

# Teoría y conducta del fuego



[Honor, Valor, Disciplina]

U.A.E. CUERPO OFICIAL  
**BOMBEROS**  
BOGOTÁ D.C.



**ALCALDÍA MAYOR  
DE BOGOTÁ D.C.**  
GOBIERNO, SEGURIDAD Y CONVIVENCIA  
Unidad Administrativa Especial Cuerpo  
Oficial de Bomberos

**Unidad Administrativa Especial  
Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá**

Gustavo Francisco Petro Urrego  
Alcalde Mayor de Bogotá

Euclides Mancipe Tabares  
Director U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos  
de Bogotá

Mauricio Ayala Vásquez  
Subdirector Operativo

Sandra Janneth Romero Pardo  
Subdirectora de Gestión Humana

Carlos Armando Oviedo Sabogal  
Subcomandante  
Coordinador Área de Capacitación y  
Entrenamiento

**Apoyo revisión**

Germán Aldana Matiz - Sargento  
Edgar Manuel Rojas Vanegas - Bombero  
Leonardo Bernal Rincon - Bombero  
Alvaro Acevedo Silva - Bombero  
Claudia Patricia González Ramírez - Aux.  
Administrativa

**Elaboración**

Teniente Luis Fernando Caicedo Neira  
Jefe de Estación B-15  
Carlos Armando Oviedo Sabogal  
Subcomandante  
Coordinador Área de Capacitación y  
Entrenamiento

**Estandarización de módulos**

Instituto de Extensión y Educación para el  
Trabajo y Desarrollo Humano, IDEXUD,  
Universidad Distrital  
Francisco José de Caldas

**Fotografía**

Oficina Asesora en Comunicaciones y  
Prensa  
U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de  
Bogotá

**Impresión**

U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos  
Bogotá, D.C.  
2014

**AVISO IMPORTANTE ACERCA DE ESTE DOCUMENTO**

La U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá no se responsabiliza por ninguna lesión personal, a la propiedad, ni otros daños de cualquier naturaleza, ya sea especial, indirecto, como consecuencia de algo, o compensatorio, que resulte directa o indirectamente de esta publicación, de su uso, o de su confiabilidad. La U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá no garantiza ni da garantías sobre la veracidad o la cantidad de la información aquí publicada.



**U.A.E. CUERPO OFICIAL  
BOMBEROS  
BOGOTÁ D.C.**



<b>Tabla de contenido</b>	<b>Pág.</b>
Introducción.....	5
Objetivos .....	6
<b>1. El Fuego.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1.</b> Incendio.....	7
<b>1.2.</b> Combustión.....	8
<b>1.3.</b> Tetraedro del fuego.....	9
<b>1.3.1.</b> Oxígeno (agente oxidante).....	10
<b>1.3.2.</b> Combustible.....	11
<b>2. Estados físicos de los combustibles.....</b>	<b>12</b>
<b>2.1.</b> Combustibles sólidos.....	13
<b>2.2.</b> Combustibles líquidos.....	14
<b>2.3.</b> Combustibles gaseosos.....	14
<b>3. Materia.....</b>	<b>16</b>
<b>3.1.</b> Conservación de la masa y de la energía.....	16
<b>3.2.</b> Cambios de estado.....	18
<b>3.3.</b> Cambios físicos y químicos.....	19
<b>3.4.</b> Reacciones químicas.....	19
<b>4. Efecto del calor en los combustibles.....</b>	<b>20</b>
<b>4.1.</b> Pirólisis.....	21
<b>4.2.</b> Vaporización.....	22





<b>5. Inflamabilidad de los gases</b> .....	<b>24</b>
<b>5.1.</b> Rango de inflamabilidad.....	25
<b>5.1.1.</b> Límites de la inflamabilidad.....	26
<b>6. Factores que influyen en el rango de inflamabilidad</b> .....	<b>27</b>
<b>6.1.</b> Efecto de la temperatura.....	27
<b>6.2.</b> Efecto de la concentración de oxígeno.....	28
<b>7. Clasificación de los incendios</b> .....	<b>30</b>
<b>8. Calor y temperatura</b> .....	<b>33</b>
<b>9. Transmisión de calor</b> .....	<b>37</b>
<b>9.1.</b> Conducción.....	38
<b>9.2.</b> Convección.....	39
<b>9.3.</b> Radiación.....	40
<b>10. Reacción en cadena</b> .....	<b>41</b>
<b>10.1.</b> Agentes pasivos.....	41
<b>11. Tipos de llama</b> .....	<b>42</b>
<b>11.1.</b> Llamas de difusión.....	42
<b>11.2.</b> Llamas premezcladas.....	43
<b>12. Desarrollo del fuego</b> .....	<b>44</b>
<b>12.1.</b> Ignición.....	45
<b>12.2.</b> Crecimiento.....	45
<b>12.3.</b> Flashover.....	45
<b>12.4.</b> Desarrollo completo.....	50
<b>12.5.</b> Disminución.....	50





<b>13.</b>	<b>Factores que afectan el desarrollo del fuego.....</b>	<b>51</b>
<b>14.</b>	<b>Consideraciones especiales en incendios.....</b>	<b>52</b>
<b>14.1.</b>	<b>Flameover / Rollover.....</b>	<b>52</b>
<b>14.2.</b>	<b>Explosión de humo.....</b>	<b>55</b>
<b>14.3.</b>	<b>Efectos por falta de oxígeno.....</b>	<b>56</b>
<b>14.3.1.</b>	<b>Insuficiencia de oxígeno.....</b>	<b>57</b>
<b>14.3.2.</b>	<b>Gases de combustión.....</b>	<b>57</b>
<b>15.</b>	<b>Productos de la combustión.....</b>	<b>58</b>
<b>16.</b>	<b>Teoría de extinción de incendios.....</b>	<b>60</b>
<b>17.</b>	<b>Ejercicios propuestos.....</b>	<b>62</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>62</b>





## Introducción

Los bomberos que responden a un incendio deben hacer frente rápidamente a distintas condiciones. Las llamas y el humo pueden poner **en riesgo la vida** de los ocupantes; la habitación origen del incendio puede estar a punto de un flashover (combustión súbita generalizada del contenido de una habitación); las edificaciones sin ventilación pueden presentar riesgos de explosión de humos. Todas estas condiciones se derivan del fuego y su modo de comportamiento. Para realizar cualquier función de protección contra incendios de forma segura y efectiva, los bomberos deben tener conocimientos básicos sobre la ciencia del fuego y los factores que afectan la ignición, crecimiento y propagación del mismo (comportamiento del fuego).

El fuego ha sido una ayuda y también un obstáculo para la humanidad a lo largo de la historia. El fuego en su cara más hostil también ha puesto en peligro nuestras vidas desde que empezamos a usarlo.





## Objetivos

Al finalizar la lección el participante será capaz de:

- 1.** Definir energía.
- 2.** Identificar los elementos básicos del fuego.
- 3.** Reconocer las características físicas y químicas de los combustibles.
- 4.** Identificar los medios de transferencia de calor.
- 5.** Definir los conceptos de fuego, incendio y combustión.
- 6.** Clasificar los combustibles y asociar los tipos de fuego de acuerdo a la clasificación.
- 7.** Identificar las fases de un incendio.
- 8.** Identificar los fenómenos que se pueden presentar en el desarrollo de un incendio estructural.
- 9.** Identificar los productos de la combustión.
- 10.** Identificar los mecanismos de extinción del fuego.





# 1. El fuego



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

Es un proceso de oxidación rápido, automantenido y acompañado por la producción de luz y calor.

## 1.1. Incendio

Es un fuego no controlado de grandes proporciones que surge súbita o gradualmente y puede llegar a ocasionar lesiones o pérdida de vidas humanas, animales, materiales y deterioro ambiental.





## 1.2. Combustión

Proceso de oxidación rápida de una sustancia, acompañado de un aumento de calor y frecuentemente de luz. En el caso de los combustibles comunes, el proceso consiste en una reacción química con el oxígeno de la atmósfera que lleva a la formación de otros productos.

Reacción química mediante la cual, en condiciones especiales, un combustible interactúa con el oxígeno dando como resultado nuevas sustancias, desprendiendo luz y calor. Podemos resumir que el fuego es básicamente una reacción química donde se combina el combustible con el oxígeno. El término combustión también engloba el concepto de oxidación en sentido amplio. El agente oxidante puede ser ácido nítrico, ciertos percloratos e incluso cloro o flúor.

Para que una combustión ocurra se requieren los siguientes factores:

- Energía calorífica.
- Agente reductor (combustible).
- Agente oxidante (oxígeno por comburente).

El fuego no puede existir sin la conjunción simultánea del combustible (material que arde), comburente (oxígeno del aire) y de la energía de activación (chispas mecánicas, soldaduras, fallos eléctricos, etc.).

Si falta alguno de estos elementos la combustión no es posible. A cada uno de estos elementos se los representa como lados de un triángulo, llamado triángulo del fuego, que es la representación de una combustión sin llama o incandescente.





## TRIANGULO DEL FUEGO



Existe otro factor, “reacción en cadena”, que interviene de manera decisiva en el incendio. Si se interrumpe la transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible, no será posible la continuación del incendio, por lo que ampliando el concepto de triángulo del fuego a otro similar con cuatro factores obtendremos el tetraedro del fuego, que representa una combustión con llama.

### 1.3. Tetraedro del fuego

Para que exista una combustión se necesitan de 4 componentes:

- Oxígeno (oxígeno por comburente).
- Combustible (agente reductor).
- Energía calorífica.
- Reacción química en cadena.





Cada componente del tetraedro debe estar en su lugar para que la combustión se produzca. Si falta uno de los componentes la combustión no se produce. Si la ignición ya se ha producido, el fuego se extingue cuando uno de los componentes se elimina de la reacción.



### 1.3.1. Oxígeno por comburente

Los agentes oxidantes son aquellos materiales que ceden oxígeno u otros gases oxidantes durante el curso de una reacción química. Aunque el oxígeno es el oxidante más común, también existen otras sustancias que entran en esta categoría:

- Bromatos.
- Bromita.
- Cloratos.
- Clorina.
- Fluorina.





- Yodina.
- Nitratos.
- Ácido nítrico.
- Nítricos.
- Percloratos.
- Peróxidos.

El aire está compuesto por un 21% de oxígeno; la combustión se puede seguir produciendo en concentraciones de oxígeno bajas (14%). Cuando las concentraciones de oxígeno sobrepasan el 21% se dice que la concentración de oxígeno esta enriquecida.

Las atmósferas enriquecidas con oxígeno pueden incendiarse más fácil de lo normal.

### 1.3.2. Combustible

El combustible es el material o la sustancia que se oxida o arde en el proceso de combustión. Se conoce como el agente reductor (materia o elemento que está en capacidad de arder).

Un combustible puede encontrarse en cualquiera de los tres estados de la materia: sólido, líquido o gaseoso; para que arda debe estar normalmente en estado gaseoso. En el caso de los sólidos y los líquidos se debe emplear energía para provocar su cambio de estado.

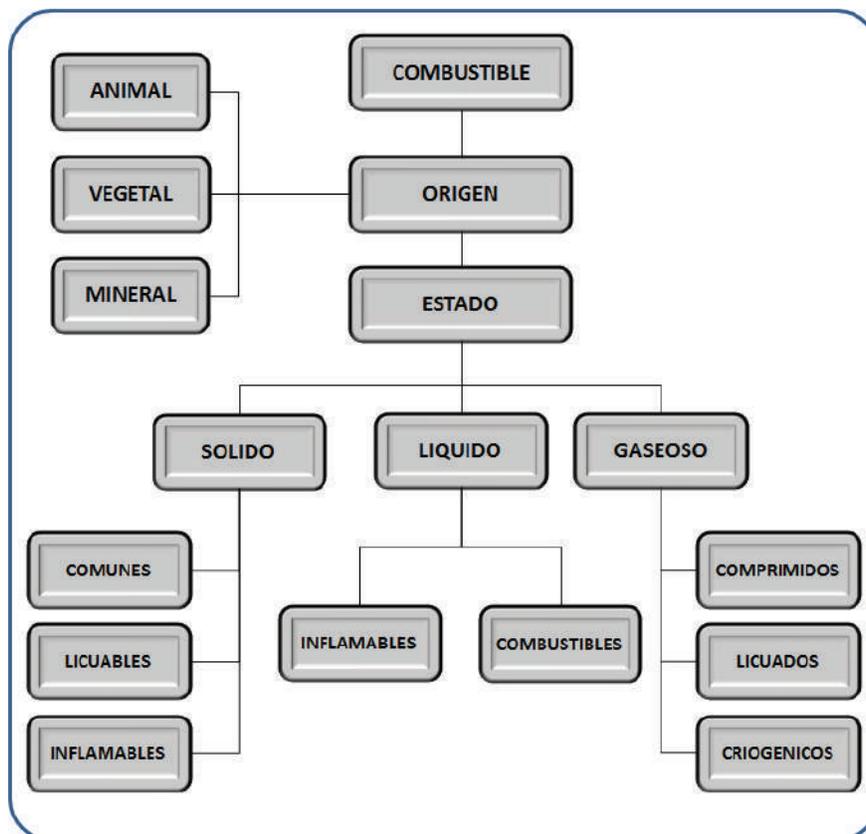
Un combustible es cualquier sustancia que puede experimentar combustión. La mayoría los combustibles son orgánicos, contienen carbono, hidrógeno, oxígeno y, en algunos casos, nitrógeno. Algunos ejemplos son: madera, plásticos, gasolina, alcohol y gas natural. Los combustibles inorgánicos no contienen carbono. Ejemplos: metales combustibles como el magnesio o el sodio.





## 2. Estados físicos de los combustibles

Toda la materia puede existir en una de estas tres fases: sólida, líquida o gaseosa. La fase en la que se encuentra un material depende de la presión y la temperatura, y puede variar si las condiciones varían. Si hay suficiente frío el dióxido de carbono puede ser sólido (hielo seco).



Gráfica elaborada por Carlos Armando Oviedo Sabogal





### 2.1. Combustibles sólidos

Firme, macizo, denso y fuerte. Se aplica al cuerpo cuyas moléculas tienen entre sí mayor cohesión que las de los líquidos, tiene forma constante que no puede cambiar a no ser que actúe sobre él una fuerza externa suficientemente intensa. La diferencia esencial entre una sustancia en estado sólido y la misma en estado líquido o gaseoso consiste en que en el primero las moléculas poseen una fuerza de cohesión mayor que en los dos últimos.

#### ► Sólidos comunes

Generalmente de naturaleza orgánica.

-Origen vegetal: madera, papel o algodón.

-Origen animal: lana, seda, pieles, cuero.

#### ► Sólidos licuables

Son aquellos que al someterse a temperaturas altas se vuelven líquidos. Ejemplo: plásticos, polímeros, acetatos, poli carbonatos, polietileno y PVC.

#### ► Sólidos inflamables

Se incluye en esta división los materiales sólidos que pueden encenderse fácilmente con fuentes exteriores de ignición, como chispas o llamas, y una vez encendidos se queman vigorosamente y son difíciles de extinguir. Ejemplo: azufre (polvo fino), nitrocelulosa <25% agua, nitrato de urea humidificado, nitro naftaleno, picrato amónico humidificado, trinitrotolueno.





Los polvos, talcos, virutas, rebaba y trozos pequeños pueden explotar o arder con violencia y en forma explosiva.

## 2.2. Combustibles líquidos

Estado de la materia que adopta la forma del recipiente que los contiene, pueden ser mezclas de líquidos o bien pueden contener materias sólidas en solución o suspensión.

Tienen volumen definido. Cuando se trasvasa un líquido, su volumen permanece constante.

### ► Líquidos inflamables

Son los que tienen una temperatura de inflamación inferior a 100°F o 37,8°C. Los líquidos inflamables desprenden vapores inflamables a temperatura ambiente, y todo lo que necesitan es una fuente de ignición para encenderse. Ejemplos: gasolina, alcoholes y thinner entre otros.

### ► Líquidos combustibles

Son aquellos líquidos que tienen puntos de inflamación iguales o superiores a 100°F o 37,8°C. Ejemplos: Diesel (ACPM) y varsol.

## 2.3. Combustibles gaseosos

Sus partículas son pequeñas y de gran movilidad, por lo que pueden desplazarse con libertad ocupando totalmente el interior del recinto que las contiene. Todos los gases





poseen propiedades generales; algunas de sus características son la carencia de forma permanente y de volumen constante, su débil densidad y la gran facilidad con que se difunden entre sí. Las moléculas que los constituyen gozan de una gran movilidad, casi perfecta elasticidad y no se hallan en contacto, sino que chocan entre sí y contra las paredes del recipiente que los contiene, lo cual determina la presión del gas. La movilidad de las moléculas aumenta con la temperatura.

### ► **Inflamables:**

Arden con relativa facilidad y son combustibles en una atmósfera de aire.

### ► **Oxidantes:**

No arden pero contribuyen de forma significativa acelerando la combustión de otras sustancias.

## **Peligros potenciales**

- Fuego o explosión.
- Pueden encenderse por calor, chispas o llamas.
- Pueden formar mezclas explosivas con el aire.
- Pueden viajar a una fuente de ignición y retroceder con llamas de un incendio.





## 3. Materia

La materia es cualquier cosa que ocupe espacio y tenga masa. La materia se puede describir según sus propiedades físicas como masa, tamaño o volumen.

La materia posee propiedades que se pueden observar como su estado físico (sólido, líquido o gaseoso), color u olor.

### 3.1. Conservación de la masa y de la energía

La masa y la energía no se crean ni se destruyen. La reducción de la masa de un combustible produce como resultado luz y calor, principio que le permite a los investigadores de incendios calcular la tasa de liberación de calor de los materiales.

### Estados de agregación de la materia

- **Sólido:** clasificados generalmente como duros y resistentes, en ellos las fuerzas de atracción son mayores que las de repulsión.

- Forma definida.
- Incompresibilidad.
- Fluidez baja o nula.
- Algunos se subliman.
- Volumen constante.





- **Líquido:** existencia de cierta unión de átomos, aunque mucho menos intensa que en los sólidos, adopta la forma del recipiente que lo contenga.

- Cohesión menor.
- No posee forma definida.
- En frío se comprime.
- Posee fluidez a través de espacios pequeños.
- Volumen constante.

- **Gaseoso:** las moléculas se encuentran prácticamente libres, de modo que son capaces de distribuirse por todo el espacio en el cual están contenidas.

- Cohesión casi nula.
- Sin forma definida.
- Volumen variable.
- Fácil compresión.
- Tienden a dispersarse fácilmente.

- **Plasma:** este es un gas ionizado, es decir, los átomos que lo componen se han separado de algunos electrones o de todos ellos. De esta forma el plasma es un estado parecido al gas pero compuesto por electrones y cationes (iones con carga positiva).

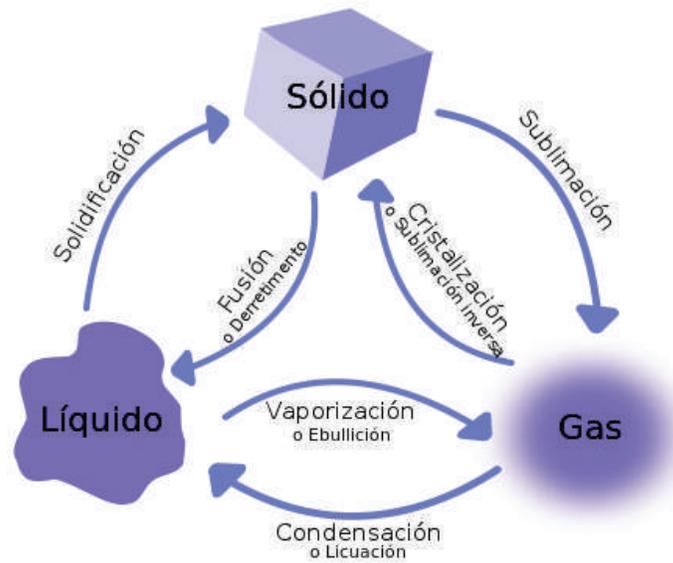
- Conductor de electricidad.
- Influidos por electromagnetismo.





### 3.2. Cambios de estado

Para cada elemento o compuesto químico existen determinadas condiciones de presión y temperatura a las que se producen los cambios de estado.



#### ► Proceso de cambio de estado

1. Sublimación: S-G
2. Vaporización: L-G
3. Condensación G-L
4. Solidificación: L-S
5. Fusión: S-L
6. Sublimación inversa: G-S





### 3.3. Cambios físicos y químicos

#### ► Cambios químicos

En los cambios químicos, las sustancias iniciales se transforman en otras distintas, que tienen propiedades diferentes.

Ejemplos:

- Cuando quemamos papel.
- Cuando se fermenta la leche.
- Al oxidarse un clavo.

#### ► Cambios físicos

En los cambios físicos, las sustancias mantienen su naturaleza y sus propiedades esenciales, es decir, siguen siendo las mismas sustancias.

Ejemplos:

- El hielo que se derrite.
- Un pedazo de papel al arrugarse.
- Cuando se le saca la punta a un lápiz.

### 3.4. Reacciones químicas

Cuando la materia se transforma de una composición a otra se produce una nueva sustancia, esta transformación se describe como una reacción química.





Los cambios químicos y físicos siempre implican un intercambio de energía. Las reacciones que liberan energía, mientras se producen, se denominan exotérmicas. Las reacciones que absorben energía mientras se producen se denominan endotérmicas.

Cuando los combustibles arden en el aire, los vapores del combustible reaccionan químicamente con el oxígeno del aire. La energía calorífica y luminosa se liberan en una reacción exotérmica.

## 4. Efecto del calor en los combustibles

Todas las sustancias, si se les aplica calor, se descompondrán desde su estado sólido o líquido al estado gaseoso o vapor. Esto es debido al efecto que provoca el calor cuando se aplica sobre las moléculas, las cuales lo absorberán y comenzarán a hacerse más inestables de forma progresiva a medida que se descomponen a través de los diferentes estados de la materia.

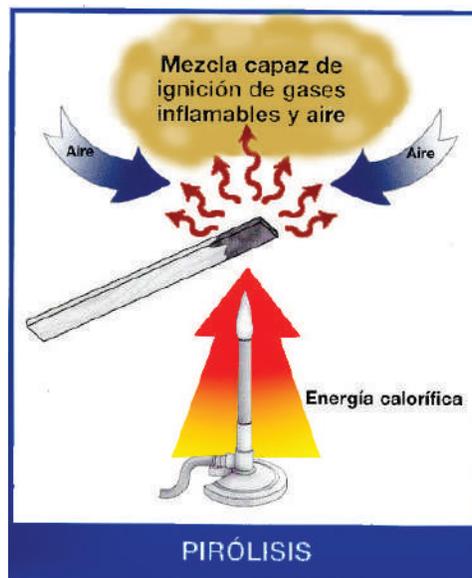
El calor es el componente energético del triángulo del fuego. Cuando el calor entra en contacto con el combustible, la energía hace que la reacción de combustión continúe de los siguientes modos:





### 4.1. Pirólisis

Descomposición química de la materia orgánica y de todo tipo de materiales sólidos. Ocurre cuando un compuesto sólido se calienta lo suficiente para expulsar gases necesarios que producen la combustión del elemento. La pirólisis sucede cuando la madera se descompone debido a la acción del calor generando vapores. Los vapores se mezclan con el aire y producen una mezcla inflamable.



TEMPERATURA	REACCIÓN
<u>200</u> °C	Producción de vapor de agua CO <sub>2</sub> Ácido fórmico, Acético y otros
<u>200</u> °C A <u>280</u> °C	Poco vapor de agua, algo de CO
<u>280</u> °C A <u>500</u> °C	Reacción exotérmica con formación de vapores y partículas inflamables. Reacciones secundarias con formación de carbón vegetal.
Por encima de <u>500</u> °C	Residuo de carbón vegetal con acción catalítica

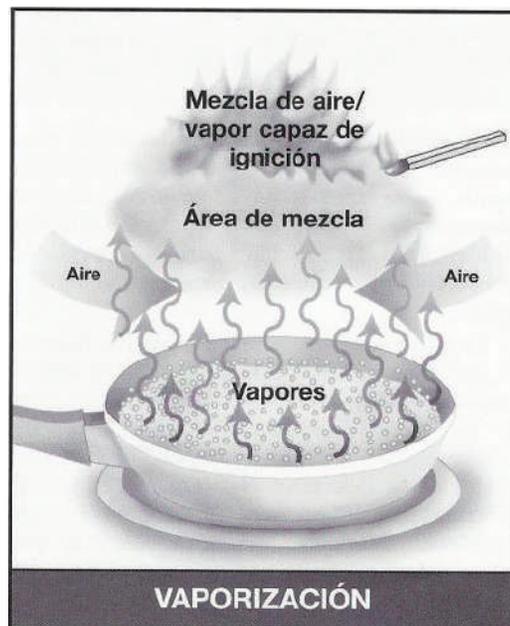
Tabla 1. Pirólisis de la madera





## 4.2. Vaporización

La vaporización sucede cuando los gases combustibles se generan a partir de la acción del calor sobre los líquidos. Los vapores se mezclan con el aire y producen una mezcla inflamable.



Hay dos tipos de vaporización:

### ► **Ebullición:**

Cambio de estado líquido a vapor para que ocurra se debe aumentar la temperatura a toda la masa del líquido.

### ► **Evaporación:**

Cambio de estado líquido a vapor, que solo ocurre en la superficie del líquido.





En física y química tanto gas como vapor se refieren a sustancias en estado gaseoso, es decir el estado de agregación en que la materia no tiene forma ni volumen propio.

La diferencia está en que un vapor puede convertirse en un líquido aumentando suficientemente la presión, mientras que un gas no puede convertirse en un líquido, a presión alguna, si además no se reduce su temperatura.

### ► Punto de inflamación:

Temperatura mínima necesaria para que un material inflamable desprenda vapores, que mezclados con aire, se inflamen en presencia de una fuente de ignición.

Producto	Punto de Inflamación
Eter	<u>-45</u>
Gasolina	<u>-38</u>
Benceno	<u>-11</u>
Keroseno	<u>38</u>
Alcohol Metílico	<u>11</u>

Tabla 2. Punto de inflamación





## 5. Inflamabilidad de los gases



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá

El análisis de la inflamabilidad de los gases procedentes de la pirólisis debe considerarse como el de cualquier otro gas inflamable, sin embargo, existe un factor que diferencia claramente unos de otros. Mientras los gases de pirólisis están compuestos por una mezcla de diferentes componentes que son función de los materiales que intervienen en el proceso, y de las propias condiciones del incendio (cantidad de oxígeno presente, temperatura, etc.), el resto suelen ser gases de composición simple, es decir, de un solo componente (butano, propano, etc.).





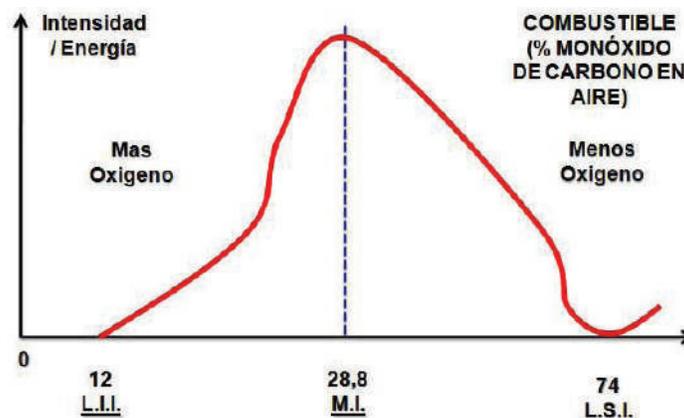
## 5.1. Rango de inflamabilidad

Entre las cantidades comprendidas entre el L.I.I. y el L.S.I. existe una gama de concentraciones de gas que cuando se combinan con el oxígeno del aire son inflamables, a esta gama o rango de concentraciones se le denomina Rango de Inflamabilidad.

Para cada gas, o mezcla de gases, existe una cierta concentración que es exactamente la necesaria para que su combinación con el oxígeno produzca una reacción al 100% efectiva o de rendimiento total, en este punto es donde mayor y más notable se hace la intensidad con que se da el efecto de la ignición, y se le denomina punto de Mezcla Ideal (M.I.). Es en este punto donde la mezcla arde a la perfección, mientras que en los límites lo hace con cierta dificultad.

Si representamos de forma gráfica la curva del efecto del incendio sobre la concentración de combustible, obtendremos algo similar a lo representado en la figura.

### *Límites de Inflamabilidad*





A continuación se presenta la tabla donde se pueden apreciar algunos de los valores típicos de inflamabilidad de algunos gases.

Producto	Límite Inferior %	Mezcla ideal %	Límite Superior %
Acetileno	2,0	7,4	80
Butano (GLP)	1,8	3,0	9,0
Etano (Gas Natural)	3,0	5,4	12,5
Hidrogeno	4,0	28,8	76,0
Metano (Gas Natural)	5,0	9,0	15,0
Monóxido de Carbono	12,0	28,8	74,0
Gasolina	1,4	3,3	7,6

Tabla 3. Inflamabilidad de los gases

Si un compartimiento contiene un gas inflamable con aire, más una fuente de ignición, este solo puede arder si se da la condición que el gas/gases se encuentre dentro de su rango/rangos de inflamabilidad (es decir, entre el L.I.I y el L.S.I).

### 5.1.1. Límites de inflamabilidad

Son los límites máximo y mínimo de la concentración de un combustible dentro de un medio oxidante, por lo que la llama una vez iniciada, continúa propagándose a presión y temperatura específicas.

#### ► Límite inferior de inflamabilidad

Constituye la concentración de gas de incendio mínima necesaria para que éste se inflame en una reacción de combustión con el oxígeno. Al valor de esta concentración





con respecto al volumen total de gases en un recinto se le denomina como el Límite Inferior de Inflamabilidad (L.I.I) el cual se mide como porcentaje en volumen.

### ► **Límite superior de inflamabilidad**

Constituye la concentración de gas de incendio máxima necesaria para que este se inflame en una reacción de combustión con el oxígeno. Al valor de esta concentración con respecto al volumen total de gases en un recinto se le denomina como el Límite Superior de Inflamabilidad (L.S.I) si se excede la concentración del gas no es posible que exista combustión.

## **6. Factores que influyen en el rango de inflamabilidad**



Fundamentalmente son dos los factores que influyen en el rango de inflamabilidad:

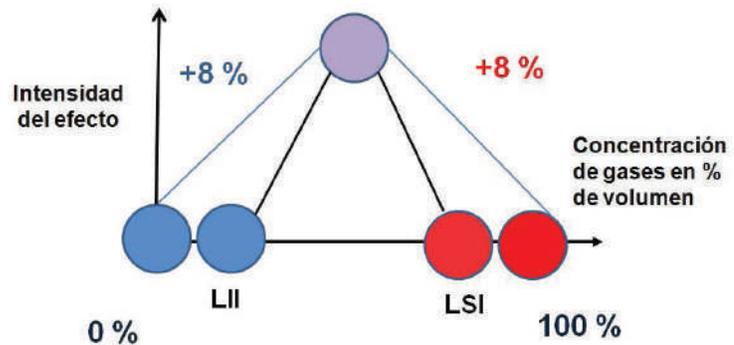
### **6.1. Efecto de la temperatura**

Este efecto es especialmente importante, ya que la temperatura afecta tanto al combustible como al comburente, de tal forma que el aumento de ésta actúa sobre dos factores: el de aporte de energía calorífica al combustible y la disminución del efecto refrigerante del aire excedente en el recinto.





De esta manera, cuando la temperatura aumenta, el rango de inflamabilidad también aumenta. El L.I.I. tiende a desplazarse a cero, mientras, en la misma proporción, el L.S.I. tiende a desplazarse a valores más elevados.



Variación del rango de inflamabilidad con la temperatura

Se estima que un aumento de temperatura de alrededor de  $100^{\circ}\text{C}$  es capaz de hacer disminuir el L.I.I. en un 8% y de elevar el L.S.I. en una proporción igual.

### 6.2. Efecto de la concentración de oxígeno

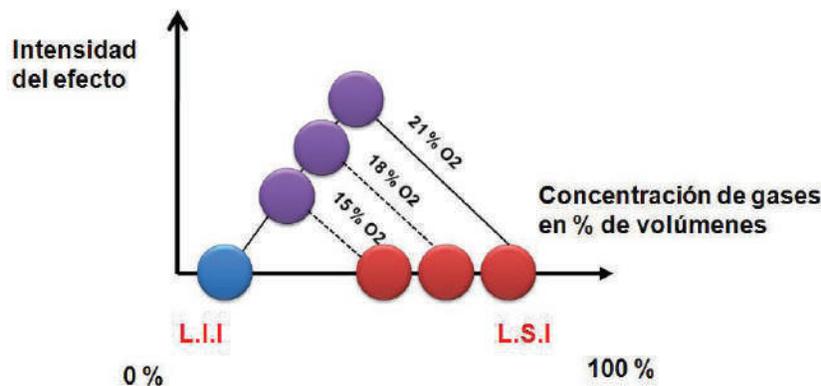
A diferencia de la temperatura, la variación en la concentración de oxígeno afecta los límites de inflamabilidad de forma distinta, y la implicación es clara, si hemos definido la mezcla ideal como la cantidad de combustible que un volumen de aire puede quemar y si el volumen de oxígeno contenido en el mismo se reduce, lógicamente la cantidad de combustible que pueda arder será menor, es decir el valor de la mezcla ideal se reduce.

Este efecto afecta de manera distinta a los dos límites. Por una parte en el L.I.I la mezcla apenas es combustible, debido principalmente al efecto refrigerante del aire circundante en exceso. Si el contenido de oxígeno en el aire es normal o bajo, apenas va a influir en el inicio de la combustión ya que las concentraciones de oxígeno en las proximidades de este límite están en exceso. Todo se limitará a que una cantidad mínima de oxígeno esté presente para que la pequeña cantidad de combustible existente comience a arder.





Desde el punto de vista del L.S.I., el descenso de la concentración de oxígeno provocará un descenso del valor de la mezcla ideal de forma lineal, es decir entre menor sea la cantidad de oxígeno disponible más descenderá el valor de la mezcla ideal y en consecuencia el descenso del L.S.I. será aún más rápido, de tal forma que cuando la mezcla ideal y el L.S.I. coincidan con el L.I.I., no se producirá la inflamación.



Variación del rango de inflamabilidad con la concentración de oxígeno.

### ► Conceptos Claves

#### Punto de llama o de inflamación

Temperatura mínima a la cual una sustancia desprende vapores en cantidades suficientes para formar una mezcla inflamable.

#### Rango de inflamabilidad o límites de inflamabilidad o explosividad

Para que sea posible la ignición, debe existir una concentración de combustible suficiente en la atmósfera oxidante dada. Una vez ésta comienza, mantener el estado de combustión exige un suministro continuo de combustible y agente oxidante.





## Límites de inflamabilidad

Límite de inflamabilidad. Límites superior e inferior de concentración, a una temperatura y presión dadas, de gases inflamables o vapores de líquidos inflamables en el aire, expresados en porcentaje de combustible por volumen entre los cuales son capaces de arder.

## Punto de ignición o punto de incendio

Es la temperatura más baja a que un líquido contenido en un recipiente abierto comienza a emitir vapores con suficiente velocidad para propiciar la combustión continuada. El punto de incendio está generalmente unos pocos grados por encima del punto de inflamación.

# 7. Clasificación de los incendios



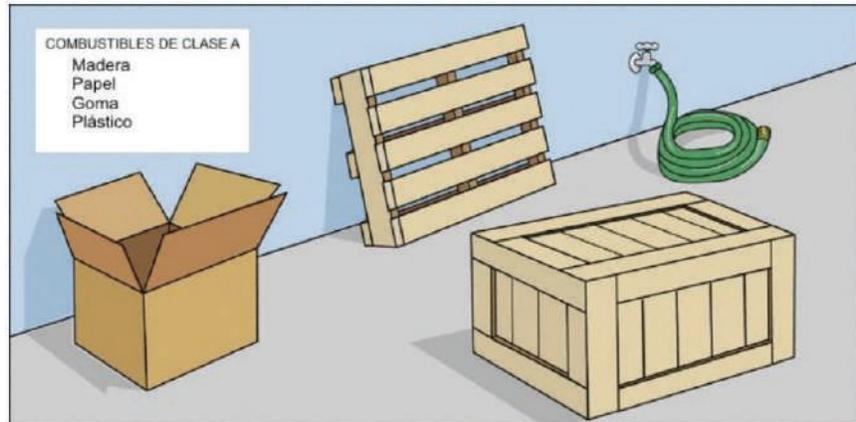
Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá





► **Incendios de clase A**

Intervienen materiales combustibles normales como la madera, la ropa, la goma y gran número de plásticos. El método más eficaz para la extinción de estos incendios es por medio de enfriamiento con la aplicación de agua.



► **Incendios de clase B**

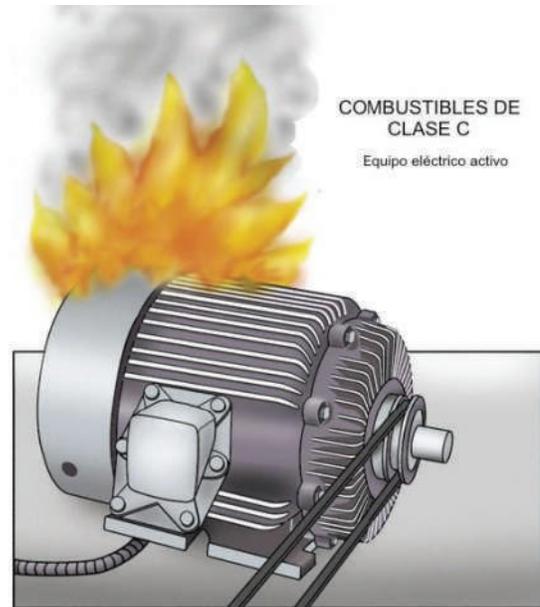
Implican líquidos y gases inflamables y combustibles como la gasolina, el aceite, la laca, alcoholes minerales, entre otros. Para el combate de estos incendios lo más efectivo es el método de sofocación, otro método de extinción incluye la supresión del combustible, el enfriamiento cuando sea posible o la interrupción de la reacción en cadena con agentes químicos secos.





### ► Incendios de clase C

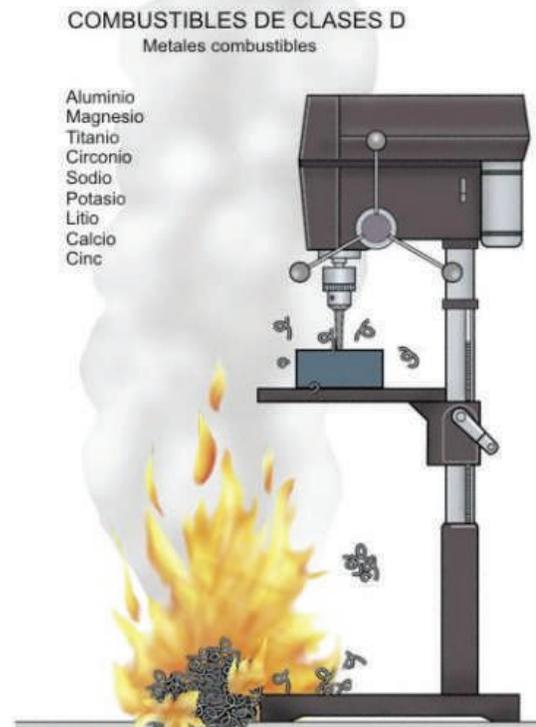
Implican equipos eléctricos energizados. Estos incendios se pueden controlar mediante un agente extintor no conductor como el halón, un agente químico seco o el dióxido de carbono. El procedimiento de extinción más rápido es quitar la energía de los circuitos de alto voltaje y posteriormente combatir el incendio de forma apropiada según el combustible implicado.



### ► Incendios de clase D

Implican metales combustibles como el aluminio, magnesio, titanio, circonio, sodio y potasio. Estos materiales son especialmente peligrosos cuando se encuentran en polvo. Las concentraciones adecuadas en el aire de polvos de metales pueden causar potentes explosiones si existe una fuente de ignición adecuada.

La extremada temperatura que alcanzan algunos metales cuando arden hace que el agua y otros agentes extintores sean ineficaces.





► **Incendios de clase K**

- Hacen parte de este tipo de incendio las grasas, animales y vegetales.
- Arden a temperaturas superficiales muy altas.



## 8. Calor y temperatura



Foto: U.A.E. Cuerpo Oficial de Bomberos de Bogotá





**El calor** es la energía que se transfiere de un cuerpo a otro cuando las temperaturas de los cuerpos son diferentes. El calor es la forma de energía más común de la tierra. **La temperatura** es un indicador de calor y se utiliza como medida para determinar hasta qué punto un objeto está frío o caliente, la energía hace que la reacción de combustión se presente de los siguientes modos:

- Provoca la pirólisis o vaporización.
- Proporciona la energía necesaria para la ignición.
- Causa la producción e ignición continua de los vapores o gases combustibles.
- La energía química, eléctrica y mecánica son las fuentes más comunes de calor.

### **-Energía química**

La energía se libera como resultado de una reacción química, por ejemplo una combustión.

Es la fuente de calor más habitual. Cuando un combustible está en contacto con el oxígeno se produce la oxidación. Este proceso casi siempre produce calor.

La autoinflamación (también conocida como calentamiento espontáneo) es una forma de energía calórica química que se produce cuando la temperatura de un material se incrementa sin que intervenga calor externo.

Para que exista una ignición espontánea se deben dar las siguientes condiciones:

- 1.** La tasa de producción de calor debe ser lo suficientemente alta para incrementar la temperatura del material.





2. El suministro de aire disponible en el material que se calienta y a su alrededor debe ser el adecuado para que la combustión exista.
3. Las propiedades de aislamiento del material que rodea inmediatamente el combustible deben ser tales que el calor generado no se disipe.

### - Energía calorífica

Es energía que se transfiere entre dos cuerpos con temperatura diferente, por ejemplo el sol y la tierra.

### -Energía eléctrica

La energía que se desarrolla cuando los electrones pasan por un conductor.

### -Energía calorífica eléctrica

Puede generar temperaturas lo suficientemente altas como para hacer prender los materiales combustibles cerca del área calentada. El calentamiento eléctrico se puede producir por:

- Flujo de corriente a través de una resistencia.
- Sobre corriente o sobrecarga.
- Formación de arco eléctrico.
- Chispas.
- Electricidad estática.
- Rayos.





### **-Energía calorífica mecánica**

La energía que posee un objeto en movimiento, por ejemplo, una roca que baja rodando por una montaña.

Se genera por fricción y compresión. El calor por fricción se genera por el movimiento de dos superficies la una contra la otra. Este movimiento provoca que se genere calor y/o chispas. El calor de compresión se genera cuando un gas se comprime. Los motores diesel utilizan este principio para encender.

### **-Energía luminosa**

Radiación visible producida a nivel atómico, por ejemplo una llama que se origina durante la reacción de combustión.

### **-Energía calorífica nuclear**

Se genera cuando se separan (fisión) o se combinan (fusión) los átomos. El calor del sol (la energía solar) es producto de una reacción de fusión, por lo que es una forma de energía nuclear.





## 9. Transmisión de calor



El calor se transfiere de los objetos de más temperatura a los objetos de menos temperatura. Cuan más grande sea la diferencia de temperatura entre los cuerpos mayor será la tasa de transferencia.

Se puede trasmitir el calor de un cuerpo a otro mediante tres métodos:

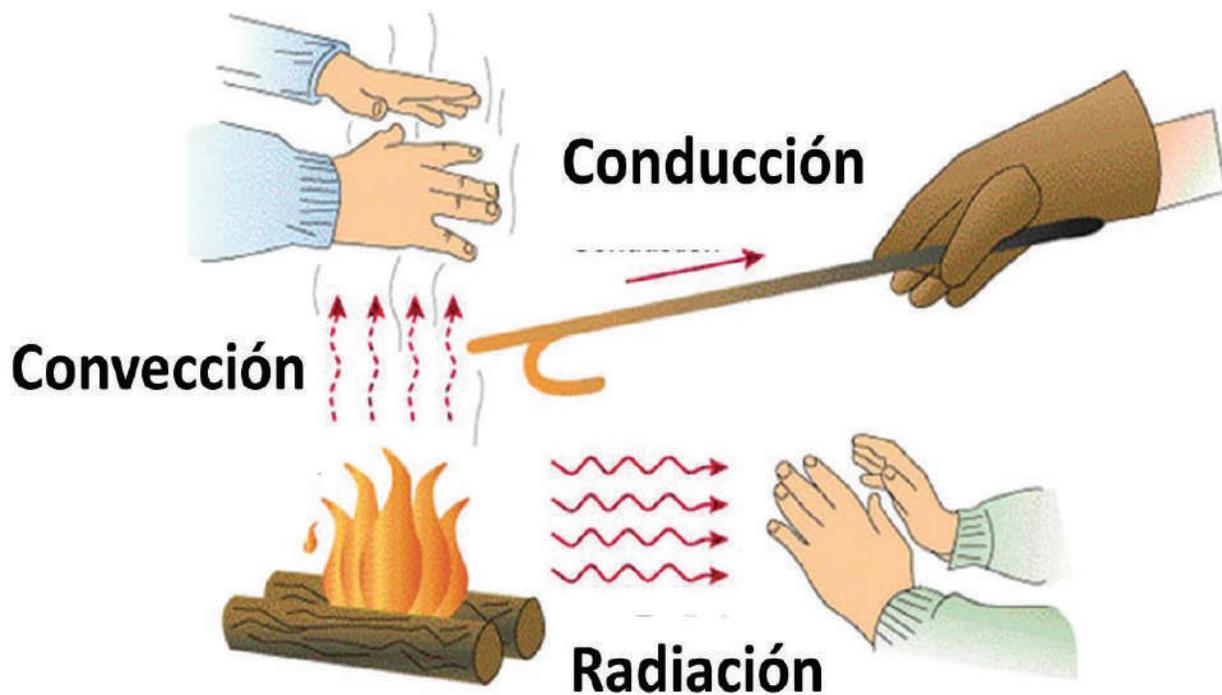


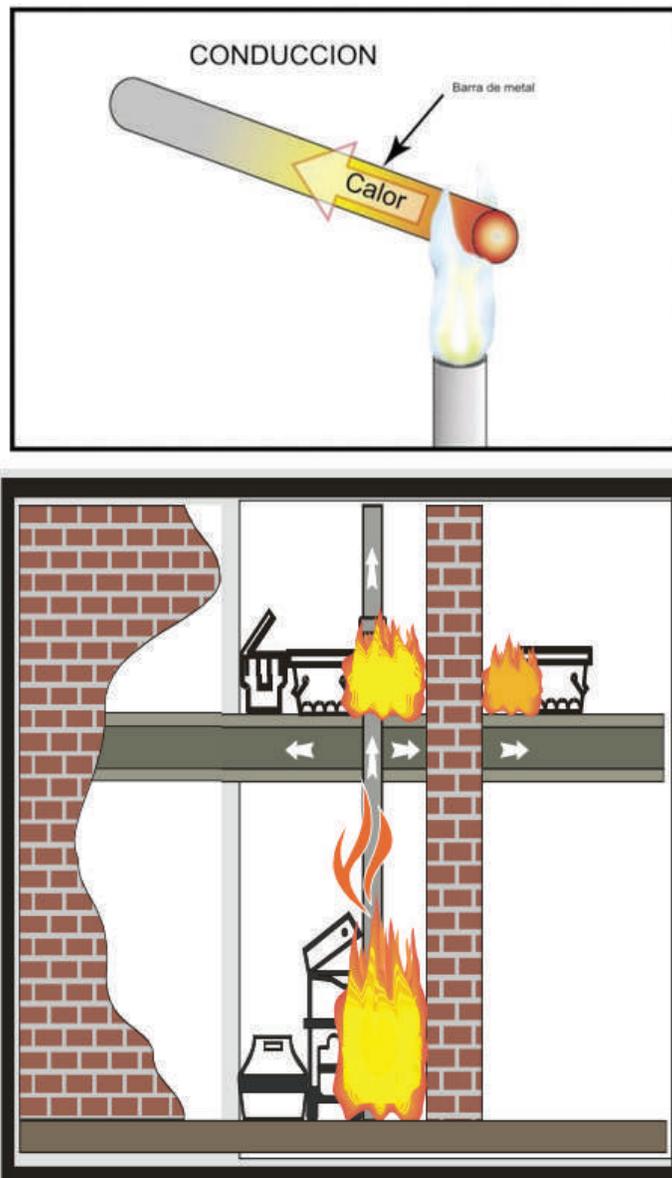
Imagen tomada de <http://esquemat.es/>





## 9.1. Conducción

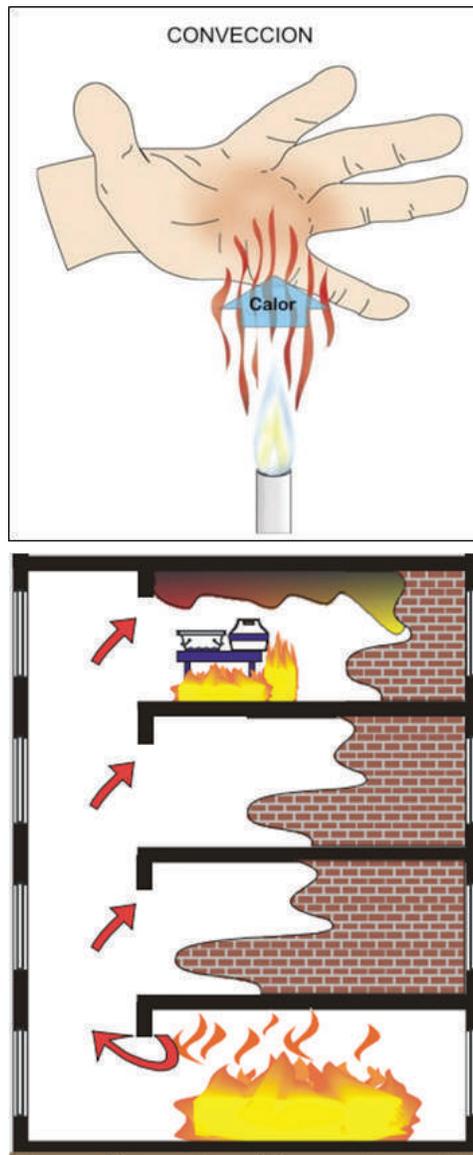
Es la transmisión punto a punto de la energía calórica. La conducción se produce cuando un cuerpo se calienta como resultado del contacto directo con una fuente de calor.





## 9.2. Convección

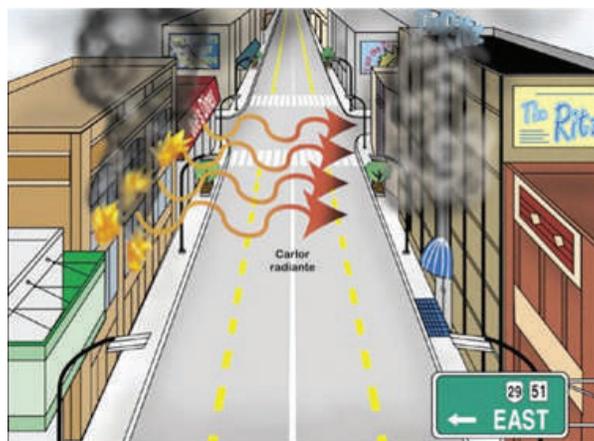
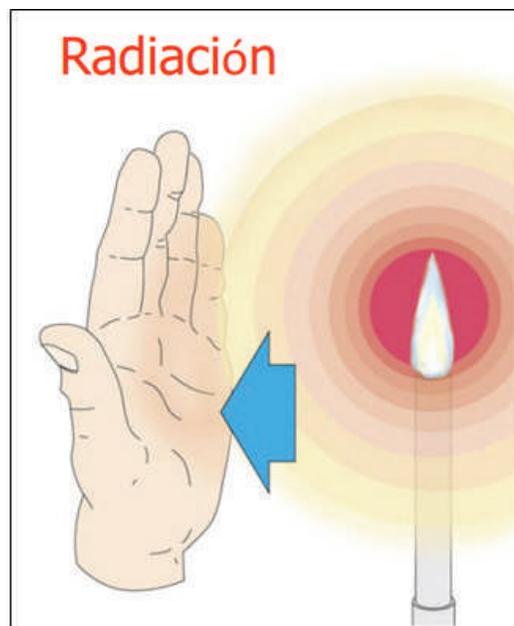
Es la transferencia de energía calorífica por el movimiento de líquidos y gases calientes. Cuando el calor se transfiere por convección, se produce un movimiento o circulación de un fluido.





### 9.3. Radiación

Es la transmisión de energía a modo de onda electromagnética sin que intervenga ningún medio. Dado que se trata de una onda electromagnética, la energía viaja en línea recta a la velocidad de la luz. Todos los objetos calientes irradian calor. El mejor ejemplo de transferencia de calor por radiación es el calor del sol.





## 10. Reacción en cadena



Es una secuencia de reacciones en las que un producto o subproducto reactivo produce reacciones adicionales, o se podría definir en la que los primeros átomos que reaccionan liberan partículas dotadas de energía suficientes para que la reacción continúe en átomos vecinos.

### 10.1. Agentes pasivos

Como se ha mencionado anteriormente, existen tres caras para el triángulo del fuego, lo cual requiere que el combustible, el calor y el oxígeno deben estar presentes para que la combustión ocurra. Sin embargo existe un factor más que afectará al triángulo. Este factor puede denominarse como “agentes pasivos”.

Los agentes pasivos o “pasivos” como comúnmente se les denomina, están presentes en cualquier proceso de combustión y no toman parte en la reacción química de combustión. Pero el hecho de que absorberán o robarán la energía (calor) afectará sobre el comportamiento del fuego.





Ejemplos de agentes pasivos:

**Gases no inflamables.** Dióxido de carbono, vapor de agua.

**Hollín.** Partículas de carbón.

**Agua.** Temperatura y humedad.

**Nitrógeno.** Un componente que permanece inerte a través de la combustión.

## 11. Tipos de Llama



La apariencia de la llama producida por la combustión de una sustancia puede facilitar información al bombero acerca de la eficacia del proceso de combustión. En estas notas dividiremos la apariencia de la llama en dos tipos: Llamas de difusión y premezcladas.

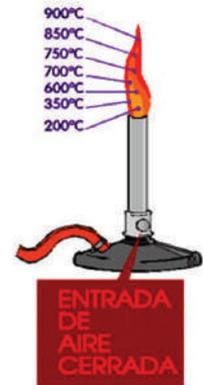
### 11.1. Llamas de difusión

El oxígeno, vital para la combustión, es arrastrado desde el área circundante a la llama. Todos hemos visto este tipo de llama cientos de veces, la de una vela por ejemplo.



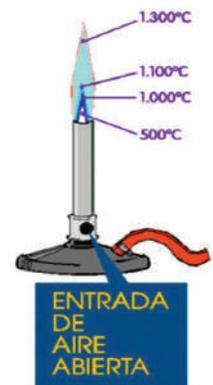


Ahora podemos considerar el hecho de que el rendimiento en el proceso de combustión de una vela es del 25%, teniendo esto en cuenta, podemos imaginar un incendio de intensidad media en una sala de estar donde existe un sofá quemándose y produciendo llamas de difusión, ahora sabemos que ésta combustión relativamente ineficiente está liberando grandes cantidades de combustible sin quemar en el interior de la habitación.



### 11.2. Llamas premezcladas

Tienen como característica principal que el combustible y el oxidante se encuentran en la misma corriente antes de producirse la combustión, aumentando considerablemente la eficacia de la mezcla, lo cual se demuestra por el color, temperatura y velocidad de la llama. La cantidad de combustible sin quemar se reduce de forma drástica.



Llamas Premezcladas	Llamas de Difusión
Gases mezclados antes de la ignición	Gases no mezclados antes de la ignición
Combustión completa	Combustión incompleta
Llama más caliente la cual puede distinguirse por:	Llama más fría la cual puede distinguirse por:
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <u>El color de la llama Azul</u></li> <li>✓ <u>Mayor ruido</u></li> <li>✓ <u>Llama más estable pero más difícil de delimitar su borde debido a lo borroso de su perfil</u></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ <u>El color de la llama es naranja o/y rojo</u></li> <li>✓ <u>Menor ruido</u></li> <li>✓ <u>Perfil definido de la llama</u></li> </ul>

Tabla 4. Tipo de llamas y sus características





## 12. Desarrollo del fuego

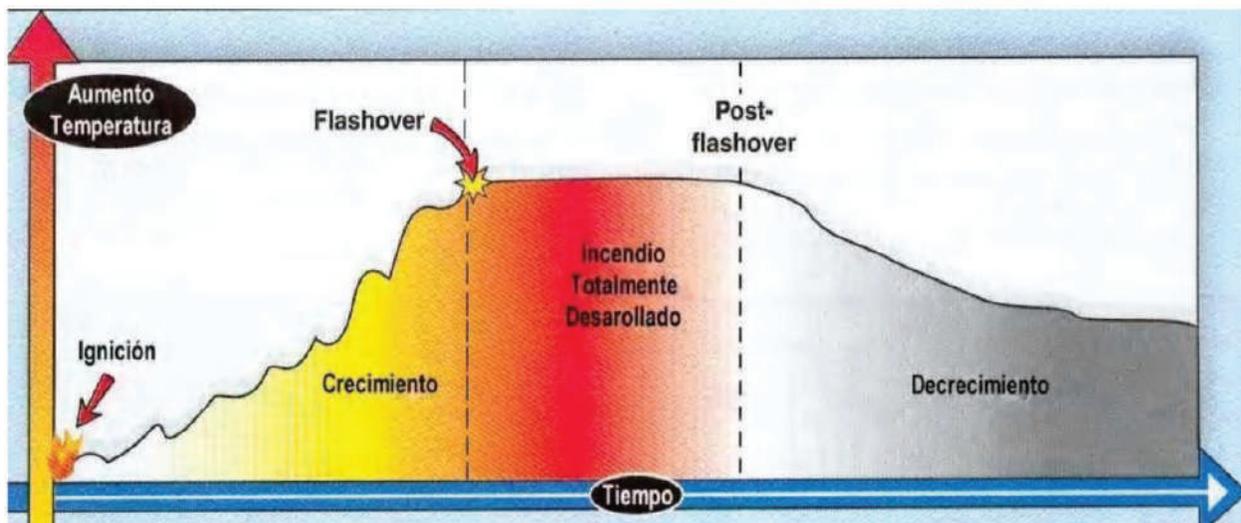


Figura 5.1: Curva Típica de Incendio

Cuando los cuatro componentes del tetraedro están presentes se produce la ignición.

El desarrollo de un incendio al interior es más complejo que en los espacios abiertos. Estos incendios se describen según las fases en que se presentan. Actualmente las fases son:





## 12.1. Ignición

Es el periodo en el cual los cuatro elementos del tetraedro coinciden y se inicia la combustión. En este punto el incendio es pequeño y afecta únicamente al material que se enciende primero (combustible).

## 12.2. Crecimiento

Se empieza a formar un penacho del incendio sobre el combustible que arde. Mientras el penacho se desarrolla empieza a atraer o arrastrar aire desde el espacio circundante a la columna. A medida que los gases calientes se elevan estos comienzan a propagarse al exterior cuando tocan el techo. Los gases continúan diseminándose hasta tocar las paredes de la habitación. La fase de crecimiento continuará si hay oxígeno y combustible disponible.

## 12.3. Flashover

Es la etapa de transición entre el crecimiento y el desarrollo completo de las fases del incendio. Durante esta fase las condiciones en la habitación cambian rápidamente a medida que el incendio pasa de quemar los materiales que se encienden primero a quemar todas las superficies de combustible expuestas en la habitación. La capa de gas caliente que se genera en el techo durante la fase de crecimiento causa un calor radiante en los materiales de combustible situados lejos del origen del incendio. Este calor radiante produce la pirólisis en los materiales combustibles. Los gases que se generan se calientan hasta alcanzar la temperatura de ignición por la energía radiante de la capa de gas en el techo.





## Fuegos interiores y combustión súbita generalizada



- Combustibles que arden inicialmente y combustibles secundarios.
- Capa fina de humo en techo desplazándose horizontalmente.
- Si existe detector de humo responderán.
- Oxígeno inalterable.



Imágenes ajustadas por Carlos Armando Oviedo Sabogal – NFPA 921 – ATF - USA



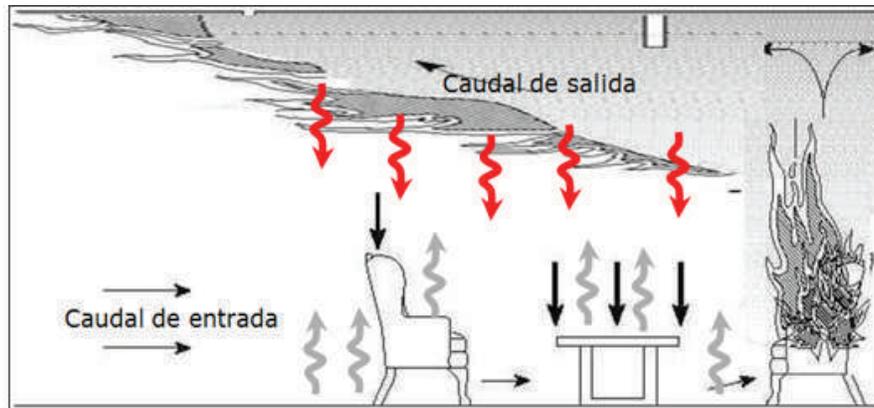


- Aumento de la llama - Descenso capa de humo.
- Temperatura de gases y humos seguirá en aumento.
- Calor radiante empezara a calentar combustibles secundarios.
- Aire rico en oxigeno es absorbido hacia las llamas formado corrientes.



Imágenes ajustadas por Carlos Armando Oviedo Sabogal – NFPA 921 – ATF - USA





El calor radiante (flechas rojas) de las capas de gas caliente del techo calientan los materiales combustibles, lo que produce la pirolisis flechas grises.

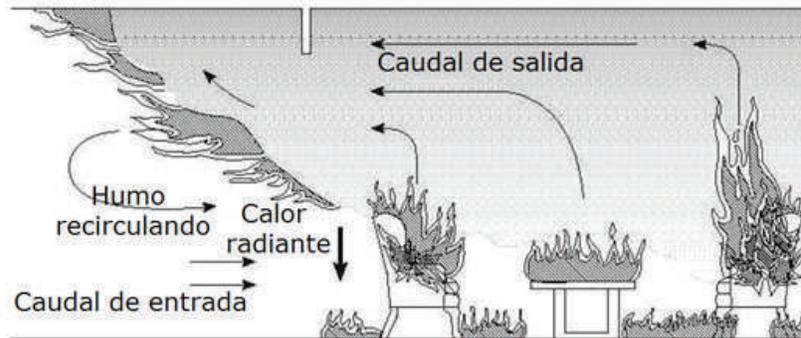


Imágenes ajustadas por Carlos Armando Oviedo Sabogal – NFPA 921 – ATF - USA





## Combustión súbita generalizada o Flashover



Es el paso de un estado en que el fuego esta dominado por la combustión del primer elemento que ha ardiado, a otro en que arden todos los elementos de la habitación. "Denominado implicación total de la habitación"



Imágenes ajustadas por Carlos Armando Oviedo Sabogal – NFPA 921 – ATF - USA





## 12.4. Desarrollo completo

Tiene lugar cuando todos los materiales combustibles de un compartimiento se ven afectados por el fuego. Durante este periodo de tiempo los combustibles que arden liberan la máxima cantidad de calor posible y liberan grandes volúmenes de gases.

## 12.5. Disminución

A medida que el incendio consume el combustible disponible en el compartimiento, la tasa de liberación de calor empieza a disminuir. El incendio se convierte en un incendio controlado a nivel de combustible. La cantidad de fuego disminuye y las temperaturas del compartimiento empiezan a reducirse.



Imágenes ajustadas por Carlos Armando Oviedo Sabogal – ATF - USA





## 13. Factores que afectan el desarrollo del fuego



A medida que el incendio avanza de la fase de ignición a la fase de disminución, hay factores que afectan su comportamiento y desarrollo:

- El tamaño, número y organización de las aperturas de ventilación.
- El volumen del compartimiento.
- Las propiedades térmicas de los cierres de los compartimientos.
- La altura del techo del compartimiento.
- El tamaño, la composición y la ubicación del material combustible que se enciende primero.
- La disponibilidad y las ubicaciones de los combustibles adicionales.





## 14. Consideraciones especiales en incendios



Durante el desarrollo de un incendio existen varias condiciones que deben ser tenidas en cuenta:

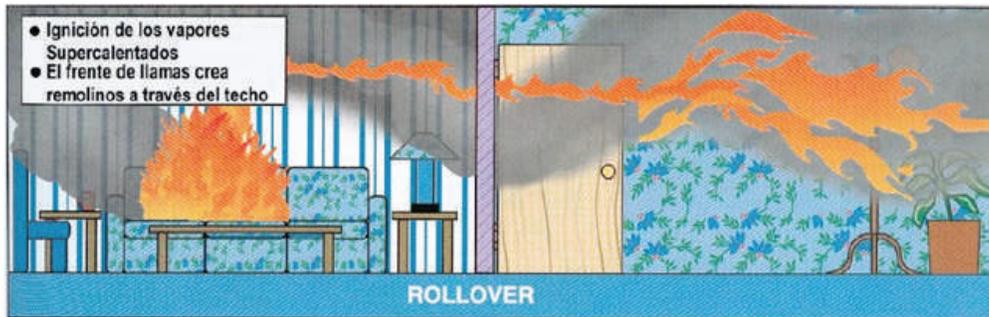
### 14.1. Flameover / Rollover

Describen una situación en la que las llamas se mueven a través o a lo largo de los gases no quemados durante la progresión de un incendio.

El Rollover se distingue del Flashover (explosión espontánea tipo flamazo) porque solo implica a los gases del fuego y no a las superficies de otros combustibles del compartimiento.

Esta situación se puede producir durante la fase de crecimiento mientras la capa de gas caliente se forma en el techo del compartimiento. Se observan llamas en la capa de gas cuando estos alcanzan la temperatura de ignición.





Imágenes ajustadas por Carlos Armando Oviedo Sabogal –  
ATF – USA y Flashover Desarrollo y control



### ► Capas térmicas de los gases

Se refiere a la tendencia que tienen los gases de formar capas según la temperatura. Es la estratificación del calor y el equilibrio térmico. Los gases más calientes suelen estar en la capa superior, mientras que los gases más fríos se forman en las capas inferiores. El humo (una mezcla calentada de aire, gases y partículas), se eleva.

Las capas térmicas son vitales para las actividades de protección contra incendios.

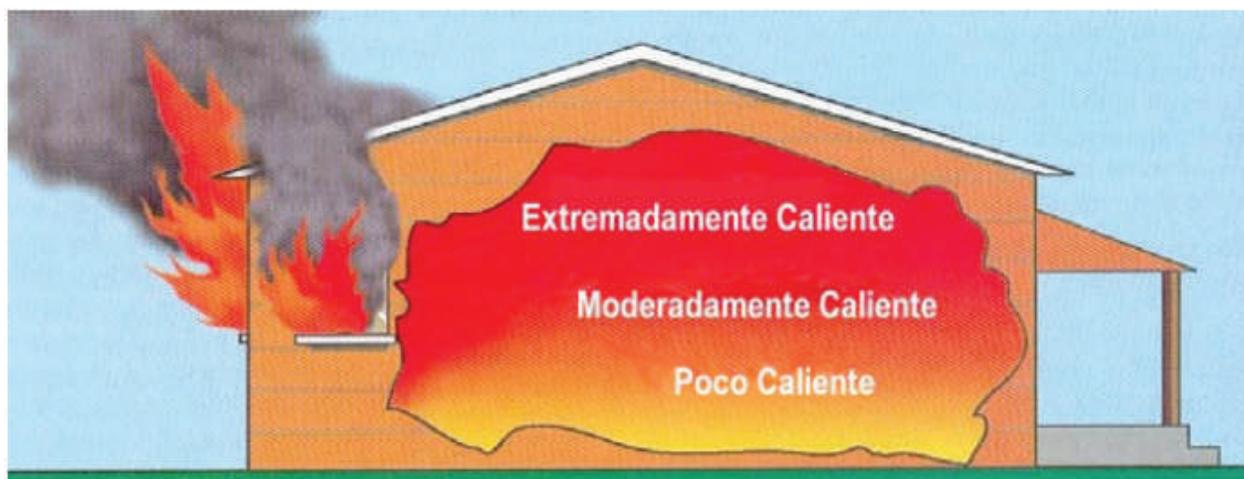
Cuanto más se permita que el aire y los gases más calientes salgan, más seguros serán los niveles inferiores para los bomberos.





Estas capas normales en los gases más calientes, situadas arriba y fuera de la abertura de ventilación, pueden suprimirse si se aplica agua directamente sobre las capas. Esta mezcla en forma de humo y vapor destruye las capas térmicas normales y los gases calientes se mezclan por todo el compartimiento. Este proceso se denomina destrucción del equilibrio térmico.

Un gran número de bomberos han resultado quemados al producirse una destrucción de las capas térmicas. El procedimiento adecuado frente a estas condiciones es ventilar el compartimiento, permitir que los gases calientes escapen y dirigir el chorro hacia la base del fuego, manteniéndolo alejado de los gases calientes superiores. Otra forma es, desde la entrada del compartimiento, antes de ingresar, disparar chorros sólidos intermitentes, esperar a que descienda el vapor e ingresar a hacer un ataque directo hacia la base del fuego.





## 14.2. Explosión de humo

A medida que el incendio crece, grandes volúmenes de calor, humo y gases del fuego sin quemar pueden acumularse en los espacios no ventilados. Estos gases pueden encontrarse a temperaturas de ignición o superior, pero carecen del suficiente oxígeno para encenderse. Cualquier acción durante las operaciones que permita que el aire se mezcle con estos gases calientes puede provocar una ignición explosiva o explosión de humo (en inglés Backdraft).

Las siguientes características pueden indicar una condición para que ocurra una explosión de humo:

- Humo bajo presión saliendo de aberturas pequeñas.
- Humo negro convirtiéndose de un color grisáceo amarillento y denso.
- Aislamiento del incendio y calor excesivo.
- Llamas pequeñas o invisibles.
- Humo que sale del edificio en bocanadas o en intervalos (similar a la respiración).
- Ventanas manchadas por el humo.

La probabilidad que ocurra una explosión de humo se puede reducir con una ventilación vertical apropiada (abriendo el punto más alto posible).





### 14.3. Efectos por falta de oxígeno

- 16% desorientación, pérdida de la capacidad de análisis.
- 14% falla de la capacidad de análisis fatiga rápida.
- 12% mareo dolor de cabeza y fatiga.
- 12% mareo dolor de cabeza y fatiga.
- 8% falla mental y desmayo.
- 6% dificultad respiratoria y muerte.





### 14.3.1. Insuficiencia de oxígeno

Cuando el contenido de oxígeno en el aire desciende desde su nivel normal de aproximadamente 21% a un 15% la destreza muscular de la persona queda disminuida (anoxia); si desciende más (entre el 14 y 10%) la persona todavía consciente, es incapaz de razonar juiciosamente (aunque la víctima no se aperciba); si desciende entre el 10% y el 6% la persona pierde el conocimiento, aunque aún es posible revivirle con aire fresco y oxígeno. Durante los periodos de esfuerzo físico y el agotamiento consiguiente, las demandas de oxígeno aumentan, con lo que pueden aparecer síntomas de deficiencia de oxígeno en porcentajes mucho más altos.

### 14.3.2. Gases de combustión

Son los gases que permanecen en el aire al reducirse los productos de la combustión a sus temperaturas normales. La mayor parte de las materias combustibles contienen carbono y, al quemarse, forman anhídrido carbónico si la concentración de aire es suficiente, pero puede formar monóxido de carbono si dicha concentración es pobre. En general, salvo cuando hay previamente una mezcla de aire y combustible, la concentración de aire en la zona suele ser baja. Por lo demás, al quemarse los materiales pueden formarse otros gases como:

#### ► Monóxido de carbono

Origen: todos los incendios, combustión incompleta.

Efectos fisiológicos: Hipoxia cerebral.





➤ **Cloruro de hidrógeno**

Origen: todos los plásticos, PVC, cloruro de polivinilo.

Efectos fisiológicos: obstrucción e inflamación de las vías respiratorias.

➤ **Cianuro de hidrogeno**

Origen: lana, espuma, caucho, papel.

Efectos fisiológicos: interfiere con la respiración a nivel celular.

➤ **CO2 Bióxido de carbono**

Origen: resultante de la combustión completa de materiales carboníferos.

Efectos fisiológicos: Incremento en la respiración 12% 120000 p.m. muerte a los pocos minutos por parálisis del centro respiratorio cerebral.

## 15. Productos de la combustión



Cuando un material (combustible) se enciende, el mismo experimenta un cambio químico. Ninguno de los elementos que constituyen el material son destruidos en el proceso, pero toda la materia es transformada en otra forma o estado, aun cuando se encuentren dispersos. Cuando un combustible se enciende se generan cuatro productos de combustión: gases, llama, calor y humo.





### ► Calor

Es una forma de energía que es medida en grados de temperatura para significar su intensidad. En este sentido, el calor es el producto de la combustión, responsable por la propagación del incendio. En sentido fisiológico, es el causante directo de las quemaduras y otras formas de lesiones personales, lesiones a las vías respiratorias, además de las quemaduras. Las lesiones causadas por el calor incluyen la deshidratación, agotamiento. Algunos materiales emiten más humo que otros.

### ► Llamas

Es lo visible, el cuerpo luminoso de un gas en combustión. Cuando un gas en combustión se combina con la adecuada cantidad de oxígeno, la llama se hace más caliente y menos luminosa. Esta pérdida de luminosidad se debe a la completa combustión del carbón. Por esta razón, la llama es considerada como producto de la combustión.

### ► Humo

Encontrado en la mayoría de los incendios, consiste en una mezcla de oxígeno, nitrógeno, bióxido de carbono, monóxido de carbono, diminutas partículas de carbón y productos derivados que han sido liberados de los materiales involucrados.

Los combustibles líquidos por lo general producen un denso humo negro. Los aceites, pinturas, barnices, melazas, azúcar, gomas, azufre y muchos plásticos también emiten grandes cantidades de humo negro.





El humo causa:

- ▶ Irritación en las vías respiratorias y en los ojos.
- ▶ Lesiones en el sistema respiratorio.

## 16. Teoría de la extinción de incendios



El incendio se extingue limitando o interrumpiendo uno o más elementos de la combustión. Un incendio se extingue por:

### ▶ **Enfriamiento**

Uno de los métodos más comunes de extinción es el enfriamiento con agua. Este proceso depende de la reducción de temperatura de un combustible hasta un punto en el que no produzca suficiente vapor para arder.

Sin embargo el enfriamiento con agua no puede reducir suficientemente la producción de vapor.

El uso del agua para enfriamiento es el método más efectivo para la extinción de incendios incandescentes. Para extinguir un incendio mediante la reducción de la temperatura, se debe aplicar suficiente agua al combustible que arde.





### ► **Eliminación del combustible**

La fuente del combustible puede suprimirse deteniendo el flujo del combustible líquido o gaseoso, o suprimiendo el combustible sólido en el camino del incendio. Otro método para suprimir el combustible es dejar que el combustible arda hasta consumirse.

### ► **Dilución de oxígeno**

El contenido del oxígeno se puede reducir inundando un área con un gas inerte, como el dióxido de carbono, que desplaza el oxígeno e interrumpe el proceso de la combustión. El oxígeno también puede separarse del combustible expandiendo una capa de espuma sobre el combustible. Ninguno de estos métodos funciona en combustibles que se auto oxidan.

### ► **Inhibición de la reacción química en cadena**

Los agentes extintores tales como algunos agentes químicos secos y halógenos interrumpen la reacción de combustión y detienen las llamas. Este método de extinción es efectivo para los combustibles gaseosos y líquidos, porque deben tener llama para arder.





## 17. Ejercicios propuestos

El aspirante deberá realizar las siguientes actividades:

- ▶ Pirólisis.
- ▶ Vaporización.
- ▶ Punto de inflamación.
- ▶ Desplazamiento de los gases.
- ▶ Demostración contenedor.

### Bibliografía

-Hall, R (1999). Asociación internacional de formación de bomberos. Fundamentos de la lucha contra incendios. Cuarta edición. Biblioteca del Congreso. EE.UU.

-[www.ccsso.ca](http://www.ccsso.ca).

-IFSTA International Fire Service Training Association.





[Honor, Valor, Disciplina]

# U.A.E. CUERPO OFICIAL **BOMBEROS** BOGOTÁ D.C.

Código: MAN-GTH-2

Versión: 1

Fecha: Agosto de 2014