cuatro categorías: llamas, calor, humos y gases de combustión.

1.2.1. Llamas

Cuando la combustión se produce en una atmósfera con una concentración normal de oxígeno, suele ir acompañada por la emisión de una radiación luminosa o llama.

La llama son gases incandescentes visibles alrededor de la superficie del material en combustión. Ya sea el combustible que arde sólido o líquido, la presencia de llama denota la emisión de gases o vapores por efecto del calor.

La combustión completa de materiales orgánicos produce llama prácticamente incolora. El color que

ofrecen en la mayoría de los casos se debe a la presencia de partículas sólidas, generalmente de carbono, que arden en el seno de las mismas. Sin embargo, las llamas de algunos compuestos son de diferentes colores (las sales de sodio dan llamas de color amarillo; las de calcio, rojo; las de cobre, verde; las de potasio, violeta, etc.). El color de la llama depende de la cantidad de oxígeno presente, además de la composición química del combustible.

En algunos casos se producen combustiones sin llama (ascuas). La radiación luminosa emitida en estos casos se conoce como incandescencia y es de mayor longitud de onda, ya que se encuentra en la zona del rojo y del infrarrojo, y por tanto, de menor energía.

La exposición directa a una llama produce quemaduras a las personas y daños materiales (las llamas, por medio del calor que irradian, propagan el fuego).

1.2.2. Calor

De todos los productos de combustión, el calor es el principal responsable de la propagación del fuego.

El calor es una forma de energía, consecuencia de los movimientos constantes de las moléculas, las cuales, en el seno de la materia, están entrechocándose continuamente. Cuanto mayor es la energía cinética de las moléculas, mayor es la violencia de los choques entre ellas y el calor desprendido. Así, la temperatura de un cuerpo cuyas moléculas se hallaran en un estado total de reposo sería del cero absoluto (0°K o - 273,16°C). Al aumentar la energía cinética de las moléculas, los choques tienen por efecto separarlas unas de otras (de ahí la dilatación que experimentan los cuerpos al aumentar la temperatura).

La temperatura es resultado del estado térmico de los cuerpos, es decir, su grado de frío o de calor. La temperatura es una magnitud que permite expresar el grado de calentamiento de los cuerpos.

El calor emitido en un incendio, y la elevación de temperatura que conlleva, producen daños tanto a las personas, como a los bienes materiales.

La exposición al aire caliente puede causar deshidratación, agotamiento, bloqueo de las vías respiratorias y quemaduras. El calor intensifica el ritmo cardiaco. Cuando su intensidad excede el umbral de la tolerancia humana, resulta mortal.

Los elementos de construcción ven afectadas sus propiedades mecánicas e incluso sus composiciones químicas por efecto del calor.

1.2.3. Humo

El humo es una materia formada por diminutas partículas sólidas y vapor condensado. Los gases procedentes de materias de uso común, como la madera, contienen vapor de agua, dióxido de carbono y monóxido de carbono. En las condiciones normales de escasez de oxígeno que se producen en un incendio y que dificultan la combustión completa hay también metano, metanol, formaldehído y ácidos fórmico y acético.

Estos gases suelen producirse a partir de la materia combustible y a velocidad suficiente portan pequeñas gotas de brea inflamable que aparecen como humo. La descomposición de estas breas da lugar a partículas de carbón, que suelen estar presentes también en los gases procedentes de la combustión de pro-

ductos petrolíferos, particularmente de los aceites pesados y de los destilados.

Estas partículas de carbón y brea son visibles y los gases de la combustión que las portan son lo que se denomina humo. Las partículas pueden ser de color, dimensiones o cantidades tales que oscurezcan el paso de la luz, y por lo tanto, obstruyan la visibilidad impidiendo la identificación de las salidas o sus señalizaciones. La formación de grandes cantidades de partículas en suspensión en el humo, suficientes para hacer inoperantes las vías de escape, puede ser muy rápida.

Las partículas en suspensión en el humo pueden ser irritantes si se respiran. Una exposición prolongada a ellas puede causar lesiones en los sistemas respiratorios. Si se alojan en los ojos, producen lagrimeo que, a su vez, dificulta la visión.



Figura 1
Contenedor de flashover

1.2.4. Gases de la combustión

Son aquellos que permanecen en el aire al retornar los productos de combustión a las temperaturas normales.

La mayor parte de los materiales combustibles contienen carbono, que al quemarse forma anhídrido carbónico (CO_2), si la concentración de oxígeno en la atmósfera es suficiente y la combustión completa. Los combustibles también pueden producir monóxido de carbono (CO), si la concentración de O_2 es baja (la concentración de CO puede llegar al 20%).

Estos dos elementos (monóxido y dióxido de carbono), son los gases de combustión más abundantes en los incendios.

El tipo de gases generados depende de muchos factores, siendo los principales la composición química del combustible, la cantidad de oxígeno disponible y la temperatura alcanzada.

Se ha demostrado que los fallecimientos producidos en los incendios por inhalación de gases o aire caliente son mucho más numerosos que el total de muertos debido a todos los demás agentes en su conjunto.

Son varios los factores que determinan la toxicidad de los productos de la combustión sobre el ser humano, como la concentración de los gases en el aire, la duración de la exposición a los mismos y el estado físico de la persona. Diversos estudios indican que el efecto combinado de varios gases es mayor que la suma de los efectos de cada uno por separado. La principal causa de muerte en los incendios son los siguientes gases:

- Anhídrido sulfuroso. Producto de la combustión de materias orgánicas que contengan azufre. Su presencia se delata por un efecto extremadamente irritante en ojos y conductos respiratorios. Es producto típico de la combustión de lana, goma y algunas maderas.
- Amoniaco. Se forma durante la combustión de materiales que contengan nitrógeno (lana, seda, plásticos, resinas de melanina, presentes en sistemas de refrigeración). Tiene efectos extremadamente irritantes en ojos, nariz, garganta y pulmones.
- Cloruro de hidrógeno. Producto de la combustión de materias plásticas que contienen cloro. El cloruro de polivinilo lo podemos encontrar en aislantes de conducciones eléctricas y otros conductos y tuberías. En concentraciones de 1500 partes por millón es fatal.
- Acroleína. Es un gas muy tóxico e irritante que se produce durante la combustión de productos petrolíferos, grasas, aceites, etc. En concentraciones de 10 partes por millón es mortal en un breve plazo de tiempo.



Figura 2
Productos de la combustión:
llamas, gases y humos.

- Cianuro de hidrógeno. Es un producto muy tóxico que se forma por la combustión de materiales como la lana, la seda, el uretano, las poliamidas y los acrílicos.
- Dióxido de nitrógeno. Es extremadamente tóxico. Se forma con la descomposición y combustión del nitrato de celulosa.
- Fosgeno. Se desprende siempre que un producto clorado entra en contacto con la llama, como es el caso de plásticos de cloruro de polivinilo o los disolventes clorados. Es un producto muy tóxico.

Algunos de estos gases además de tóxicos son corrosivos, por lo que afectan no sólo a las personas, sino que producen graves daños materiales. El cloruro de polivinilo, mencionado anteriormente como gas tóxico, sirve también como ejemplo de producto corrosivo.

El calentamiento de ciertos materiales produce una pirólisis química con una rica variedad de sustancias conocidas como productos de gasificación.

Con excepción del agua, que se genera, por ejemplo, de la celulosa, y los hidratos de carbono, la mayoría de los productos de gasificación son inflamables.

Las fibras comunes (nylon, rayón, etc.) producen principalmente CO (monóxido de carbono) y varios tipos de hidrocarburos. Los materiales sintéticos y productos como pinturas, barnices, etc., producen principalmente hidrocarburos tales como metano, etano, metanol y ácido acético, generándose gases tóxicos, corrosivos, anestésicos, asfixiantes, etc.

1.3. LÍMITES DE INFLAMABILIDAD

Son los límites máximo y mínimo de la concentración de un combustible dentro de un medio oxidante, entre los cuales, al generarse una llama, ésta se propaga de forma continua a presión y temperatura específicas determinadas por factores tales como la concentración de la mezcla combustible, propiedades físicas y químicas de éste, lugar y características del confinamiento, etc. (puedes ampliar conocimientos consultando el apartado 6 de este tema: Conceptos).

A continuación comentamos un aspecto que nos permite aclarar la anterior definición: el porcentaje inflamable.

1.3.1 Porcentaje inflamable

No podemos ofrecer cifras exactas en tantos por ciento de la mezcla ideal o del rango de inflamabilidad de las mezclas de gases cuando se habla de gases de combustión o fuego, dada su variabilidad. Para una mejor comprensión, podemos agruparlos en dos tipos de gases: gases de fuego en incendios de características y materiales normales y gases de fuego especialmente ricos en energía, como por ejemplo los producidos en la combustión de pinturas, alquitranes, etc.

a) Gases de fuego normales

Entre 8 y 10 minutos, aproximadamente, después de haberse iniciado un incendio generalizado en una habitación, el aire de ésta ha sido prácticamente consumido y la temperatura es alta. Esto genera una sobrepresión en la habitación que provoca la salida de gases al exterior por cualquier rendija o abertura, desapareciendo la sobrepresión, lo que permite la entrada de aire del exterior, de modo que los gases vuelven a ser combustibles y se inicia una repetición del proceso. Este proceso de combustión-expansión y enfriamiento-entrada de aire, produce un efecto que se denomina “respiración del fuego”. Se dice que el fuego respira por movimientos pulsantes.

El límite superior de inflamabilidad (LSI) para los gases está comprendido entre el 75% y el 90%, es decir, sólo con un aporte de un 10% de aire la mezcla será inflamable. El hecho de que estos gases tengan un punto de ignición bajo favorecerá que se inflamen a temperaturas relativamente bajas.

El límite inferior de inflamabilidad (LII) está sobre el 50% de la mezcla. Este límite depende de la temperatura de los gases, ya que de estar los gases más o menos enfriados este límite puede desplazarse hasta el límite superior, con lo que la mezcla sería no inflamable.

b) Gases de fuego ricos en energía

Cuando en un incendio hay presencia de materiales combustibles tales como plásticos, grasas, alquitranes, pinturas, etc., los gases producidos tienen un rango de inflamabilidad diferente a los denominados “normales”.

Estos gases “ricos en energía” requieren mayor cantidad de oxígeno que los “normales” para poder arder, puesto que tienen moléculas ricas en carbono.

Este alto requerimiento de O₂ hace menos probable la interacción combustión-expansión y enfriamiento-entrada de aire de la que hablamos anteriormente, por lo que resulta una mezcla de gas fuertemente sobresaturada.

	Rango	% mezcla ideal	Temp. de inflamación
GASES NORMALES	[50%-90%]	70%	alta
GASES RICOS	[25%-60%]	40%	baja

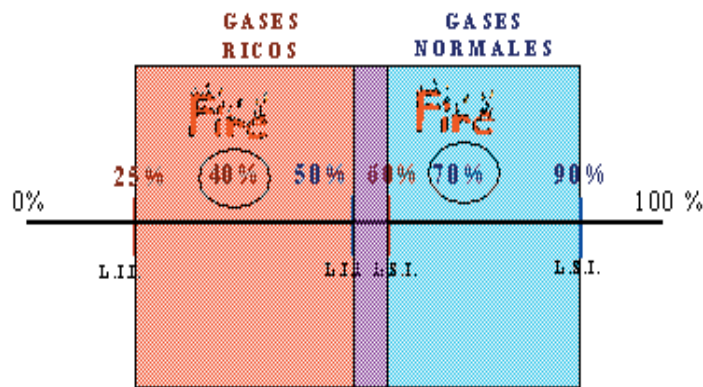


Tabla y gráfico 1:
Gases normales y gases ricos.

Como en los gases normales, este intervalo (rango de inflamabilidad) depende de la temperatura de los gases, aumentando a medida que las temperaturas se elevan.

1.4. FLASHOVER

1.4.1 Concepto de flashover

Según la escuela inglesa el flashover sólo puede producirse si se dan dos condiciones: existencia de incendio en un espacio cerrado, puesto que la acumulación de gases bajo el techo juega un papel protagonista, y una suficiente aportación de aire.

La escuela sueca considera igualmente como condición para la existencia de flashover el confinamiento de los gases de combustión que se acumulan bajo el techo en un recinto cerrado. Esta misma masa de



Figura 3
Después de un flashover

gases calientes generalmente todavía combustibles, al inflamarse da lugar al flashover y a la explosión de gases.

Hasta hace bien poco los investigadores suecos identificaban distintos tipos de flashover, aunque en realidad se trata de variaciones del mismo concepto definido a continuación. Los distintos tipos son: flashover pobre, flashover rico, flashover rico y demorado. Para la escuela inglesa y americana el flashover rico y demorado se denomina backdraft, al producirse en el interior de un recinto y expandirse la deflagración al exterior.

Hoy en día podemos resumir los diversos modelos que explican la evolución de un incendio en la siguiente tabla:

DEFINICIONES UTILIZADAS POR LAS DISTINTAS ESCUELAS

ESCUELA SUECA

Según el manual: Fire Behaviour Instructors Aide Memoire (Devon Fire and Rescue Service y Räddnings Verkett: Swedish Rescue Service Agency). El autor de este manual ha adoptado las definiciones de flashover y backdraft de estudios del año 2002, más que del estándar británico 4422:1987.

- Flashover (según ISO 1990): Cuando en un incendio de materiales combustibles dentro de un espacio cerrado se produce una rápida transición a un estado de total propagación a las superficies afectadas.
- Backdraft o backdraught: Un incendio en condiciones de ventilación limitada podrá producir gases que contengan proporciones significativas de productos procedentes de una combustión parcial y productos sin quemar de la pirólisis de elementos inflamables. Si estos se acumulan en suficiente proporción, la entrada de aire cuando se abre un hueco en ese recinto puede producir una deflagración súbita. Esta deflagración que se iniciará en el interior del compartimento hacia el exterior por la abertura realizada es conocida como backdraught.
- “Explosión” de gases del incendio: Para explicar fenómenos muy parecidos en su resultado a un flashover o backdraft pero con causas algo distintas, los bomberos de la escuela sueca hablan hoy en día de

“explosión de gases de un incendio”. Estos consideran que, en ocasiones, distintas concentraciones de gases inflamables en el interior de un edificio pueden estar presentes tanto en el propio recinto donde se ha producido el incendio inicial, como en otros recintos en los cuales han penetrado (grietas, aberturas, cavidades, falsos techos) o se han extendido dichos gases, en diversas proporciones. Incluso puede producirse por efecto de la conducción del calor del incendio, un efecto de pirólisis de materiales inflamables en otros recintos, liberándose gases también inflamables. Estos gases podrán inflamarse al contacto con una fuente de calor. También dichos gases al salir por una puerta o ventana del recinto del incendio y mezclarse en la proporción adecuada podrán inflamarse extendiéndose la deflagración hacia el interior del propio recinto a modo de un flashback.

OKLAHOMA STATE UNIVERSITY

Según el manual de la Oklahoma State University (Ventilation: séptima edición, 1994), se distinguen 3 fases en la evolución de un incendio en un interior.

- Una inicial que comienza al originarse el incendio y se limita a los materiales combustibles presentes en el arranque del incendio.
- Una fase de desarrollo estable, en la cual hay suficiente oxígeno y en la que el desarrollo del incendio dependerá del tipo y cantidad de materiales combustibles presentes en el recinto. En esta fase se pueden producir fenómenos como el rollover y el flashover. Los técnicos de la Universidad del Estado de Oklahoma definen flashover como una inflamación simultánea de toda la superficie de un recinto y de su contenido.
- Una tercera denominada “fase de arder lentamente”, que se caracteriza por la falta de oxígeno suficiente en el recinto, al haber sido consumido este en las fases anteriores. En esta fase puede suceder el fenómeno backdraft, definido de la siguiente manera: Combustión rápida, casi instantánea, de los gases inflamables, partículas de carbono y partículas de alquitrán emitidas por materiales que se encuentran ardiendo en condiciones de insuficiencia de oxígeno.

FIRE SERVICE INGLÉS

Según el Fire Service inglés (Compartment fires and tactical ventilation, 1997), se distingue entre flashover y backdraught. Estas definiciones son utilizadas a lo largo de este mismo capítulo en sus correspondientes apartados.

Definición de flashover: un aumento repentino de la velocidad de propagación de un incendio confinado, debido a la súbita combustión de los gases acumulados bajo el techo y a la inflamación generalizada de los materiales combustibles del recinto como consecuencia de la radiación emitida por esta capa de gases calientes.

1.4.2 Evolución del incendio hasta el flashover

Si tomamos como ejemplo una habitación de una vivienda en la que se origina un fuego en una pieza del mobiliario, la evolución del incendio hasta producirse un flashover será la siguiente:

1. Al principio, la llama será pequeña y la combustión gozará de la libre aportación del oxígeno presente en el compartimiento.
2. Progresivamente, el fuego va creciendo con una propagación horizontal muy lenta debido a que más del 70% de la energía generada en la combustión irá hacia arriba como consecuencia de las corrientes de

convección. Sólo un 30% calentará el mobiliario del entorno en forma de radiación. En la medida en que el diámetro del fuego sea mayor la radiación irá perdiendo importancia a favor de la convección y el acceso del aire a la zona central del fuego será más difícil, originando una combustión menos completa en esa zona y, por consiguiente, mayor altura de las llamas.

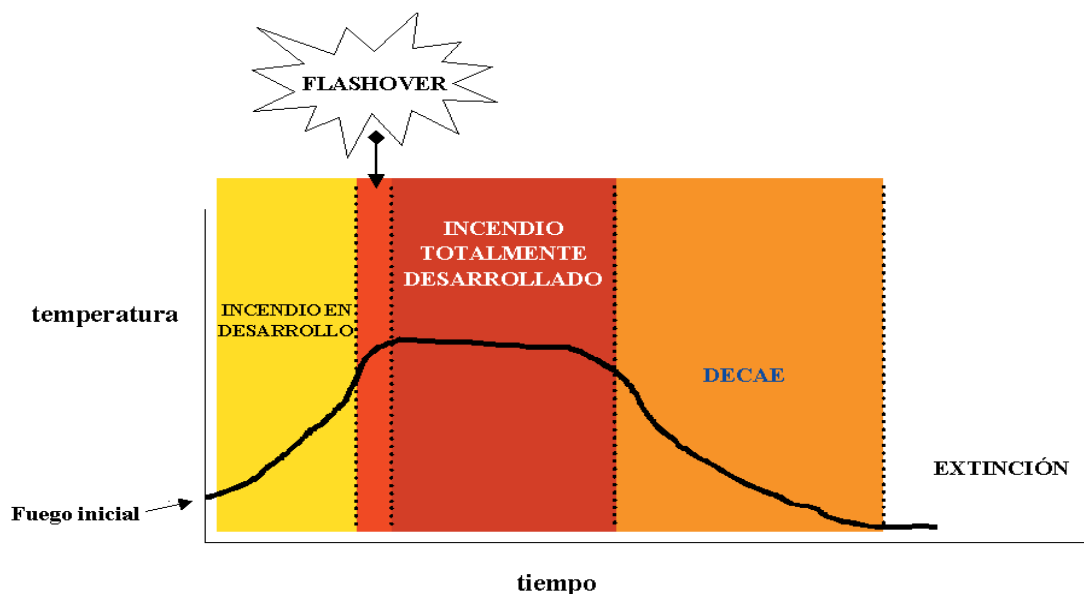


Figura 1:

Gráfico del desarrollo de un incendio y momento de aparición del flashover.

- Los gases de combustión, formados principalmente por CO_2 , CO y vapor de agua, se irán acumulando bajo el techo. Inicialmente el techo absorberá una parte importante de la energía de los gases; pero a medida que sus temperaturas se vayan aproximando entre sí, esta pérdida de energía irá disminuyendo. Esto hará que la temperatura de la capa de gases acumulados en el techo vaya aumentando a la vez que su espesor. Estos gases bajo techo son los principales responsables del flashover. Llegado el punto en que la aportación continua de calor va aumentando y con ella la temperatura de la capa de humos, se dan varias circunstancias casi simultáneas que van a interactuar entre sí para provocar lo que más tarde definiremos como flashover.

En esta secuencia de imágenes vemos reproducido el desarrollo de un flashover desde su fase inicial (Imagen 7): incendio de un sofá que produce llamas y desprendimiento de gases a la vez que irradia calor a los combustibles cercanos (mesilla), los cuales por descomposición química debida a ese mismo calor desprenden gases inflamables (pirolización).



Figura 7
Desprendimiento de gases inflamables (pirólisis).

A continuación (imagen 8) esos gases inflamables producto de la pirólisis de los combustibles comienzan a arder al mezclarse con el aire y recibir la radiación del colchón de gases que se acumulan en el techo y que han comenzado a arder con lenguas de fuego visibles (rollover).



Figura 8
Los gases de pirólisis comienzan a arder (pirólisis).

En la imagen 9, observamos como la mayoría de los elementos combustibles de la habitación han comenzado a emitir gases inflamables ardiendo inmediatamente al mezclarse con el oxígeno presente en la habitación y recibir el aporte de calor de los gases calientes y combustibles previamente incendiados. Esta es la fase de flashover propiamente dicha: repentina y mantenida transición desde un fuego creciente hasta un incendio totalmente desarrollado, tal y como describe el Fire Service Manual (H.M. Fire Service Inspectorate).

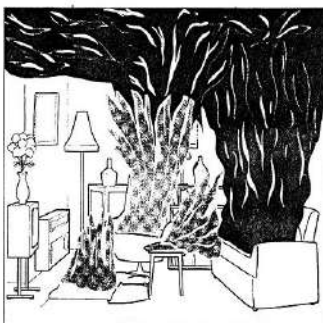


Figura 9
Rápido calentamiento de todos los materiales combustibles.

Tanto los gases calientes como el propio techo emiten una radiación hacia abajo que va aumentando la temperatura de las superficies combustibles de la habitación. A partir de cierta temperatura, estos materiales empezarán a liberar volátiles inflamables, como consecuencia del inicio del proceso de pirólisis. Este fenómeno tendrá lugar en toda el área del recinto bajo cuyo techo se hayan acumulado gases suficientemente calientes, a pesar de encontrarse a una distancia considerable del origen del fuego. En esta fase, la radiación principal vendrá del techo, no de la propia llama.

Cuando el calor radiado por el foco del incendio, los gases del techo y el propio techo elevan la concentración de los gases destilados en la superficie del mobiliario y revestimientos hasta alcanzar su límite inferior de inflamabilidad, es decir, la temperatura de ignición de los combustibles presentes en el recinto, cualquier fuente de ignición, que generalmente provendrá del propio foco del incendio, provocará el incendio generalizado de todos los materiales combustibles de la habitación. Esta fase de aceleración de la propagación del fuego ha sido identificada por algunos autores como el propio flashover, y muchos lo han definido en función de la energía de radiación que generalmente es necesaria para provocar este proceso.



Figura 4
Zona de gases de combustión y plano neutro.

Existen algunos factores que debemos tener en cuenta para comprender mejor ciertos fenómenos que confluyen casi simultáneamente y que contribuyen proporcionando complejidad, y también virulencia, a lo que hemos dado en llamar flashover.

Los gases liberados por el fuego contienen monóxido de carbono que, mezclado con aire en la proporción adecuada, se inflamará a unos 600°C. Esto ocurre generalmente cuando las llamas alcanzan la nube de gases acumulados en lo alto del recinto. Estas llamas alcanzan el techo y empiezan a extenderse horizontalmente, aumentando la intensidad de los fenómenos anteriormente descritos.

Es difícil establecer cuál de los dos fenómenos se produce antes, y es posible que su orden varíe en función de las condiciones del escenario; pero sin duda la aparición de cualquiera de los dos desencadena la casi inmediata aparición de la otra.

Cuando los gases se calientan por encima de los 650°C, el CO_2 se transforma en CO , convirtiendo en combustible un gas que en principio actuaba como retardante. Esta cadena exponencial de liberación térmica genera una temperatura en la capa de gases que permite la reacción del carbono libre con el vapor de agua, liberando monóxido de carbono e hidrógeno, ambos altamente combustibles, que se sumarán a la cadena de la combustión.

ESTOS GASES BAJO TECHO SON LOS PRINCIPALES RESPONSABLES DEL FLASHOVER. LOS GASES LIBERADOS POR EL FUEGO CONTIENEN MONÓXIDO DE CARBONO QUE, MEZCLADO CON AIRE EN LA PROPORCIÓN ADECUADA, SE INFLAMARÁ A UNOS 600°C.

La ignición súbita y casi simultánea de los gases de combustión y del mobiliario de la habitación puede provocar una sobrepresión de unos 2 Kilopascales (ver tabla de conversión de medidas de presión en el tema “técnicas de ventilación” en la página 88) . Como consecuencia de la expansión provocada por los nuevos gases de combustión y por el aumento de temperatura, se produce una onda de presión que arrastra consigo la nube de humo que se va generando. Este humo sobrecalentado todavía contiene gases no quemados que se inflaman a medida que el frente avanza y se van mezclando con el oxígeno del aire. La ya elevada temperatura de los gases, unida a este nuevo frente de combustión es lo que origina la bola de fuego que avanza por los pasillos, puertas y ventanas hasta alcanzar el exterior proyectando muchas veces las llamas a varios metros de distancia (dardo de llama).

1.4.3 Determinación del tiempo de aparición.

Conocida más o menos la hora de inicio del incendio, hay ciertos datos que nos pueden ayudar a estimar el tiempo de la fase de preflashover en función de las características del recinto y de su contenido.

La duración del periodo previo al flashover viene en general determinado por:

- La altura del techo.
- El área del recinto.
- La altura de los materiales combustibles.
- La altura del origen del incendio.
- La distancia del foco del incendio a la pared.
- El espesor y grado de humedad de techos y paredes.
- La combustibilidad de los materiales del recinto. La velocidad de combustión es determinante de la rapidez de aparición del flashover. También será determinante la temperatura a la que los materiales empiezan a desprender vapores combustibles.
- El área de ventilación.

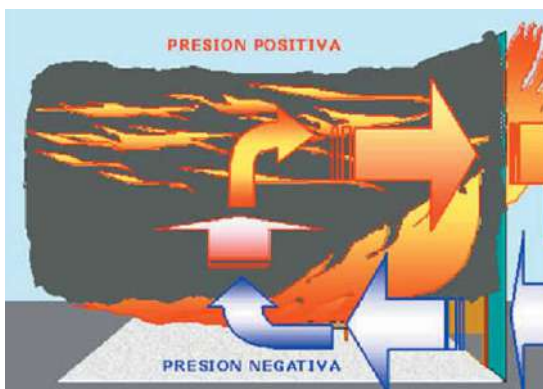


Figura 5 Esquema del flujo de ventilación en un flashover.

En cualquier caso, la influencia de la ventilación en el tiempo de aparición del flashover es mínima comparada con otros factores, como la posición de origen del incendio o la altura del combustible.

Cualquier variación en las condiciones del incendio (ventilación, aplicación del agua...) puede modificar a su vez el proceso de producción del flashover.

En un fuego doméstico, el tiempo de aparición estará entre 10 y 30 minutos.

1.4.4 Signos y síntomas de un flashover potencial

1. En el momento de la llegada al siniestro y todavía desde el exterior:
 - El fuego se ha iniciado hace más de 10 minutos.
 - No se ven asomar llamas que indiquen un incendio en pleno estado de desarrollo.
 - Por puertas y ventanas sale un humo denso y oscuro. Si este humo va acompañado de pequeñas lenguas de fuego, el flashover puede ser inminente.

2. Al entrar en el edificio y durante la aproximación al recinto incendiado:
 - Lenguas de fuego (rollover) bajo el techo en forma de rodillo. Suelen presentarse un minuto o dos antes del flashover.
 - Un rápido incremento de la temperatura sin razón aparente.
 - Aumento del espesor de la capa de humos bajo el techo.
 - La puerta está muy caliente.

3. Al entrar en el recinto origen del incendio:
 - Calor radiante que produce dolor en la piel expuesta a los pocos segundos.
 - Las corrientes de convección del aire caliente obligan a agacharse. La temperatura a la altura de la cabeza puede ser de hasta 450°C.
 - La capa de humos ocupa la parte alta de la habitación hasta una altura de un metro sobre el suelo.
 - Las llamas comienzan a crecer hasta alcanzar un tamaño que no corresponde al combustible ni a la superficie inflamada.
 - El mobiliario próximo al fuego emite vapores visibles.

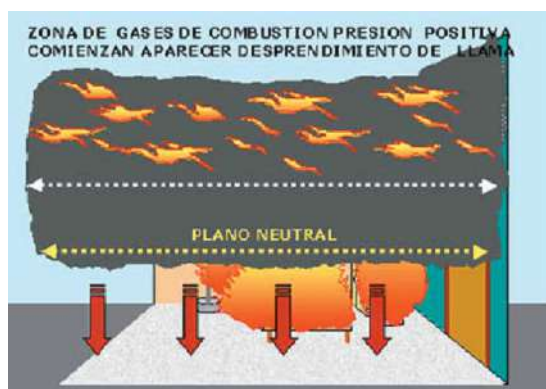


Figura 6
Lenguas de fuego (rollover).

Todas estas señales son indicios de que en cualquier momento puede desencadenarse la combustión generalizada de gases y mobiliario.

Muchos de estos síntomas pueden no aparecer, por lo que no tenemos que confiar plenamente en la identificación de estas señales previas. El único síntoma inequívoco de un flashover incipiente es el repentino aumento de la temperatura en el recinto incendiado y en las zonas adyacentes.

El equipo de protección personal del bombero está preparado para protegerle en condiciones de flashover durante un máximo de 14 segundos.

EL ÚNICO SÍNTOMA INEQUÍVOCO DE UN FLASHOVER INCIPIENTE ES EL REPENTINO AUMENTO DE LA TEMPERATURA EN EL RECINTO INCENDIADO Y EN LAS ZONAS ADYACENTES.

1.4.5 Diferentes tipos de flashover

A pesar de que algunos autores ya no distinguen entre los diversos tipos de flashover, nosotros creemos que esta distinción ayuda a explicar mejor este fenómeno.

A. Flashover pobre

En primer lugar ha de producirse un incendio, generalmente en la parte inferior de una habitación. Como consecuencia de los gases de pirolización emitidos por los materiales adyacentes al recibir la radiación de calor del propio foco del incendio, de los gases emanados por el mismo y de una combustión incompleta de los materiales debida al progresivo empobrecimiento de oxígeno del recinto, se genera bajo el techo una masa de gases calientes inflamables.

Esta masa gaseosa se va haciendo cada vez más inflamable a medida que aumenta la temperatura y la concentración de gases que no se quemaron en la combustión. Este colchón de gases pronto alcanzará el límite inferior de inflamabilidad (LII) .

La combustión suele ser breve (5-10 segundos) y poco violenta (1KPa de presión) y, generalmente, sucede antes de la llegada de las dotaciones de bomberos.

A partir de ese momento volvemos a tener una mezcla pobre pero que ha consumido el oxígeno del recinto. El calor generado y el crecimiento del fuego de origen generan un incremento rápido de la temperatura de la habitación, y aumentan los gases de pirólisis procedentes de los diferentes materiales del recinto (mobiliario, pinturas, etc.).

Si existe alguna vía de entrada de oxígeno en ese recinto, entonces volverá a repetirse el ciclo con mayor intensidad. Las llamas consumirán rápidamente el oxígeno que queda y la mezcla de gases comenzará de nuevo a enriquecerse. Si la ventilación es pobre, las llamas irán reduciendo sus dimensiones hasta acabar en pocos minutos en estado de latencia (arder sin llama), en forma de brasas.

B. Flashover rico

En un recinto donde existe una mezcla de gases ricos, producto de una combustión anterior, que se encuentran por encima de su límite superior de inflamabilidad, el suministro o entrada de aire fresco puede desencadenar un flashover, al bajar la concentración de gases y entrar ésta dentro de su rango de inflamabilidad. La entrada de aire la pueden causar los propios equipos de intervención al penetrar para realizar las tareas de rescate y extinción o a través de una ventana, rota por el calor. Resulta difícil predecir si un flashover será tenue o explosivo.

Podemos distinguir dos tipos de flashover rico: caliente y demorado (aunque a este segundo tipo la escuela inglesa lo denomina backdraft. Nosotros consideramos el flashover rico y demorado, y el backdraft fenómenos distintos).

En el caso del flashover rico y caliente, si la temperatura de los gases está por encima de su temperatura de autoinflamación, los gases se inflamarán instantáneamente al contacto con el aire, sin necesitar de una fuente externa de ignición. Esta combustión puede ser espectacular (2 Kpa de sobrepresión) y grandes llamas aflorarán por las aberturas. Sin embargo, desaparecerá si volvemos a cerrar los huecos de ventilación.

Su aspecto exterior es el de fuertes llamas brillantes saliendo del recinto, generalmente en las aberturas (puertas y ventanas) donde hacen contacto los gases con el aire fresco. Posteriormente las llamas avanzan hacia el interior hasta convertirse en un incendio de interior completamente desarrollado.

Este tipo de flashover no es difícil de tratar. Por ejemplo, puede utilizarse un extintor en el primer momento a la entrada de la puerta o ventana, cerrarlas y esperar a tener preparado el ataque con el agua.

Un flashover rico y demorado se diferencia del flashover rico y caliente, por el retraso que se produce en la ignición de la mezcla gases combustibles-aire, al no existir una fuente de ignición desde un principio, estar oculta, o no tener los gases la suficiente temperatura como para arder por sí mismos. De este modo, la mezcla baja desde el LSI (límite superior de inflamabilidad) hasta la mezcla ideal (punto estequiométrico).

La fuente de ignición más común de este tipo de flashover es el fuego inicial. Si éste se encuentra situado cerca de la entrada de aire, la mezcla se inflamará desde el comienzo y tendrá poca violencia. Pero, por el contrario, cuando el fuego se encuentra en el fondo de la habitación, el aire se mezclará libremente con los gases antes de que la mezcla inflamable alcance la fuente de ignición. En este caso, el volumen de la mezcla de gases inflamada será mayor que en el caso anterior, y el aumento de la temperatura y la fuerza de expansión de los gases será mucho mayor (hasta 10 Kpa).

1.5. BACKDRAFT

1.5.1 Descripción

El fenómeno backdraft recibe diversos nombres. Backdraft es la expresión norteamericana; backdraught se emplea en Inglaterra, y algunos autores españoles utilizan explosión de humo.

Podemos definir backdraft como una explosión, de violencia variable, causada por la entrada de aire fresco en un compartimento que contiene o ha contenido fuego, y donde se ha producido una acumulación de humos combustibles como consecuencia de una combustión en condiciones de deficiencia de oxígeno.

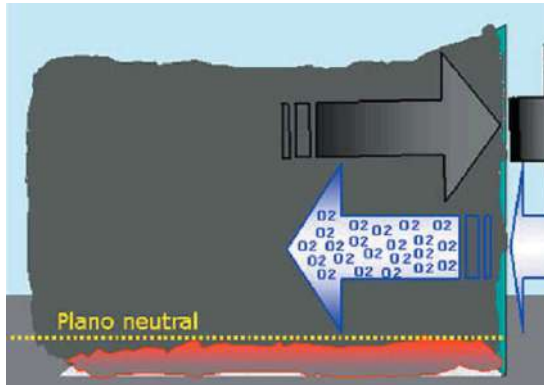


Figura 10
Situación del plano neutro y entrada de aire (previo a un Backdraft).

El proceso por el que se produce un backdraft es el mismo que el de un flashover rico pero con la diferencia de que todo el gas se mezcla con el aire antes de la ignición. Se produce entonces una “explosión de gas de fuego” con un elevado aumento de presión y temperatura. La onda de presión producida destruye puertas y ventanas y produce con frecuencia daños en la estructura.

Dos factores imprescindibles para el desarrollo de un backdraft son existencia de una mezcla rica de gases, y la presencia de una fuente de ignición a una gran distancia, oculta o intermitente.

Fases del proceso:

- Acumulación de gases calientes de combustión.
- Empobrecimiento del aire en el interior y enriquecimiento de los gases calientes.
- Aparición de una corriente inferior entrante como consecuencia de la repentina ventilación del compartimento y la consiguiente creación de una zona dentro del rango de inflamabilidad que

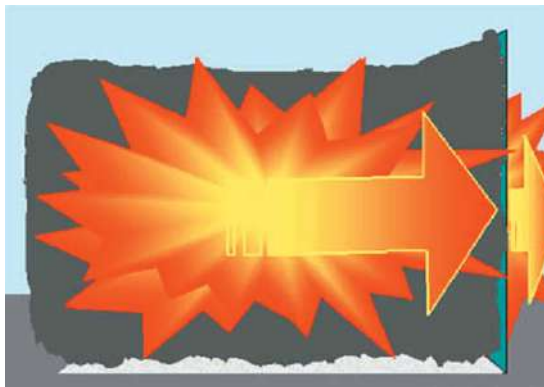


Figura 11
Backdraft o explosión de humo.

avanza hacia el interior.

d) Ignición y propagación de la llama de forma turbulenta hasta el exterior del compartimento.

1.5.2 Diferenciación entre el flashover y el backdraft

Si bien cuando hablamos de flashover, decimos que éste se produce en incendios en recintos cerrados, al entrar aire de modo más o menos libre a través de puertas o ventanas, el fenómeno del backdraft sólo puede producirse debido a la falta de ventilación de un recinto. De este modo, el oxígeno se va consumiendo y da lugar a una combustión incompleta que, junto con el intenso calor de la etapa de combustión libre y las partículas libres no quemadas de carbono, más los gases inflamables como el CO (monóxido de carbono) y el SO₂ (dióxido de azufre), generan una atmósfera potencialmente muy peligrosa.

Este fuego latente produce grandes cantidades de humo combustible que inunda la totalidad del recinto y da origen a una evolución pulsante del fuego, pudiendo llegarse a la total extinción por agotamiento del comburente. Si durante esta fase un bombero abre una puerta o una ventana para acceder a la habitación, permitirá un aporte de oxígeno que posibilitará la combustión súbita de los gases inflamables allí acumulados, produciéndose entonces una deflagración violenta, desde el interior del recinto al exterior.

EL PROCESO POR EL QUE SE PRODUCE UN BACKDRAFT ES EL MISMO DE UN FLASHOVER RICO, PERO CON LA DIFERENCIA DE QUE GRAN CANTIDAD DEL GAS SE MEZCLA CON EL AIRE ANTES DE LA IGNICIÓN.

1.5.3 Características del backdraft

- Respiración del incendio. Es uno de los síntomas que siempre se mencionan al estudiar el backdraft: el flujo y reflujo pulsátil de gases por las rendijas del compartimento en que se ha desarrollado un incendio con ausencia de ventilación. Esta secuencia succión-expulsión de gases a través de las pequeñas aberturas se ha denominado "respiración" o "pulsación" del incendio.
- Deflagración. En realidad un backdraft no es la inflamación repentina de toda la masa de gases contenida en el recinto, sino una combustión rápida pero progresiva del volumen parcial de gases, dentro del rango de inflamabilidad, creado por el contacto entre los humos calientes y la corriente de aire entrante por la parte inferior de un hueco de ventilación abierto en una fase avanzada de desarrollo del incendio.

El volumen de esta mezcla inflamable depende de las turbulencias creadas en el interior del recinto por la interacción entre las corrientes de gases o por factores externos, tales como la entrada de personas o ventilación forzada, y siempre depende del tiempo transcurrido entre la apertura del hueco y la ignición de la mezcla. La violencia de esta combustión está en función de la cantidad de mezcla dentro del rango de inflamabilidad, de la posición de la proporción combustible-comburente en relación a la "mezcla ideal" dentro de este rango, y de las características del local.

En cualquier caso, en situaciones normales, la combustión será siempre subsónica por lo que no debemos hablar de explosión en el sentido de detonación, sino de deflagración.

- No debe confundirse una explosión de humo o backdraft con una explosión de gases inflamables (metano, etc.). En una explosión de gas, el combustible es un gas diferente al producido por una combustión pobre en comburente. La acumulación de combustible no se debe a un incendio sino generalmente a un escape de gases inflamables o a una volatilización.



Figura 12
Secuencias de un backdraft (rescate y evacuación de un bombero).

LA COMBUSTIÓN SERÁ SIEMPRE SUBSÓNICA, POR LO QUE NO DEBEMOS HABLAR DE EXPLOSIÓN EN EL SENTIDO DE DETONACIÓN, SINO DE DEFLAGRACIÓN.

Han sido reproducidos en laboratorio tres modelos diferentes de backdraft. No obstante, no debemos olvidar que en un incendio real hay muchos factores que pueden influir en la mayor o menor mezcla de gases de combustión con el aire entrante del exterior: forma del local, mobiliario y obstáculos intermedios, movimiento de personas o de chorros de agua que entran en el recinto o la turbulencia producida por ventiladores de presión positiva mal utilizados.

UN BACKDRAFT RARAMENTE OCURRE INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE LA APERTURA DEL HUECO DE VENTILACIÓN. ESTO PRESENTA UN PROBLEMA AÑADIDO, PUES ESTA DILACIÓN PUEDE INDUCIR LA ENTRADA DE LOS BOMBEROS, LO QUE INCREMENTA CONSIDERABLEMENTE EL RIESGO DE ACCIDENTE.

1.5.4 Síntomas de reconocimiento de un backdraft

Durante la intervención en un incendio hay varios factores que debemos tener en cuenta y que nos pueden advertir sobre un potencial backdraft. Estos síntomas son los siguientes:

1. El escenario en el que puede aparecer este fenómeno es siempre un compartimento cerrado con escasa o nula ventilación. En este punto debemos añadir que las nuevas técnicas de construcción influyen en el desarrollo de fenómenos como el flashover y el backdraft, al provocar mayor hermeticidad (dobles acristalamientos, ventanas no practicables, nuevos materiales) en los edificios. En este tipo de construcciones se juntarán tres circunstancias agravantes:
 - La acumulación de calor acelera el ciclo natural del incendio y se alcanzan temperaturas superiores.
 - Algunos materiales aislantes tienen una gran capacidad de producción de gases combustibles durante su descomposición térmica.
 - Los cristales dobles aguantan temperaturas y presiones superiores a los convencionales, por lo que se retrasará o no se producirá su rotura, favoreciendo las condiciones ideales para la aparición de un backdraft cuando se abra un hueco de ventilación de forma inadecuada.
2. Llamas de color amarillento bajo el techo (denominadas rollover) o que salen del compartimento, en forma de lenguas zigzagueantes.
3. Una rápida entrada de aire por las zonas bajas, muestra de la succión súbita de aire que se produce al abrir huecos.
4. Aparición del fenómeno de respiración latente (como podemos recordar en los efectos especiales de la película Llamaradas, cuyo título original es Backdraft al aparecer pequeñas lenguas de fuego por debajo de las puertas y desapareciendo a continuación).
5. Escuchar determinados sonidos característicos, como un sonido silbante debido al rápido movimiento de corrientes a través de rendijas o un ronroneo sordo segundos antes de producirse el backdraft. Si se escucha este síntoma de aviso, el backdraft es tan inminente, que poco se puede hacer ya para evitarlo. También podremos escuchar ruidos sordos debidos a la dilatación de la estructura del compartimento por la sobrepresión interna que provoca la expansión de los gases sobrecalentados.
6. Colores característicos de los gases que emanan de la estancia: negro y particularmente amarillento grisáceo. Podemos apreciarlos también en ventanas, etc.
7. Focos del incendio no visibles, permanecen en estado latente (brasas).
8. Excesivo calor palpable en puertas, ventanas.

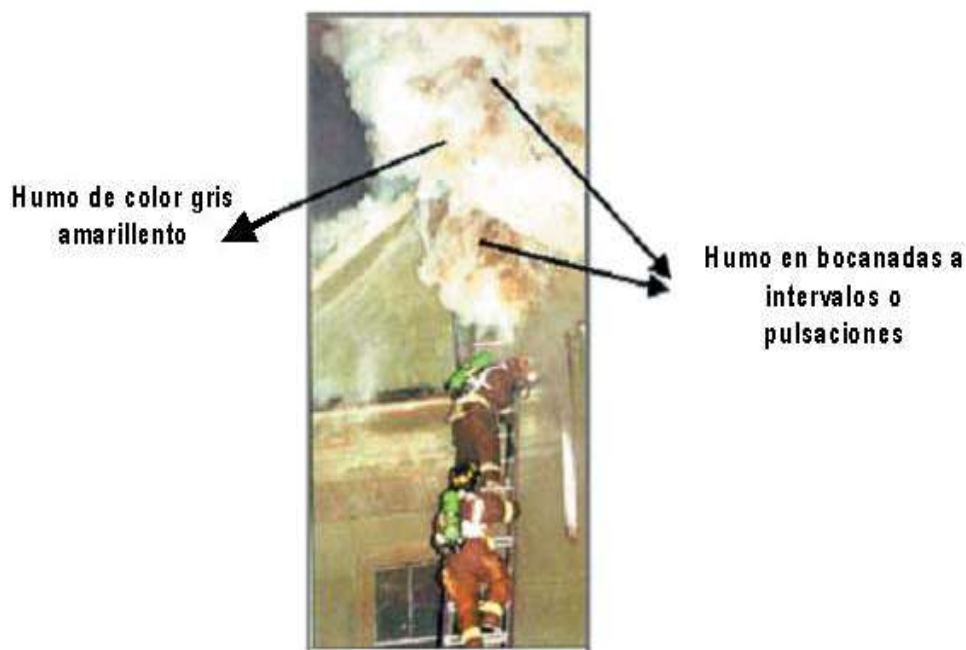


Figura 12
Síntomas de reconocimiento de un backdraft.

Estos síntomas por separado pueden no ser determinantes, pero si durante una intervención reconocemos varios de ellos simultáneamente, debemos prepararnos para el potencial desencadenamiento de una explosión de humo.

1.6. MANIOBRAS DE PREVENCIÓN Y DEFENSA

Las técnicas de ventilación (natural y forzada) y las técnicas de control de gases y la extinción ofensiva con agua, realizadas de una forma estudiada y bien entendida, pueden ser determinantes para la efectividad de la extinción y, más importante, para la seguridad del bombero. A continuación detallamos cada una de ellas.

- A.** Podemos utilizar dos métodos de ventilación (véase capítulo: ventilación), uno de ellos, con posterioridad a la extinción del incendio, consiste en realizar la ventilación para aumentar la visibilidad y reducir gases en el compartimento. El segundo, la ventilación ofensiva, bien de forma natural, bien empleando la técnica de ventilación por presión positiva (VPP), permite expulsar los gases calientes acumulados bajo el techo para reducir la temperatura y los efectos de su radiación.
- B.** El agua puede ser utilizada con fines ofensivos (ver capítulo: Técnicas de extinción), mediante su aplicación indirecta para enfriar y reducir la inflamación de los gases de combustión. Con el empleo de estas técnicas podemos enfriar los gases, disminuyendo su inflamabilidad y provocando su contracción. Esto producirá una disminución de la presión interior del recinto lo que inducirá la entrada de aire fresco, que a su vez

ventilará la parte inferior del local.

Para conseguir este efecto, se debe buscar la máxima transferencia de calor con la mínima producción de vapor. El calor latente de vaporización del agua se debe emplear para enfriar los gases y no el techo. Así, las gotas de agua deben evaporarse antes de alcanzar la superficie del techo y la parte alta de las paredes. Esto se consigue mediante una adecuada atomización del agua, aplicada a alta presión con pulsaciones cortas de agua dirigidas hacia arriba en todas direcciones.

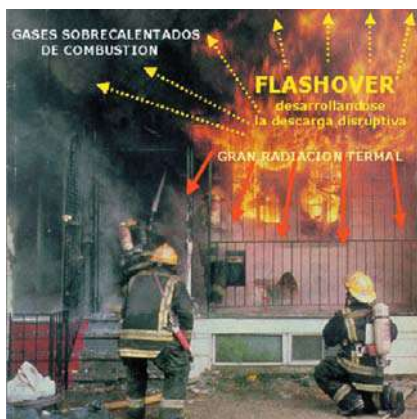


Figura 13
Momento en que se desarrolla un flashover.

El método de ataque desarrollado por la escuela sueca para la extinción de fuegos confinados se basa en enfriar los gases de combustión mediante ventilación, para impedir el desarrollo del incendio y mejorar las condiciones del local antes de proceder al ataque directo. De esta forma se reducen riesgos y se mejoran las condiciones de acceso al foco del incendio, ganando en seguridad y eficacia. Un ataque directo al fuego desde el principio puede producir unos efectos muy perjudiciales para las labores de extinción.

A favor de este método de intervención figuran argumentos tales como la obtención de unas mejores condiciones de trabajo para el bombero, debido a la no producción de grandes cantidades de vapor de agua, que aumentan la temperatura a la altura de trabajo del bombero y que pueden provocar el arrastre no deseado de gases calientes a recintos adyacentes.

El riesgo de reavivamiento de la llama con la entrada de aire exterior no se considera un problema, puesto que no afectará de forma importante a la temperatura del recinto y la lanza que lleva el bombero será suficiente para, a continuación, neutralizarlo mediante el ataque directo. En algunos casos, este reavivamiento puede ser beneficioso, puesto que nos ayudará a identificar el foco del incendio.

El procedimiento utilizado por los suecos durante su entrenamiento, utilizando el método de ataque ofensivo indirecto para acceder a un compartimiento con riesgo de backdraft es el siguiente:

1. Provocar en el exterior de la puerta de acceso una nube de agua en suspensión en el momento de su apertura, para evitar el avance de las llamas en el caso de que éstas aparezcan.
2. Un bombero abre la puerta y otros dos se introducen con una línea de agua en carga. La puerta se cierra a sus espaldas y es sujeta y controlada por el primer bombero. Los dos bomberos se quedan en las

inmediaciones de la puerta, utilizando desde allí la técnica del ataque indirecto para tratar de enfriar los gases y reducir riesgos.

3. A medida que las condiciones lo permiten, los dos bomberos irán avanzando en busca del origen del fuego para extinguirlo mediante el ataque directo.

Puedes encontrar esta técnica desarrollada con más detalle en el capítulo Técnicas de extinción.

1.7. CONCEPTOS

- Límites de inflamabilidad o explosividad

Para que sea posible la ignición, debe existir una concentración de combustible suficiente en la atmósfera oxidante dada. Una vez que aquella comienza, mantener el estado de combustión exige un suministro continuado de combustible y oxidante. En el caso de líquidos, vapores o gases combustibles, pueden existir dos tipos de mezcla en la atmósfera: homogénea o heterogénea.

Se llama mezcla homogénea aquella cuyos componentes están mezclados íntima y uniformemente, de tal modo que una muestra de poco volumen sea verdaderamente representativa de la totalidad de la mezcla. Una mezcla homogénea inflamable es aquella cuya composición se encuentra dentro de los límites de inflamabilidad del gas combustible o vapor, referido a una composición atmosférica dada y a temperaturas y presiones determinadas.

Al valor de la concentración de gas mínima necesaria para que este se inflame en una reacción de combustión con el oxígeno, con respecto al volumen total de gases en un recinto se le denomina Límite Inferior de Inflamabilidad (L.I.I.), y se mide como porcentaje en volumen.

A una concentración de gas, en relación con el volumen total de gases de recinto, por encima de la cual no es posible que exista combustión se denomina Límite Superior de Inflamabilidad (L.S.I.).

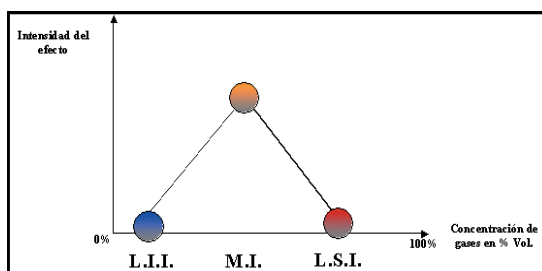


Figura 1
Límites de inflamabilidad y mezcla ideal.

- Rango de inflamabilidad: Entre las concentraciones de gas comprendidas entre el L.I.I. y el L.S.I. existe una gama de concentraciones de gas que, combinadas con el oxígeno del aire, son inflamables. Esta gama o rango de concentraciones se denomina Rango de Inflamabilidad.
- Mezcla ideal: Es la proporción en la mezcla de gases que produce el máximo efecto. Se denomina también punto estequiométrico.

- Factores que influyen en el Rango de Inflamabilidad: Los factores que influyen en el Rango de Inflamabilidad son fundamentalmente dos: Temperatura y concentración de oxígeno.

a) Temperatura: La temperatura afecta tanto al combustible como al comburente. De esta manera, cuando la temperatura aumenta el Rango de Inflamabilidad se amplía. Se estima que un aumento de la temperatura en torno a 100°C es capaz de hacer disminuir el L.I.I. en un 8% y de elevar el L.S.I. en igual proporción.

b) Concentración de oxígeno: Un descenso de la concentración de oxígeno afecta fundamentalmente al L.S.I., provocando una disminución del Rango de Inflamabilidad de la mezcla de gases por su límite superior.

- Temperatura de ignición (temperatura de autoignición)

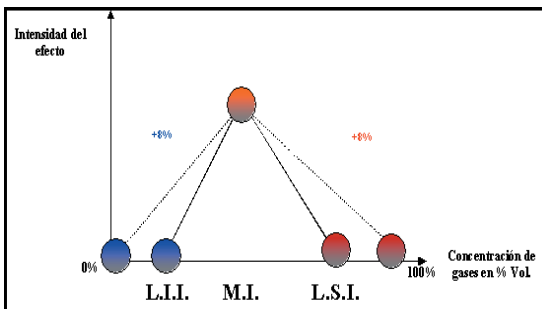


Figura 2
Variación del Rango de Inflamabilidad con el incremento de temperatura.

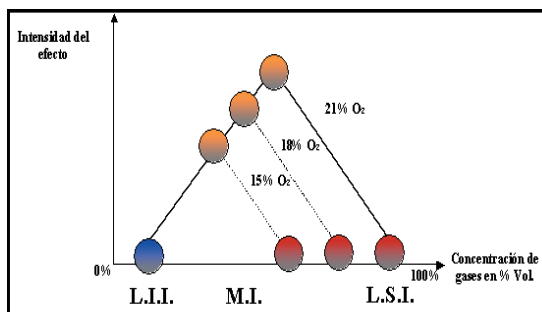


Figura 3
Variación del Rango de Inflamabilidad con la concentración de oxígeno.

La temperatura de ignición es la temperatura mínima a la que debe ser calentada una sustancia en el aire para que en ella se pueda iniciar y mantener una combustión independiente de la fuente de calor.

- Transferencia de calor

La transferencia de calor es la propiedad que actúa en el comienzo o en la extinción de la mayor parte de los fuegos. El calor se transfiere por uno de estos tres medios: conducción, convección o radiación.

- Conducción: Es la transferencia de calor por contacto directo entre dos cuerpos.

- Convección: Por la convección, el calor se transfiere a un medio circundante, gaseoso o líquido. Así, el calor generado por una estufa se distribuye por una habitación al calentarse el aire por conducción, pero el calentamiento de los objetos que se encuentren en la habitación distantes de la estufa, a través de la circulación del aire caliente, se debe a la transferencia por convección. El aire caliente se expande y se eleva, y por esta razón la transferencia de calor por convección ocurre en sentido ascendente, aunque puede conseguirse que las corrientes de aire transfieran el calor por convección en muchas direcciones.
- Radiación: Se habla de radiación cuando la energía se mueve a través del espacio o de los materiales en forma de ondas, a la velocidad de la luz. Al entrar en contacto con un cuerpo, éste las absorbe, las refleja o las transmite.

- Pirólisis:

Proceso de descomposición química debido a la acción del calor. Cuando se aplica cierta cantidad de calor a una sustancia, se produce una reacción química que la descompone en sustancias nuevas.

La sustancia original se descompone en moléculas (elemento más pequeño que puede existir independientemente) que vuelven a unirse con otras formando sustancias nuevas. Por ejemplo la madera está formada por hidrógeno (H), carbono (C) y oxígeno (O₂), siendo su fórmula química C₆H₁₀O₅.

Cuando tiene lugar la pirólisis en la madera se producen las siguientes sustancias:

- Dióxido de Carbono (CO₂)
- Vapor de agua (H₂O)
- Partículas de carbono (C)
- Monóxido de Carbono (CO)

- Explosiones:

La explosión es un efecto producido por una expansión violenta y rápida de gases.

- Deflagración:

Se llama deflagración a una reacción exotérmica que se propaga a través de los gases ardientes por conducción, convección y radiación, a un material que todavía no ha entrado en reacción. En este proceso, la zona de combustión avanza a través de la materia a una velocidad inferior a la del sonido dentro de los materiales sin reaccionar.

- Detonación:

Es una reacción exotérmica caracterizada por la presencia de ondas de choque en el material que establece y mantiene la reacción. Una característica diferenciadora estriba en que la zona de reacción se propaga a una velocidad mayor que la del sonido dentro del material sin reaccionar. El principal mecanismo calorífico es el de la compresión por choque. El aumento de la temperatura se relaciona directamente con la intensidad de la onda expansiva, en lugar de venir determinado por la conducción térmica.

- Flameover
 - Inflamación de la capa caliente de gases.
 - Rápida propagación de las llamas sobre una o varias superficies (NFPA).
 - Inflamación de los gases acumulados sobre paredes, techos y suelos.

- Rollover
 - Ignición esporádica de gases combustibles a la altura del techo durante la fase de crecimiento de un incendio. Es síntoma de un flashover.
 - Inflamación de la capa de gases sin que se inflame el resto del contenido de la habitación.

- Flashback
 - Ignición repentina de los humos inflamables acumulados en una habitación después de que el fuego haya sido extinguido con un extintor o con una manguera.

- Descarga disruptiva
 - Término utilizado como sinónimo de flashover. Transición rápida a un estado de propagación total de un fuego a todos los materiales combustibles dentro de un compartimento.

2. TÉCNICAS DE EXTINCIÓN EN INCENDIOS DE INTERIORES

Puntos de interés especial:

- Riesgos en la aplicación del agua: electricidad, fuegos de metales...
- Método de extinción ofensiva

2.1. EL AGUA COMO AGENTE EXTINTOR

El agua es un agente extintor que ofrece múltiples ventajas, entre ellas la facilidad para disponer de ella de forma casi ilimitada, su bajo coste y, principalmente, sus propiedades físico-químicas.

Cuando el agua se convierte en vapor (a 100°C), expande su volumen a raíz de 1:1700, lo cual supone que por cada litro de agua aplicado se producen 1700 litros de vapor. Si la temperatura del vapor aumenta, seguirá expandiéndose de forma proporcional.

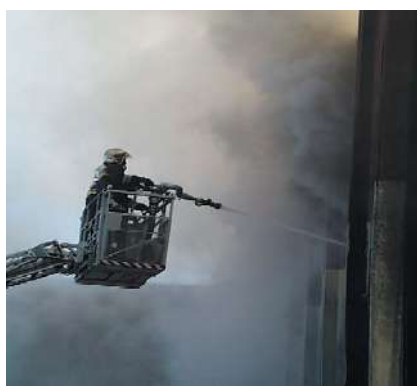


Figura 1
Aplicación de agua desde autoescalera en incendio de industria.

En cuanto a su capacidad como agente extintor podemos decir que el agua "ataca" todos los lados del triángulo del fuego, ya que:

- Reduce el combustible: al pasar al estado de vapor y diluir y/o desplazar los gases inflamables. Reduce la producción de más gases inflamables a partir de la pirólisis al disminuir la temperatura de dichos gases.
- Reduce la temperatura: el agua absorbe el calor al convertirse en vapor y por el enfriamiento directo.
- Reduce el comburente: el vapor producido limita, por sofocación, la cantidad de oxígeno que llega al incendio.

2.1.1. Empleo efectivo del agua

Para extinguir un incendio, debemos intentar mantener un equilibrio entre aplicar pequeñas cantidades de agua para mantener la producción de vapor al mínimo y aplicar suficiente agua para extinguir el incendio.

Si se aplican grandes cantidades de agua en una habitación con ventilación restringida, la cantidad de vapor producido hará bajar el plano neutro y deteriorará las condiciones para los bomberos al reducir la visión, y exponerlos al vapor y a una mayor temperatura.

Cuando se utiliza el agua como agente extintor, solamente la parte superficial del agua realiza las funciones de enfriamiento. Para enfriar la mayor cantidad de gas con la menor cantidad de agua, la gota debe tener un cierto tamaño. Si la gota es demasiado grande, el calor procedente del incendio solamente puede convertir la zona superficial de la gota en vapor, y gran parte del agua no se evaporará y caerá al suelo. Igualmente, si el tamaño de la gota es demasiado pequeño, entonces muy poca energía será suficiente para hacer que el agua se evapore, el agua rociada se convertirá en vapor antes de que penetre en la capa de gases. Consecuentemente, la producción de calor del incendio aumenta y se necesita mayor cantidad de agua para extinguirlo.

Si la temperatura en un espacio cerrado es relativamente baja (pongamos por caso un incendio en estado de combustión latente que ya ha consumido prácticamente la totalidad del combustible), entonces lo más eficaz será aplicar unas gotas muy finas. Pero si el incendio en un espacio cerrado ha producido mucho calor, las gotas finas se convertirán en vapor fácilmente, sin penetrar los gases ni proporcionar el enfriamiento suficiente para controlar las condiciones.

Las modernas lanzas de que disponemos posibilitan la obtención de la gota de agua adecuada a cada situación.

2.1.2. Circunstancias que explican cómo atacar un incendio

Las circunstancias que explican cómo atacar un incendio y qué métodos de extinción aplicar son las siguientes:

- Tamaño del compartimento
- Extensión del incendio en relación a la cantidad de combustible
- Contenido del compartimento
- Ventilación del edificio y de cada compartimento

2.1.3. Normas de seguridad en la aplicación del agua

En la utilización del agua tendremos en cuenta las siguientes medidas de seguridad:

- No utilizar agua en presencia de corriente eléctrica.
- No utilizar agua en fuegos de tipo D (metales).
- No dirigir un chorro sólido a:
 - Personas

- Líquidos inflamables.
- Polvos combustibles.
- Estructuras de la edificación.
- Metales fundidos.

Debemos tener cierta precaución al utilizar agua en incendios de tipo B (líquidos inflamables). Es de máxima importancia tener en cuenta la presencia de la letra "X" en el panel naranja de transporte de mercancías peligrosas, ya que indica prohibición total de aplicar agua a ese producto.

Tendremos en cuenta también que al aplicar agua sobre un muro por el lado contrario al que está recibiendo el calor de un incendio, facilitaremos su colapso. Por lo tanto, EL AGUA DEBE SER APLICADA DESDE EL MISMO LADO DONDE LA ESTRUCTURA ESTÉ RECIBIENDO EL CALOR DE LAS LLAMAS (imagen 2).

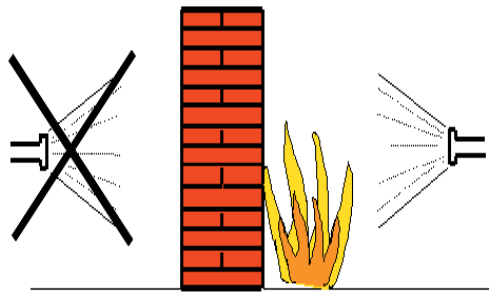


Figura 2
Aplicación de agua a un muro.

Otra medida de precaución importante consiste en dosificar correctamente el agua utilizada, ya que la aplicación excesiva de la misma puede producir excesivo vapor elevando considerablemente la temperatura e incrementando la humedad, a la vez que rompe el equilibrio del plano neutro. Esta incorrecta utilización del agua empeoraría las condiciones de trabajo de los equipos que operan en el interior.

Si optamos, por la circunstancia que sea, por refrigerar los techos, controlaremos el posible goteo del agua sobre nosotros ya que, dependiendo de la temperatura del colchón de gases y de la superficie de los propios techos, puede llegar a quemar, al alcanzar temperaturas próximas a los 100 grados.

2.2. TÉCNICAS DE APLICACIÓN DEL AGUA

2.2.1 Empleo del agua

Cuando se extingue una llama con polvo químico, alrededor de cada partícula se forma una zona de aproximadamente 1 mm de espesor donde no existe combustión, el conjunto de estas zonas extingue la llama. Si se pudiesen depositar gotas de agua lo suficientemente pequeñas y compactas entre sí en la llama, ésta también se extinguiría.

Teóricamente se necesitarían 200 millones de gotas por metro cúbico de llama para extinguirla según el método descrito. Si las gotas de agua se mueven rápidamente entre las llamas, éstas enfriarán un volumen mayor. Este efecto comienza a notarse cuando las gotas de agua adquieren un diámetro igual o inferior a 0,3 mm.

Cuando empleamos el método de extinción denominado “extinción ofensiva”, que consiste en atacar los gases inflamados con el tipo de gota antes mencionado, debemos disponer de una lanza adecuada que proporcione este tipo de niebla y un caudal aproximado de 300 l/min. La proyección de agua a los gases calientes se realiza mediante sucesivas pulsaciones con una abertura de cono intermedia (45°), la gasificación del agua que se produce provoca una contracción de los gases inflamados y una elevación del plano neutro.

Dicha contracción se debe al descenso de la temperatura provocado en los gases del incendio. Cuando la cantidad de agua utilizada y la forma en que se aplica son las correctas, el efecto global es el de una contracción, ya que el volumen total de gases de incendio disminuye en tal proporción, que la suma del volumen de los gases enfriados más el volumen del vapor de agua generado no supera el volumen inicial de los gases de incendio.

Con el fin de mantener estos parámetros estables, en la extinción de un incendio los bomberos debemos mantener un delicado equilibrio en la aplicación del agua, con el objetivo de mantener al mínimo la cantidad de vapor generado, pero aportando la cantidad de agua suficiente para extinguir el incendio.

Para enfriar la máxima cantidad de gases con la mínima cantidad de agua, el tamaño de las gotitas desde la lanza debe mantenerse tan pequeño como sea posible, y así aumentar la superficie de agua disponible para enfriar. Estas pequeñas gotitas aplicadas en pulsaciones cortas asegurarán un enfriamiento rápido, a medida que atraviesan los gases calientes produciendo la mínima cantidad de vapor, y aseguran unas condiciones en el interior del compartimento lo más confortables posible.

Además de la cantidad de agua utilizada, el lugar donde se aplica el agua es importante también. Para su correcto aprovechamiento, el agua debe dirigirse al interior de la capa de gases.

2.2.2. Aplicación del agua

Podremos aplicarla en chorro sólido y/o agua pulverizada. Cada método las siguientes ventajas e inconvenientes:

1. Chorro sólido (imagen 3)

- Ventajas:
 - Gran alcance.
 - Ataque a larga distancia sin disgregarse.
 - Alta capacidad de penetración con poca evaporación.
 - Gran volumen de agua en el punto necesario.
 - Elevada presión para empujes.

- Inconvenientes:
 - Eficacia limitada, sólo del 5 al 10 % del agua empleada interviene en la extinción.
 - La fuerza del impacto, además de tener un retroceso considerable, puede resultar destructiva para ciertos elementos.
 - Riesgo de salpicaduras.
- Aplicaciones:
 - Ataque directo al fuego.
 - Ataque desde exteriores.
 - Incendios de grandes proporciones.
 - Incendios de almacenamientos de materiales compactos.
 - Refrigeración de depósitos a la larga distancia.
 - Saneamientos de cubiertas y estructuras dañadas durante el incendio.

VENTAJAS DE LA UTILIZACIÓN DEL CHORRO SÓLIDO:

- **GRAN ALCANCE.**
- **ATAQUE A LARGA DISTANCIA SIN DISGREGARSE.**
- **ALTA CAPACIDAD DE PENETRACIÓN CON Poca EVAPORACIÓN.**
- **GRAN VOLUMEN DE AGUA EN EL PUNTO NECESARIO.**
- **ELEVADA PRESIÓN PARA EMPUJES.**

2. Agua pulverizada (imagen 3)

- Ventajas:
 - Tiene un mayor rendimiento que el chorro sólido.
 - La mayor superficie de las gotas favorece una mayor absorción de calor.
 - Limitación de daños.
 - Menor retroceso.
 - Menor riesgo de salpicaduras.
- Inconvenientes:
 - Alcance limitado.
 - Incremento de temperatura para los equipos de intervención (aplicación excesiva).
 - Disminución de la visibilidad.

VENTAJAS UTILIZACIÓN AGUA PULVERIZADA:

- **TIENE UN MAYOR RENDIMIENTO QUE EL CHORRO SÓLIDO.**
- **LA MAYOR SUPERFICIE DE LAS GOTAS FAVORECE UNA MAYOR ABSORCIÓN DE CALOR.**
- **LIMITACIÓN DE DAÑOS.**
- **MENOR RETROCESO.**

• Aplicaciones:

- Ataque directo al foco.
- Ataque indirecto para absorción de calor.
- Incendios de materiales disgregados, gran capacidad de penetración.
- Incendio de chatarras, basuras y vertederos.
- Incendio de vehículos.
- Incendio de líquidos inflamables con punto de inflamación superior a 38° C.
- Incendio de polvo de sustancias inflamables.
- Refrigeración de superficies calientes.

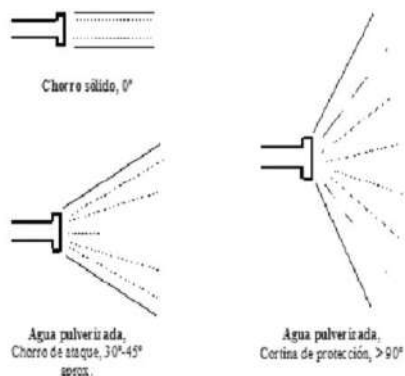


Figura 3
Chorro sólido y agua pulverizada.

2.3. MÉTODOS DE EXTINCIÓN

Los métodos de extinción son principalmente tres: ataque directo, ataque indirecto y enfriamiento de gases.

2.3.1. Método de ataque directo

Consiste en la proyección de agua sobre el combustible. Previamente comprobaremos de qué tipo de combustible se trata, con el objetivo de constatar si es adecuado aplicar agua como agente extintor.

La lanza se abrirá lo suficiente para rociar los materiales inflamados. Si se utiliza correctamente asegurará que los elementos enfriados no sigan produciendo gases inflamables por la pirólisis.

El método de ataque directo debe emplearse tan pronto como los gases del incendio en la zona han sido controlados, y antes de que los bomberos avancen y pasen junto a elementos que se han visto involucrados en el incendio. (No obstante, no debemos olvidar que nuestra tarea principal es salvar vidas, por ello, con carácter general, la revisión del área siniestrada será previa a la extinción, aprovechando el posible resplandor de las llamas para localizar víctimas, teniendo prioridad frente a cualquier otra acción).

- Efectos positivos y negativos

POSITIVOS	NEGATIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Enfría el contenido del compartimiento • Extingue el incendio en sus etapas finales • Protege a los bomberos por el enfriamiento del contenido del compartimiento para evitar que se inflamen de nuevo y que se produzcan más gases inflamables por pirólisis, asegurando que su ruta de retirada permanece segura 	<ul style="list-style-type: none"> - Produce grandes cantidades de vapor - Produce daños por agua

Imagen 1

Efectos positivos y negativos de la utilización del método de ataque directo.

- Ajuste de la anchura del cono
Depende de la distancia a la que hay que proyectar el agua y del tamaño de la zona a enfriar o extinguir.

2.3.2. Método de ataque indirecto

El agua se dirige directamente a los gases del incendio y a los límites calientes del compartimiento. Las pequeñas gotas de agua pasan rápidamente a través de los gases calientes del incendio, enfriándolos y contrayéndolos, y al llegar hasta el techo y las paredes reducirán su temperatura. Según el agua se convierte en vapor (gas inerte), los gases producto del incendio se diluirán al mezclarse con él, y será más difícil que se inflamen (será necesario una fuente de ignición con más energía) según se van enfriando.

Al enfriarse los límites calientes (paredes, techos) del compartimiento, el calor retenido en ellos se reduce, ralentizando la producción de gases inflamables producto de la pirólisis. Cuando el agua rociada alcanza las paredes y el techo, se convertirá en vapor con mayor facilidad al absorber energía (calentándose) que cuando choca contra el techo / paredes con fuerza y, por lo tanto, requiere menos energía para transformarse en vapor.

- Efectos positivos y negativos

POSITIVOS	NEGATIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Enfriar, contraer y diluir los gases del incendio • Enfriar los límites de compartimento • Protege a los bomberos al reducir la temperatura que emiten los gases del incendio y al extinguir las llamas que están por encima del plano neutro. • Sofoca el incendio con vapor 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede empeorar las condiciones de trabajo: Reducción de la visibilidad, aumento de la temperatura,...

Imagen 2

Efectos positivos y negativos de la utilización del método de ataque indirecto.

Frente al ataque directo, el agua no se aplica directamente a las llamas. Su aplicación se efectuará para:

- Creación de vapor para facilitar el efecto de sofocación, aunque empeora las condiciones ambientales de trabajo. (Se produce calor húmedo por el aumento de vapor, desciende el plano neutro y disminuye la visibilidad).
- Enfriamiento de vapores y gases calientes que aún no han entrado en combustión. (Riesgo de flashover, este concepto se verá en el tema de ventilación).
- Enfriamiento del aire situado en la zona de presión negativa (ver tema: ventilación), con el objetivo de aportar en maniobras de ventilación "aire refrigerado" al incendio y así reducir la posibilidad de que los gases, producto del mismo, al mezclarse con éste, entren en su rango de inflamabilidad.
- Enfriamiento de combustibles, para evitar el proceso de "pirólisis" (descomposición química de los materiales que produce gases inflamables).

- Ajuste de la anchura del cono

Depende de varios factores:

- El tamaño del compartimento: a mayor anchura de la zona a enfriar, mayor anchura del cono de aspersión. A mayor altura de los techos, se regulará un cono más estrecho.
- La profundidad de la penetración necesaria: a mayor distancia para alcanzar los gases o los límites del espacio, más estrecho habrá de ser el cono de aspersión.
- El tamaño del incendio: a medida que aumenta la producción de calor, la anchura del cono de aspersión tendrá que disminuir, ya que de otro modo el agua se convertirá en vapor antes de que produzca el efecto de enfriamiento sobre los límites del recinto.

- Duración de la pulsación

Dependiendo del tamaño del incendio, según aumenta el calor, la duración de la pulsación tendrá que aumentar también; de otro modo la mayor parte del agua se convertirá en vapor antes de que produzca el suficiente efecto de enfriamiento.

Si se necesita un cono estrecho de aspersion para penetrar en los gases del incendio, y toda la anchura del compartimento no se está enfriando, habrá que hacer movimientos de barrido rápidos para rociar la totalidad del compartimento. Esto sirve para asegurarse de que las llamas o gases calientes del incendio no alcancen a los bomberos, a través de la zona que no está siendo enfriada indirectamente.

El método indirecto producirá mayor cantidad de vapor que el método de enfriamiento de gases, porque los límites calientes del compartimento también están siendo enfriados y, por lo tanto, se necesita mayor cantidad de agua. Los bomberos siempre debemos asegurarnos de que toda el agua se convierte en vapor antes de llegar al suelo. La capacidad de mantener el equilibrio entre la cantidad suficiente de agua para controlar el incendio y la mínima para mantener a los bomberos por debajo del plano neutro requiere mayor habilidad que el método de enfriamiento de gas, porque se produce mayor cantidad de vapor que hace descender el plano neutro.

Debido a la dificultad de su correcta aplicación, es aconsejable utilizar este método desde el exterior al compartimento incendiado, ya que su incorrecta aplicación empeorará las condiciones del trabajo en el lugar para los equipos de bomberos.

Podemos distinguir dos métodos a partir del método de ataque indirecto: método abierto y método cerrado.

- a) Método abierto: se deja la puerta del compartimento siempre abierta y se aplican pulsaciones de agua a través de la apertura. La cantidad de agua aplicada dependerá del calor (energía) retenido dentro del compartimento.
- b) Método cerrado: se aplican pulsaciones de agua a través de la puerta, que luego se cierra inmediatamente. Cuando la sobrepresión dentro del compartimento haya bajado, se repite el proceso. Este método aporta la ventaja de que los gases calientes y el vapor de agua permanecen en el compartimento. Así, mejora la eficiencia del vapor de agua como agente extintor, al penetrar en toda la zona con mayor eficacia. Otra importante ventaja consiste en evitar el escape de gases a alta temperatura, que al salir al exterior, deben ser enfriados para evitar su súbita inflamación, y la propagación del incendio.

Como desventajas de este método podemos mencionar que si se aplican grandes cantidades de agua rápidamente, el aumento de la presión dentro del compartimento puede romper las ventanas ya de por sí debilitadas.

3.3.3. Método de enfriamiento de los gases

Podemos considerarlo una variación del método de ataque directo. Se rocían directamente los gases del incendio, pero no se alcanzan los límites del compartimento ni su contenido (sólo se enfrían los gases). Las

pequeñas gotas de agua pasan a través de los gases calientes haciendo que se enfríen y contraigan. Según el agua se convierte en vapor (gas inerte) los gases del incendio se diluirán al mezclarse con el vapor, y según se van enfriando, será más difícil que se inflamen.

- Efectos

POSITIVOS
<ul style="list-style-type: none"> • Enfriar, contraer y diluir los gases del incendio. • Protege a los bomberos al reducir la temperatura de los gases del incendio, extinguiendo las llamas que están por encima del plano neutro. • Eleva o mantiene el plano neutro. • Mejora la visión. • Mejora las condiciones.

Imagen 3

Efectos positivos y negativos de la utilización del método de enfriamiento de los gases.

- Ajuste de la anchura del cono

Dependerá de los siguientes factores: tamaño de compartimento, profundidad de la penetración necesaria, tamaño del incendio.

Debemos tener en cuenta que para aplicar correctamente el método de enfriamiento de gases es necesario trabajar en alta presión, y disponer de: instalación de mangueras; regulación de la presión en bomba; lanzas que permitan regular el caudal, además de ajustar el cono y realizar la abertura y cierre de forma adecuada, tal y como comentamos en otros apartados de este capítulo.

3.3.4. Método de extinción ofensiva

Este es un método agresivo hacia los gases del incendio. Recordemos que éstos podían ser de alto contenido energético o normal, y los podíamos encontrar inflamados o sin inflamar, dentro o fuera de su rango de inflamabilidad, dependiendo de la evolución en el desarrollo de incendio.

El factor determinante para que la técnica sea efectiva es la forma de aplicación del agua. Ésta puede conseguirse de varias formas según el tipo de instalación que se utilice. Básicamente podemos obtener dos tipos de instalación:

- Instalación con baja presión y mangueras de 45 mm de diámetro. Será necesario establecer una presión en bomba en torno a 8 bar de presión y regular el caudal de la lanza en la posición más próxima a los 300 l/min, con una abertura de cono adecuada al frente que se desea cubrir, que en todo caso no será de abertura total.
- El segundo tipo de instalación que se puede efectuar, es con una línea de 25 mm de diámetro, con

alta presión, y con una lanza adecuada, donde los requerimientos de bomba suelen estar entre los 25 y 30 bar de presión, para que con una debida regulación del caudalímetro en la lanza, podamos obtener un tamaño de gota idóneo. La abertura del cono se realizará del mismo modo que en el caso anterior.

De entre ambas posibilidades, en el momento actual, se aconseja la segunda: instalación con tendidos de 25 mm Ø en alta presión, dada su mayor manejabilidad. El agua se aplica con una serie de pulsaciones cortas y muy rápidas.

Establecidos estos parámetros iniciales podemos resumir en cinco pasos el método de ataque ofensivo.

Debemos, a su vez, comentar que el futuro de los vehículos de bomberos pasa por emplear únicamente bombas que trabajan en baja presión. No obstante, nuestros vehículos permiten trabajar en presión alta, baja y combinada.

1. Asegurar el acceso y la salida

El equipo de bomberos que va a introducirse en el recinto debe de observar la cantidad de humos, el color, la densidad y la forma en que los gases de incendio se desarrollan en el exterior a través de las puertas y ventanas, pues este es un indicador de la temperatura y concentración de los gases, que da así una idea aproximada de la posibilidad de un brackdraft o explosión de humo al abrir la puerta, por la evolución de los gases desde el límite superior de inflamabilidad hacia el rango de inflamabilidad, al disponer de aporte de oxígeno desde el exterior. Para evitarlo, se aseguran el acceso y la salida del personal, mediante la proyección de agua pulverizada sobre la puerta y los gases que ya se encuentren en el exterior, enfriándolos. Utilizaremos las técnicas apropiadas para determinar la altura del plano neutro y así conocer el grosor aproximado del colchón de gases, así como las técnicas de apertura de puerta reseñadas en el capítulo "Técnicas de entrada".

Cuando el primer equipo de intervención accede al interior del recinto, en el lugar por donde penetran debe permanecer otro miembro del equipo de ataque, para asegurar el aporte de manguera y realizar técnica de control de gases (de modo que los gases que salgan al exterior no se inflamen) y estar presto a realizar tareas de apoyo a la intervención y rescate (según plan S.O.S.), si fuese necesario.

2. Control de temperatura

Tras la penetración del primer equipo, debe cerrarse la puerta con el fin de evitar el aporte de oxígeno al incendio, y proceder inmediatamente a proyectar agua en la zona de presión positiva para enfriar y diluir los gases del incendio. Esta operación se denomina control de temperatura.

Esta acción se efectúa sobre los gases que nos encontramos nada más entrar en el recinto, mediante pulsaciones cortas y muy rápidas, tal y como se ha expuesto anteriormente. Si el agua proyectada se gasifica de forma rápida, significa que tenemos altas temperaturas de los gases de combustión y debemos actuar rápidamente, refrescando y diluyendo estos gases, si es preciso mediante pulsaciones algo más largas, aunque no menos frecuentes. Un par de pulsaciones rápidas dirigidas a los gases, sobre nuestra vertical, también nos proporcionará información sobre su temperatura (si caen gotitas de agua sobre nosotros, podemos pensar que la temperatura de los gases no es excesiva, si notamos aumento de calor por efecto de la evaporación de agua, quedará claro que la temperatura sobre nuestras cabezas es alta). Podemos realizar un "disparo" de muy corta duración, sobre nuestra vertical, dirigido al techo del recinto y con la lanza regulada con una amplitud de cono de 20°, con el objeto de comprobar la altura de los techos (esto es particularmente útil en aquellas situaciones en las cuales desconozcamos su altura aproximada).

3. Enfriamiento de gases

Al avanzar, se deben efectuar pulsaciones de agua con el fin de enfriar y diluir los gases de combustión (regulando la salida de agua en con un cono de aproximadamente 45°). Cuando nos encontremos con el frente de llamas donde los gases de combustión se encuentran en su pleno desarrollo de incendio, actuaremos de forma ofensiva, aumentando el efecto de las pulsaciones prolongando, si es preciso, el tiempo de la pulsación y reduciendo el tiempo entre ellas. No debemos aplicar más cantidad de agua de la necesaria, ya que de lo contrario romperíamos el equilibrio entre los volúmenes de gases generados, provocando un fuerte incremento de la cantidad de vapor de agua, que, a una temperatura superior a los 100°C, ocuparía la mayor parte del volumen del recinto, y puede provocar quemaduras mucho más graves que las que el propio incendio nos generaría por efecto del calor radiante. Así mismo, el efecto deseado de enfriamiento y aumento de visibilidad queda anulado como consecuencia de la contracción de los gases de combustión.

4. "Pintado de paredes"

Si persistimos en el ataque a los gases de combustión, finalmente conseguiremos cortar el avance del incendio de tal forma que sólo quedará activo el foco primario del incendio y el efecto de destilación de los materiales próximos a él en estado de pirólisis, como efecto de la inercia térmica que sigue acompañando al proceso.

En este punto se procede a aplicar la técnica denominada como pintado de paredes, que consiste en aplicar un caudal muy pequeño de agua en las superficies calientes (como si se estuviese pintando), de tal forma que el proceso de pirólisis se interrumpa.

Esta técnica se utiliza principalmente en países como Suecia donde las construcciones tradicionales son de madera. Evidentemente nosotros aplicaremos la técnica del "pintado de paredes" únicamente en elementos tales como cortinas, cuadros, paredes tapizadas o enmoquetadas, etc.

5. Ataque directo

Una vez detenido el proceso de pirólisis y la acumulación de gases, se procede a finalizar la extinción mediante el ataque directo al foco primario del incendio. Para esto no es necesario actuar con un caudal excesivo, sino con el mínimo necesario para conseguir enfriar y cortar de forma definitiva el proceso del incendio.