

Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Bello.
Brigada Infantil y Juvenil.



FENÓMENOS DEL FUEGO



Dentro de estructuras cerradas o confinadas hay ciertos fenómenos especiales del fuego. Los bomberos tienen que entrenarse a fondo y conocer estos fenómenos para evitar morir producto de alguno de ellos.

GLOSARIO

LLAMA.

La llama se define como el medio gaseoso en el que se desarrollan las reacciones de combustión; aquí es donde el combustible y el comburente se encuentran mezclados y en reacción.

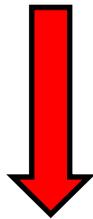
PIROLISIS

La pirolisis es la descomposición química de materia orgánica y todo tipo de materiales excepto metales y vidrios causada por el calentamiento en ausencia de di oxígeno. En este caso, no produce ni dioxinas ni furanos. En la actualidad hay una tecnología muy eficiente en Inglaterra que puede tratar todo tipo de residuos. La pirolisis extrema, que sólo deja carbono como residuo, se llama carbonización. La pirólisis es un caso especial de termólisis.

Tipos de llama



PREMEZCLADAS



DIFUSION

La apariencia de la combustión de una sustancia puede facilitar información al bombero acerca de la eficiencia (rendimiento) del proceso de combustión. En la cuales se dividirán desde su apariencia en dos tipos .

PREMEZCLADAS

Los combustibles gaseosos, se pueden mezclar previamente con aire u oxígeno y luego llevar la mezcla a un quemador, dónde arderá de manera muy eficiente.

Los mecheros de laboratorio y los hornillos de gas, disponen de una entrada para el combustible y orificios, para la entrada del aire, de forma que este es inyectado por aspiración y mezclado con el combustible antes, de llegar a la zona de combustión.

Estas llamas pueden presentarse de dos formas básicas:

A) LAMINARES; Son aquellas llamas de "pre-mezcla", que presentan un frente continuo y claramente definido, presentando el fluido entrante o saliente de forma aerodinámica.

B) TURBULENTAS; Estas suelen definirse como rellenas. A veces, suelen producir sonidos " desarticulados y confusos ". El frente de la llama fluctúa velozmente, presentando muchos remolinos.

Estas turbulencias se deben al "flujo" en el tubo del mechero y a la "llama" misma.

Estas llamas se hallan directamente relacionadas, a flujos de gran velocidad y debido a que abarcan un gran área de combustión. Son muy eficientes en lo que se refiere a la producción de calor por unidad de volumen

DIFUSIÓN

Los combustibles líquidos y sólidos y algunos gases (en circunstancias especiales), son los que producen "este tipo de llamas".

Una vela proporciona un buen ejemplo. El combustible, (cera en este caso), se funde y vaporiza por el calor de la llama y emerge como una corriente estacionaria de vapor, procedente de la mecha. El aire arrastrado, forma una corriente de convección hacia la base de la llama (difunde de afuera, hacia adentro). Debido, a que ciertas partes son ricas en combustibles, las llamas de difusión de los hidrocarburos, suelen ser " amarillas ", a causa de la presencia de partículas de carbón incandescentes.

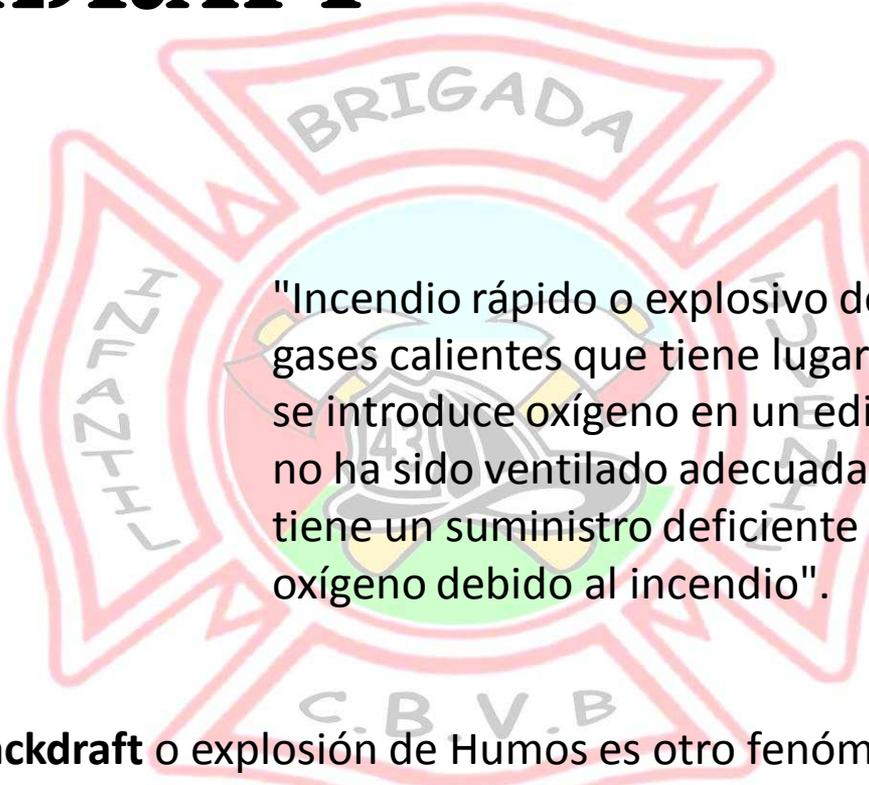
Si no hay "aire" suficiente, para oxidar este carbón, en las últimas etapas de combustión, la llama puede producir " humo ". Algunas llamas de difusión " no producen carbón ", por ejemplo, la llama del " alcohol metílico ".

Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Bello.
Brigada Infantil y Juvenil.



FENOMENOS

BACKDRAFT



"Incendio rápido o explosivo de los gases calientes que tiene lugar cuando se introduce oxígeno en un edificio que no ha sido ventilado adecuadamente y tiene un suministro deficiente de oxígeno debido al incendio".

NOTA: El **Backdraft** o explosión de Humos es otro fenómeno asociado a la rápida evolución de los incendios, en el cual se genera una mayor presión que en el **Flashover**

Síntomas y Signos Externos de un Backdraft

Humo bajo presión.

Humo negro convirtiéndose de un color grisáceo amarillento

Aislamiento del incendio y calor excesivo

Poca o nada de llama visible

Humo que sale del compartimiento en bocanadas o pulsaciones

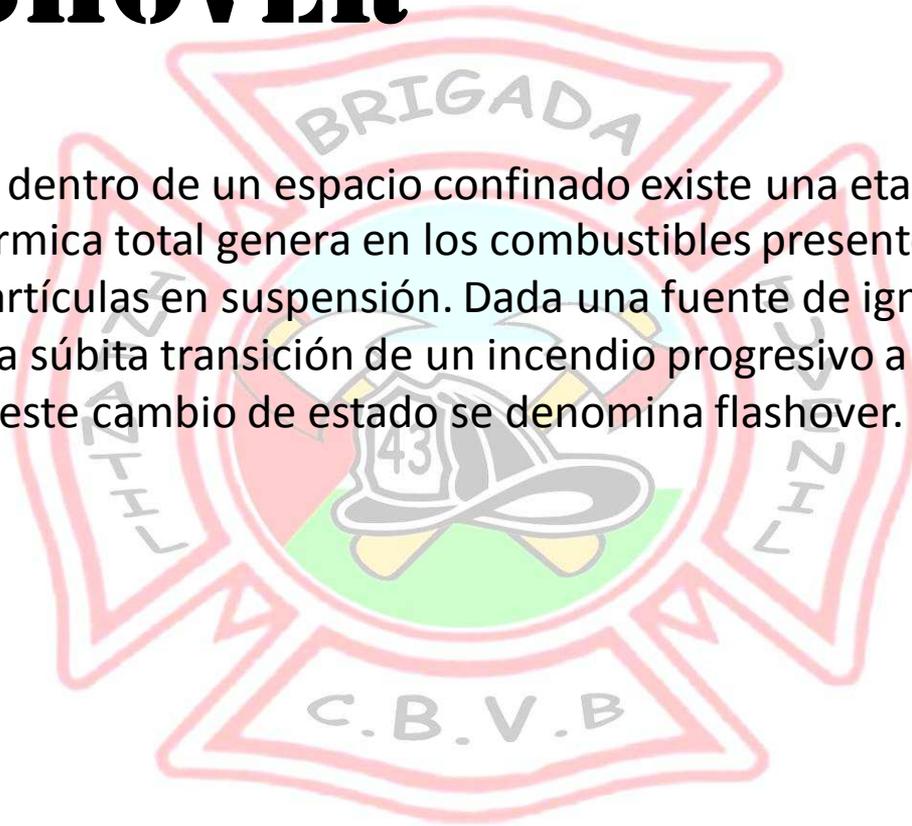
Vidrios manchados por el humo, con rasgos violáceos, ennegrecidos, con apariencia como engrasados.

Ruidos

Una aspiración rápida de aire hacia adentro si se hace una apertura

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.



ATENCIÓN!!!

En el flashover se produce en incendios suficientemente ventilados, mientras que el Backdraft es un fenómeno asociado a incendios con deficiencia de ventilación.

Flashover pobre:

El incendio se origina generalmente en la parte inferior de la habitación, como consecuencia de los gases de paralización de los materiales adyacentes y de una combustión incompleta debida al progresivo empobrecimiento del oxígeno del recinto, se genera bajo el techo una masa de gases calientes inflamables.

Esta masa gaseosa se va haciendo más inflamable a medida que la aumenta la temperatura y la concentración de gases que no se quemaron en la combustión; pronto alcanza el límite inferior de explosividad (LIE) y este colchón de gases calientes se inflama.

Esta combustión suele ser breve (5-10 segundos) y poco violenta y generalmente sucede antes de la llegada de las dotaciones de bomberos. A partir de este 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 rápido incremento de la temperatura de la habitación que aumenta la producción de gases de pirolisis procedentes de los diferentes materiales del recinto (mobiliario, pinturas, otros etc.) y que deriva en la intensidad del incendio.

Las llamas consumen rápidamente el oxígeno que queda y la mezcla de gases comienza 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).

Flashover rico:

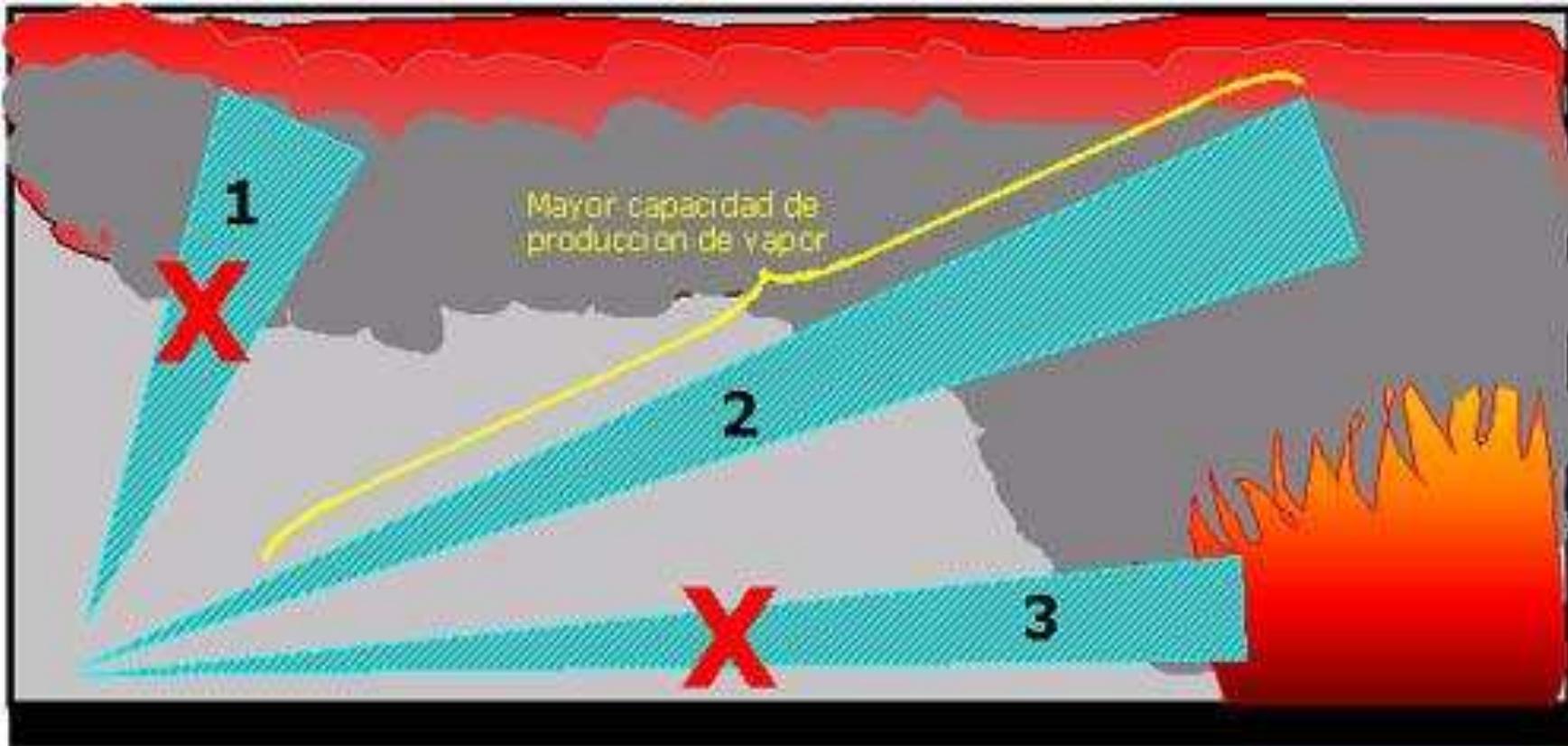
Si el aire entrante encuentra una masa de gases ricos de combustión se puede desencadenar un flashover, esta entrada de aire puede ser causada por un grupo de bomberos entrando en el recinto o por la ruptura de una ventana. Es difícil predecir si un flashover rico será tenue o explosivo.

Hay 2 tipos de flashover ricos, el caliente y el retrasado:

En el caso del flashover rico caliente, si la temperatura de los gases está por encima de su temperatura de ignición, los gases se inflamarán instantáneamente al contacto con el aire sin necesidad de una fuente externa de ignición; esta combustión suele ser espectacular y grandes llamas aflorarán por las aberturas, sin embargo desaparecerá si volvemos a cerrar los huecos de ventilación

El flashover rico retrasado se origina cuando no hay una fuente de ignición desde un principio, y los gases tienen tiempo para mezclarse con el aire y hacer que la mezcla entre dentro de su rango de inflamabilidad, las consecuencias pueden ser de mayor gravedad. La fuente de ignición del flashover más común es el fuego inicial, si este está ubicado 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 la mezcla de gases inflamada será mayor que en los casos anteriores y el aumento de temperatura y la fuerza de expansión de los gases será mucho mayor

IMPORTANTE



TEORIA DEL FUEGO

Caso de estudio

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, cuantas 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

Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Bello.
Briada Infantil y Juvenil.

1



ETAPA INICIAL

gases calientes ascendentes.
Aire del recinto 20,5%
temperatura ambiente > 40°C
temperatura de llama > 530°C

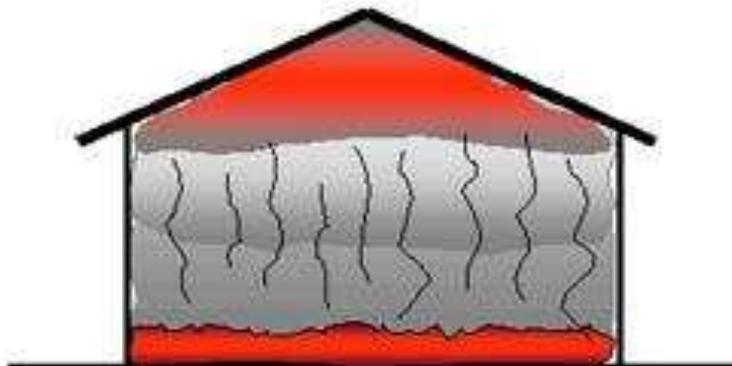
2



ETAPA COMBUSTION LIBRE

abastecimiento reducido de O₂
temperatura ambiente > 704°C
posibilidad de flashover

3



ETAPA DE ARDER SIN LLAMA

oxigeno < 15%
temperatura ambiente > 600°C
importantes cantidades de CO
posibilidad de backdraft

FLAME OVER

Es una propagación que ocurre a gran velocidad a través de los techos y las paredes (que contienen elementos combustibles). Las llamas, en su faz de fuego, corren y se propagan por los planos altos canalizadas por techos y paredes. Por contacto con estas superficies las van calentando en un proceso pirolítico rápido. Acelera el proceso de flashover hasta la abertura del recinto.

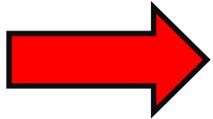
¿Cómo?

Primero se desprenden gases de combustión (vapor de agua y dióxido de carbono) hasta transformarse en llamas al alcanzar su punto de auto ignición a lo largo de toda la superficie.

Estas llamas a su vez transmiten calor por radiación a todas las superficies planas que se encuentren por debajo de la propagación (muebles, personas, suelos) siguiendo el mismo proceso de transformación química y de propagación súbita.

BLEVE

La palabra BLEVE esta formada por cinco letras que definen el fenómeno, que en ingles seria "Boiling Liquid Expanding Vapor Explosión" esto significaría definido "Explosión por la expansión de los vapores de los líquidos en ebullición".



Este tipo de explosión ocurre en tanques que almacenan gases licuados a presión, en los que por ruptura o fuga del tanque, el líquido del interior entra en ebullición y se incorpora masivamente al vapor en expansión. Si el vapor liberado corresponde a un producto inflamable, se genera una bola de fuego también en expansión. En una BLEVE la expansión explosiva tiene lugar en toda la masa de líquido evaporada súbitamente.

La causa más frecuente de este tipo de explosiones es debida a un incendio externo que envuelve al tanque presurizado, lo debilita mecánicamente, y produce una fisura o ruptura del mismo.

En consecuencia podemos definir a la explosión BLEVE como la ruptura ya sea en dos o mas pedazos de un recipiente, con proyección de fragmentos a grandes distancias, un inmenso frente de fuego con grandes distancias en su entorno y elevación acompañado de la correspondiente radiación calórica y onda expansiva (en el caso específico de los líquidos inflamables y combustibles que acompañan el mayor poder destructor), debido a un fenómeno "especial" que se da en ciertas circunstancias, no obstante la primera esencial pero no suficiente, es que el gas licuado o el líquido se encuentre a una temperatura mayor a la que se encontraría de estar a presión atmosférica normal, entonces la temperatura de ebullición (a 1 Atm) a de ser bastante menor a la que se encuentra el líquido dentro del recipiente.

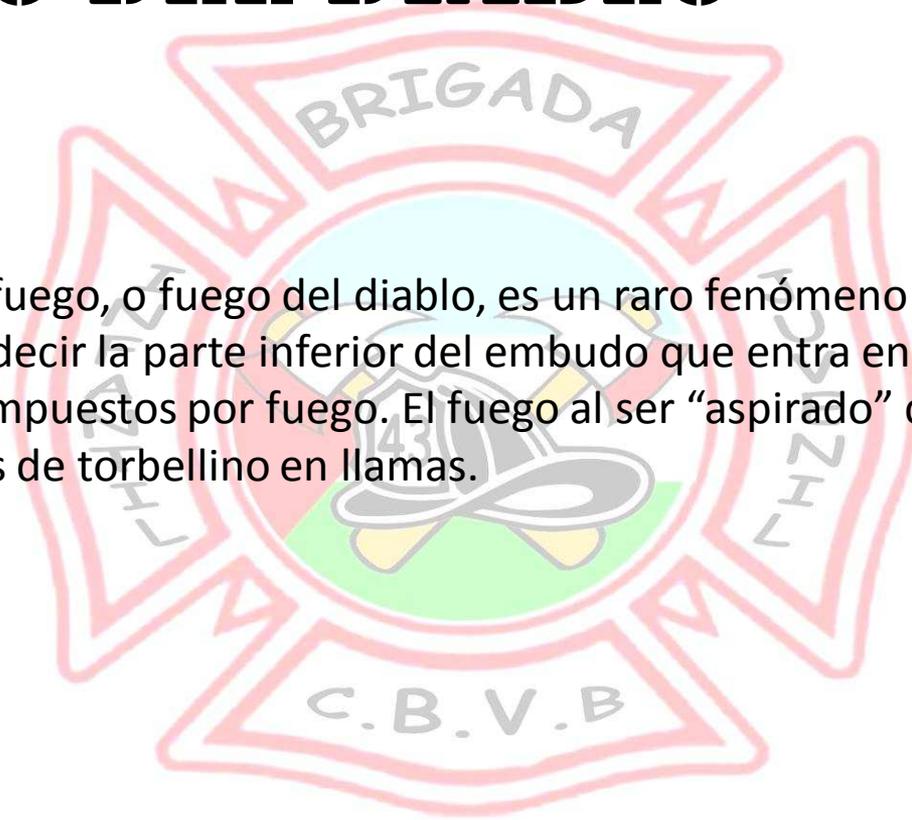
No obstante se deben dar tres condiciones necesarias para la producción de este fenómeno:

- 1) Tiene que tratarse de un gas licuado o un líquido **sobrecalentado y a presión**.
- 2) 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.
- 3) También es necesario 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 del sobrecalentamiento del líquido o gas licuado.

A continuación se dará explicación de estas tres condiciones esenciales:

FUEGO DEL DIABLO

Un tornado de fuego, o fuego del diablo, es un raro fenómeno en donde el o los vórtices, es decir la parte inferior del embudo que entra en contacto con la tierra, están compuestos por fuego. El fuego al ser “aspirado” compone extrañas formas de torbellino en llamas.



FROTH OVER (Rebosamiento espumoso).

El Frothover se produce con una mecánica similar al Boilover y el Slopover, siempre se repite el mismo proceso que básicamente es el contacto del agua que queda decantada en los tanques de almacenaje con ondas de calor o con producto caliente a temperaturas superiores a los 100°C como lo es el caso del Frothover.

Este fenómeno es el rebosamiento de una espuma vapor/aceite que se esparce en torno al tanque, en el Frothover puede que debido a la temperatura y a la tensión de vapor del combustible tengamos presencia de llama o por la gran generación de vapor de agua se produzca una atmosfera inerte que no permita la formación de llamas.

El mismo se puede producir en mono productos y productos con cierta viscosidad como ser aceites minerales y que en sus procesos puedan almacenarse a temperaturas elevadas, justamente por la característica de viscosidad como lo son por ejemplo los asfaltos, alquitranes etc.

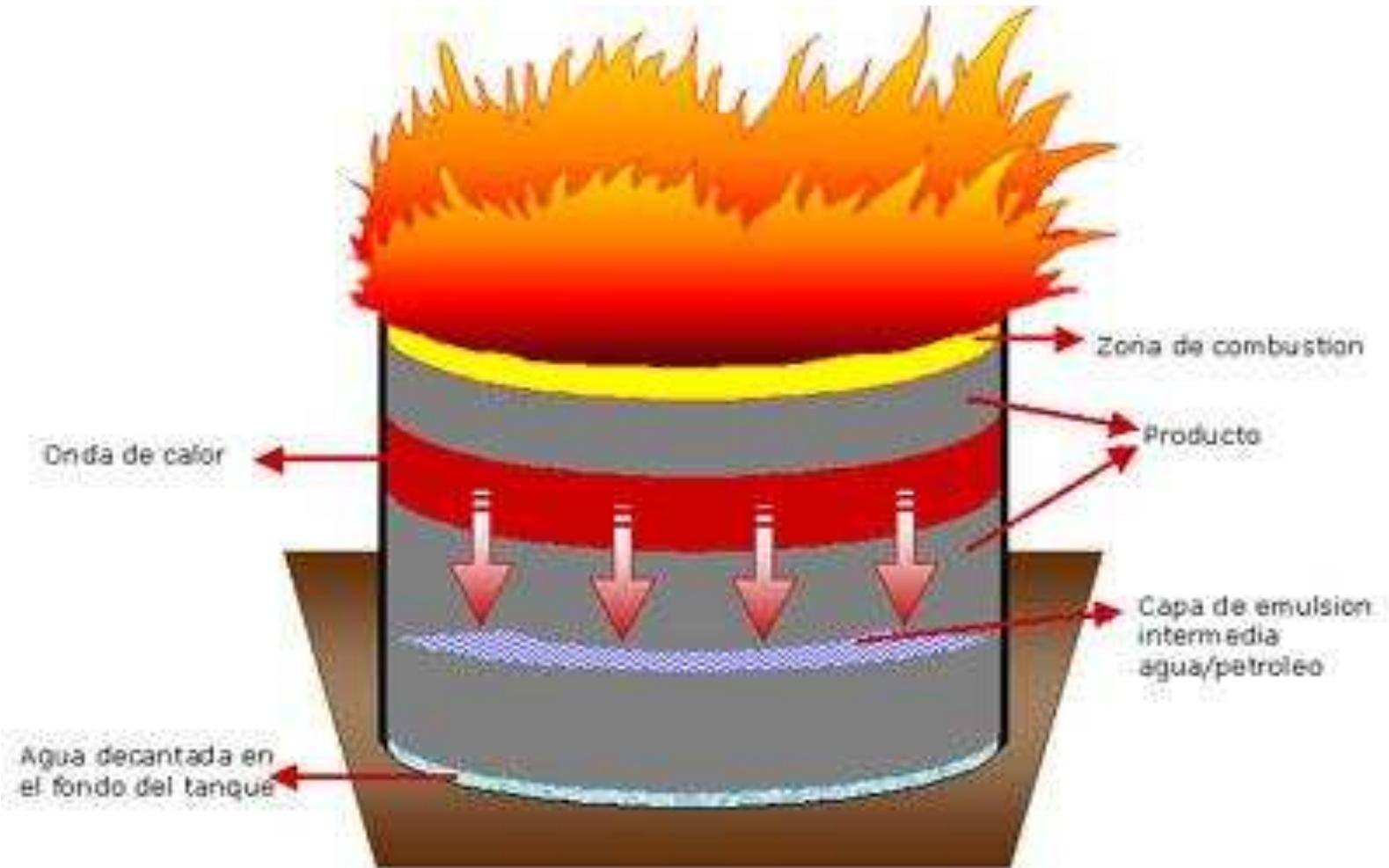
En consecuencia el accidente puede ser debido a una mala maniobra de proceso y no a causa del incendio.

SLOP OVER (Rebosamiento superficial).

Este fenómeno tiene la misma mecánica de producción que el Boilover, y como se menciona se produce en líquidos combustibles como el petróleo que tiene varios componentes, unos livianos y otros mas pesados con distintas temperaturas de destilación.

Tras el incendio y el intercambio de capas frías por capas calientes que dan lugar a la formación de la onda de calor; esta puede encontrarse durante su descenso con estratos de agua o emulsión de agua/ petróleo a distintas distancias debajo de la superficie; la onda convectiva toma contacto con estas capas de agua libre, produciendo un rebosamiento superficial con derrames parciales, sin grandes consecuencias de propagación. Este proceso se puede volver a repetir, en tal sentido los bomberos no deben confiarse que se haya producido el Boilover, pues el incendio continua hasta la etapa que la onda de calor llega a contactar con el agua decantada en el piso del tanque de petróleo donde ahí se produce el boilover que es el fenómeno mas desbastador.

Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Bello.
Brigada Infantil y Juvenil.



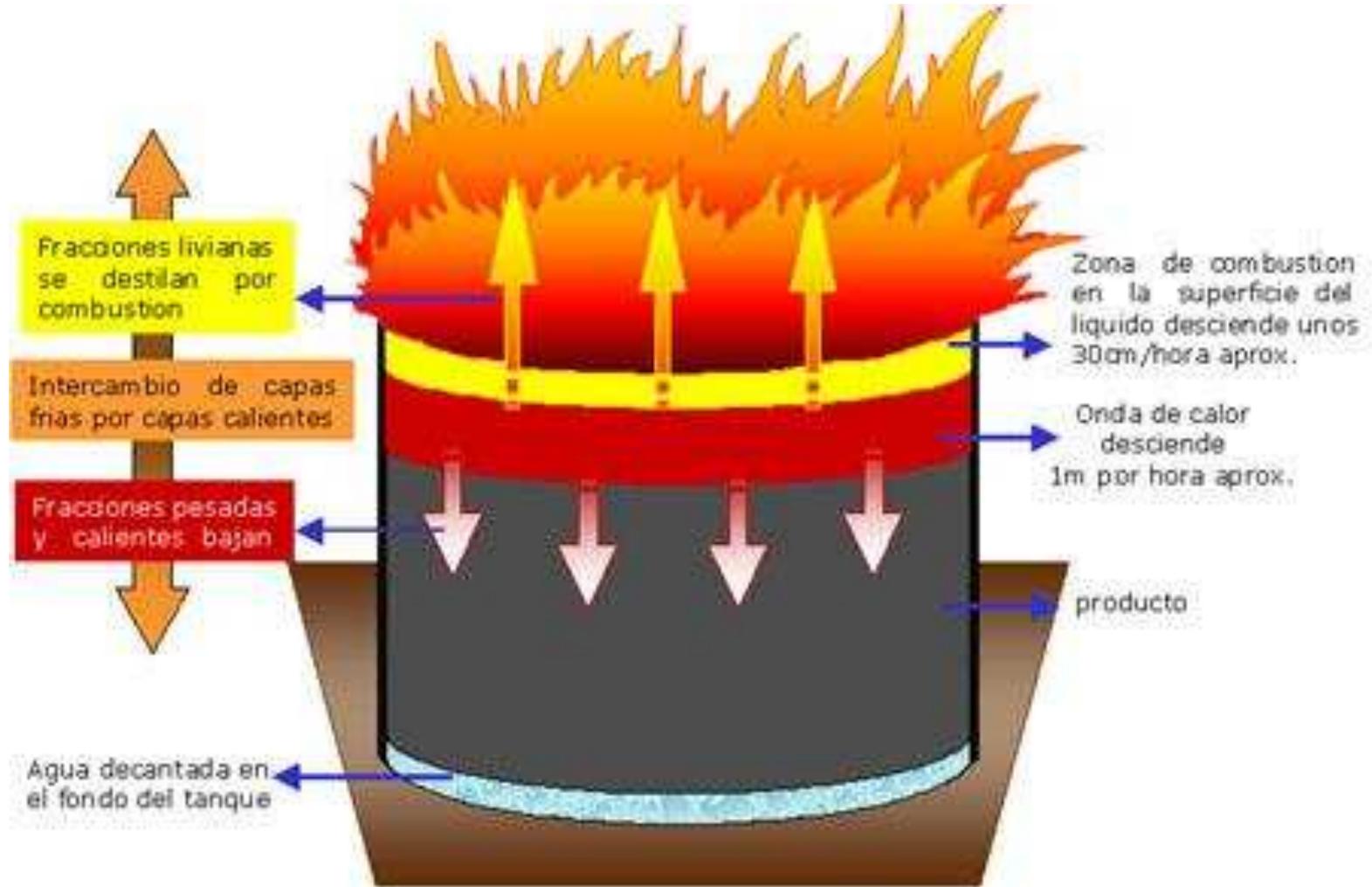
BOILOVER (Rebosamiento por ebullición).

En todo incendio de tanque/s de almacenaje de petróleo y que haya volado el techo, producto de la explosión inicial, durante el desarrollo del siniestro las capas compuestas por las 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 conforman 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 a temperaturas de entre los 200 a 300°C aprox. Se calcula que realizan el descenso a 1 metro por hora aprox. por otro lado la zona de combustión sobre la superficie del líquido, zona de llama va quemando y descendiendo a unos 30cm por hora aprox.

Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Bello.
Brigada Infantil y Juvenil.



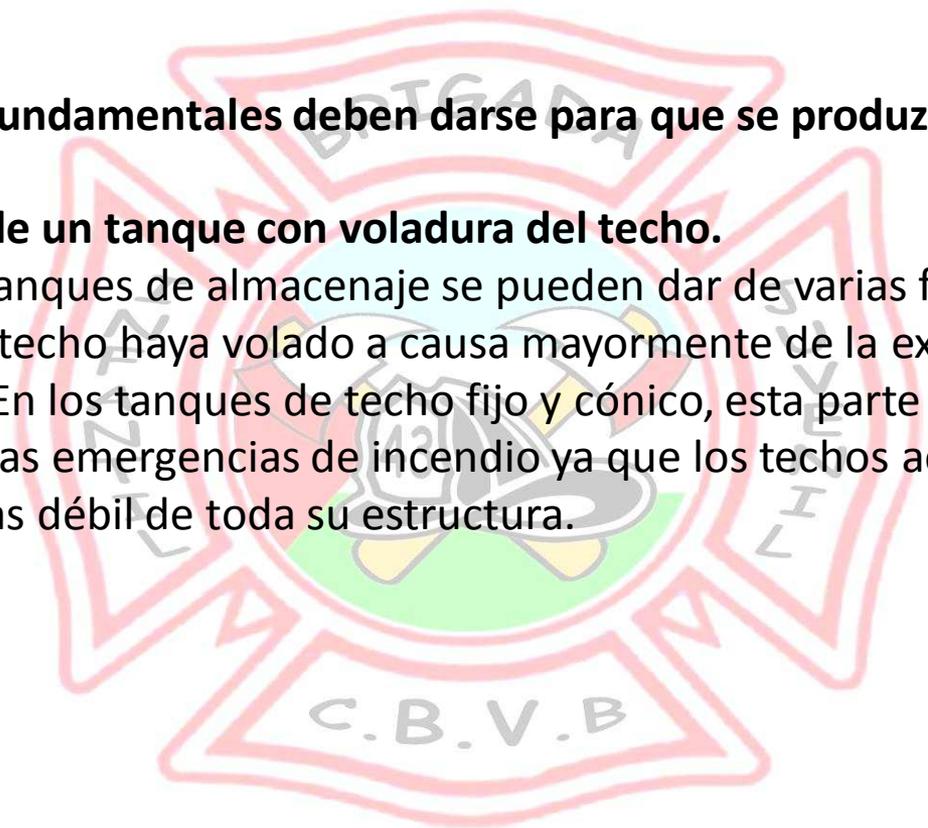
Esta onda de calor convectiva al tomar contacto con el agua decantada en el fondo del tanque produce una súbita transformación a vapor supercalentado expandiéndose 1:1700/2000 veces dependiendo de la temperatura del líquido, dando lugar al rebosamiento de todo el contenido. Pensemos que el agua en estado 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 entorno a toda la zona.

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

Tres condiciones fundamentales deben darse para que se produzcan estos fenómenos.

1- Incendio total de un tanque con voladura del techo.

Los incendios en tanques de almacenaje se pueden dar de varias formas para este caso es decisivo que el techo haya volado a causa mayormente de la explosión inicial que dio lugar al incendio. En los tanques de techo fijo y cónico, esta parte es de suma importancia para las emergencias de incendio ya que los techos actúan como fusibles siendo la parte mas débil de toda su estructura.

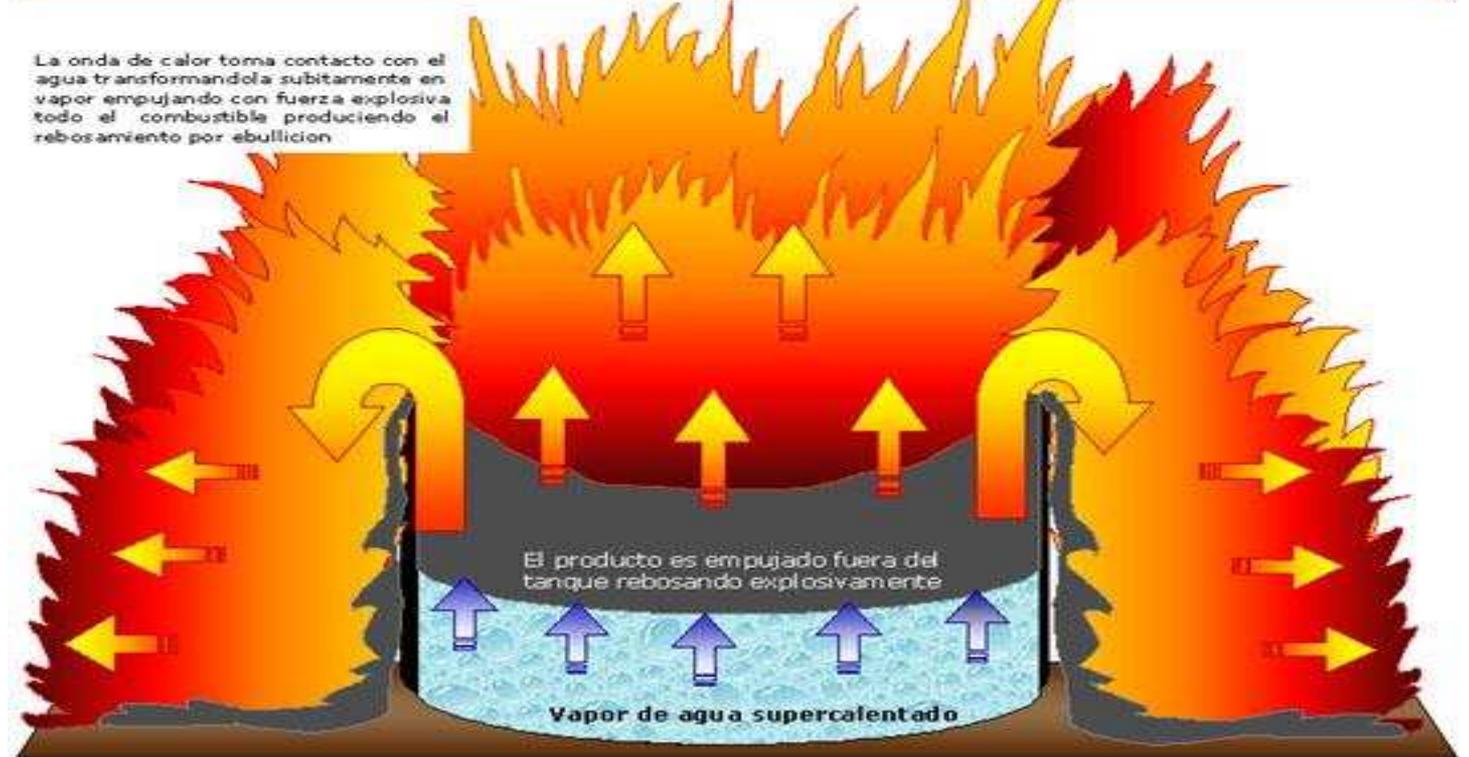
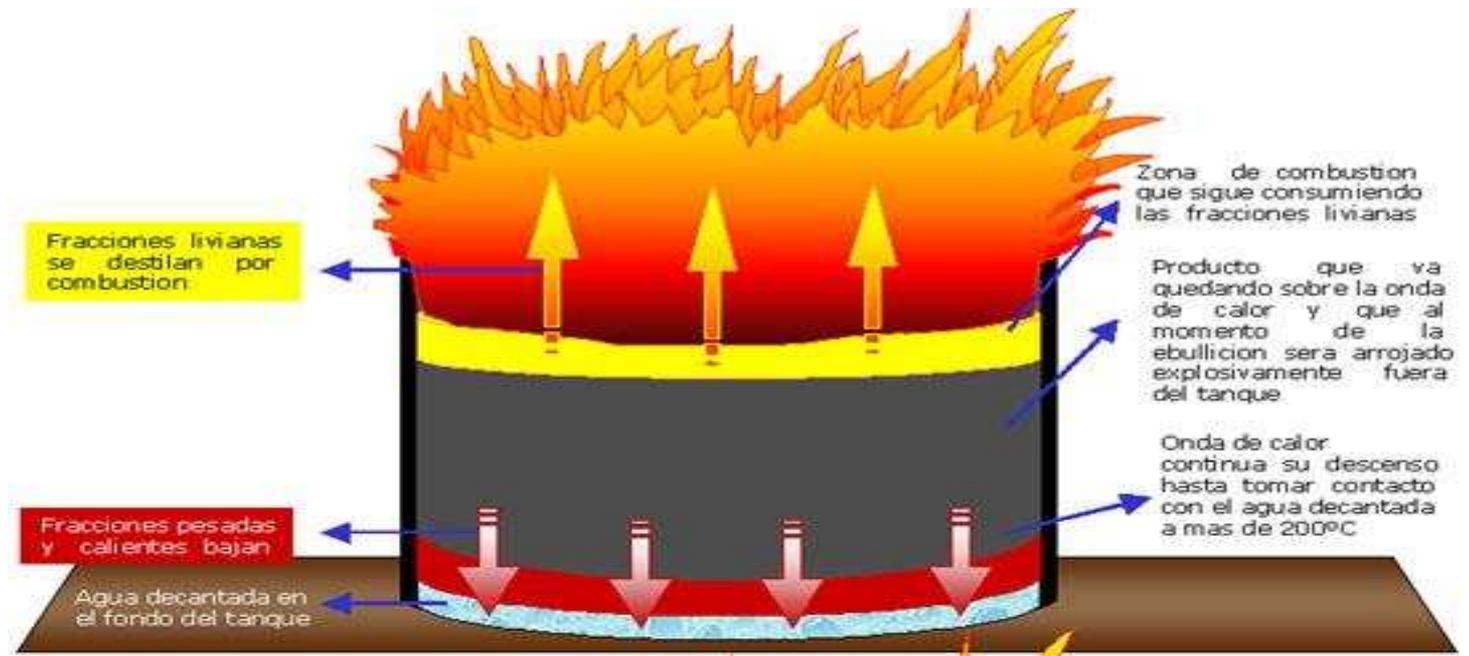


2- Presencia de agua en estratos o capas del combustible y en el fondo del tanque.

El agua convive continuamente con el petróleo, forma parte del mismo y siendo mas pesada en los tanques de almacenaje siempre tendremos restos de agua decantada en el fondo. Pero también se forman en los estratos intermedios emulsiones de agua libre y petróleo, principalmente esto dependerá del trabajo que tuvo el deposito en tareas de llenado o bien de exportación; el agitación de los líquidos conforman estas emulsiones que son las que provocan inicialmente los slopover.

3- Desarrollo de la “onda de calor”, intercambio de capas frías por capas calientes.

Esta característica también es determinante, ya que en mono productos es poco probable que se forme la onda de calor por no existir el intercambio de capas frías por capas calientes que conectivamente desciendan hasta contactar las emulsiones de agua o el agua decantada en el fondo del tanque. Pero en productos como el petróleo estos fenómenos se producen indefectiblemente, ya que el petróleo tiene en su composición fracciones livianas y fracciones pesadas, como se menciona. Las personas a cargo de dotaciones de Bomberos o Brigadistas Industriales que deban combatir incendios de tanques de almacenaje de petróleo deben dar por hecho que estos fenómenos se producirán. En consecuencia están obligados a tomar las medidas de seguridad, prevención y contingencia para evitar serios desastres y accidentes entre el personal. Para tener en cuenta la importancia y el papel determinante que tiene la onda de calor; un incendio en un tanque de petróleo a la vera de un camino en el estado de Texas, USA; los Bomberos habían extinguido el incendio y en momentos que creían haber finalizado se produjo el Boilover, porque? La onda de calor a pesar que en la superficie las llamas se extinguieron, continuo descendiendo en la intimidad del tanque y atreves del producto hasta tomar contacto con el agua y rebosar todo el petróleo fuera del deposito, varios bomberos resultaron con quemaduras.



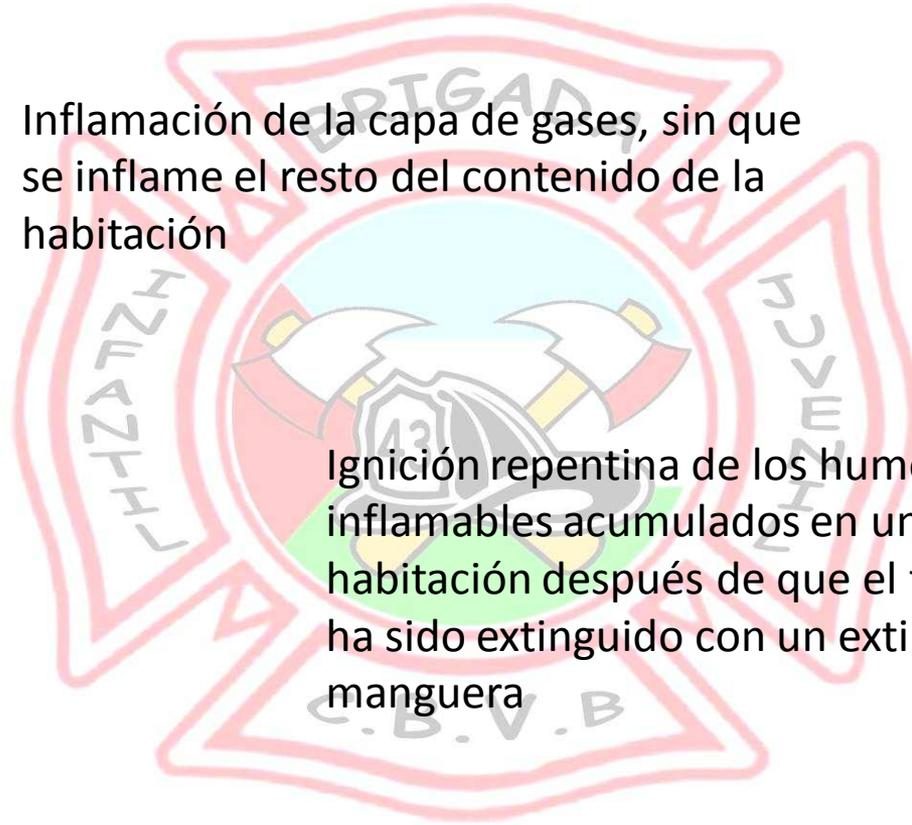
FORMACIÓN DE CAPA DE TECHO

Se denomina de esta manera a la acumulación de gases calientes, que por acción del fuego y dentro de un ambiente cerrado, tienden a acumularse en las partes altas de un recinto. De esta manera los gases más calientes se desplazan por el interior de los edificios hacia sus techos y una vez acumulada cierta cantidad, tiende a escapar. Los bomberos utilizan el sistema de ventilación para extraer esta capa de gases y humo de dentro de los edificios incendiados.

FLASH BACK

Inflamación de la capa de gases, sin que se inflame el resto del contenido de la habitación

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



PREGUNTAS...



...GRACIAS