

COMPORTAMIENTO DEL FUEGO

El efectivo control y extinción de un incendio requiere un conocimiento básico de la naturaleza química y física del fuego.

Esto incluye la información que describe las fuentes de energía calórica, composición y características de los combustibles y las condiciones ambientales necesarias para mantener el proceso de combustión.

La combustión es un proceso autosostenido de oxidación rápida de un combustible que es reducido por un agente oxidante conjuntamente con el desarrollo de luz y calor. La mayoría de los incendios involucran un combustible que es químicamente combinado con el oxígeno que normalmente se encuentra en la atmósfera del aire.

El aire atmosférico contiene un 21 por ciento de oxígeno, 78 por ciento de nitrógeno, y 1 por ciento de otros gases.

EL PROCESO DE COMBUSTIÓN

El inicio de una combustión requiere la conversión del combustible a su estado gaseoso por calentamiento. El combustible puede encontrarse en cualquiera de los tres estados de la materia: sólido, líquido y gaseoso. Los gases combustibles son producidos de los combustibles sólidos por pirolisis. Esta es definida por la descomposición química de una sustancia por intermedio de la acción del calor. Los gases combustibles son producidos por vaporización de los líquidos. Este proceso es el mismo que al hervir el agua o evaporar un recipiente con agua expuesto a los rayos del sol. En ambos casos, el calor causa la vaporización del líquido. Con los combustibles gaseosos no se requiere el suministro de calor y esto por supuesto restringe las consideraciones del control y extinción gases combustibles.

TABLA 1.1 "PIROLISIS"

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

Para entender el proceso de la combustión vamos a describir los distintos fenómenos físicos y químicos existentes; analizaremos en primer lugar la ignición y combustión de un leño de madera en una situación típica, por ejemplo una chimenea.

A. Hay que suponer que esta madera experimenta un calentamiento inicial externo, no importa por ahora porque medio y motivos. Conforme la temperatura superficial se va aproximando a la temperatura de ebullición del agua, la madera empieza a desprender gases, principalmente vapor de agua. Estos gases iniciales tienen muy poco, o nulos vapores combustibles, pero al incrementarse la temperatura y sobrepasar la de ebullición del agua, el proceso de desecación avanza hacia el interior de la madera.

B. Al continuar el calentamiento y acercarse la temperatura a 300°C se aprecia una modificación del color, visualización de la pirólisis que se inicia. Al pirolizarse la madera, desprende gases

Combustibles y deja un residuo carbonoso negro, denominado carbón vegetal. La pirólisis se profundiza en el tablón de madera a medida que el calor continúa actuando.

C. Inmediatamente después de comenzar la pirólisis, la madera produce rápidamente suficientes gases combustibles como para alimentar una combustión en fase gaseosa. A medida que los gases calientes suben por efecto chimenea, es decir, al estar calientes se vuelven más livianos que el aire que los rodea, y ascienden; a medida que éstos gases ascienden, el espacio que dejan es ocupado por aire más frío que ingresa por un efecto denominado "difusión", el aire ingresa solo por efecto de la depresión producto del ascenso de los gases calientes.

El aire que ingresa se mezcla con los gases combustibles, mientras esto se va produciendo, la temperatura sigue en franco aumento producto de la fuente de calor externa, cuando llegamos al nivel de temperatura denominada "temperatura de ignición", solo nos va hacer falta para que surja la combustión una "fuente de ignición" que la provoque. Si no existe una fuente de ignición, la temperatura de la madera necesitará alcanzar una temperatura mucho más elevada denominada "temperatura de autoignición".

D. Una vez producida la ignición de la mezcla combustible, la llama cubre rápidamente toda la superficie pirolizada. La llama evita el contacto directo entre la superficie pirolizada y el oxígeno del aire. Esta llama genera una gran cantidad de calor, parte de este calor se pierde (2/3 del producido) en el medio ambiente, calienta el aire, las estructuras, las paredes, etc., y otra parte retorna (1/3 del producido) al proceso de la combustión calentando al combustible, a los gases combustibles, al aire que ingresa a la mezcla combustible y a la propia mezcla combustible. Este calor que retorna e incide sobre la madera, calienta la superficie y produce un aumento en la velocidad de la pirólisis, por ende, produce un aumento de la cantidad de gases combustibles. Si por un momento paramos el tiempo en el punto de la temperatura de ignición y retiramos la fuente de ignición que proporciona el calor para producirse la ignición, las llamas se apagan porque la superficie de la madera pierde demasiado calor por radiación térmica y por conducción hacia el interior, la fuente de ignición aporta un diferencial muy pequeño de calor, pero suficiente para mantener la combustión.

También puede suceder que la combustión continúe, si existiera una superficie de madera (o material aislante) paralela y contigua situada frente a la madera inflamada, que pueda captar y devolver parte de radiación superficial, en este caso, no es que no necesitemos la fuente de ignición, sino, que esta fue reemplazada. Este fenómeno de captación y devolución de calor por parte de los materiales vecinos, está presente en todo el proceso de la combustión, lo dicho anteriormente explica por qué no debemos quemar un solo tronco de madera en la chimenea o parrilla, sino varios capaces de captar las pérdidas de calor radiante de uno de los otros.

E. Dejemos correr nuevamente el tiempo y mantengamos la fuente de ignición en su lugar, en este caso la combustión continúa y se produce, tal como dijimos anteriormente, un aumento progresivo de la temperatura, cuando llegamos a la temperatura de inflamación, se produce otros fenómenos, en este caso la combustión logra alimentarse por si misma de calor, se vuelve independiente de la fuente externa de calor y de la fuente de ignición, la combustión se vuelve autónoma, vive por si misma.

F. Una vez inflamada cierta parte de la madera, las llamas se extenderán a la totalidad del material. Cabe considerar la propagación de la llama como una sucesión continua de ignición provocada en que las propias llamas proporcionan el foco del calor. Es fácil observar que la propagación ascendente de las llamas es mucho más rápida que en el sentido descendente u horizontal. Ello es

debido a que el calor de las llamas se desplaza normalmente hacia arriba, y proporcionan calor a una zona mucho mayor en sentido ascendente.

Por tanto, cada sucesiva ignición ascendente agrega al fuego un volumen ardiente mucho mayor que en cualquier otra dirección.

G. El grosor de la capa carbonizada aumenta al continuar la combustión. Dicha capa, que posee buenas propiedades de aislante térmico, limita el caudal de calor que penetra hacia el interior de la madera y, por lo tanto, tiende a reducir la intensidad de la pirólisis, la cual disminuye también al agotarse el volumen de madera sin pirolizar. Al disminuir la intensidad de la pirólisis, llegamos a una etapa donde no se puede mantener la combustión de la fase gaseosa (por falta de gases combustibles), el oxígeno del aire entra en contacto directo con la capa carbonizada y facilita que continúe directamente la combustión incandescente, si las pérdidas de calor radiante no son demasiado elevadas. El análisis anterior presupone un caudal de aire (oxígeno) abundante (pero no excesivo) para alimentar la combustión. Si el caudal de oxidante no es suficiente para quemar el vapor combustible existente, los vapores sobrantes se desplazarán con él, y probablemente arderán cuando encuentren una cantidad suficiente de oxidante. Este es el fenómeno que sucede cuando los vapores combustibles descargan por una ventana y arden en el interior de una habitación completamente incendiada pero insuficientemente ventilada.

Generalmente, los fuegos con poca ventilación generan grandes cantidades de humo y productos tóxicos (por ejemplo, monóxido de carbono). Si por otra parte, sometemos la superficie pirolizada a un chorro de aire a presión, el caudal oxidante puede superar la cantidad necesaria para quemar completamente los vapores combustibles. En tal caso, el exceso de oxidante puede enfriar las llamas hasta suprimir la reacción química y extinguir las. Esto sucede, por ejemplo cuando soplamos sobre un fósforo o una vela. Al soplar sobre fuegos de grandes dimensiones con gran cantidad de vapores combustibles se incrementa la intensidad de la combustión debido al aumento de transmisión de calor desde la llama hasta la superficie del combustible. El cual aumenta a su vez la emisión de sustancias combustibles.

Los fuegos con buena ventilación liberan menos humo que aquellos con ventilación deficiente. En fuegos bien ventilados el aire circundante se mezcla rápidamente con los productos combustibles no incendiados (hollín y vapores) antes de que los vapores del combustible se enfríen. Los



fuegos con ventilación deficiente liberan abundante cantidad de humo y gases de la combustión incompleta, tales como monóxido de carbono. Los vapores del combustible no disponen de aire suficiente para su combustión completa antes de enfriarse y abandonar la zona.

La naturaleza del Fuego.

Cuando se ponen en contacto dos o más sustancias en ciertas condiciones, éstas pueden combinarse entre sí obteniéndose sustancias diferentes. Se dice entonces que se ha producido una reacción química. Las reacciones químicas pueden ser de muy diferentes tipos o clases, siendo la reacción de oxidación la más importante al estudiar la naturaleza del fuego. La corrosión es un ejemplo de reacción de oxidación.

Al producirse algunas reacciones éstas desprenden calor y reciben el nombre de exotérmicas. Por el contrario existen reacciones que

sólo se producen si reciben una determinada cantidad de calor, a éstas se las denomina endotérmicas.

El FUEGO no es más que la manifestación energética de la reacción química conocida con el nombre de **combustión**.

Se define la **COMBUSTIÓN** como una reacción química de oxidación muy viva en la cual se desprende una gran cantidad de calor.

El proceso de combustión es complejo. Cuando una sustancia se calienta ésta desprende unos vapores o gases. Este fenómeno se conoce con el nombre de pirólisis. Estos vapores se combinan con el oxígeno del aire que en presencia de una fuente de ignición arden. Hasta este momento de la combustión se ha comportado como una reacción endotérmica, es decir, necesita el aporte de calor para que pueda iniciarse. Una vez que estos vapores empiezan a arder, se desprende calor y la reacción es exotérmica. Si la cantidad de calor desprendida no es suficiente para generar más vapores del material combustible, el fuego se apagará, por el contrario, si la cantidad de calor desprendida es elevada, el material combustible seguirá descomponiéndose y desprenderá más vapores que se combinarán con el oxígeno, se inflamarán y el fuego aumentará.

Esta descripción del proceso de combustión es válida tanto si el combustible se encuentra en estado sólido como líquido. Los gases no necesitan calentarse, por este motivo los gases combustibles son muy peligrosos y su combustión muy rápida.

En algunos combustibles sólidos, se observa que su combustión pasa por fases claramente distintas. Así, por ejemplo, al hacer arder un trozo de madera, durante un cierto tiempo su combustión se produce con llama, después la llama desaparece, si bien, la combustión continúa. A este tipo de combustión sin llama se la conoce con el nombre de incandescencia, también se la suele denominar combustión en fase sólida y se explica sobre la base del fenómeno de carbonización que experimentan algunos sólidos después de estar sometidos a un calentamiento durante cierto tiempo. Este tipo de combustión es muy lenta por el contrario la combustión de llama es más rápida.

COMBUSTIÓN

La combustión es una reacción química de óxido – reducción exotérmica y autoalimentada con presencia de un combustible en fase sólida, líquida y/o gaseosa. El proceso está generalmente (aunque no necesariamente) asociado con 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 en forma de incandescencia o rescollo. La combustión de una fase gaseosa generalmente se produce con llama visible.

Una llama es una reacción de oxidación en fase gaseosa que se produce en una zona mucho más caliente que sus alrededores, y que generalmente produce luz. Por ejemplo, llama amarilla de una vela o llama azul de un mechero de gas.

La llama es gaseosa. Hay otro modo de combustión que es sin llama, y se denomina incandescencia, cerrada sin llama. La combustión sin llama se limita generalmente a materiales porosos que puede formar una escoria carbonosa al calentarse. El oxígeno del aire se propaga lentamente entre los poros del material y dentro del mismo se produce una zona de reacción brillante, aunque este brillo no se vea siempre desde el exterior.

Estos materiales porosos son malos conductores de calor, de modo que aunque la reacción de combustión se produce lentamente, conservan suficiente calor en la zona de reacción para mantener la temperatura elevada necesaria para que la reacción continúe. No es raro que, si un mueble tapizado se quema, se produzca una combustión incandescente que dure varias horas. Duran-

te ese tiempo la zona de reacción se extiende sólo entre 5 a 10 cm. desde el punto de ignición y después, de repente, el mueble se puede ver envuelto en llamas. La velocidad de la combustión a partir del momento en que se ha producido la llama es muy superior a la de la combustión incandescente.

La combustión necesita altas temperaturas y las reacciones deben sucederse de modo tan rápido que genera calor a mayor velocidad de la que se disipa. De este modo, la zona de reacción no se enfría.

Si se hace algo para alterar ese equilibrio de calor, como aplicar un refrigerante, es posible que se apague la combustión.

No es necesario que el refrigerante elimine el calor con la misma velocidad con que se genera, pues la zona de combustión pierde durante el incendio parte del calor, que se transmite a los alrededores más fríos. En algunos casos se necesita una pequeña pérdida adicional de calor para inclinar el proceso hacia la extinción.

La extinción se puede conseguir enfriando la zona de combustión gaseosa o el combustible sólido o líquido. En este último caso, el enfriamiento evita la producción de vapores combustibles.

EL FUEGO

Es una REACCIÓN QUÍMICA continuada con generación de luz y calor, en el que se combinan **ELEMENTOS COMBUSTIBLES** como (agentes reductores) mezclados con el **OXÍGENO DEL AIRE** (agente oxidante), en presencia de **CALOR** todos en perfecto porcentajes de cada uno.

El fuego es representado por un triángulo equilátero en el que cada lado simboliza cada uno de los elementos para que el mismo exista. El triángulo de fuego no explica cómo se produce o que elementos intervienen en el proceso de la combustión, sino, que fundamentalmente es un elemento didáctico que nos sirve para simbolizar los mecanismos de acción sobre el fuego de los distintos elementos extintores. Los lados son: comburente/oxidante (oxígeno), combustible, calor.

No deja de ser válida la utilización del “triángulo del fuego”, siempre que se especifique que si no hay reacción en cadena tampoco habrá llamas, produciéndose una combustión, o fuego de brasas, rescoldo o incandescentes. El fuego se extingue si se destruye el triángulo, eliminando o cortando alguno de sus lados.

Una llama de difusión puede extinguirse si el combustible se aísla del comburente (oxígeno), o sea, por medios físicos. El CO₂ es un ejemplo de agente que actúa fundamentalmente por su efecto bloqueador o sofocante, otro medio físico de extinguir un fuego lo provee el enfriamiento. Si la zona de la llama se enfría, la reacción que genera el calor pierde velocidad y puede llevarse hasta una condición tal que sea incapaz de generar suficiente calor como para mantenerse, lo cual produce la extinción.

Si se trata de un líquido en combustión, también el enfriamiento directo del líquido puede hacer disminuir su temperatura en grado suficiente como para que la producción de vapor disminuya, lo que trae como consecuencia una disminución de la velocidad de evaporación del líquido hacia la zona de la llama. Este es asimismo un ejemplo de extinción física.



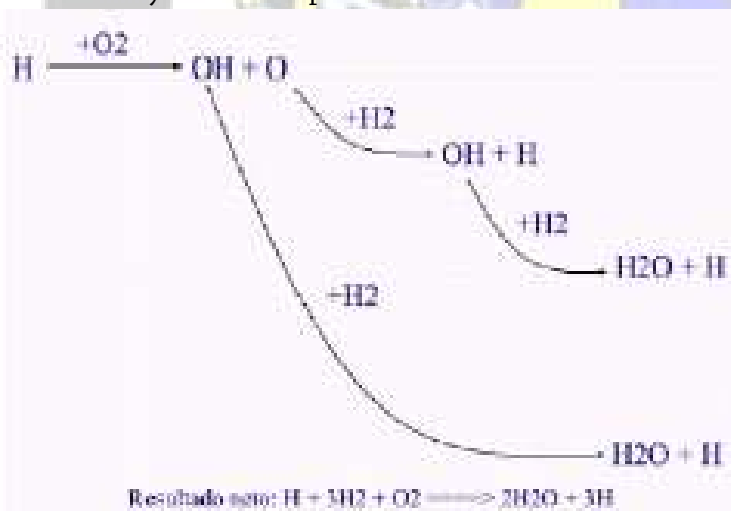
No obstante con el triángulo del fuego de indudable valor didáctico, con el mismo no podían explicarse completamente alguna de las observaciones hechas en la práctica diaria. Por lo tanto se estimó ampliar el modelo anterior incorporando un cuarto factor que contemplara la naturaleza química del fuego.

LA REACCION EN CADENA

El símbolo H representa un átomo de hidrógeno, en vez de la molécula H₂. La combustión consiste en rápidas reacciones en cadena en las que participan estos átomos de hidrógenos y otras moléculas, como radicales libres de hidroxilo OH y átomos de oxígeno libre O. En la figura se ve la secuencia de reacciones que ocurren en una llama entre el oxígeno y el hidrógeno. Se ve que un solo átomo de hidrógeno H, cuando se mezcla con moléculas de H₂ y O₂ a elevada temperatura, se transforma en una secuencia de rápidas reacciones que duran fracciones de milisegundos, y forman dos moléculas de agua H₂O y tres de nuevos átomos puede iniciar inmediatamente la misma secuencia, es decir una serie de reacciones en cadena que continúan hasta que desaparecen los reactivos. Después, las restantes moléculas de H, O y OH se vuelven a combinar según las reacciones:



Otras reacciones en cadena semejantes se producen en las llamas de cualquier elemento que contenga hidrógeno. El hidrógeno se encuentra en la gran mayoría de los combustibles, excepto en los metales y el carbono puro.



La capacidad de los átomos de multiplicarse rápidamente en una llama depende de la temperatura de la misma, que se modifica debido a la pérdida de calor o a los gases inertes. Este proceso es el que lleva a la extinción. También es posible eliminar átomos de hidrógeno u otros elementos activos de la llama, por medios puramente químicos, es decir, aplicando otro elemento capaz de producir una inhibición química. Según todo esto, hay dos medios fundamentales de reducir la intensidad de la combustión de una llama y, en último término, producir su extinción: reducir la temperatura de la llama o aplicar un inhibidor químico que interrumpa la reacción en cadena.

EL TETRAEDRO DEL FUEGO

El fuego se representa gráficamente en la figura geométrica de un “tetraedro” (una pirámide triangular), en que cada una de sus cuatro superficies identifica a uno de los componentes que deben estar presentes, bajo ciertas condiciones, para que pueda producirse una combustión.

Estos componentes son:

COMBUSTIBLE (agente reductor)



CALOR (energía calórica).

OXÍGENO (agente comburente)

REACCION LIBRE EN CADENA

El tetraedro del fuego se utiliza con fines didácticos utilizado para enseñar a combatir el fuego. Basta suprimir, uno de los Lados del **“triángulo del fuego para que se apague”**, siempre que se especifique que si no hay reacción en cadena tampoco habrá llamas, produciéndose una combustión o fuego de brasas, rescoldo o incandescente. Pero no se trata ahora de demoler el triángulo sino de ampliarlo generosamente introduciéndole otro lado y convirtiéndolo en un tetraedro.

LA REACCION EN CADENA EXTINCIÓN QUÍMICA

Entre el combustible en su estado primitivo y los productos de la combustión, hay, por decirlo de alguna manera, una serie de estados intermedios. El combustible sólo puede ser combustionado cuando llegue a zonas propicias por su temperatura y disponibilidad de aire (oxígeno), pero antes de acercarse al momento culminante en que debe ser combustionado, sufre una serie de transformaciones que lo ponen en una condición óptima para la combustión.

Entre las diferentes transformaciones que sufre el combustible antes de llegar al seno de la combustión, hay una que vale la pena tener en cuenta por su importancia. En la proximidad del frente de llama el combustible y el comburente (oxígeno) se transforman en lo que se denomina **radicales**, éstos reaccionan entre sí y a su vez, reaccionan con combustibles nuevos. Este mecanismo es el que se llama reacción en cadena.

En esta reacción en cadena cada vez que aparecen radicales se presenta la condición óptima para que se produzca la combustión.

Si alguien se dedicase a capturar estos radicales detrás del frente de llama (o en el mismo frente), no llegarían a la zona de combustión en cantidad suficiente como para que la combustión mantenga su ritmo. Es decir, no sería necesario capturarlos a todos sino a un número importante para controlar el fuego. Se comprende, entonces, que si existe la posibilidad de inhibir por este mecanismo las reacciones en cadenas previas a la combustión habremos encontrado un recurso químico de extinción del fuego.

Podemos, en consecuencia, referirnos a dos tipos de fuegos: “Con llama” e “Incandescente”. Sus características y diferencias se grafican en el siguiente esquema:



BALANCE - RETROALIMENTACIÓN

Otra manera de explicar el fenómeno de autoalimentación de la combustión, o entender el porqué la combustión pasa de ser una reacción que necesita de la colaboración de una fuente de calor externa a ser autosuficiente, es la siguiente: dijimos que cuando un combustible se calienta comienza a desprender gases combustibles (en algunos casos esto pasa a temperatura ambiente), estos gases combustibles mezclados con el oxígeno del aire forma una mezcla inflamable o combustible; si en estas condiciones alguien le acerca una fuente de ignición a esta mezcla combustible, esta se enciende. En el momento que la mezcla se enciende el fuego ahí formado comienza a consumir gases combustibles y oxígeno, para que la combustión pueda proseguir es necesario seguir alimentando el frente de combustión con gases combustibles y oxígeno. Podemos decir que una combustión pasa a ser autoalimentada cuando la cantidad de gases combustibles que genera el combustible es al menos igual o mayor que la cantidad de gases combustible que está consumiendo el frente de llamas. También podemos decir que si la cantidad de calor generada por la combustión y los elementos adyacentes no es suficiente para generar el desprendimiento de la cantidad de gases combustibles necesarios para mantener el frente de llama, esta se apaga; o sea, la cantidad de calor generada por la combustión de los gases combustibles y los elementos adyacentes deben ser suficientes para generar el desprendimiento de la cantidad de gases combustibles que está consumiendo el frente de llama.

De ahí que:

- ❑ El combustible debe generar una cantidad de gases combustibles mayor o al menos igual que la cantidad de gases combustibles que está consumiendo el frente de llama.
- ❑ La cantidad de calor generado por la combustión tiene que ser mayor o al menos igual a la cantidad de calor que necesita el combustible para desprender gases combustibles más la pérdida de calor por radiación, convección y transmisión.

COMBUSTION CON LLAMA

- ✓ Tiene una velocidad relativamente alta, que se expresa en una mayor liberación de energía térmica, producida por los procesos químicos que afectan a los elementos combustibles.
- ✓ Una parte de la RADIACIÓN de calor que se produce se transmite al medio ambiente, pero otra parte retroalimenta la REACCIÓN EN CADENA.

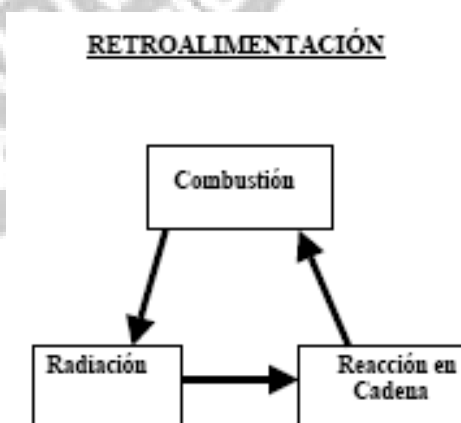
Esto significa que existe una especie de circuito cerrado:

La combustión produce radiación, la que a su vez permite la reacción en cadena y ésta mantiene la combustión.

- ✓ En el caso de los combustibles SÓLIDOS O LÍQUIDOS, la radiación origina la formación de los VAPORES que entrarán en combustión.

Los GASES, en cambio, no requieren de esta condición porque ya se encuentran listos para participar en la combustión.

La energía térmica generada y la energía térmica que se pierde en el medio ambiente (ambas medidas en función del tiempo), tienden a igualarse, para alcanzar un EQUILIBRIO TÉRMICO.



Al alterarse el equilibrio térmico, el fuego varía, si el calor generado supera al calor disipado, el fuego AUMENTA. A la inversa el fuego DISMINUYE.

Son la evidencia directa de la combustión de gases o vapores de líquidos inflamables que a su vez Pueden ser luminosos. Arden en toda la masa simultáneamente. Dado la alta velocidad de combustión que las caracteriza, por regla general requieren una extinción rápida y contundente.

La llama, a su vez, puede ser clasificada según como obtengan el aire para la combustión de la siguiente manera:

Llamas Premezcladas: son aquellas en las que el combustible fluye con un adicional de aire (oxígeno), como las que se obtienen en un soplete oxiacetilénico, quemadores de gas, estufas, etc.

Llamas Autónomas: en las que la descomposición de las moléculas del combustible suministran el oxígeno necesario para mantener la combustión por sí sola, por ejemplo la combustión de nitrocelulosa.

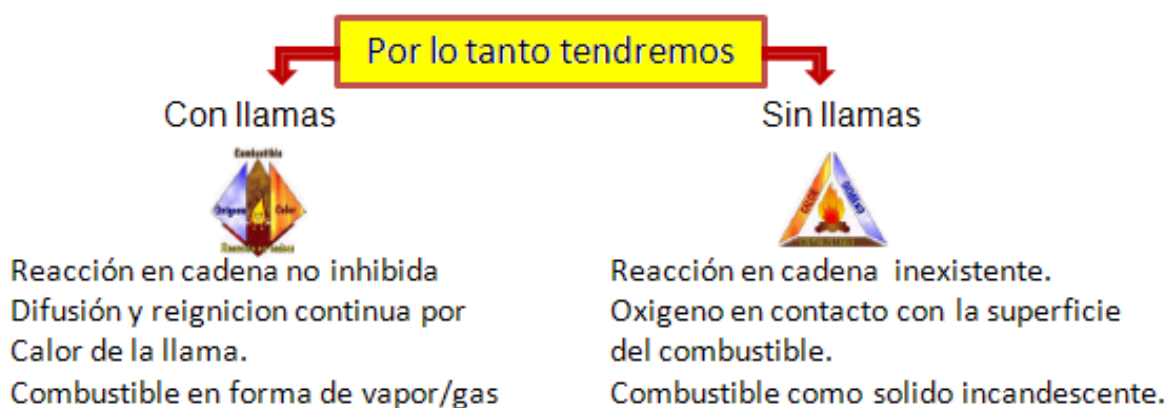
Llamas de Difusión: según implica el término son obtenidos por gases o vapores que no han sido previamente mezclados pero se queman en la medida que el aire que llega hace entrar a la mezcla en rango inflamable.

En estos casos el oxígeno (aire) es un agente externo que difunde hacia la zona de llama. Este es el tipo de llama más común y la que se presenta en forma general en todos los incendios.

LA COMBUSTION SIN LLAMA (INCANDESCENTE)

La combustión sin llama, al estar inhibida la reacción en cadena, (ya sea en forma natural o por aplicación de medios de extinción), da origen al fuego incandescente.

La combustión sin llama según lo implica su nombre, no es una combustión en el espacio, sino estrictamente una combustión de la superficie que tiene lugar a los mismos niveles de temperatura como si se tratara de llamas abiertas. Este tipo de fuego también recibe el nombre de braza, superficie al rojo, incandescencia, rescoldo, etc., su característica fundamental es la ausencia de llamas. Así es como se quema un cigarrillo. Los muebles tapizados con relleno de borra de algodón o espuma de poliuretano pueden arder también de esta manera. Se limita generalmente a materiales porosos, el oxígeno se propaga lentamente entre los poros y dentro del mismo se produce una reacción brillante aunque no sea siempre visible desde el exterior. Estos materiales porosos son malos conductores de calor, de modo que aunque la reacción para mantener la temperatura elevada necesaria para que la reacción continúe. Para su extinción se requiere agentes refrigerantes como por ejemplo el agua y aditivos humectantes, etc.



Estas dos modalidades no son excluyentes; pueden tener lugar por separado o conjuntamente.

Los líquidos y gases inflamables arden siempre con llama.

En algunos combustibles sólidos, como el carbón, azúcares, almidones, madera, paja, algunos plásticos, etc.; la combustión empieza con llama y pasa en forma gradual a una fase sin llama o residual. El carbono puro, el azufre y el fósforo pueden combustionarse sin llamas.

Como consecuencia de lo anterior, se pueden reconocer los dos tipos de fuego y sus correspondientes representaciones:

- **Con llama en el TETRAEDRO.**

- **Sin llama en el TRIANGULO.**

DISTINTOS TIPOS DE COMBUSTIÓN

Los procesos de combustión se pueden clasificar en:

- *Combustión completa.*
- *Combustión incompleta.*
- *Combustión teórica o estequiometría.*
- *Combustión con exceso de aire*
 - *Combustión con defecto de aire.*

Combustión Completa.

- Las sustancias combustibles del combustible se queman hasta el máximo grado posible de oxidación. En consecuencia, no habrá sustancias combustibles en los humos. En los productos de la combustión se puede encontrar N₂, CO₂, H₂O.

Combustión Incompleta.

Sucede lo contrario que en la combustión completa. O sea, como el combustible no se oxida completamente, se forman sustancias que todavía pueden seguir oxidándose; por ejemplo, CO. Estas sustancias se denominan inquemados. La presencia de inquemados indica que la combustión se está realizando en forma incompleta.

Combustión Teórica o Estequiométrica.

Es la combustión que se realiza con la cantidad teórica de oxígeno estrictamente necesaria para producir la oxidación total del combustible sin que se produzcan inquemados. En consecuencia, no se encuentra O₂ en los humos, ya que dicho O₂ se consumió totalmente durante la combustión. Esta combustión se denomina teórica porque en la práctica siempre se producen inquemados, aunque sea en muy pequeña proporción.

Combustión con exceso de aire.

Es la combustión que se lleva a cabo con una cantidad de aire superior a la estequiométrica. Esta combustión tiende a no producir inquemados. Es típica la presencia de O₂ en los humos. Si bien la incorporación de aire permite evitar la combustión incompleta y la formación de inquemados, trae aparejada la pérdida de calor en los productos de combustión, reduciendo la temperatura de combustión, la eficiencia y la longitud de llama.

Combustión con defecto de aire.

En esta combustión, el aire disponible es menor que el necesario para que se produzca la oxidación total del combustible. Por lo tanto, se producen inquemados.

DESCRIPCION DE CADA UNO DE LOS FACTORES COMBUSTIBLE

Un combustible es en sí es un material que puede ser oxidado, por lo tanto en la terminología química es un agente reductor, puesto que reduce a un agente oxidante cediéndole electrones a éste último. Se denomina combustible a toda sustancia que es capaz de experimentar una reacción de combustión; sustancia susceptible de arder. Para poder entender cuan peligroso es un combustible en un incendio, y así estar en condiciones de enfrentar la situación correctamente. Como ejemplo de combustibles podemos mencionar:

- Carbón
- Hidrocarburos
- Elementos no metálicos, como azufre y fósforo.
- Sustancias celulósicas, como madera, papel.
- Metales como aluminio, magnesio, titanio, sodio, etc.
- Solventes orgánicos y alcoholes en general.

Es imprescindible manejar algunos conceptos técnicos:

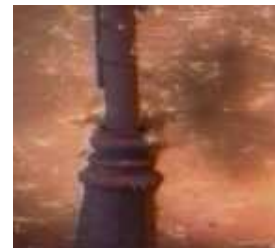
- Estado físico.
- Temperatura de gasificación.
- Temperatura de ignición.
- Rango de inflamabilidad o Mezcla inflamable.
- Peso específico.
- Miscibilidad.

De acuerdo a la velocidad de reacción se las puede clasificar como:

- ✓ una **oxidación**, si hablamos de una reacción lenta no se percibe aumento de temperatura ya que la poca emisión de energía calórica se alcanza a disipar en el medio ambiente, es carente de emisión de energía lumínica o luz, tenemos como un ejemplo claro y común la oxidación de un trozo de hierro o del papel cuando lo observamos con el tiempo y está amarillento.

✓ Seguido a este fenómeno podemos hablar de **combustión**, se la considera una reacción normal, con producción de luz (en forma de llama) y de energía calórica la que en este caso y por su cantidades perceptibles, aquí podemos comenzar a mencionar el frente de llama que puede alcanzar unos valores de varios centímetros por segundo.

- ✓ Posterior a la combustión y si la reacción es rápida diremos que estamos ante una **deflagración**, o sea que estamos hablando de una combustión que su frente de llama alcanza una velocidad de propagación menor que la del sonido, su valor se sitúa en el orden de metros por segundo y las ondas de presión son de 1 a 10 veces la presión normal.
- ✓ la detonación, cuya reacción es muy rápida, esta combustión se produce cuando la velocidad de propagación del frente de llama es superior a la del Sonido, las velocidades alcanzadas es de kilómetros por segundo y ondas de presión hasta 100 veces la presión inicial.



Extintores

Modulo 1

Manuales

Y

Sobre ruedas

Propósito

“Comprender la utilidad y el funcionamiento de los Extintores Portátiles contra incendios, para desarrollar actitudes adecuadas de destreza en su utilización”

Nuestros esfuerzos y recursos se dirigen siempre a evitar que se desarrolle un incendio en cualquier lugar en que nos encontremos. Sin embargo, como parte de las acciones preventivas está el saber cómo evitar que un incendio que comienza, se propague. Para esto es importante saber **cómo utilizar un extintor en forma apropiada.**

Los extintores de incendio se pueden utilizar efectivamente para atacar incendios menores. Sin embargo, un extintor puede ser sólo tan efectivo como la persona que lo utiliza. Por eso es que el adiestramiento es tan importante. Cuando surge un incendio, una persona que no sabe de extintores puede tener miedo de utilizarlo. Otra persona no adiestrada puede tardar varios minutos en leer las instrucciones de cómo utilizarlo mientras el incendio se extiende. Aún las personas que han utilizado extintores desconocen el **modo más efectivo de utilizarlos** si no han recibido adiestramientos.

Este manual se diseñó para adiestrar a los empleados de micropack en el uso de extintores de incendio en forma segura y efectiva. Además, el manual enfatiza los pasos generales que se deben seguir en una emergencia de incendio. Al completarse este manual de adiestramiento, los empleados sabrán qué hacer en una emergencia de incendio y deberán practicar cada paso. Casi todos los incendios grandes comienzan como uno pequeño y casi todos los incendios pequeños pueden manejarse efectivamente con extintores utilizados correctamente.

PROPÓSITO DEL MANUAL

1. Explicar los elementos básicos con relación al incendio, cómo se desarrolla y se propaga.
2. Explicar la importancia de notificar que hay un incendio antes de utilizar un extintor.
3. Proveer información para que el usuario pueda determinar si un extintor portátil debe usarse en determinado incendio.
4. Clasificar un incendio como A, B, C, o D de acuerdo a los materiales involucrados en él.
5. Describir cómo utilizar un extintor portátil en forma segura y efectiva.

**EL INCENDIO NO ES UN JUEGO, EXTINGUIRLO A TIEMPO
ES TRABAJO DE PERSONAS RESPONSABLES.**

¿QUE ES UN INCENDIO?

Un incendio es en realidad el calor y la luz (llamas) que se produce cuando un material se quema o pasa por el proceso de combustión.

El proceso por el cual una sustancia se quema es una reacción química entre un material combustible y oxígeno, o sea combustión, en este proceso se libera energía en forma de calor.

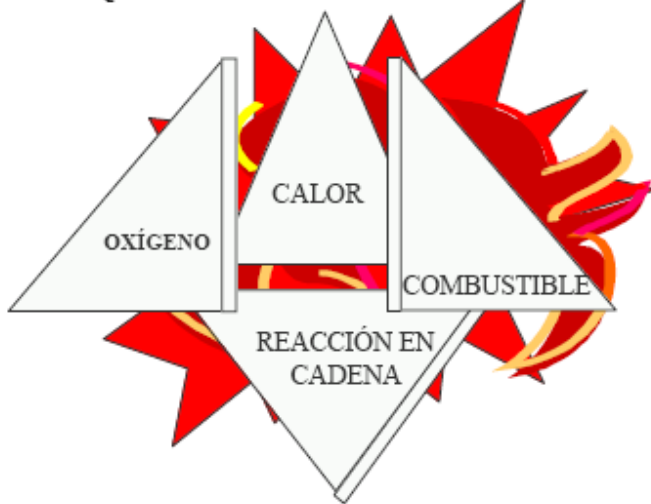
¿QUÉ ELEMENTOS SE NECESITAN PARA QUE SE PRODUZCA UN INCENDIO?

Un incendio se produce por la presencia de cuatro elementos básicos:

calor o fuente de ignición, material combustible, una concentración apropiada de oxígeno y la reacción en cadena.

Se acostumbra visualizar la relación de estos cuatro elementos como una pirámide en la que cada elemento representa un lado y se unen en una relación simbiótica o mutuamente beneficiosa.

TETRAEDRO QUE SIMBOLIZA EL INCENDIO



Si uno de estos elementos no existe o se elimina, no hay o se termina el incendio. Este principio se utiliza para la extinción de incendios:

–Enfríe el incendio. El agente común es el agua. Se aplica comúnmente en forma de torrente sólido, ducha fina o orada a espuma.



Elimine el Oxígeno– el quemando con una manta, con una extintor lo que normalmente hace es cubrir el de un gas más



material que se está tapa, tierra, espuma o con Cuando utiliza un área del incendio pesado que el

Elimine el Material Combustible Aleje material combustible o cierre la fuente, y cuando esto no ponga en peligro de los demás.



el siempre su vida o la

Interrumpa la Reacción en Cadena En el desarrollo del incendio, las

formar la llama. Al llegar a esta etapa se forman radicales libres, vitales para que se sostenga el incendio.

químicos en los extintores radicales libres e en cadena. Otros el dióxido de reacción en ligeramente



Los compuestos captura

REGLAS ESENCIALES EN CUANTO AL USO DE UN EXTINTOR

No vacile en aprender a utilizar un extintor, ni a practicar su uso. Este adiestramiento puede salvar su vida y la de los que están a su lado.

Coloque el extintor en un área al alcance de las personas, accesible y cerca de la salida del salón. Debe estar lleno según sus especificaciones y en condiciones apropiadas de uso.

Nunca debe obstruirse el extintor. No le ponga plantas ni obstáculos al frente. Un segundo que usted tarde en alcanzar el extintor puede ser la diferencia entre la vida y la muerte.

Revise su área e identifique el material combustible más abundante.

El extintor debe ser de la Clase apropiada para el material combustible más abundante en el área.

Si utiliza el extintor que hay en su área, notifique inmediatamente a la persona encargada de proveer el mantenimiento y recargarlo.

Nunca juegue con el extintor, no lo mueva de sitio ni quite la identificación o la tarjeta de mantenimiento.

¿QUE ES UN EXTINTOR DE INCENDIO PORTATIL?

Es un artefacto que se puede transportar de un lugar a otro, cuyo peso varía desde 5 hasta 10 kg . Contiene una sustancia que, al echarla sobre un incendio pequeño, en la forma correcta, puede extinguirlo totalmente y evitar su propagación. La forma de los extintores, salvo variaciones minúsculas, es casi siempre en forma cilíndrica.



Las partes que lo componen son:

1. **Cilindro** – recipiente donde se almacena el agente extintor.
2. **Manómetro** – es un indicador de presión en el extintor. Indica cuan lleno o vacío está. Contiene tres secciones a saber; empty - vacío, full – lleno, overcharged –sobrecargado. No todos los extintores tienen este indicador. En los que no tienen manómetro, existen otros medios para determinar si están llenos o vacíos.
3. **Mango** – parte metálica fija por la cual se agarra el extintor cuando se utiliza.
4. **Palanca** – parte por la cual se pone en acción el extintor. Al presionarla se abre la válvula de escape y sale el agente extintor.
5. **Pasador de seguridad** – metal que fija la palanca y evita que se accione el extintor accidentalmente.
6. **Abrazadera o Precinta de seguridad** – Se utiliza para evitar que el pasador se salga de lugar. Normalmente, se utiliza como indicador de si se utilizó o no el extintor.
7. **Manga o boquilla (tobera)** – parte por donde sale el agente extintor y con la cual se guía éste hacia el incendio.
8. **Panel de instrucciones** – placa que contiene la información acerca del extintor, precauciones de uso y cualquier otra información pertinente. Aquí dice el tipo de extintor: A, B, C, ABC. (Busque el extintor más cerca de usted y verifique su clasificación).
9. **Tarjeta de mantenimiento e inspección** – tarjeta atada al extintor, donde se anota la fecha en que se recargó, se inspeccionó y las iniciales de la persona que lo hizo. Es un Registro de Mantenimiento y Servicio.

Transferencias del Calor

Convección 

Conducción 

Radiación 

Contacto directo 



Los diferentes productos de la combustión tienen riesgos asfixiantes, explosivos, tóxicos e inflamables es por ello que debemos saber cuando entrar y como entrar a un recinto con fuego.

Productos de la Combustión



Fases de la Combustión

1. Fase incipiente o inicial
2. Fase de Combustión Libre
3. Fase de arder sin llama

Clases de Fuegos



Clase A



Clase B



Clase C



Clase D



Clase K - F

Métodos de Extinción

- ✓ **Eliminación del Combustible**
- ✓ **Sofocación (Desplazar el Oxígeno)**
- ✓ **Enfriamiento**
- ✓ **Inhibición de la Reacción en Cadena**
- ✓ **Dilución**
- ✓ **Emulsificación**

Extintores Portátiles

Normas de Aplicación:

Norma IRAM 3523 Sello conformidad

Norma IRAM 3517 – 2 Sello de Servicios

Control, Mantenimiento y Recarga.

Norma IRAM 3509 PF/PH/CO2

Norma IRAM 3523 PF/PH/PQS

Norma IRAM 3517 – II / 2000 Control, Mantenimiento y Recarga.

Sello DPS Ley11459 Dto. 499/90 Secretaria de Política Ambiental / Ley 19587 Dto. 351/79

Certificación

Norma IRAM 3517 - II



“ Potencial Extintor ”

Norma IRAM 3542

1A = 50 Listones de Madera 38x38x508

6A = 153 Listones de Madera 38x38x848

Norma IRAM 3543

1B = 12 dm³ de Nafta o Heptano

30B = 345 dm³ de Nafta o Heptano

Clasificación de Extintores

Clase A

Clase ABC

Clase B

Clase BC

Clase C

Clase D

Clase K o F



Clase A

Extintores de Agua

- Principio de Funcionamiento
- Ventajas
- Desventajas



Clase B

Extintores de Espuma Química

Principio de Funcionamiento

Ventajas

Desventajas



Clase C

Extintores de CO2



**Principio de
Funcionamiento**

Ventajas

Desventajas



Clase BC

Extintores de P.Q.S Ordinarios (urea + Bicarbonato potásico)



- Principio de
- Funcionamiento
- Ventajas
- Desventajas



Clase ABC

Extintores de P.Q.S.

Polivalentes

(Fosfato Monoamónico)



- Principio de Funcionamiento
- Ventajas
- Desventajas



Clase ABC

Extintores Halogenados:



Halón 1211, 1011, 1202 1301, 104

Halones ecológicos:

Halotron 1 Haloclean HCFC 123
(C2HCL2F3)

Principio de Funcionamiento

Ventajas

Desventajas



Extintores Especiales:

**Met. – X, Na- X
G – 1, Metal Guar**

**Principio
de Funcionamiento:**

Ventajas

Desventajas

Clase D



Clases de fuego

 <p>Sólidos</p> <ul style="list-style-type: none"> • madera • papel • telas • caucho • etc. 	 <p>Líquidos Inflamables</p> <ul style="list-style-type: none"> • nafta • aceite • petróleo • pinturas • etc. 	 <p>Energía Eléctrica</p> <ul style="list-style-type: none"> • artefactos eléctricos • acumuladores • etc. 	 <p>Metales Inflamables</p> <ul style="list-style-type: none"> • magnesio • titanio • sodio • vanadio • etc. 	 <p>Aceites Vegetales</p> <ul style="list-style-type: none"> • hongos en cocina • aceites • vegetales
--	--	---	---	--

Clase K - F

Extintores de Acetato de Potasio

Principio de Funcionamiento

Ventajas

Desventajas



Consideraciones para la utilización de un extintor

Seguridad



Active los sistemas de alarma	Probar el extintor
Utilizar EPP	Tiempo de descarga
Elección adecuada	Retroceso de Frente
A favor de Viento	Ingreso pos Extinción

SIEMPRE



NUNCA



Modo de Utilización

sigla

E	Elección
S	Seguro.
A	Apunto
A	Aprieto
B	Barro.



ocurrió, recuerde el mejor fuego es aquel que no se produce.

**Elección del extintor correcto para el fuego correcto.
Quito el seguro.**

**Apunto a la base del fuego siempre con viento en la
espalda y a tres metros del foco ígneo.**

Aprieto para que se descargue el extintor.

Barro en sig sag para que la descarga sea pareja.

Me retiro sin darle la espalda al fuego.

Reingreso para corroborar la extinción.

**Siempre hay que comunicar la presencia de un fuego
nunca por ninguna causa ingrese solo a un recinto
con humo o fuego, notifique a bomberos de lo que**