



# ***El papel del fuego en un incendio.***

***The role of fire in a fire.***

Fecha de presentación: Julio 2024.  
Fecha de aceptación: Agosto 2024.

Azalia Abigail Zarate Jiménez, Liliana Matadamas López y Carlos Daniel Hernández Flores.  
CLEU Campus Oaxaca.

36

*“Reacción del fuego ante diversas sustancias”*

**Resumen**  
El objetivo principal del presente artículo es dar a conocer a los lectores en primera instancia acerca del fuego y el papel que ejerce cuando ocurre un siniestro, en este caso un incendio, y es que es de suma importancia que todos los civiles conozcan acerca de las propiedades del fuego, y como o porque ocurren los incendios, ya que desafortunadamente un incendio es básicamente fuego pero que está fuera de control, y el cual causa muchos daños, además aparte de que esta información es útil para cualquier persona es de suma importancia para los peritos especializados en incendios, ya que conocer temas relacionados a un incendio, puede ayudarlos a conocer las características del juego, del humo, de las llamas, los tipos de fuego que existen y así saber cómo es que se produce un incendio, y que puede ocasionarlo.

**Palabras clave**  
Fuego, combustión, comburente, combustible, incendio, propagación.

**Abstract**  
The main objective of this article is to inform readers in the first instance about the fire and the role it plays when a disaster occurs, in this case a fire, it is of the utmost importance that all civilians know about the properties of fire, and how or why fires occur, since unfortunately a fire is basically fire but it is out of control, and which causes much damage, besides that this information is useful for anyone is of utmost importance for experts specialized in fires, since knowing topics related to a fire, can help them to know the characteristics of the game, the smoke, the flames, the types of fire that exist and thus know how a fire occurs, and what can cause it.

**Keywords**  
Fire, combustion, oxidizer, fuel, fire, propagation.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo tiene como objetivo averiguar la reacción del fuego ante diversas sustancias, como lo son la gasolina, thinner, alcohol, Diesel, entre otras, esto con la finalidad de conocer la velocidad en que se propaga, ya que ésta varía y cambia para cada caso.

Para lograr dicho objetivo a lo largo del presente trabajo se abordan temas como lo son definición de fuego, la física y química del fuego, oxidación, combustión, Triangulo y tetraedro del fuego, calor, temperatura y sus efectos, humo y su colorimetría, entre muchos otros, esto con el propósito de comprender lo que sucede cuando se produce el fenómeno llamado incendio. Lo anterior es de suma importancia puesto que, en el ámbito de la criminalística, se debe de conocer el origen causal de los incendios tanto en bienes muebles, inmuebles y personas, esto a través del análisis de los indicios que se pudieran encontrar en el lugar, los cuales serán de gran utilidad para que con posterioridad se lleva a cabo la mecánica de los hechos para así lograr el esclarecimiento del hecho y por consiguiente coadyuvar con los órganos encargados de impartir justicia si fuese necesario.

Por lo que de lo expuesto a continuación acerca de temas relacionados al fuego y un incendio podemos contestar algunas interrogantes como:  
¿Fue un incendio provocado o no? ¿Cuál es el origen del incendio?

### Fuego

El fuego es necesario e imprescindible en todas sus facetas para nuestra forma de vida: es amado, admirado, crea fascinación, bienestar, salud y a veces heridas o incluso la muerte, así como graves perjuicios y pérdidas económicas, pero el fuego es igualmente un elemento fundamental para la conservación y regeneración de la vida del planeta. El inicio del fuego siempre se manifiesta con tres características o elementos primarios fundamentales que forman el "triángulo de fuego" en su inicio y el "tetraedro de fuego" en el desarrollo que se produce la reacción en cadena.

El fuego se manifiesta y se identifica en su plenitud cuando se transforma en un incendio. Desde el nacimiento de la unión de la fuente de calor con el combustible y comburente que inicia la ignición, va dejando palabras térmicas de su recorrido y evolu-

ción, mensajes que se descubren ante el investigador con marcas o señales de diferentes naturalezas y propiedades. El lenguaje del fuego se desarrolla durante las fases de: ignición, propagación y extinción, mediante las siguientes expresiones, llamadas "trazas térmicas de investigación":

- Llamas.
- Horizontes de humo.
- Horizontes de calor.
- Efectos térmicos en carga de fuego, paredes y estructuras.
- Fusiones de metales.
- Exfoliaciones en hormigón y tabiquería.
- Calcinaciones en soleras y paredes.
- Efectos /defectos en instalaciones eléctricas.
- Carbonizaciones.
- Marcas de protección.
- Marcas de transferencia.
- Focos de fuego; primarios y secundarios.

### Química y física del fuego

#### a) Oxidación /combustión

La oxidación es la combinación de cualquier metal con el oxígeno. El oxígeno generalmente se encuentra presente en el aire circundante en cantidad suficiente para sostener la combustión. Por ello, rara vez es motivo de investigación. No obstante, un pirómano puede abrir puertas y ventanas a fin de provocar un tiro que acelere el fuego, ya que las concentraciones de oxígeno mayores que las existentes normalmente en el aire aumentan proporcionalmente los peligros de combustión.

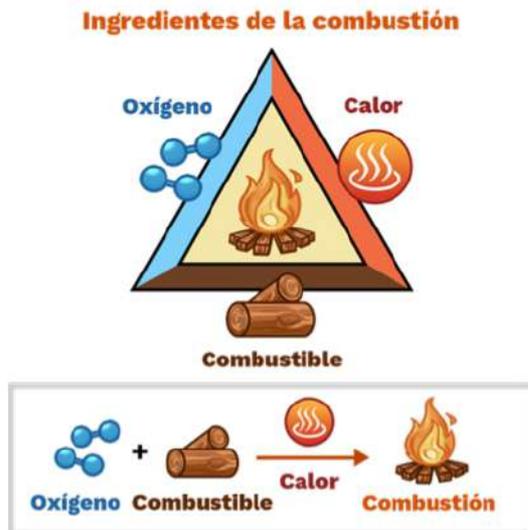
Al aumentar la concentración de oxígeno, la temperatura y la energía de ignición disminuyen, el margen de inflamabilidad se amplía y la velocidad de combustión aumenta. Las clases de oxidación son las siguientes:

- Lenta: se hace imperceptible. Por ejemplo: poniendo un metal a la intemperie y por medio de un proceso muy lento, cambia su color textura y resistencia, observándose al cabo de cierto tiempo que la oxidación se apodera del metal.
- Rápida-violenta: es la verdadera reacción química; ésta es la combustión.
- La que desprende el cuerpo animal al tomar alimentos que son transformados en órganos del cuerpo, no origina luz, pero sí calor, siendo, en cierta forma, una combustión.

La combustión es una reacción exotérmica autoalimentada con presencia de un combustible en fase sólida, líquida y/o gaseosa. El proceso está generalmente asociado a la oxidación de un combustible por el oxígeno atmosférico con emisión de luz. Generalmente los combustibles sólidos y líquidos se vaporizan antes de arder. A veces un sólido puede arder directamente o en forma de

## “Trazas térmicas”

incandescencia o rescoldos. La combustión de una fase gaseosa generalmente se produce con llama visible. Una combustión confinada con una súbita elevación de presión constituye una explosión.



Combustibles son todas aquellas sustancias que no han alcanzado su máximo estado de oxidación. La posibilidad de oxidar más un material depende de sus propiedades químicas. Desde un punto de vista práctico, podemos afirmar que cualquier material formado principalmente por carbono e hidrógeno puede ser oxidado. La mayoría de los combustibles orgánicos sólidos y de los líquidos y gases inflamables contienen porcentajes importantes de carbono e hidrógeno. Existen combustibles sólidos (madera, plástico, textiles, etc.), líquidos (productos de destilación del petróleo como gasolina) y gaseosos (gas natural, metano, propano, etc.).

Entre los oxidantes poco frecuentes, pero que nos encontramos en los incendios, hay que incluir ciertos productos químicos que pueden liberar fácilmente oxígeno en condiciones favorables: nitrato sódico, clorato potásico, etc. Algunos materiales combustibles, como por ejemplo el material plástico a base de piroxilina, contienen oxígeno combinado en sus moléculas de modo que pueden mantener una combustión parcial sin aportación externa de oxígeno.

El fuego es toda combustión que se manifiesta con desprendimiento de luz, calor intenso, y frecuentemente, llama. Normalmente, el incendio comienza en una habitación como un fuego pequeño originado por la ignición de un material a consecuencia de una fuente de calor, como la llama de una cerilla, el calor de una estufa o un cable eléctrico.

Bajo idénticas circunstancias parece lógico que dos fuegos se comporten de idéntica manera. Sin embargo, la experiencia nos demuestra que no hay dos fuegos iguales. En realidad, no se llegan a producir dos circunstancias idénticas, hay pequeñas

diferencias en aspectos tales como: la ubicación del fuego, el edificio, su contenido, la velocidad y dirección del viento, las operaciones de extinción y muchos otros factores causan diferencias en el comportamiento del fuego. Una vez se desencadena un incendio, son las circunstancias las que dictan su comportamiento. Esto significa que un investigador puede reconstruir dónde y por qué comenzó el fuego, así como las circunstancias que lo rodearon.

El fuego podrá auto extinguirse o desarrollarse plenamente, en función de varios factores determinantes, como son: la naturaleza del material expuesto al foco de ignición, la ventilación de la estancia donde se produce, el material existente o la aportación directa o indirecta de un acelerante al combustible de ignición. El fuego emite cuatro importantes productos de la combustión:

- **Calor.** Este está producido por una fuente externa al material que arde antes y durante el incendio y, el generado por el material mientras arde.
- **Humo.** Al descomponerse el combustible, se desprenden de la materia en combustión gran cantidad de partículas sólidas más o menos inertes, que son arrastradas por la masa de gases y permanecen en disolución en la misma hasta que éste se enfría, depositándose superficialmente en ese momento.
- **Gases.** En toda combustión se generan gran cantidad de gases, unos productos de la reacción química del combustible con el oxígeno del aire, como: el monóxido de carbono, dióxido de carbono, clorhídrico, etc., y otros como consecuencia de la descomposición o evaporación de dicho combustible u otros productos almacenados, como pueden ser: ácidos, vapor de agua, etc.
- **Llamas.** Con excepción de las muy pequeñas, producidas bajo condiciones de laboratorio, las llamas constituyen una fuente segura de ignición para las mezclas de vapor inflamable y aire. Las llamas deben ser capaces de calentar el vapor hasta su temperatura de ignición en presencia de aire.

Estos productos de la combustión no permanecen en el lugar del incendio de manera estática. El calor, el humo y los gases se elevan desde el fuego y las llamas hacia arriba y afuera en busca de combustible. Este movimiento tiene tres consecuencias:

- **Primero,** el fuego se propaga a otras zonas dependiendo de la estructura del edificio y su contenido.
- **Segundo,** a medida que se propaga el fuego, el calor, el humo y las llamas dejan su rastro en paredes, suelos, techos y contenido del edificio. La forma de estas señales se interpretará por el investigador para determinar la propagación del fuego desde su punto

de origen.

• Tercero, las marcas o huellas dejadas por el efecto del fuego en los materiales tienen que ser interpretadas y estudiadas en su forma, recorrido y composición, de acuerdo con los indicios racionales que se puedan observar de acuerdo con el comportamiento del fuego que se esté investigando.

### Triángulo y tetraedro del fuego

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. Cada uno de estos elementos se representan como lados de un triángulo, llamado "triángulo del fuego", que es la representación de una combustión sin llama o incandescente. Existe otro factor, la 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.

### Triángulo del fuego



### Tetraedro del fuego



### Fuentes de ignición

#### a) Energía calorífica

La energía calorífica puede clasificarse en cuatro categorías básicas según su origen:

- Energía calorífica generada por reacciones químicas: oxidación, combustión, disolución, calentamiento espontáneo, descomposición, etc.
- Energía calorífica eléctrica: por resistencia, inducción, arco, chispas eléctricas, descargas electrostáticas, rayos, etc.
- Energía calorífica mecánica: por fricción, chispas por golpes con elementos metálicos, encendedores, cerillas, etc.
- Calor generado por descomposición nuclear.

#### b) Combustión e ignición

La combustión es un proceso auto mantenido de reacciones en las que se producen transformaciones térmicas, físicas y químicas. Los materiales que intervienen en la combustión reaccionan con un agente oxidante próximo, que, en la mayoría de los casos, es el oxígeno del aire.

#### c) Ignición

La ignición de un líquido o de un sólido requiere el aumento de su temperatura superficial hasta la emanación de vapores a una velocidad suficiente para que, una vez iniciada la ignición, mantener la llama. Los combustibles líquidos se clasifican según su punto de inflamación o temperatura mínima a la que puede existir un vapor o una mezcla de aire inflamable en la superficie. Es decir, la presión del vapor corresponde al límite inferior de inflamabilidad. Estos conceptos se aplican así mismo a los sólidos combustibles,

aunque en éstos las temperaturas son más altas debido a las exigencias de la descomposición química. El punto de ignición de algunos de los materiales más usuales se encuentra en los límites siguientes:

Sólido Papel	230 °C
Algodón	266 °C
Madera	300 °C
Líquido Alcohol	365 °C
Gasolina	456 °C
Petróleo Combustible nº 5	407 °C
Gas Monóxido de Carbono	609 °C
Acetileno	300 °C
Gas Natural	540 °C
Gas licuado del petróleo	405 °C

Tabla 1. Puntos de ignición de materiales comunes

La práctica nos lo confirma, pues los materiales gruesos con una inercia térmica alta (p. ej., madera de roble, poliuretano sólido), necesitan un tiempo prolongado para entrar en ignición cuando se les aplica un flujo de calor determinado, mientras que, en idénticas condiciones, los materiales gruesos con una inercia térmica baja arden muy rápidamente (p. ej., tableros de fibra aislante, espuma de poliuretano).

#### Ignición dirigida

Para que ésta tenga lugar, la fuente de ignición no sólo debe ser capaz de elevar la temperatura de la superficie hasta el punto de ignición o por encima del mismo, sino también de conseguir que los vapores entren en combustión. La aplicación de una llama produce ambas cosas, pero un flujo de radiación desde una fuente remota provoca la aparición de vapores a una temperatura superior al punto de ignición sin que lleguen a arder.

Ahora bien, si los vapores formados están suficientemente calientes (lo que supone que la temperatura de superficie sea muy superior al punto de ignición), pueden entrar en ignición de forma espontánea al mezclarse con el aire. Este proceso se denomina ignición espontánea.

#### Velocidad de combustión y velocidad de liberación de calor

En la transferencia de calor, desde la llama a la superficie de las sustancias combustibles condensadas (líquidas y sólidas), se com-

binan la convección y la radiación, siendo ésta última la predominante cuando el diámetro efectivo del incendio supera 1 metro. Cuando se produce un incendio en un espacio cerrado, los gases calientes que emergen del mismo se quedan debajo del techo (impulsados por la flotabilidad), calentando las superficies superiores del recinto.

La capa de humo resultante y las superficies calientes irradian calor hacia la parte inferior del recinto, especialmente hacia la superficie de combustible, aumentando así la velocidad de combustión. La velocidad de combustión está moderada por la magnitud del valor del calor de gasificación, que tiende a ser bajo en los líquidos y relativamente alto en los sólidos; es decir, los sólidos tienden a arder mucho más despacio que los líquidos.

Parece que el parámetro que más influye en el comportamiento de la combustión de un material o de un conjunto de materiales es la velocidad de liberación de calor, que siempre está unida a la velocidad de combustión.

No hay que olvidar que, a medida que aumentan las proporciones de un incendio, no sólo se incrementa la velocidad de liberación de calor, sino también la velocidad de aparición de los "productos de combustión", que contienen sustancias tóxicas y humo formado por partículas, cuyo volumen aumentará a medida que disminuye la ventilación en el recinto cerrado.

Hay que tener en cuenta que los cigarrillos que arden sin llama no pueden provocar directamente una combustión con llama (ni siquiera en los combustibles gaseosos habituales), pero sí una combustión sin llama en materiales propensos a este tipo de combustión que se carbonizan al calentarlos. En la combustión sin llama se oxida la superficie carbonizada, generando localmente el calor suficiente para producir una nueva carbonización del combustible adyacente aún sin quemar. Se trata de un proceso muy lento que, en algunos casos, puede llegar a producir llamas y provocar un incendio que se propagará a gran velocidad.

En los materiales propensos a la combustión sin llama puede darse también un fenómeno de auto calentamiento, que se produce cuando se guardan grandes cantidades de material, de forma que el calor generado por la lenta oxidación superficial no puede escapar y da lugar a un aumento de la temperatura que da lugar a la ignición espontánea, igualmente en determinadas condiciones se inicia un proceso incontrolado que puede conducir a una reacción de combustión sin llama en el interior del material.

#### Fuentes de ignición más frecuentes

##### Llama abierta

Es la fuente de ignición más utilizada, sencilla y frecuente para la provocación de un incendio doloso.

En nuestra vida diaria observamos y utilizamos una gran cantidad de herramientas de uso generalizado y de equipos industriales que funcionan o dan lugar a la formación de llamas abiertas: encendedores, cerillas, hornos, aparatos de calefacción, equipos de soldadura, tuberías dañadas de gas y petróleo, etc., pueden considerarse fuentes potenciales de ignición.

Dado que, en el caso de la llama abierta, la fuente de ignición primaria constituye en sí misma una combustión auto mantenida, el mecanismo de ignición significa básicamente el traslado de la combustión a otro sistema. La combustión se iniciará cuando la fuente de ignición con llama abierta directa disponga de suficiente energía como para provocar la ignición en un material dado.

#### Ignición espontánea

Las reacciones químicas que generan calor de forma espontánea, al ser "fuentes internas de ignición", conllevan un riesgo de ignición y combustión. Materiales propensos al calentamiento y la autocombustión, pueden convertirse en fuentes de ignición secundarias y provocar la ignición de materiales combustibles próximos.

#### Deflagraciones/explosiones

Una explosión puede tener origen químico, combustión rápida, produciendo ruido, calor y una expansión rápida de gases que origina una presión, siendo la velocidad de reacción una característica importante que determina que la explosión se clasifique en deflagración o detonación.

La velocidad en que el frente de llamas avanza en las deflagraciones es inferior a la velocidad del sonido. El tiempo que transcurre entre el inicio y su finalización, aunque parezca virtualmente instantánea, es finito y típicamente comprendido entre 100 y 200 milisegundos. Contrariamente, en el caso de la detonación dicha velocidad es mucho más elevada, superando la velocidad del sonido.

### Calor

#### a) Calor y temperatura

El conocimiento del calor es imprescindible en la investigación de incendios debido a que es el responsable de los mismos. La definición más aproximada de calor es la siguiente: "el efecto que produce el movimiento rápido (fricción) de las partículas, conocidas como moléculas, que forman la materia".

Por otra parte, la temperatura es una propiedad de los cuerpos que determina los intercambios de calor entre ellos y constituye una medida de su energía cinética media. También es definida como una "magnitud referida a los grados de calor de las atmósferas, elementos o el ambiente".

#### b) Clasificación de las formas de calor

Las formas de calor se clasifican en los siguientes tipos:

- Fuente de ignición o de calor. La energía térmica que produce en primera instancia el aumento de temperatura suficiente como para producir la ignición de un material dado. La fuente de ignición o de calor estará formada, por un lado, por el material o elemento que produce la ignición y, por otro, por su forma.
- Combustión. Es la cantidad máxima de calor liberado en la combustión completa de una unidad de masa de cualquier material combustible.
- Radiación térmica. Energía térmica que se propaga a través de ondas electro- magnéticas más largas que las ondas luminosas y más cortas que las de radio.
- Gasificación. Presión térmica necesaria para vaporizar la unidad de masa de combustible, cuya temperatura inicial es la del ambiente.
- Calor latente. Cantidad de calor absorbido por una sustancia al pasar de un estado de conservación a otro. Se denomina calor latente de vaporización cuando pasa de la fase líquida a gaseosa y, se refiere a calor latente de fusión al pasar de la sólida a la líquida.
- Descomposiciones térmicas. Se produce por la descomposición de compuestos que requieren la presencia de calor durante su formación. Generalmente producen auto combustión por fermentación de materiales leñosos o vegetales y de otros materiales.
- Calor de disolución. Es el que se desprende al disolverse una sustancia en un líquido.
- Calor debido al arco eléctrico. Arco eléctrico, también llamado arco voltaico. Tipo de descarga eléctrica continua que genera luz y calor intensos, formada entre dos electrodos dentro de una atmósfera de gas a baja presión o al aire libre. El arco eléctrico se produce cuando un circuito eléctrico o conductor de energía eléctrica se interrumpe, tanto si esta interrupción es intencional (caso de un interruptor), como si es accidental (cuando se suelta un contacto o un terminal).
- Calor generado por el rayo: El rayo es una descarga eléctrica con una potencia equivalente a 10.000 v. por cm, que se proyecta desde una nube sobre la carga opuesta de otra nube o sobre la tierra.
- Calor generado por fricción: Cualquier rozamiento produce calor. La energía mecánica utilizada para superar la resistencia al movimiento creada por el rozamiento de dos sólidos se denomina calor de fricción. Entre los ejemplos de calor producido por rozamiento, tenemos el originado por una correa que patine en una polea, o las partículas metálicas calientes (chispas) que saltan al trabajar un metal con un abrasivo o ferodos de vehículos.
- Compresión: Es la energía térmica que se desprende de la

compresión de un gas. El hecho de que la temperatura de un gas aumente cuando se le comprime ha encontrado aplicación práctica en los motores diésel, en los que el calor de la compresión elimina la necesidad de un sistema de ignición por chispas.

### c) Transmisión del calor

En el estudio del fuego es vital el conocer cómo actúa el calor y cómo se transmite, ya que es la causa más común de los incendios y de su expansión. Un fuego se propaga desde el punto de origen si existe suficiente combustible y oxígeno. La propagación se produce mediante un simple mecanismo: la transmisión del calor a los combustibles del lugar. Por el camino que sigue el fuego y las señales que deja tras sí, el investigador determina si la propagación fue natural o bien hubo intervención humana. El calor se transmite desde el fuego a los combustibles por cuatro medios:

- **Conducción.** Es la transmisión de calor a través de un sólido. Los objetos metálicos, tales como vigas, clavos y cables, son excelentes conductores del calor. Muchas personas lo han probado en sí mismos al coger por un extremo un objeto metálico al que se le había aplicado calor en el otro. De igual manera, el calor puede ser conducido de una habitación ardiendo a otra adyacente a través de una tubería de fundición. Combustibles presentes en la habitación adyacente pueden inflamarse, a pesar de que las dos habitaciones parecían aisladas entre sí. La madera no es buena conductora del calor, sin embargo, si está en contacto con un objeto o superficie caliente puede pirolizarse después de un tiempo (se descompone emitiendo vapores). El calor de la superficie u objeto resulta entonces suficiente para inflamarla y generar llamas. Esta pirolisis y posterior ignición puede producirse de forma mucho más rápida cuando el calor de un fuego se trasmite al objeto de madera a través de una tubería o viga metálica. El fuego que se propaga por conducción generalmente no deja huellas fáciles de detectar por el investigador; sin embargo, la sintomatología producida por la presión térmica en el conductor llevará al investigador hasta el punto de origen del fuego inicial o, en su caso, dará suficientes indicios de la trayectoria de propagación que conducirá al área de origen.

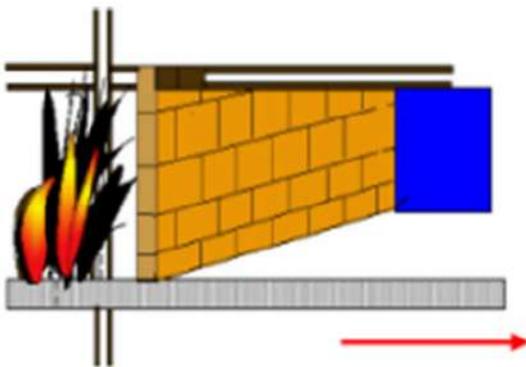


Tabla 1. Calor producido por conducción.

El calor que se transmite por conducción provoca la ignición en otras zonas, a través de los sólidos.

- **Convección.** Transmisión del calor a través del movimiento del humo, gases, aire y partículas calientes. El humo y los gases calientes ascienden en su sentido natural desde el área de origen del incendio. El aire cercano al fuego se calienta y también sube (al ser más ligero que las capas superiores más frías). Al ascender el aire, el humo y los gases transportan material incandescente y partículas calientes que propaga por toda el área del incendio. A medida que estos gases y sólidos se alejan, el aire más frío por presión de los propios gases se mueve hacia el área de fuego. Esto genera corrientes que aceleran el proceso de convección que, a su vez, se va acelerando al aumentar la velocidad de combustión.

Si el desplazamiento vertical de las corrientes calientes de convección se ve frenado, por ejemplo, por un techo, los gases y partículas se desplazan vertical y horizontalmente y a través de cualquier abertura. Los gases y partículas en movimiento dejan un rastro claro y definido en las paredes, techos y enseres del edificio. Debido a que estos productos de la combustión suben alejándose del fuego, la huella en las paredes tiende a asemejarse a una amplia "V" comenzando en el punto de origen del incendio. Las zonas bajas de las paredes y enseres puede que permanezcan indemnes, mientras que la parte alta y el techo estarán invadidos por horizontes de humo.

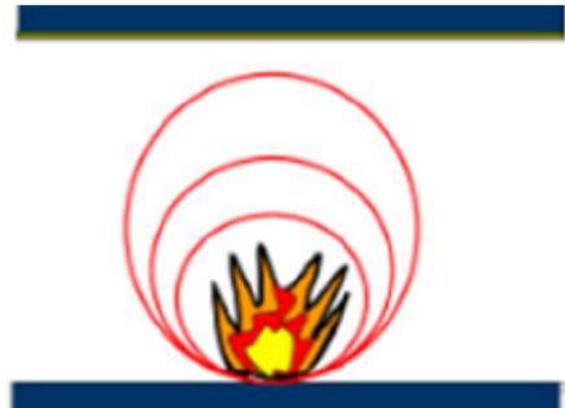


Figura 2. Transmisión de calor por convección.

- **Radiación.** Es la transmisión de calor a través de ondas invisibles que se propagan por el espacio al igual que la luz, transmitiéndose en línea recta en todas las direcciones. Se mueven a través del aire y no se ven afectadas por el viento; penetran superficies transparentes y translúcidas, incluyendo el cristal y el

agua. Son absorbidas por cualquier sólido opaco con el que entran en contacto. El calor absorbido genera vapores inflamables que se mezclan con el aire circundante y que posteriormente se inflaman por nuevas aportaciones de calor radiante.

Las radiaciones de calor penetran en los materiales translúcidos provocando igniciones en zonas apartadas del incendio original.

El calor radiado de las llamas, transmitido a través de conductos de aire acondicionado en el techo, ha llegado en ciertos casos, a inflamar papeles colocados encima de mesas de oficina. Materiales situados a una distancia de 30 metros han llegado a arder por radiación. La ignición por radiación enfrenta al investigador con un problema grave en el transcurso de la investigación, puesto que no existe contacto visible entre la fuente calorífica y el combustible; no obstante, ha de existir una trayectoria que pueda ob-



Figura 3. Calor transmitido por radiación

servarse entre la fuente de radiación y el material que se inflama. En caso contrario la ignición por radiación no puede producirse.

- **Contacto directo.** Se determina contacto directo o aplicación de llama abierta directa, cuando la presión térmica producida por el elemento iniciador produce una llama que alcanza un objeto que puede ser objeto de combustión, produciéndose por la unión del calor producido por la llama con cualquier materia inflamable. Como ya se ha mencionado, las corrientes de convección pueden transportar ascuas u otros tipos de restos de materiales existentes en el lugar donde se inició el incendio. Así, las llamas producidas por cerillas causan ignición por contacto directo. Las llamas procedentes de una butaca ardiendo que alcanzan cortinas transmiten calor por contacto directo.

Las trayectorias de propagación y comportamientos realizados por el fuego, suelen indicar si se ha propagado por contacto directo o no, independientemente de que existan en ese lugar aportaciones voluntarias de acelerantes de la combustión. En estos casos es necesario realizar la reconstrucción hipotética del lugar de origen de los restos de los muebles, electrodomésticos y otros, caso de haber resultado destruidos como portadores intermedios de las llamas.



Figura 4. Propagación por contacto directo.

#### d) Efecto del calor

- **Carbonización (Piel de Cocodrilo).** La carbonización se produce cuando arde madera. Una vez las llamas alcanzan un elemento estructural de madera, el fuego aumentará la presión térmica hasta los niveles de carbonización, produciendo mayor carbonización en el lugar de origen del fuego y menos en el opuesto. De esta forma, cuando las llamas traspasan el elemento, dejan marcas con formas singulares que indican la dirección del recorrido de las llamas.

- **Calcinación.** Se da en materiales que normalmente no son combustibles: cerámica, terrazo, ladrillo y minerales en general. Si se produjere sobre metales se trataría de una oxidación.

La calcinación es difícil de apreciar a simple vista; se identifica por el color, que no siempre tiene que ser más oscuro. En ocasiones se observan manchas muy claras indicativas de poca incidencia térmica en la zona, en este caso el indicio indicativo de calcinaciones pudo ser erróneo, debido a que posiblemente el suelo estaba encerado antes del incendio.

El fenómeno de la calcinación se manifiesta a través del reblandecimiento de la materia por presión térmica, que sólo se apreciará mediante el tacto a través de las herramientas: tocando, raspando y presionando.

- **Fusión.** Se da, sobre todo, en plásticos, cristales y metales. Los objetos de plástico, tales como teléfonos y carcasas de televisión, se funden a temperaturas próximas a 370 °C. La distorsión que provoca la fusión, indica la dirección del recorrido del fuego a través de los horizontes de calor.

## Humo

El humo aparece por una combustión incompleta en la que pequeñas partículas se hacen visibles pudiendo impedir el paso de la luz. Es importante saber que puede llegar a ser inflamable cuando la proporción de oxígeno y calor es la adecuada.

El humo es irritante, provoca lagrimeo, tos, estornudos, etc., y produce daños en el aparato respiratorio, pudiendo llegar a provocar la muerte en algunos casos. Su color nos va a aportar datos relevantes:

- Color blanco o gris pálido: indica que arde libremente.
- Negro o gris oscuro: indica normalmente fuego caliente y falta de oxígeno.
- Amarillo, rojo o violeta: generalmente indica la presencia de gases tóxicos.

SIGNIFICADO DEL COLOR DEL HUMO	
Color	Combustible
Negro	Hidrocarburos (gasolina), alquitrán, goma, plásticos, etc.
Gris	Combustibles sólidos: primarios en la 1ª fase de combustión, papel, madera, telas, etc.
Gris-Oscuro-marrón	Combustibles sólidos: primarios en la fase final de combustión*
Bianco	Fósforo, forraje y compuestos
Bianco con llamas brillantes	Es indicativo de la presencia de magnesio (reacciona con el agua)
Amarillo /verdoso	Cloro (muy tóxico)
Amarillo a rubio oscuro	Azufre, ácido nítrico, clorhídrico, sulfúrico, etc., productos derivados del PVC
Marrón fuerte con llamas rojas intensas	Productos derivados del nitrógeno

Tabla 2. Relación del color del humo con el combustible que está ardiendo

Si cuando se observa el incendio en su primera fase, apreciamos humo de color amarillo-gris o gris-marrón que se mueve con lentitud, es una señal inequívoca de una combustión lenta por falta de oxígeno en el interior del recinto siniestrado.

## Gases

Es el estado físico de una sustancia que no tiene forma ni volumen, es el producto resultante de la combustión, produciéndose antes y después de ésta. Los gases pueden ser tóxicos, constituyendo uno de los factores más peligrosos de un incendio.

### a) Clasificación de los gases

Asfixiantes. Son aquellos que producen narcosis ("modorra"), somnolencia, embotamiento de la sensibilidad, pudiendo generar en ocasiones un "espasmo de glotis". Entre los principales se encuentran:

- CO o monóxido de carbono. Se produce en combustiones forzadas, siendo el que causa más muertes: calderas averiadas, chimeneas atoradas, etc.
- CO<sub>2</sub> o dióxido de carbono. Se produce en todas las combus-

iones.

• Irritantes y tóxicos sistémicos. El riesgo de incendio o en los gases es muy similar al de los líquidos, ya que su radica en la fase de vapor y no en la fase líquida. La peligrosidad de todos los gases y vapores, de su composición química, se debe a que la presión del gas está en función de la . Como por ejemplo el cianuro de hidrógeno o HCN.

*Monóxido de carbono (CO)*. El CO es un gas que no tiene olor ni sabor y no es irritante, por lo que su exposición puede pasar completamente desapercibida. Es menos pesado que el aire, por lo que se acumula en las zonas altas. Se origina por la combustión incompleta de los combustibles orgánicos. La principal característica de sus efectos mortales es la sedación pasiva, puesto que la víctima de este gas no siente ni sufre, produciendo sus efectos antes de que los frentes de propagación del fuego alcancen el lugar donde duerme la víctima (muerte dulce).

Se halla contenido en: gas ciudad, gases del tubo de escape de los automóviles y en cualquier lugar en el que se produzca una combustión de cualquier tipo de combustible (estufas de carbón o de gas, braseros, calentadores de agua, hornos, humo de tabaco, etc). La intoxicación suele tener lugar en habitaciones mal ventiladas.

El origen más frecuente de este gas, y por lo tanto de la posibilidad de intoxicación, son los incendios, en los que es la causa de mortalidad en más del 50%. Los síntomas van a depender de la concentración y rapidez con que se inhale el gas. La inhalación masiva y aguda de gas ciudad produce rápidamente la pérdida del conocimiento y parálisis respiratoria.

*Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)*. El CO<sub>2</sub> es el gas típico de la combustión. No es venenoso, aunque desplaza el oxígeno del aire pudiendo producir la muerte por asfixia. Se utiliza en muchos sistemas de protección para extinguir incendios en espacios cerrados o semicerrados, debido a esa capacidad para desplazar el oxígeno. El dióxido de carbono proviene de la combustión de los compuestos orgánicos siendo las cantidades emitidas a la atmósfera muy importantes, influyendo en el calentamiento atmosférico.

*Cianuro de hidrógeno (HCN)*. El HCN se produce como resultado de la combustión de materiales que contienen nitrógeno como la lana y las fibras sintéticas. El ácido clorhídrico (HCl) se desprende cuando se calientan algunos materiales plásticos como el PVC. El gas se mezcla muy bien con el aire y pueden formarse fácilmente mezclas explosivas. Se trata de un ácido débil, que puede polimerizar debido al calentamiento por encima de 184 °C, y que reacciona violentamente con exceso de ácidos fuertes originando riesgo de incendio y explosión.

## Llamas

### a) Concepto

Los combustibles sólidos, líquidos y gaseosos arderán mediante llamas.

- Los combustibles líquidos se volatilizan, debido al calor y la elevada temperatura de combustión, inflamándose y ardiendo como los gases.
- Los combustibles sólidos arderán con llama cuando se produzca en ellos una pirólisis suficiente como para generar suficientes gases volátiles por descomposición, como sucede con las hullas grasas, las maderas, etc.

Como norma general, diremos que el fuego, en una atmósfera rica en oxígeno, está acompañado de una luminosidad conocida como "llama", que se manifiesta como el factor destructivo de la combustión. Su estudio es fundamental en la primera fase de la investigación de incendios,

siendo muy relevante tanto su color como su comportamiento.

La llama materializa una frontera entre los dos depósitos que contienen las reservas necesarias para la reacción: por una parte, la mecha humedecida con el combustible y, por otra, el aire circundante. El paso al estado gaseoso es necesario para que los productos contenidos en la mecha puedan interactuar con el aire (los sólidos y los líquidos no se inflaman, sólo lo hacen los vapores que los circundan). El transporte de los ingredientes gaseosos hasta la zona de reacción, y luego la evacuación de los productos de la misma, tiene lugar por medio de un mecanismo llamado difusión molecular.

### b) Clasificación de las llamas de acuerdo con su morfología

Llama pura. Parte luminosa de los gases o vapores en combustión. Generalmente se da en los primeros momentos del origen del fuego, e indicará con su cromática la ignición de un material determinado y los grados aproximados de potencia térmica.

- Llama premezclada. Llama en la que el combustible y el comburente se mezclan antes de la combustión, como el mechero "Bunsen" en un laboratorio o una cocina de gas.
- Llamarada. Se produce cuando en la primera fase de un incendio se observa una propagación forzada con mayor velocidad de la normal, esto solamente se da cuando existen en el inicio o punto de origen líquidos acelerantes de alta inflamabilidad.

- Llamas por el techo. Se observan llamas horizontales de propagación, llamadas "alas de ángel", cuando en el recorrido de su propagación lo hacen únicamente por el techo, sin afectar directamente a la superficie de los combustibles secundarios, aprovechando la presión térmica ejercida como consecuencia de los gases emanados del lugar o punto de origen, significando que en ese periodo el lugar de confinamiento del fuego está alcanzando la temperatura ideal para una combustión generalizada.

### c) Propagación de la llama

Un factor básico del aumento de dimensiones de un incendio es la velocidad de propagación por las superficies combustibles adyacentes. La propagación de la llama puede representarse como un frente de avance de la ignición, donde el extremo frontal de la llama actúa como fuente de ignición del combustible que todavía no está ardiendo. La velocidad de propagación viene determinada, por un lado, por las propiedades del material, de las que depende la facilidad de ignición y, por otro, por la interacción entre la llama existente y la superficie de avance del frente.

La propagación vertical en sentido ascendente es la más rápida, pues la flotabilidad garantiza que las llamas se desplacen hacia arriba, y así la superficie superior al área de combustión queda expuesta a la transferencia directa del calor de las llamas. La experiencia demuestra que la propagación vertical es más peligrosa que la horizontal, debido fundamentalmente a su rápida propagación.

La velocidad de propagación también depende del flujo de calor radiante aplicado. El volumen de un incendio en el interior de una habitación, crecerá con mayor rapidez al aumentar el nivel de radiación generado a medida que se extiende el incendio, lo que contribuirá a acelerar su propagación.

### c) ¿De dónde vienen los colores de la llama?

Las llamas toman el color de los elementos que consumen: amarillas, rojas, azules, anaranjadas, verdes o multicolores, etc., dependiendo de los elementos y de su proporción.

Una combustión pone en marcha una serie de reacciones de oxidación-reducción, en las que sus electrones toman energía del medio circundante, pasando a un estado "de excitación", regresando finalmente a su nivel de energía inferior. Las leyes de la física cuántica demuestran que, en el proceso, se emite un fotón cuya frecuencia es específica de la luz azul. Pero, por ejemplo, en la llama de una vela también hay distintos tipos de partículas, especialmente hollín (partículas de carbono muy ligeramente hidrogenadas). Para verificarlo, basta colocar un plato blanco encima de la llama; no tardará en formarse allí un reguero negro. Cuando se encuentra en el lugar de la reacción, cerca de la mecha de la vela, el hollín alcanza una elevada temperatura. Al igual que una barra de metal calentada, el hollín irradia luz. El espectro policromático está determinado por la llamada ley del cuerpo negro, que sólo depende de la temperatura del cuerpo que recibe la presión térmica ejercida. Así, las partículas de carbono, que en la llama de la vela están a una temperatura comprendida entre 800 °C y 900 °C, emiten una luz cuyo color predomi-

nante es el amarillo-anaranjado. El enrojecimiento de las brasas de una chimenea se explica también por una radiación de "cuerpo negro" (la llama es demasiado tenue para ser vista). En general, sólo un tanto por ciento de la radiación emitida es visible; el resto aparece en el ultravioleta y sobre todo en el infrarrojo.

COLOR	TIPOS DE COMBUSTIBLE
AMARILLO	Combustibles primarios en 1ª fase tipo "A", papel, ropa, madera, etc.
NARANJA	Combustibles primarios (anteriores) en 2ª fase o fase final.
ROJO	Combustibles líquidos inflamables y subproductos de hidrocarburos, gasolina, etc.
BLANCO	Metales, magnesio.
VERDE	Cobre y nitratos
AZUL	Alcohol y gas natural con la mezcla apropiada de aire.
AMARILLO VERDOSO	Cromo y manganeso.

Tabla 3. El color de la llama varía según las propiedades del combustible incendiado.

Temperatura	Color de la llama
525 °C	Llamas rojas visibles de día
615 °C	Llamas rojo oscuro
815 °C	Llamas rojo cereza
1.000 °C	Llamas de color rojo
1.100 °C	Color rojo anaranjado o amarillo luminoso
1.200 °C	Llamas de color naranja
1.300 °C	Llamas de color blanco amarillento
1.400 °C	Llamas de color azulado
1.500 °C	Llamas de color blanco brillante
2.750 °C	Llamas de oxiacetileno

Tabla 4. Relación de grados de acuerdo con el color emitido en la combustión.

### Tipos de fuego

De acuerdo con la NORMA Oficial Mexicana NOM-002-STPS-2010, publicada en el DIARIO OFICIAL el jueves 9 de diciembre del 2010 (Primera Sección) los fuegos se clasifican de la siguiente manera, tomando en cuenta los materiales combustibles:

- Fuego clase A: Los incendios de la clase "A" son los que ocurren en general en materiales que se encuentran en ese estado físico sólido tales como madera, papel, cartón y diversos plásticos, los neumáticos, las telas y otros combustibles sólidos ordinarios como trapo, viruta, papel, basura, etc. Cuando se produce un fuego al quemarse el material sólido, se agrieta, produce cenizas y brasas.
- Fuego clase B: Los incendios clase "B" son aquellos que se producen en la mezcla de un gas, como gasolina, aceite, combustible y productos derivados del petróleo, así como también

gases como el butano, propano, etc., con el aire; o bien, de la mezcla de los vapores que se desprenden de la superficie de los líquidos inflamables, como la gasolina, aceites, grasas, solventes, etc.

- Fuego clase C: Los incendios tipo "C" son aquellos que involucran algún equipo eléctrico energizado, por ejemplo: electrodoméstico de cocina, computadoras, televisores u otros tipos de equipos eléctricos.

- Fuego clase D: Los incendios clase "D" son los que se presentan en cierto tipo de metales combustibles, tales como polvo virutas de aleaciones de metales livianos como el magnesio, titanio, sodio, litio, potasio, aluminio, o zinc en polvo.

- Fuego clase K: Los incendios clase "K" son los generados con aceites vegetales, grasas, cochambre etc., encontrándose comúnmente en aparatos de cocinas domésticas o comerciales. Su símbolo es una letra K y su pictograma es una sartén en llamas. El agente extinguidor es acetato de potasio.

### Fases de fuego

a) En un edificio

Por supuesto, cada incendio tiene unas características distintas, en función del combustible y el comburente que entren en juego, así como las condiciones del entorno en el que se ha desencadenado. Pero de manera general, podemos hablar de tres fases del fuego, cuando el incendio se produce en un edificio

Fase inicial o incipiente:

Es la primera de las tres fases del fuego, en la que se generan abundantes gases por la gran presencia de oxígeno en el ambiente. Esos gases pueden ser vapor de agua, monóxido de carbono, dióxido de carbono, dióxido de azufre, etc. En cambio, si bien la llama puede tener una temperatura



superior a los 500°C, el ambiente aún no está especialmente caldeado.

Fase de combustión libre: En esta segunda fase, el ambiente aún es rico en oxígeno produciendo abundantes llamas. El ambiente, además, ya es extremadamente caliente, superando en muchos casos los 700°C, sobre todo en las zonas altas, hacia donde se dirige el

aire caliente. De ahí la importancia de moverse siempre por las áreas bajas y usar sistemas de protección respiratoria para evitar la inhalación no solo de gases, sino también del aire caliente, que puede dañar gravemente los pulmones.

Fase latente: En esta última fase, el entorno ya es pobre en oxígeno, de modo que el fuego carece de la alimentación necesaria para proseguir. Sin embargo, no se puede decir que el peligro haya pasado, ni mucho menos: el ambiente sigue estando extremadamente caliente y los restos de los materiales calcinados siguen estando en estado candente, a una altísima temperatura también. Eso no solo mantiene el riesgo por quemaduras, sino también por otro potencialmente más destructivo en el caso de que el espacio vuelva a recibir oxígeno: una nueva combustión o, cuando menos, una nueva generación de gases y humo.

b) En un incendio forestal

forestal, que tiene sus propias características, sobre todo por tratarse de un fuego en un espacio abierto y, por tanto, con continuo aporte de oxígeno.

Aunque las labores de extinción de este tipo de fuego quedan a cargo de los bomberos públicos, no está de más mencionar sus propias fases para familiarizarse con ellas:

**Incendio activo:** rápida propagación del fuego que está fuera de control.

**Incendio estabilizado:** el fuego no está controlado, pero evoluciona dentro del pronóstico esperado

**Incendio controlado:** el fuego no avanza ni se propaga, y solo arde dentro del área delimitada por los bomberos

**Incendio extinguido:** los materiales de ignición se han apagado y no se espera su reavivación

### Causas de inicio de los incendios

Causas naturales: rayos, tormentas eléctricas, etc.

- Causas humanas: imprudencias, mala vigilancia, "fogatas" mal apagadas, quema de rastrojos, efecto de lupa (vidrios rotos), trabajos mediante calor (soplete, soldadura de arco), chispas de maquinarias o vehículos, incendiarios y pirómanos, etc.
- Corriente eléctrica: instalaciones sobrecargadas, sobretensiones, arcos voltaicos, sobrecalentamientos, cortocircuitos que solamente podrían producir deflagraciones súbitas o explosiones de gas.
- Aparatos de calefacción de llama viva: chimeneas, estufas, braseros, fuegos de cocinas, etc.
- Líquidos inflamables: en los depósitos abiertos o con salida de aire, los vapores que emiten son inflamables y forman, con el aire, mezclas explosivas o deflagrantes.
- Gases inflamables: mezclados con el aire pueden explotar al entrar en contacto con un punto de ignición.
- Electricidad estática: debida al frotamiento de dos cuerpos pueden producirse chispas.

### Peligro de incendio en materiales

Fibras y textiles

La mayoría de los textiles fabricados a base de fibras que se encuentran en el entorno humano son combustibles. La ropa, el mobiliario y el entorno habitable están constituidos en su totalidad o en parte por textiles, que representan un peligro tanto durante su producción, procesado y conservación como durante su utilización.

Las características de riesgo de incendio de las fibras basadas en proteínas de origen animal (lana, seda, pelo) todavía son más positivas que las de las fibras vegetales, ya que presentan una temperatura más alta de ignición (500°C - 600 °C) y, en las mismas condiciones, su combustión es menos intensa. Cada vez adquie-

**Materiales sólidos:**  
Madera, papel cartón  
tela, plástico

**Líquidos inflamables:**  
Pintura, gasolina,  
petróleo y derivados

**Eléctricos:**  
Equipos o instalaciones  
eléctricas

**Metales combustibles:**  
Sodio, potasio  
magnesio, aluminio,

**Cocinas comerciales:**  
Grasas y aceites  
de cocina

En los anteriores apartados hemos descrito cuáles son las fases del fuego en un espacio relativamente cerrado, como puede ser un edificio o las instalaciones de un centro de trabajo. Sin embargo, no conviene confundir esas fases con las de un incendio

ren mayor importancia las aplicaciones textiles de la industria de los plásticos, que aprovecha algunas propiedades mecánicas extremadamente positivas de los productos poliméricos.

La mayoría de estas fibras, a pesar de su elevada temperatura de ignición (400°C a 600 °C), se funden cuando se exponen al calor, entran fácilmente en ignición, arden con intensidad, go-tean o se funden durante la combustión y liberan una cantidad considerable de humo y gases tóxicos.

#### Gases

Con respecto a los peligros de incendio y explosión, los gases pueden clasificarse en dos grandes grupos: gases combustibles y gases no combustibles. De acuerdo con la definición aceptada en la práctica, los gases combustibles son aquellos que entran en combustión en el aire con una concentración normal de oxígeno, siempre que existan las condiciones adecuadas. La ignición sólo se produce por encima de una determinada temperatura, con la temperatura de ignición necesaria y dentro de un determinado rango de concentración. Los gases no combustibles son aquellos que no entran en combustión ni en oxígeno ni en aire independientemente de su concentración. Algunos de estos gases favorecen la combustión (p. ej., el oxígeno), mientras que otros la inhiben. Los gases no combustibles y que no favorecen la combustión se denominan gases inertes: nitrógeno, gases nobles, dióxido de carbono, etc

#### Productos radiactivos

Los elementos y compuestos radiactivos, además de los peligros derivados de la radiación, pueden presentar también un peligro de incendio. Cuando en un incendio resulta dañada la estructura de objetos radiactivos, pueden liberarse materiales que irradien rayos y con un efecto ionizador muy fuerte, provocando la destrucción de los organismos vivos.

#### Productos químicos

La información sobre las propiedades de los productos químicos figura en las fichas técnicas elaboradas por los fabricantes y en los manuales sobre productos químicos peligrosos. Se trata no sólo de las características técnicas generales de los materiales, sino también de los valores reales de los parámetros de peligro (temperatura de descomposición, temperatura de ignición, concentraciones límite de combustión, etc.), su comportamiento especial, los requisitos de almacenamiento y de seguridad contra incendios, y recomendaciones de primeros auxilios y asistencia médica. La toxicidad de los productos químicos puede dar lugar a dos situaciones de riesgo en un incendio potencial. Por un lado, la alta toxicidad de ciertos productos químicos puede resultar peligrosa en caso de incendio y, por otro, su presencia en el área de incendio puede dificultar las operaciones de extinción. Los agentes oxidantes (nitratos, cloratos, peróxidos inorgánicos, permanganatos, etc.), aunque en sí no son combustibles, contribuyen en gran medida a la ignición de los materiales com-

bustibles, así como a su combustión, que puede ser intensa y en ocasiones explosiva. En el grupo de materiales inestables se encuentran los productos químicos (acetaldehídos, óxido de etileno, peróxidos orgánicos, cianuro de hidrógeno, cloruro de vinilo) que se polimerizan o se descomponen de forma espontánea o con mucha facilidad dando lugar a reacciones exotérmicas violentas. Los materiales que reaccionan con el agua y el aire son extremadamente peligrosos.

#### Metales

La práctica nos enseña que casi todos los metales, en las condiciones adecuadas, pueden entrar en combustión en el aire. Por su comportamiento en caso de incendio, el acero y el aluminio de gran espesor estructural se consideran materiales no combustibles. Sin embargo, el polvo de aluminio y de hierro y los algodones metálicos de fibra de metal fina pueden entrar fácilmente en ignición y, por tanto, arder de forma intensa. Los metales alcalinos (litio, sodio, potasio), los metales alcalinotérreos (calcio, magnesio, zinc), el circonio, el hafnio, el titanio, etc., entran en ignición con extrema facilidad cuando están en forma de polvo, limaduras o tiras finas. Algunos metales tienen tal capacidad de reacción que deben almacenarse fuera del contacto con el aire, en una atmósfera de gas inerte o bajo un líquido neutro a los metales. Los metales combustibles y los propensos a la combustión producen reacciones de combustión extremadamente violentas, con procesos de oxidación de alta velocidad y liberación de cantidades de calor bastante mayores que las observadas en la combustión de líquidos combustibles e inflamables.

#### Investigación en incendios

En la investigación técnico-forense a llevar a cabo en casos de incendios, el perito cuenta con dos vías importantes de información que le aportaran los datos necesarios como para arribar a conclusiones de importancia para la resolución del problema planteado: los testimonios que le aporten información relacionada con el desarrollo del fuego y las comprobaciones efectuadas en el lugar del hecho, en forma posterior al incendio.

##### 1. El desarrollo del incendio

Durante esta parte de la investigación se evaluarán los testimonios recogidos por la autoridad que haya intervenido en el primer momento, ya sea provenientes de testigos ocasionales o bien del personal afectado a la tarea de extinción (bomberos, policías, etc.) de donde

surgirán datos tales como:

- a) El color de la llama, la cantidad, densidad y el color del humo y el olor en el lugar del hecho.
- b) El desarrollo del incendio

## 2. La inspección técnica después del incendio

Información de trascendente importancia que se extraerá de la inspección ocular que debe llevar a cabo en el lugar de los hechos el personal técnico especialmente capacitado para este tipo de tareas. Se hace necesario conocer las condiciones y disposición original del local afectado, sus características e instalaciones y comprobar a través del estudio del lugar, las alteraciones o modificaciones causadas por el fuego. En concreto, la inspección ocular tiene de reconstruir el lugar del suceso con indicación de particularidades tales como distribución de muebles, máquinas y otros efectos, características y localización de instalaciones eléctricas, de gas natural y todo otro detalle que haya estado presente originalmente en el lugar afectado.

El experto deberá adoptar las medidas para documentar adecuadamente el lugar del hecho mediante la obtención de las placas fotográficas necesarias y la confección de los croquis planimétricos necesarios para objetivizar la evolución del fuego y determinar las zonas afectadas.

## 3. Determinación del origen del fuego

- Determinar el lugar donde se inició la combustión
- Determinar que pudo causar la combustión
- Localizar e identificar el agente determinante de inicio del fuego

-La presencia de más de un "foco" indicara primariamente la posibilidad de un incendio intencional.

## 4. Determinación de las causas del fuego

De la inspección ocular y de los análisis de las declaraciones de testigos y del personal afectado de las tareas de extinción surgirán los factores que pudieron actuar como desencadenante del siniestro, permitiendo asimismo efectuar la tipificación del hecho conforme a su origen y de acuerdo a la clasificación que de estos se hiciese precedentemente.

Para llevar a cabo esta tarea debe basarse en la información extraída de la totalidad de las diligencias, estudios, ensayos, experiencias y otras prácticas llevadas a cabo con tal finalidad cuyos datos deben ser agrupados, clasificados, ordenados y convenientemente analizados, derivado de ellos las circunstancias que diera lugar a la iniciación del siniestro, a su propagación y a las consecuencias del mismo.

De estos estudios no solo surgirá el motivo de iniciación del fuego sino también las circunstancias que pudieran haber motivado su propagación y dificultar su extinción, tales como deficiencias de construcción, uso de materiales inadecuados, ausencia de salidas de emergencias, ausencia de alarmas, etc.

## Perito en incendios

### Perito de incendios y riegos diversos (IRD)

El Perito IRD es un profesional capacitado para realizar dictámenes con utilidad judicial a partir de la valoración e investigación de los posibles daños sufridos, así como la determinación de principios, causas y consecuencias e incluso la realización de una valoración económica del hecho.

El Perito IRD puede trabajar en los siguientes ámbitos:

- Incendios
- Riesgos diversos
- Seguridad
- Accidentes
- Automóviles

### Trabajos periciales de incendios

A la hora de realizar periciales de incendios, hay que tener en cuenta algunos aspectos como:

- El lugar en el que se ha producido: Urbano, industrial, forestal, eléctrico, en transporte.
- Según la magnitud: Conato, parcial o total.
- Según el material combustible: De sólidos, líquidos, gases o metales

### *Pericial de incendio forestal*

Los daños de un incendio forestal son evidentes, en estos casos se necesita de un perito para:

- Determinar a cuánto asciende los daños
- Aconsejar para tomar medidas de reforestación
- Que uso del terreno hacer

Dependiendo de los daños causados por el incendio forestal, se necesitará de un perito especializado en la causa:

- Perito experto en bienes inmuebles: en caso de que el incendio haya afectado a viviendas o casas familiares
- Perito de semovientes: Si resultan dañados espacios agrícolas o ganaderos.

### *Pericial de incendio de vehículo*

En estos casos, los peritos IRD deben contar con una formación específica como Técnicos especialistas en Automoción o ser Inge-

nieros industriales. De este modo, podrán trabajar en la Reconstrucción de Accidentes de incendios de tráfico.

En estos casos se pueden dar dos opciones:

Incendio TOTAL del vehículo

Incendio de partes o piezas del vehículo, y/o daños sobre el mismo. Es conocido como incendio parcial.

Dependiendo del caso, el Perito especializado actuará de un modo u otro.

#### *Pericial de incendio de vivienda*

En estos casos, para que se considere incendio, debe existir la aparición de la llama y los daños como consecuencia del abrasamiento producidos por ella. Es importante indicar que tiene que originarse en objetos y lugares que no estén destinados a ser quemados.

En estos casos, el perito deberá analizar aspectos como:

El punto de origen

La causa del incendio

Si ha sido provocado o casual

#### *El dictamen pericial de incendios*

El Dictamen Pericial tendrá diversas fases:

Información preliminar: Con el objetivo del Dictamen Pericial, la Metodología a seguir o las restricciones de uso.

La investigación: Con una inspección técnico-ocular y trabajos de campos realizados por el Perito

Análisis de pruebas: En caso de que haya pruebas como vídeos o imágenes, se realizará un análisis de estas y se acompañará de una conclusión.

Inspección técnico-ocular: Se analizará el escenario del incendio, ya sea una vivienda, un vehículo o cualquier otro lugar.

Conclusiones: A partir de todo esto, se determinará cual ha sido el origen y la causa del incendio.

A partir de todo esto, el perito creará el informe pericial de manera clara y objetiva y siempre que sea necesario, acudirá al juicio para responder las preguntas del Juez.

## CONCLUSIÓN

Con todo lo expuesto anteriormente se pone de manifiesto que es de suma importancia que todas las personas conozcan acerca de los componentes que pueden ocasionar un incendio, ya que es nuestra vida diaria es muy común el uso del fuego, además de tener en casa combustibles sólidos, líquidos o incluso gaseosos como la gasolina, el gas, el alcohol, entre otros que pueden ocasionar que se produzca un incendio. Todos los días, en el

mundo, existen incendios y explosiones que causan innumerables desgracias para los seres vivos (personas, animales y vegetación); en el caso de las personas se pueden ocasionar daños materiales y hasta la pérdida de un patrimonio, por lo que es importante que todas las personas tengamos el conocimiento de que, y como es que se puede producir un incendio, siempre y cuando la finalidad sea prevenir uno.

Además, es importante resaltar que el estudio de este tema es importante para las instituciones encargadas de la impartición de justicia, pues existen indicadores para saber si un incendio fue accidental o intencional (ya que hay casos donde la delincuencia utiliza el fuego o algún artefacto explosivo para cometer delitos, como, por ejemplo, podrían aplicar fuego para hacer un robo simple o, incluso, lo utilizarían para desaparecer cuerpos humanos).

Por lo que se concluye que tanto las personas civiles como las personas dentro del ámbito jurídico (especialmente los peritos) conozcan cómo es que se produce un incendio, las primeras para poder prevenirlo, y las segundas para investigar si cuando ocurre un incendio, fue provocado o no, que lo ocasiono, cual fue el origen, cual fue la velocidad de propagación, entre otros factores que podrían ayudar a saber si es necesario llevar el caso ante un juez.

## REFERENCIAS

- Cachairo Calero, J. (2019). Investigación criminalística de incendios: (1 ed.). Madrid, Delta Publicaciones. <https://peritojudicial.com/perito-de-incendios/>
- NOM-002 Prevención y protección contra incendios Investigación en incendios (2010) <https://seguridadpublica.es/2010/12/31/investigacion-en-incendios/> <https://www.gepcoformacion.es/cuales-son-las-fases-del-fuego/>
- Bueno C, J, F. (2011) Teoría del Fuego, Conceptos Generales. Academia Nacional de Bomberos, Manuales CEMI. (2012) Fuego.