



ACADEMIA NACIONAL

PROCEDIMIENTO DE ENTRENAMIENTO ESTÁNDAR



GUÍA DE ENTRENAMIENTO N°1  
**EL FUEGO Y LOS INCENDIOS**

## TEORÍA DEL FUEGO

La **observación y estudio sobre el fuego** han ampliado el conocimiento sobre este elemento de la naturaleza, lo que **nos permite como bomberas y bomberos entender mejor su comportamiento en una emergencia** y, por lo tanto, predecir su desarrollo para tomar decisiones al respecto.



Triángulo del fuego



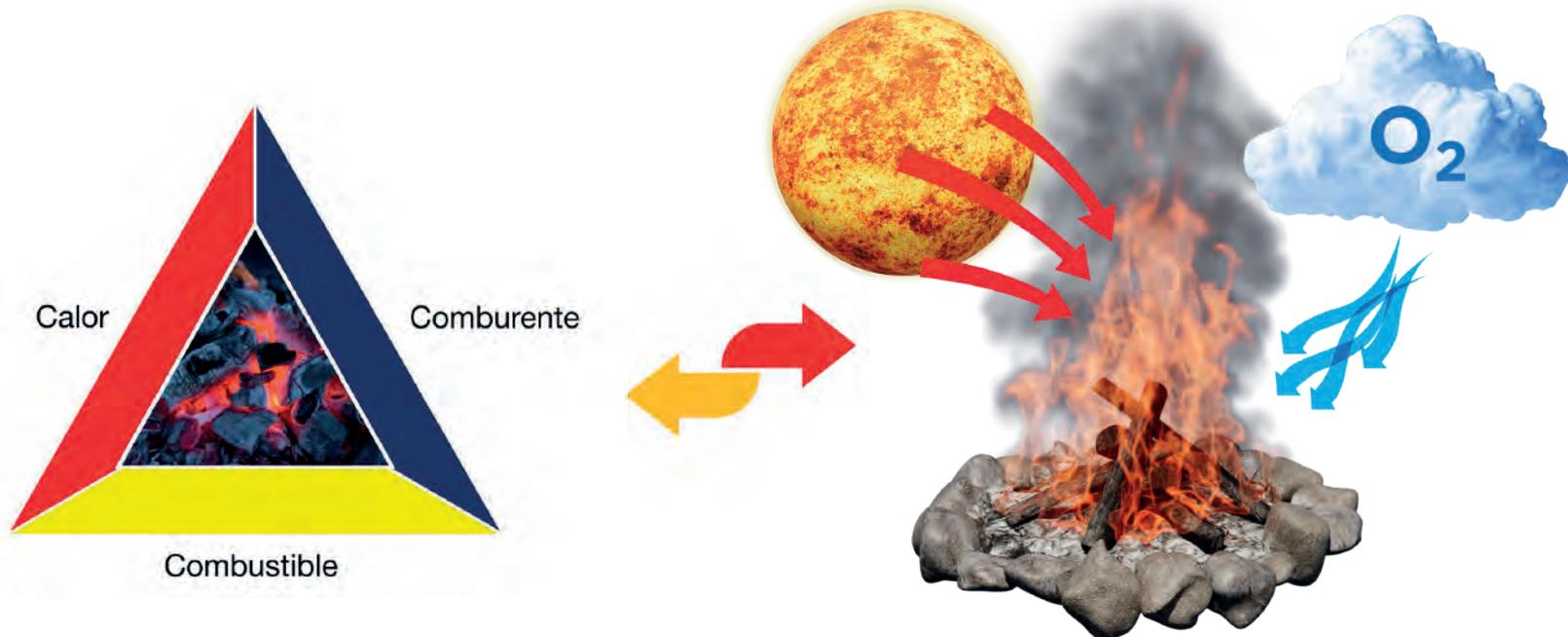
Tetraedro del fuego

## TRIÁNGULO DEL FUEGO

El modelo geométrico del triángulo del fuego plantea que **la combustión se genera cuando se mezcla un elemento combustible con un comburente (oxidante) y recibe energía de una fuente de ignición (calor)**. Sin embargo, **la energía liberada de esta combustión no genera llamas**, ya que no es suficiente como para generar un cambio de estado autosostenido que avance a través del material combustible.

### ¿Qué es el fuego?

Es una reacción química en la que forman parte el calor, combustible, comburentes y la reacción en cadena. En la norma NFPA 921 (2024) el fuego se define como un **“proceso de oxidación rápida con producción de luz y calor de distinta intensidad”**.



## TETRAEDRO DEL FUEGO

La principal diferencia entre la teoría del triángulo del fuego y del tetraedro del fuego es que en **el triángulo no hay presencia de llamas, mientras que en el tetraedro sí**. Esto se produce cuando la energía liberada es suficiente como para que la combustión se autosostenga y avance rápidamente por el combustible, manifestándose en llamas.

### COMBURENTE

Elemento que actúa como **agente oxidante** en la reacción química. No arde, pero hace arder un combustible. El comburente **más común es el oxígeno**.

### REACCIÓN EN CADENA

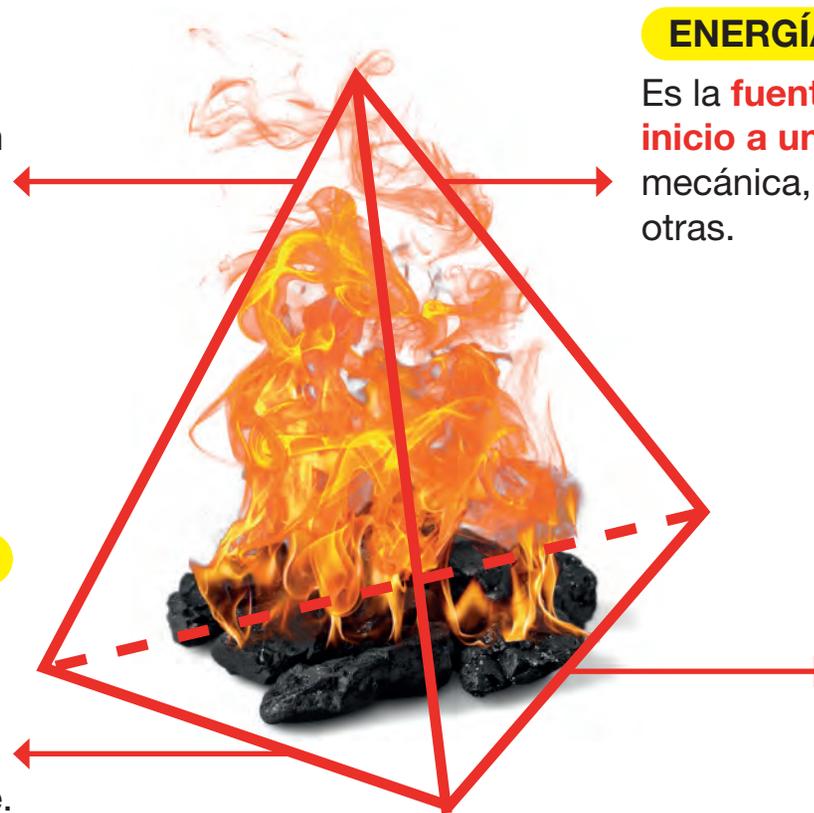
Se produce cuando la **energía liberada es suficiente como para que la combustión se autosostenga** y avance rápidamente por el combustible.

### ENERGÍA DE ACTIVACIÓN

Es la **fuerza de calor que puede dar inicio a una combustión**. Puede ser mecánica, eléctrica o química, entre otras.

### COMBUSTIBLE

Es todo **elemento que tiene la capacidad de arder**, pero las condiciones en las que lo hará dependerá de sus características y del estado físico en el que se encuentre (sólido, líquido, gaseoso o plasma).



## COMPONENTES DE LA COMBUSTIÓN

### Comburente

Es un elemento o sustancia que provoca la oxidación de un combustible. En presencia de energía de activación, permite que se genere la reacción química exotérmica.

El **oxígeno es el comburente más común** y está presente en nuestra atmósfera entre un **20,8%** a **21%**.

Cuando el porcentaje de oxígeno supera el 21% la combustión es más rápida, violenta y explosiva.

**+25% O<sub>2</sub> = explosivo**



Existen otros comburentes, como el **peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)**, el cual es utilizado en distintas industrias: se aplica para **blanquear textiles y papeles**, actúa como agente **oxidante en procesos metalúrgicos** en la minería, y en el ámbito agrícola se utiliza para eliminar la materia orgánica.



Industria textil



Industria papelera



Industria minera



Industria agrícola

# COMPONENTES DE LA COMBUSTIÓN

## Combustible

Es **todo elemento que tiene la capacidad de arder**, pero **las condiciones en que lo hará dependerá de sus características**, como la miscibilidad, peso específico, temperatura de gasificación, temperatura de ignición, densidad, etc, y del estado físico en el que se encuentre (sólido, líquido, gaseoso o plasma).

### SÓLIDO

Se caracterizan por tener una **forma estable**, dado que sus moléculas están más juntas. **Su densidad es determinante a la hora de comenzar a arder**; a menor densidad, mayor potencial tendrá el combustible de arder. Es por ello que algunos pulverizados sólidos tienden a arder violentamente.



## COMPONENTES DE LA COMBUSTIÓN

### Combustible



#### LÍQUIDO

Tienen volumen, pero no una forma estable. **Adoptan la forma del recipiente que los contiene** y tienden a derramarse.



#### GASEOSO

Los gases carecen de forma propia. Por ende, **toman la forma del contenedor donde son depositados a presión**, ejerciendo fuerza hacia el exterior.

# COMPONENTES DE LA COMBUSTIÓN

## Calor

El calor es una **forma de energía producida por la vibración de las moléculas que forman una sustancia**. Esta energía permite tanto la liberación de gases como la ignición del material, sea sólido, líquido o gaseoso. El calor siempre tenderá a transmitirse desde donde hay más material combustible hacia donde hay menos.

### ENERGÍA DE ACTIVACIÓN

El **calor es la energía de activación** que desencadena el ciclo de la combustión.

Las más comunes son:

**Eléctrica:** por resistencia, inducción, fuga, arco voltaico, estática o rayos.

**Química:** por descomposición, reacción, disolución y calor de combustión o espontáneo.

**Mecánica:** calor por compresión o por fricción, o chispas por fricción.

**Nuclear:** por fisión del núcleo del átomo, o por fusión de núcleos de átomos diferentes.



Eléctrica



Mecánica



Nuclear

## PROCESO DE LA COMBUSTIÓN

### Pirólisis

Para que los combustibles logren quemarse deben de pasar a un estado gaseoso.

**Los sólidos deben de calentarse y emitir gases para comenzar a arder**, lo cual se conoce como **pirólisis**. Es por esto que los materiales en estado sólido necesitan más energía para encender que los materiales en estado líquido o gaseoso.



### Vaporización

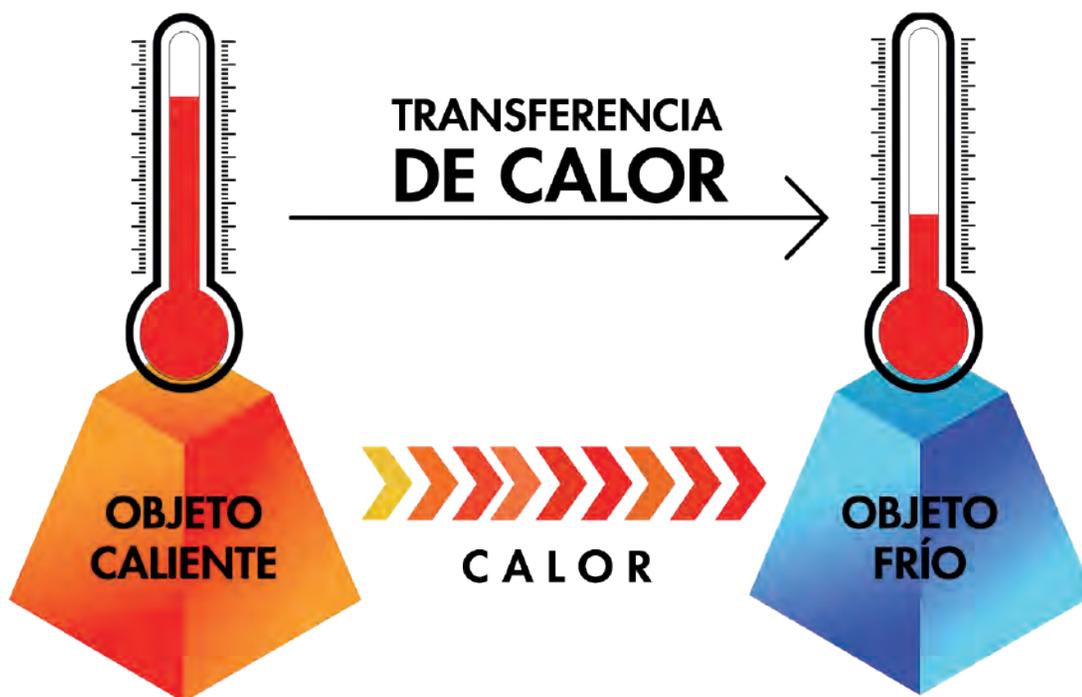
Los **líquidos** también **deben cambiar de estado** para poder quemarse. Este fenómeno se denomina **vaporización**.



Los **gases** y **vapores inflamables están en el estado físico ideal** para arder y no requieren cambiar de estado físico, por lo que comparativamente necesitan una menor energía de activación para encenderse.

## TRANSFERENCIA DE CALOR

La **transferencia de calor** es un fenómeno bastante común que **consiste en el intercambio de energía desde un objeto caliente hacia uno frío**. Se debe principalmente a la diferencia de temperatura que hay entre el elemento y sus alrededores. **Esta diferencia de temperatura fomenta el intercambio de energía, que cesa una vez que las temperaturas se igualan** entre el objeto inicial y los elementos a los que se propaga la energía.



### La temperatura

La **temperatura** se define como **el grado de calor de un cuerpo**. Su magnitud física hace referencia a la sensación térmica (frío o caliente).

Es un factor clave en la ignición de los combustibles, aportando calor a la reacción, actuando como fuente de ignición.

## RANGO DE INFLAMABILIDAD

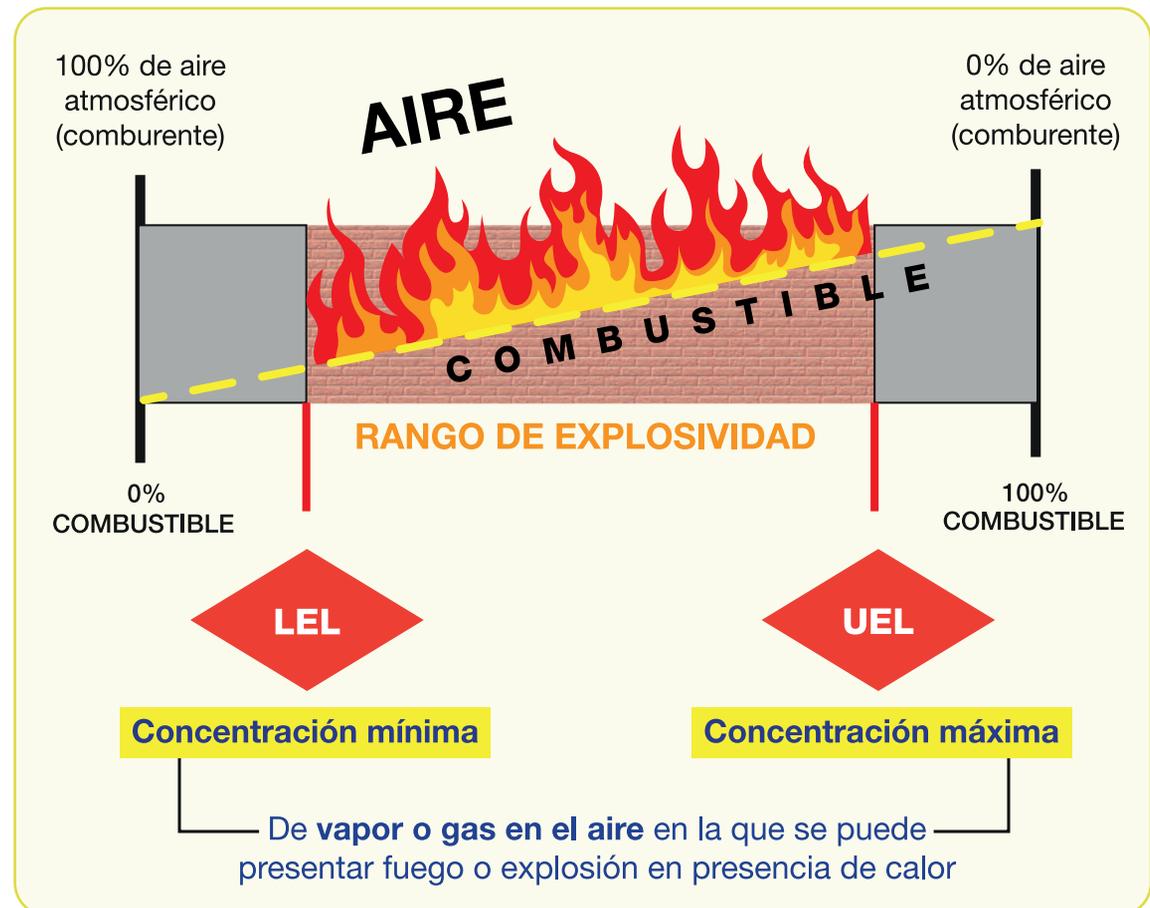
Cada elemento combustible posee un determinado **rango de inflamabilidad**, el cual se define como la **mezcla de la proporción de gas y aire necesaria para que se produzca la combustión**. Fuera de ese rango no se producirá la reacción química exotérmica.

### PUNTO DE INFLAMACIÓN (FLASH POINT)

**Temperatura mínima** con la cual un combustible emite suficientes vapores, los que mezclados con la suficiente cantidad de comburente, y **ante una energía de activación, se encienden, pero no se mantiene la combustión**.

### PUNTO DE FUEGO (FIRE POINT)

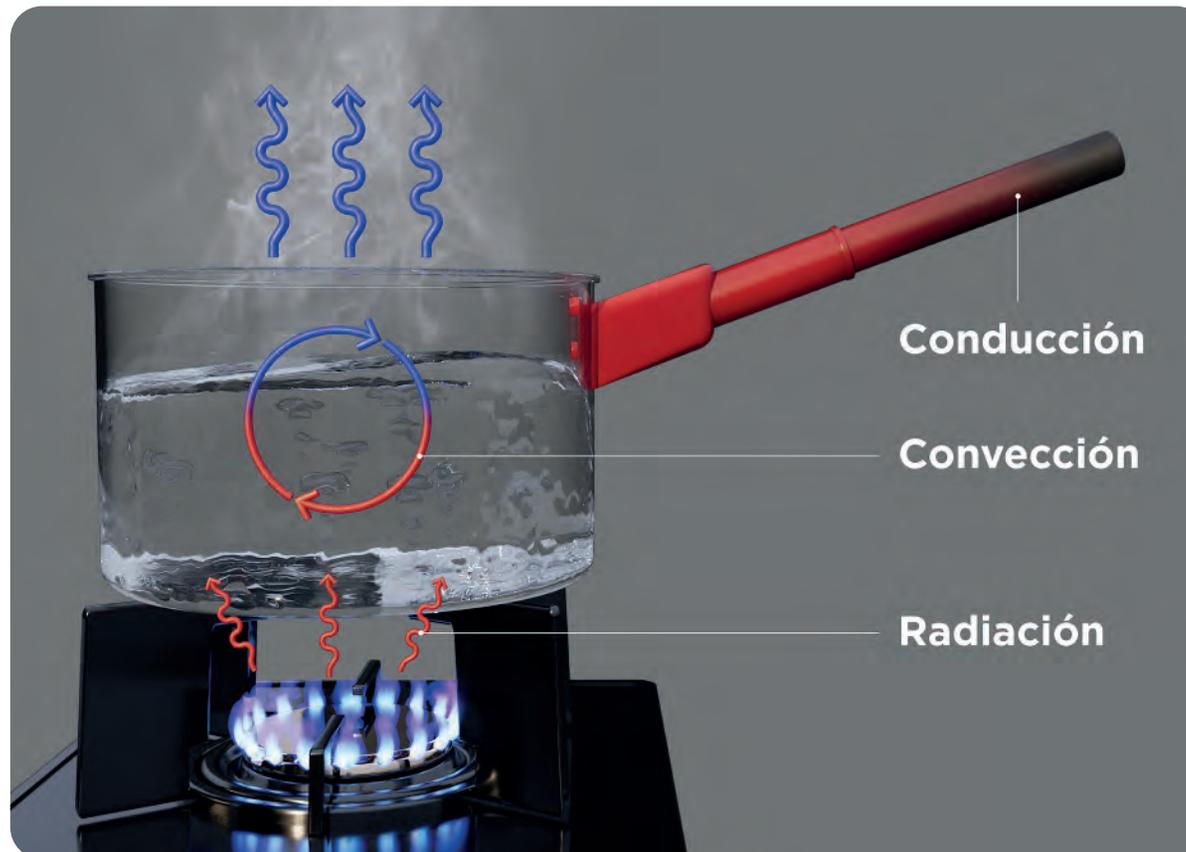
**Temperatura mínima** con la cual un combustible emite suficientes vapores, los cuales, mezclados con la suficiente cantidad de comburente y **ante una fuente de ignición, se encienden y mantienen la combustión**.



# TRANSMISIÓN DE CALOR

## PROPAGACIÓN DEL FUEGO

Para entender las formas de propagación del fuego, es necesario conocer los **tipos de transferencia de calor** de un objeto caliente a uno frío, tales como la **conducción**, la **radiación** y la **convección**.

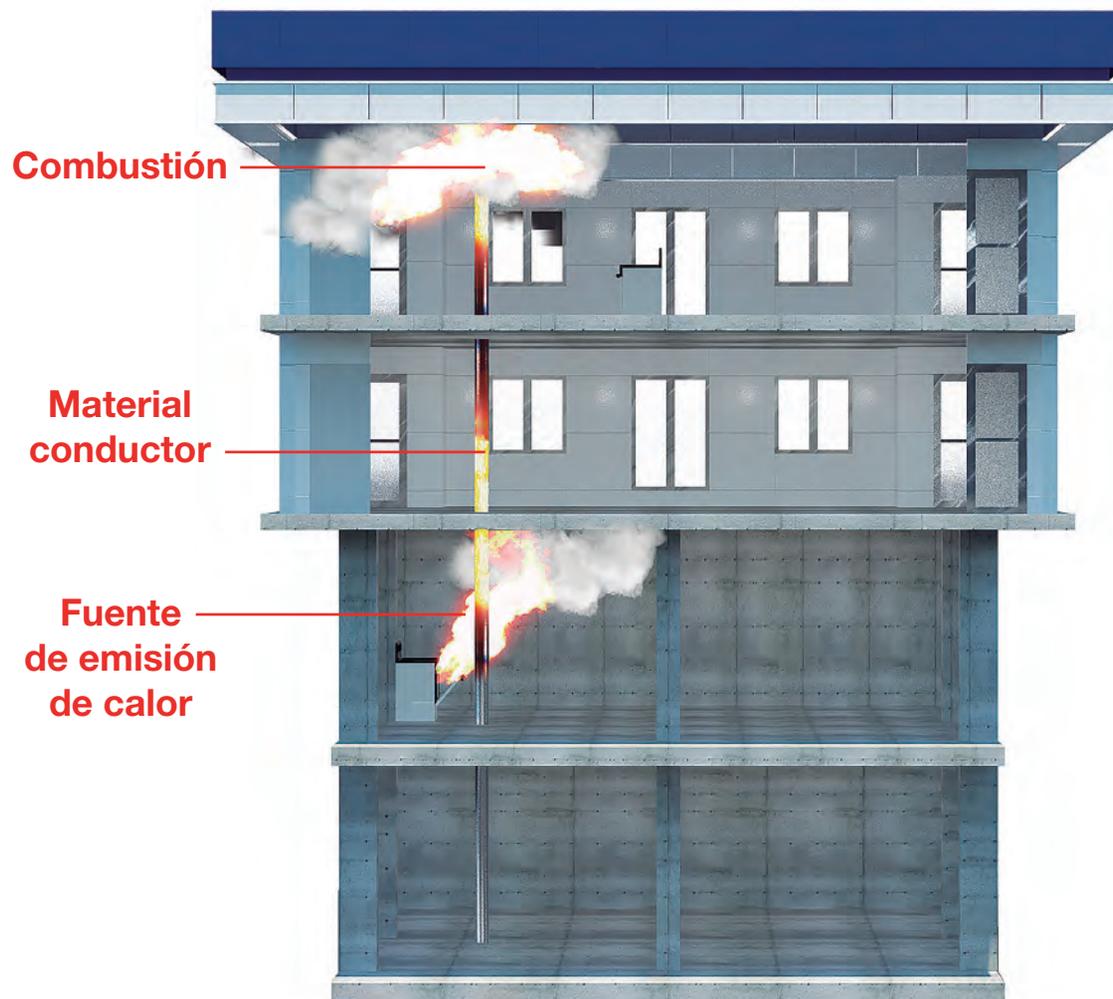


## TRANSMISIÓN DE CALOR

### Conducción

Cuando **el calor de un cuerpo se transfiere por contacto directo a otro** de menor temperatura.

Por ejemplo, si en un edificio se queman materiales en un piso junto a una cañería metálica, esta puede propagar el calor a otro piso donde también haya materiales combustibles junto a la cañería.



## TRANSMISIÓN DE CALOR

### Radiación

Cuando hablamos de radiación, nos referimos a la **transferencia de calor** a través de un espacio intermedio **por ondas calóricas** de tipo electromagnéticas, invisibles y rectilíneas; es decir, no hay un contacto directo de las llamas con el cuerpo que recibe el calor.

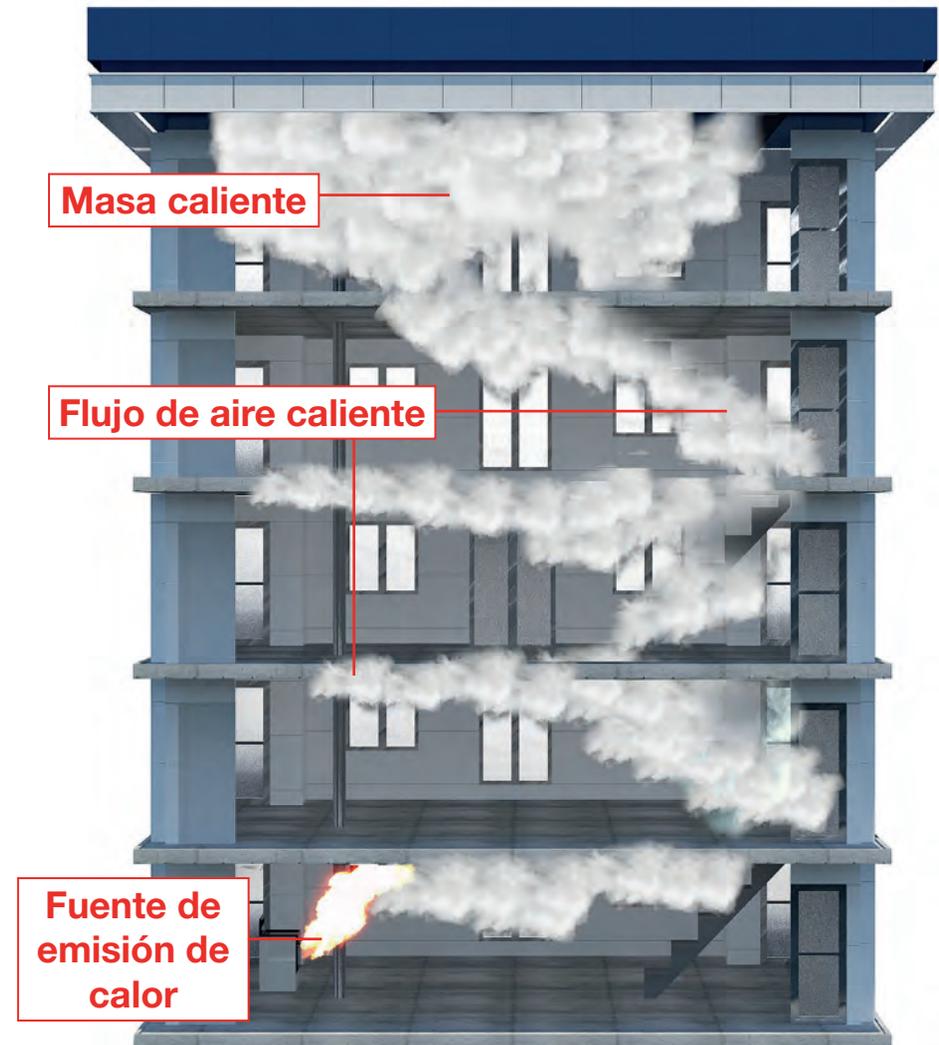
Por ejemplo, si se quema una casa, otra que se encuentre a una distancia cercana se encenderá por radiación sin que la hayan tenido que alcanzar las llamas, siempre y cuando alcance el rango de inflamabilidad del combustible presente en el lugar.



## TRANSMISIÓN DE CALOR

### Convección

Implica que **un fluido, líquido o gas, transfiere el calor a través de corrientes convectivas**, es decir, **ascendentes**. Un ejemplo de ello es cuando en un edificio se inicia un incendio en el primer piso y los productos de la combustión incompleta suben por la caja de escalas, o el *shaft* de un edificio, propagando el fuego hacia los pisos superiores.



## CLASIFICACIÓN DEL FUEGO

Con el fin de **comprender las clases de fuego**, y de esta forma, la **mejor forma de llevar a cabo su extinción**, revisemos la Norma Chilena (NCh) 934 y 1423, la cual clasifica el fuego en cinco tipos:

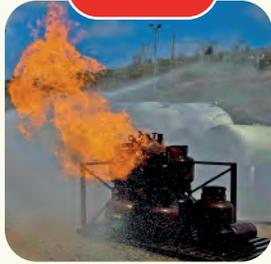
**A**



### SÓLIDO INFLAMABLE

Son fuegos en materiales **combustibles sólidos comunes**, tales como madera, productos textiles, papel, caucho y plásticos.

**B**



### LÍQUIDOS INFLAMABLES

Son fuegos en **líquidos inflamables**, tales como grasas de petróleo, alquitranes, aceites, pinturas al aceite, solventes, lacas, barnices, alcoholes y gases inflamables.

**C**



### EQUIPOS ELÉCTRICOS ENERGIZADOS

Son fuegos que involucran **instalaciones y equipos eléctricos energizados**.

**D**



### METALES

Son fuegos en **metales combustibles y sus aleaciones**, tales como, magnesio, aluminio, titanio, circonio, sodio, litio y potasio.

**K**



### ACEITES Y GRASAS

Son fuegos en artefactos de cocina que involucran medios de cocción combustibles como **aceites y grasas vegetales o animales**.

## CLASIFICACIÓN DEL FUEGO



### FUEGO EN COMBUSTIBLES SÓLIDOS COMUNES

Son fuegos de combustibles sólidos comunes, en su mayoría derivados de la celulosa, tales como **madera, papel, textiles, cauchos**, y diversos **plásticos**.

En general son todos aquellos materiales que **al arder dejan brasas o cenizas**.

La **forma de extinción más utilizada** para este tipo de fuego es **por enfriamiento**, a través de la aplicación de agua como agente extintor.



## CLASIFICACIÓN DEL FUEGO

### B

## FUEGO EN GASES Y LÍQUIDOS COMBUSTIBLES INFLAMABLES

Son fuegos en **gases, líquidos combustibles inflamables y sólidos licuables**, en su mayoría derivados del petróleo, como **gasolina, alcoholes, solventes, pinturas y alquitranes**, entre otros.

Su capacidad para arder depende del rango de inflamabilidad del producto, y **sus formas de extinción es la sofocación y el enfriamiento**. Este tipo de fuego se extingue por completo al reducir su temperatura.

Es importante recalcar que **de no enfriarse el combustible, es posible que se genere un reencendido de la combustión** al tomar contacto con un comburente, como el oxígeno.



## CLASIFICACIÓN DEL FUEGO

**B**

### LÍQUIDOS INFLAMABLES MISCIBLES CON AGUA (QUE SE MEZCLAN CON EL AGUA)

Son fuegos de **líquidos miscibles con agua, como el alcohol**. Pueden ser extinguidos con  $\text{CO}_2$  y polvo químico seco si la ignición se genera en envases pequeños y contenidos. **Para fuegos de mayor magnitud, solo el uso de espuma específica para alcoholes será efectiva**, siempre que se cumplan las condiciones de contención del líquido.



El espumógeno **AR-AFFF 3%** es una **espuma contra incendios resistente al alcohol de alto rendimiento** que fue diseñada para **extinguir incendios** que involucran **combustibles a base de alcohol y solventes polares**.

Es uno de los agentes de extinción más efectivos para extinguir este tipo de fuego, **al crear una gruesa capa de espuma que sofoca y enfría**, apagando rápidamente el fuego y evitando una nueva ignición.

## CLASIFICACIÓN DEL FUEGO

**B**

### LÍQUIDOS INFLAMABLES INMISCIBLES CON AGUA (QUE NO SE MEZCLAN CON EL AGUA)

Son fuegos de **líquidos como esencias, aceites, éteres, petróleo y sus derivados**. Generalmente son imposibles de extinguir con agua, excepto si son de pequeño tamaño. **Los dos agentes de extinción más eficaces** son el polvo químico seco y la espuma para hidrocarburos.



Extintor PQS



Espuma para hidrocarburos



Fotografía: derrame de petróleo en el Golfo de México (2023).



Fotografía: incendio en plataforma petrolera Deep Water Horizon (2010).

## CLASIFICACIÓN DEL FUEGO

**B**

### SÓLIDOS LICUABLES

Son fuegos de **plástico, goma y alquitrán que emiten una gran cantidad de calor y humo.**

Generalmente la extinción se obtiene con agua. Sin embargo, su aplicación puede ser insuficiente, en cuyo caso se lleva a cabo la extinción usando espuma; así se llega al interior de las pilas de material compactas, o a fuego en profundidad.



Fotografía: incendio en acopio de neumáticos, Maipú (2018).



#### RECUERDA

Dependiendo del material involucrado y su magnitud, se debe establecer un perímetro de seguridad efectivo, **priorizando la evacuación de la población cercana que puede verse afectada** por la emanación de vapores y gases tóxicos.

## CLASIFICACIÓN DEL FUEGO



### EQUIPOS ELÉCTRICOS ENERGIZADOS

Son fuegos que **involucran equipos eléctricos energizados**, así como también a otros combustibles (fuego clase A, B o D) que se encuentren con energía eléctrica.

Su **forma de extinción** se limita a **agentes de extinción no conductores de la electricidad**, como polvo químico seco (PQS), dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), agua pulverizada y espuma de alta expansión.

Es importante destacar que, **mientras el equipo se encuentre energizado, NO SE DEBE UTILIZAR AGUA**, ya que son agentes extintores conductores de electricidad.

Una vez que se haya **determinado que el equipo no está energizado** y se haya verificado la ausencia de electricidad por medios seguros (bestón eléctrico), **se puede extinguir con el agente correspondiente**.



Fuego en cableado eléctrico



Fuego en cámara eléctrica subterránea

## CLASIFICACIÓN DEL FUEGO



### FUEGOS EN METALES COMBUSTIBLES

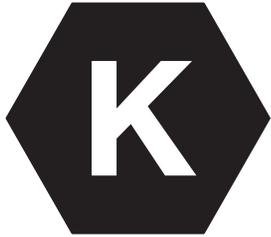
Son **fuegos que involucran metales** que arden como magnesio, titanio, zirconio, sodio, litio y potasio, **que al arder alcanzan temperaturas muy elevadas (2.700 °C a 3.300 °C).**

**La mayoría de estos metales reaccionan violentamente con el agua**, causando una liberación de hidrógeno que produce un gas inflamable. Algunos, como el magnesio, potasio o fósforo blanco, se pueden encender espontáneamente en presencia de aire o explotar.

Otros, como el aluminio, por ejemplo, solo pueden hacerlo cuando están en forma de polvo o virutas. **Estos fuegos NO deben ser extinguidos con agua o espuma** solo se deben utilizar polvos químicos secos especiales (según el metal que arde), polvo de grafito o ceniza de soda.



## CLASIFICACIÓN DEL FUEGO



### FUEGOS EN ACEITES Y GRASAS NATURALES O VEGETALES

Son los **fuegos derivados de la combustión de aceites vegetales y grasas naturales** que ocurren generalmente en cocinerías.

Este tipo de fuego **puede ser controlado con un extintor tipo K** a base de acetato de potasio, el que resulta ser muy eficiente en cocinerías ya **que no contamina los alimentos**.



Extintor tipo K



Espuma para Espuma mecánica



Ante emergencias de gran envergadura se prioriza la extinción con espuma mecánica.

# PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN

## HUMO

Está **compuesto por partículas sólidas en suspensión sin quemar o parcialmente quemadas**. Estas partículas pueden alcanzar su temperatura de ignición ante la cantidad adecuada de comburente, liberando una cantidad muy alta de energía.

El humo **está compuesto por partículas tóxicas** que **al ser inhaladas** por una bombera o un bombero, podrían causarle una intoxicación inmediata, o enfermedades a largo plazo. De ahí la importancia de la protección respiratoria.

### El humo de los incendios se compone de:

- Monóxido de carbono
- Dióxido de carbono
- Hidrocarburos
- Vapor de agua
- Hollín
- Otros gases



## PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN

### PELIGROS DEL HUMO

- **Inflamable y explosivo**, pues se compone de una gran cantidad de partículas parcialmente quemadas, o sin quemar, resultantes de la combustión incompleta.

- **Disminuye la visibilidad**. Es opaco debido a la presencia de partículas de hollín o aerosoles que generan una pantalla donde se refleja la luz.



- Irradia **calor** por radiación, ya que aún conserva mucha energía calórica.

- Es **irritante** al ser producto de una reacción química de oxidación como la combustión.

- Al aumentar su densidad, **la percepción del sonido puede disminuir**, dificultando las comunicaciones.

- **Se comporta como un fluido**, tendiendo a llenar todos los espacios, incluso algunos muy lejanos al punto de origen del fuego, **con tendencias ascendentes** (convección).

## PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN

### VAPORES

El vapor está **compuesto por pequeñas gotas de líquido** que también se pueden encontrar en el humo. **Este particulado posee la característica dominante de ser tóxico**, produciendo problemas de salud agudos, semiagudos o crónicos si es inhalado o absorbido por las mucosas o la piel.

Los vapores **pueden contener compuestos cancerígenos derivados del petróleo**, como el xileno, el tolueno y el benceno.

### GASES

El humo **puede contener una variada gama de gases**; ello dependerá del material que se quema, del calor y del comburente disponible. Este principio aplica a todos los procesos de oxidación rápida donde se evidencie la presencia de humo, incluyendo los que aparentemente no lo generan y los que no lo producen.

**Estos gases son usualmente tóxicos.**



**Fotografía: incendio en fábrica Mathiesen Molybac. Lo Espejo (1995).**

## PRODUCTOS DE LA COMBUSTIÓN

### LLAMAS

**Es la manifestación de luz y calor de la combustión.**

Una combustión sin llama implica que la reacción en cadena está siendo inhibida por las condiciones de la combustión o por las condiciones del ambiente. Por ejemplo, si la concentración de oxígeno no supera el 16%.

**Combustión  
sin llama**



**MENOS DE  
16% OXÍGENO**

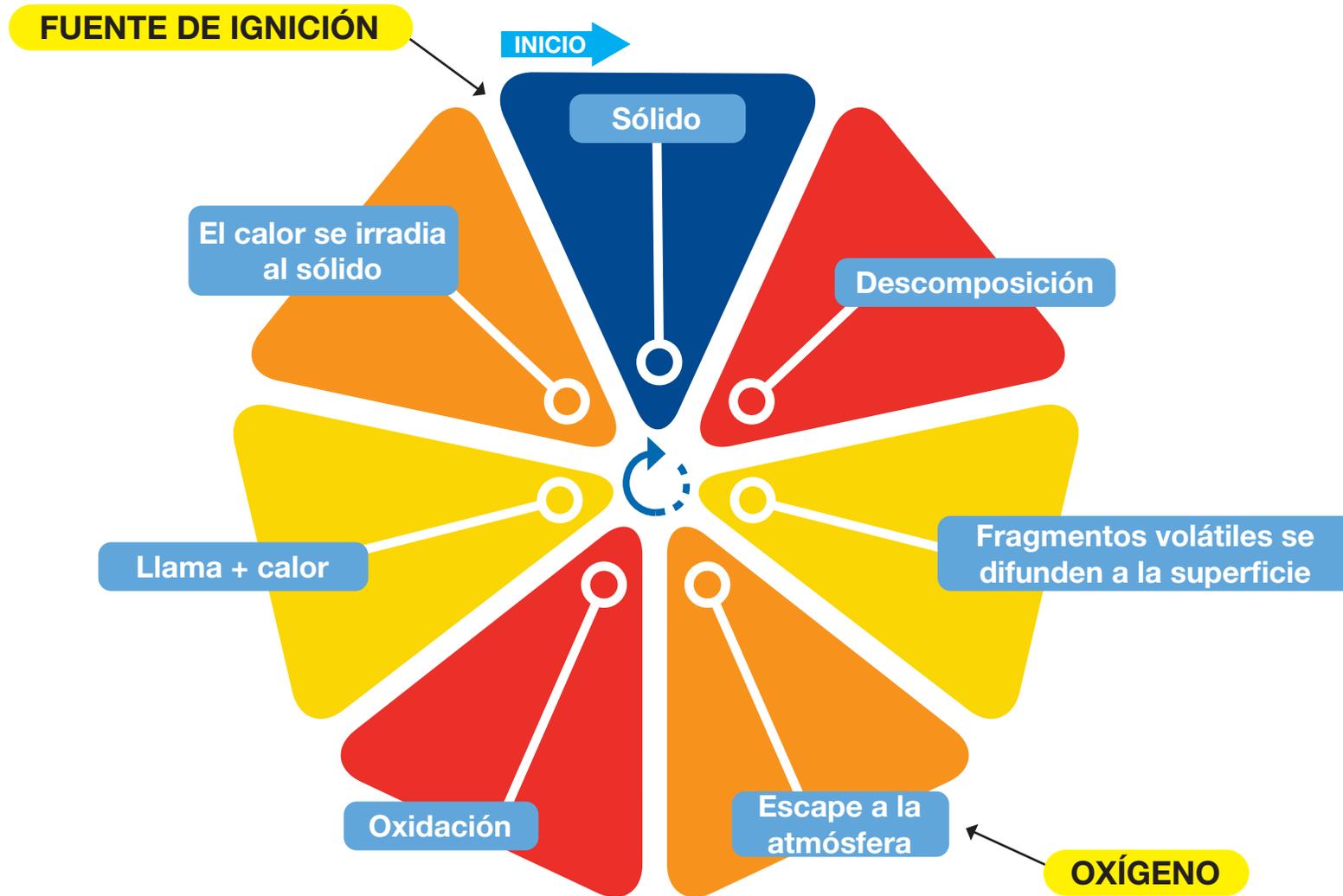
**Combustión  
con llama**



**MÁS DE  
16% OXÍGENO**



## CICLO DE LA COMBUSTIÓN



## EVALUACIÓN DE LOS INCENDIOS

Existen diferentes formas de clasificar los incendios estructurales. Para ello es necesario **observar y evaluar la escena siniestrada buscando información** que nos permita **determinar objetos, estrategias y tácticas**.

### FACTORES A CONSIDERAR:

TIPOS DE CONSTRUCCIÓN

TAMAÑO DEL SITIO SINIISTRADO  
(HORIZONTAL Y VERTICALMENTE)

MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN

GRADO DE AVANCE

TIPO DE OCUPACIÓN

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS

VÍCTIMAS EN EL LUGAR



Fotografía: incendio en el Mercado Municipal de Temuco (2016).

# EVALUACIÓN DE LOS INCENDIOS

## TIPO DE OCUPACIÓN

**Identificar el tipo de ocupación de una estructura es determinante a la hora de evaluar una emergencia**, ya que dependiendo de su uso podremos encontrar diferencias en la cantidad de personas en el interior, como también anticipar la presencia de sustancias peligrosas.

### INCENDIO ESTRUCTURAL

**Fuego en descontrol** que afecta parcial o totalmente una **estructura que no esta destinada a arder**, entendiéndose como estructura una casa, edificio, fábrica, bodega, centro comercial, etc.



# EVALUACIÓN DE LOS INCENDIOS

## MATERIAL DE CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA

Conocer el material de construcción de la estructura permite reconocer prematuramente el riesgo de derrumbe y la velocidad de la propagación del fuego. Para esto **se debe considerar el estado de la estructura**, posibles **materiales combustibles en el interior** y las **condiciones climáticas de riesgo**, como, por ejemplo, el viento.

### TRES GRANDES CLASIFICACIONES:



#### MATERIAL SÓLIDO

Ladrillos, bloques, concreto, piedra, hormigón, etc.



#### MATERIAL LIGERO

Madera, adobe, aglomerado, vulcanita (plancha de cartón y yeso), etc.



#### MATERIAL MIXTO

Combinación de materiales sólidos o ligeros en una misma estructura de forma unificada.

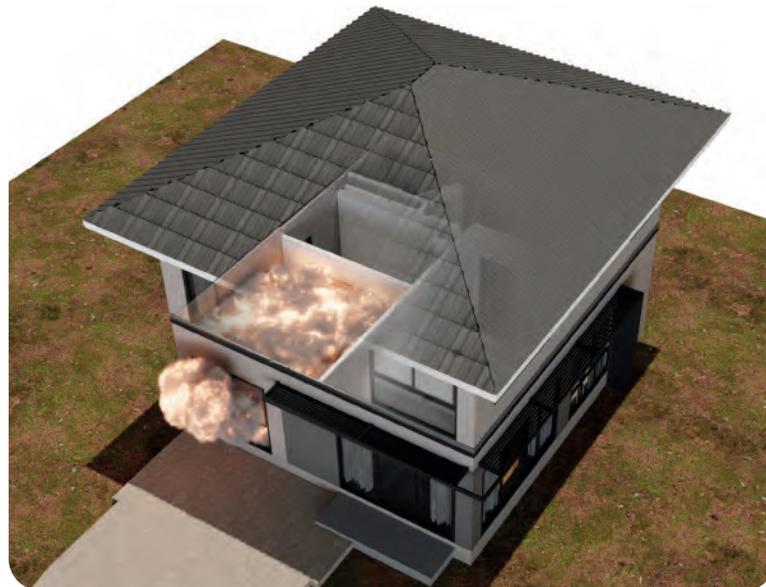
## GRADOS DE AVANCE

### COMPARTIMENTAL

Cuando el **fuego involucra un solo compartimento, pieza o cuarto** independiente de su tamaño o ubicación. Los productos de la combustión pueden salir del lugar, pero no afectan otros compartimentos de la edificación.



Fotografía: incendio en edificio de departamentos, Santiago (2023).



## GRADOS DE AVANCE

### MULTICOMPARTIMENTAL

Cuando el **fuego involucra a más de un compartimento, pieza o cuarto** de una edificación, pero aún no afecta partes estructurales de la construcción, como techos, pilares, cadenas o elementos que podrían generar un colapso inmediato o potencial.



Fotografía: incendio de edificio de departamentos. Punta Arenas (2023).



## GRADOS DE AVANCE

### ESTRUCTURAL

Cuando el **fuego afecta elementos estructurales de la edificación**, como el techo, pilares, columnas, lozas, etc, generando un riesgo de derrumbe o colapso potencial.

Puede afectar uno o más compartimentos, piezas o cuartos de la edificación.



Fotografía: incendio en casa habitación (Puerto Montt, 2021). Fotógrafo: Néstor Manquian.

## FASES DE UN INCENDIO

### FASE INICIAL O DE ENCENDIDO

Se produce cuando **uno o más combustibles toman contacto con una fuente de energía calórica** lo suficientemente potente como **para iniciar la reacción química conocida como combustión**. Esta fase se caracteriza por la aparición de llamas, por temperaturas inferiores a los 300 °C, por la generación de humo debido a una combustión incompleta y por presentar generalmente una magnitud pequeña. **La fase inicial finaliza cuando el combustible no requiere de la fuente de energía inicial para continuar la combustión** (reacción en cadena).



## FASES DE UN INCENDIO

### FASE DE INCREMENTO

Se inicia cuando finaliza la fase inicial. En esta fase **los productos de la combustión (humos y gases) ascienden por convección hasta la parte más alta de la estructura** hasta encontrar un tope, que puede ser el cielo falso de una casa o el techo. **Luego los humos y gases se desplazan horizontalmente**, y finalmente de forma vertical descendente, **creando lo que se conoce como capa térmica**. La capa térmica, que presenta diferentes temperaturas según la distancia que tomen el humo y los gases respecto al punto focal (fuego), **irradia calor a los materiales al interior del lugar, haciendo que empiece** la pirólisis.

La temperatura aumenta rápidamente entre los 300 °C y los 700 °C en las partes altas. Esta etapa **termina cuando la capa térmica calienta todos los materiales del lugar hasta encenderlos casi simultáneamente**, generando una combustión súbita generalizada.



## FASES DE UN INCENDIO

### FASE DE LIBRE COMBUSTIÓN

Se **inicia generalmente con la combustión súbita generalizada o *flashover***. En esta fase **se alcanzan temperaturas superiores a los 800 °C**, y hay presencia de llamas y de productos de la combustión, siendo la propagación principalmente por radiación. La cantidad de energía generada sigue siendo mayor que la disipada, traspasándose gran parte de este diferencial a **la estructura de la edificación**, que **empieza a debilitarse con posibles colapsos**. Dependiendo de la literatura de referencia, el *flashover* puede reproducirse a nivel de laboratorio desde los 483 °C.

#### FLASHOVER



#### LIBRE COMBUSTIÓN

## FASES DE UN INCENDIO

### FASE DE DECAIMIENTO

Se produce cuando **el combustible susceptible de arder comienza a agotarse**, por lo que disminuye la intensidad de la combustión. En esta etapa aún se genera una combustión incompleta, por lo que **los agentes tóxicos e irritantes se mantienen en el lugar hasta la remoción y extinción completa** del incendio.



## FASES DE UN INCENDIO

### INCENDIO EN LUGARES CERRADOS

En **lugares cerrados, pero no herméticos**, los incendios estructurales presentan un desarrollo muy similar al de un lugar abierto. La fase de ignición e incremento se desarrollan normalmente en los primeros minutos, pero al **estar cerradas puertas y ventanas, el comburente (oxígeno) disminuye, y la capa térmica (humo y gases calientes) comienza a ocupar toda la superficie del inmueble**. Esto hace que las llamas se apaguen y prevalezcan las brasas o rescoldo, dando inicio a la fase latente.



Fotografía: incendio de container en Valparaíso (2021).

## FASES DE UN INCENDIO

### INCENDIO EN LUGARES CERRADOS

#### FASE LATENTE

La fase latente **puede durar horas, y se detecta mediante signos y señales observables**. Si en esa condición entra **aire fresco en forma accidental** (por ejemplo, por la rotura de un acceso o por la abertura de una puerta o ventana), la mezcla del calor, el combustible, el comburente y la alta presión en el interior **producirá una explosión por flujo reverso o backdraft**; es decir, los gases serán expulsados a gran presión por la abertura generada y frecuentemente irán acompañados de un flamazo. **Luego del backdraft la fase puede derivar en una libre combustión o decaimiento**. En esta fase la estructura se encuentra llena de humo. Debido a las altas temperaturas, que pueden alcanzar fácilmente los 700 °C, se libera una gran cantidad de gases de pirólisis, pero la falta de comburente (oxígeno) hace que no se produzca una mezcla combustible, con lo cual **se genera una combustión incandescente**.



Fase latente.

# FENÓMENOS TERMODINÁMICOS

## INCENDIO EN LUGARES ABIERTOS

### FLASHOVER

La **combustión súbita generalizada** o **flashover** se produce cuando la capa térmica, compuesta por gases calientes y partículas de la combustión sin quemar o parcialmente quemadas, hace que los **combustibles sólidos alcancen su temperatura de ignición casi simultáneamente**, generándose una combustión súbita generalizada, dando paso a la fase de libre combustión.

Este fenómeno **se da en espacios abiertos o semicerrados**, en donde donde **hay acceso de aire**.

Una de las maneras más fáciles de **identificar este fenómeno, es a través de la sensación térmica**, ya que antes de generarse la explosión **la temperatura se eleva repentinamente**.



# FENÓMENOS TERMODINÁMICOS

## INCENDIO EN LUGARES CERRADOS

### **BACKDRAFT**

La explosión por flujo reverso **se produce en lugares cerrados - pero no herméticos-** donde se ha consumido gran parte del oxígeno disponible para sostener la combustión, entrando a una fase latente.

**Se produce cuando el aire entra repentinamente por una abertura,** aportando el comburente faltante y necesario para que se produzca un *backdraft*.



# FENÓMENOS TERMODINÁMICOS

## INCENDIO EN LUGARES CERRADOS

### **BACKDRAFT**



## FORMAS DE EXTINCIÓN

La teoría del tetraedro del fuego plantea que el fuego como reacción química necesita de tres elementos bases para generarse: combustible, comburente, calor y una reacción en cadena que permita sostener la combustión.

Las técnicas de **extinción tienen relación directa con la eliminación de cada uno de estos elementos**, como se presenta en el siguiente cuadro:



Componente	Forma de extinción	Definición	Ejemplo
Calor	Enfriamiento	Aplicación de agua, la cual absorbe calor para evaporarse.	
Combustible	Segregación	Retirar o cortar el paso de combustible antes de la combustión o durante la misma. También se puede dejar arder el combustible hasta que se agote.	
Comburente	Sofocación o dilución	Bajar la concentración del comburente en el lugar de la combustión mediante la aplicación de un gas más denso que el aire o generando vapor de agua.	
Reacción en cadena	Inhibición	Detener la reacción o quitar la energía para que no continúe por el material mediante la aplicación de inhibidores como el polvo químico seco.	

## FUNCIONES DEL PRIMER BOMBERO Y/O BOMBERA

Existen ocho pasos para seguir al llegar a la escena y establecer un SCI:

1. **Informar** a la central de alarmas y telecomunicaciones sobre su llegada al lugar de la emergencia.
2. **Asumir** el mando y establecer el puesto de comando (PC).
3. **Evaluar** la situación.
4. **Establecer** un perímetro de seguridad.
5. **Establecer** los objetivos.
6. **Determinar** las estrategias y tácticas.
7. **Determinar** la necesidad de recursos y posibles instalaciones.
8. **Preparar** la información y, de ser necesario, transferir el mando.





ACADEMIA NACIONAL

PROCEDIMIENTO DE ENTRENAMIENTO ESTÁNDAR



# ENTRENAMIENTO TEÓRICO GUÍA N° 1 EL FUEGO Y LOS INCENDIOS

## ANÁLISIS FORMATIVO

A continuación, se presentan diferentes imágenes para que junto a las y los participantes analicen la escena presentada y determinen acciones a seguir según lo aprendido en la **Guía de entrenamiento N° 1, “El fuego y los incendios”**.

**Observa y evalúa** detalladamente **la escena** que se presenta en la fotografía adjunta a cada caso, **buscando información relevante respecto al comportamiento del fuego** y orientando el análisis a partir de las siguientes preguntas en contexto:



### PREGUNTAS POR CONTEXTO (repetir por caso)

- ¿Cuáles serían los posibles cambios de la escena?
- ¿Qué elementos permiten dar cuenta de esos cambios?
- ¿Qué fenómeno termodinámico se puede generar?
- ¿Cómo controlamos la propagación del fuego?
- ¿Cómo reconocerías víctimas en el interior?
- ¿Cómo llevamos a cabo la extinción del fuego?
- Determinar estrategias, tácticas y recursos.

Para esto se aconseja dar **5 minutos de análisis personal**, y luego abrir la palabra y comenzar con el **análisis colectivo de 10 minutos**, el cual será guiado por el monitor o monitora.



## ANÁLISIS FORMATIVO

### CASO N° 1

Tu compañía es despachada a una emergencia de **fuego en casa habitación**. La central de alarmas informa de **emanación de humo** desde el lugar. Al llegar a la emergencia te encuentras con la siguiente escena:



## ANÁLISIS FORMATIVO

### CASO N° 2

Tu compañía es despachada a una emergencia con presencia de **fuego en un establecimiento comercial**. La central de alarmas informa de una **gran emanación de humo** desde las ventanas del lugar. Al llegar a la emergencia te encuentras con la siguiente escena:



## ANÁLISIS FORMATIVO

### CASO N° 3

Tu compañía es despachada a una emergencia con presencia de **fuego en un edificio de oficinas**. La central de alarmas informa de **fuego** saliendo por las ventanas del edificio.

Al llegar a la emergencia te encuentras con la siguiente escena:



## ANÁLISIS FORMATIVO

### CASO N° 4

Tu compañía es despachada a una emergencia con **fuego en una casa habitación de dos pisos**. La central de alarmas informa de **fuego saliendo por las ventanas del segundo nivel**.

Al llegar a la emergencia te encuentras con la siguiente escena:



## ANÁLISIS FORMATIVO

### CASO N° 5

Tu compañía es despachada a una emergencia con **fuego en una planta procesadora**. La central de alarmas informa de la emanación de una **gran columna de humo** desde el lugar.

Al llegar a la emergencia te encuentras con la siguiente escena:



## ANÁLISIS FORMATIVO

### CASO N° 6

Tu compañía es despachada a una emergencia con **fuego en casa habitación**. La central informa de una **gran emanación de humo** desde una de las ventanas del lugar. Al llegar a la emergencia te encuentras con la siguiente escena:





ACADEMIA NACIONAL

PROCEDIMIENTO DE ENTRENAMIENTO ESTÁNDAR



GUÍA DE ENTRENAMIENTO N° 1  
**EL FUEGO Y LOS INCENDIOS**