



Academia del Cuerpo de Bomberos del Distrito Nacional



Comportamiento del Fuego

Instructor:

Tte. Cnel. C. B. José Aira Geraldino

Noviembre, 2009
Santo Domingo, D.N.



TEXAS FIRE TRAINING SCHOOL
TEXAS A&M UNIVERSITY SYSTEM

2005



© 2005





Objetivos

AL FINALIZAR ESTE CURSO ESTAREMOS EN CAPACIDAD DE:

1. Definir Fuego.
2. Entender el tetraedro del Fuego e Identificar las fuentes de Calor.
3. Identificar las Clases de Fuego.
4. Comprender la teoría de Extinción de Incendios.



Qué es el Fuego?

- Es una reacción química con desprendimiento de luz, llama y calor.
- Es el proceso de combustión caracterizado por la emisión del calor acompañado de humo y/o llamas.



TEXAS FIRE TRAINING SCHOOL
TEXAS A&M UNIVERSITY SYSTEM

2005





Conocimientos para control y extinción de Incendios

- Fuentes de Energía Calórica.
- Composición de la Fuente de Energía.
- Características de los Combustibles.
- Condiciones Ambientales.



DEFINICIONES GENERALES

- **CENTÍGRADO (celsio)** – En la escala centígrado, cero es el punto de fusión del hielo; 100 grados es el punto de ebullición del agua.
- **PUNTO DE EBULLICIÓN-** La temperatura alcanzada por una sustancia donde la tasa de evaporación es igual a la tasa de condensación.
- **PUNTO DE INFLAMACIÓN-** La mínima temperatura a la cual un combustible líquido emana vapores suficientes como para formar una mezcla inflamable con el aire alrededor de la superficie.



- **PUNTO DE IGNICIÓN-** La temperatura a la cual un combustible líquido produce vapores suficientes como para mantener la combustión una vez iniciada. El punto es por lo general unos pocos grados por encima del punto de inflamación.
- **TEMPERATURA DE IGNICIÓN-** La mínima temperatura a la cual un combustible en aire debe ser calentado a fin de iniciar una combustión autosostenida independiente de la fuente de calentamiento.
- **REACCIÓN DE CALOR ENDOTÉRMICA-** Una reacción química donde la sustancia absorbe la energía calórica.
- **REACCION DE CALOR EXOTÉRMICA-** Una reacción química donde la sustancia libera energía calórica.



- **LIMITE DE INFLAMABILIDAD O EXPLOSIVO-** El porcentaje de una sustancia en el aire que se quemará una vez que es encendido. La mayoría de las sustancias tienen un máximo (muy rico) y muy mínimo (muy pobre) límite de inflamabilidad.
- **OXIDACIÓN-** Una compleja reacción química de un material orgánico con oxígeno u otro agente oxidante en la formación de un compuesto más estable.



Componentes del Fuego

Combustible: Es el materia Inflamable/Combustible.

Calor: Fuente de energía que enciende o mantiene la combustión.

Oxígeno: Elemento natural en la atmósfera (aprox. 21%), que sostiene la combustión.



**TEXAS FIRE TRAINING SCHOOL
TEXAS A&M UNIVERSITY SYSTEM**

2005



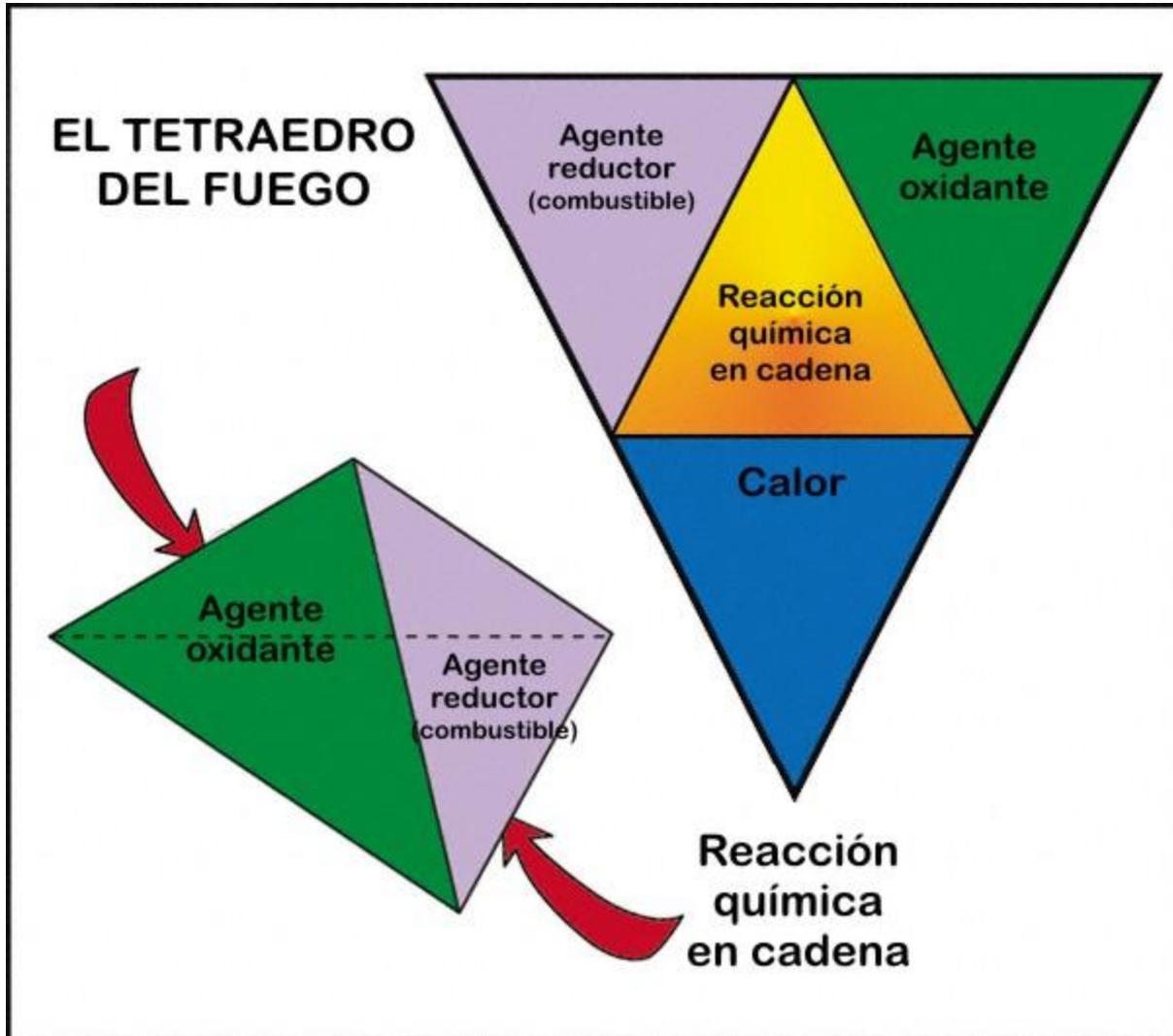


Reacción Química en Cadena

Es un proceso que se inicia cuando los componentes del fuego se combinan en la proporción apropiada bajo condiciones adecuadas y que se produce en la ignición y el fuego.



Componentes del Fuego





Fuentes de Energía Calórica

- Energía calórica química.
- Energía calórica eléctrica.
- Energía calórica mecánica
- Energía calórica nuclear.



Energía calórica Química

- *Calor de Combustión* – Es la cantidad de calor generado en el proceso de combustión (oxidación).
- *Calentamiento Espontáneo* – El calentamiento de una sustancia orgánica sin la adición de calor exterior. El calentamiento espontáneo ocurre más frecuentemente donde no existe aire suficiente para disipar el calor producido. La velocidad de la reacción calórica se duplica por cada 8 grados C (18 grados F) de incremento de temperatura.



- *Calor de Descomposición* – Es el calor generado por la descomposición de un compuesto. Estos compuestos pueden ser inestables y generan su calor rápidamente o pueden detonar.
- *Calor de Solución* – El calor generado por la mezcla de materia en un líquido. Algunos ácidos, cuando se disuelven, generan suficiente calor como para crear problemas a los combustibles cercanos.



Energía calórica Eléctrica

- *Calentamiento por Resistencia* – Es la energía generada al pasar una fuerza eléctrica a través de un conductor tales como un cable o un equipo.
- *Calentamiento Dieléctrico* – El calor que resulta de la acción de pasar bien sea corriente continua o corriente alterna, de alta frecuencia, a través de un material no conductor.
- *El Calentamiento Inducido* – El calentamiento que resulta en un material al ser expuesto a un flujo de corriente alterna creando un campo magnético de influencia.



- *Calentamiento por Corriente de Fuga* – El calor resultante de una indebida o inapropiada protección de los materiales eléctricos. Esto se hace particularmente evidente cuando la protección es requerida para manipular alto voltaje o cargas cerca de una capacidad máxima.
- *El Calor Debido al Arco Eléctrico* – El calor generado bien sea como arco de alta temperatura o como material fundido del conductor.

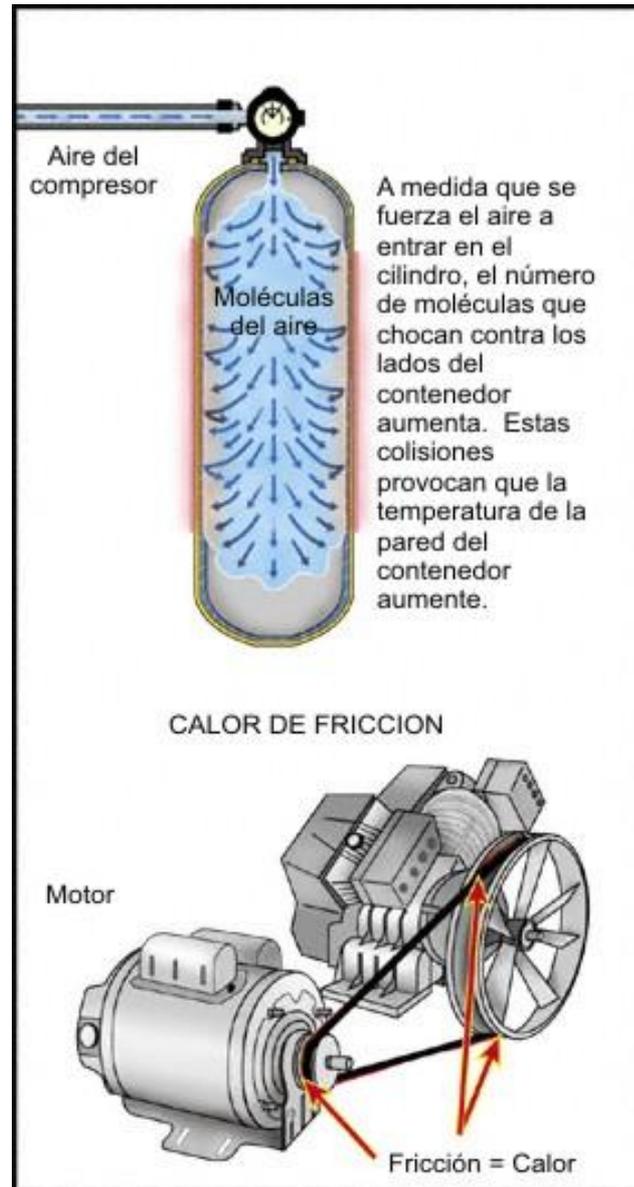


- **Calentamiento por Electricidad Estática** – El calor generado como un arco entre superficies, con diferentes cargas. La electricidad estática puede ser generada por el contacto y separación de superficies cargadas o por fluidos que circulen a través de tuberías.
- **Calor Generado por Descargas Eléctricas** – El calor generado por la descarga de miles de voltios bien sea de nube a nube o de nube a suelo.



Energía calórica Mecánica

- *Calor por Fricción* – El calor generado por el movimiento entre dos objetos que estén en contacto uno con el otro.
- *Chispas por Fricción* – El calor generado en la forma de chispas desde objetos sólidos golpeados uno con el otro. Frecuentemente al menos uno de los objetos es de metal.
- *Calor de Compresión* – El calor generado por la fuerza de reducción de un volumen de gas. Los motores diesel encienden los vapores del combustible sin una bujía, haciendo uso de este principio.





Energía Calórica Nuclear

- *Fisión y Fusión Nuclear* – El calor generado bien sea por la separación o combinación de átomos.



Combustión

- La combustión es un proceso autosostenido de oxidación rápida de un combustible que es reducido por un agente oxidante conjuntamente con el desarrollo de luz y calor.



Proceso de Combustión

- El inicio de una combustión requiere la conversión del combustible a su estado gaseoso por calentamiento. El combustible puede encontrarse en cualquiera de los tres estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Los gases combustibles son producidos de los combustibles sólidos por **pirólisis**. Esta es definida como la descomposición química de una sustancia por intermedio de la acción del calor.

Pirólisis

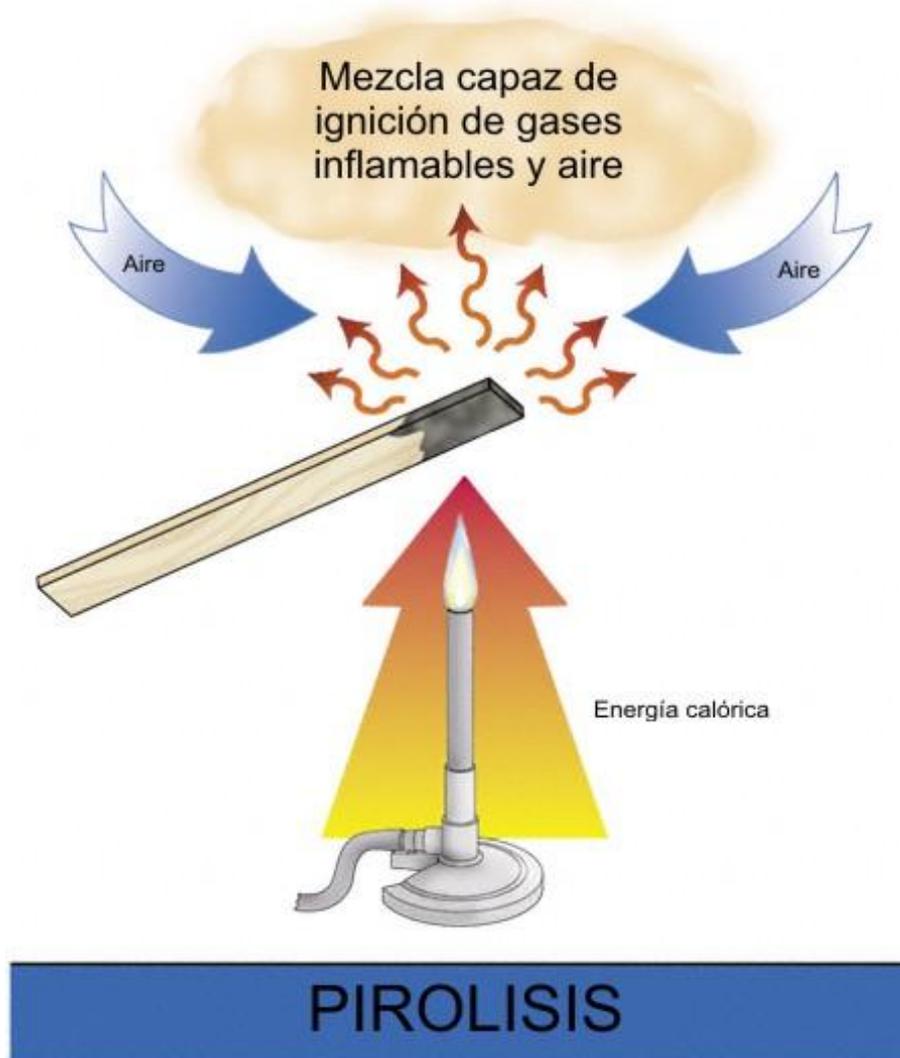




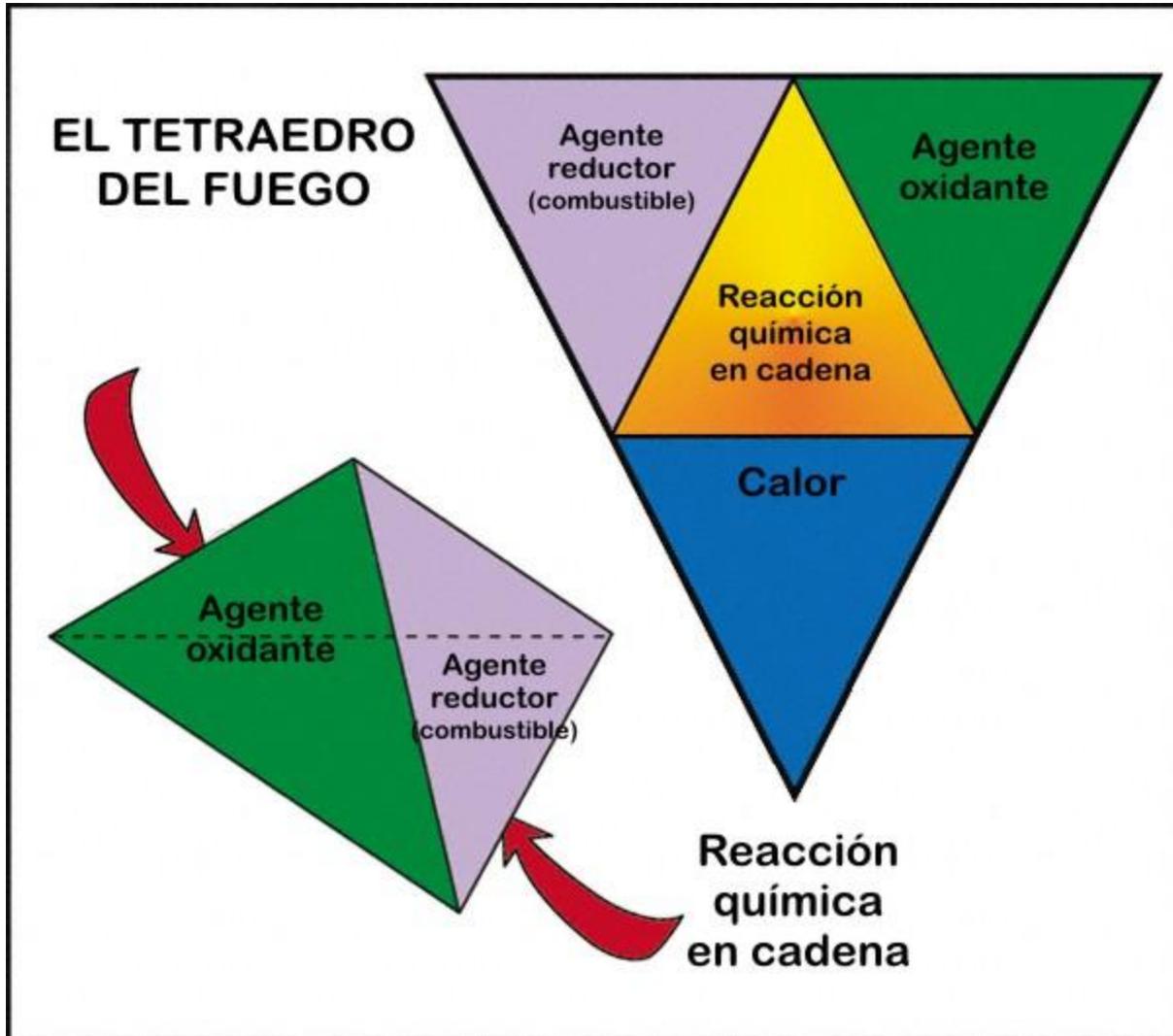
TABLA 1.1

PIROLISIS

Temperatura	Reacción
200 C (329 F)	Producción de vapor de agua, bióxido de carbono, ácido acético y formica.
200 - 280 C (392 -536)	Menos vapor de agua, algo de monóxido de carbono, todavía una reacción endotérmica primaria (absorción de calor).
280 -500 C (536 -932 F)	Reacción exotérmica (genera calor) con vapores combustibles y partículas. Algunas reacciones secundarias de las cenizas formadas.
Sobre 500 C (932 F)	Residuos primarios de cenizas con una notable acción catalítica.



Tetraedro del Fuego





FUENTE DE OXIGENO

Se requiere aproximadamente 16%.

Normalmente el aire contiene 24% de O_2 . Algunos materiales combustibles contienen suficiente oxígeno en sí mismos como para apoyar la combustión.

FUENTE DE CALOR

Temperatura para empezar la reacción.

Llama abierta - El sol
Superficie caliente
Chispas y arcos
Fricción - acción química
Energía eléctrica
comprensión de agua.



ESTADO FISICO

GASES

Gas Natural
Propano
Butano
Hidrógeno
Acetileno
Monóxido de carbono
Otros

LIQUIDOS

Gasolina
Kerosene
Alcohol
Pintura
Barniz
Aceite
Laca
Otros

SOLIDOS

Carbón
Madera
Papel
Tela
Cuero
Plástico
Azúcar
Granos
Otros

COMPOSICIÓN DEL AIRE



**78% de Nitrógeno, 21% de Oxígeno,
1% de Gases Nobles**

PORCENTAJES MÁS SIGNIFICATIVOS

16% Mínimo para mantener flama

4% Mínimo para mantener braza

12% Afecta al ser humano

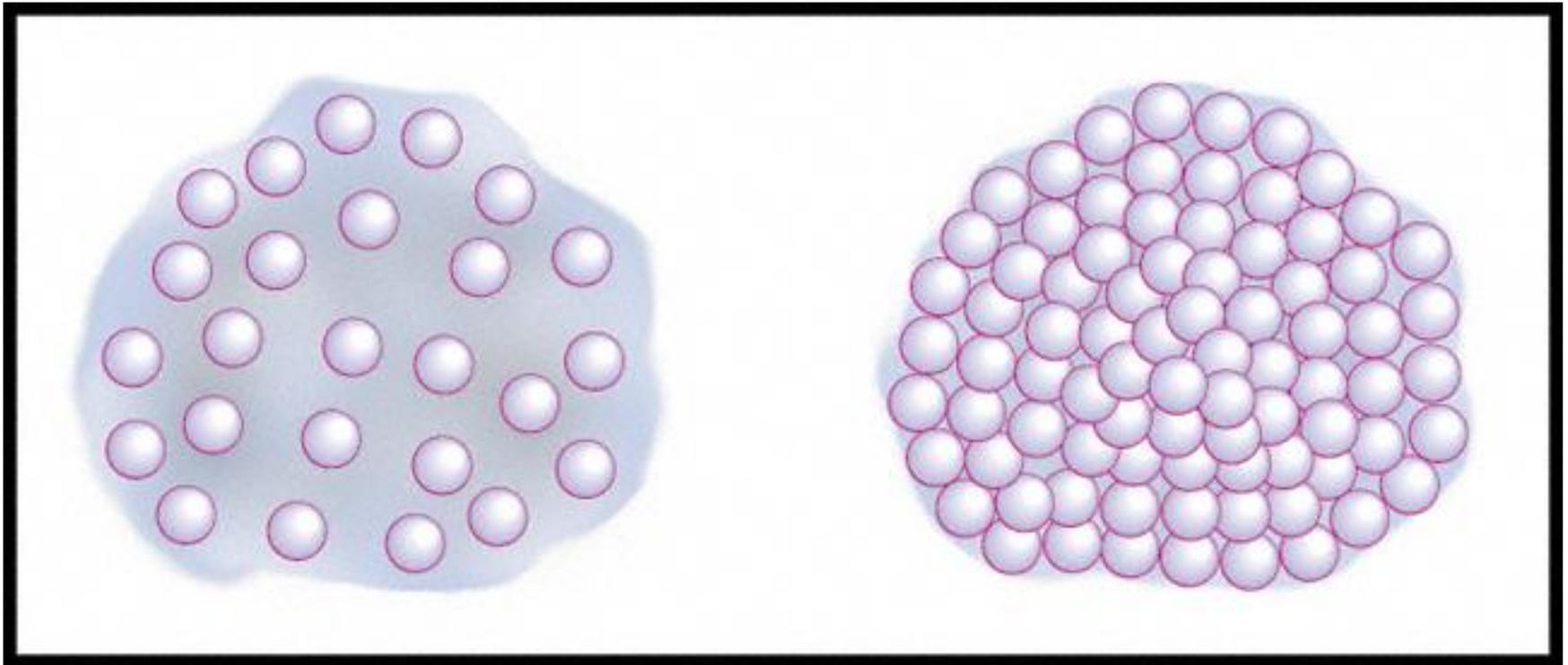
23% Atmósfera rica en oxígeno



Oxígeno



Moléculas



COMBUSTIBLE



COMBUSTIBLES

SE PRESENTAN
EN TRES
ESTADOS
FÍSICOS

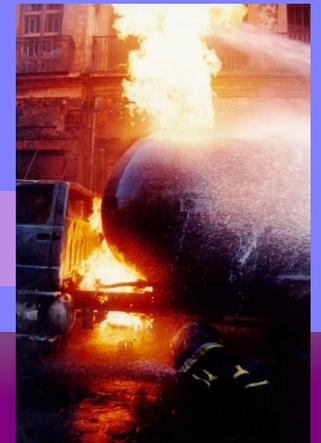
SÓLIDOS



LÍQUIDOS



GASES



Combustible





TEXAS FIRE TRAINING SCHOOL
TEXAS A&M UNIVERSITY SYSTEM

2005



TRAIN • SERVE • RESPOND

BARBER



Fases del Fuego

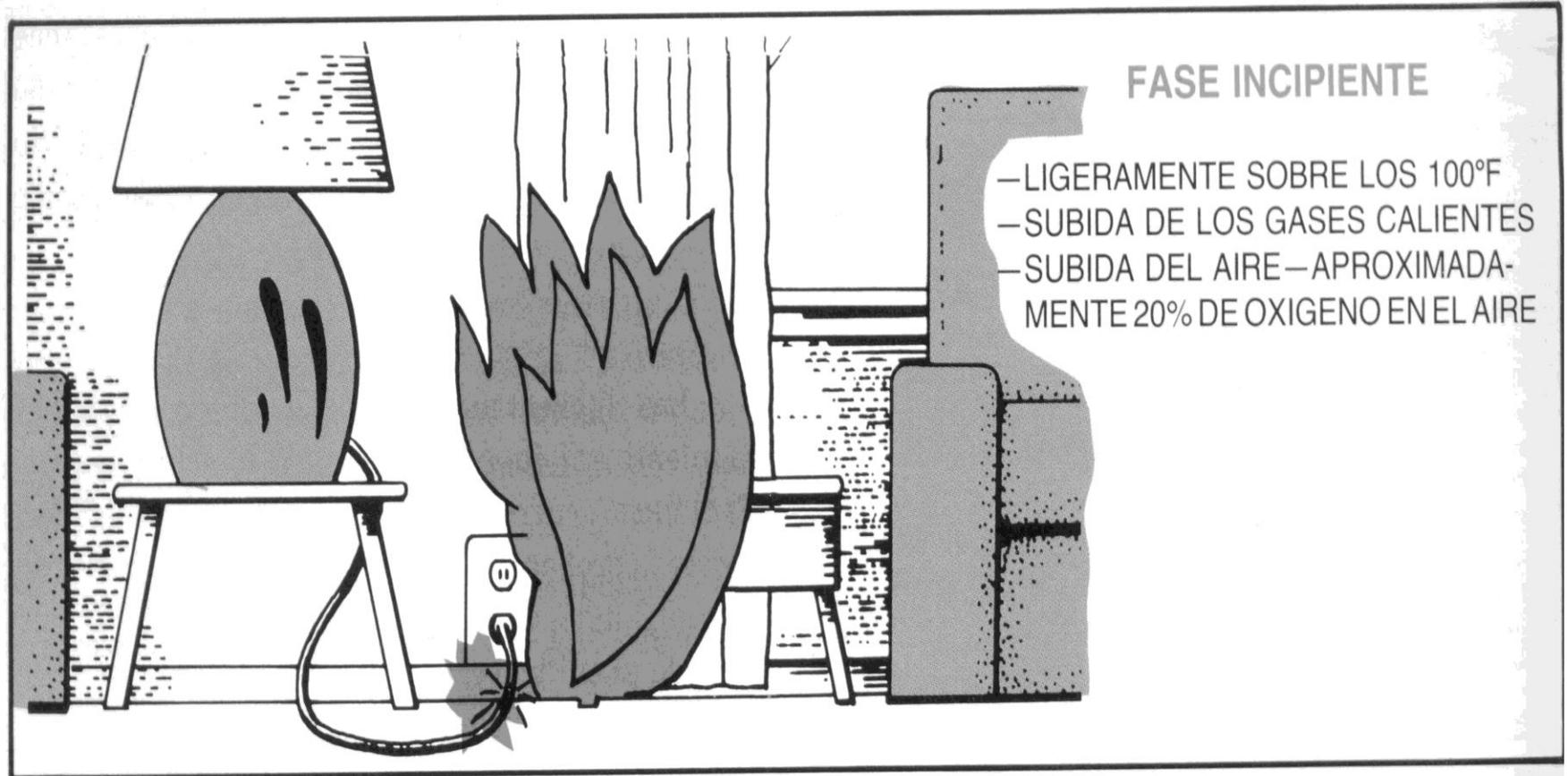


Figura 1.4 Los fuegos incipientes son el inicio de los daños por calor, humo y llama.

COMBUSTION LIBRE

- APPROXIMADAMENTE 1300°F
- EL CALOR SE ACUMULA EN LAS AREAS SUPERIORES
- REDUCCION DE LA FUENTE DE OXIGENO

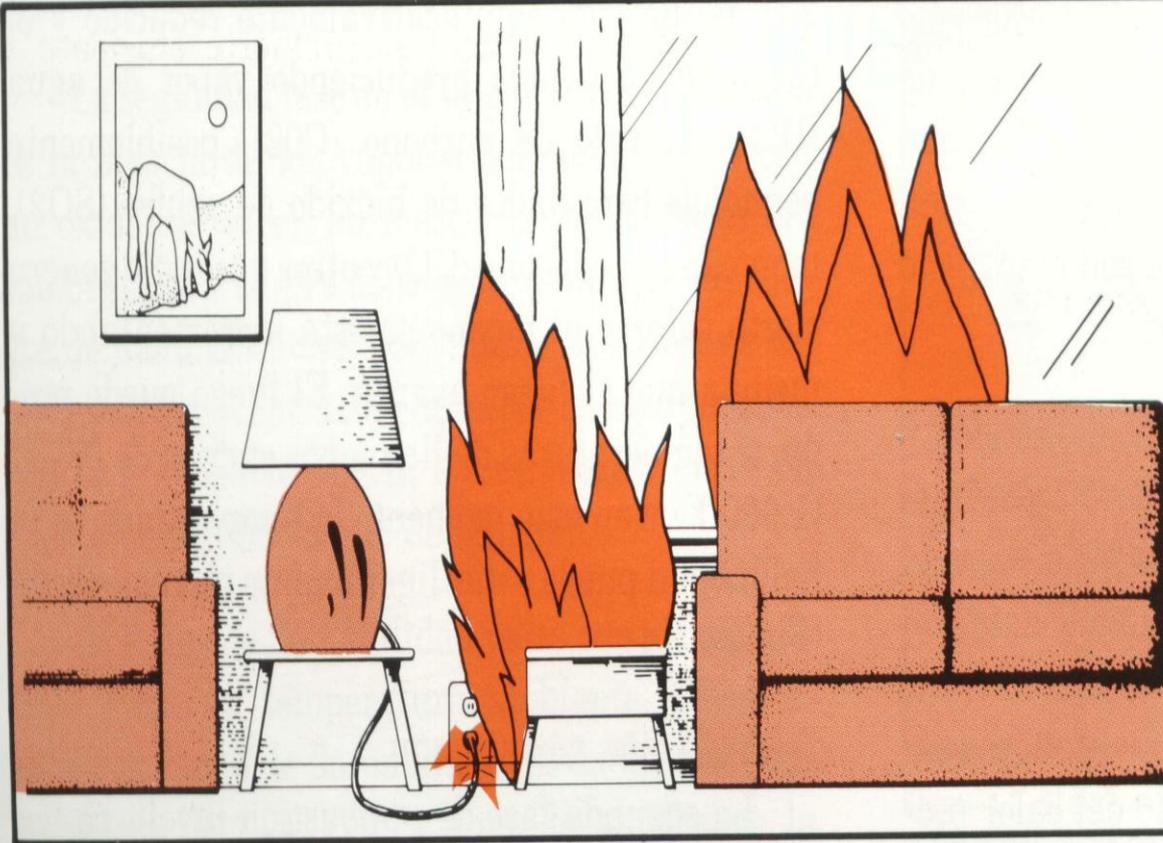
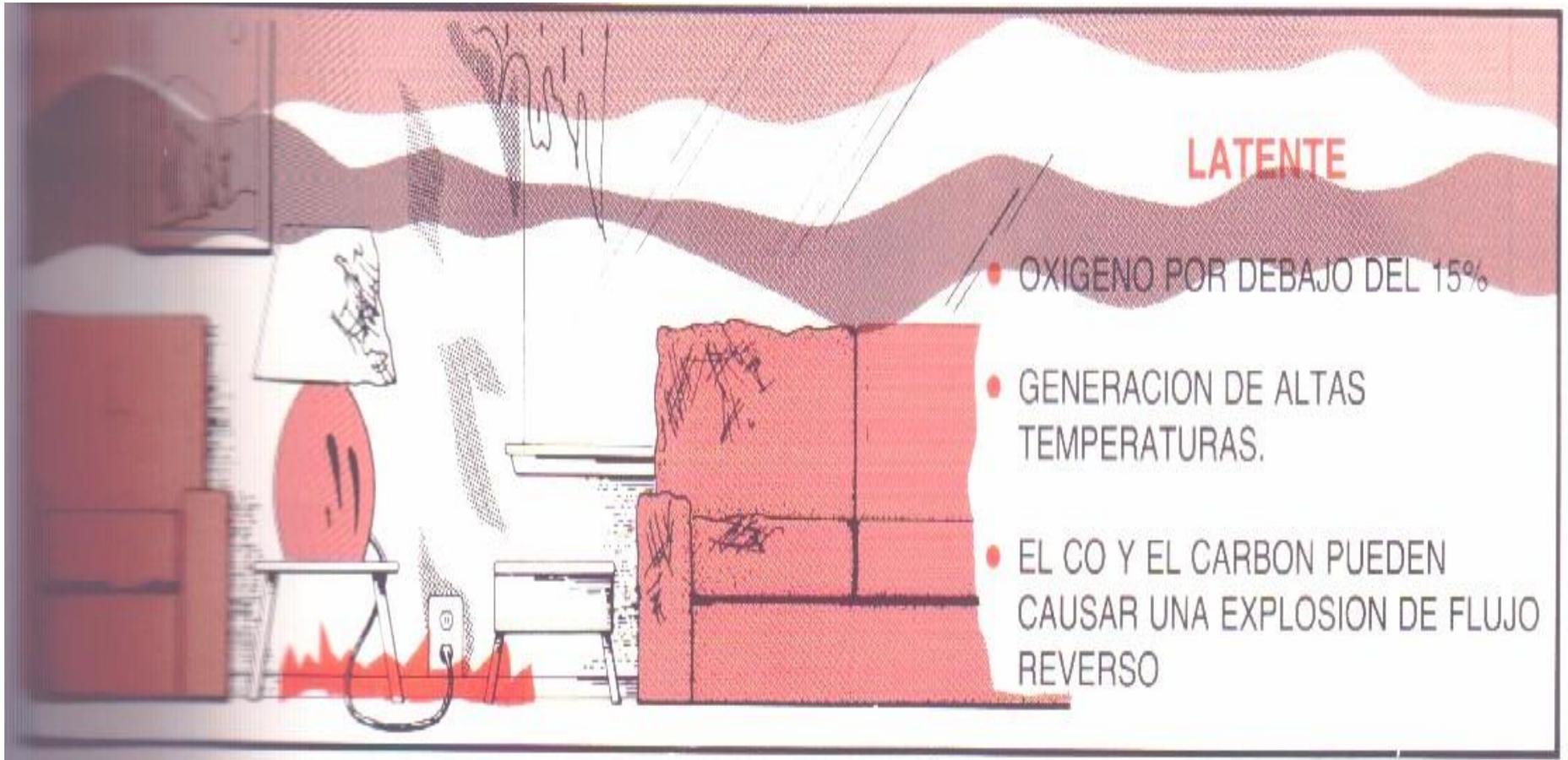
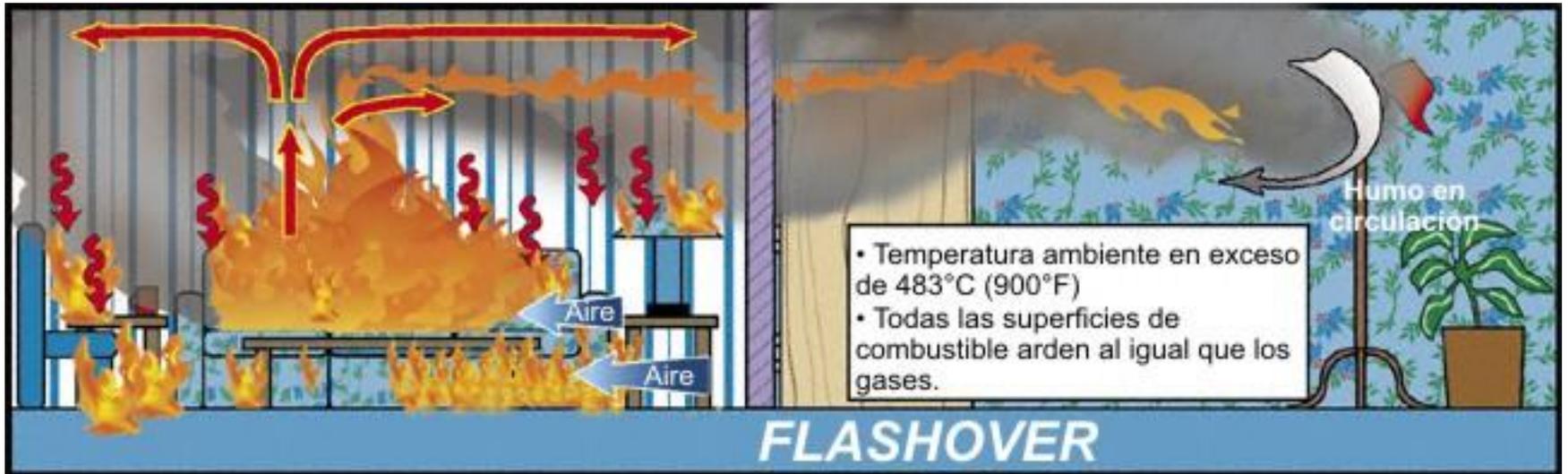
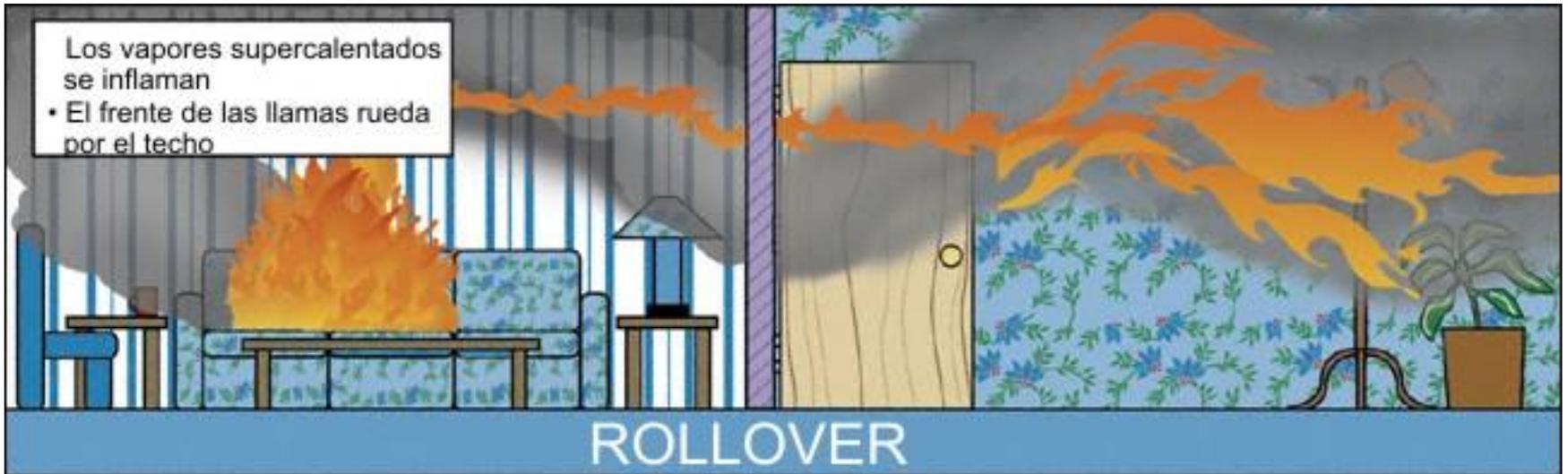


Figura 1.5 Los fuegos de libre combustión son rápidos consumidores de oxígeno y desarrollan altas temperaturas.



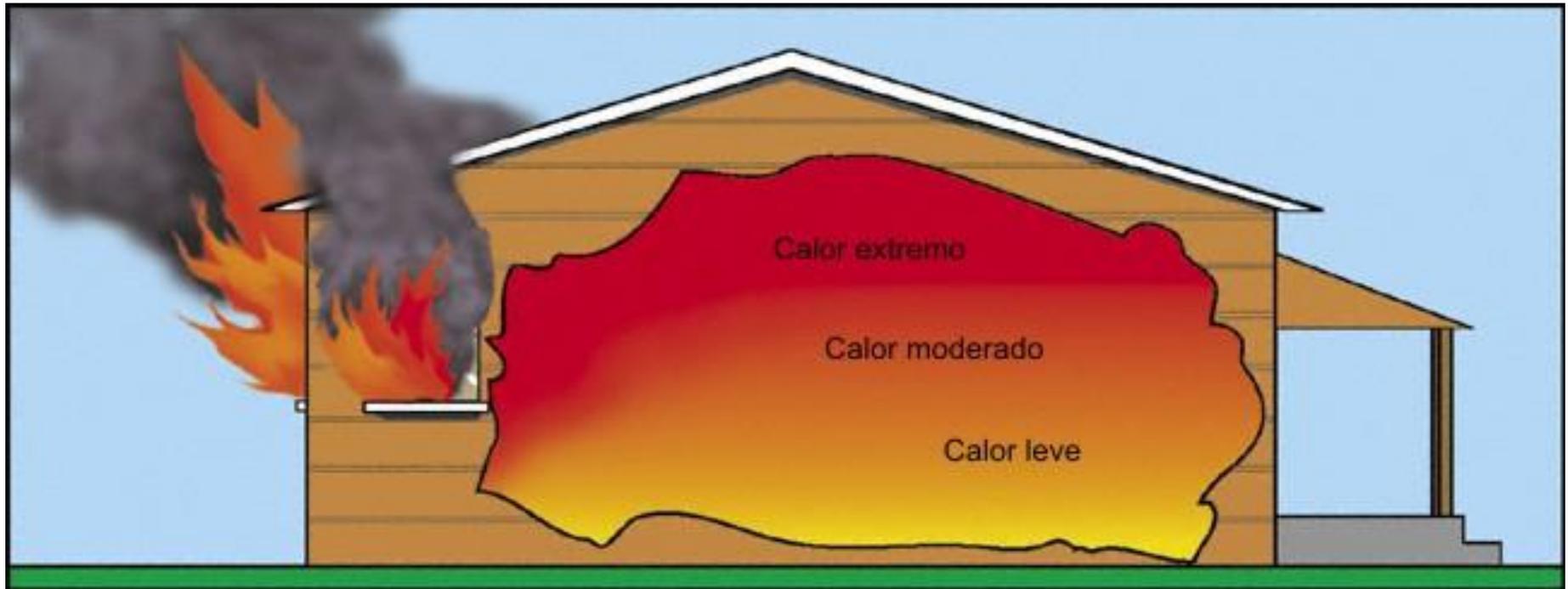








Calor en el Incendio

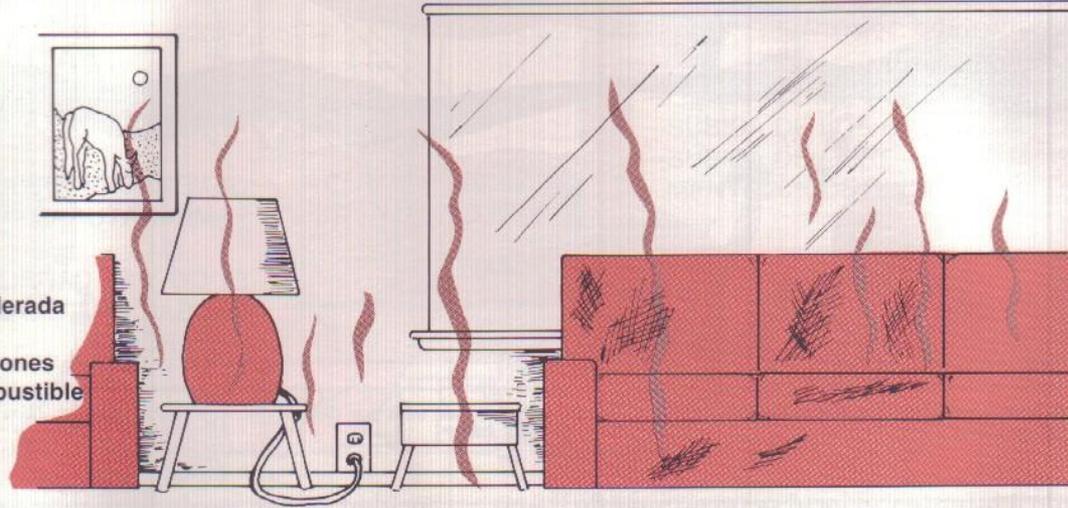




Condiciones para Explosión

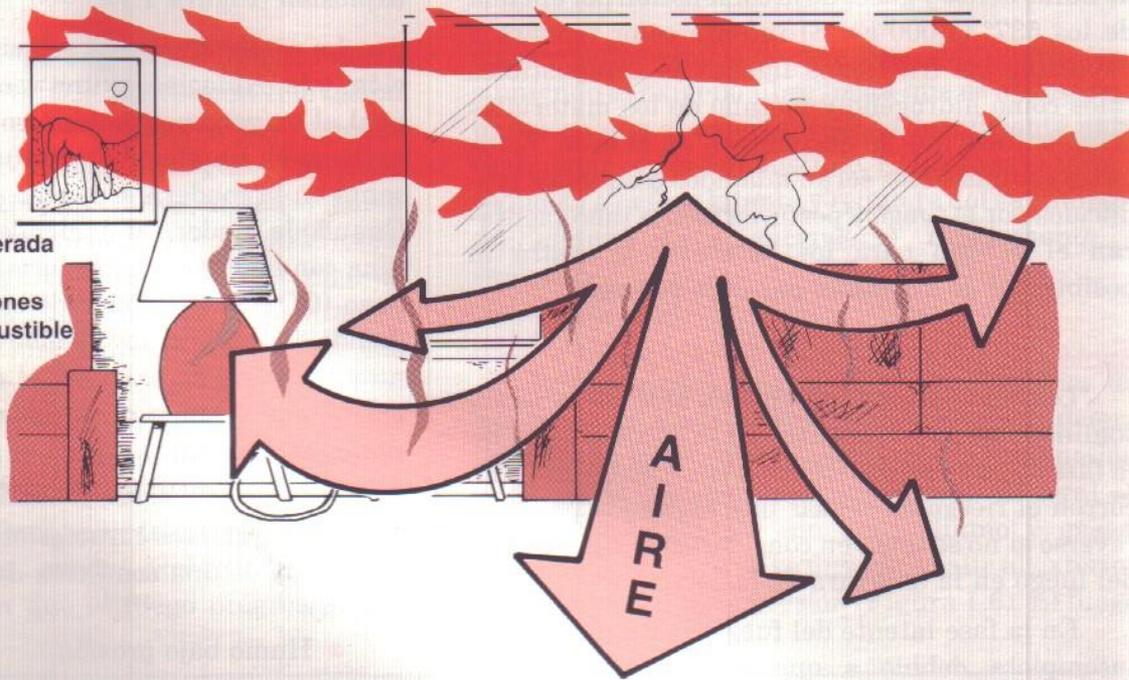
- Humo bajo presión.
- El humo negro se convierte en denso y amarillo grisáceo.
- Temperatura excesiva y confinada.
- Llama muy escasa o poco visible.
- El humo sale de la edificación a intervalos o en bocanadas.
- Ventanas ahumadas.
- Sonido estruendoso.
- Rápido movimiento del aire hacia el interior cuando se hace una abertura.

- Poco oxígeno
- Temperatura moderada
- Fuego latente
- Altas concentraciones de vapor de combustible

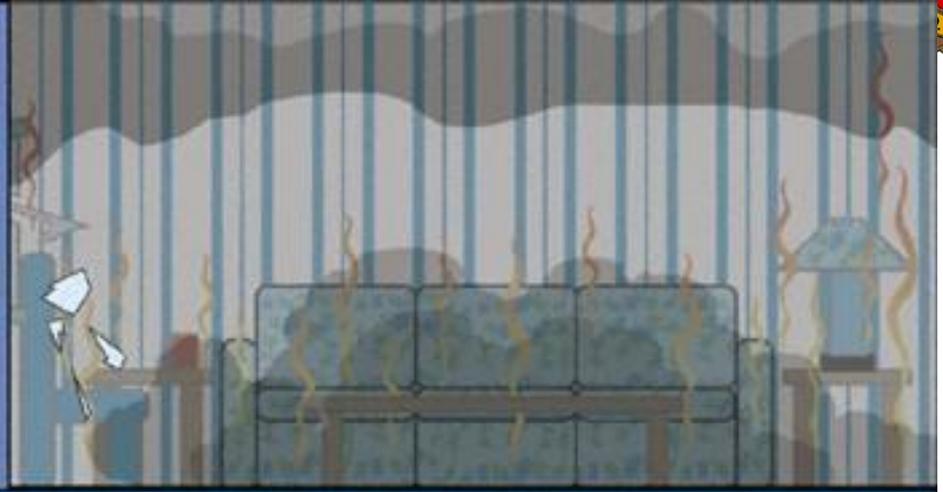


- Bastante oxígeno
- Temperatura moderada
- Fuego latente
- Altas concentraciones de vapor de combustible

Introducción de oxígeno.
Causa fuego de fuerza explosiva

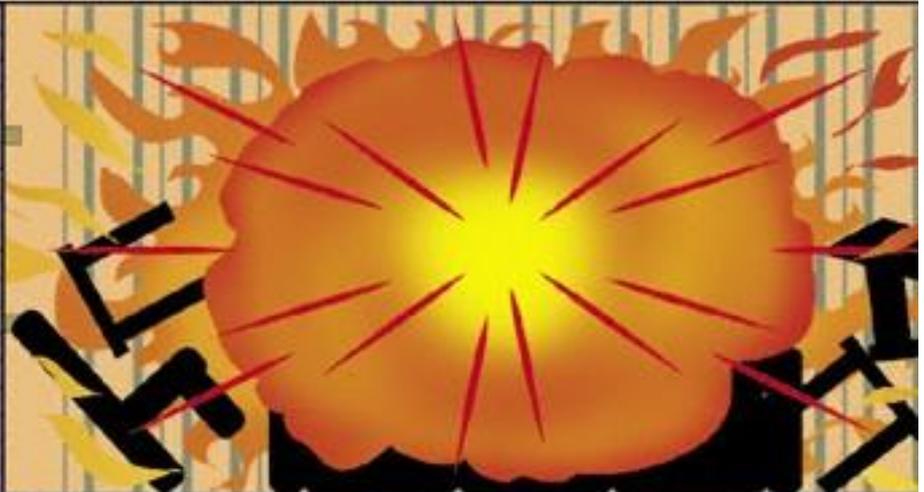


- Nivel bajo de oxígeno
- Nivel alto de calor
- Incendio incandescente
- Concentraciones altas de vapor de combustible

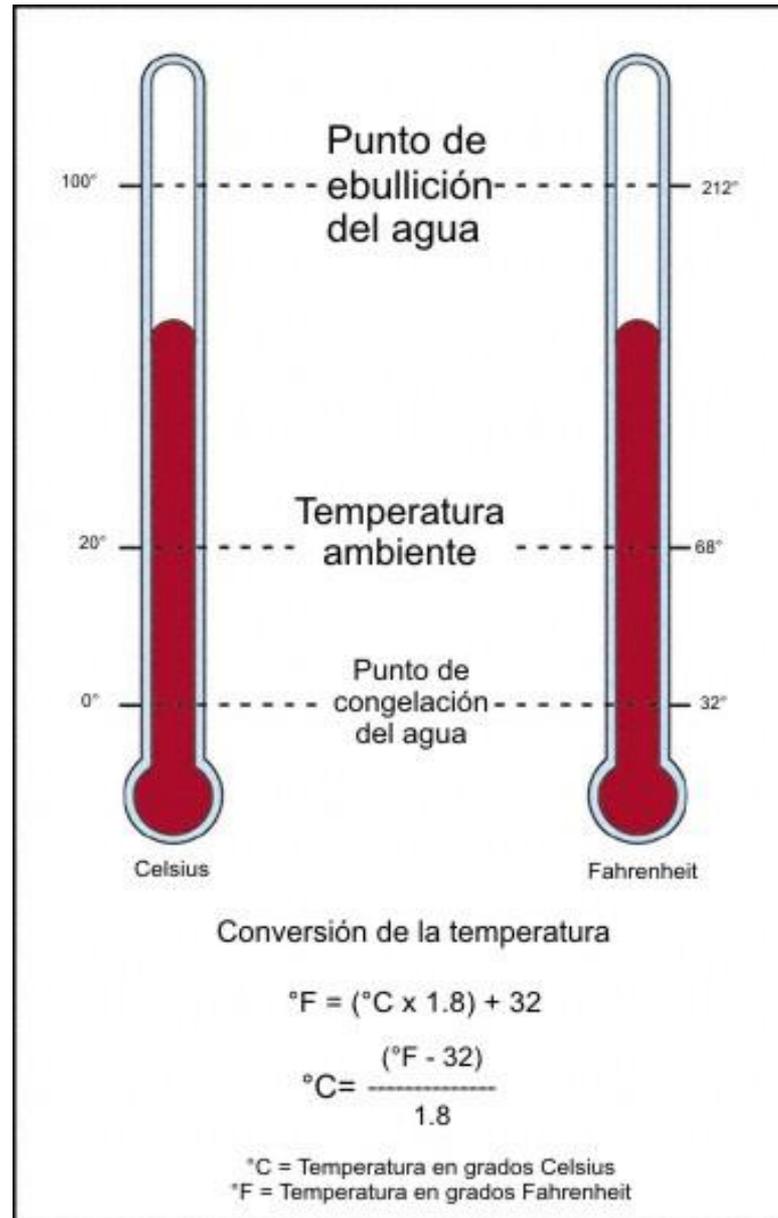


CONDICIONES PREVIAS A UNA EXPLOSION DE HUMO

La introducción del oxígeno provoca un incendio de fuerza explosiva



EXPLOSION DE HUMO





Transferencia de Calor

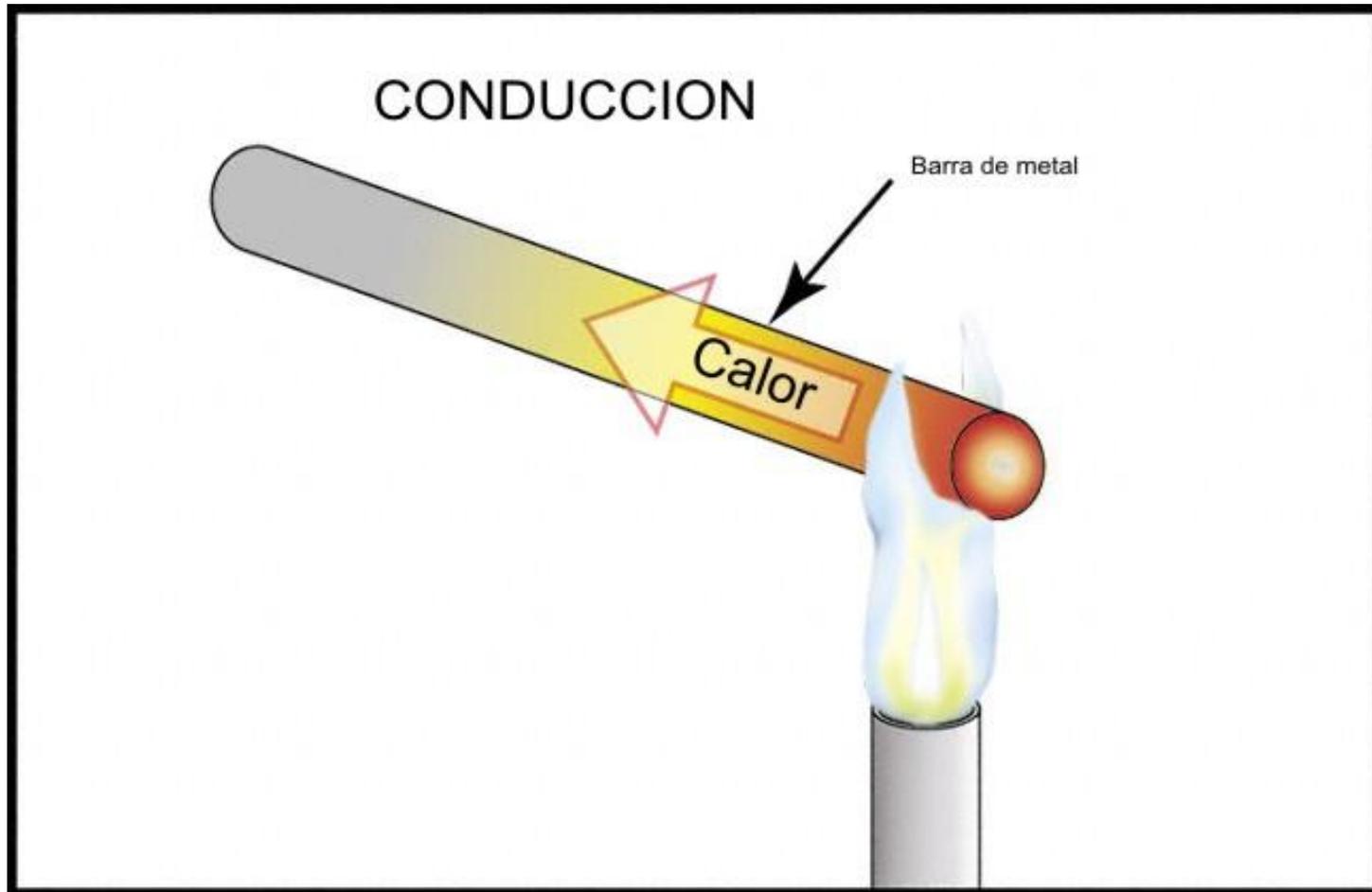
- Conducción.
- Convección.
- Radiación.



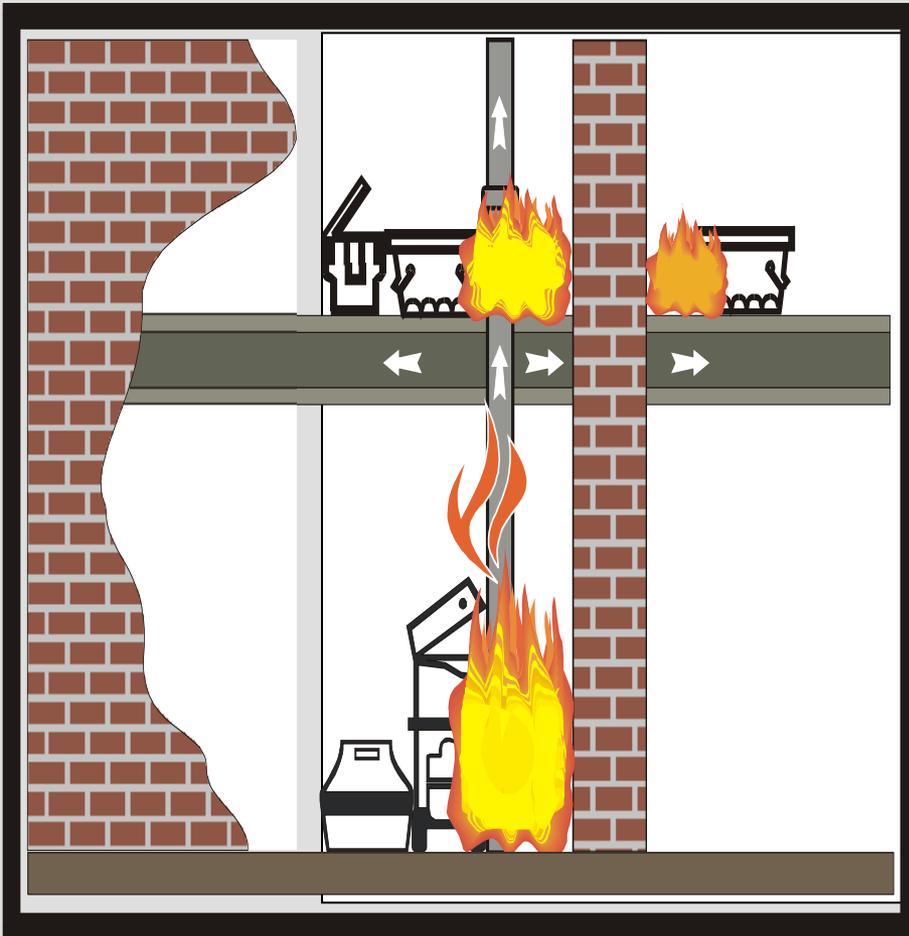
Conducción

El calor puede ser conducido de un cuerpo a otro por contacto directo de dos cuerpos o por intermedio de un medio conductor. La cantidad de calor que será transmitida y su rango de transferencia dependerán de la conductividad del material a través del cual el calor esté pasando. No todos los materiales tienen la misma conductividad de calor. El aluminio, el cobre y el acero son buenos conductores. Los materiales fibrosos, tales como tela y papel son deficientes conductores.

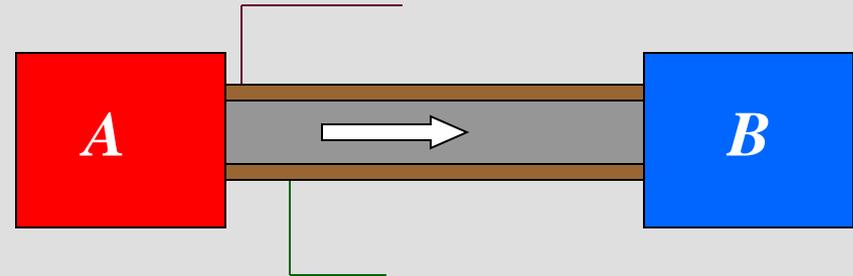
Conducción



TRANSMISIÓN POR CONDUCCIÓN



Material aislante térmico



Material conductor térmico

Cuerpo "A"
a mayor
temperatura
que cuerpo
"B"

Cuerpo "B"
recibe calor por
choque de
electrones
libres del
cuerpo "A"

El procedimiento termina cuando
ambos cuerpos igualan sus
temperaturas.

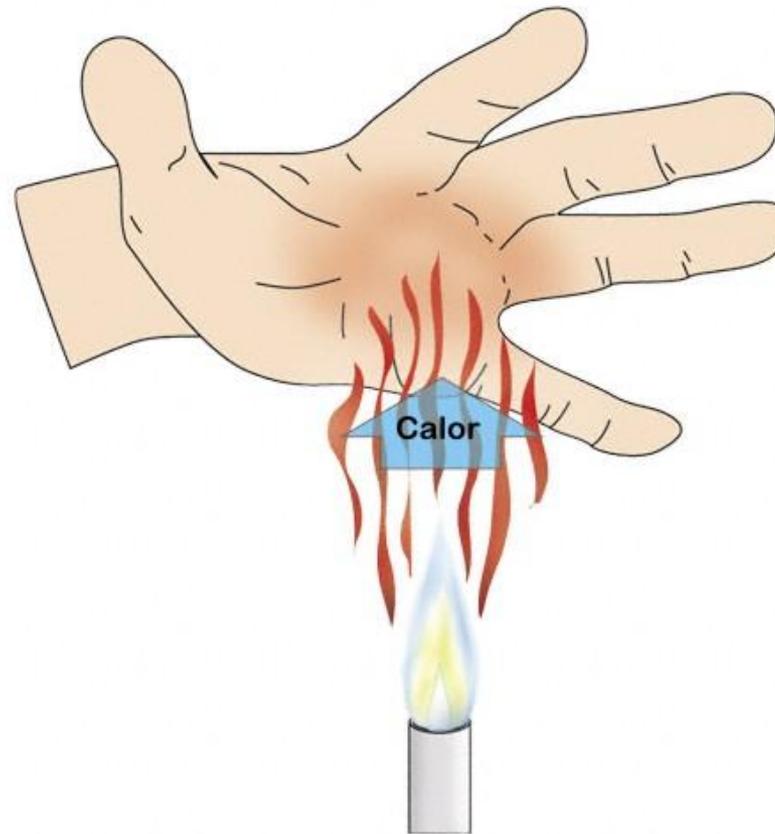


Convección

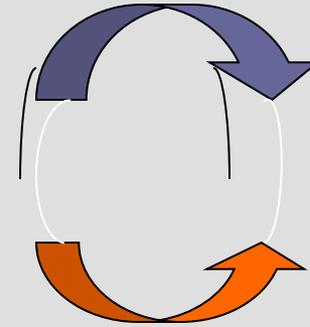
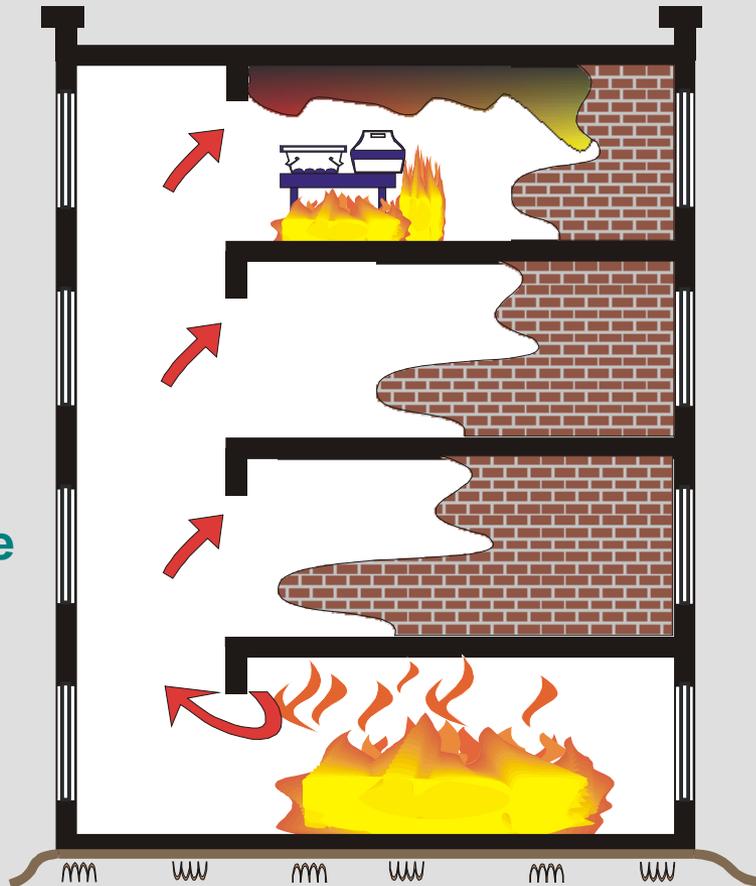
- La *convección* es la transferencia de calor debido al movimiento de aire o de líquido.
- Las corrientes de convección son generalmente la causa del movimiento del calor de un piso a otro, de un salón a otro y de un área a otra.

Convección

CONVECCION



TRANSMISIÓN POR CONVECCIÓN



Aire frío baja
mayor
contenido de
oxígeno.

**Humo y gases
calientes suben.**

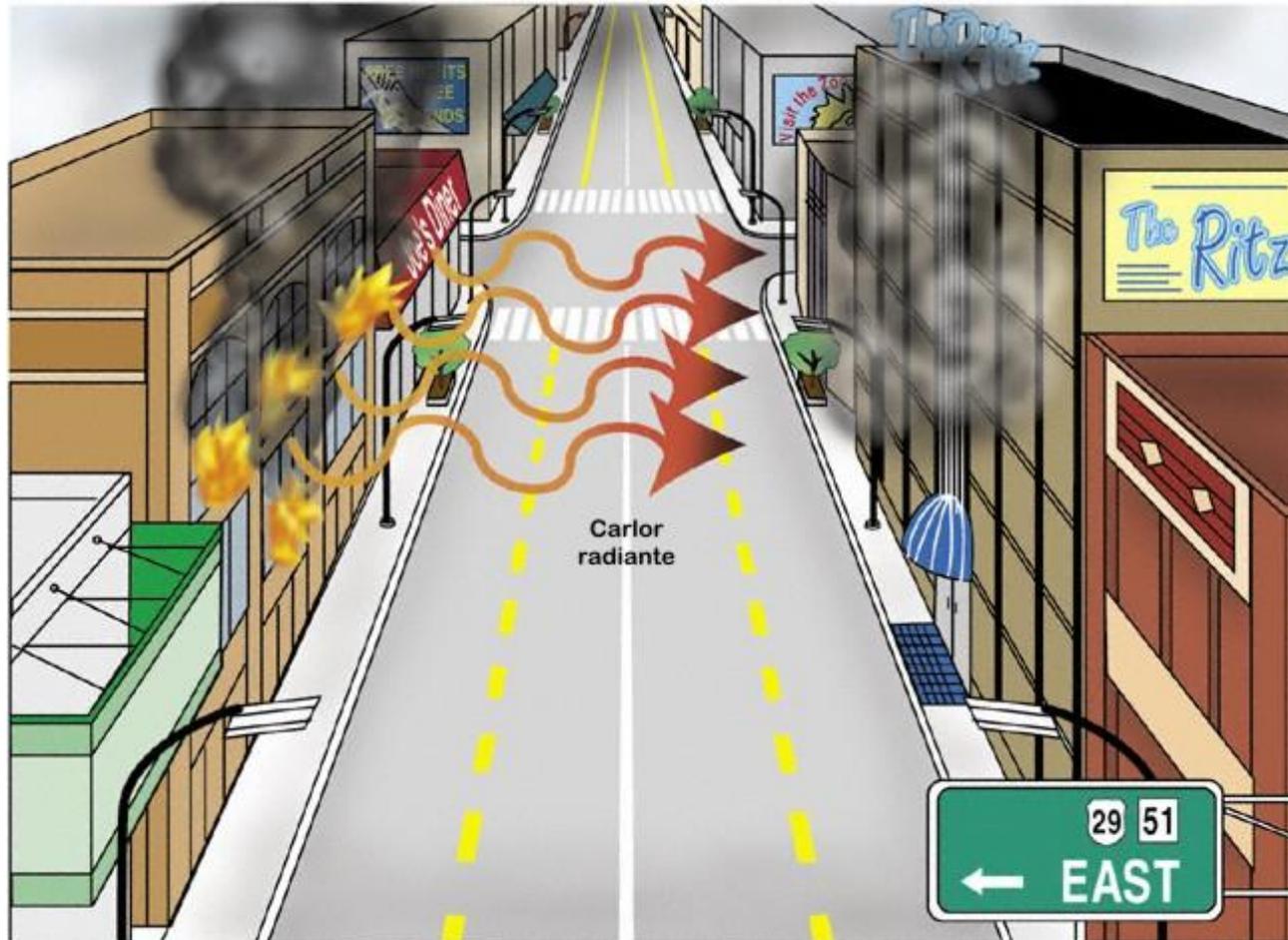
El movimiento en este ciclo
se da por la diferencia de
densidades; gases calientes
mas ligeros que el aire frío
de las partes altas,
consumo de oxígeno.

**Dirección
ascendente
de gases
calientes**

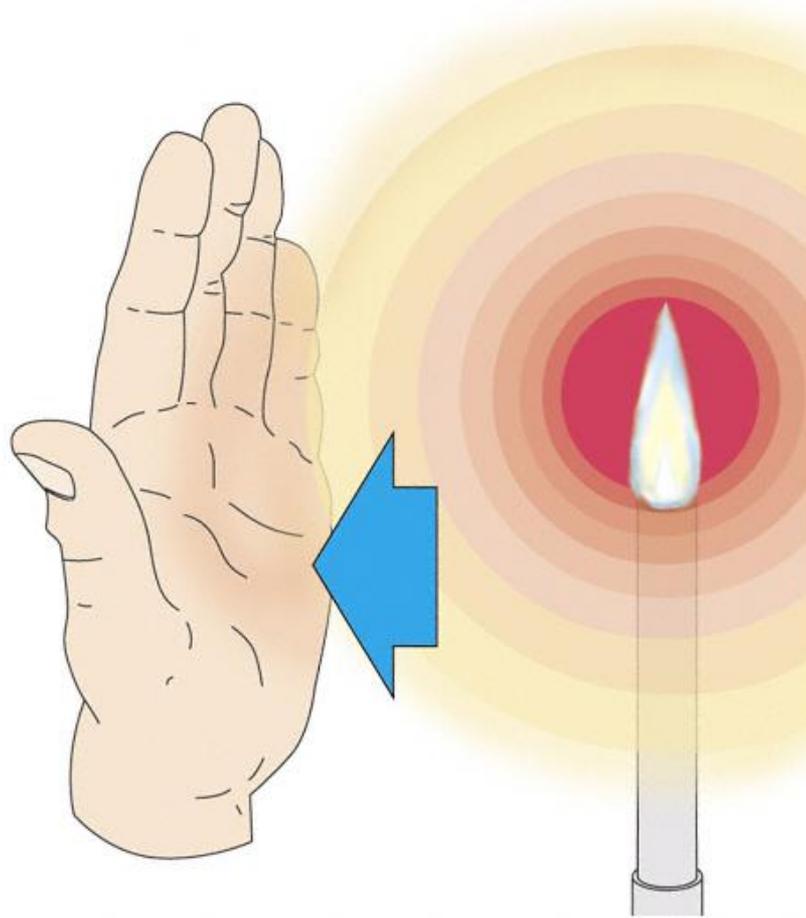


Radiación

El calor es transferido cuando las ondas de calor tocan un objeto y lo calientan



Radiación

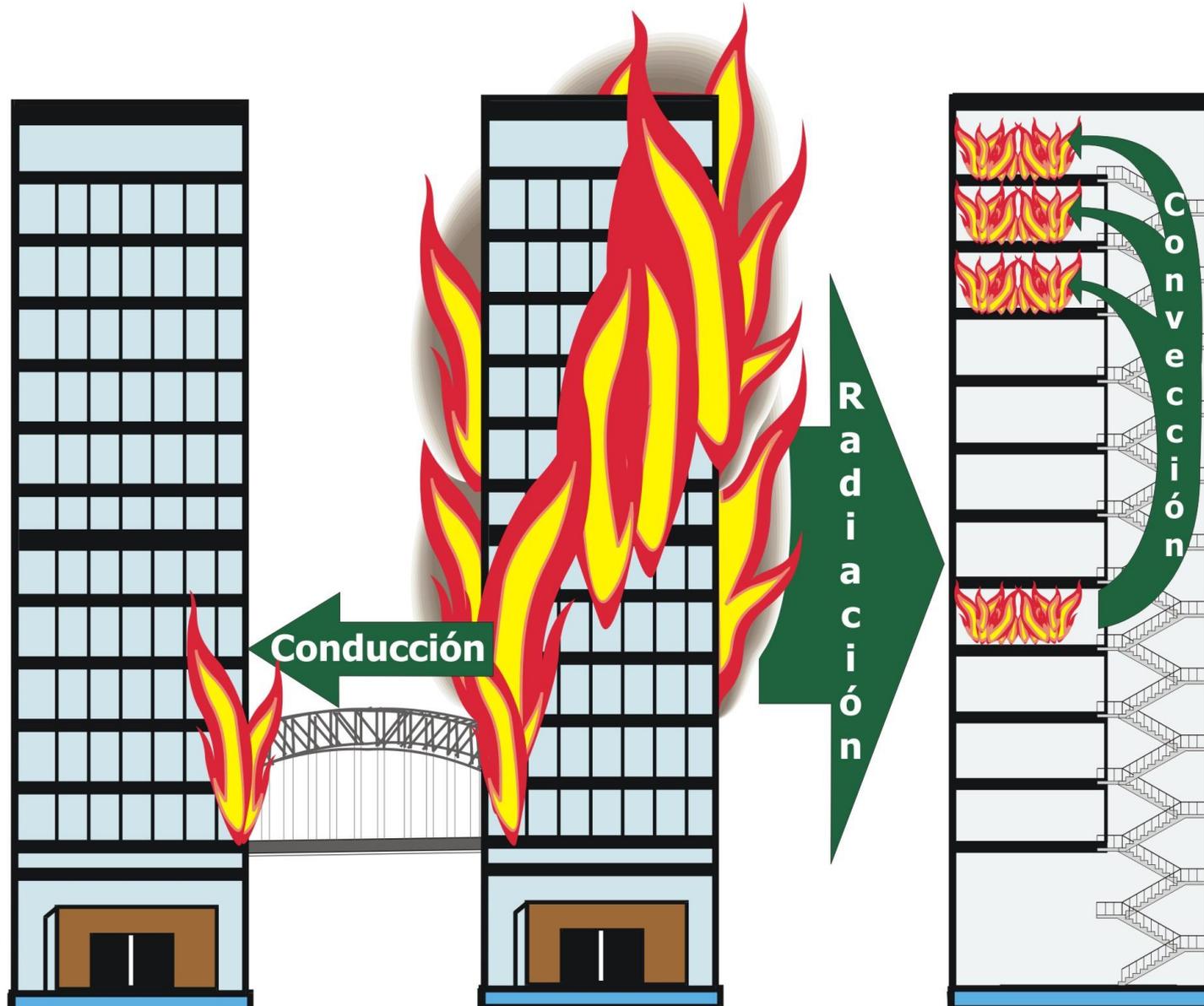


TRANSMISIÓN POR RADIACIÓN

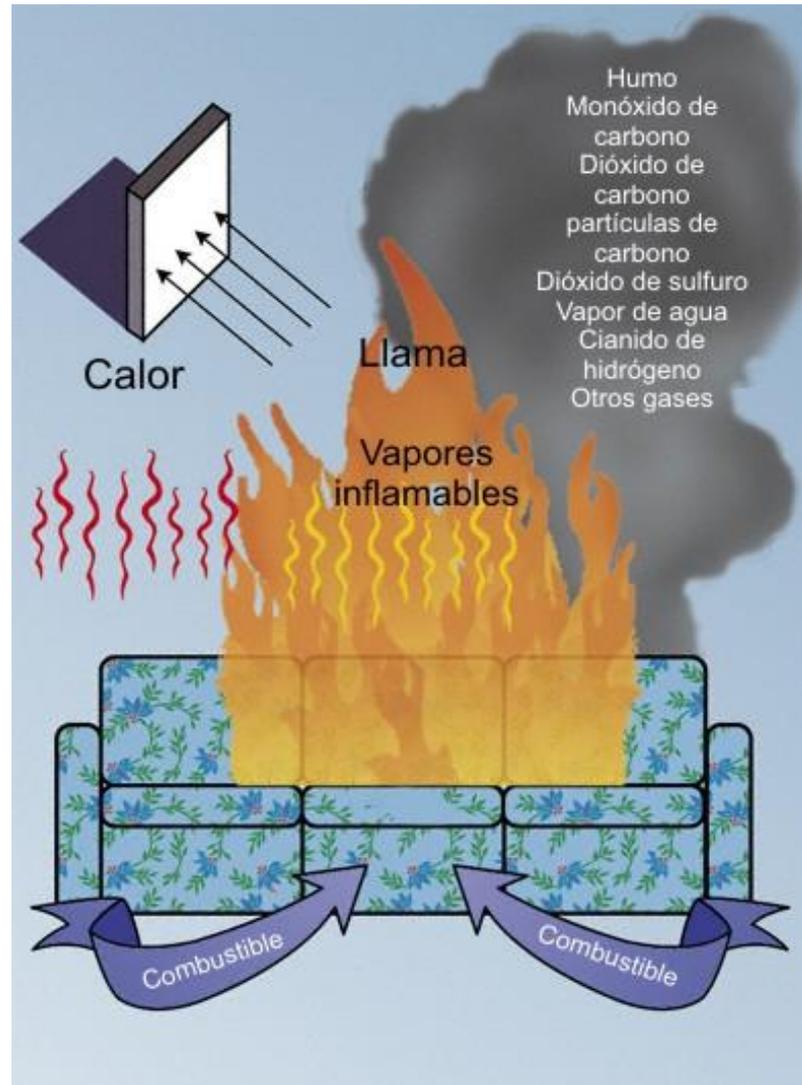




TRANSMISIÓN EN INCENDIO



Productos de la Combustión





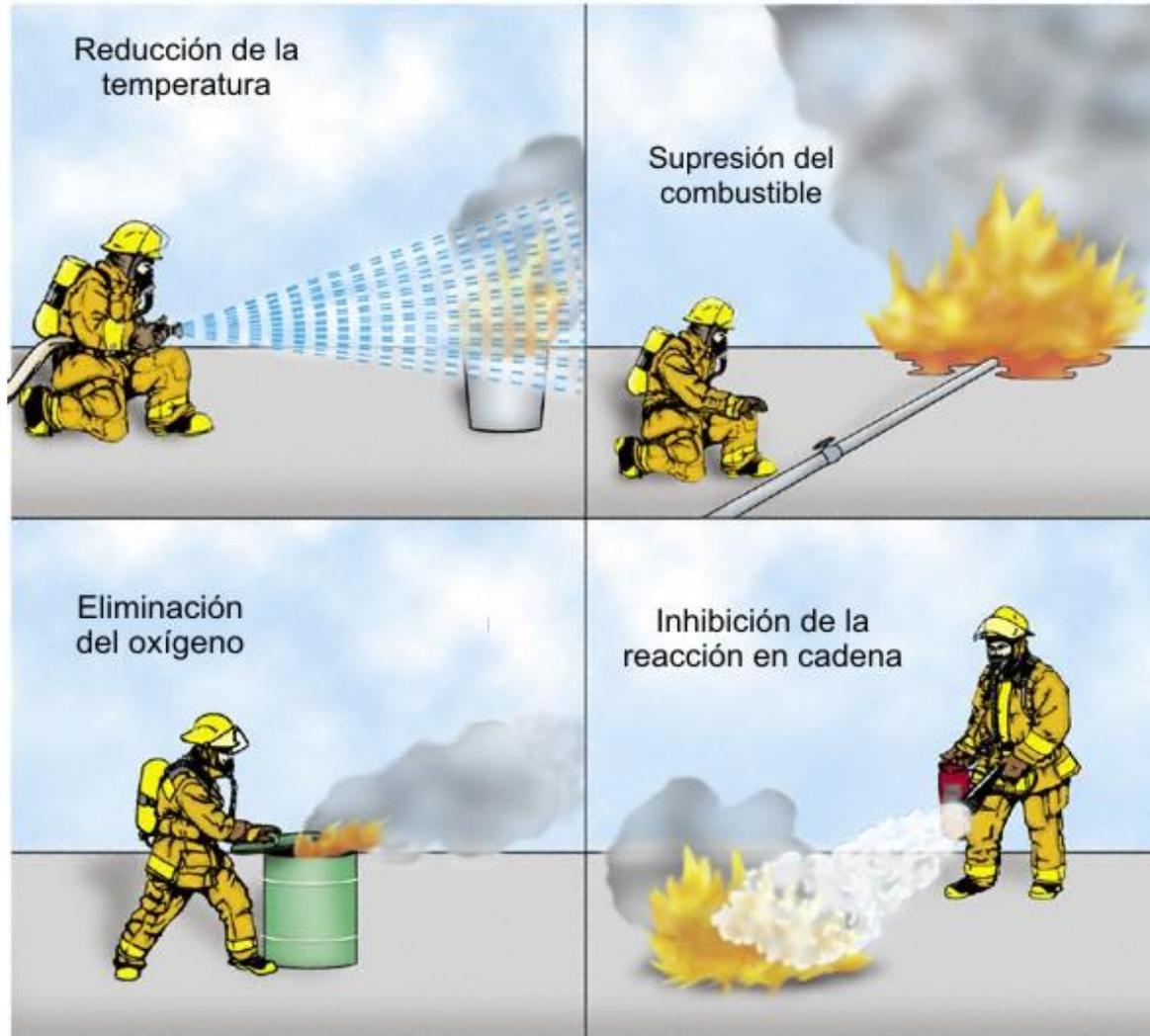
TEXAS FIRE TRAINING SCHOOL
TEXAS A&M UNIVERSITY SYSTEM

2005

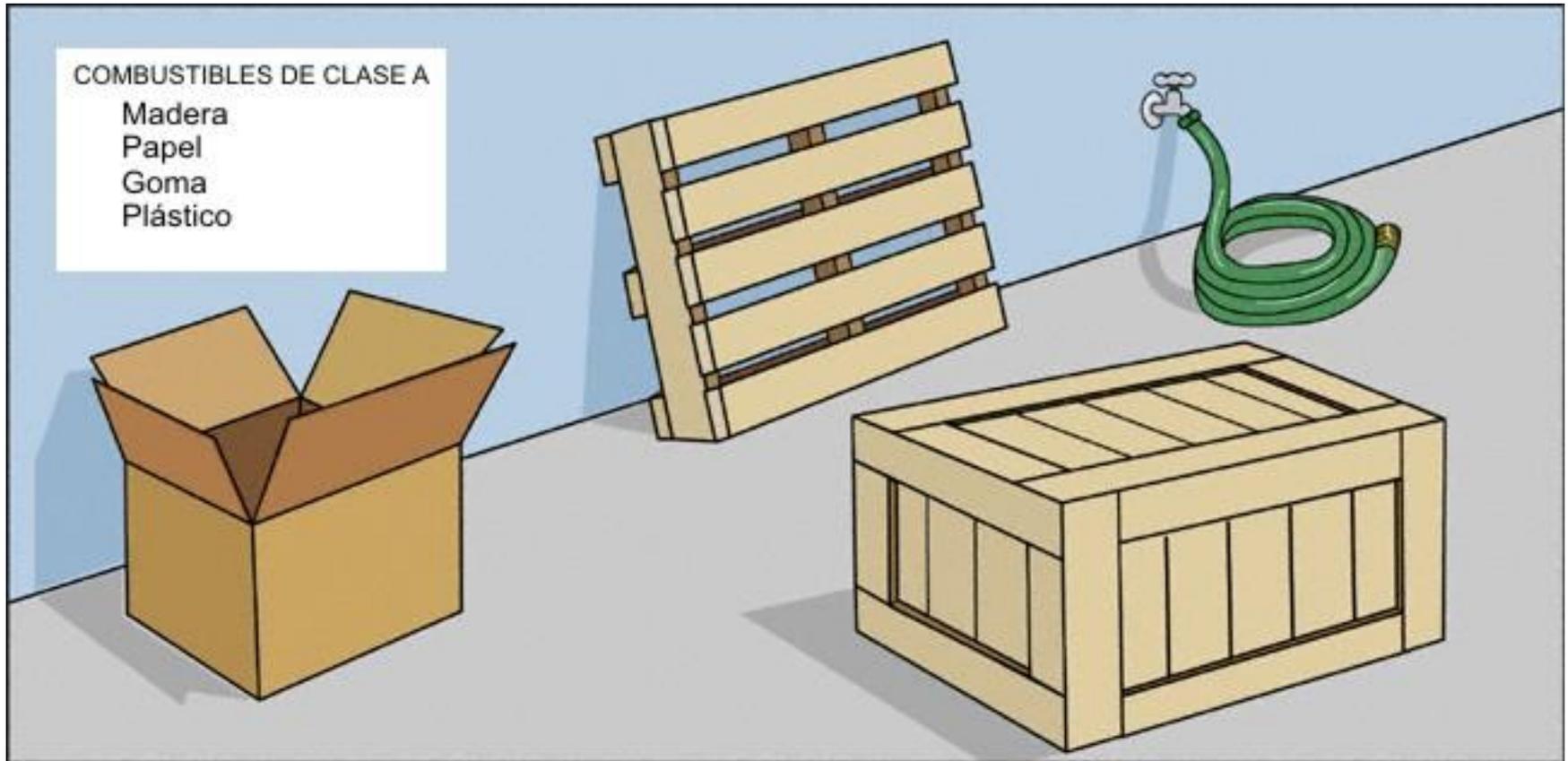


© BARKER

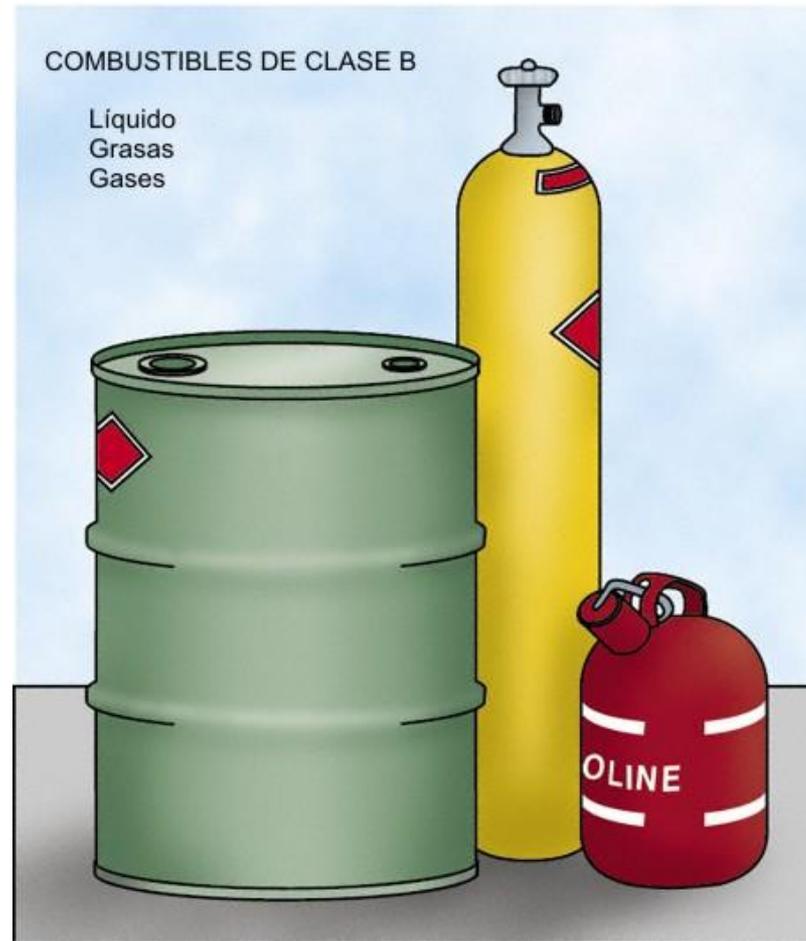
Teoría de Extinción del Fuego



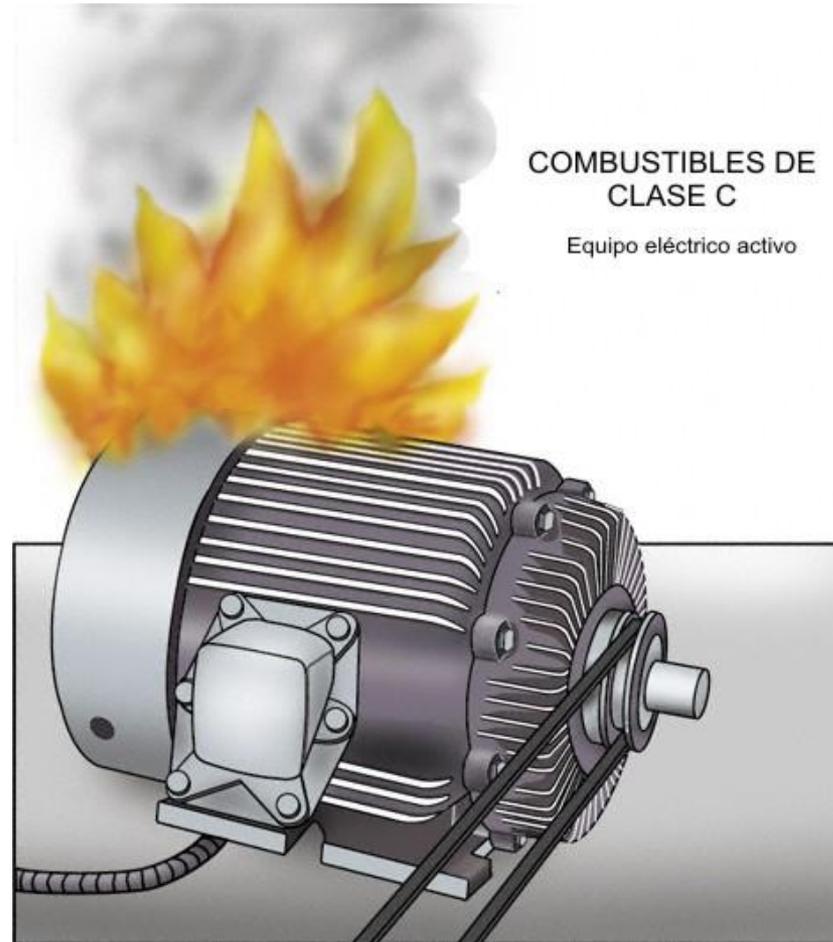
Clases de Fuego



Clases de Fuego



Clases de Fuego

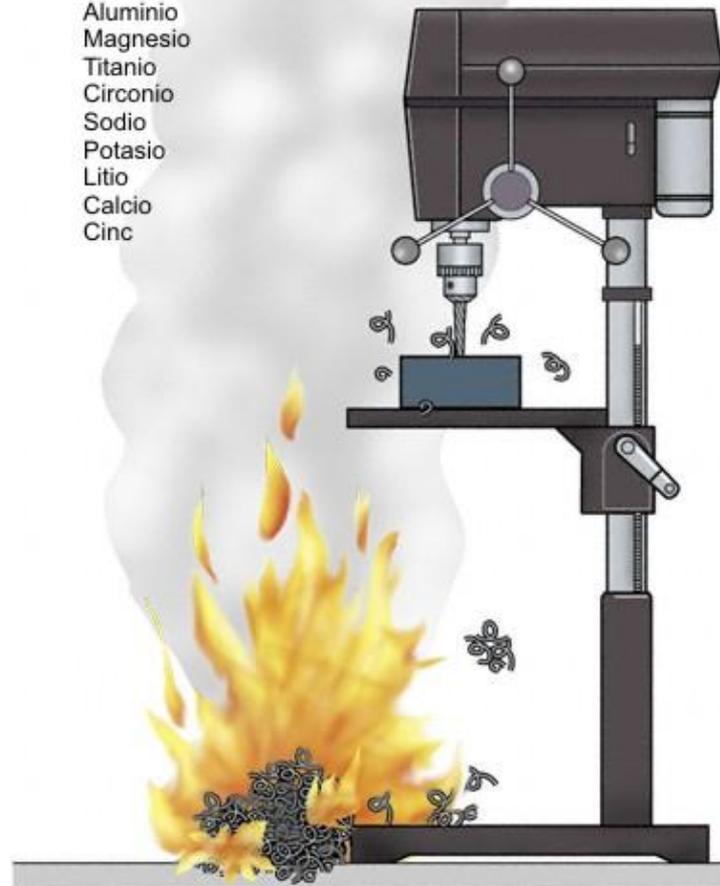


Clases de Fuego

COMBUSTIBLES DE CLASES D

Metales combustibles

Aluminio
Magnesio
Titanio
Circonio
Sodio
Potasio
Litio
Calcio
Cinc



Clases de Fuego



INCENDIOS DE GRASAS ANIMALES Y VEGETALES
COMUNES EN LAS COCINAS



Incendios Clase B

- Flotan sobre el agua.
- Generan electricidad estática cuando fluyen.
- Pueden arder con fuerza explosiva.
- Generan vapores inflamables a temperatura ambiente.
- Las llamas se propagan rápidamente sobre toda la superficie expuesta.
- Pasarán por el rango de explosividad a medida que mezclas muy ricas para arder se ventilan



Incendios Clase B Pendiente!!

- **Las llamas alrededor de válvulas de alivio o de tuberías no deben ser extinguidas a menos que pueda interrumpirse el suministro de la sustancia que está fluyendo.**



Incendios Clase B Pendiente!!

- Blevé: Explosión de los vapores en expansión de líquidos en ebullición (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosión). Un Blevé se presenta con la descompresión explosiva del recipiente, con el disparo de trozos del tanque y la formación de típica bola de fuego con calor radiante.



Uso de Agua Clase B

- **Enfriamiento:**

El agua será de mayor utilidad como agente enfriante para proteger áreas expuestas. Para que sea efectivo, el chorro de agua debe ser aplicado de tal manera que forme una película sobre las superficies expuestas.

- **Mecánico:**

Los bomberos deben usar el patrón de neblina de ángulo amplio o de penetración para la protección del calor radiante y para evitar dirigir el chorro dentro del líquido.



Incendios Vehículos Combustibles

- Mayor riesgo para los bomberos, debido al tráfico, y para los transeúntes y otros motoristas.
- Suministro de agua reducido.
- Dificultad en determinar el producto involucrado y controlar los derrames.
- Tanques y tuberías afectados o dañados por la fuerza de la colisión.
- Inestabilidad de los vehículos.



Incendios Clase C

- El peligro principal en fugas eléctricas es la falla en reconocer el riesgo por parte del personal que atiende la emergencia. Es responsabilidad del comandante de la unidad que los interruptores de la fuente principal de energía estén abiertos para controlar el flujo de electricidad en la estructura.



Incendios Clase C

- Los transformadores deben ser extinguidos cuidadosamente con un extintor de polvo químico seco, CO₂, halón, o espuma, desde un sitio elevado para mantener la potencia en el ataque.



Incendios Clase D

- El método usual de control es el de proteger las áreas expuestas y permitir que el metal se consuma.
- El dirigir un chorro de agua a metales en combustión puede ocasionar la descomposición violenta del agua y el consecuente desprendimiento de hidrógeno inflamable.



Tener Pendiente!! Control Energía Eléctrica

- Mientras que a los equipos de alto voltaje se les asocia con fuerte descargas, la corriente residencial convencional es lo suficientemente potente como para producir una descarga fatal.



Instalaciones Alto Voltaje

- Letrero “Alto Voltaje”.
- Algunos transformadores usan aceites inflamables como refrigerantes que constituyen un peligro en si mismo. No debe utilizarse agua en esta situación, ni siquiera en forma de neblina, porque el peligro de una descarga es aún mayor y pueden ocurrir daños externos a equipos eléctricos no involucrados en el incendio.



Pendiente Emergencias Eléctricas!!

- Cuando hay cables desprendidos, debe considerarse por razones de seguridad una zona de peligro con un radio igual de la longitud del cable desprendido, en todas las direcciones. Esto se debe a que otros cables pueden haberse debilitado por el otro circuito y pueden desprenderse posteriormente.
- Los Bomberos deben protegerse no sólo de descargas eléctricas y quemaduras, sino también de lesiones en los ojos provocados por los arcos eléctricos.
- Considere todos los cables como si tuvieran corriendo alto voltaje.



- Desde el punto de vista de la seguridad, los bomberos no deben cortar los cables, sino que deben esperar y permitir que el personal entrenado de la compañía de la electricidad efectúe los cortes que sean necesarios. Solamente en las circunstancias más extremas es que debe exceptuarse esta regla.
- Cuando existe un peligro eléctrico, use siempre lo equipos de protección personal completos y herramientas aliadas.
- Se debe tener cuidado al izar o bajar escaleras, mangueras o equipos cerca de tendidos eléctricos aéreos.
- En áreas donde hay cables desprendidos, proceda con mucho cuidado u observe alguna sensación de vibraciones en sus pies. Debido al contenido del carbón de la botas se pueden transmitir pequeñas cargas, indicando que hay corriente en el suelo.



- No toque ningún vehículo o carro bomba que esté en contacto con cable energizado en vista de que el contacto con el cuerpo cerrará el circuito a tierra ocasionando descargas eléctricas.
- Cuando más de un cable se encuentren desprendidos, considéralos igualmente peligrosos cuando esté o no haciendo arco.
- Cuando se encuentran equipos eléctricos energizados, no es recomendable utilizar agua, deben ser extinguidos cuidadosamente con un extintor de polvo químico seco, CO₂, halón o espuma.
- Deben darse consideraciones especiales a las cercas, en vista de que al entrar en contacto con ellas o con el marco protector de una línea eléctrica energizada, toda la cerca quedará energizada siempre que se continúe. Esto presenta dificultad para proteger a las personas debido a la extensión de la cerca.



PREGUNTAS !!!!!

ENTRADA FORZOZA



GRACIAS !!!!!

ENTRADA FORZOZA