

A) COMPORTAMIENTO Y FASES DEL FUEGO

El efectivo control y extinción de un incendio requiere un conocimiento básico de la naturaleza química y física del fuego. Esto incluye características de los combustibles y las condiciones ambientales para mantener el proceso de combustión.

Los fuegos pueden comenzar en cualquier momento del día o de la noche si el peligro existe. Si el fuego ocurre cuando las áreas están ocupadas, existe la probabilidad de que pueda ser descubierto y controlado en su fase inicial. Pero si ocurre cuando el edificio está cerrado y desierto, el fuego puede avanzar sin ser detectado hasta que alcanza mayores proporciones.

Cuando el fuego se encuentra confinado en una edificación o habitación, la situación que se genera requiere de procedimientos de ventilación cuidadosos y previamente calculados, si se desea prevenir mayores daños y reducir los riesgos.

Este tipo de fuego se puede entender más fácilmente mediante el estudio de sus tres etapas de progreso.

El bombero puede enfrentarse a cualquiera de las siguientes fases del fuego, es por ello que el conocimiento de las fases es de importancia para los procesos de ventilación.

Las fases del fuego son tres:

Fase incipiente o inicial.

En la primera fase, el oxígeno contenido en el aire no ha sido reducido en forma significativa y el fuego produce vapor de agua, dióxido de carbono, monóxido de carbono, quizá una pequeña cantidad de dióxido de azufre, y otros gases.

Se genera algo de calor que irá aumentando a medida que el fuego progresa.

El calor de la llama en esta fase puede ser de 538° C, pero la temperatura del medio ambiente donde el fuego se está iniciando aumenta muy poco.

Fase de Combustión Libre

La segunda fase de combustión involucra las actividades de libre combustión del fuego. Durante esta fase, el aire, que es rico en oxígeno, es lanzado hacia las llamas, a medida que la convección lleva el calor a las regiones más altas de áreas confinadas.

Los gases calientes se expanden lateralmente, desde del techo hacia abajo, forzando al aire frío hacia los niveles inferiores, y facilitando así la ignición de materiales combustibles en los niveles superiores de la habitación.

Este aire caliente es una de las razones por las cuales los bomberos son instruidos en que deben mantenerse en los niveles bajos, y utilizar equipos de protección respiratoria. La aspiración de este súper aire caliente puede dañar los pulmones.

En este momento las temperaturas en las regiones superiores, pueden exceder los 700°C. A medida que el fuego progresa a la subsecuente etapa de esta fase, continuará consumiendo el oxígeno libre hasta que se alcanza un punto en que el oxígeno resulta insuficiente para reaccionar con el combustible.

El fuego es entonces reducido a la fase latente y requiere el suministro de oxígeno para encenderse rápidamente o explotar.

Fase Latente

En la tercera fase, las llamas pueden dejar de existir si el área confinada es cerrada suficientemente. A partir de este momento la combustión es reducida a brasas incandescentes.

El local se llena completamente con humo denso y gases combustibles, a tal grado, que existe bastante presión, como para forzarlos a salir a través de pequeñas aberturas del edificio. El fuego continuará latente, y el local se terminará de llenar de humo denso y gases de la combustión por encima de los 538°C.

El calor intenso tenderá a vaporizar las fracciones ligeras de combustibles tales como hidrógeno y metano, de los materiales combustibles que se encuentra en el área.

Estos gases combustibles que se encuentran en el área serán añadidos a aquellos producidos por el fuego y posteriormente incrementarán el peligro para los bomberos y creará la posibilidad de una explosión por flujo reverso.

B) FENÓMENOS FÍSICOS Y QUÍMICOS DEL FUEGO

Para una mejor interpretación de los fenómenos físicos y químicos que suceden en incendios estructurales ampliaremos el estudio de estas tres fases para incorporar los fenómenos que se suceden.

Backdraft

Los bomberos que responden a un incendio confinado, que se encuentra en la última etapa de fase de combustión libre o en cualquier parte de la fase latente, corren el riesgo de estar expuestos a una explosión por flujo reverso, si no se toman en consideración las ciencias del fuego en la apertura de estructuras.

En la fase latente del fuego, la combustión es incompleta debido a que no existe suficiente oxígeno para alimentar el fuego.

Sin embargo, el calor generado en la fase de combustión libre se mantiene, y las partículas de carbón que no se han quemado, o cualquier otro producto de la combustión, están esperando para entrar en una rápida, casi instantánea combustión cuando se suministre más oxígeno.

Una adecuada ventilación liberará el humo y los gases no consumidos por la combustión. Una inadecuada ventilación solo proveerá un peligroso componente, el oxígeno. Tan pronto como el oxígeno necesario entre en el área, ésta combustión casi detenida se reinicia, y puede resultar muy destructora por su velocidad, y ser verdaderamente ramificada como una explosión.

El carbono es un elemento naturalmente abundante, presente en la madera por ejemplo. Cuando la madera se enciende, el carbono se combina con el oxígeno para formar CO₂, dependiendo de la disponibilidad del oxígeno. Cuando ya no se dispone del oxígeno, el carbono es liberado en el humo.

Un signo de alerta de una posible explosión por flujo reverso lo presenta el humo denso, negro, saturado de carbón.

Las siguientes características pueden ser una indicación de una condición de explosión por flujo reverso:

- Humo bajo presión.
- Humo negro, convirtiéndose de un color grisáceo amarillento y denso.
- Aislamiento del incendio y temperatura excesiva.
- Llama muy escasa y poco visible.
- El humo sale de la edificación a intervalos o en bocanadas.
- Ventanas manchadas por el humo.
- Sonido estruendoso.
- Un movimiento rápido del aire hacia el interior, cuando se hace una abertura.

Estas condiciones pueden hacerse menos peligrosas con una adecuada ventilación. Si la edificación es abierta en el punto más alto disponible, se liberarán los gases calientes y el humo, reduciendo así la posibilidad de una explosión.

Flashover

La inflamación súbita generalizada ocurre cuando un local u otra área se calientan al punto donde la llama se propaga sobre la superficie del área. Originalmente se creía que la inflamación súbita generalizada era causada por la liberación de los gases combustibles durante las fases iniciales del fuego.

Se pensaba que estos gases concentrados a nivel del techo, se combinaban con el aire hasta que alcanzaban su rango de inflamabilidad, luego se encendían rápidamente, causando su inflamación generalizada.

En los actuales momentos se piensa que aún cuando esto puede ocurrir, el mismo precede a la inflamación generalizada. La causa no es atribuible al excesivo desarrollo de calor generado por el fuego en sí mismo.

A medida que el fuego continúa ardiendo, todos los materiales contenidos en el área del incendio son calentados gradualmente, hasta su temperatura de ignición. Cuando alcanzan este punto, ocurre una ignición simultánea y el área se envuelve completamente en situación de incendio.

Existen dos fenómenos que se que se dan juntos o a consecuencia del Flashover, estos son:

Flameover

Es la combustión de los revestimientos de las paredes y techos de los recintos, ya sean cielos rasos, empapelados, machimbres, etc.

Estos elementos entran en combustión pudiendo sobrepasar a los bomberos dentro del recinto y encerrarlos produciendo llamas detrás de ellos sin que puedan detectarlos por el humo que no permite la visibilidad de los mismos.

Rollover

Es la combustión de gases desarrollado en techos que avanza sobre los bomberos produciendo efectos como los antes mencionados, el fuego avanza en forma de bocanadas sobre el techo.

Diferencia entre el Backdraft y el Flashover

La diferencia sustancial que existe entre estos dos fenómenos es que uno se da por la combustión de humos (Backdraft) en la etapa latente, y el otro se da por la combustión de gases (Flashover) y súbita generalizada en la etapa de libre combustión.

Boil over

En todo incendio de almacenaje de petróleo y que haya volado el techo, producto de la explosión inicial, durante el desarrollo del siniestro, las capas compuestas por fracciones de líquidos livianos se van destilando a través de la combustión del producto; esto es visible por las grandes llamas rojas y naranjas con desprendimiento de inmensas columnas de humo negro.

El resto del componente del petróleo, que son las fracciones pesadas, conforma una “onda convectiva de calor” que mediante este proceso comienza en sentido inverso a descender realizando lo que se conoce como “intercambio de capas frías por capas calientes”. Estas capas calientes forman la onda de calor.

Las fracciones pesadas y calientes poseen temperaturas aproximadas de 200 a 300° C. Se calcula que realizan el descenso a un metro por hora aproximadamente. Por otro lado, la zona de combustión sobre la superficie del líquido, zona de llama, va quemando y descendiendo a unos 30 cm. por hora aproximadamente.

Esta onda de calor convectiva al tomar contacto con el agua decantada en el fondo del tanque produce una súbita transformación a vapor súper calentado expandiéndose 1:1700 / 2000 veces dependiendo de la temperatura del líquido, dando lugar al rebosamiento de todo el contenido. Pensemos que el agua en estado líquido se expande 1700 veces a 100°C y un aspecto fundamental que marca el comienzo del rebosamiento aparte del tremendo ruido como a frituras producto del contacto del agua con las capas calientes; es el súbito incremento de la temperatura y la radiación térmica en torno a toda la zona.

El combustible es lanzado fuera del tanque en una explosión violenta formando una columna ascendente que en algunos casos supera los 30 metros de altura expandiéndose hacia los costados hasta tomar contacto con la tierra y proseguir propagándose y trasladándose en todas las direcciones destruyendo todo lo que encuentra a su paso, en algunos casos la temperatura supera los 1200 °C.

Bleve

La Bleve (Explosión de Vapores en Expansión de Líquidos en Ebullición) es un caso especial de estallido catastrófico de un recipiente a presión en el que ocurre un escape súbito a la atmósfera de una gran masa de líquido o gas licuado a presión sobrecalentados.

Para que se produzca una explosión Bleve no es necesaria la existencia de reacciones químicas ni fenómenos de combustión.

No obstante, se deben dar 3 condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:

- Tratarse de un gas licuado o un líquido sobrecalentado y a presión.
- Que se produzca una súbita baja de presión en el interior del recipiente, esta condición puede ser originada por impactos, rotura o fisura del recipiente, actuación de un disco de ruptura o válvula de alivio con diseño inadecuado.
- Que se den condiciones de presión y temperatura a los efectos que se pueda producir el fenómeno de nucleación espontánea. Con esta condición se origina una evaporación de toda la masa del líquido en forma de flash rapidísima, generada por la rotura del equilibrio del líquido como consecuencia de sobrecalentamiento del líquido o gas licuado.

Normalmente las Bleves se originan por un incendio externo que incide sobre la superficie de un recipiente a presión, especialmente por encima del nivel del líquido, debilitando su resistencia, y acabando en una rotura repentina del mismo, dando lugar a un escape súbito del contenido, que cambia masivamente al estado de vapor, el cual si es inflamable da lugar a la conocida bola de fuego. Esta última se forma por la deflagración (combustión rápida) de la masa de vapor liberada.

C) ¿CÓMO LEER EL FUEGO?

Todos los fuegos emiten una serie de señales que son de ayuda para poder determinar el estado de desarrollo que se encuentra el incendio y, lo más importante, los cambios que pueden ocurrir.

Una buena lectura del fuego es fundamental para definir una correcta táctica para la extinción. Además:

- Disminuye los riesgos al momento de trabajar.
- Disminuye los tiempos de trabajo.
- Disminuye el gasto físico del personal.

Indicadores del fuego

- **Combustión**

Reacción química entre el oxígeno y un material oxidable, acompañada de desprendimiento de energía y que habitualmente se manifiesta por incandescencia o llama.

- **Llama**

Masa gaseosa en combustión, que se eleva de los cuerpos que arden y despiden luz de varios colores.

- **Humo**

Mezcla visible de gases producida por la combustión de una sustancia, generalmente compuesta de carbono, y que arrastra partículas en suspensión.

- **Temperatura**

Magnitud física que expresa el grado o nivel de calor de los cuerpos o del ambiente.

Su unidad en el Sistema Internacional es el *kelvin* (K).

- **Calor**

Sensación que se experimenta ante una elevación de temperatura.

Por otra parte, el Bombero por medio de un reconocimiento primario visual puede determinar qué tipo de combustible está involucrado en el proceso ígneo observando el color de la llama y el color del humo.

Cabe agregar que con la experiencia y años de servicio el bombero se familiariza con la tabla que se detalla a continuación, la retiene en su mente, y en base a ello toma los recaudos que corresponden.

- **Color de la llama**

Amarillo: indica la presencia de un combustible clase A, por ejemplo, ropa, madera, papel, en una situación de inicio de combustión.

Naranja: indica la presencia de combustibles clase A en estado final de combustión.

Rojo: indica la presencia de líquidos inflamables y subproductos de los hidrocarburos, por ejemplo, nafta.

Blanco: indica la presencia de metales, por ejemplo, magnesio.

Verde: indica la presencia de cobres y nitratos.

Azul: indica la presencia de alcohol y gas natural.

- **Color del humo**

Gris-blanco: indica la presencia de combustibles clase a en fase inicial del fuego

gris-oscuro: indica la presencia de combustibles de clase a en la última fase del fuego.

Negro: indica la presencia de hidrocarburos.

Amarillo-gris: indica la presencia de una combustión lenta acompañada por manchas de humo sobre las ventanas y casi sin movimiento de humo.

Finalmente, se deben considerar otros dos factores importantes como son la brillantez y la velocidad de la llama.

La brillantez indica la temperatura existente, a mayor brillantez mayor temperatura. La velocidad lenta indica insuficiencia de oxígeno y una rápida velocidad estaría indicando la presencia de un acelerante usado con intencionalidad en el lugar.