

El fenómeno denominado en forma genérica “*flashover*” es una de las principales causas de muerte entre los bomberos, de acuerdo a los registros estadísticos de los países que llevan una correcta contabilidad de sus operaciones

Flashover

(Combustión súbita generalizada)

La peor pesadilla para los bomberos



La foto ilustra la intervención de bomberos de Nueva York combatiendo el fuego, el 3 de enero de 2003, en una mueblería del Bronx. Siete bomberos y un civil sufrieron heridas. Foto de AP/Steve Spak.

En los países que cuentan con estadísticas bien estructuradas y detalladas de las causas que provocan la muerte de los bomberos combatiendo incendio dentro de estructuras, surge el fenómeno del *flashover* o la explosión de humo como una de las principales. Incluso cuando se registran muertes por el colapso de edificios o techos antes, en muchos de los casos, ocurrió un *flashover*.

Definición de *flashover*

En un fuego dentro de un espacio confinado existe una etapa donde la radiación térmica total genera en los combustibles presentes pirólisis, gases calientes, partículas en suspensión. Dada una fuente de ignición, esto puede resultar en la súbita transición de un incendio progresivo a uno generalizado. La causa de este cambio de estado se denomina *flashover*.

Flashover

Caso de estudio I ¹

Incendio en una casa de familia. El humo sale por una de las ventanas traseras. Se percibe un fuego intenso como sucede después de ocurrido un *flashover*. La dotación de bomberos ingresa por el frente y abre las dos ventanas que están a cada lateral de la puerta y avanza hacia el fuego, encontrando una temperatura moderada. Abren otra ventana en el interior. El incendio los envuelve.

Hay que recordar que el oxígeno es como un imán para el fuego, cuanto más ventanas abiertas haya detrás de la línea de avance más inestable es la situación. También no hay que dejar de considerar que un *flashover* puede ocurrir o empeorar abriendo ventanas, causando corrientes térmicas.

Sí se decide abrir ventanas, éstas deben estar delante de la línea de avance, nunca detrás.

Esa transición a incendio generalizado del *flashover*, depende de variables tales como las influencias térmicas de la radiación y la convección como fuerzas que manejan el proceso, las condiciones de ventilación, la división física, volumen y geometría del espacio incendiado y la química de las capas de gases calientes presentes.

Si se lo quisiera definir con aspectos físicos posibles de visualizar o medir, se pueden enumerar el incremento de las llamas por la apertura de puertas o ventanas, gases con temperaturas de 600 °C a la altura del techo y corrientes de aire caliente a nivel del piso alcanzando los 20 kW/m². También es digno de mencionar la presencia, poco segundos antes de ocurrir un *flashover*, de humo moviéndose en forma de torbellino.

En un sentido genérico, el término *flashover* es utilizado por muchos bomberos para describir una gama de sucesos que culmina en una rápida escalada del fuego o aún en una explosión acompañada por una onda de presión que rompe las ventanas y derrumba las paredes. Un fuego confinado que se expande fuera de sus límites iniciales. Un fuego que avanza perezosamente, otras a gran velocidad, a través del techo, generalmente soporta el proceso. No es común la explosión aunque puede ocurrir si la onda de presión y combustión genera una rotura que permite la entrada de aire. El punto que quiebra la estabilidad reside cuando la ventilación causa mayor energía que la que puede disipar el compartimiento incendiado.

Los bomberos al rescate de un niño en un dormitorio del segundo piso, mientras el fuego envuelve el resto de la vivienda. East Patchogue, NY, 8 de febrero del 2003. Fotografía de AP/Victor Alcorn.



¹ Una herramienta para prever el *flashover* es la cámara que actúa por diferencial térmico.

Deflagración y backdraft **Caso de estudio II**

Cuatro miembros de una dotación ingresan por la puerta principal de un establecimiento comercial. Una capa de espeso humo negro se movía descendiendo y ascendiendo. Justo cinco minutos después del ingreso de la dotación se escuchó aullar al viento que ingresó por la puerta abierta, curvando las llamas en el interior. Se prendieron los gases de la combustión que circulaban bajo y por el techo suspendido de fibra de todo el almacén a una velocidad estimada de 5 metros por segundo (alta velocidad del gas de combustión). La onda de presión volteó a un bombero y lo mata.

La ondulación del humo, percibida al ingreso, era consecuencia de pequeñas igniciones del rico gas de combustión. Es una clásica señal anticipada de la deflagración que ocurrió.

Entrenamiento en West Yorkshire, Reino Unido. Miembros de la brigada observan como se queman los gases de combustión en el simulador. Foto tomada por un participante.



Deflagración y backdraft

Un incendio en un compartimento con ventilación limitada provoca normalmente la formación de gases conteniendo partículas de los productos que se queman, originadas por la combustión incompleta y la pirólisis. Esta acumulación de partículas puede súbitamente entrar en ignición, produciendo una deflagración, si se produce el ingreso de aire fresco.

Esta deflagración se mueve en el espacio primitivamente incendiado y hacia afuera a través de la abertura por donde ingresa el aire. Este movimiento súbito de la masa de gases prendidos se denomina en inglés *backdraft* o *backdraught*.

Según estudios científicos realizados se identificaron tres aspectos que ayudan a comprender mejor este fenómeno. La investigación se dividió en tres fases:

- ◆ Simulación de exploración,
- ◆ Modelo para estudiar la influencia de la fuerza de gravedad y
- ◆ Experimentos cuantitativos.

El modelo utilizado es el que describe como dos fluidos de diferente densidad interactúan de manera tal que existe una interface vertical entre ambos, el movimiento resulta como consecuencia que el fluido de mayor densidad va por debajo

Ignición de gases **Caso de estudio III**

Una dotación de 9 bomberos concurre al incendio de un negocio de venta de repuestos para automotores. El edificio está herméticamente cerrado con puertas de acero y marcos de ventanas en madera y chapa de acero. Al ingreso de la dotación por la puerta principal sólo se percibe un calor moderado y una pequeña columna de humo saliendo por la entrada. Antes del ingreso se descarga agua en forma de niebla. El camino de entrada cambia súbitamente a color naranja y una bola de fuego se desplaza violentamente desde el interior hacia la calle por la puerta abierta.

La explosión derrumba el frente del edificio, 8 bomberos heridos, tres de gravedad, deben ser asistidos en el hospital.

Lo más probable es que el fuego haya estado activo durante largo tiempo antes de la llegada de los bomberos y los gases y productos de la combustión constituyeron una mezcla explosiva. Forzada la entrada, ingresó aire que produjo la activación violenta del proceso. El agua de refrigeración no fue suficiente para detenerlo.

La lección: un espacio confinado herméticamente cerrado puede ser un arma mortal si se ingresa por un solo sitio. Es como quitar la tapa de un recipiente a presión-

del más liviano. Esta particular relación puede observarse, como ejemplos, en las avalanchas, fugas de gases pesados, mezclas de aguas saladas y dulces, corrientes contaminadas y brisas marinas.

El papel de esta interacción en el *backdraft* está con relación al movimiento del aire en un espacio poco ventilado y, a veces, los bomberos lo definen como una corriente de aire en circuito cerrado. A menudo se puede observar cuando el humo es como empujado hacia fuera por una ventana o puerta, formándose una capa inferior del humo de la combustión por sobre la cual hay aire más claro que ingresa. La velocidad de este desplazamiento o del egreso del humo es una señal bastante confiable del nivel de ventilación existente en el espacio en que se debe operar.

Este intercambio de corrientes nos es tan fácil de observar cuando existe un humo espeso desplazándose cercano al piso, puede observarse, en cambio, desde el punto de ingreso o entrada, algo así como un torbellino, un remolino, del tamaño de una pelota de fútbol que succiona aire fresco. El *backdraft* sucede cuando la ventilación lleva a la ignición de las partículas existentes dentro de los gases de combustión. Cuando este hecho sucede hay un sonido del tipo “*whoooooompf*” o “*bang*”, seguido de una violenta explosión y daños estructurales. Generalmente ocurre que una gran bola de fuego sale del espacio incendiado al enriquecerse la mezcla con el aporte de oxígeno.

Ignición de los gases de combustión

Bajo esta frase pueden agruparse una amplia variedad de sucesos que, en líneas generales, pueden definirse como la ignición de gases y productos de combustión acumulados, existentes o transportados en estado de inflamabilidad. El proceso comienza por la introducción de una fuente de ignición en la mezcla, por el movimiento de la mezcla hacia una fuente de ignición o por el movimiento de la mezcla hacia un espacio rico en oxígeno y con una fuente de ignición.

Aportes científicos

Existen varios estudios científicos que se ocuparon de estudiar el fenómeno de explosión del humo. El más reciente trabajo² lo define como la rápida propagación de un frente de llama acompañada por una onda de presión. Las mediciones de esta presión la sitúan entre 5-10 kPa, presión de un nivel significativo para producir roturas y daños.

Es la velocidad del frente de llama la que produce la magnitud de la presión. Si la onda de presión no se forma o es despreciable, el suceso es un fuego tipo flash³ y no una explosión. Este trabajo describe como el humo/capas de gases pueden ir hacia las fuentes de ignición, como la fuente de ignición puede ascender hacia la mezcla y como un proceso denominado de ráfagas puede preceder a una explosión.

Otro autor⁴, habla de la ignición de “bolsillos de gases”, como estos se trasladan dentro de un compartimiento/estructura. Este suceso difiere del de *backdraft* ya que en éste es el aire fresco el que atrae al gas, mientras que los *bolsillos* son los que mueven hacia el aire fresco produciéndose lo que este autor llama *explosiones inducidas hacia delante (forward-induced explosions)*. Pone como ejemplo: al colapsar un techo son los gases expulsados hacia afuera los que van al encuentro del aire.

También señala la relación entre la velocidad de los gases y el tipo de espacio donde se acumulan. Cuando los gases a muy alta temperatura se mueven en espacios reducidos y entran en ignición (corredores, aberturas pequeñas, etc.) los efectos pueden ser devastadores.

Los gases que escapan por una ventana, por ejemplo, sin algún deflector que los contengan, se proyectan a largas distancias, como un disparo, son un chorro de fuego desplazándose.

Fuente

Esta nota es una traducción adaptada del artículo “Flashover. A firefighter’s worst nightmare” publicado en la revista Fire & Rescue, abril 2003.

Sobre el autor

*Paul Grimwood actuó como bombero durante 26 años tanto en el Reino Unido como en los EE.UU. Ha escrito mas de 50 artículos técnicos y el libro **Fog attack**. Como estratega y táctico sus aportes han sido internacionalmente reconocidos y su nombre se menciona en numerosos trabajos de estudiosos y colegas. Aquellos que quieran conocer más sobre sus trabajos pueden ir al sitio www.firetactis.com*

² B. J. Sutherland, University of Canterbury, Nueva Zelanda, 1999.

³ Flash-fire o flame-over son usados para describir los efectos de las llamas, generalmente a la altura del techo, viajando a gran velocidad sobre los gases de combustión a muy alta temperatura.

⁴ Floyd Nelson de los Estados Unidos.