



pirolisis.com

Investigación Científica de
Incendios y Explosiones



Ciencia y Dinámica de Fuego



¿PODRÍAMOS HABLAR DE TEMPERATURAS?





FUEGO

3.3.68 Fuego. Proceso de oxidación rápida con producción de luz y calor de distinta intensidad.





PROBLEMA CON LA NOMENCLATURA

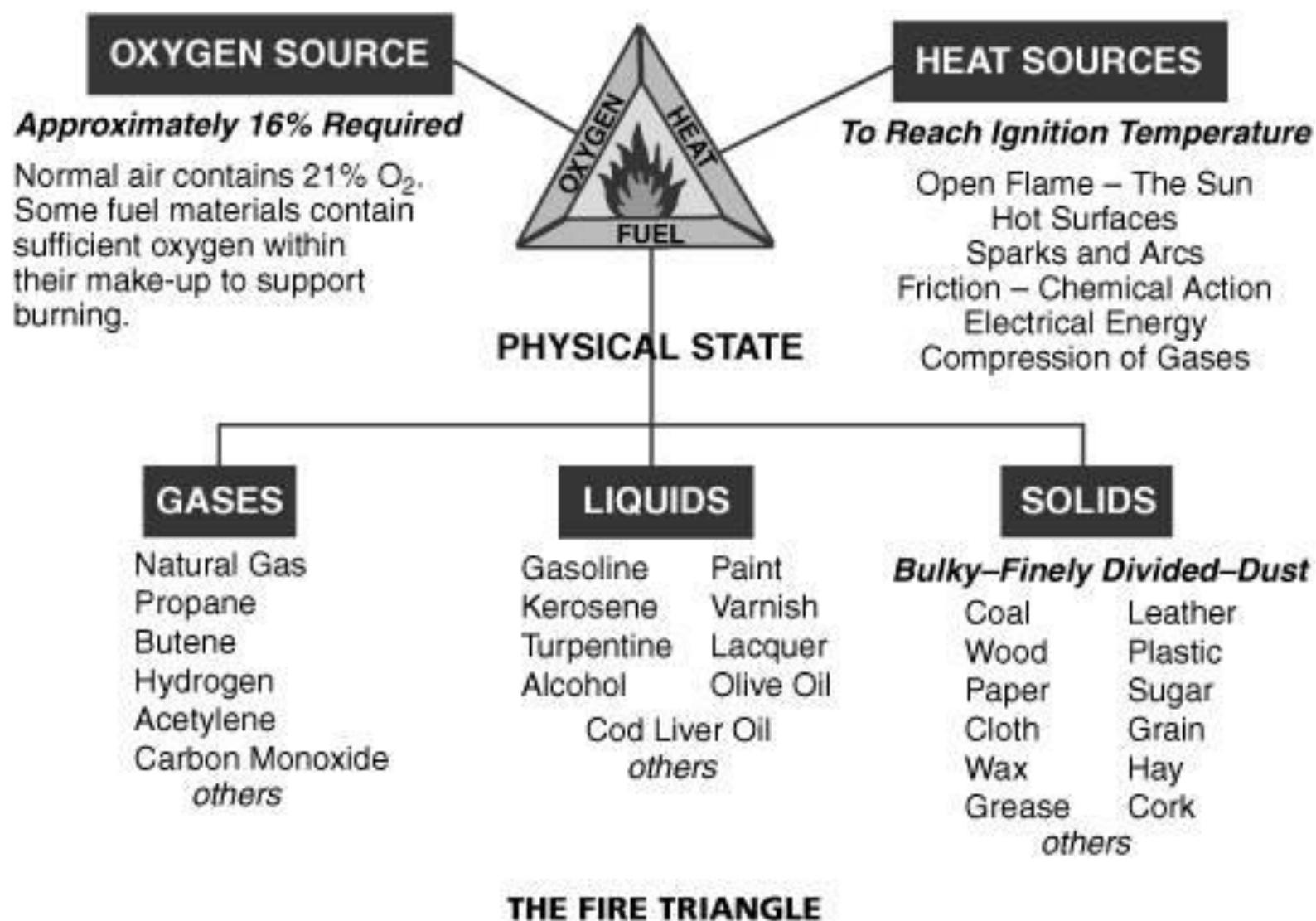


FIRE v/s

INCENDIO



FUEGO



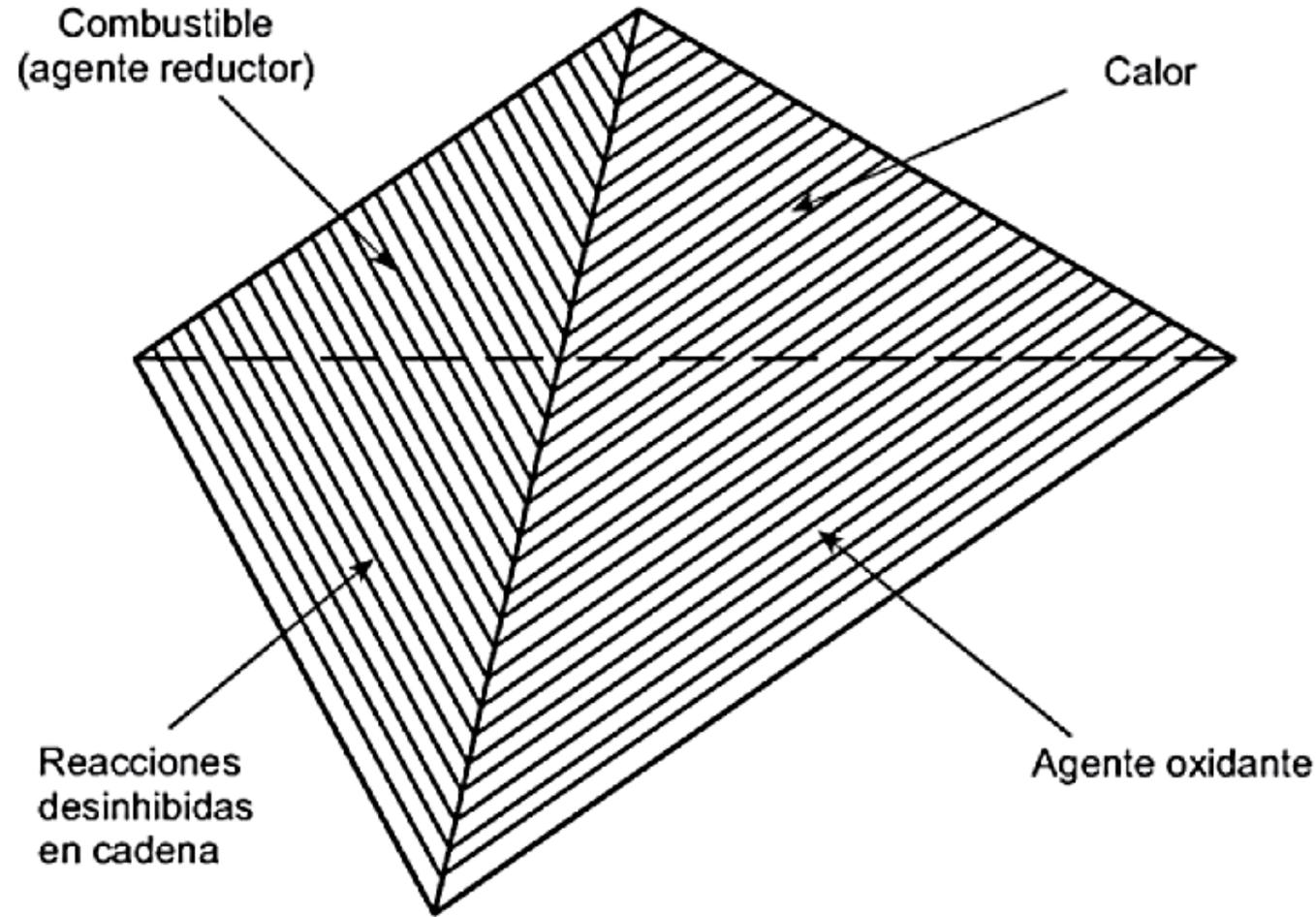


FIGURA 5.1.5 Tetraedro del Fuego



Combustible

Agente Oxidante

Calor

Reacción Química en Cadena Autosostenida



5.1.5.1 Combustible

Un combustible es cualquier sustancia que pueda sufrir combustión. La mayoría de los combustibles que se encuentran son orgánicos, lo que simplemente significa que están basados en carbono y pueden contener otros elementos como hidrógeno, oxígeno y nitrógeno en diferentes proporciones. Los ejemplos de combustibles orgánicos incluyen madera, plásticos, gasolina, alcohol y gas natural. Los combustibles inorgánicos no contienen carbono e incluyen metales combustibles, como magnesio o sodio. Toda la materia puede existir en uno de tres estados: sólido, líquido o gas. El estado de un material dado depende de la temperatura y la presión y puede cambiar a medida que varían las condiciones. Si está lo suficientemente frío, el dióxido de carbono, por ejemplo, puede existir como un sólido (hielo seco). El estado normal de un material es el que existe en condiciones NTP (temperatura y presión normales): 20°C (68°F) de temperatura y una presión de 101,6 kPa (14,7 psi), o 1 atmósfera al nivel del mar.

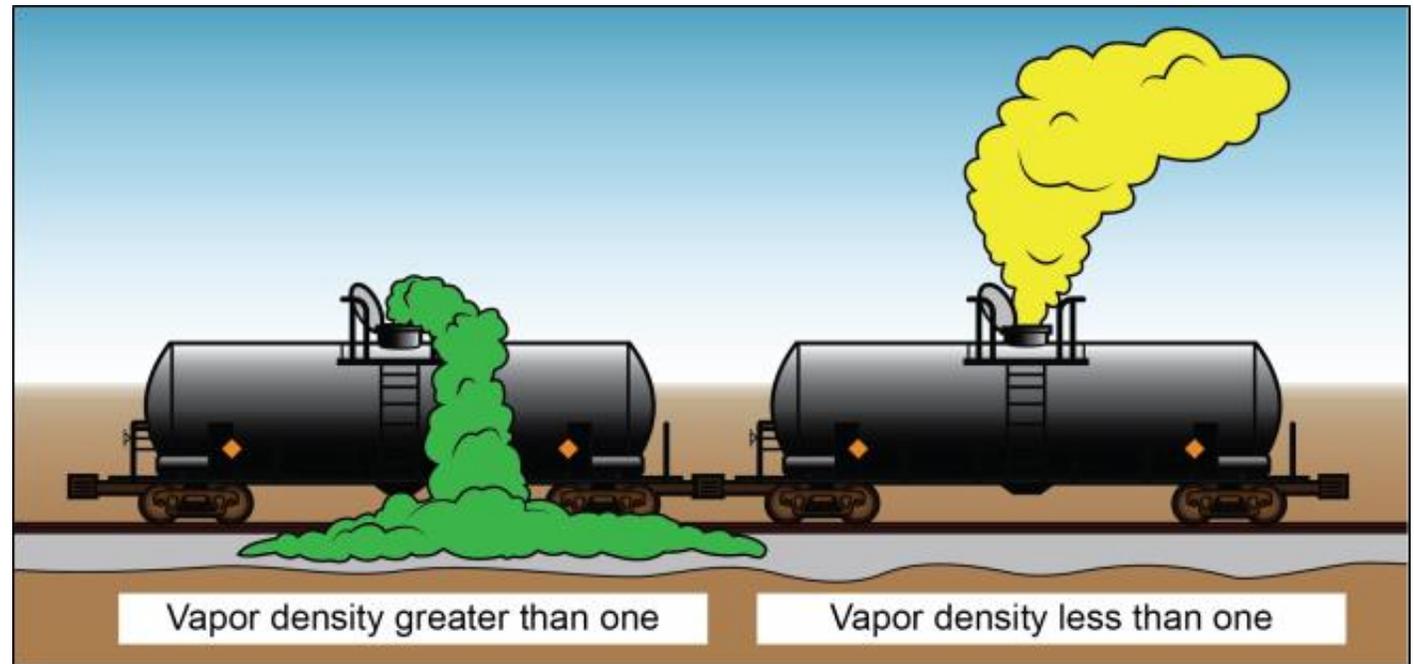
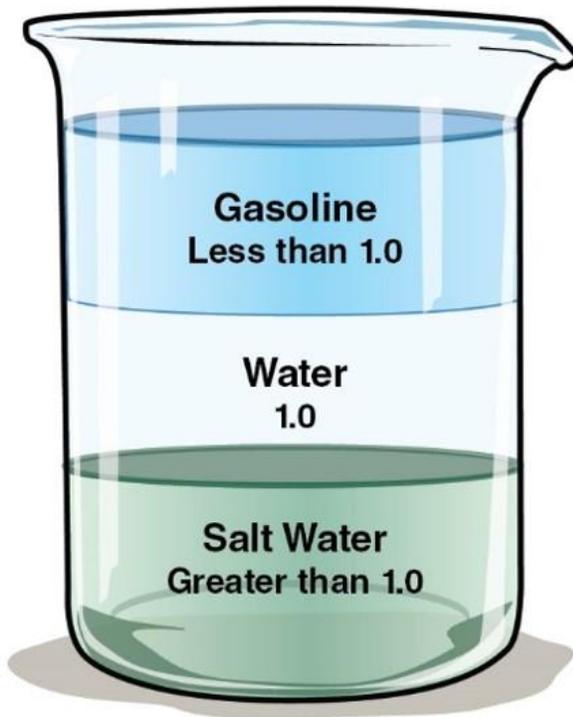


5.1.5.1.1 La combustión de combustibles líquidos y la mayoría de los combustibles sólidos tiene lugar por encima de la superficie del combustible en una región de vapores creados al calentar la superficie del combustible. El calor puede provenir de las condiciones ambientales, de la presencia de una fuente de ignición o de la exposición a un incendio existente. La aplicación de calor hace que se liberen vapores o productos de pirólisis a la atmósfera, donde pueden arder si están en la mezcla adecuada con un oxidante y si está presente una fuente de ignición competente o si se alcanza la temperatura de autoignición del combustible.

5.1.5.1.2 Los combustibles gaseosos no requieren vaporización o pirólisis antes de que pueda ocurrir la combustión. Solo se necesita la mezcla adecuada con un oxidante y una fuente de ignición.



Specific Gravity





5.1.5.2 Agente oxidante

En la mayoría de las situaciones de incendio, el agente oxidante es el oxígeno de la atmósfera terrestre. El fuego puede ocurrir en ausencia de oxígeno atmosférico, cuando los combustibles se mezclan con oxidantes químicos. Muchos oxidantes químicos contienen oxígeno de fácil liberación. El fertilizante de nitrato de amonio (NH_4NO_3), el nitrato de potasio (KNO_3) y el peróxido de hidrógeno (H_2O_2) son ejemplos.

5.1.5.2.1 Ciertos gases pueden formar mezclas inflamables en atmósferas distintas de aire u oxígeno. Un ejemplo es una mezcla de hidrógeno y cloro gaseoso.

5.1.5.2.2 Cada mezcla de aire y combustible tiene una relación óptima en cuyo punto la combustión será más eficiente. Esta relación ocurre en o cerca de la mezcla conocida por los químicos como relación estequiométrica. Cuando la cantidad de aire está en equilibrio con la cantidad de combustible (es decir, después de la combustión no hay combustible sin usar ni aire sin usar), la combustión se denomina estequiométrica. Esta condición rara vez ocurre en incendios, excepto en ciertos tipos de incendios de gas.



5.1.5.3 Calor

El componente de calor del tetraedro representa energía térmica por encima del nivel mínimo necesario para liberar los vapores de combustible y provocar la ignición. El calor se define comúnmente en términos de intensidad o velocidad de calentamiento (kilovatios) o como la energía térmica total recibida a lo largo del tiempo (kilojulios). En un incendio, el calor produce vapores de combustible, provoca ignición y promueve el crecimiento del fuego y la propagación de las llamas al mantener un ciclo continuo de producción e ignición de combustible.



5.1.5.4 Reacción en cadena química no inhibida.

La combustión es un conjunto complejo de reacciones químicas que resulta en la oxidación rápida de un combustible, produciendo calor, luz y una variedad de subproductos químicos. La oxidación lenta, como el óxido o el color amarillento del periódico, produce calor tan lentamente que no se produce la combustión. La combustión autosostenida ocurre cuando un exceso de calor suficiente de la reacción exotérmica se irradia de regreso al combustible para producir vapores y causar ignición en ausencia de la fuente de ignición original.

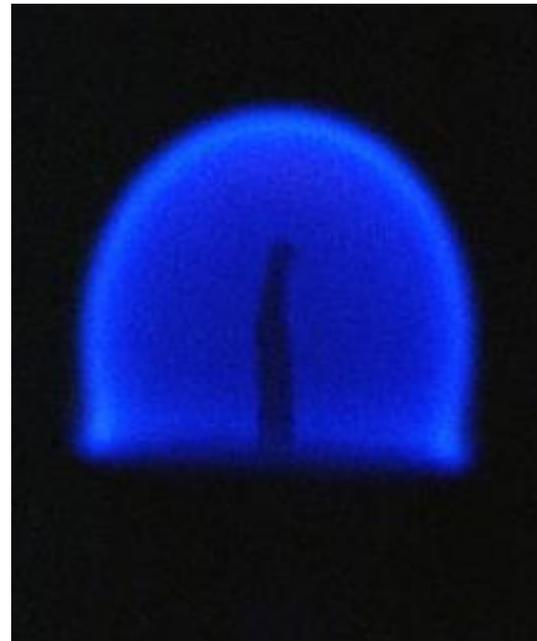


LLAMAS



LLAMA EN LA TIERRA

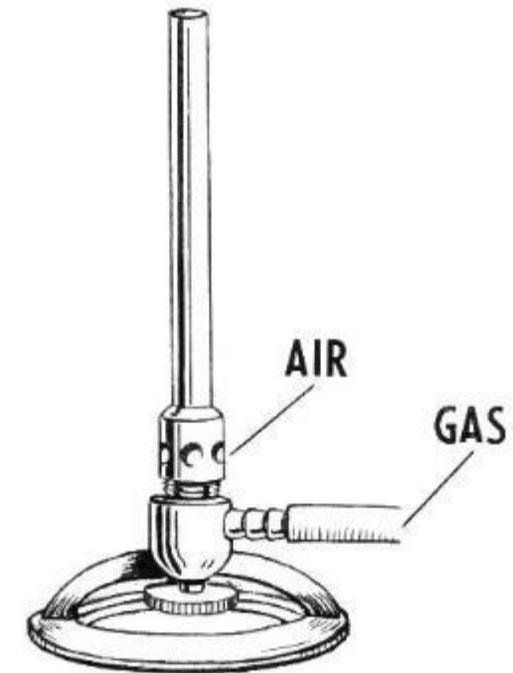
LLAMA EN ESTACIÓN ESPACIAL





LLAMA Y FRENTE DE LLAMA

3.3.151 Llama de pre-mezcla. Llama en la que el combustible y el comburente se mezclan antes de la combustión, como el mechero Bunsen de un laboratorio o una cocina de gas. La propagación de la llama depende de la interacción entre caudal, los procesos de transporte y la reacción química.



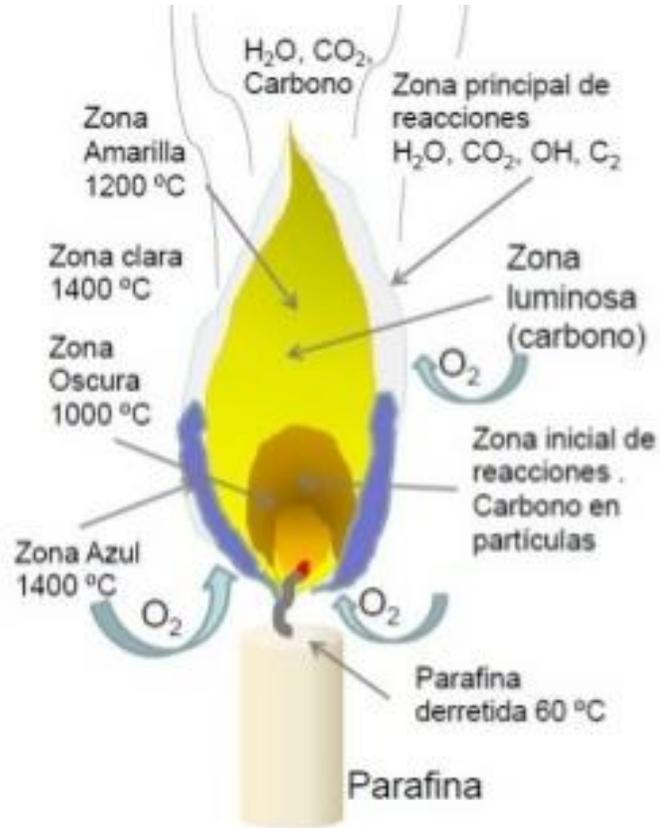


¿Cuál es la diferencia..?

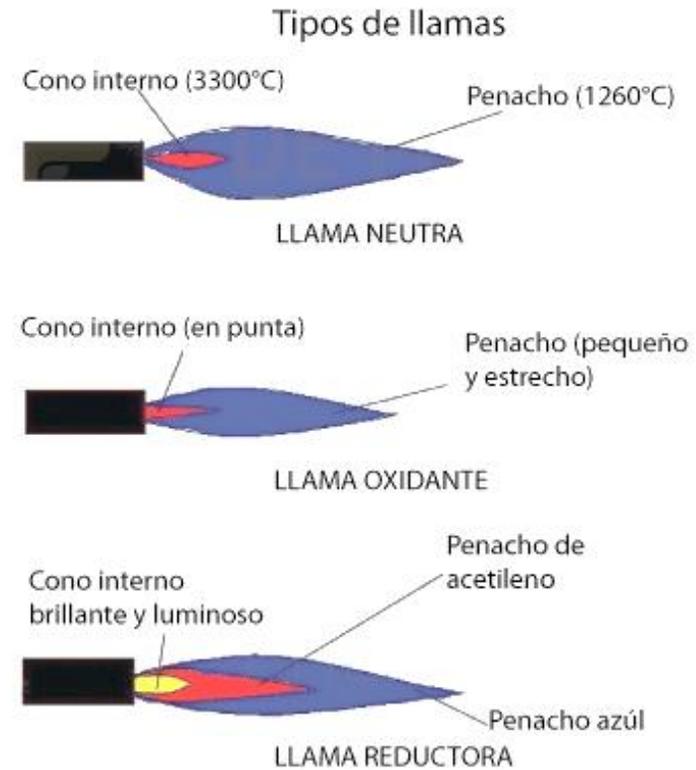




Llama difusa



Llama laminar





LLAMA Y FRENTE DE LLAMA

3.3.84 Llama. Cuerpo o corriente de material gaseoso implicado en el proceso de combustión que emite energía radiante con longitudes de onda específicas según la química de combustión del material. En la mayoría de los casos, parte de la energía radiante emitida es visible para el ojo humano. [72, 2019]

3.3.85 Frente de llama. El borde de los gases ardiendo procedentes de una reacción de combustión.



Propiedades de la Llama

5.6.4.1 Color de las Llamas. El color de las llamas no es necesariamente un indicador preciso de lo que está ardiendo o de la temperatura de las mismas.

5.6.4.2 El tamaño visible de una llama se expresa normalmente como la altura de la llama y las dimensiones del fuego (longitud y diámetro del grupo de combustibles afectado). La observación de un incendio durante un tiempo revela que la altura de las llamas fluctúan durante el mismo. En general, se emplean las siguientes tres medidas visuales de altura de las llamas:

- (1) Altura continúa de la llama — altura sobre la cual se ven las llamas en todo momento
- (2) Altura media de la llama — altura sobre la cual se ven las llamas durante un 50 % del tiempo
- (3) Altura punta de la llama — altura máxima sobre la cual se ven las llamas en algún momento



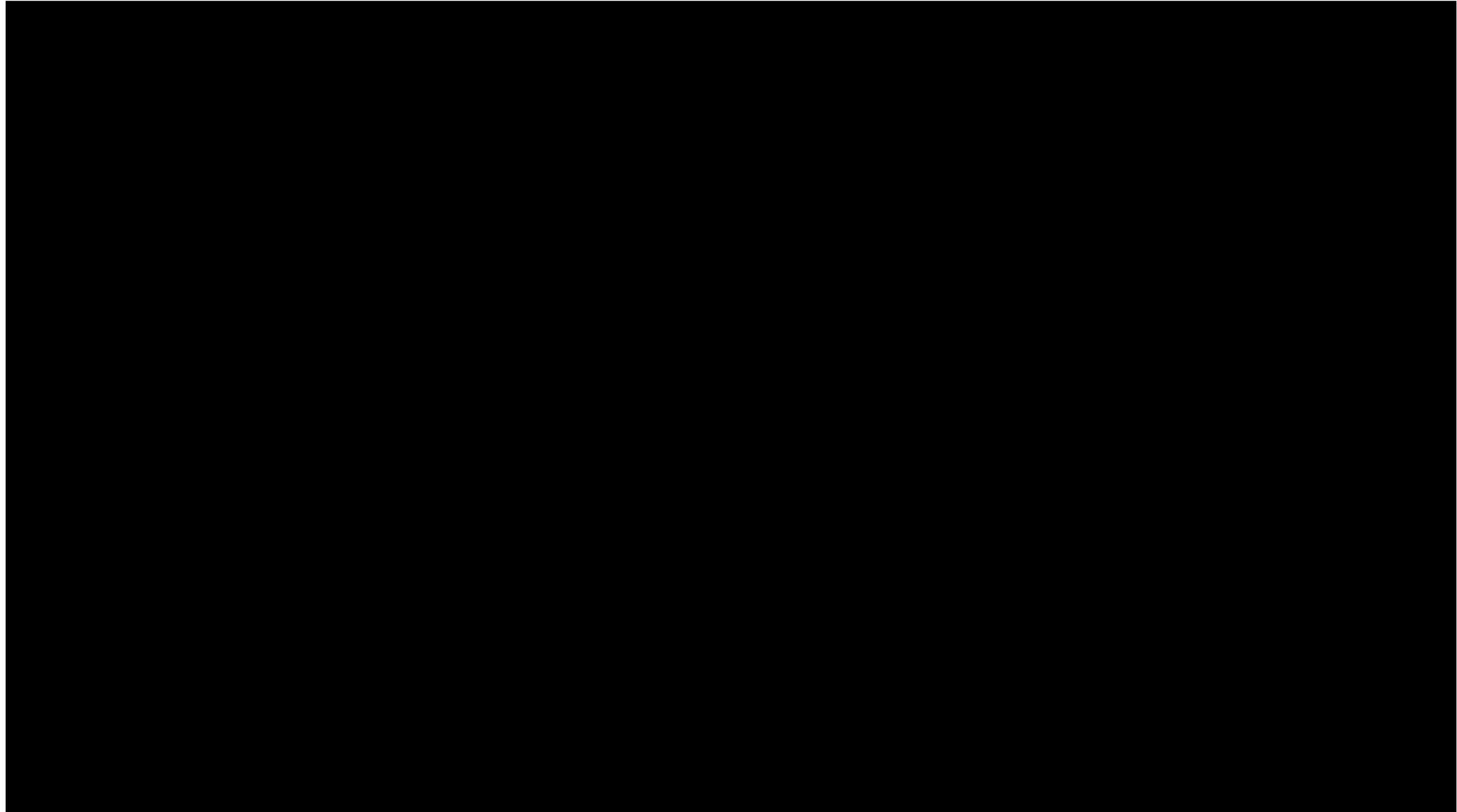
Propiedades de la Llama

5.6.4.3 Las siguientes definiciones de altura de llama definen las tres zonas de un incendio:

- (1) Zona continuamente en llamas (parte inferior de las llamas visibles)
- (2) Zona intermitentemente en llamas (parte superior de las llamas visibles)
- (3) Zona de la pluma (por encima de las llamas visibles)



¿De qué está hecha la llama de una vela?







CIENCIA DEL FUEGO

5.1.1* Fuego y Energía. El fuego es un proceso de oxidación rápido, que es una reacción química exotérmica, que resulta en la liberación de calor y energía luminosa en diferentes intensidades. Es importante que el investigador de incendios comprenda los conceptos básicos de energía, potencia y flujo de calor y cómo se utilizan las unidades de medida de cada uno para describir el comportamiento del fuego.





5.1.2 Energía. La energía es una propiedad de la materia que se manifiesta como la capacidad de realizar un trabajo, ya sea moviéndose una distancia contra una fuerza o transfiriendo calor. La energía puede cambiarse de forma (por ejemplo, de energía química a mecánica) o transferirse a otra materia, pero no puede crearse ni destruirse. La energía se mide en julios (J), calorías (cal) o unidades térmicas británicas (Btu). Un joule es el calor producido cuando un amperio pasa a través de una resistencia de un ohmio durante un segundo, o es el trabajo requerido para moverse a una distancia de un metro contra una fuerza de un newton. Una caloría es la cantidad de energía necesaria para elevar la temperatura de 1 g de agua en 1°C (por ejemplo, de 14°C a 15°C); una caloría es igual a 4.184 J. Un Btu es la cantidad de calor requerida para elevar la temperatura de 1 libra de agua 1°F a una presión de 1 atmósfera y una temperatura de 60°F; una unidad térmica británica es igual a 1055 J y 252,15 cal.



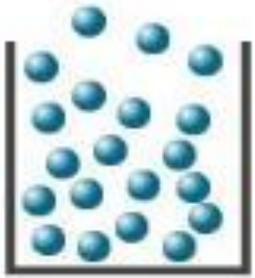
5.1.3 Poder. La potencia es una propiedad que describe la energía liberada por unidad de tiempo. Se requiere la misma cantidad de energía para llevar una carga por un tramo de escaleras, ya sea que la persona que la lleva camine o corra, pero se necesita más potencia para correr porque el trabajo se realiza en menos tiempo. El aumento de la temperatura de un volumen de agua requiere la misma cantidad de energía, ya sea que el aumento de temperatura tenga lugar en 10 segundos o en 10 minutos. Elevar la temperatura más rápidamente requiere que la energía se transfiera más rápidamente. La potencia se mide en julios por segundo (J/s) o vatios (W).



5.1.4 Flujo de calor. El flujo de calor es un término que describe la cantidad de energía por unidad de área. Un kilovatio distribuido en 1m^2 es aproximadamente igual al flujo de calor radiante al aire libre en un día soleado. Si ese mismo kilovatio se concentra con una lupa y solo se extiende sobre $.05\text{ m}^2$ (500 cm^2), puede haber suficiente energía transferida a esa área para provocar la ignición de los combustibles. El flujo de calor se mide en kW/m^2 o W/cm^2 .



CAMBIOS DE ESTADOS DE LA MATERIA - ENTALPÍA

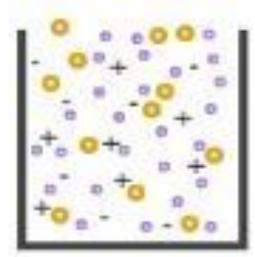


Gaseoso

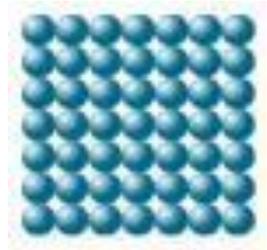
GAS



PLASMA



Plasma

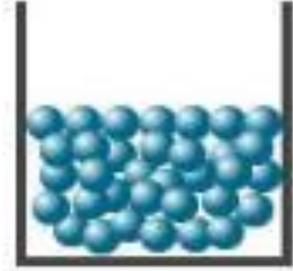


Sólido



SÓLIDO

LÍQUIDO



Líquido



Condensado de Bose - Einstein
Estado Condensado de Bose-Einstein

DES-IONIZACIÓN
IONIZACIÓN

VAPORIZACIÓN
CONDENSACIÓN

SOLIDIFICACIÓN
FUSIÓN

SUBLIMACIÓN
DEPOSICIÓN

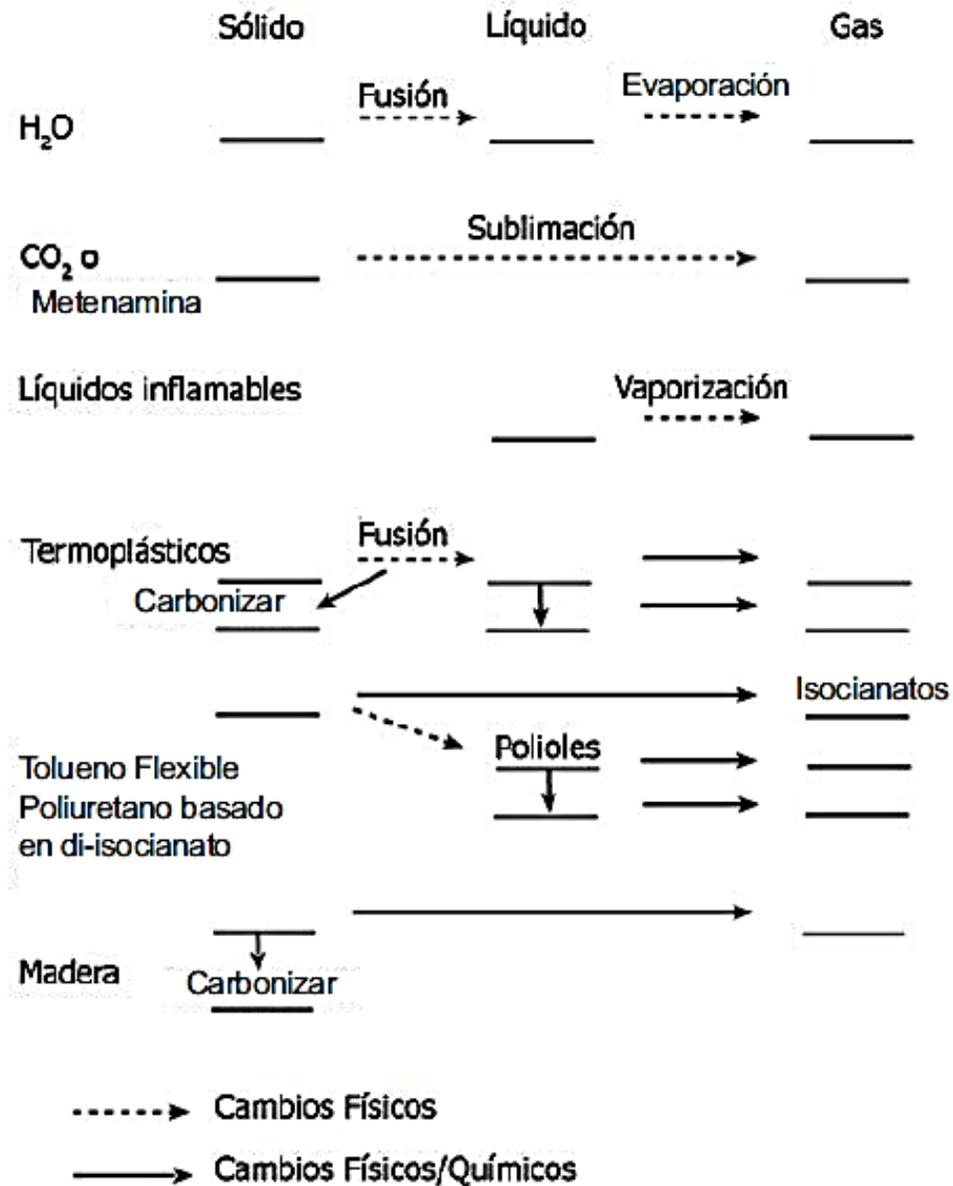
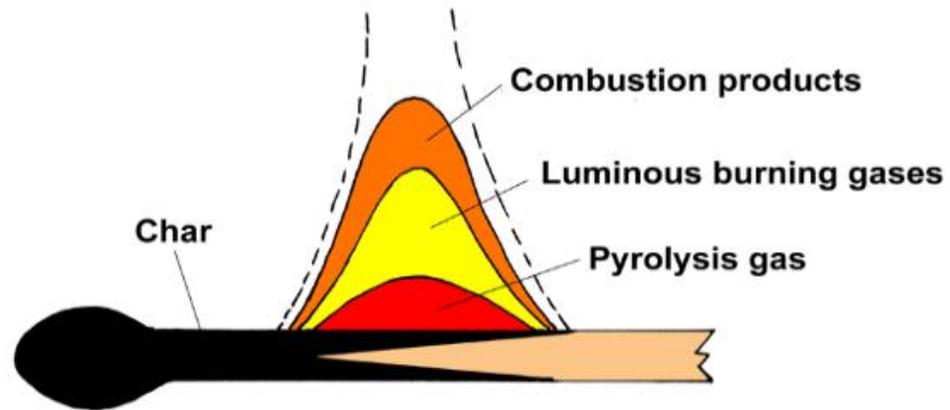


FIGURA 5.2.1 Cambios físicos y químicos producidos durante la descomposición térmica. [extraído de Beyler and Hirschler (2002).]



PIRÓLISIS

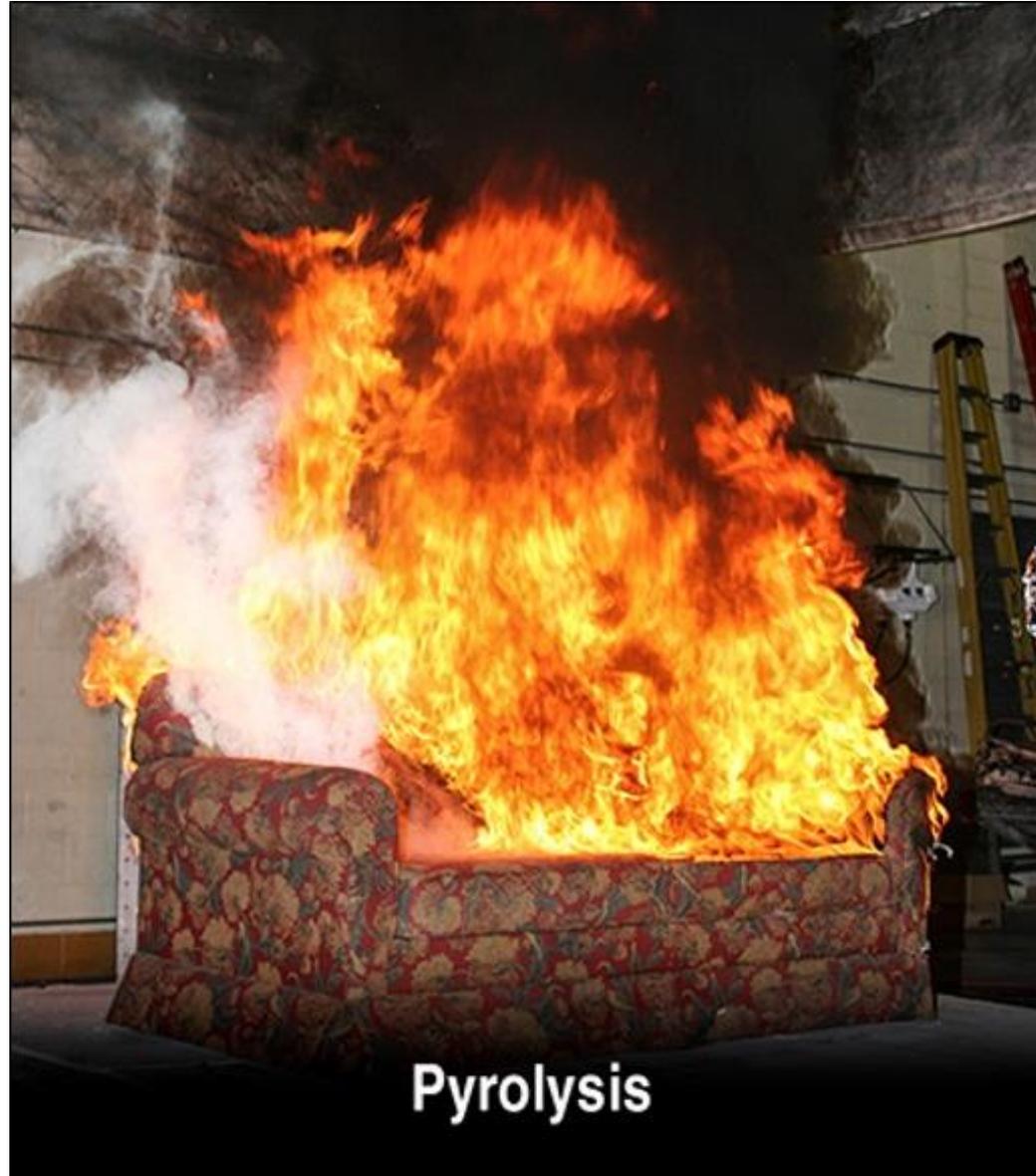


3.3.158 Pirólisis. Descomposición química de un compuesto en una o más sustancias por el calor; la pirólisis precede generalmente a la combustión.

5.2.1.2 La descomposición térmica implica cambios irreversibles en la estructura química de un material, debido a los efectos que le provoca el calor (pirólisis). La descomposición térmica de un sólido o un líquido suele producir gases. La madera se descompone formando carbón y vapores, algunos de los cuales son inflamables. Bajo un calentamiento intenso, el poliuretano flexible se descompone generando líquidos y vapores inflamables. En condiciones de calor más moderadas, el poliuretano flexible se descompone carbonizándose y generando gases o vapores inflamables.



PIRÓLISIS





PIRÓLISIS





5.2.2.2 Combustibles Gaseosos.

Para que los gases inflamables y vapores de los líquidos inflamables puedan llegar a su punto de inflamación, deben mezclarse con la cantidad suficiente de oxidante (normalmente oxígeno atmosférico) que permita que el produzca la combustión suceda. El porcentaje en volumen de la mezcla de combustible gaseoso y aire, está siempre está dentro de un rango específico, dentro del cual se produce la combustión. Esto es conocido como rango de inflamabilidad o explosividad, de un combustible.



TEMPERATURA DE IGNICIÓN (Flash Point)

3.3.117 Ignición.

Proceso de iniciación de una combustión auto mantenida.

3.3.118 Energía de ignición.

Cantidad de energía calorífica que debe absorber una sustancia para inflamarse y arder.

3.3.119* Temperatura de Ignición.

Temperatura mínima que debe alcanzar una sustancia para empezar a arder en condiciones específicas de laboratorio.



LIMITES DE INFLAMABILIDAD

5.2.2.2.1 Rango de Explosividad/ Inflammabilidad.

El rango de explosividad o inflamabilidad de un combustible se expresa como el porcentaje en volumen de aire de gas o vapores combustibles. En este contexto, las palabras “explosivo” e “inflamable” son sinónimas. El rango explosividad o inflamabilidad es exclusivo del combustible involucrado. Cada gas o vapor inflamable tiene su propio rango o límites de inflamabilidad.





LIMITES DE INFLAMABILIDAD

5.2.2.2 Límite Inferior de Explosividad

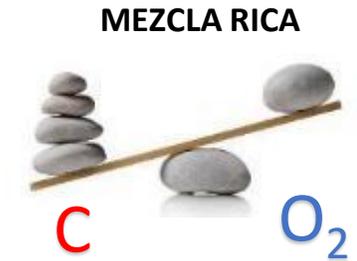
(Límite Inferior de Inflamabilidad). El porcentaje mínimo en volumen de aire de combustible que puede producir la combustión es el límite inferior de explosividad (LIE) de un material. Una mezcla que está por debajo de su LIE no puede entrar en combustión. Esto se debe a que por debajo del LIE no existen las suficientes moléculas de combustible en la mezcla. En este caso, puede decirse que la mezcla es “demasiado pobre”.

5.2.2.3 Límite Superior de Explosividad

(Límite Superior de Inflamabilidad). También existe un límite superior en el porcentaje en volumen de combustible en el aire en el cual se da una combustión. Este recibe el nombre de límite superior de explosividad (LSE). Esto se debe a que por encima del LSE la combustión no tendrá lugar debido a la insuficiente presencia de moléculas de oxígeno en la mezcla. Esta mezcla puede considerarse como “demasiado rica”.



LIMITES DE INFLAMABILIDAD

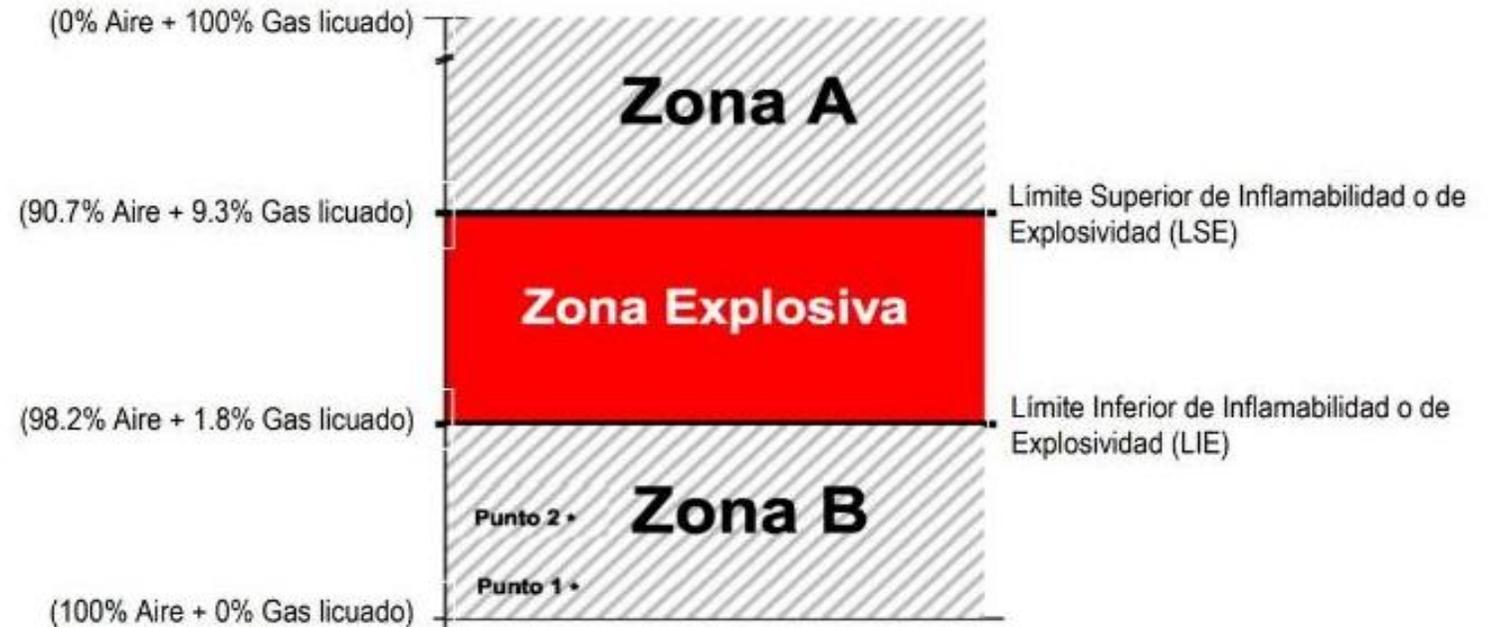




Mezcla Aire + Gas licuado

Zonas A y B. En condiciones ideales de homogeneidad, las mezclas de aire con menos de 1.8% y más de 9.3% de gas licuado no explotarán, aún en presencia de una fuente de ignición. Sin embargo, a nivel práctico deberá desconfiarse de las mezclas cuyo contenido se acerque a la zona explosiva, donde sólo se necesita una fuente de ignición para desencadenar una explosión.

ALCANCE GLP

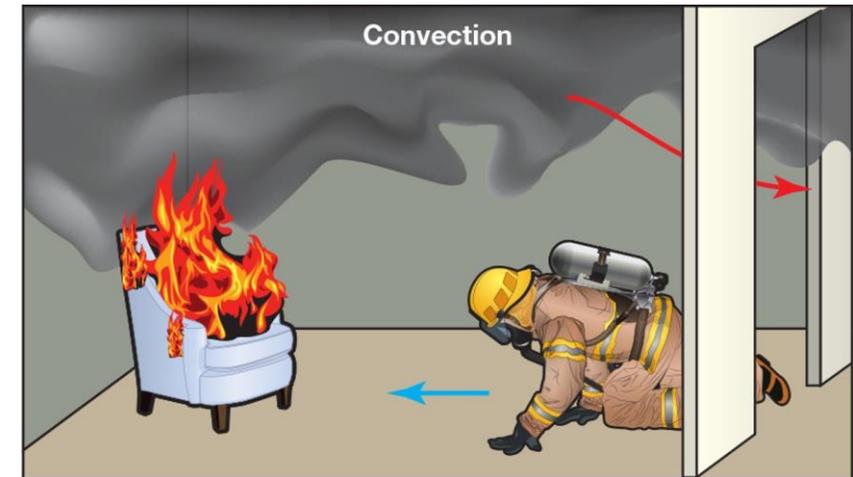
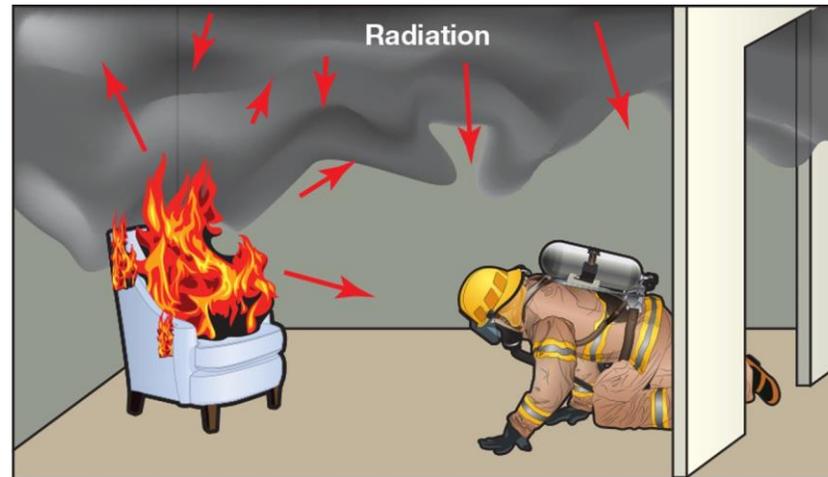
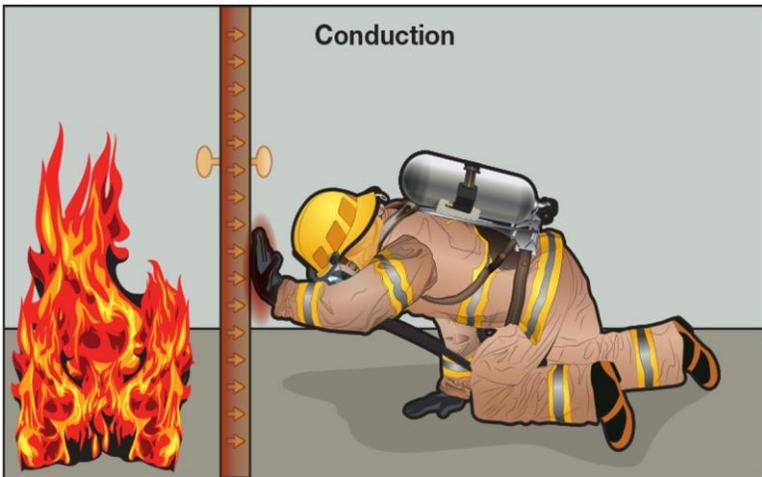


Punto 1 = 20% del LIE: Valor de ajuste de las alarmas en los detectores de mezclas explosivas.

Punto 2 = 60% del LIE: Se ejecutan acciones de paro de bombas, bloqueo de válvulas, etc., antes de llegar a la Zona Explosiva.

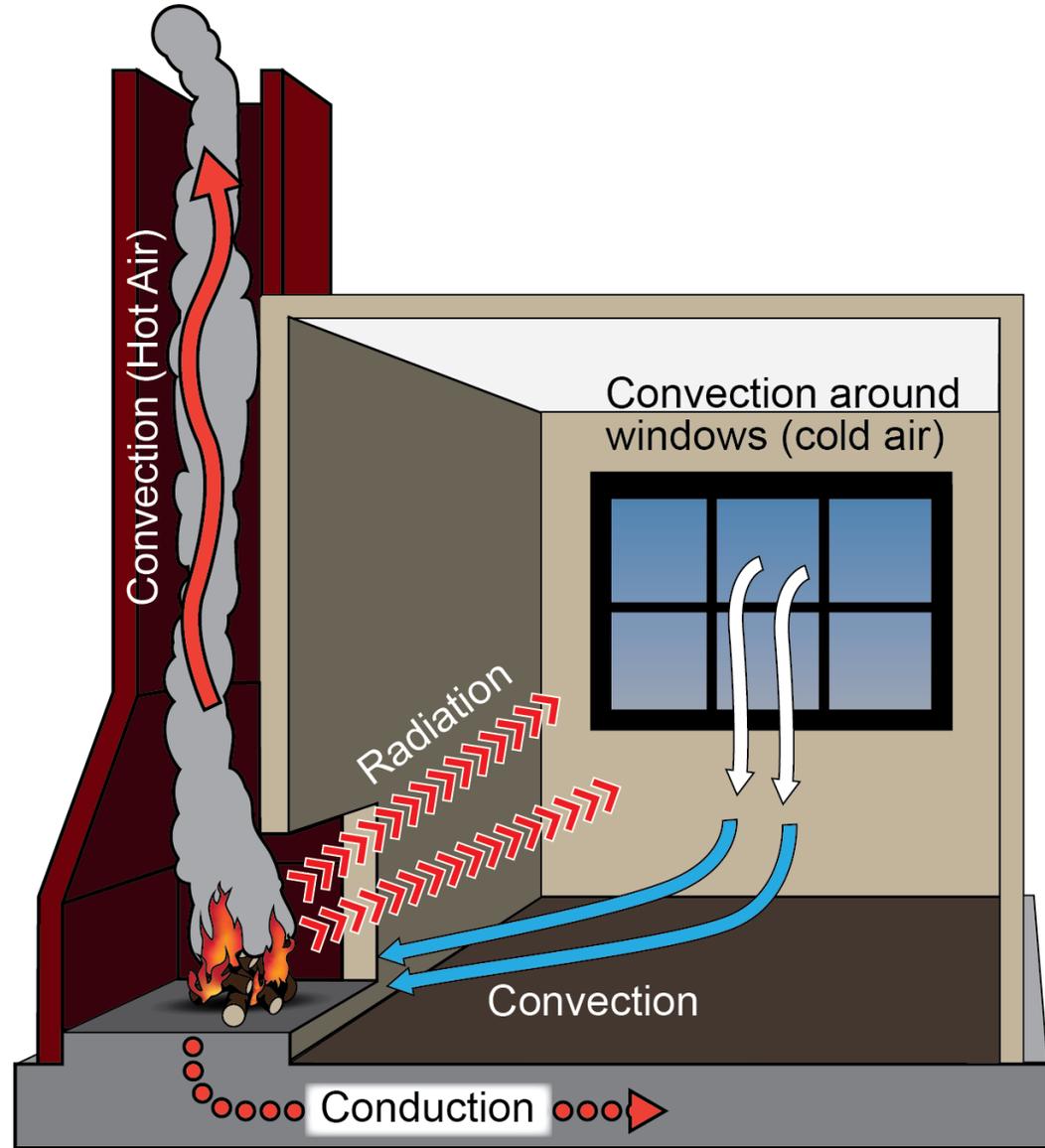


TRASMISIONES DE CALOR





TRASMISIONES DE CALOR



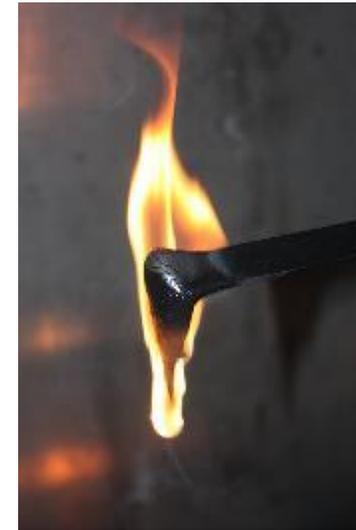


TRASMISIONES DE CALOR

(fuegos por transferencia)



Pavesas o chispas volantes



Termoplásticos



HUMO Y HOLLÍN

3.3.177 Humo

Las partículas sólidas y líquidas y los gases en el aire se desprenden cuando un material se somete a pirólisis o combustión, junto con la cantidad de aire que es arrastrado o mezclado de otro modo en la masa.

3.3.181 Hollín

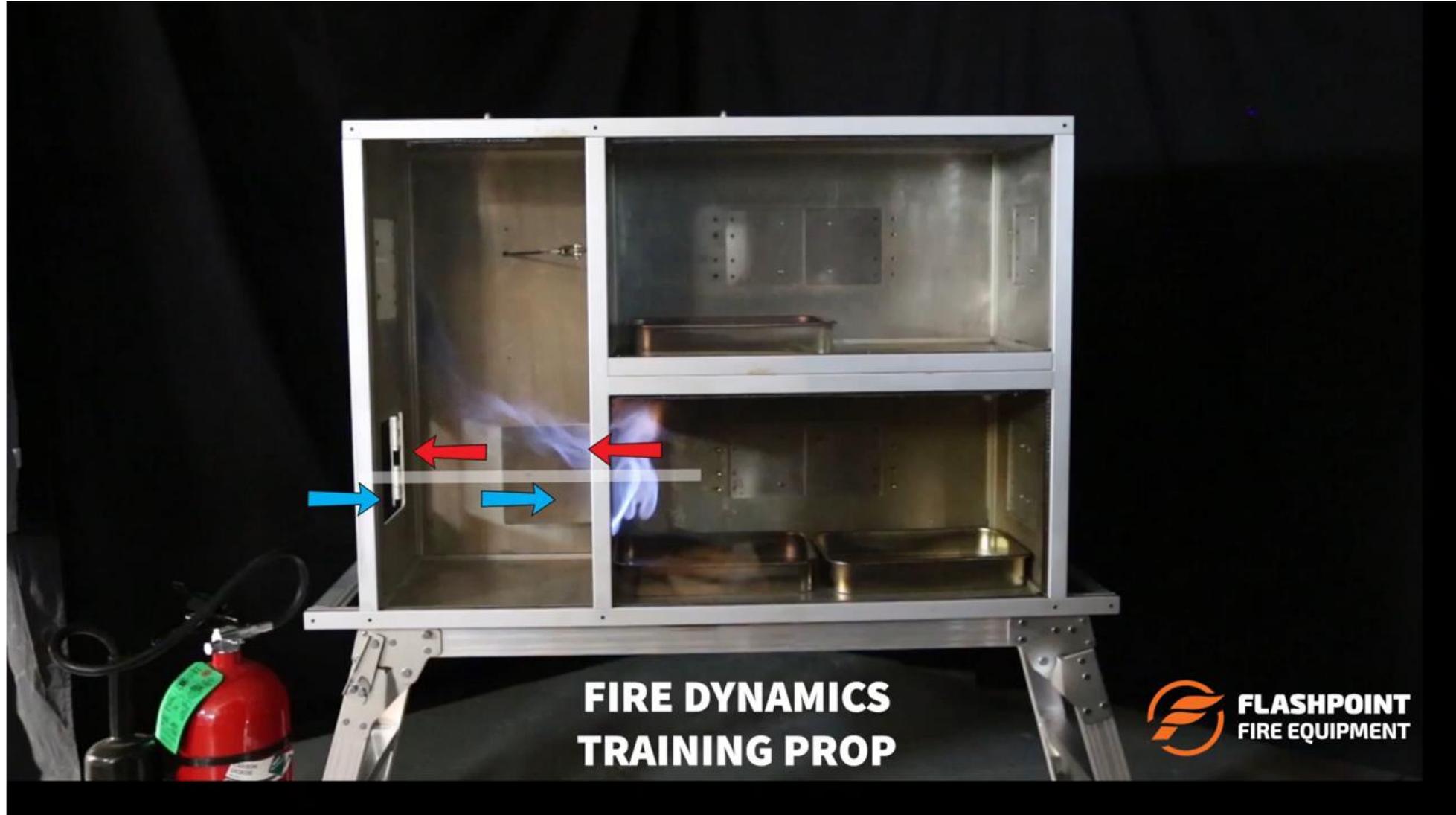
Partículas negras de carbón que se producen en una llama.





HUMO Y HOLLÍN

5.4.1 Generalidades. El desplazamiento de los humos y gases puede deberse a fuerzas mecánicas (por ejemplo, ventiladores) o a los movimientos de convección generados por la diferencia de temperaturas. En los incendios, son estas fuerzas de convección las más significantes en la mayoría de los casos. Los flujos de convección importantes de un incendio ocasionan penachos de gases por encima de los objetos en combustión, un desplazamiento de gases a la altura del techo cuando el penacho choca con él y un movimiento de gases calientes hacia el exterior, a través de ventanas y puertas (flujos de ventilación).





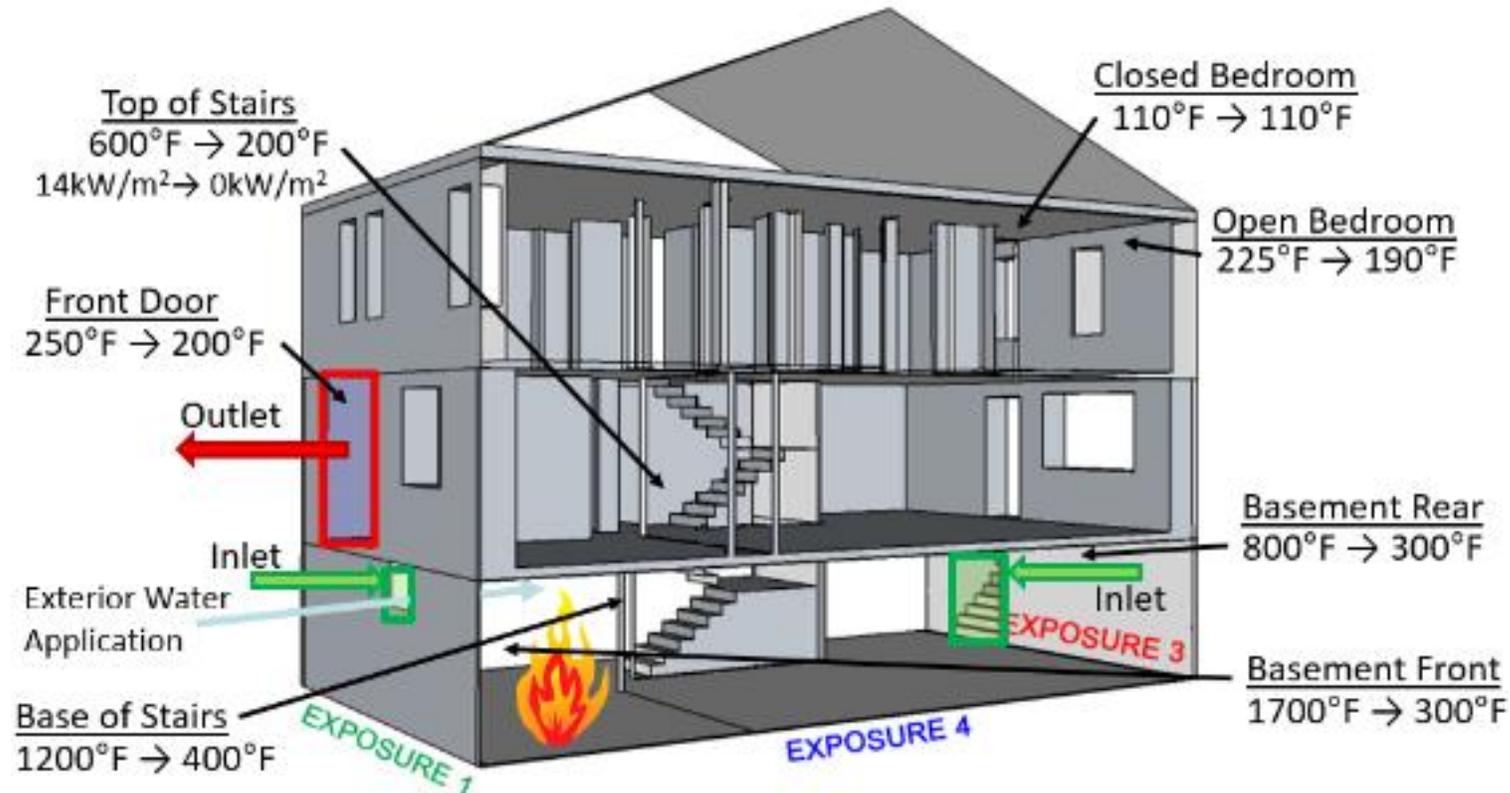
COLOR DEL HUMO Y DE LAS LLAMAS

5.3.7 El color del humo no es siempre un indicador de cual es el producto que está ardiendo. Aunque el humo producido por un incendio de madera bien ventilado y controlado es de color claro o gris, el mismo combustible, en condiciones de bajo contenido de oxígeno o en condiciones de ventilación controlada en un incendio producido tras una situación de “flashover”, puede ser obscuro e incluso negro. El humo de color negro también puede ser consecuencia de la combustión de otros materiales, incluyendo plásticos o líquidos.



5.4.2 Flujos de convección.

Los movimientos por convección se producen debido a que los gases calientes son menos densos que los fríos. Esta diferencia de densidad provoca su elevación de la misma forma que lo hace un globo de aire caliente.





5.9.2 Propagación del Incendio

La propagación del incendio, a diferencia de propagación de las llamas, implica la ignición de otros elementos combustibles alejados. Estos pueden encontrarse en el mismo recinto o en uno adyacente. El incendio puede propagarse por un impacto directo de las llamas o por ignición remota de los combustibles adyacentes.



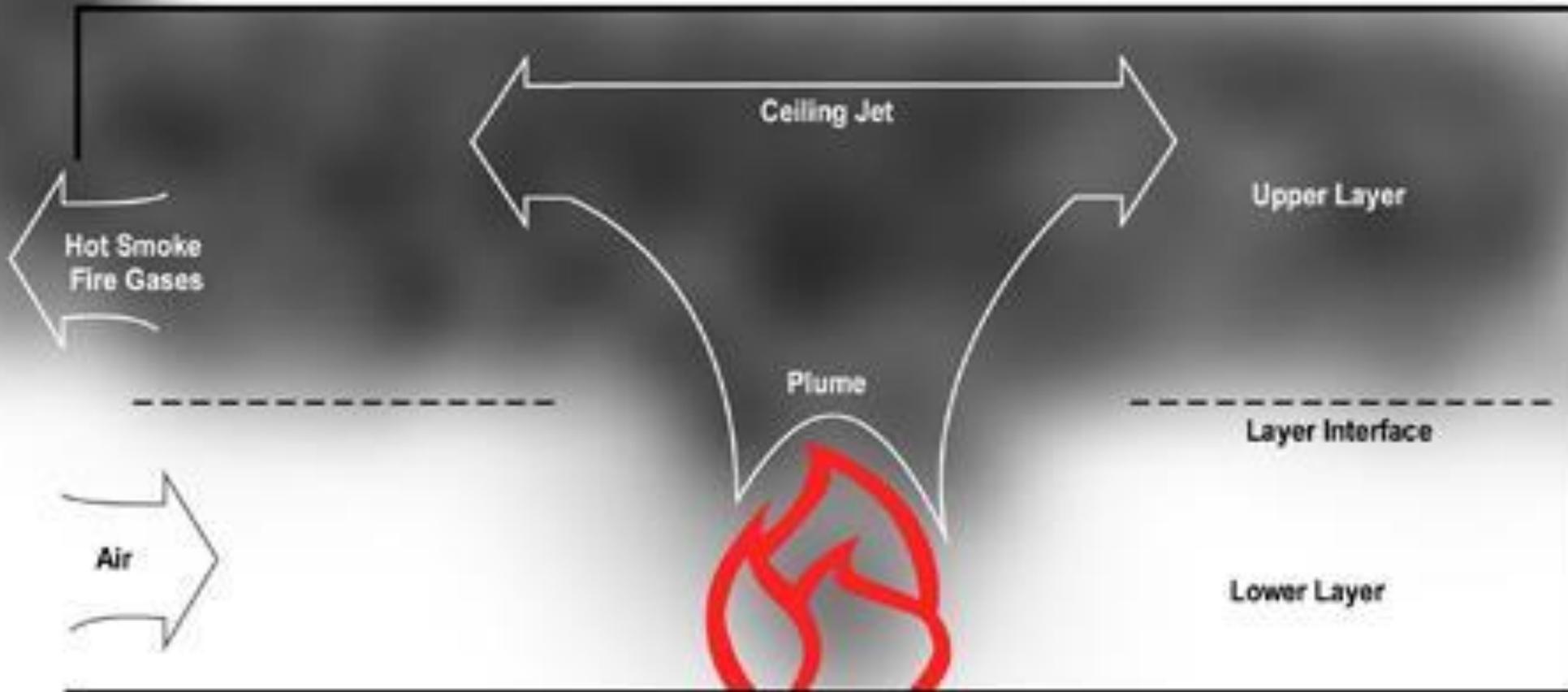


5.12 Trayectorias de Propagación del Humo en Edificios

El flujo de gases a través de una abertura es consecuencia de las diferencias de presión. De esta forma, los humos pueden desplazarse por puertas, ventanas y otras aberturas. Puesto que ningún recinto está sellado herméticamente, existen huecos por los que el humo puede fugar a otros recintos. Los espacios libres sobre los falsos techos, son también recorridos importantes en la propagación del humo. El calor del incendio puede ocasionar un movimiento de humos por diferencias de temperaturas. En los edificios de altura, el humo alejado del incendio puede estar a temperatura ambiente, pero puede desplazarse debido al “efecto chimenea” del edificio. Las presiones ejercidas por el efecto chimenea se deben a la diferencia de temperatura entre el interior y el exterior del edificio. Las presiones generadas por los sistemas de climatización pueden también transportar el humo de un recinto a otro.



- Penachos.
- Chorro fluido de techo (Ceiling Jet).
- Flujo de ventilación.



¿Cuál es la temperatura promedio en un incendio?



5.5.2.3 Inercia Térmica.

Durante el calentamiento pasajero, una condición más común, se produce un cambio en la velocidad de transferencia de calor y en la temperatura. Durante este período, las tres propiedades—conductividad térmica (k), densidad (ρ), y capacidad calorífica (c)—juegan una función. La multiplicación matemática de estas propiedades da lugar a lo que se denomina inercia térmica, $k\rho c$, de un material.





HIGH THERMAL INERTIA MATERIALS



TEMPERATURA v/s TERMOMETRÍA

3.3.191* Temperatura. Intensidad del calor sensible de un cuerpo, medida con un termómetro o aparato similar

A.3.3.191 Temperatura. La menor temperatura posible es el cero absoluto en la escala de temperaturas Kelvin (-273 grados en la escala Celsius). En el cero absoluto de temperatura, un cuerpo no puede liberar energía alguna.

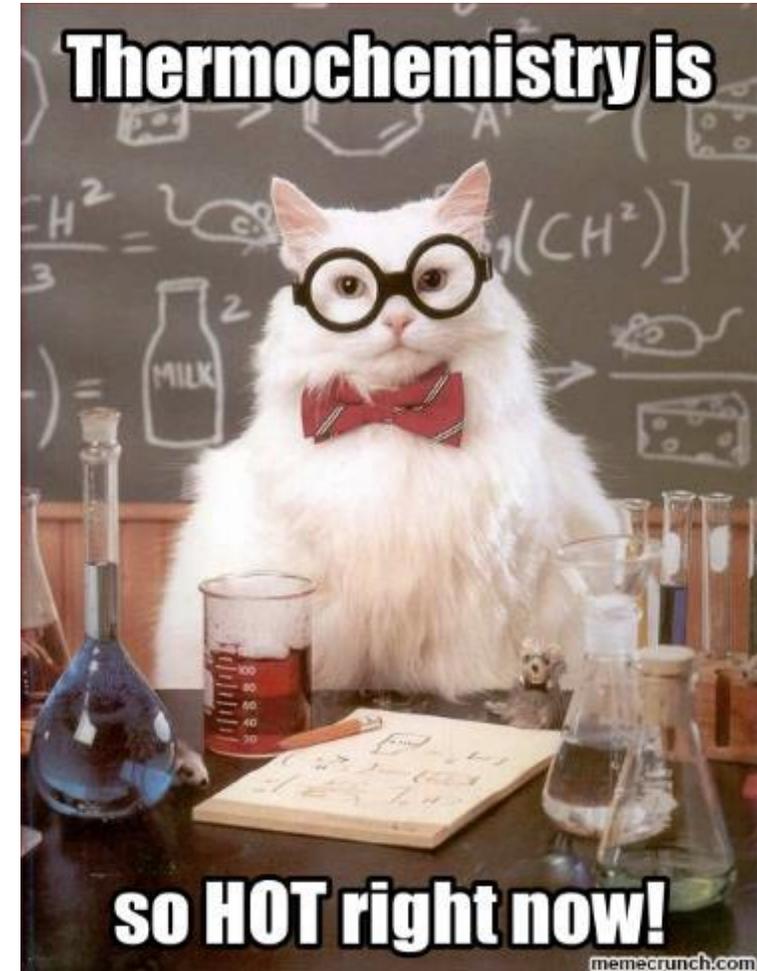
3.3.196 Termometría. El estudio de la ciencia, metodología y práctica de la medición de temperatura.



TERMOMETRÍA

5.5.5*

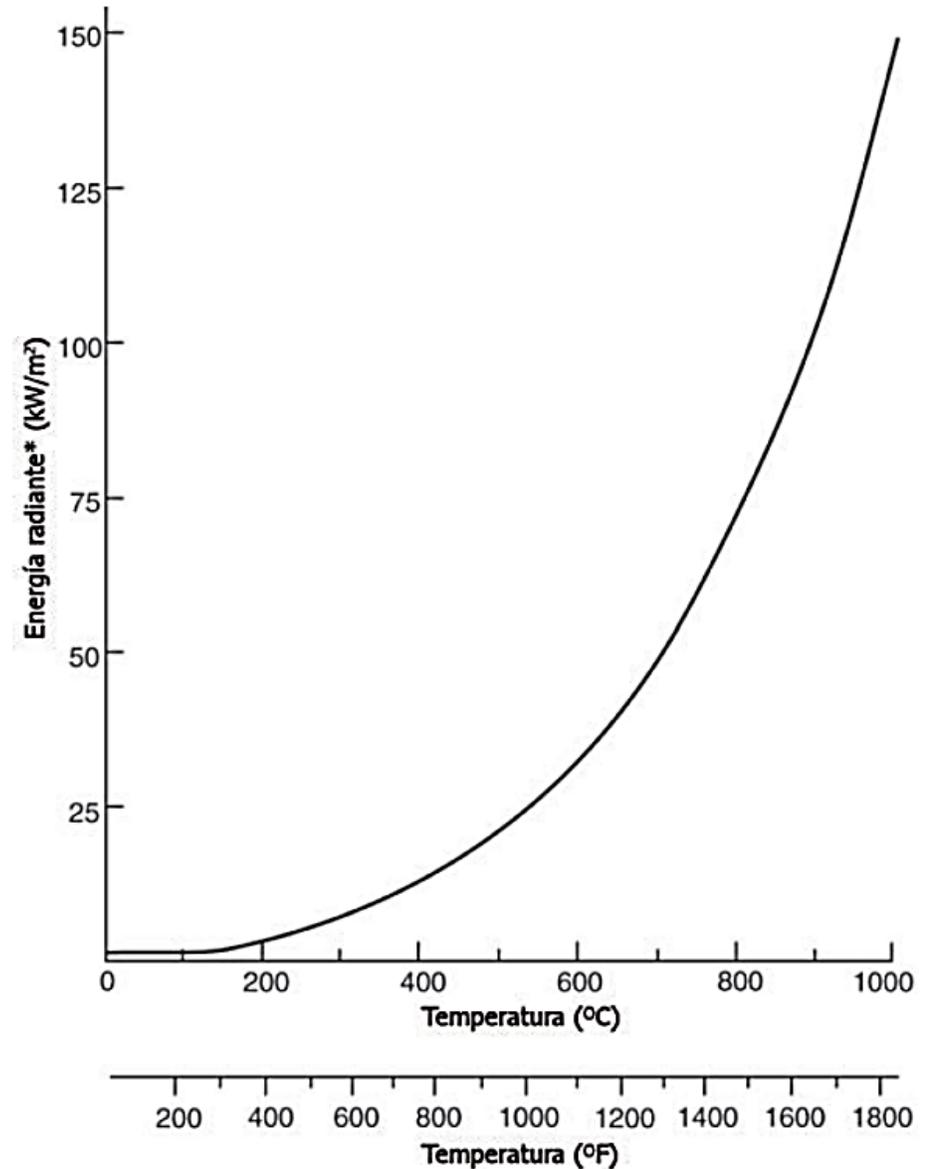
La Termometría es el estudio de la ciencia, metodología y práctica para la medición de temperaturas. Aunque la Termometría, salvo excepciones, no es normalmente necesaria en la escena de un fuego, si se utiliza frecuentemente durante los análisis, o en aquellos en que casos en que para el cumplimiento de los códigos o medidas de protección contra incendios se requiera usar las fórmulas físicas o termodinámicas.





TERMOMETRÍA

5.5.5.1 Existen multitud de sistemas para medir la temperatura y el calor o frío relativos de una sustancia. Estos sistemas pueden clasificarse en dos categorías: escalas empíricas de temperatura, y escalas de termodinámicas de temperatura.



*Asumiendo un cuerpo negro

FIGURA 5.5.4.1 Relación entre Radiación y Temperatura



Temperature Scales

Empirical

Fahrenheit

Celsius

Boiling Point **212°**

100°

Freezing Point **32°**

0°

Absolute Zero **-460°**

-273°

Thermodynamic

Kelvin

Rankine

317

672°

273

492°

0

0°



CALOR

3.3.106* Calor. Forma de energía que se caracteriza por la vibración de moléculas, capaz de iniciar y mantener cambios químicos y de estado.

A.3.3.106 Calor. El calor se mide en julios, calorías o unidades térmicas británicas (Btus). El calor no se mide en grados Centígrados o Fahrenheit, la unidad julio es la preferida. Un julio/segundo es un vatio (*ver 3.3.203.*)





FLUJO CALÓRICO Y TLC (HRR)

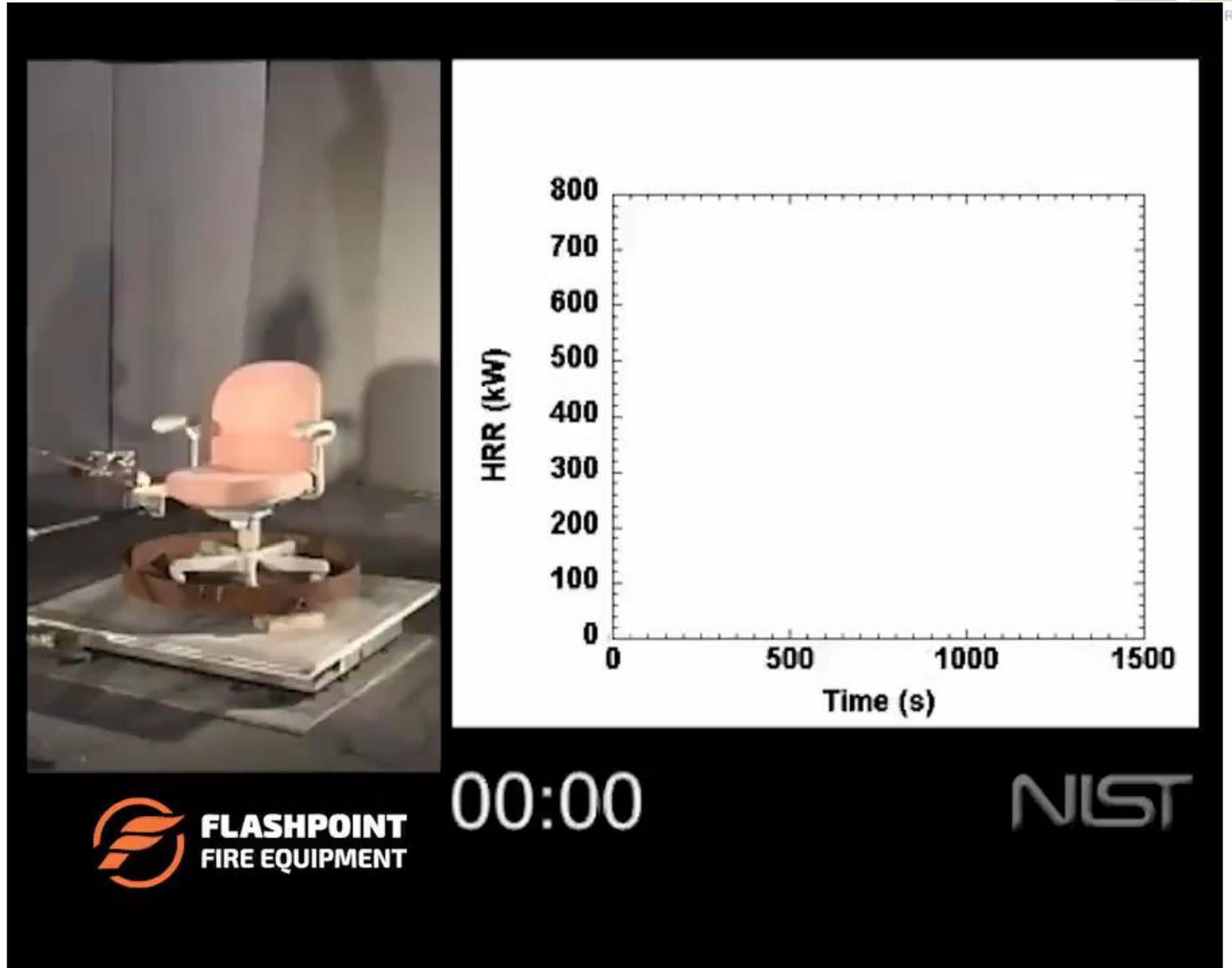
3.3.108 Flujo calorífico. Medida de la velocidad de transmisión de calor a una superficie o área, expresado en kW/m^2 o W/cm^2 .

3.3.110* Tasa de liberación de calor (HRR). Velocidad a la que se genera la energía calorífica por la combustión.

A.3.3.108 Velocidad de Liberación de Calor (HRR). La velocidad de liberación de calor de un combustible está relacionada con su química, forma física, y disponibilidad de oxidante, y suele expresarse como Btu/s o kilovatios (kW).



FLUJO CALÓRICO Y TLC (HRR)





REACCIÓN TERMITA (reacción aluminotérmica)

Termita es un tipo de composición pirotécnica de aluminio y un óxido metálico, el cual produce una reacción aluminotérmica conocida como reacción termita. fue descubierta en 1893 y patentada en 1895 por un químico alemán, el doctor Hans Goldschmidt.





¿Qué cosa rara había en el polvo?





Tasa de Emisión de Calor (TEC) Heat Release Rate (HRR)

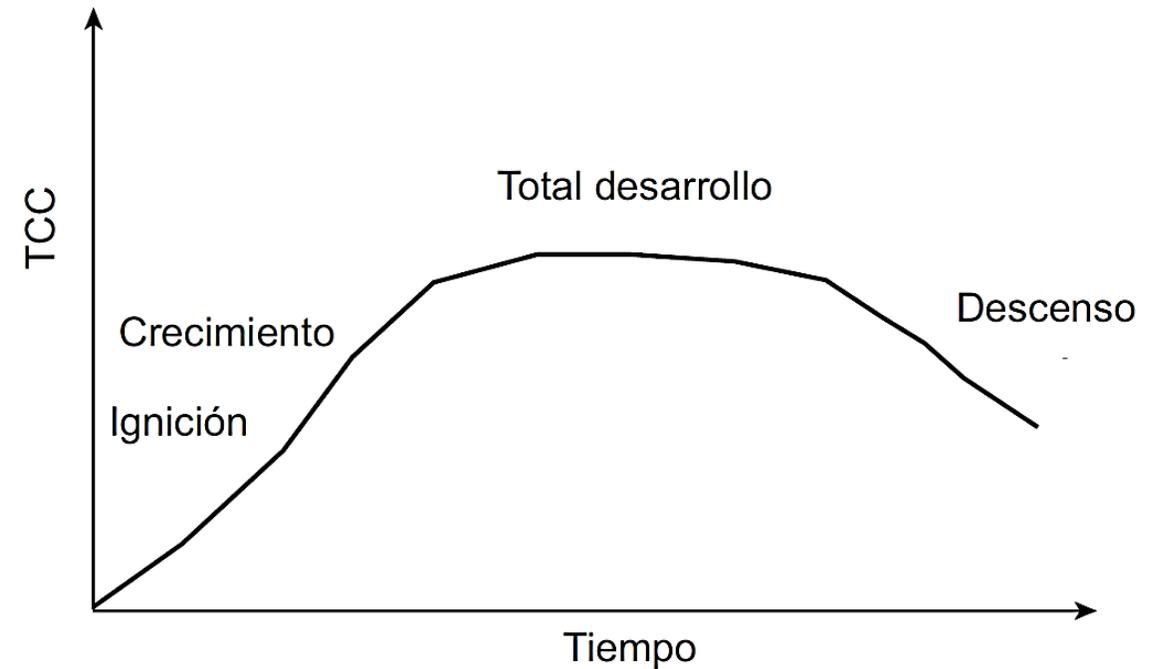


FIGURA 5.6.3.1(a) Curva TEC ideal de un fuego controlado.

5.6.3 Velocidad de Desprendimiento de Calor.

5.6.3.1 General. La carga total de material combustible de una habitación no tiene relación con la tasa de crecimiento de un incendio durante la fase “pre-flashover”. Durante este período de su desarrollo, la tasa de crecimiento del fuego está determinada por la Tasa de Emisión de Calor (TEC) de específica de cada combustible. La TEC describe como se libera la energía disponible en un material o grupo de materiales. (...)

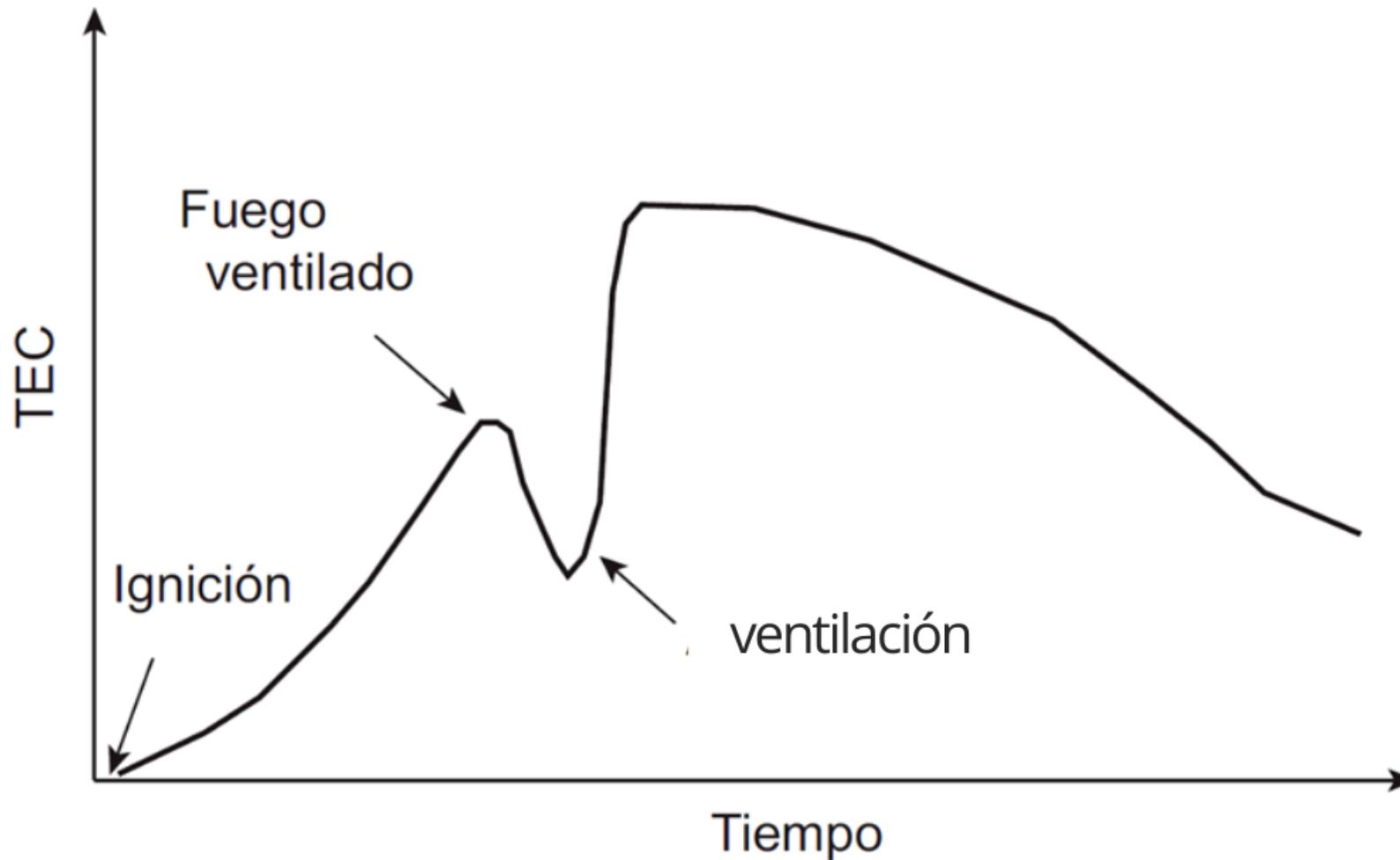
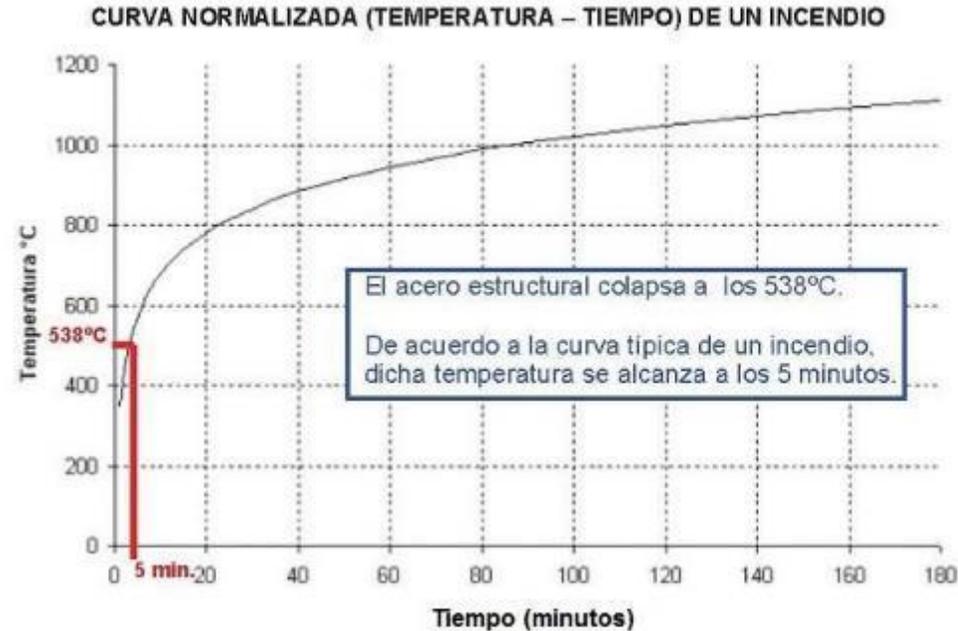


FIGURA 5.6.3.1(b) Curva TEC ideal de un fuego con ventilación controlada.



CURVA NORMALIZADA TEMPERATURA - TIEMPO DE UN INCENDIO



En efecto, las propiedades mecánicas del acero no son las mismas a 20°C (temperatura que se suele considerar de referencia para el diseño de estructuras de acero), que las que pueda tener a 200°C, 400°C ó a 1000°C. De hecho, y según ensayos realizados en base a la Norma NFPA 251 el acero estructural colapsa al alcanzar los 538°C. Así, y según la curva de la figura 1 siguiente, en un incendio tipo esta temperatura se alcanzaría aproximadamente a los 5 minutos de originarse.

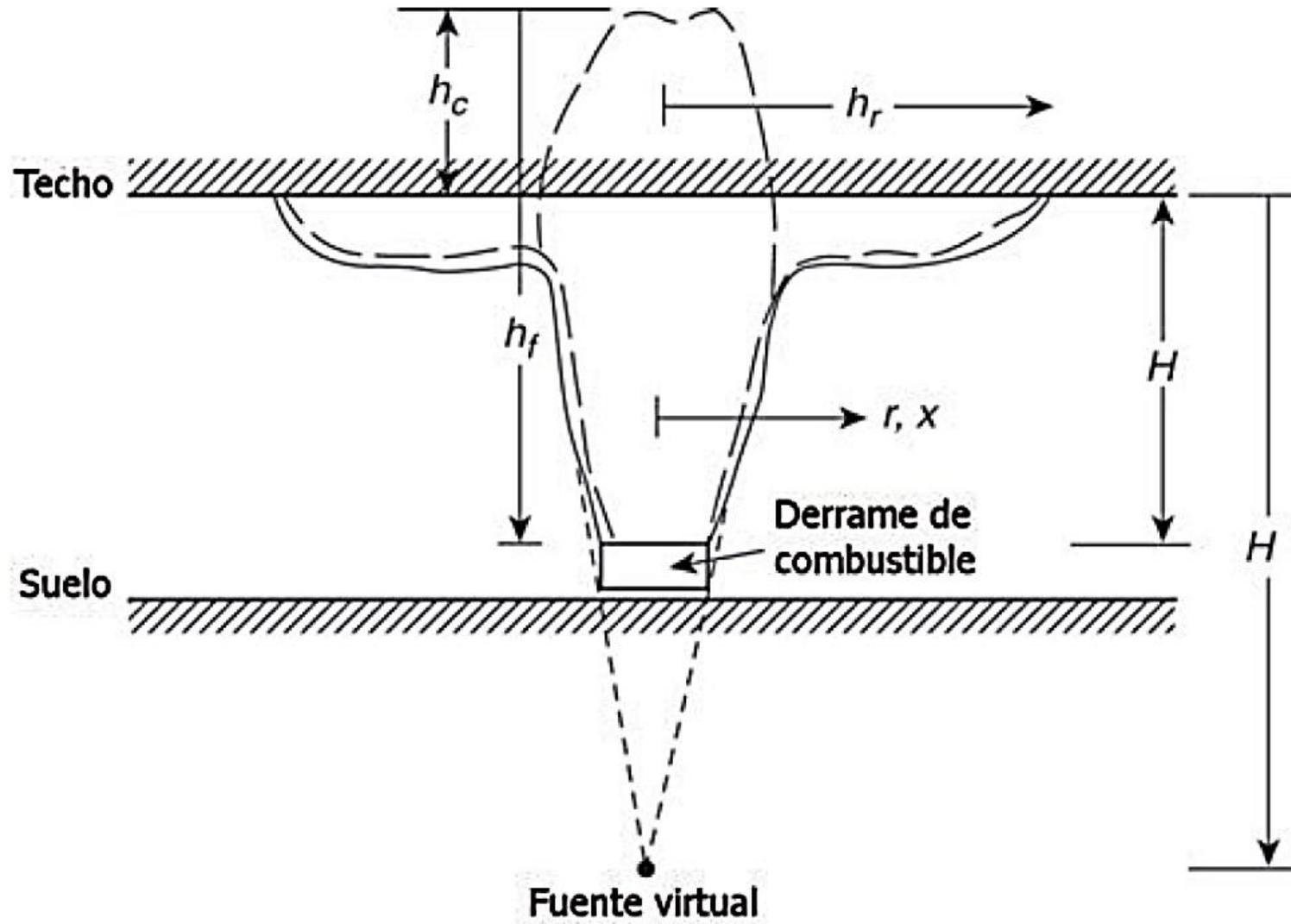


FIGURA 5.6.4.7 Representación de las Alturas Teóricas de Llama en un Recinto con Techo.



Geometría del Combustible





FLASHOVER

Definición NFPA 3.3.93 Combustión súbita generalizada (“flashover”).

Fase de transición en el desarrollo de un incendio en un recinto cerrado en la cual las superficies expuestas a la radiación térmica alcanzan su temperatura de ignición más o menos simultáneamente, lo que hace que el fuego se generalice rápidamente en todo el recinto.





COMBUSTIÓN SÚBITA GENERALIZADA

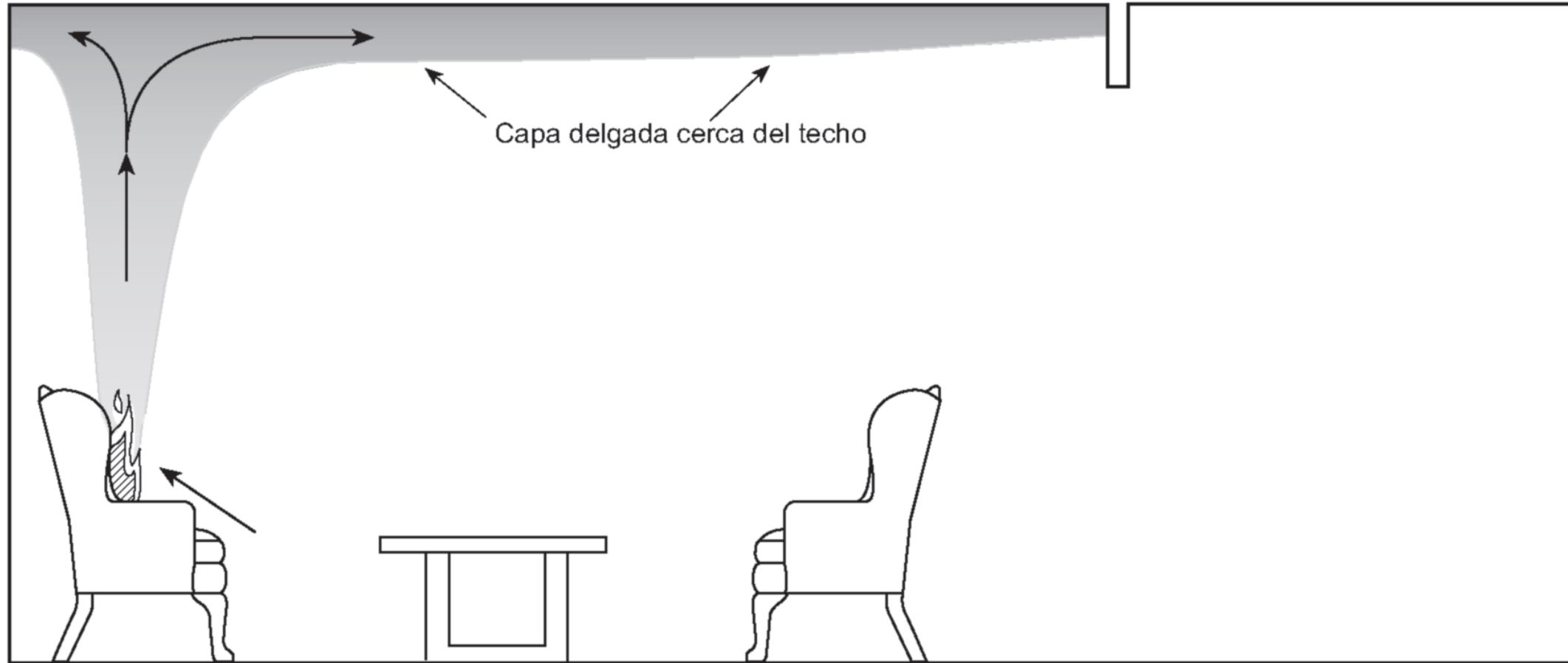


FIGURA 5.10.2.1 Desarrollo Inicial del Incendio en un Recinto.



COMBUSTIÓN SÚBITA GENERALIZADA

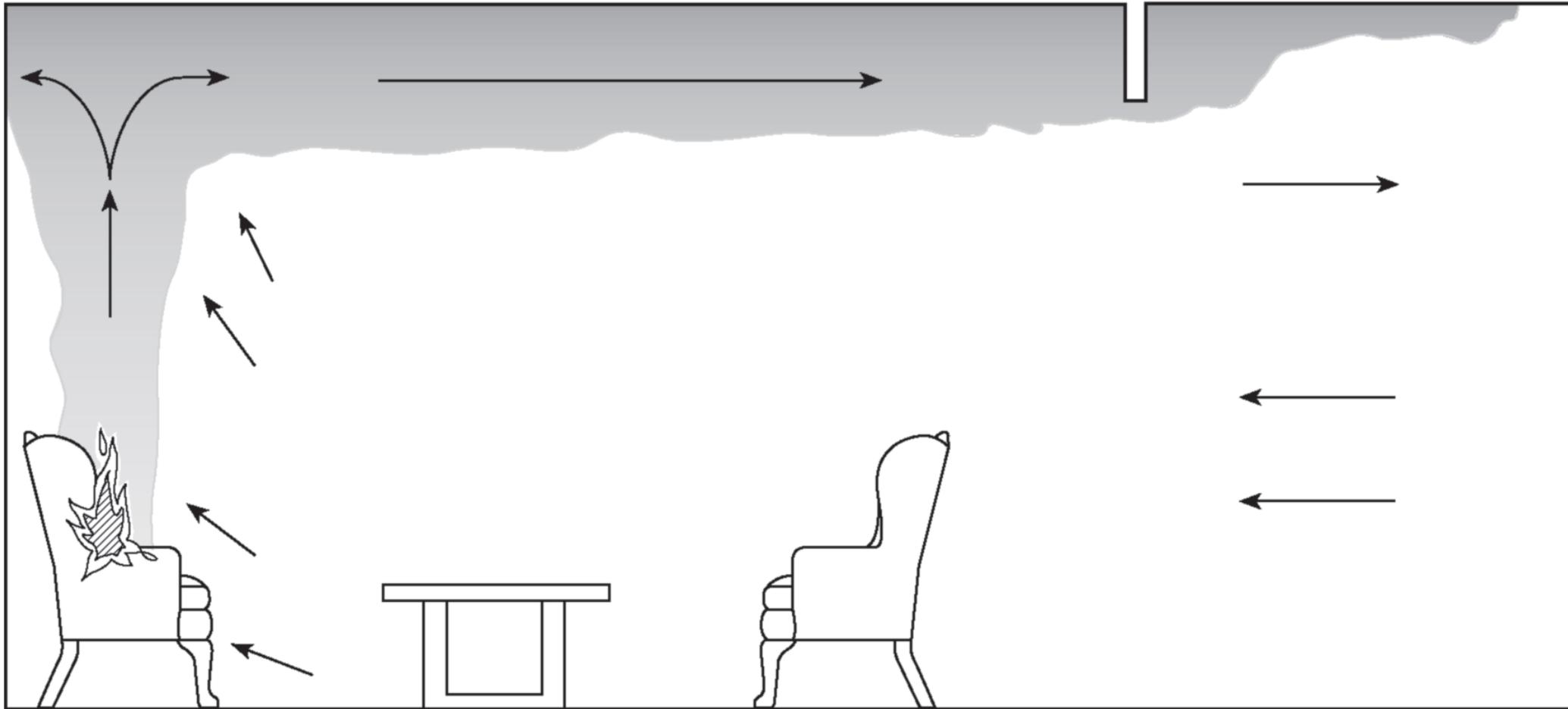


FIGURA 5.10.2.3 Desarrollo de la Capa Superior en el Incendio en un Recinto.



COMBUSTIÓN SÚBITA GENERALIZADA

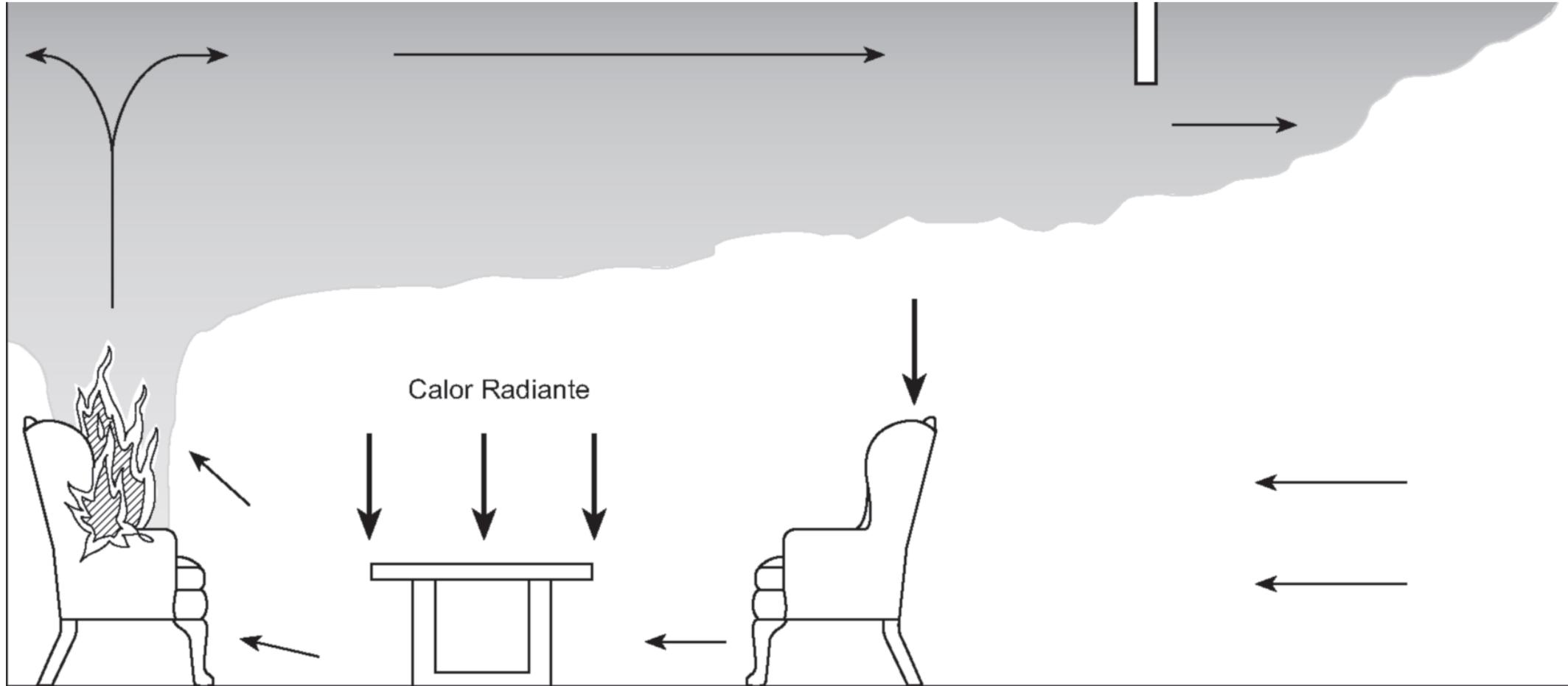


FIGURE 5.10.2.4 Condiciones Previas a la Combustión Súbita Generalizada en un Recinto (Flashover).



COMBUSTIÓN SÚBITA GENERALIZADA

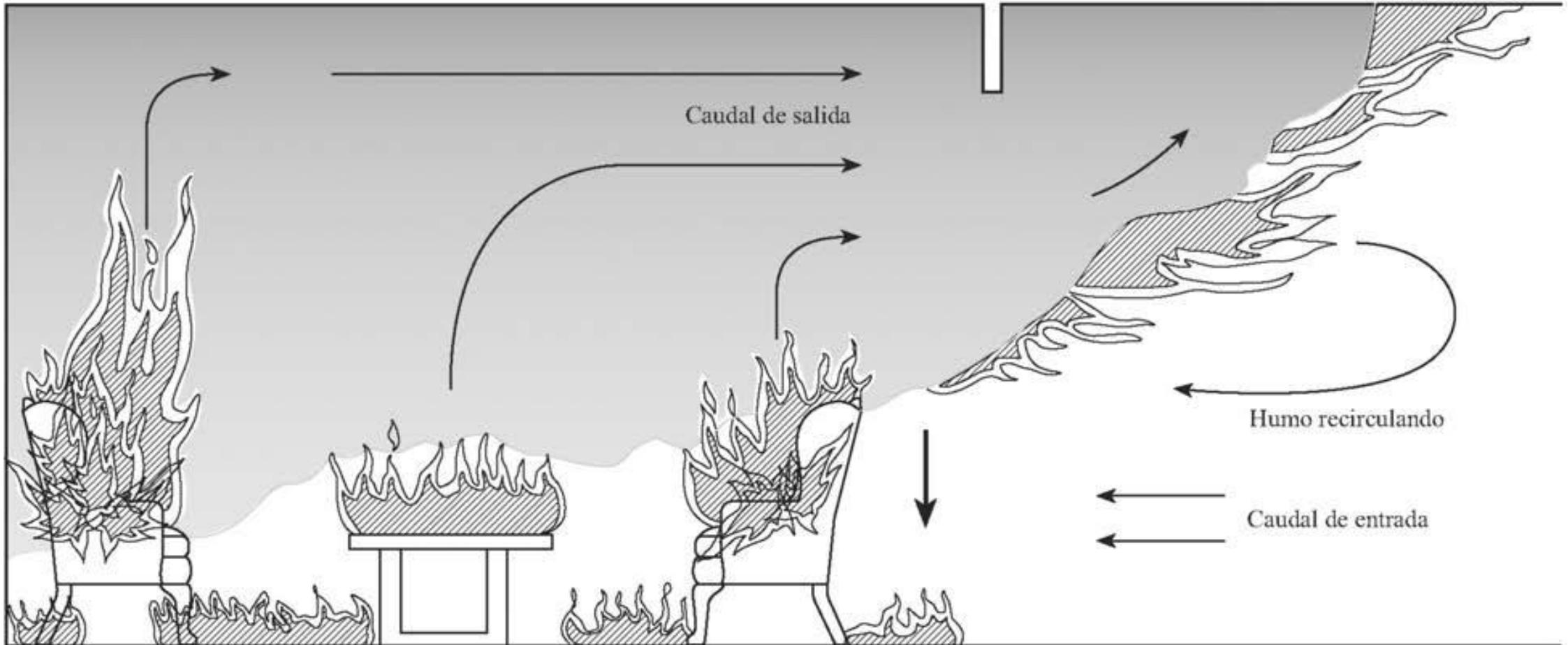


FIGURA 5.10.2.6 Condiciones de Combustión Súbita Generalizada en un Recinto (Flashover).



COMBUSTIÓN SÚBITA GENERALIZADA

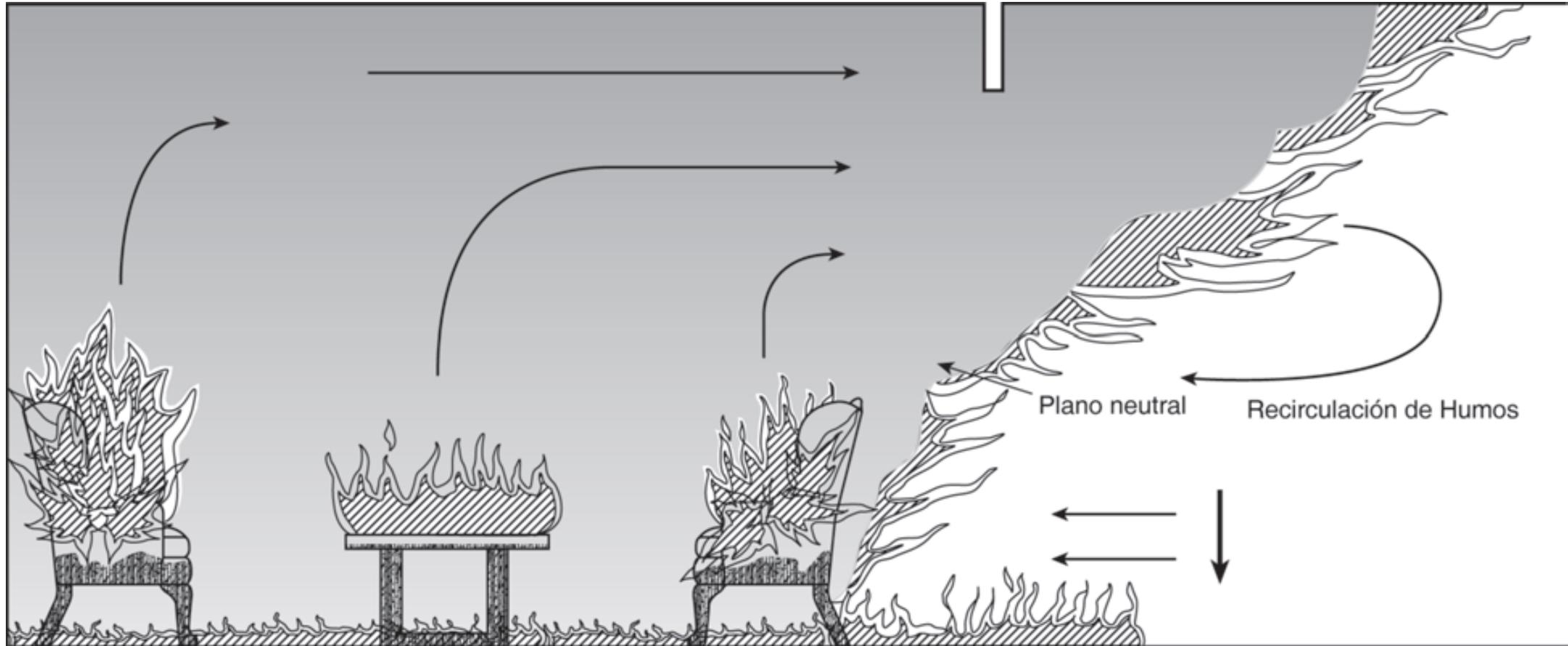


FIGURA 5.10.2.7 Post-Flashover o Extensión del Fuego a toda la Habitación en un Recinto Cerrado



PRÁCTICA DE COMBUSTIÓN SÚBITA GENERALIZADA O FLASHOVER PARA FISCALÍA DE DURANGO





Video Flashover





BACKDRAFT



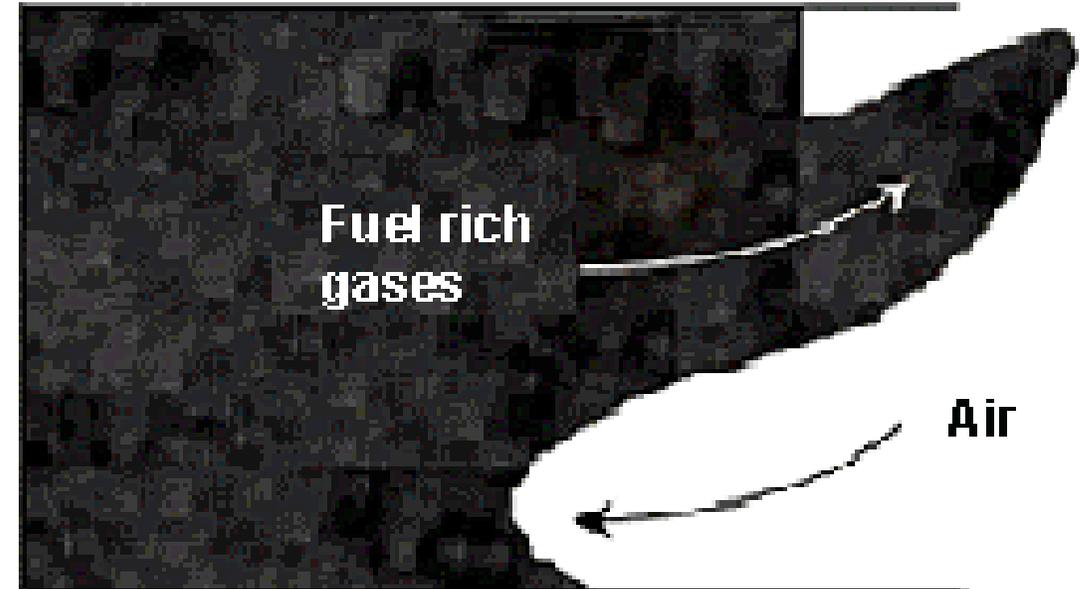
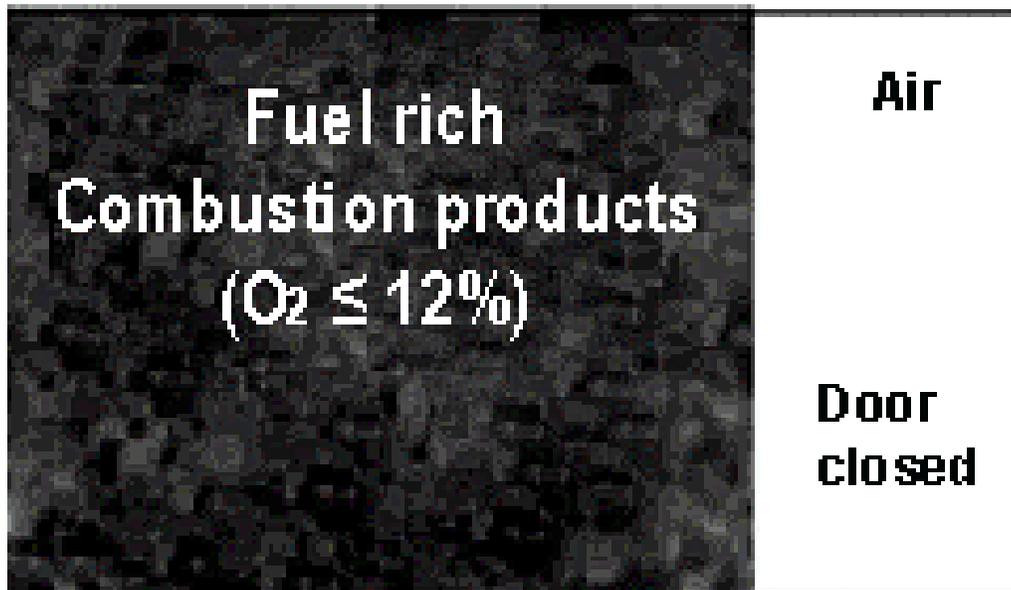
BACKDRAFT

“Es la explosión o combustión rápida de gases calientes que ocurre cuando el oxígeno se introduce en un recinto que no ha sido ventilado apropiadamente y tiene un agotado suministro de oxígeno debido a un fuego”.



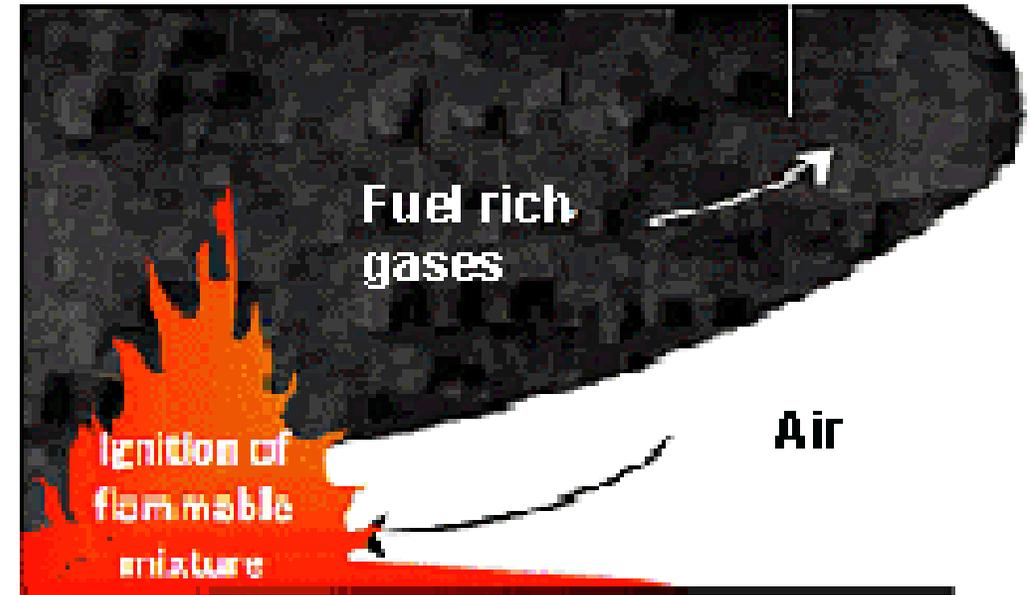
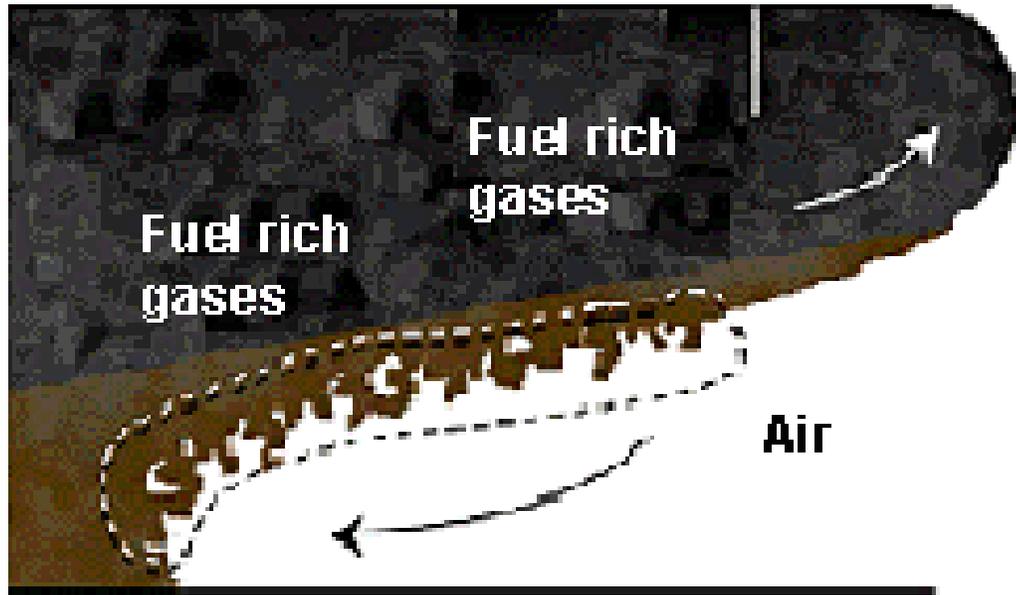


Evolución del BACKDRAFT



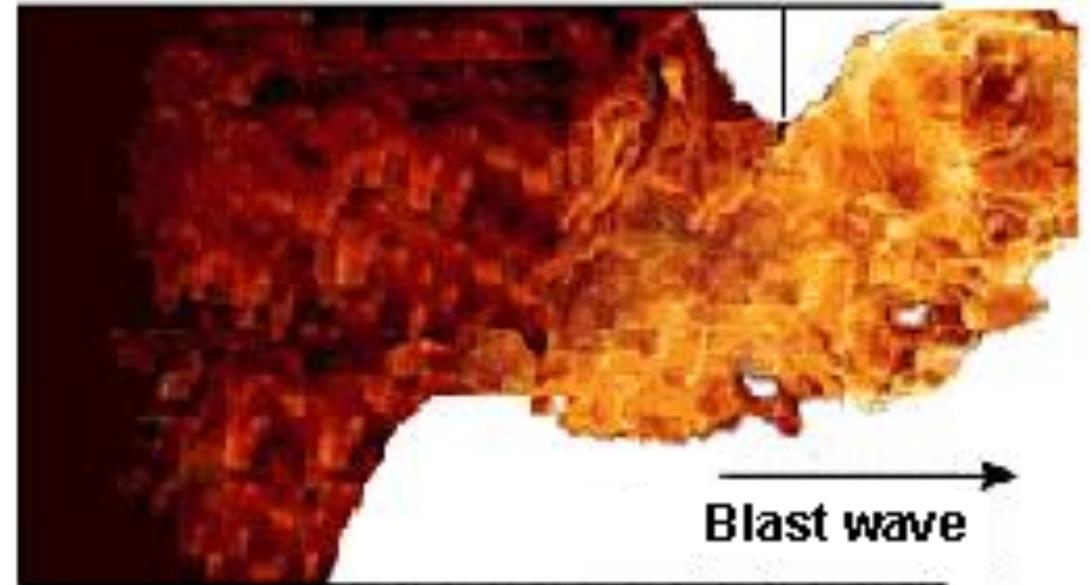
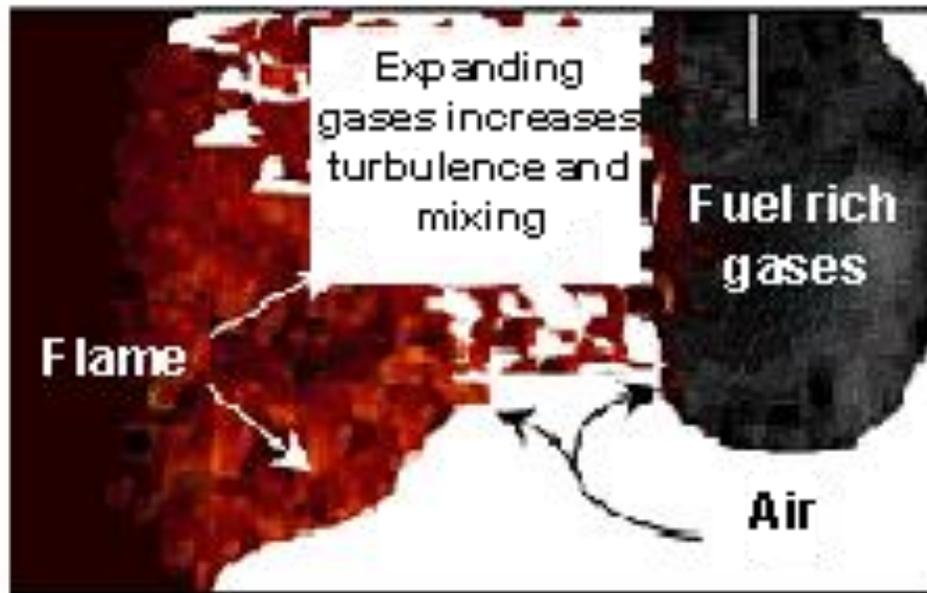


Evolución del BACKDRAFT





Evolución del BACKDRAFT





Evolución del BACKDRAFT





BACKDRAFT

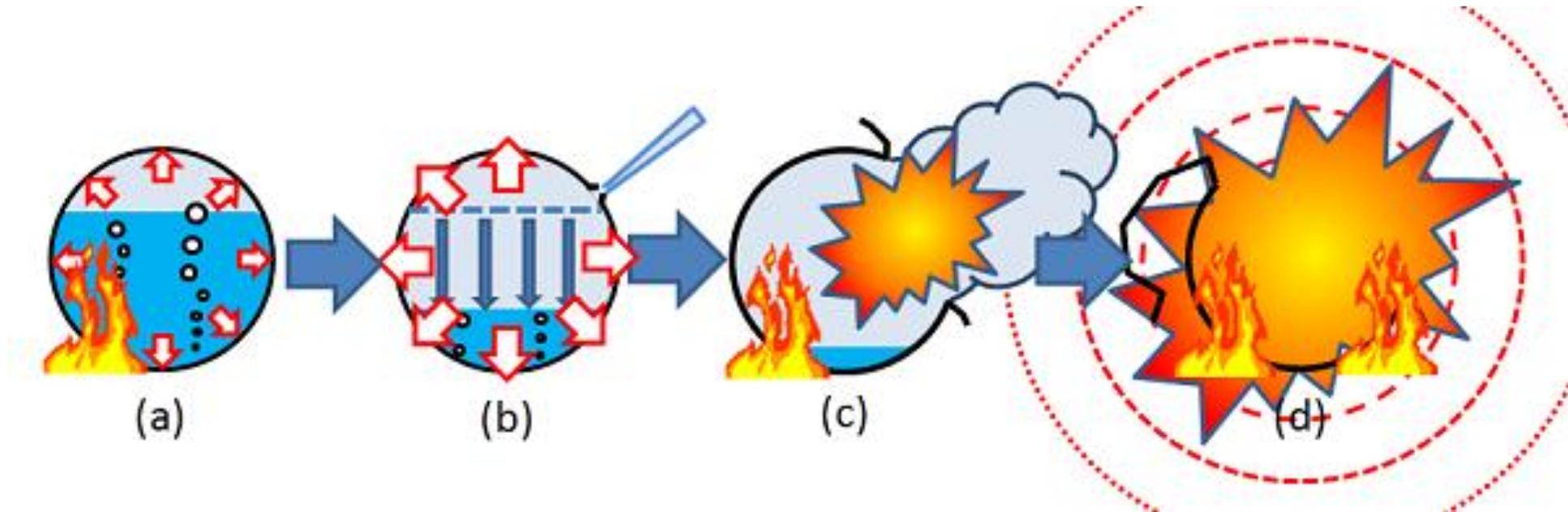




BLEVE

3.3.21 BLEVE.

Explosión de los vapores en expansión de un líquido en ebullición.





BLEVE





IMPLOSIÓN





IMPLOSIÓN



FIN

