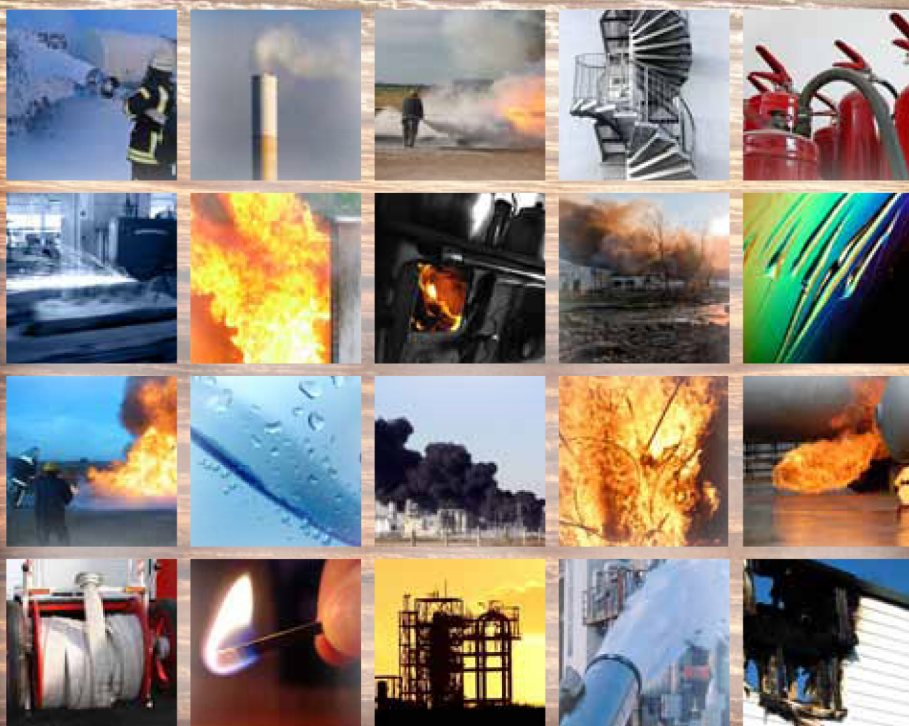


dem sa



## Seguridad contra incendios

**Si quiere acceder a nuestro sitio web haga click aquí**

# Índice

## **Capítulo 1 Diseño de una estrategia de seguridad contra incendios**

- Prevención de la ignición
- Control y extinción del incendio

## **Capítulo 2 Física y química del fuego**

- Combustión
- Ignición y proceso de combustión
- Triángulo y tetraedro del fuego
- Límites de inflamabilidad
- Explosiones y velocidad de propagación de un incendio
- Calor y temperatura
- Transferencia del calor
- Generación de calor

## **Capítulo 3 Dinámica de un incendio**

- Desarrollo del incendio
- Tasa de liberación de calor
- Carga de combustible
- Flashover
- Clasificación de los incendios

## **Capítulo 4 Teoría de la extinción del fuego**

- Tipos de fuego
- Extinción con agua
- Extinción con niebla de agua
- Extinción con gases inertes
- Extinción con polvos químicos secos
- Extinción con agentes espumígenos

- Extinción con gases limpios
- Casos especiales de extinción

## **Capítulo 5 Polvos químicos secos**

- Tipos de polvos químicos
- ¿Cómo funcionan los polvos químicos secos?
- Propiedades de los polvos químicos secos
- Ventajas de los polvos químicos secos
- Limitaciones y desventajas
- Ensayos que se efectúan sobre los polvos químicos secos
- Sistemas de aplicación de los polvos químicos secos
- Polvos químicos secos Demsa

## **Capítulo 6 Espumas sintéticas**

- Producción de espumas sintéticas
- ¿Cómo funcionan las espumas sintéticas?
- Categorización de las espumas sintéticas según su expansión
- Parámetros de una espuma sintética
- Porcentajes
- Tipos de espumas sintéticas Demsa
- Recomendaciones básicas para espumas sintéticas
- Formas de aplicación de la espumas sintéticas
- Las espumas sintéticas como agentes humectantes
- Espumas sintéticas Demsa

## **Capítulo 7 Agentes limpios**

- ¿A qué nos referimos con agentes limpios?
- Historia de los agentes limpios
- El impacto ambiental de los halones
- Buscando el reemplazo ideal del halon
- Agentes limpios - métodos extintores químicos y físicos

- El fluor – la gran estrella
- Propiedades y comparativas entre los distintos agentes limpios
- Efecto invernadero. ¿El punto débil de los HFCs?
- Extinción de un incendio con gases limpios vs. sistemas de rociadores
- Contraindicaciones en el uso de los agentes limpios

## **Capítulo 8 El factor humano en un incendio**

- Proceso de decisión de un individuo frente a un incendio
- El simulacro y el comportamiento humano

## **Capítulo 9 Los incendios y los peligros para la salud**

- Toxicidad de los gases de incendio
- Exposición al calor

## **Anexos**

- 1- Factores a tener en cuenta para la prevención de incendios
- 2- Reacción de oxidación
- 3- Clasificación de la combustión por velocidad de propagación
- 4- Tabla de agentes extintores y clases de fuego
- 5- Medios de primera intervención
- 6- Polvos químicos secos Demsa: Hojas técnicas de productos
- 7- Polvos químicos secos Demsa: Hojas de seguridad de productos
- 8- Ratios de aplicación de espumas
- 9- Espumas sintéticas Demsa: Hojas técnicas de productos
- 10- Espumas sintéticas Demsa: Hojas de seguridad de productos
- 11- Gases limpios
- 12- Medios de percepción de un incendio
- 13- Señalética de seguridad contra incendios
- 14- Pautas y ejemplo de plan de prevención y emergencia ante incendios



# Capítulo 1

## Estrategia de seguridad contra incendios

## Estrategia de seguridad contra incendios

El diseño de una correcta estrategia de seguridad contra incendios basa su actuación en dos etapas fundamentales:

- 1- Prevención de la ignición
- 2- Control y extinción del incendio

Teniendo en cuenta a las mismas se pueden conformar estrategias contra incendios que abarquen desde el diseño de las instalaciones (edificios, plantas industriales, etc.), hasta planes de acción (alertas, modos de extinción, rutas de evacuación, etc.).

### Prevención de la ignición

La primera oportunidad de alcanzar la seguridad contra incendios es la separación de fuentes potenciales de calor con posibles combustibles (materiales incendiarios) que se encuentren en el lugar y puedan llegar a interactuar en determinado momento.

Los ingenieros y arquitectos siguen rigurosas normas de construcción que brindan la seguridad y funcionalidad de un edificio; como ser evacuación de gases de combustión, pararrayos, carga adecuada de elementos eléctricos, instalación de cocinas y artefactos de calefacción, etc.

Estadísticamente está probado que la mayoría de los incendios ocurren por negligencia de los ocupantes al no respetar las pautas establecidas por los constructores de un edificio; por ejemplo almacenando combustibles, sobrecargando las líneas de electricidad o introduciendo cambios en las estructuras originarias (extensión de tendidos eléctricos o de gas).

Es por ello que todo el proceso de prevención se basa en el control. Así tenemos:

- Control sobre las fuentes de energía: Ya sea por la eliminación de la fuente de calor o bien por la adecuada velocidad de la liberación de calor.
- Control de la interacción fuente - combustible: eliminando o acotando a límites seguros la transferencia del calor o bien el transporte del combustible.

- **Control de combustibles:** Eliminandolo o bien reduciéndolo a límites seguros de almacenamiento y de distribución.

En el **anexo 1** se detallan los factores a tener en cuenta para la prevención de incendios.

## Control y extinción del incendio

El control del incendio involucra a medidas tales como:

- **Control del proceso de combustión:**

Aquí se aplican todas las condiciones necesarias que sean efectivas para retardar el proceso de combustión e impedir que el incendio se desate y se propague.

A tal fin se deben detectar los riesgos que ayuden al crecimiento del incendio vinculados implícitamente con el combustible. Algunos parámetros a tener en cuenta son: propagación de las llamas, tasa de liberación de calor, cantidad de combustible disponible para alimentar el fuego, liberación de gases tóxicos y humo. Este último punto es de gran importancia dado que la mayoría de las muertes que se producen en un incendio son por intoxicación al inhalar dichos gases.

- **Control del fuego por construcción:**

Aquí nos referimos a los detalles constructivos que ayudan a minimizar la propagación del incendio. Las barreras tales como paredes, divisiones y pisos retrasan el avance del fuego. La efectividad de las mismas está dada por los materiales de construcción y detalles constructivos como ser puertas, ventanas, conductos de ventilación, etc. Aunque inusual, un incendio de grandes proporciones puede poner en falla al sistema estructural del edificio.

- **Supresión del fuego:**

La clave del éxito de la supresión del fuego radica en la detección y alerta temprana de un incendio para poder así activar los mecanismos de extinción adecuados (automáticos o manuales).

Los mecanismos de detección pueden basarse en sensores de humo o bien de variaciones del régimen de calor. Cualquiera de los métodos que se elija deberá detectar el incendio, alertar y proveer del tiempo suficiente tanto para evacuar a los ocupantes del edificio, como para activar las medidas de supresión con las que se cuenta.

**Mecanismos de supresión automáticos:**

Son mecanismos que alertan, detectan y extinguen un incendio de forma automática. Los más comunes son aquellos sistemas con rociadores de agua (sprinklers), espumas y gases limpios.

La gran ventaja de estos radica en la pronta intervención al actuar directamente sobre el fuego y en que no se ven afectados por factores tales como el humo y calor.

**Mecanismos de supresión manuales:**

Estos sistemas requerirán de la operación humana para su empleo. Detectado el incendio, se procederá a dar alarma al cuartel de bomberos y ocupantes del lugar, procediendo a su evacuación. Se deberá juzgar la apropiada intervención de las personas presentes en el lugar para extinguir el fuego. Si fuese adecuado por sus conocimientos, experiencia y entrenamiento se procederá a dar combate al incendio en su etapa inicial. Los agentes más empleados en este tipo de supresión son las mangueras de agua contra incendio y los extintores de polvos químicos secos y espumas sintéticas.

**Demsa** produce y comercializa los agentes extintores de incendios empleados tanto en los mecanismos de supresión automáticos como manuales.

## Resumen:

El diseño de una estrategia de seguridad contra incendios basa su acción en la prevención de la ocurrencia del mismo trabajando en la interacción de las variables calor / combustible.

La estrategia se completa con la adopción de diversas medidas tendientes a la salvaguarda de personas y de bienes encarando la pronta supresión del incendio mediante mecanismos y agentes de extinción adecuados.

Estos mecanismos de supresión basan su eficacia en la detección, alerta y extinción temprana de un foco de incendio. La evacuación de los ocupantes de un edificio es la tarea prioritaria, en todo momento se deberá velar por la salud y refugio de las personas evacuadas.

# Capítulo 2

## Física y química del fuego



En este capítulo nos referiremos a algunas definiciones básicas que nos servirán para conocer en más detalle las reacciones físico-químicas del fuego.

## Combustión

La combustión es una reacción exotérmica (libera energía calórica) que involucra a un combustible (sólido, líquido o gaseoso).

El proceso obedece a una reacción de oxidación, en la cual se necesita la presencia de un combustible y un agente oxidante. El agente oxidante más común lo constituye el oxígeno atmosférico que se encuentra presente en el aire en una proporción del 21%. Los combustibles incluyen diversos materiales que debido a sus propiedades químicas, pueden oxidarse para producir compuestos más estables que los mismos reactivos, como ser el dióxido de carbono, agua y liberación de calor.

En general, el uso del término agente oxidante, oxígeno y aire es indistinto salvo que se exprese lo contrario. En el **anexo 2** se amplía el concepto de reacción de oxidación.

## Ignición y proceso de combustión

Se entiende por ignición al proceso por el cual se inicia la combustión. La ignición puede ser provocada, por ejemplo, cuando se acerca una llama o chispa a la mezcla de aire/combustible o bien espontánea cuando se alcanza una temperatura límite, en cuyo caso se habla de punto o temperatura de auto ignición.

Para que el proceso de combustión se convierta en sostenido, las moléculas de oxígeno y combustible deben alcanzar un estado activado que resultan en la formación de partículas altamente reactivas denominadas radicales libres; estas inician reacciones rápidas en cadena que convierten al combustible y al oxígeno en productos de combustión, con la consecuente liberación de energía calórica.

Una vez que ha ocurrido la ignición, la combustión durará hasta que todo el combustible u oxidante se haya consumido.

Para combustibles líquidos y sólidos, la ignición de la llama ocurre cuando se alcanza un estado gaseoso que se logra con el suministro de calor, creando así una fase de vapor y aire en la superficie del combustible.

Para los combustibles líquidos esto se manifiesta con la evaporación y se lo denomina punto de inflamación. Los sólidos en cambio, deberán sufrir a priori una descomposición química denominándose a dicho proceso pirolisis. El punto en cual se inicia esta transformación se denomina límite de pirolisis o temperatura de superficie.

Los factores que influyen sobre la temperatura de ignición y en el proceso de combustión son variados y entre ellos encontramos: velocidad del flujo de aire, tamaño y estado del combustible, velocidad de calentamiento, etc.

## Triángulo y tetraedro del fuego

A los fines de graficar el proceso de combustión en general se recurre al triángulo y tetraedro del fuego.

El triángulo asocia al fuego con los elementos físicos que lo componen, así tenemos representada la vinculación del fuego con el combustible, el oxígeno y el calor.

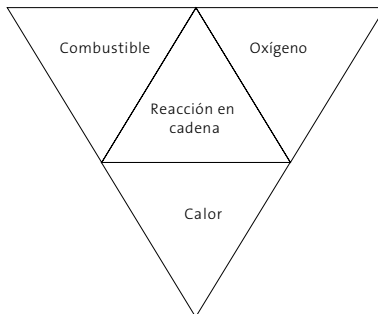


El tetraedro en cambio introduce la variable química del proceso de reacción en cadena que produce la combustión.



Otra forma de representar el tetraedro es la siguiente.

### Tetraedro del Fuego

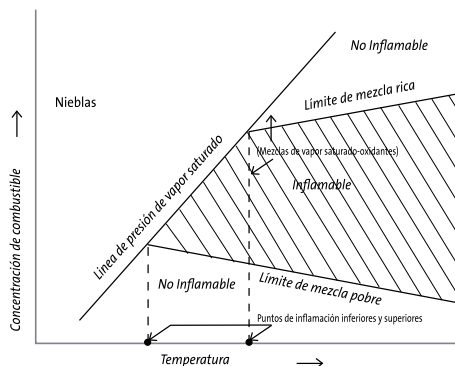


## Límites de inflamabilidad

Los límites de inflamabilidad definen los rangos de concentraciones en los cuales un gas inflamable en presencia del aire y de una fuente de ignición arderá. Cuando la temperatura de la mezcla aumenta el rango se amplía y al enfriarse se reduce.

Límites de inflamabilidad para gases y valores típicos

	Limite menor de inflamabilidad		Limite mayor de inflamabilidad	
	% por Volumen	g/m <sup>3</sup>	% por Volumen	g/m <sup>3</sup>
Hidrógeno	4,0	3,6	75	67
Metano	5,0	36	15	126
Propano	2,1	42	9,5	210
n-Octano	0,95	49	-	-
Etileno	2,7	35	36	700
Acetileno	2,5	29	(100)	-
Metanol	6,7	103	36	810
Etanol	3,3	70	19	480
Acetona	2,6	70	13	390



## Explosiones y velocidad de propagación de un incendio

Las explosiones ocurren cuando previamente a la ignición, se permite la mezcla íntima entre el combustible y el oxidante dentro de los límites de inflamabilidad. Como resultado de esto se sucede una reacción de combustión instantánea.

En la generalidad de los incendios sucede que el combustible y el oxidante no se encuentran pre-mezclados con lo cual la llama comienza con un flujo laminar, es decir con una velocidad predecible de propagación que depende de la transferencia de calor al combustible que aún no está ardiendo, del aporte de combustible y de la cantidad de oxígeno disponible.

Al extenderse el incendio, las reacciones de las partículas elementales en las llamas cobran importancia y se tornan inestables (régimen turbulento) mostrando un clásico parpadeo o pulsación, este tipo de fuego se hace presente cuando la superficie ardiendo supera los 50 cm de diámetro. En un incendio con llamas a régimen turbulento, la

predicción del comportamiento del mismo se hace errática y adquieren una peligrosidad mayor.

En el **anexo 3** se describe un cuadro clasificando a la combustión de acuerdo a su velocidad de propagación.

## Calor y temperatura

La física entiende el calor como una forma de energía que se transfiere de un cuerpo (o sistema) a otro, vinculadas con el movimiento de átomos, moléculas y otras partículas. Es importante tener en cuenta que los cuerpos no tienen calor sino energía interna. El calor es la transferencia de una parte de dicha energía (la energía térmica). La cuantificación de calor se corresponderá entonces con unidades energéticas como ser el Joule, Watt, caloría, etc.

La temperatura en cambio es una magnitud física que expresa el nivel de calor que tiene un cuerpo o sistema y su capacidad de recibir o entregar calor.

La forma de medir la temperatura es con termómetros en diversidad de escalas que se corresponden con grados (Centígrados, Fahrenheit, etc.). El calor viaja siempre de altas a bajas temperaturas, hasta que ambos cuerpos logran el equilibrio térmico, es decir, se sitúan a la misma temperatura.

## Transferencia del calor

La transferencia del calor está vigente en todas las etapas de un incendio, vale decir desde su comienzo hasta su extinción. La transmisión del calor se da a través de una o la combinación de 3 posibles vías:

### 1- La conducción:

La transmisión de calor a través de la conducción se produce especialmente en los sólidos que se encuentran en contacto con la fuente de calor y está directamente vinculado con un factor propio del material denominado “conductividad térmica”.

## **2- La convección:**

La convección implica la transferencia del calor por medio de un fluido circulante (sea gas o líquido), así por ejemplo una estufa que en principio se calienta por conducción (placa sólida de la estufa en contacto con el fuego) termina calentando un ambiente por convección dado que el aire al calentarse asciende y así se entabla la circulación del fluido antes mencionada.

## **3- La radiación:**

En la radiación no se necesita un medio específico para transmitir el calor ya que lo hace por medio de ondas electromagnéticas. La radiación térmica de los procesos de combustión ocurre principalmente en la región de las ondas infrarrojas.

## **Generación de calor**

Dado que la prevención, control y extinción de un incendio depende directamente del control del calor, es útil saber cuales son las fuentes de emisión de dicha energía o también denominadas fuentes de ignición.

Hay 4 fuentes de ignición posibles y estas son:

### **1- Energía química:**

Obedecen a la producción de calor a través de las reacciones de oxidación de distintos elementos combustibles.

### **2- Energía eléctrica:**

Es la producción de energía calórica debida a la circulación de una corriente eléctrica a través de un conductor.

### **3- Energía mecánica:**

Es el calor producido por la fricción mecánica de las partes involucradas que termina encendiéndolas o bien provocando chispas.

### **4- Energía nuclear:**

Se basa en la producción de calor por la fisión de núcleos atómicos.



## Resumen

Los principios de la protección y extinción de incendios se basan en:

- 1-Un agente oxidante (el oxígeno del aire), un combustible (sólido, líquido o gaseoso) y la existencia de una fuente de ignición (o la presencia de las condiciones para la auto ignición) son esenciales para alcanzar la combustión. El material combustible debe alcanzar su temperatura de ignición primero para arder y luego para sostener la propagación de las llamas.
- 2-Entender como se generan y transfieren el calor y las llamas son factores determinantes para la prevención, control y extinción de incendios.
- 3- La combustión durará hasta que suceda uno de los siguientes casos.
  - a. Se haya agotado el material combustible.
  - b. La disponibilidad del agente oxidante disminuya por debajo del límite necesario para sostener la combustión.
  - c. Se haya enfriado o prevenido que el calor alcance al material combustible.
  - d. Se actúe sobre las llamas, inhibiendo la reacción en cadena que ocurre en ellas por medio de un proceso químico o bien enfriándolas.

Los distintos agentes extintores que **Demsa** produce y comercializa actúan sobre uno o más de estos parámetros proveyendo la seguridad contra incendios que Ud. necesita.

# Capítulo 3

## Dinámica de un incendio



Este capítulo se propone introducir conceptos generales del crecimiento de un incendio, para ello supondremos que ya ha ocurrido la ignición y que el material encendido tiene el punto de combustión adecuado para mantener vivo el incendio.

## Desarrollo del incendio

Entendemos por fuego a toda reacción confinada y bajo control que produce como principal componentes llamas y calor, con un determinado fin. El uso principal del fuego en la vida diaria es la generación de cierto tipo de energía (calórica, mecánica, etc.). Cuando el fuego sale de control comienza el incendio.

El desarrollo de un incendio se puede caracterizar por medio de dos parámetros, que expresan la gravedad del mismo y su potencial de destrucción; estos son:

- 1 La velocidad con la que se quema el combustible y libera energía al medio. Esta tasa de combustión se denomina **“tasa de liberación de calor”**.
- 2 La energía total disponible que dicho combustible puede liberar. Este parámetro se determina con la denominada **“carga de fuego”**.

## Tasa de liberación de calor

La tasa de liberación de calor es la cantidad de calor liberado por unidad de tiempo. Este índice es función de diversos parámetros como ser el poder calorífico del combustible (material), forma y estado del combustible (trozos grandes o pequeños, líquidos, gases), la velocidad con la que se quema el combustible y la fuente de aire disponible para alimentar el fuego. Se expresa en unidades de energía por unidad de tiempo (ej. J/s o W/s).

La tasa de liberación de calor es importante en la etapa de crecimiento de un incendio, cuando la provisión de aire para la combustión es abundante. En la mayoría de los incendios el calor liberado lo hace en un 30% por radiación y un 70% por convección.

## Carga de combustible

El riesgo potencial o gravedad del incendio se expresa como **carga de fuego o carga de combustible** y se basa en la determinación de la cantidad de energía que se liberará si se fuera a consumir todo el combustible alojado en un recinto. La unidad para expresarlo es en kilogramos de combustible por unidad de superficie.

## Flashover

El “flashover” alude a la combustión súbita generalizada de un recinto. La misma ocurre cuando la producción de vapores de combustión se realiza a una velocidad alta. Se asocia en general con recintos cerrados en donde la nube de combustión se encuentra a temperaturas del orden de los 600 °C y la producción de calor por radiación de los elementos que se encuentran en él supera los 20KW/m<sup>2</sup>.

## Clasificación de los incendios

Los incendios han sido clasificados en cuatro categorías, a saber:

### 1 Clasificación por tipo de proceso de combustión:

Esta clasificación se determina en función de dividir al incendio en tres regímenes; pre-combustión, combustión sin llamas y combustión con llameante. Esta clasificación no presenta una secuencia lineal de sucesos pudiendo, por ejemplo, saltarse de la pre-combustión a la combustión con llamas o viceversa.

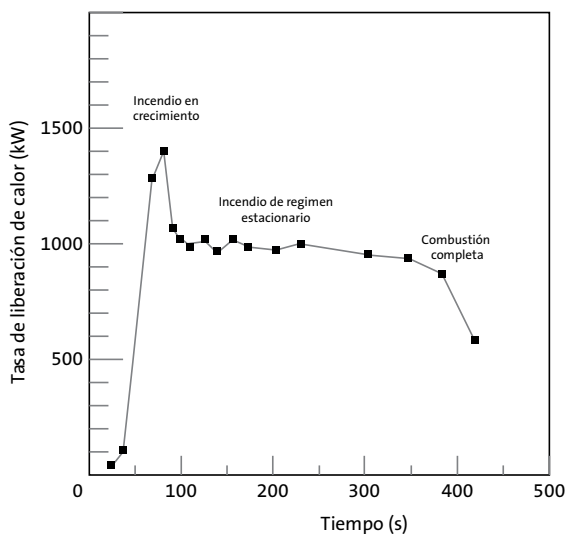
La pre-combustión es el proceso de calentamiento de los combustibles hasta su punto de ignición. La combustión sin llamas, es básicamente una combustión incandescente, en la cual la producción de vapor por parte del combustible, la provisión de oxígeno o bien las temperaturas involucradas no son suficientes para la formación de llamas.

La combustión con llamas se alcanza cuando los parámetros mencionados en el párrafo anterior son los suficientes como para determinar la presencia de la misma.

## 2 Clasificación por tasa de crecimiento

Si la tasa de liberación de calor aumenta con el tiempo estamos ante la presencia de un incendio en crecimiento, cuando la misma permanece en valores constantes el incendio se lo clasifica de estacionario o en régimen. Al decaer la tasa de liberación de calor nos encontramos con un incendio en decadencia o extinción.

Típicamente los incendios en crecimiento disponen de más combustible que el necesario para la combustión. En los incendios en régimen, la producción de calor permanece en un rango relativamente constante a lo largo del tiempo, no evidenciando crecimientos o descensos significativos. Finalmente los incendios en decadencia obedecen al agotamiento del combustible.



## 3 Clasificación basada en la ventilación

Se basa en la relación entre el oxígeno y el combustible disponible para realizar la combustión. En un incendio al aire libre o en la primera etapa de uno confinado, existe amplia disponibilidad de oxígeno, estando en presencia de un incendio controlado por el combustible. Si la producción de gases y de vapores de combustión supera ampliamente el aire disponible, nos encontramos con un incendio controlado por la ventilación.

#### 4 Clasificación por etapa del incendio

Esta clasificación es empleada mayormente por los cuerpos de bomberos. Se determinan 3 etapas. La etapa incipiente o inicial en la cual no hay presencia de llamas. La segunda etapa denominada de quema libre, se relaciona con una creciente producción de calor y de consumo de combustible. La tercer etapa se caracteriza por la disminución en el aporte de oxígeno y es denominada combustión sin llamas.

Si bien estas etapas en general describen una sucesión de hechos en un incendio, no debe esperarse que el cumplimiento de las mismas sea riguroso, por ejemplo un incendio en la etapa de combustión sin llamas rápidamente puede pasar al estado de combustión con llamas por la incorporación de alguna variable externa, como ser el aumento del viento en un incendio al aire libre o la rotura de una ventana en un recinto cerrado.





## Resumen

Las primeras etapas de un incendio proporcionan el impulso para el crecimiento y propagación del mismo mediante el aporte de llamas y de gases calientes producto de la combustión.

La velocidad y cantidad de energía producida en su fase inicial determinarán el comportamiento final del incendio.

Para categorizar a los incendios se recurre a diversas formas descriptivas que relacionan la producción de calor, con la presencia de llamas y el consumo de combustible.



# Capítulo 4

## Teoría de la extinción del fuego

# Él se olvido de comprar el extintor



## ¿Vos te vas a olvidar?



Los extintores son elemento de seguridad pasiva que entran en acción ante la inminencia de un incendio, salvaguardando al hombre, sus bienes y su entorno. Disponer de un extintor no sólo es cumplir leyes, también es proteger y protegerse.

En su planta industrial, Demsa diseña, produce y comercializa, polvos químicos secos para la carga de extintores; que cubren una gran variedad de aplicaciones tanto en la industria, el hogar o en la vida diaria.

**Demsa, gente que trabaja pensando en Ud.**

**Somos su seguridad cuando Ud. más nos necesita**

**demsa**



En los capítulos anteriores hemos visto que la extinción de un incendio se logra actuando en uno o varios de los siguientes sentidos:

- 1 Separación de la llama y de la sustancia combustible.
- 2 Eliminación o disolución del agente oxidante (oxígeno presente en el aire).
- 3 Reducción del aporte de calor, enfriando al combustible y a la llama.
- 4 Introducción de productos químicos que modifiquen el proceso químico de la combustión (inhibición de la reacción en cadena).

Los modos de extinción pueden agruparse en medios físicos (involucran a los casos 1, 2 y 3) y químicos (caso 4).

A continuación detallaremos los tipos de fuego y como actúa cada agente extintor en particular.

## Tipos de fuego

Los fuegos se clasifican según sea el combustible que arde. Así tenemos:

### **Clase A:**

Sustancias combustibles sólidas que como producto de la combustión generan residuos carbonosos en forma de brasas o rescoldos incandescentes. Los cinco grandes grupos que conforman esta categoría son: Papel, madera, textiles, basura y hojarasca. Este tipo de incendios está representado por un triángulo en color verde, con la letra “A”.



### **Clase B:**

Sustancias combustibles líquidas, o que se licúan con la temperatura del fuego. Ejemplos de estos son los combustibles polares (alcoholes), no polares (hidrocarburos y sus derivados) y ciertos tipos de plásticos y sustancias sólidas que entran en fase líquida con el calor (estearina, parafinas, etc.).

Este tipo de incendio está representado por un cuadrado o rectángulo de color rojo, con la letra “B” al centro.



### **Clase C:**

Sustancias o equipos que se encuentran conectados a la red eléctrica energizada y que entran en combustión por sobrecargas, cortocircuitos o defectos de las instalaciones. Este tipo de incendio está representado por un círculo de color azul, con una letra “C”.



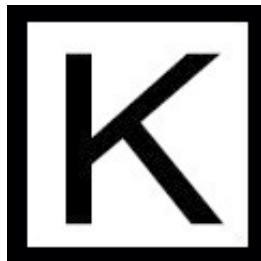
**Clase D:**

Es el fuego originado por metales alcalinos (sodio, magnesio, potasio, calcio, etc.) cuya peligrosidad radica en su alta reacción con el oxígeno.

Este tipo de incendio está representado por una estrella de cinco picos de color amarillo, con la letra “D”.

**Clase K:**

Esta clase involucra a grasas y aceites presentes en las cocinas de ahí su denominación K = Kitchen (cocina en inglés). Este tipo de incendio está representado por un cuadrado o rectángulo de color negro, con la letra “K” al centro.

**Extinción con agua**

Sin dudas el agua es el medio extintor más utilizado en todos los tiempos para combatir incendios. Su bajo costo y disponibilidad son factores cruciales para su empleo actual. Sin embargo el agua posee otras características físicas y químicas que la tornan ideal.

El agua extrae el calor de los cuerpos unas cuatro veces más rápido que cualquier otro líquido no inflamable convirtiéndose en un excelente agente enfriador. Es no tóxica y puede almacenarse a presión y temperaturas normales.

Su punto de ebullición (100°C) está por debajo de los límites de pirolisis de la mayoría de los combustibles sólidos (250°C a 400°C) con lo cual el enfriado de la superficie por evaporación del agua es altamente eficiente.

Sin embargo el agua se congela a la temperatura de 0°C y es conductora de la electricidad.

El uso del agua puede acarrear corrosión y deterioro irreversible a algunos materiales (electrónicos, documentos, etc.), y la aplicación sobre combustibles líquidos es limitada dado que los mismos flotan sobre ella separándose en dos fases (caso de los hidrocarburos).

El agua es el elemento a escoger cuando se trata de un incendio que involucra a sólidos no reactivos al agua (fuegos **clase A**: maderas, telas, plásticos, etc.).

## Extinción con niebla de agua

La extinción con niebla de agua basa su acción en las propiedades del agua mencionadas en el apartado anterior, pero su aplicación física en gotas finas en forma de niebla se corresponden con los siguientes efectos:

- 1- Las gotitas de agua que forman la niebla se transforman en vapor absorbiendo el calor de la superficie del combustible o bien dentro de la llama (enfriamiento del incendio).
- 2- La niebla se evapora en el ambiente antes de llegar a la llama, disminuyendo en consecuencia el contacto de la misma con el oxígeno o bien suplantando el porcentual de oxígeno presente por el vapor (ahogamiento del incendio).
- 3- La niebla bloquea directamente la transferencia del calor radiante entre el fuego y el combustible (aislamiento o interrupción de la reacción en cadena).

La niebla se aplica por medio de instalaciones fijas o bien por extintores portátiles.

## Extinción con gases inertes

La extinción por medio de gases inertes basa su acción en la creación de una atmósfera enrarecida que baja la concentración porcentual del oxígeno en el área de combustión. Una reducción de la presencia del oxígeno del 21% (concentración presente en el aire) al orden del 14/15% es suficiente como para extinguir el incendio. A este fenómeno también se lo conoce con el nombre de **dilución**.

El dióxido de carbono es el elemento más utilizado aunque también se suele emplear el nitrógeno y el vapor. Estos gases inertes pueden resultar en efectos colaterales para las personas.

## Extinción con polvos químicos secos

Los polvos químicos secos ofrecen una alternativa efectiva para combatir rápidamente incendios de distintos tipos. La mayoría de los mismos son a base de fosfato monoamónico que es impulsado por un gas inerte (nitrógeno) a presiones generalmente de 1,4 MPa, a este tipo de compuesto se lo llama **polivalente** por su amplia gama de aplicaciones (fuegos ABC). No obstante existen otros polvos químicos más específicos como ser los basados en bicarbonato de potasio y bicarbonato de potasio y urea.

Las partículas de polvo poseen una granulometría entre 10 a 75 micrones y se revisten con estearato de zinc o siliconas para evitar el aglutinamiento y proveerles mayor fluidez. El tamaño de las partículas resulta ser un factor clave en el potencial de extinción, cuanto más fina es, más rápido se vaporiza en la llama inhibiendo la combustión.

Los polvos químicos secos actúan sobre la llama mediante la **eliminación de los radicales libres y la interrupción de la reacción en cadena**; aunque también se ha comprobado el bloqueo de la energía radiante.

En el caso particular del fosfato monoamónico sobre combustibles sólidos (clase A), la forma de extinción involucra al **aislamiento del oxígeno**, dado que se forma un recubrimiento vidrioso sobre la superficie de los rescoldos incandescentes previniendo la reignición.



Los polvos químicos secos producidos y comercializados por **Demsa** han sido formulados para una gran variedad de aplicaciones. En el **capítulo 5** se provee mayor información sobre este tipo de agente extintor.

## Extinción con agentes espumígenos

Los **agentes espumígenos** (también llamados espumas sintéticas o agentes agua - espuma), basan su acción en la formación de una masa de burbujas a través de una solución en agua de distintos concentrados de agentes. Como la espuma es mucho más liviana que el líquido inflamable, flota sobre este produciendo una capa continua de material acuoso, que separa el aire, enfría el combustible y aísla los vapores de las llamas, previniendo o extinguiendo un incendio.

**Las espumas se usan principalmente para combatir incendios de líquidos inflamables.**

**Demsa** produce y comercializa una serie de agentes espumígenos que son adecuados para combatir incendios de líquidos combustibles no polares (ej. hidrocarburos) como polares (ej. alcoholes).

En el **capítulo 6** el lector tiene un amplio desarrollo correspondiente a este tipo de agente extintor.

## Extinción con gases limpios

**Un agente limpio** es un agente extintor de incendio, volátil, gaseoso, no conductivo de la electricidad y que no deja residuos luego de la evaporación.

Los agentes limpios trabajan en la extinción del incendio removiendo a los mecanismos físicos, químicos o ambos a la vez.

Entre los agentes químicos podemos destacar a los alquenos con contenido de Bromo. En los agentes físicos la lista es más extensa destacándose los perfluorocetonas, hidroclo fluorocarbonos (HCFCs), hidrofuro carbonos (HFCs), y la mezcla de algunos gases inertes (Ar, N<sub>2</sub> y CO<sub>2</sub>).

Los gases limpios son de aplicación en aquellos lugares donde el uso de otros medios de extinción ocasionaría más daños que el incendio mismo. Es el caso de museos, bibliotecas, salas de informática, de almacenamiento de datos, etc. Los gases limpios basan su efectividad en la rápida detección y extinción.

**Demsa** comercializa gases limpios para diversas aplicaciones. En el **capítulo 7** nos referimos específicamente a este tipo de agente.

## Casos especiales de extinción

### Incendios en cocinas

Los incendios en cocina por lo general involucran a grasas y aceites. En este último caso, se recomienda el empleo de los **extintores tipo K** que forma una saponificación sobre la superficie aislando los vapores ardientes y enfriando el combustible. En estos incendios **no debe utilizarse el agua** dado que se producirían explosiones con la consecuentes salpicaduras de aceite que debido a su alta temperatura redundarían en serias heridas por quemaduras para las personas presentes en el lugar.



### Incendios de gases a flujo continuo

La extinción de un incendio de un gas combustible que viaja por una tubería a flujo continuo, es generalmente muy difícil. La **mejor táctica** es cortar el flujo de gas y dejar que el combustible que se encuentra presente arda y se elimine por combustión, evitando así la acumulación del mismo dentro de recintos que luego puedan conducir a una explosión.

Siempre se deberá enfriar las zonas aledañas al foco de incendio para que otros elementos no se inflamen y evitar que el incendio se propague.

En el caso que la interrupción del flujo (corte de suministro) no sea posible se deberá asegurar el **venteo de los gases y retirar o eliminar posibles fuentes de reignición**, luego enfriar el entorno de la llama y proceder a extinguirla con el uso de algún agente aplicando el mismo en la dirección de fluir del chorro (pluma del incendio).

## Incendios de metales

Generalmente el agua no es el elemento indicado para sofocar incendios que involucran a metales dado que muchos de ellos reaccionan exotérmicamente liberando grandes cantidades de hidrógeno, un gas altamente combustible y explosivo.

## Incendios químicos

Ciertos químicos inorgánicos son incompatibles con el uso del agua, como ser el carburo de calcio (produce acetileno), los hidruros de litio, sodio y aluminio (producen hidrógeno) y los peróxidos de sodio y de potasio (aportan calor al reaccionar).



## Resumen:

Los incendios pueden ser controlados y extinguidos en virtud de actuar sobre los procesos físicos y/o químicos que involucran la combustión. Una forma gráfica y sencilla de poder entenderlos son el triángulo y tetraedro del fuego. Los incendios se clasifican según el combustible que arde. El tipo de fuego declarado determinará el agente extintor ideal a ser utilizado.

El lector encontrará en el **anexo 4** una tabla de agentes extintores y clases de fuego, que resume los casos de aplicación de los distintos agentes. En el **anexo 5** se indica el procedimiento general de uso de los distintos sistemas de extinción denominados de primera intervención.



# Capítulo 5

## Polvos Químicos Secos



1 QUITA EL SEGURO



2 COLOQUESE A 3 M



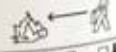
3 ACCIONE LA PALANCA  
DIRIJA EL CHORRO  
A LA BASE DEL FUEGO



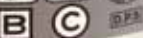
1 QUITA EL SEGURO



2 COLOQUESE A 3 M



3 ACCIONE LA PALANCA  
DIRIJA EL CHORRO  
A LA BASE DEL FUEGO



Los **polvos químicos secos** son agentes extintores resultantes de una mezcla de químicos en formas de partículas en estado sólido que se aplica por medio de extintores portátiles o sistemas fijos para controlar y apagar incendios.

## Tipos de polvos químicos secos

Los polvos químicos secos se clasifican de acuerdo al tipo de fuego. Así tenemos:

### Polvos químicos secos ABC:

Estos polvos químicos también denominados multipropósito o polivalentes, tienen como principal agente extintor al fosfato monoamónico, y se comercializa con diferentes concentraciones que van desde el 55% al 90%, siendo útil destacar que a mayor porcentaje, corresponderá una efectividad superior de apagado.

### Polvos químicos secos BC:

Estos polvos presentan una gran efectividad para combatir fuegos de combustibles, existiendo diversos agentes con distinto grado de poder de extinción.

Para esta aplicación **Demsa** produce polvos químicos basados en:

- **Bicarbonato de potasio:** Es un polvo fino de color púrpura, de ahí que se lo conozca con su nombre comercial de “**Púrpura K**”.
- **Bicarbonato de sodio.**
- **Compuestos especiales a base de bicarbonato de potasio y urea:** Conocido comercialmente como **MI10**, este tipo de agente es utilizado para fuegos **BC** de grandes dimensiones. Su gran efectividad radica en que las altas temperaturas producen la rotura de las partículas, generando una mayor superficie específica de ataque para interferir en la reacción de la formación del fuego.

### Polvos químicos secos para fuegos clase D:

Estos polvos pertenecen a los denominados “**compuestos especiales**” y utilizan como principal agente extintor al borato de sodio.

Los polvos químicos **ABC y BC** de **Demsa** están especialmente formulados para operar simultáneamente con espumas sintéticas, en aquellos casos en que la aplicación de las mismas sea recomendada o prioritaria.

## ¿Cómo funcionan los polvos químicos secos?

Para ser capaces de extinguir un incendio los polvos químicos secos necesitan interferir directamente sobre los elementos que forman el fuego.

### **Rotura de la reacción en cadena:**

Es el principal modo en que este tipo de agentes actúa. Tal como lo señaláramos al hablar sobre el tetraedro del fuego, en la zona de incendio se encuentran presentes radicales libres cuyas reacciones permiten la combustión, a través del mecanismo de la reacción en cadena. Al descargar el polvo seco sobre las llamas impide que estas partículas reactivas se encuentren, interrumpiendo así la reacción y extinguendo en consecuencia el incendio.

### **Acción aislante de los polvos químicos secos:**

Cuando se descargan los polvos polivalentes contra un fuego tipo A, el fosfato monoamónico se descompone por el calor, dejando un residuo pegajoso comúnmente denominado melasa (ácido metafosfórico) sobre el material incendiado. Este residuo aísla el material incandescente del oxígeno, extinguendo así el fuego e impidiendo su re ignición. Secundariamente los polvos químicos secos ayudan a la extinción al interrumpir el calor emitido por radiación y por conducción.

### **Por radiación:**

Efecto denominado de apantallamiento, donde la descarga del polvo seco produce una nube de polvo que se interpone entre la llama y el combustible, separando gran parte del calor emitido.

### **Por conducción:**

Durante el proceso de extinción al estar en íntimo contacto con las fuentes de calor, los polvos químicos secos absorben por conducción parte del calor presente en la combustión. Este efecto en sí mismo no es de gran importancia como para poder considerar a un polvo químico seco un agente enfriador.



## Propiedades de los polvos químicos secos

Los principales productos que se emplean en el mercado para la producción de polvos químicos secos son: bicarbonato potásico, bicarbonato de potasio y urea y fosfato monoamónico. Estos productos se mezclan con varios aditivos como ser siliconas para así mejorar sus características de almacenamiento, de fluencia y de repulsión al agua.

### Estabilidad

Los polvos químicos secos son estables, tanto a temperaturas bajas como normales. A temperaturas de incendio, los compuestos activos se disocian o descomponen mientras cumplen su función de extinción.

### Toxicidad

Los ingredientes que se emplean en los polvos químicos secos no son tóxicos. Sin embargo, la descarga de grandes cantidades puede ocasionar molestias temporales tanto en las vías respiratorias como en la visión.

### Dimensión de las Partículas

La dimensión de las partículas tiene un efecto definitivo sobre su eficacia extintora y se requiere un control cuidadoso para impedir que excedan el límite máximo y mínimo de su campo de eficacia.

Los polvos químicos secos **Demsa** cumplen con estrictas normas a fin de respetar la adecuada estabilidad y dimensión de partículas. En todos los casos, se recomienda seguir los lineamientos vertidos en la hojas de seguridad de producto **Demsa** (anexo 7).

**Los productos Demsa no son tóxicos para las personas ni el medio ambiente.**

## Ventajas de los polvos químicos secos

- Alto poder y velocidad de extinción.
- Eléctricamente no conductores, pueden emplearse contra fuegos de líquidos inflamables en que también participan equipos eléctricos bajo tensión.
- Altamente eficaces en la extinción de combustibles tipo B.

- Fáciles de usar.
- Económicos, tanto las instalaciones como el agente extintor.
- Tienen baja reactividad con otros materiales.
- Son estables.
- Baja toxicidad.

## Limitaciones y desventajas

- **Extinción temporaria.** Los polvos secos no producen atmósferas inertes por encima de la superficie de los líquidos inflamables; consecuentemente, su empleo no da como resultado una extinción permanente si las fuentes de reignición, tales como superficies metálicas calientes, continúan estando presentes.
- **Son corrosivos.** No deben emplearse polvos secos donde se encuentren instalaciones o equipos eléctricos delicados o de alto valor. Es necesaria una limpieza muy cuidadosa y extensa para restaurarlos y devolverlos a su estado primitivo.
- Son clasificados como un **agente extintor sucio**.
- Los **polvos químicos secos normales** no extinguen fuegos que profundicen por debajo de la superficie, ni de materiales que se alimentan de su propio oxígeno para arder.
- **No tienen presión propia**, por lo tanto necesitan de un agente presurizador para impulsarlo fuera del recipiente y que llegue al fuego. El agente de presurización usado es el nitrógeno seco.
- **Presentan problemas en áreas abiertas** con el viento, dado que el polvo se puede desviar del fuego por acción de las corrientes de aire.

## Ensayos que se efectúan sobre los polvos químicos secos

Los polvos químicos secos **Demsa** son sometidos a una serie de ensayos normalizados para evaluar los parámetros específicos que determinan un producto de alta calidad.

**Granulometría:** Se verifica a través de tamices normalizados que las dimensiones de las partículas que componen el polvo sean las adecuadas.

**Aglutinamiento:** En diversos ensayos se somete al agente a la humedad, verificándose así la resistencia a la formación de grumos.

**Fusión:** Por medio del sometimiento del polvo químico seco a altas temperaturas, se verifica la cantidad de contenido del mismo que transforma en melasa.

**Aislamiento eléctrico:** Se determina la funcionalidad del polvo como agente no conductor de la electricidad.

**Poder de extinción:** Se verifica la capacidad de apague de un incendio, en ensayos normalizados con bateas que se encuentran llenas de combustible encendido.

## Sistemas de aplicación de polvos químicos secos

Los dos tipos básicos de aplicación de polvo se denominan sistemas fijos y sistemas de manguera manual. Los otros métodos para la aplicación de polvos químicos secos son extintores portátiles manuales o montados sobre ruedas.

### Sistemas Fijos

Los sistemas fijos consisten en un suministro de agente extintor, un gas impulsor, un método de activación, tuberías fijas y lanzas o boquillas a través de las cuales se descarga el agente extintor sobre la zona protegida. Los sistemas fijos son de dos clases:

- **Inundación total**

Se descarga una cantidad predeterminada de polvo dentro de un recinto cerrado donde se encuentre el foco peligroso. Este sistema es poco utilizado.

- **Aplicación local**

En los sistemas fijos de aplicación local, las boquillas están dispuestas para descargar directamente sobre el punto donde se prevé que puede declararse el fuego. El principal empleo de los sistemas de aplicación local es la protección de depósitos abiertos de líquidos inflamables.

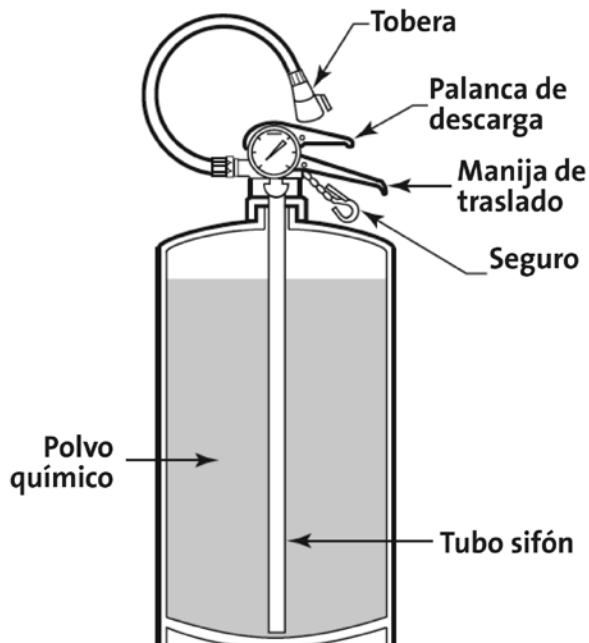
### Sistemas a Base de Mangueras Manuales

Estos sistemas constan de un suministro de polvo seco y un gas impulsor con una o varias líneas de mangueras manuales para distribuir el agente extintor y dirigirlo contra el fuego. Pueden suministrar rápidamente cantidades grandes de agente para extinguir incendios relativamente importantes como los que pueden producirse en las instalaciones para carga de combustible, almacenes de líquidos inflamables, hangares de aeronaves, etc.

### Almacenamiento del polvo para su potencial utilización

Existen dos sistemas básicos de almacenamiento, uno es el sistema de presión permanente y el otro es el sistema de presión no permanente o presión ambiente. Los recipientes de almacenamiento son de acero soldado en ambos tipos de sistemas.

En el sistema de presión permanente el polvo químico seco se guarda en el recipiente junto con el agente presurizador (nitrógeno seco). Son sistemas de baja presión. La presión de servicio ronda los 1,4 MPa a temperatura ambiente normal y se los ensaya a 3,5 MPa aproximadamente.

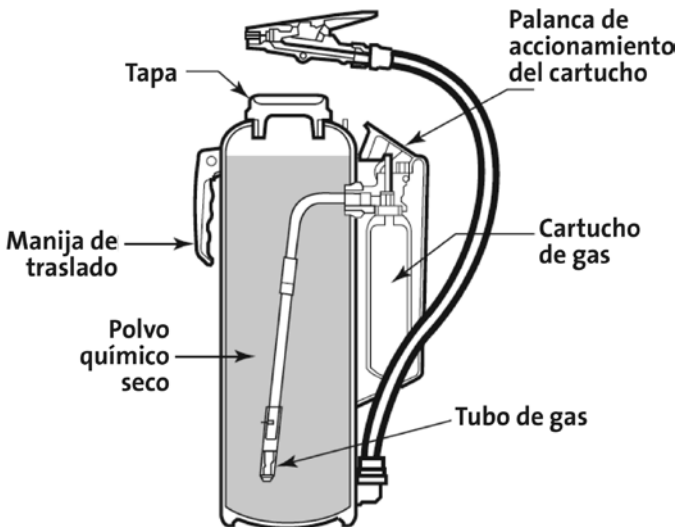


En el sistema de presión no permanente o presión ambiente, el polvo químico seco se guarda en el recipiente a presión a atmosférica (el recipiente debe permanecer cerrado y estanco para evitar el ingreso aire húmedo que puede apelmazar el polvo e inutilizarlo). El polvo químico seco permanece así hasta que el sistema es accionado y presurizado a la presión del gas impulsor almacenado junto con él.

Los recipientes en los que se almacena el polvo químico seco separadamente a presión atmosférica, están provistos de un orificio de entrada para el gas impulsor, una abertura para el llenado hermética a la humedad y una abertura de salida del polvo. La entrada del gas conduce a un sistema de tubos internos de tal forma que cuando el gas penetra en el depósito agita el polvo y se mezcla con él, haciéndolo fluir.

El orificio de salida del polvo contiene discos de ruptura o válvulas para permitir que se forme una presión de trabajo adecuada en el depósito antes de que comience la descarga del agente. El conjunto del gas impulsor consiste en un envase a presión, además de las necesarias válvulas, reguladores y tuberías para hacerlo pasar al depósito de almacenamiento del polvo, a presión y con el caudal necesario. El gas impulsor suele ser nitrógeno, pero también se emplea anhídrido carbónico.

Un ejemplo de este sistema lo constituyen los matafuegos de cartucho, actualmente en desuso en Argentina.



## Polvos químicos secos Demsa

En el **anexo 6** el lector podrá encontrar las hojas técnicas de los distintos polvos químicos secos que **Demsa** produce. En el **anexo 7** se detallan las correspondientes hojas de seguridad.

# demsa

DPS  
CERT. N° 302

Industria Argentina



### POLVO PARA CARGA DE EXTINTORES de las Clases A, B y C

#### COMPOSICION QUIMICA

Fosfato Monoamónico	60%
Sulfato de Amonio	35%

Fecha de envasado:

N° de Lote:

Mantener a temperatura ambiente (20°C +/- 5°)  
Mantener a una humedad relativa normal (65% +/- 5%)  
Altura máxima de estibaje 1 metro  
Homogeneizar la bolsa antes de usar

PESO  
NETO **25 KG.**  
INDUSTRIA ARGENTINA

#### Industrias Químicas Dem S.A.

Ruta Nacional 9, Km 79 (C.P. B2804NPA) Campana  
Buenos Aires - Argentina  
Tel.: +54 3489-438871  
demsa@demsa.com.ar - www.demsa.com.ar

Empresa certificada ISO 9001:2008

## Resumen

Los polvos químicos secos son agentes extintores de incendio altamente efectivos dada su diversidad de aplicaciones, facilidad de uso y gran poder de extinción. Su capacidad de apague se basa principalmente en la interrupción de la cadena de formación del fuego. Los polvos químicos secos son ampliamente compatibles con el uso de otros agentes extintores (*ejemplo: agua y espumas*).

# Capítulo 6

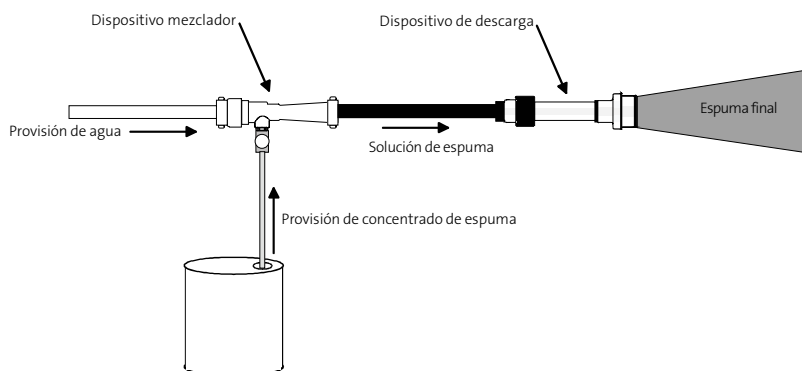
## Espumas sintéticas



Las espumas para combatir incendios son una masa estable de pequeñas burbujas de menor densidad que la mayoría de los combustibles líquidos y que el agua. Los agentes espumígenos se logran mezclando aire, un concentrado de espuma y agua para así producir la “espuma final” un poderoso extintor que inhibe la cadena de formación del fuego.

## Producción de la espuma

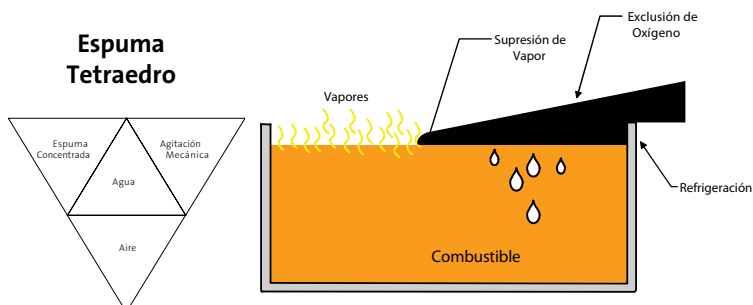
La espuma es el resultado de una combinación en exactas proporciones entre un concentrado de espuma, aire y agua. El siguiente diagrama explica cómo es su producción.



## ¿Cómo funcionan las espumas?

Las espumas extinguen fuegos producidos por combustibles o líquidos inflamables actuando de 4 formas distintas:

- 1- Aísla el aire y en consecuencia el aporte del oxígeno de los vapores inflamables.
- 2- Elimina la emanación de vapores inflamables por parte del combustible.
- 3- Separa las llamas de la superficie del combustible.
- 4- Enfía la superficie del combustible y su entorno.



## Categorización de las espumas por su expansión

La expansión de las espumas se mide teniendo en cuenta el ratio existente entre la cantidad de espuma producida a partir de un volumen predeterminado de solución espumígena luego de su expansión a través de un dosificador.

Se las categoriza en:

### 1 Espumas de baja expansión - Ratio de expansión 20:1

Estas espumas están diseñadas para líquidos inflamables. Son efectivas en controlar, extinguir y confinar la mayoría de los fuegos clase B. También se las ha utilizado con éxito en fuegos clase A en donde los efectos de enfriamiento de la espuma son de gran importancia.

### 2 Espuma de media expansión - Ratio de expansión: desde 20:1 a 200:1

Estas espumas están básicamente diseñadas para suprimir la vaporización de químicos peligrosos. Empíricamente, se ha comprobado que la expansión óptima para suprimir a químicos reactivos con el agua y líquidos orgánicos de bajo punto de ebullición se encuentran en el rango de expansión 30:1 y 50:1.

### 3 Espumas de alta expansión - Ratio de expansión mayor a 200:1

Las espumas de alta expansión han sido diseñadas para combatir incendios en espacios confinados como ser sentinas y bodegas de barcos, minas, hangares, etc.

## Parámetros de una espuma

Para ser efectiva una espuma debe cumplir con ciertos parámetros a saber:

### 1 Velocidad de abatimiento y escurrimiento

Es el tiempo requerido para que la película formada por la espuma recorra la superficie del combustible cubriendo todos los obstáculos y rincones de forma tal de extinguir completamente el fuego.

### 2 Resistencia al calor

La espuma debe ser capaz de resistir los efectos destructivos del calor irradiado por el fuego de los vapores aún encendidos o por el calor aportado por superficies calientes que estuvieron en contacto directo con las llamas (metales, maderas, etc.).

### 3 Resistencia al combustible

Una espuma efectiva minimiza el efecto de arrastre de combustible. De esta forma no se satura la espuma y no se quema.

### 4 Supresión de vapores

La película producida por la espuma debe ser capaz de bloquear y suprimir la producción de vapores, de esta forma se evita la re ignición del combustible.

### 5 Resistencia a alcoholes

Dada la avidez de los alcoholes por el agua y debido a que la espuma en sí es 90% agua, la película producida por las espumas que no son resistentes a los alcoholes se destruirá no pudiendo el incendio ser controlado.

## Porcentajes

Esencialmente las espumas se producen en función de mezclar agua con un concentrado. El porcentual expresado en las espumas obedece a la cantidad de partes de concentrado para ser mezclado con agua y así obtener una solución del 100%. En términos generales una espuma al 3% requiere 3 partes de concentrado y 97 partes de agua para producir el agente espumígeno deseado.

La tendencia actual de **Demsa** es de reducir la proporción de los concentrados al mínimo. Bajar dicho porcentaje redundará en grandes beneficios al usuario como ser: disminución

del espacio de almacenaje y de la cantidad de concentrado a comprar sin variar el potencial de extinción.

En las espumas resistentes a los alcoholes en las cuales se indican dos porcentajes distintos, obedecen a diferentes aplicaciones. En el caso de un 3/6%, indica que para hidrocarburos se puede utilizar una solución del concentrado al 3% y en los combustibles y solventes polares se debe utilizar al 6%.

Esto obedece sencillamente a la cantidad necesaria de agentes químicos que se necesitan para la formación de la película.



**Industrias Químicas Dem S.A.**  
Ruta Nacional 9. Km 79 (C.P. B2804NPA) Campana  
Buenos Aires - Argentina Tel.: +54 3489-438871  
demsa@demsa.com.ar - www.demsa.com.ar



ISO 9001:2008



Identificado según Norma  
IRAM NFPA 704

0 Bajo riesgo  
1 Pequeño riesgo  
2 Peligro  
3 Muy peligroso

# AR-AFFF

Líquido espumígeno sintético multipropósito de baja expansión - formador de película acuosa y/o polimérica

Lote Nº:  Almacenar entre:  Contenido neto:

Fecha:  Punto de ecurrimiento:  Lts.

**NO MEZCLAR CON LIQUIDOS ESPUMIGENOS DE OTRO TIPO**

INDUSTRIA ARGENTINA

## Tipos de espuma Demsa

Los siguientes concentrados **Demsa** son los más comúnmente utilizados:

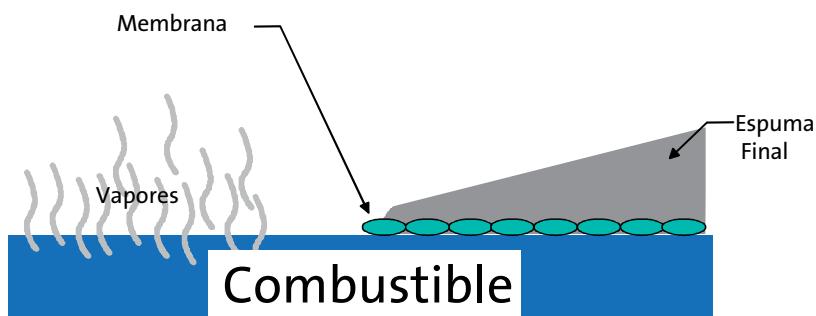
### Espumas formadoras de película acuosa (AFFF)

La denominación AFFF proviene de las siglas “Aqueous Film Forming Foam” o “espumas formadoras de película acuosa”.

La familia de AFFF **Demsa** proveen la máxima capacidad de abatimiento sobre los hidrocarburos (combustibles no polares). Su buen escurrimiento les permite fluir en torno de obstáculos sellando el fuego en lugares intrincados. El producto se proporciona en distintos porcentajes de concentración dependiendo básicamente del mecanismo mezclador. Las AFFF son premezcladas y se la puede utilizar tanto con agua dulce como salada. Son ampliamente compatibles con el uso de polvos químicos secos **Demsa**.

Las espumas AFFF son resultado de una combinación de surfactantes con agentes espumígenos sintéticos que extinguen el fuego en virtud de formar una película acuosa. Esta película es una delgada lámina de solución de espuma que se desparrama rápidamente sobre la superficie del combustible causando un impactante abatimiento.

La película acuosa es producida por el surfactante, que reduce la tensión superficial de la espuma a tal punto de que la solución permanece sobre la superficie del hidrocarburo.



### **Espumas formadoras de film acuoso resistente a alcoholes (AR-AFFF)**

Las espumas AR-AFFF son producidas en base a la combinación de detergentes sintéticos, polímeros polisacáridos y químicos fluorados.

Las AR-AFFF actúan como las AFFF convencionales, pero en el caso de incendios que involucran a solventes y combustibles polares (o solubles en fase con el agua) como los alcoholes. Aquí, las proteínas polisacáridas de las AR-AFFF forman una membrana resistente que separa el combustible, impidiendo en consecuencia la perforación de la espuma y la ignición de los vapores.

Si bien algunos concentrados están diseñados para ser utilizados al 3% en hidrocarburos y al 6% en solventes polares; las nuevas formulaciones como la DEMSA 233MN han mejorado la resistencia al alcohol permitiendo su utilización con un porcentaje único del 3% en ambos combustibles. De esta forma se provee una protección más económica debido a la cantidad de agente a ser utilizado, favorece la administración de stocks al tratarse de un monoprodueto y simplifica el dosaje a la hora de ser utilizado.

En general podemos decir que las AR-AFFF son las espumas más versátiles de la actualidad otorgando excelentes prestaciones en cuanto al control de la reignición, abatimiento y tolerancia al combustible tanto en fuegos de hidrocarburos como de combustibles y solventes polares.

## **Recomendaciones básicas para espumas**

### **Almacenaje**

Siguiendo las recomendaciones de almacenaje, los concentrados para espumas sintéticas deberían estar activos para ser utilizados aún después de varios años.

### **Temperatura del agua y contaminantes**

Las espumas en general son más estable cuanto más fría es el agua con la que se mezclan los concentrados. El rango deseado de temperatura del agua a mezclar varía de 1°C a 30°C con un máximo de 40°C.

El agua que contenga agentes contaminantes de la espuma como ser detergentes, derivados del petróleo o inhibidores de corrosión entre otros, afectarán la calidad de la misma.

**Productos combustibles en el aire**

Es deseable tener aire limpio en la tobera de eyección. No obstante, el efecto de aire contaminado en la calidad de las espumas de baja expansión, ha probado ser insignificante.

**Presión del agua**

La presión ideal de la tobera eyectora de espuma debe ser entre 3 a 14 bares. La calidad de la espuma se deteriora a presiones mayores de 14 bares.

**Derrames de combustibles**

Si se ha derramado un combustible, se puede prevenir su ignición cubriendo la misma con espuma. Quizás se requiera cubrir el derrame periódicamente hasta que el mismo sea limpiado.

**Fuegos producto de la electricidad**

Las espumas deben recibir la misma consideración que el agua al trabajar en incendios que involucran instalaciones y/o aparatos eléctricos, por ende no es recomendada la utilización de los mismos antes de asegurar el corte completo del suministro de energía.

**Líquidos vaporizables**

No es recomendable el uso de espumas en aquellos elementos que en condiciones ambientales normalmente son gases o vapores y que sin embargo son almacenados como líquidos (propano, butano, etc.). Tampoco se las debe utilizar en material reactivos al agua como ser magnesio, litio, sodio, calcio, etc.

**Formas de aplicación de la espuma****Técnica de rebote (figura A)**

Cuando se utilizan lanzadores de espumas se debe tener la precaución de aplicar la misma de la forma más suave que sea posible. La técnica de rebote ayuda a esto al dirigir el chorro de espuma contra un obstáculo (pared, etc) y permitir que la espuma escurra sobre el fuego.

figura A

**Técnica por desplazamiento (figura B)**

Esta técnica consiste en apuntar la lanza de forma tal que golpee el piso justo en frente de la superficie a extinguir. Así la velocidad del flujo del chorro arrastrará la espuma hacia el combustible encendido.

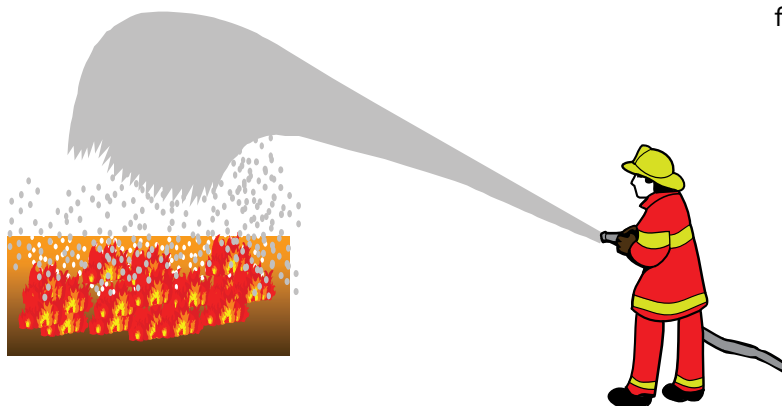
figura B

**Técnica de lluvia (figura C)**

Se dirige la lanza casi verticalmente para que la espuma al llegar a su máxima altura caiga en pequeñas gotas sobre la superficie a atacar. El operador de la lanza debe ajustar la altura para cubrir con certeza la superficie afectada. Si bien esta forma de aplicación provee un apagado rápido, cuando el combustible estuvo ardiendo por mucho tiempo y se desarrolló una columna térmica de importancia o bien en los días con mucho viento la técnica puede no ser efectiva.



figura C



### Nunca “zambullir” la espuma (figura D)

Dirigir el chorro de la lanzadora de espuma directamente a la superficie encendida puede desparramar el combustible, o bien agujerear la manta aislante que la espuma había creado, ocasionando en consecuencia la nueva liberación de vapores, salpicaduras de combustible, aparición de llamas e incluso la re ignición de un área ya controlada.

figura D



### En general:

Si la lanza esta equipada con un dispositivo dispersor, este deberá usarse para proveer la aplicación más delicada posible y así reducir la mezcla entre el combustible y la espuma. Bajo ciertas circunstancias las AFFF pueden ser utilizadas con las convencionales lanzadoras dispersoras de agua, pero estas forman una espuma inestable con bajo poder de resistencia a la re ignición.

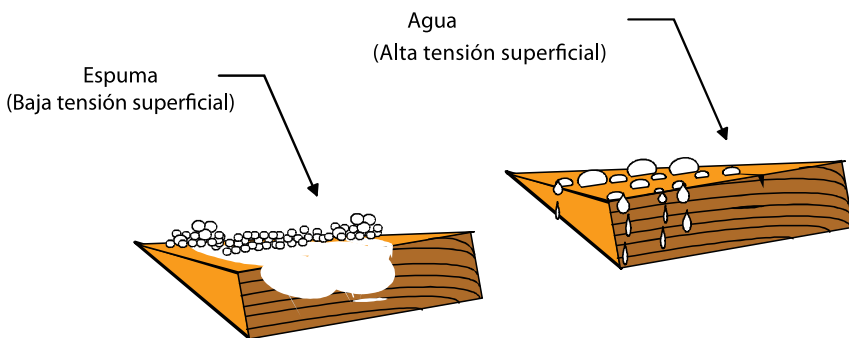
El empleo común de agua y espumas debe ser cuidadosamente controlado durante la extinción de un incendio. El agua debe ser utilizada para enfriar las superficies adyacentes pero debe vigilarse que los chorros y el flujo del agua vertida no entren en contacto con la espuma formada para no minimizar su acción y potencial extintor.

En el **anexo 8**, el lector podrá encontrar los ratios de aplicación para determinar la cantidad de concentrado y agua necesarios para controlar un incendio de clase B.

## Las espumas Demsa como agentes humectantes

Si bien las AFFF Demsa han sido concebidas para combatir fuegos clases B (combustibles), las mismas son excelentes agentes humectantes para fuegos clase A.

Por definición un agente humectante es un compuesto químico que al añadirse al agua, reduce su tensión superficial e incrementa sus capacidades de penetración y de escurrimiento.



## Espumas sintéticas Demsa

En el **anexo 9**, se reproducen las hojas técnicas correspondientes a las AFFF y AR-AFFF **Demsa**. En el **anexo 10** se encuentran las hojas de seguridad de las mismas.

## Resumen

Las espumas brindan una especial protección al extinguir incendios de combustibles polares y no polares. Basan su acción extintora en el enfriamiento de las distintas superficies involucradas en el incendio y principalmente en el aislamiento de los vapores de combustión. Requieren entrenamiento en su uso dada la necesidad de dosificación según sea el agente extintor a utilizar y el combustible que arde.

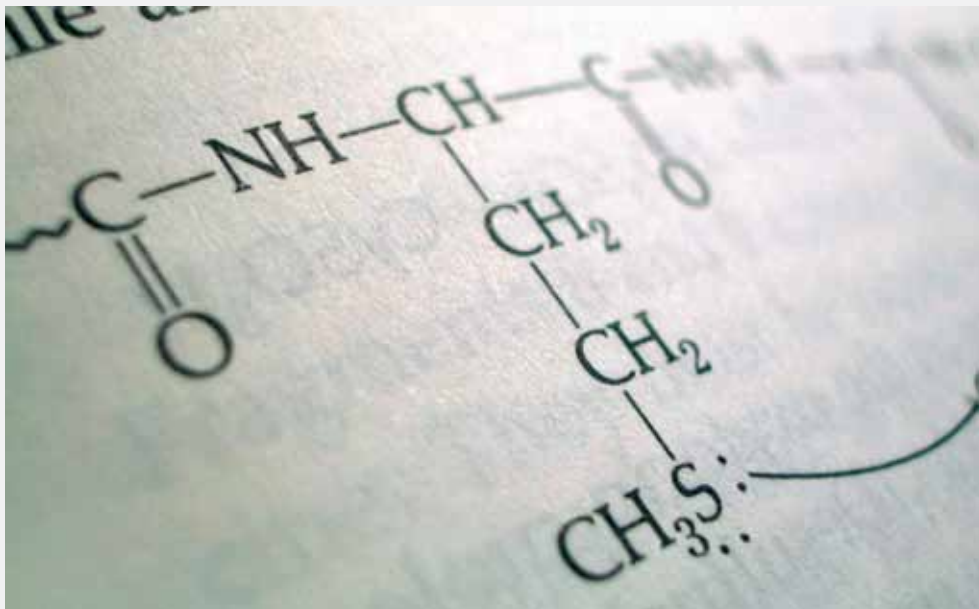




# Capítulo 7

## Agentes limpios

# Muchos podrán ver una fórmula



## Nosotros vemos la capacidad de extinguir un incendio y protegerte

Diseñamos, producimos y comercializamos productos químicos para combatir el fuego, dentro de un estricto marco de calidad y de respeto hacia el medio ambiente.

Nuestra gama de productos abarcan:

- polvos secos para extintores de fuego clase ABC, BC y D
- espumas sintéticas
- accesorios para instalaciones y elementos para la lucha contra el fuego

La línea de productos, se complementan con licencias de comercialización con carácter de distribución oficial, como ser los gases limpios de Dupont.

El compromiso de Demsa con la seguridad se extiende a la sociedad participando activamente en programas destinados a la prevención de incendios y formando profesionales en su moderno centro de capacitación.

**Demsa, gente que trabaja pensando en Ud.**

**Somos su seguridad cuando Ud. más nos necesita**



A través de estas páginas buscamos introducir al lector en los **agentes extintores denominados “limpios”**: su evolución, las propiedades y sus distintas aplicaciones.

## A qué nos referimos con “agentes limpios”?

La mejor calificación de un “agente limpio” se obtiene a partir de los atributos estándar que dichos agentes deben cumplir. Es así que la norma NFPA 2001 de los EEUU define:

*“Un agente limpio es un agente extintor de incendio, volátil, gaseoso, no conductivo de la electricidad y que no deja residuos luego de la evaporación”*

**De esta definición se desprende sus propiedades más importantes:**

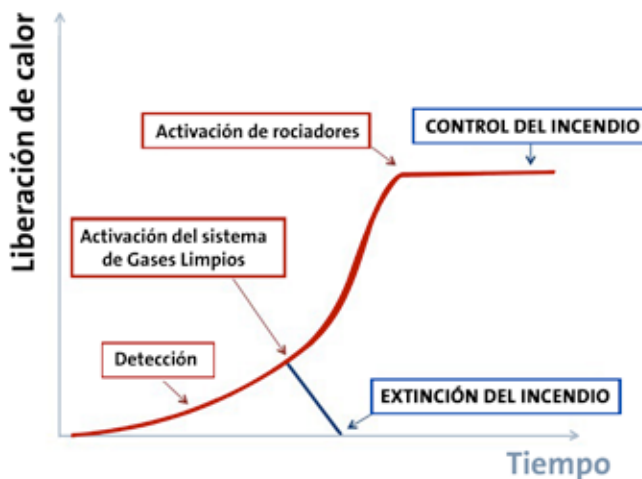
- No deben dejar residuos.
- No hace falta limpiar luego de su uso.
- No debe afectar el funcionamiento del lugar en el cual se ha utilizado. Sin tiempos inoperativos (mínimo lucro cesante posible).

**Basados en estas premisas el agua, las espumas sintéticas y el polvo químico seco no pueden considerarse agentes limpios dado que:**

- Dejan residuos.
- Requieren limpieza.
- Provocan tiempos inoperativos.
- En muchos casos su utilización pueden producir daños en activos aún mayores que el propio incendio.

Para alcanzar estos atributos, los “agentes limpios” también deben ser rápidos en la detección y extinción del incendio. A modo de ejemplo en el diagrama adjunto encontramos una comparativa entre un sistema de rociadores de agua y uno de “gases limpios”.

En la figura vemos que el sistema de rociadores recién se activa frente a una liberación de cantidad de calor importante. Cuando esto sucede, el mayor daño ya ha ocurrido. La activación de los rociadores tienden al “control del incendio” evitando su propagación y su posterior extinción con su uso sostenido.



El **sistema de gases limpios**, en cambio, actúa tempranamente activándose frente a una liberación de calor moderada y procediendo rápidamente a la extinción del incendio.

## Historia de los “Agentes Limpios”

Los agentes limpios tienen sus inicios en el año 1900, con la introducción de los primeros extintores con cloruro de carbono ( $\text{CCl}_4$ ).

Las distintas carreras armamentistas que se desarrollaron antes, durante y después de las guerras mundiales vieron aparecer sustitutos con ciertas mejoras en la performance y en la toxicidad de los agentes utilizados.

A fines de 1920, se ensaya la sustitución del cloro por el bromo, obteniéndose agentes limpios basados en el bromuro de metilo ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ). Este producto fue desarrollado prin-

principalmente por el Reino Unido y Alemania para sus aplicaciones en la fuerza aérea y marina. Avanzado los años 30, la fuerza aérea alemana introduce el bromoclorometano ( $\text{CH}_2\text{BrCl}$ ), que fuera utilizado por su par estadounidense diez años después.

El problema básico de estos agentes radicaba en su toxicidad, con lo cual a fines de 1940, el ejército de los EEUU encargó a universidades y compañías químicas la búsqueda de un compuesto sustituto del  $\text{CH}_3\text{Br}$  y  $\text{CH}_2\text{BrCl}$ .

Durante el proceso de investigación se evaluaron más de 60 agentes, quedando seleccionados para posteriores estudios sólo 4 de ellos, que fueron denominados como:

Halon 1301  $\text{CF}_3\text{Br}$

Halon 1211  $\text{CF}_2\text{BrCl}$

Halon 1202  $\text{CF}_2\text{Br}_2$

Halon 2402  $\text{BrCF}_2\text{CF}_2\text{Br}$

A partir de estos nace la “**era de los halones**” que se desarrolla desde 1960 a 1994 basados principalmente en dos de los agentes limpios mencionados. El halon 1301 ( $\text{CF}_3\text{Br}$ ) destinado a aplicaciones para inundación total de recintos y el halon 1211 ( $\text{CF}_2\text{BrCl}$ ) para aplicaciones locales con extintores portátiles; conformando así los primeros “agentes limpios” por definición ya que no dejaban residuos corrosivos o abrasivos luego de la aplicación y extinción.

La coronación de los halones como “ideales” se basó en los nuevos requerimientos industriales de no requerir limpieza luego de la descarga del agente, no interrumpir el trabajo y por ende no tener sectores con tiempos inoperativos derivados de daños producidos durante la extinción del incendio.

**Los halones ofrecieron una combinación única de distintas propiedades transformándolos en el agente limpio IDEAL.** Los factores que coronaron su éxito fueron:

- Limpios, no dejaban residuos luego de la aplicación
- Eficiente supresión de incendios
- Rápida detección y rápida extinción
- Químicamente inertes
- Estables al almacenamiento



- No reaccionan químicamente
- No conductores de la electricidad
- Baja toxicidad
- Bajo costo

Así súbitamente los Halones ganaron un mercado importante al cubrir aplicaciones específicas que no podían ser encaradas con otros tipos de agentes. Dentro de los usos podemos destacar:

Instalaciones electrónicas, cuartos de computación, almacenes de datos, archivos de documentos, cuartos de comunicaciones, industrias del petróleo y gas, estaciones de bombeo, plataformas oceánicas, cuarto de máquinas de buques, museos y bibliotecas.

### El impacto ambiental de los halones

La acelerada retracción de la capa de ozono, llevo a los científicos a estudiar cuál era el proceso que estaba ocasionando la reducción del ozono estratosférico. En el diagrama adjunto explicamos el ciclo de retracción.

## Retracción de la Capa de Ozono



El ciclo se inicia con la liberación a la atmósfera de clorofluocarbonos (CFC). Los mismos, por su baja densidad, ascienden hacia la estratósfera donde se encuentra la denominada “capa de ozono”.

Allí, la acción intensa de las radiaciones ultravioletas (rayos UV) disocia la molécula de cloro presente en los CFCs dejándola libre. Es así que el cloro destruye al ozono dejando “agujeros” en dicha capa. La retracción de la misma permite una mayor entrada de rayos UV hacia la superficie terrestre.

Estos rayos impactan directamente sobre la población expuesta provocando graves alteraciones genéticas en la piel que conducen al cáncer. Para contrarrestar este problema, rápidas medidas debieron ser implementadas en torno de la reducción de emisiones de elementos clorados hacia la atmósfera.

Los primeros pasos de este accionar fueron la determinación de aquellos elementos que mayormente producían la acumulación de cloro atmosférico, así se determinó que los CFCs causaban el 70% de las emisiones y los Halones el 30% restante.

Los halones conformaban en consecuencia gran parte de la problemática y debían ser reemplazados, comenzando el largo camino de la búsqueda del sustituto ideal del halon.

## Buscando al reemplazo ideal del halon

La investigación se orientó sostenidamente a encontrar un elemento que fuera capaz de cumplir con las propiedades funcionales del agente extintor, sumadas a la satisfacción de los nuevos requerimientos de protección medioambiental.

El agente seleccionado debería cumplir entonces con los siguientes requisitos:

- **Agente Limpio:** No dejar residuos luego de su aplicación.
- **Supresor eficiente de incendios:**
  - Requerimiento de baja masa: El agente debería contar con una masa baja, de esta forma se puede almacenar más agente dentro de un recipiente dado a un costo menor.

- Agente gaseoso y que brinde la capacidad de extinguir rápidamente fuegos ocultos. Alta capacidad de absorción del calor y alto calor latente.
- Baja densidad de vapor, esto otorga la capacidad de brindar tiempos de acción del agente más prolongados.
- **Químicamente inertes**
  - Estables al almacenamiento durante períodos largos de tiempo.
  - Químicamente no reactivos con agua, combustibles y los propios activos a proteger.
- **No conductor de la electricidad**
  - Alta fortaleza dieléctrica.
- **Capaz de ser almacenado como un gas comprimido líquido**, de esta forma se asegura una menor superficie de instalación y el uso de válvulas y tuberías comunes.
- **Baja toxicidad** para no comprometer y asegurar la salud del operador.
- **Baja toxicidad de uso**
  - Toxicidad aguda lo más baja posible.
  - Toxicidad por exposición prolongada o repetida lo más baja posible.
  - Agente no metabolizable en el cuerpo humano.
- **Sin impacto sobre el medio ambiente**
  - Potencial de retracción de la capa de ozono (PRO) = CERO. No se admitiría un agente que dañara la capa de ozono estratosférico.
  - Potencial de calentamiento global (PCG) = CERO. No se admitiría un agente que contribuyera a la formación de gases de efecto invernadero.
  - Sin compuestos orgánicos volátiles (COV). No se admitiría un agente que al emitir compuestos orgánicos volátiles contribuyera a la formación de SMOG en las capas bajas de la atmósfera.
- **Costo de producción razonable**

Hacia esta tarea se orientaron instituciones académicas, gubernamentales, militares e industriales.

## Agentes limpios - métodos extintores químicos y físicos.

Las grandes exigencias determinaron una vuelta a las bases. Los agentes limpios a diseñar deberían trabajar en la extinción del incendio removiendo a los mecanismos físicos, químicos o ambos a la vez. Las investigaciones condujeron finalmente a la adopción de los siguientes agentes:

**Agentes Químicos:** Alquenos con contenido de Bromo. La selección se basó en la capacidad que tiene el Bromo de reaccionar con cierto tipo de llamas. Finalmente estos elementos fueron descartados dada su alta toxicidad.

**Agentes Físicos:** Aquí la lista fue más extensa y los agentes que lograron imponerse fueron las Perfluorocetonas, los Hidrofluorocarbonos y los Gases Inertes.

### El fluor, la gran estrella

El fluor se perfiló como el gran sucesor de los halones, basado específicamente en sus propiedades de:

- Volatilidad
- Estabilidad
- Baja Toxicidad
- Poder de supresión de llama

Actualmente el agente limpio más utilizado lo componen los HFCs. Su participación se corresponde con el 70% de las instalaciones efectuadas. Los siguen los gases inertes con un 20% y el 10% restante lo conforman otros agentes. **Anexo 11**

### Propiedades y comparativa entre los distintos agentes limpios

A continuación efectuaremos una comparativa entre las propiedades físicas y químicas deseadas de un agente limpio a modo de analizar los pros y contras de cada uno de ellos.

## Propiedades Físicas Deseadas:

- **Gas a temperatura ambiente**

Este requerimiento es importante dado que los gases permiten cubrir e inundar rápidamente un sector bajo incendio, incluyendo áreas intrincadas y de difícil acceso.

Agentes limpios que cumplen esta característica: HFCs - GASES INERTES

El agente óptimo resulta ser el HFC dado que por sus características físicas su costo de instalación es significativamente menor al de los gases inertes.

Las perfluorocetonas son líquidos a temperatura ambiente.

- **Eficiente extintor de incendio**

Alta capacidad de absorción del calor. Alto calor latente.

Los HFCs son los óptimos dada su capacidad de extinción en relación a la cantidad de masa de agente necesaria. El costo de un agente se expresa por masa y no por volumen.

- **Limpio - Sin formación de residuos**

Este requerimiento es cumplido por cada uno de los agentes aquí tratados (HFCs - GASES INERTES - PERFLUOROCETONAS).

- **No conductor de la electricidad - Alta fortaleza dieléctrica**

Este requerimiento es cumplido por cada uno de los agentes aquí tratados (HFCs - GASES INERTES - PERFLUOROCETONAS).

- **Baja densidad de vapor**

Menor tendencia a pérdidas durante la aplicación y mayor tiempo de acción.

Agentes limpios que cumplen esta característica: HFCs - GASES INERTES.

- **Almacenamiento**

Capaz de ser almacenado como un gas comprimido líquido. Esto brinda la posibilidad de efectuar una instalación en una menor superficie. Agentes limpios que cumplen esta característica: HFCs - PERFLUOROCETONAS.

Los gases inertes deben ser almacenados como gases bajo altas presiones, lo que conlleva a envasarlos en recipientes caros (tubos de 300 bares) y con un sistema de distribución (válvulas y cañerías) especiales.

## Propiedades Químicas Deseadas:

- **Baja reactividad química.**

Agente con baja toxicidad y de amplia seguridad durante su aplicación. Agente no metabolizable y que no reacciona químicamente con otros elementos como ser el agua, solventes, alcoholes, etc.

Los agentes limpios que cumplen esta característica: GASES INERTES – HCFs. Las perfluorocetonas en cambio son altamente reactivas. Reaccionan con el agua, alcohol y aminas, y su aplicación no es posible en el caso de solventes polares. Se metabolizan en el cuerpo formando ácido Fpropiónico en las vías aéreas.

## Requerimientos medio ambientales

- **Cero Potencial de Retracción de la capa de Ozono (PRO).**

Los agentes limpios que cumplen esta característica: HFCs - GASES INERTES - PERFLUOROCETONAS.

- **Cero Potencial de Calentamiento Global (PGO).**

Este índice se ve asociado a los gases de efecto invernadero.

Los agentes limpios que cumplen esta característica: GASES INERTES. En menor medida las perfluorocetonas. Las HFCs poseen un alto índice PGO pero la cantidad liberada de los mismos no contribuye al efecto invernadero.

- **Sin Compuesto Orgánicos Volátiles (COV)**

Los agentes limpios que cumplen esta característica: HFCs - GASES INERTES.

## Efecto invernadero. ¿El punto débil de los HFCs?

Al comparar bajo la lupa medioambiental a los HFCs con los gases inertes y las perfluorocetonas notamos lo siguiente:

Propiedad	Gases inertes	HFCs	Perfluorocetonas
PRO *	0	0	0
PCG **	0	3500	1
COV ***	Exceptuado	Exceptuado	No exceptuado

\*PRO: Potencial de retracción de ozono. \*\*PCG: Potencial de calentamiento global. \*\*\*COV: Compuestos orgánicos volátiles

Vemos así que los únicos que no poseen ningún efecto ambiental son los gases inertes y que si bien los HFCs no contienen compuestos orgánicos volátiles, su índice de potencial de calentamiento global es de 3.500 unidades.

### Pero... ¿Qué expresa y mide el PGB?

## El valor de PCG por sí mismo NO indica el impacto de un compuesto en el cambio climático.

Es importante entender que el impacto de un gas sobre el cambio climático es función de dos factores:

- El valor de PCG del gas
- La cantidad emitida de dicho gas

Para ejemplificar tomemos al dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ). Este gas tiene uno de los valores de PCG más bajos existentes ( $\text{PCG}=1$ ), pero las emisiones de  $\text{CO}_2$  suman el 85% del impacto de los gases con efecto invernadero, dada la cantidad emitida de dicho gas a la atmósfera.

La incidencia de todas las emisiones de HFCs sobre los gases de efecto invernadero es sólo del 1.7%, de los cuales las aplicaciones para incendios constituyen el 0.6% de dicho porcentual.

**El impacto (medido en toneladas de  $\text{CO}_2$ ) de las emisiones provenientes de aplicaciones para la extinción de incendios representan solamente el 0.0098% del total de los gases de efecto invernadero. (Anexo 11)**

En consecuencia, los HFCs utilizados en aplicaciones de supresión de incendio, esencialmente no afectan al cambio climático.

Debido a esto ni en el protocolo de Kyoto ni en las regulaciones de F-gas se impuso límites o prohibiciones para el uso de HFCs en sistemas de supresión de incendios.

## Extinción de un incendio con gases limpios vs sistema de rociadores

Ensayos de laboratorio efectuados al extinguir un incendio con HFCs han demostrado que las condiciones ambientales existentes en la atmósfera, medidas con un espectrógrafo de masas, luego de la combustión resultan habitables y sin perjuicios para la salud.

El análisis arrojó:

- Monóxido de carbono (CO): 14 ppm (no peligroso)
- Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) sin cambios en el ambiente
- Otros compuestos por debajo de su nivel de detección

El empleo de rociadores de agua, en cambio, no sólo dejan una atmósfera viciada de gases altamente peligrosos (CO: 1344 ppm), sino que además exponen materiales sólidos conteniendo partículas negras y blancas.

La partículas negras, suelen indicar transformaciones de carbón amorfo. Las blancas en cambio indican compuestos aromáticos, aromáticos policíclicos, hidrocarburos y poliestirenos.

Los hidrocarburos se forman cuando los combustibles orgánicos son quemados y son altamente cancerígenos.

Todos estos residuos terminan depositados en el ambiente o siendo arrastrados por el drenaje del agua utilizada para apagar el incendio, la cual se transforma en corrosiva por su alto nivel de acidez (PH=4) al diluir los diversos compuestos derivados de la combustión.



## Contraindicaciones en el uso de los agentes limpios

La norma de la NFPA 2001, Sección 1.4.2.2 restringe el uso de los agentes limpios con los siguientes materiales:

- Nitratos de celulosa
- Pólvora
- Metales reactivos (Li, Na)
- Hidruros metálicos



*Extinción con rociadores, notar el estado en que quedan las instalaciones luego del apague*

## Resumen

Un agente limpio es un agente extintor de incendio, volátil, gaseoso, no conductivo de la electricidad y que no deja residuos luego de la evaporación.

A la fecha, tres clases de agentes limpios están disponibles.

- HFCs - Gases Inertes - Perfluorocetonas

La mejor combinación de todas las propiedades deseadas son provistas por los agentes HFCs, seguidos por los gases inertes. Los HFCs son los agentes limpios más adecuados en costo y los más probados.

En cuanto al impacto medioambiental que los HFCs generan, no hay prohibiciones o propuestas de prohibición para el uso de los mismos como agente de extinción de incendios, motivo por el cual le ha valido la aprobación de cuerpos regulatorios internacionales como un “agente limpio esencialmente no emisor”.

A la hora de seleccionar un agente limpio, son varias las consideraciones a tener en cuenta de acuerdo a criterios tales como eficiencia, lugar disponible para la instalación, costo de la instalación, toxicidad e impacto sobre el medio ambiente. Considerar un sólo aspecto al seleccionar un agente limpio puede llevar a consecuencias equivocadas e indeseables en lo referente a costo, seguridad de uso o impacto medioambiental.



# Capítulo 8

## El factor humano en un incendio



**Al hablar de seguridad contra incendios, la seguridad humana se convierte en el factor principal.** En consecuencia, conocer la forma en que el hombre reacciona y el diseño de vías de evacuación y de protección adecuadas son aspectos críticos.

Durante un incendio, el ser humano se encuentra en una situación compleja resultante de una fuerte amenaza con cambios repentinos y donde no se recibe casi ninguna información.

Esta suma de elementos conduce al ser humano a un factor de alto estrés, en donde la toma de decisiones se hace difícil, conduciendo a un estado aletargado en el cual se ignoran las señales de advertencia y los peligros inminentes. Estrés y pánico no son sinónimos. **Las escenas de pánico son raras en un escenario de incendio, presentándose sólo en condiciones específicas; el comportamiento en general es en cambio cooperativo y altruista.**

**La manera en que el hombre reacciona ante un incendio se ve condicionada por diversos hechos que interactúan entre sí. Entre ellos podemos destacar:**

#### **A) El rol que la persona asume**

El comportamiento que asuma un individuo frente a un incendio dependerá de su personalidad y de su educación especializada en prevención de incendios, su experiencia en el reconocimiento temprano de un incendio, su capacitación en el uso de agentes extintores y su participación en simulacros de evacuación. Técnicamente se ha demostrado que las personas entrenadas superan el grado de estrés inicial pudiendo actuar consecuentemente.

#### **B) El contexto**

En este punto involucramos a la amenaza que se percibe del incendio, las características físicas del entorno incendiado, los medios disponibles para el combate del incendio, las salidas y rutas de evacuación, y el comportamiento de otras personas que comparten la experiencia.

#### **C) La ayuda exterior**

La etapa más crucial de un incendio radica en el período que va desde la detección hasta la llegada del cuerpo de bomberos. La ayuda provista por los cuerpos de rescate brindan seguridad a las víctimas y ordenan los complejos procesos de comportamiento individual y grupal.

La percepción del incendio determina el comportamiento de las personas y resulta ser un factor decisivo dado la etapa inicial en la que se encuentra el incendio.

En el **anexo 12** se describen las formas más habituales en las que las personas percibieron un incendio, de acuerdo a un estudio estadístico de los EEUU.

## Procesos de decisión de un individuo frente a un incendio

Los procesos conducentes a la toma de decisión frente a una amenaza inminente ocasionada por un incendio se han clasificado en 6:

**1-Reconocimiento.** La persona percibe indicios de una amenaza de incendio a los cuales reacciona de forma pasiva o activa. Se ha demostrado que las personas que no tienen experiencia en prevención de incendios, desconocen los primeros indicios como potenciales incendios y sólo reaccionan ante la presencia de grandes cantidades de humo o llamas visibles. El reconocimiento temprano de la amenaza es el eslabón fundamental en la cadena de la protección contra incendios.

**2-Validación.** Es un lapso de tiempo en el cual la persona es consciente de que algo está sucediendo pero no está segura exactamente de lo que se trata. El individuo necesita “validar” o cerciorarse de su percepción. Se ha determinado mayormente que este proceso en general se realiza preguntando a otros individuos que se encuentran en el lugar.

A través de estudios se determinó que el reconocimiento y validación se ve influenciado por la presencia de otras personas, inhibiendo en algunos casos el comportamiento adecuado del individuo. Es necesario entonces destacar que ante cualquier signo debe asumirse que un incendio está evolucionando, de esta forma se despejan las dudas y se inician tempranamente las acciones que salvaguardarán vidas y bienes.

**3-Definición.** Es el intento del individuo de concebir o modelizar lo que está pasando. De esta forma relaciona la información de la amenaza con su naturaleza cualitativa, la magnitud del incendio y el contexto de tiempo disponible.

**4- Evaluación.** Es el proceso por el cual el individuo responde a la amenaza de incendio. Básicamente existen dos decisiones que serán fruto de la evaluación:

- a) Combatir el incendio
- b) Escapar del incendio

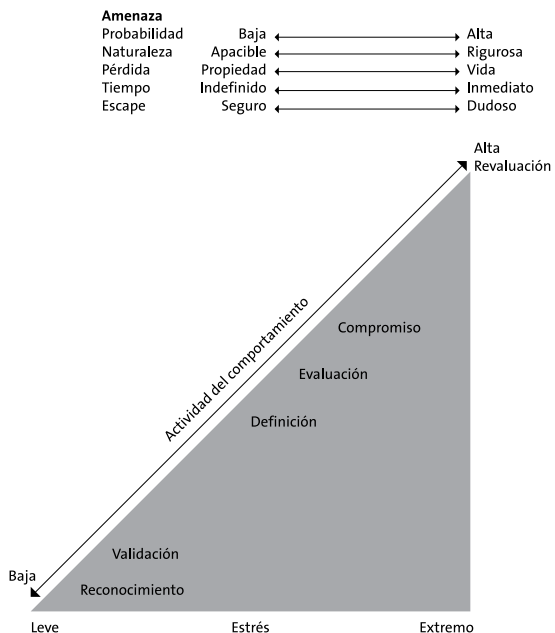
Esta decisión se basa en procesos cognitivos y psicológicos, y se ve influenciado por la cultura de la sociedad, experiencia del individuo y presencia de otras personas.

**5-Compromiso.** Es el factor por el cual el individuo persiste en las acciones derivadas de su evaluación. Si el resultado de las acciones iniciadas es negativo, ocurre la reevaluación y la adopción de un nuevo compromiso. Si en cambio dan resultados positivos, la persona persistirá en su accionar, reducirá su estrés y ansiedad aún cuando la situación general del incendio haya empeorado.

**6-Revaluación.** Es la reconsideración del accionar en función de los resultados de las acciones encaradas.

La reevaluación y el compromiso son las etapas más estresantes del individuo porque requieren que éste se adapte constantemente a las distintas variables que el entorno le ofrece en cuestiones de segundos.

Debe recordarse que todos los procesos aquí mencionados son altamente dinámicos.





## El simulacro y el comportamiento humano

De lo anteriormente expuesto, se desprende que **personas capacitadas para responder ante situaciones de incendio, actuaran con menos estrés y en menor tiempo pudiendo atacar el incendio o bien evacuar el lugar de forma correcta y ordenada**. Es aquí donde precisamente radica la importancia del simulacro.

El simulacro comprende áreas claves como:

- 1-Entrenamiento de personas en el uso de elementos de extinción
- 2-Activación de señales de aviso de evacuación y llamados de emergencia a dotaciones de bomberos y ambulancias
- 3-Determinación y divulgación de rutas de evacuación y punto de encuentro.
- 4-Tareas de soporte a las personas involucradas en el incendio (primeros auxilios ó ayuda psicológica)

En el **anexo 13** se reproducen las señales más utilizadas para brindar información sobre rutas de evacuación y elementos para combatir incendios.

En el **anexo 14** se brindan pautas y un ejemplo de plan de prevención y emergencias ante incendios.



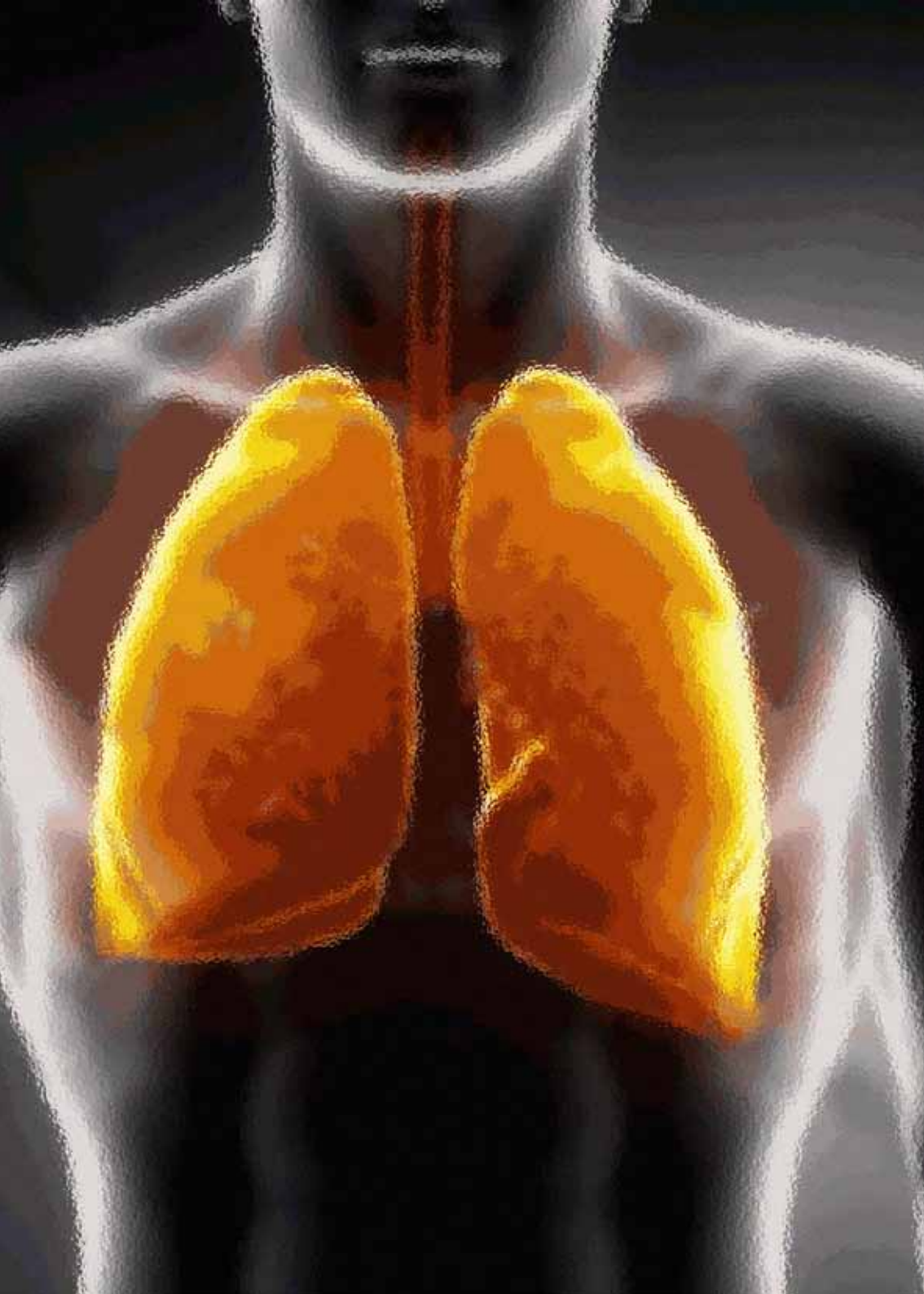
## Resumen

Durante un incendio, las personas deben tomar decisiones bajo un estado de alto estrés y con escenarios altamente cambiantes. **Las personas entrenadas para este tipo de situaciones, actuarán en menor tiempo, de forma más efectiva y con un grado de estrés menor**, pudiendo tomar decisiones acertadas y ayudando a proteger desde los primeros instantes las vidas y bienes involucrados en el incendio.

El **simulacro es esencial para la adopción de esta experiencia previa**, que resulta tan vital ante un eventual incendio. Allí el individuo aprende pautas de comportamiento que le podrán servir en la toma de decisión **“combatir o escapar” y el modo correcto de ponerse a salvo ante la eventual evacuación.**

# Capítulo 9

## Los incendios y los peligros a la salud



**La quema de cualquier combustible produce calor junto con una atmósfera viciada de gases de combustión (humos, CO, CO<sub>2</sub> y otros derivados) que en ciertas concentraciones presentan condiciones peligrosas para la salud humana tanto durante como después de la exposición a estos.**

Entre las condiciones peligrosas más frecuentes encontramos la dificultad de ver por la producción de humo, la irritación de las mucosas respiratorias, la narcosis e inconsciencia por la presencia de ciertos gases asfixiantes y las quemaduras.

Todos estos fenómenos pueden presentarse simultáneamente en un incendio, ocasionando que la víctima se demore o bien no encuentre la ruta de evacuación poniendo en serio peligro su vida.

El cuerpo humano necesita oxígeno para vivir. Los sistemas encargados de captar y distribuir el oxígeno presente en el aire son el respiratorio y circulatorio (cardiovascular) respectivamente.

El proceso se inicia cuando el aire inhalado es conducido a través de las vías aéreas hacia los pulmones. El aire contiene 21% de oxígeno del cual sólo se utilizará una quinta parte para producir la energía vital.

Al llegar el aire a los alveolos pulmonares se produce el intercambio gaseoso, y el oxígeno entra en el torrente sanguíneo por el accionar de la hemoglobina (componente de los glóbulos rojos).

El oxígeno así captado es enviado al corazón para ser distribuido por medio de las arterias a todas las células las cuales se nutrirán de él para producir los procesos metabólicos. Los productos de desecho de estos procesos (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> no consumido y N<sub>2</sub>) son acarreados nuevamente por el sistema circulatorio hacia el respiratorio donde son eliminados por la exhalación.

Cualquier interferencia a los procesos de captación y distribución de oxígeno en el cuerpo pueden conducir a serios daños a la salud e incluso la muerte.

## Toxicidad de los gases de incendio

Podemos clasificar la toxicidad de los gases de combustión en dos grandes grupos

- a) Gases asfixiantes o productores de narcosis
- b) Gases irritantes

### Gases asfixiantes

#### Monóxido de Carbono (CO)

El CO es producido tanto por la combustión de llamas como por brasas incandescentes. La producción de CO en llamas es mucho más rápida que en las brasas y depende en gran medida del aporte de oxígeno durante la combustión; si este es pobre se favorece la presencia del CO.

Los efectos tóxicos del CO radican en la capacidad de producir anoxemia, estado en el cual se disminuye la capacidad de la sangre para transportar oxígeno a los tejidos del cuerpo. Esto radica en que la afinidad que tiene la hemoglobina para combinarse con el CO es 250 veces mayor que la del O<sub>2</sub>, reemplazando en consecuencia el transporte del mismo en la sangre.

El CO es incoloro, insípido e inodoro. Los signos y síntomas de una persona expuesta a CO radican en dolores de cabeza, náuseas, desvanecimiento y muerte. Secuelas de daños neurológicos severos pueden presentarse de acuerdo al grado de exposición al gas. El tratamiento de primeros auxilios indicado es poner a la víctima en lugares ventilados con aire fresco y administrar oxígeno al 100% de estar disponible en el lugar.

#### Cianuro de Hidrógeno (Ácido Cianhídrico - HCN)

La causa de la presencia de HCN en el ambiente durante un incendio se basa en el tipo de materiales que arde y la temperatura alcanzada para su descomposición. En general cualquier elemento combustible que contenga N<sub>2</sub> puede dar como resultado HCN.

El HCN es 25 veces más tóxico que el CO. La peligrosidad del HCN radica en su rápida difusión a través del cuerpo debido al ión de cianuro que se hidroliza en la sangre distribuyéndose por todas los tejidos celulares. En contrario con el CO, los iones cianuro no impiden la presencia de oxígeno en sangre, sino más bien, no permiten la utilización del

oxígeno por las células, siendo órganos vitales como el corazón y el cerebro especialmente susceptibles a esta inhibición.

Los signos y síntomas asociados a esta intoxicación son confusos y varían desde hiperventilación, respiración fatigosa, arresto respiratorio y muerte. El tratamiento de primeros auxilios se corresponde con el indicado en las víctimas de intoxicación con CO.

### **Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>)**

Si bien el potencial de CO<sub>2</sub> es bastante bajo como agente tóxico de per se, produce una estimulación del ritmo respiratorio ayudando a que otros gases tóxicos se incorporen y distribuyan más rápido en el organismo. Un leve aumento del 2% en la concentración de CO<sub>2</sub> produce un aumento en la frecuencia respiratoria del orden del 50%.

### **Agotamiento de oxígeno**

Recordemos que el oxígeno es fundamental para la existencia de la combustión y que este se va agotando (si no es renovado) a medida que se consume el incendio. Cuando la presencia de oxígeno en el aire disminuye del 21 al 17% se presentan los primeros síntomas de **anoxia** que consisten en descoordinación motriz. En el rango del 14 al 10% la persona se presenta fatigada y confusa. Concentraciones inferiores al 10% llevarán a la inconsciencia seguida de muerte.

## **Gases irritantes**

Prácticamente todas las atmósferas vinculadas con incendios producen gases irritantes. Estos pueden clasificarse como irritantes de las mucosas de los ojos y de las vías aéreas superiores o irritantes pulmonares, pudiendo ambos estar presentes en un mismo incendio.

La irritación ocular provoca picazón, dolor y lagrimeo que perturban el sentido de la vista ocasionando que la visión se vea reducida y entorpeciendo el encuentro de las salidas de evacuación.

Los irritantes sólidos presentes en suspensión en los gases se introducen a las vías aéreas causando ardor en nariz, boca y garganta. Los irritantes inhalados pueden rápidamente introducirse en los pulmones, este hecho puede ser de gravedad en función de la concen-

tracción y del tiempo de exposición. Los síntomas de la irritación pulmonar varían desde la tos, bronco-constricción, aumento de fatiga respiratoria, edemas pulmonares y pueden desembocar en la muerte por daños en los tejidos pulmonares o bien por infecciones bacterianas post-exposición al incendio.

## Exposición al calor

La generación de calor producida en un incendio puede llevar a serios riesgos de salud en tres formas.

### 1- Golpe de calor o hipertermia

Sucede cuando la capacidad de disipar el calor del cuerpo se ve excedida. El fenómeno ocurre con la exposición del organismo a temperaturas elevadas por un lapso prolongado de tiempo.

Los síntomas incluyen mareos, desorientación, sudoración abundante en un comienzo con cese repentino del mismo, enrojecimiento y elevación de la temperatura corporal (hasta 41 °C), inconsciencia y arresto cardíaco respiratorio conducente a la muerte.

### 2- Quemaduras de la piel

Cuando una fuente de alta temperatura entra en contacto con el cuerpo se produce una quemadura. Las mismas se pueden clasificar en tres grados:

a) **Quemaduras de primer grado:** Involucran a la primera capa de la piel (epidermis) por lo tanto son quemaduras superficiales donde prima el enrojecimiento de los tejidos y la inflamación de la piel.

b) **Quemaduras de segundo grado:** Son quemaduras más profundas. Involucran en general áreas más extensas de la piel, coloración roja intensa y aparición de ampollas. Son altamente dolorosas.

c) **Quemaduras de tercer grado:** Afectan y destruyen a todas las capas de la piel: pueden involucrar incluso a las terminaciones nerviosas, por lo que desaparece la sensación de dolor en la zona.

Las quemaduras de tercer grado son secas, de color blanco o bien negro donde la piel se vislumbra achicharrada. Es muy alto el riesgo de infección y de necrosis de los tejidos, si la quemadura abarca superficies considerables el riesgo de muerte es alto.

### 3- Quemaduras de las vías aéreas

Las quemaduras en las vías respiratorias pueden ser causadas por inhalación de humo, vapor, aire muy caliente o emanaciones tóxicas, a menudo en espacios con ventilación deficiente. Este tipo de quemaduras pueden ser muy graves, ya que la inflamación rápida de los tejidos quemados puede obstruir rápidamente el flujo de aire a los pulmones.

## Resumen

Durante un incendio se producen gases tóxicos e irritantes que ponen en severo riesgo la vida. Los síntomas redundan en la dificultad para respirar, captar y distribuir el oxígeno en el cuerpo, confusión, inconsciencia y en grado de concentraciones suficientemente altas puede ocasionar la muerte.

La exposición al calor es la otra cara de la moneda de un incendio. El calor puede provocar agotamiento y quemaduras de diversa índole con distintas consecuencias.



# Anexo 1

Factores a tener en cuenta para  
la prevención de incendios



## Factores a tener en cuenta para la prevención de incendios

### 1-Fuentes de calor

- a. Equipos fijos
- b. Equipos portátiles
- c. Sopletes y otras herramientas
- d. Cigarrillos, encendedores, velas
- e. Explosivos
- f. Causas naturales
- g. Exposición a otros incendios

### 2-Formas y tipos de materiales incendiarios

- a. Materiales de construcción
- b. Acabados interiores y exteriores
- c. Contenidos y muebles
- d. Basura, pelusa y polvo
- e. Líquidos o gases combustibles
- f. Sólidos volátiles

### 3-Factores que juntan materiales incendiarios con el calor

- a. Incendio premeditado
- b. Mal uso de la fuente de calor / material incendiario
- c. Falla electromecánica
- d. Deficiencia de diseño en la construcción o instalación
- e. Causas naturales
- f. Exposiciones

### 4-Prácticas que pueden afectar al éxito de la prevención

- a. Limpieza
- b. Seguridad
- c. Educación de los ocupantes
- d. Control de combustibles y de las fuentes de calor

# Anexo 2

## Reacción de oxidación



## Reacción de oxidación.

Las reacciones de oxidación ocurren cuando una sustancia es puesta en contacto con un agente oxidante. Esta reacción puede ser lenta o espontánea.

La reacción de oxidación lenta es cuando la sustancia expuesta a la acción del oxígeno requiere semanas o bien meses en completarse. Esta reacción libera calor pero muy lentamente, tanto así que la temperatura nunca sube de 1°C por encima de la temperatura del ambiente en la cual se está llevando a cabo.

Cuando la reacción de oxidación es violenta, estamos en presencia de un fenómeno de combustión. El calor producido por esta reacción es más veloz que su disipación, causando un aumento sustancial de temperatura de hasta cientos o miles de grados. Con frecuencia la temperatura es tan alta en la sección de la reacción que se produce luz.

El interés de la ciencia de extinción de incendios se centra en las reacciones de combustión entre diferentes materiales y el oxígeno del aire.

En este manual, el uso del término agente oxidante, oxígeno y aire es común e indistinto salvo que se exprese lo contrario.



## Anexo 3

### Clasificación de la combustión por velocidad de propagación





## Clasificación de la combustión

Es de notar que la combustión se hace más fácil cuando el elemento combustible presenta las siguientes características:

**1- División del estado de material combustible:** El ejemplo típico lo constituye la madera y las astillas o aserrín. Encender un tronco lleva su tiempo y gran aporte de energía, las astillas en cambio entran en combustión más rápidamente.

**2- Aporte constante del agente oxidante:** El ejemplo lo constituye una vela encendida que encerramos dentro de un vaso invertido, al consumirse el oxígeno (agente oxidante) la llama de la vela perderá intensidad y finalmente se apagará.

Estos dos sencillos parámetros nos permiten clasificar las reacciones de combustión en cinco tipos diferentes fundados en la velocidad de propagación.

<b>Combustión espontánea</b>	Es una reacción química entre materiales orgánicos, en la cual la concentración de temperatura puede alcanzar el punto de ignición sin el aporte de calor externo.
<b>Combustión lenta</b>	Se produce en temperaturas suficientemente bajas como para no emitir luz (oxidación de metales y fermentación).
<b>Combustión viva</b>	Produce una emisión fuerte de luz con llamas.
<b>Deflagración</b>	Es una combustión viva en la cual la velocidad de propagación es inferior a la velocidad del sonido (340m/s).
<b>Explosión</b>	Es una combustión viva en donde la velocidad de propagación es superior a la velocidad del sonido.

## Anexo 4

Tabla de agentes extintores  
y clases de fuego

## Agentes extintores

Existen una diversidad de agentes extintores que actúan específicamente sobre uno o varias de las componentes de formación del fuego.

Como se muestra en la siguiente tabla (Tabla de agentes extintores y clases de fuego), la selección del agente apropiado fundamentalmente recae sobre el tipo de fuego y las características del elemento combustible.

	Agente Extintor							
		Polvo químico seco		CO2	Espumas	Agua		Gases Limpios
	ABC		BC			Especial (metal)	Chorro	
Fuego Clase A	Excelente	No aplica	No aplica	No aplica	Excelente	Muy bueno	Excelente	Bueno
	Rápida extinción de llamas			Sólo controla pequeñas superficies	Acción extintora y enfriante	Buena penetración, rápido enfriamiento		Rápida extinción de llamas
Fuego Clase B	Excelente	Excelente	No aplica	Bueno	Excelente	No aplica	Bueno	No aplica
	La nube de polvo protege al operador Rápida extinción de llamas			No deja residuos	Acción, extintora enfriante y aislante	Se desparrama el fuego	Forma una nube enfriadora	Rápida extinción de llamas
Fuego Clase C	Muy bueno	Muy bueno	No aplica	Excelente	No aplica	No aplica	No aplica	Excelente
	No conducen la electricidad hasta 6000V			No conductor				No conductor
Fuego Clase D	No aplican		Excelente	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica
	No utilizar Riesgo de explosión		Aísla el foco	No utilizar - Riesgo de explosión				

**Nota:**

Los polvos químicos secos **Demsa** son ampliamente compatibles con la utilización simultánea de espumas sintéticas **Demsa**.

# Anexo 5

## Medios de primera intervención



A  
B  
C

1. Pull the pin out.

2. Aim the nozzle at the base of the fire.

3. Squeeze the lever down.

4. Sweep side to side.



## Medios de primera intervención

Los extintores portables, dispositivos de detección e instalaciones (mangueras de incendio, rociadores, circuitos de espumas y de gases limpios) son considerados como los medios de primera intervención más frecuentes ante la presencia de un incendio.

En el caso de los extintores portátiles y de rociadores, se deberá verificar a priori, si el agente utilizado en estos es el adecuado para extinguir el incendio de acuerdo a la naturaleza del mismo.

### Tip Demsa

Siempre verifique que en los extintores figure la clase de fuegos que puede combatir, la fecha de carga, la presión, capacidad, instrucciones de uso y fecha de inspección de la unidad. Recargue y mantenga los extintores. Practique su forma de uso.

Medios de primera intervención	Agente extintor	Procedimiento general de uso
Extintores portátiles	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Polvos químicos secos</li> <li>• CO<sub>2</sub></li> <li>• Espumas sintéticas</li> <li>• Agua</li> <li>• HFCs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la adecuación al tipo de fuego</li> <li>• Mantenga el extintor en posición vertical</li> <li>• Accione una pequeña descarga para comprobar su buen funcionamiento</li> <li>• Tome las precauciones de seguridad del caso</li> <li>• Apunte a la base del fuego y cúbralo efectuando movimientos en zig zag</li> </ul>
Mangueras de incendio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la adecuación al tipo de fuego</li> <li>• Descuelgue la manguera desenrollando la misma en la dirección del fuego.</li> <li>• Abra el suministro de agua.</li> <li>• Tome las precauciones de seguridad del caso y avance en el sentido del fuego.</li> <li>• Apunte siempre a la base del fuego y cúbralo efectuando movimientos en zig zag.</li> </ul>
Instalaciones de rociadores, espumas y gases limpios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Agua</li> <li>• Espumas sintéticas</li> <li>• Gases limpios</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificar la adecuación al tipo de fuego.</li> <li>• Accionar y proceder según las instrucciones del instalador // Accionamiento automático.</li> </ul>

Los medios de primera intervención deben estar disponibles para ser utilizados por el personal presente al iniciarse el incendio o bien por las brigadas especializadas de la empresa, a estas personas se las denomina frecuentemente equipos de primera intervención.

Los bomberos en consecuencia son equipos y medios de segunda intervención y se deben activar inmediatamente detectado el incendio o cuando la brigada especializada determine que por la magnitud del foco, el incendio excederá la propia capacidad operativa.

La ubicación e identificación de los dispositivos, tanto como las rutas de evacuación deben estar claramente marcados.

## Tip Demsa

### **Precauciones de seguridad a tomar antes de accionar un medio de primera intervención**

- Accione inmediatamente un sistema de emergencia (bomberos y paramédicos si fuese necesario)
- Sólo debe ser utilizado por personal con conocimiento
- El tiempo es un factor fundamental
- Asegúrese de contar con una salida de emergencia antes de iniciar la operación y verifique regularmente que la misma no ha sido obstruida
- Evalúe siempre las condiciones medio ambientales (viento, temperatura, peligro de explosión, etc.)
- Si ve que el fuego se sale de su control abandone el lugar inmediatamente



# Anexo 12

Medios de percepción  
de un incendio

## Estudios estadísticos de los EEUU

### Medios de percepción de un incendio

Olieron humo: 26.0%

Notificados por otros: 21.3

Ruido: 18.6

Notificados por la familia: 13.4

Vieron humo: 9.1

Vieron fuego: 8.1

Explosión: 1.1

Sintieron calor: 0.7

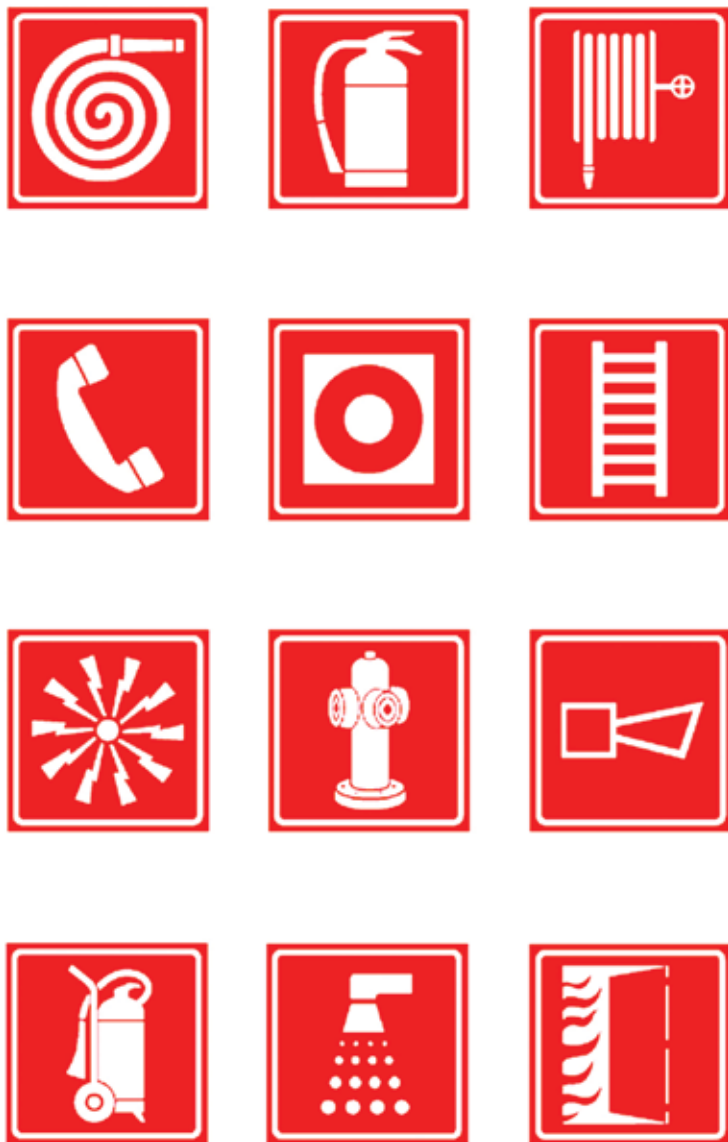
Bomberos: 0.7

Corte eléctrico: 0.7

Mascotas: 0.3

# Anexo 13

Señalética de seguridad  
contra incendios



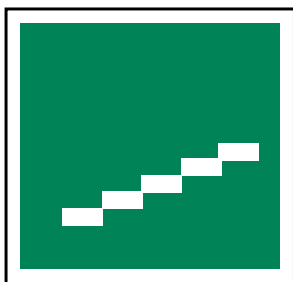
Símbolos de equipos para combatir incendios:

**Características de señales**

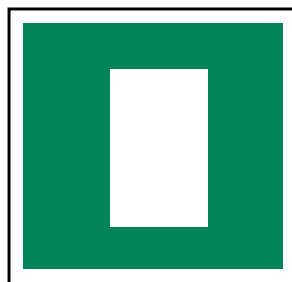
**Fondo:** rojo **Símbolo:** blanco

En el presente anexo mostramos la señalética más frecuente que se utiliza en Argentina para denotar rutas de escape y de emplazamiento de sistemas contra incendios.

Las señales de seguridad son fundamentales para ayudar a reconocer obstáculos e indicar por ende la ruta a seguir para una correcta evacuación, evitando accidentes personales y reduciendo el pánico.



**Escalera de  
Emergencia**



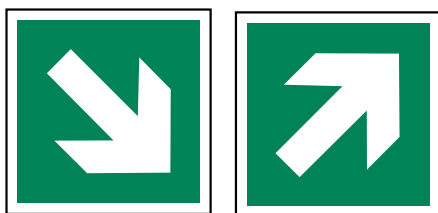
**Puerta de  
Emergencia**

Símbolos de evacuación:

**Características de señales**

**Fondo:** verde

**Símbolo:** blanco

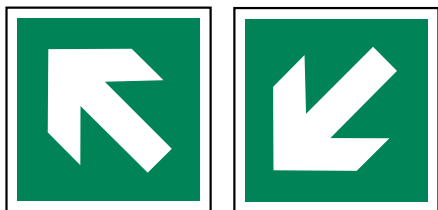


Símbolos de evacuación:  
De acuerdo con el tipo de señal  
asociados al mismo

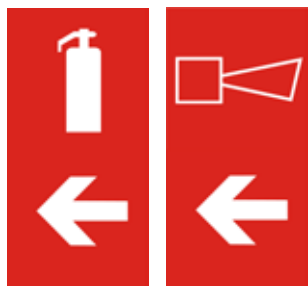
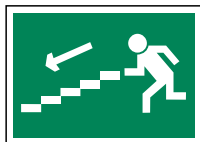
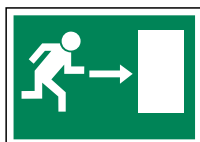
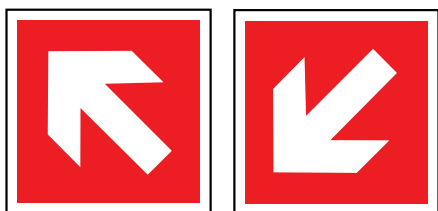
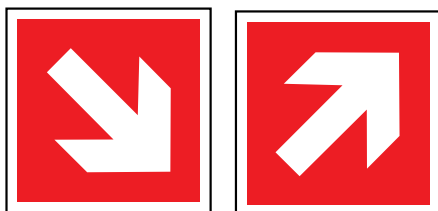
**Características de señales**

**Fondo:** verde o rojo

**Símbolo:** blanco



Las flechas indican la ruta o  
ubicación de salida



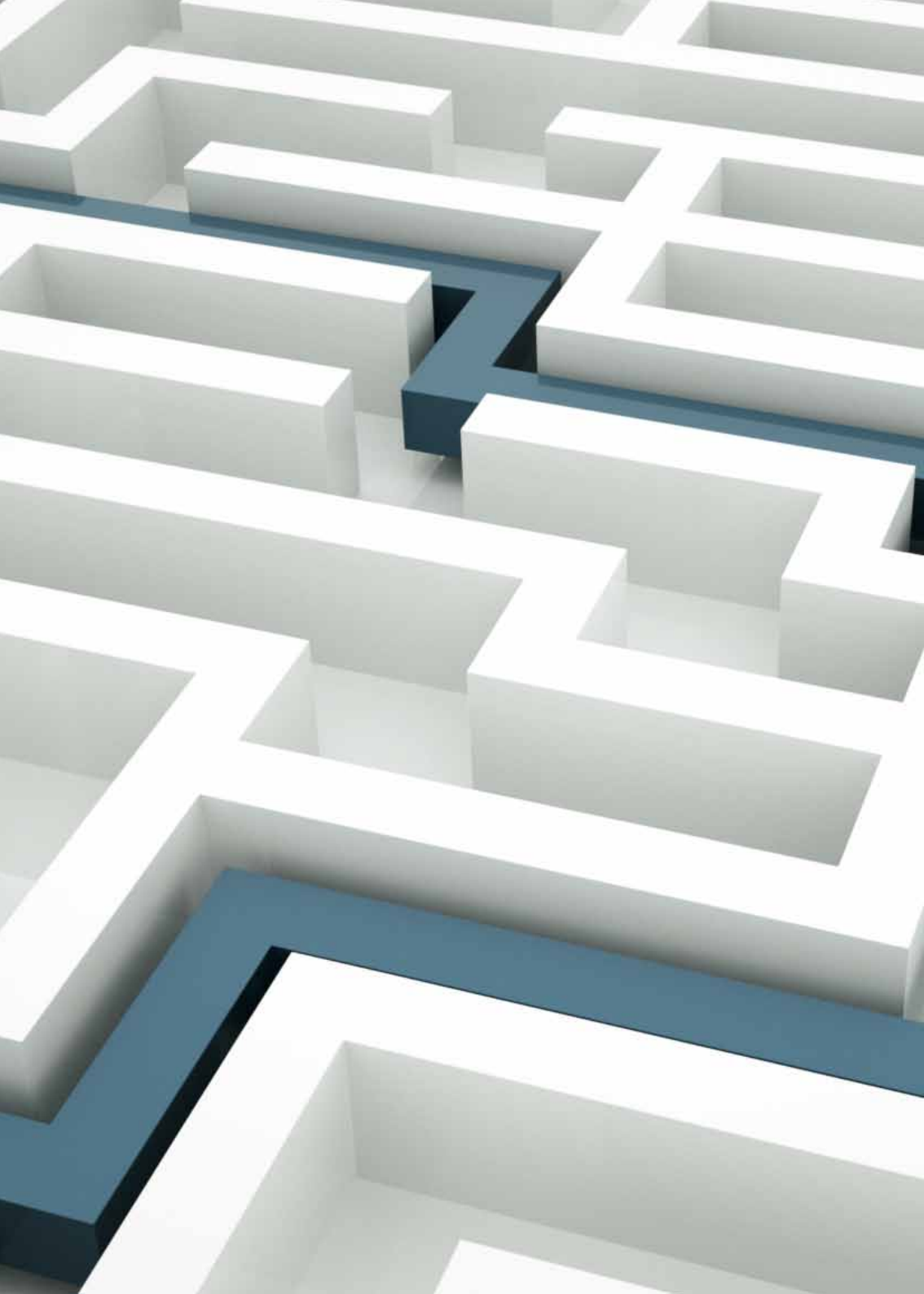
Símbolos de evacuación y de equipo  
de extinción de incendio. Con  
indicación de ubicación o dirección.







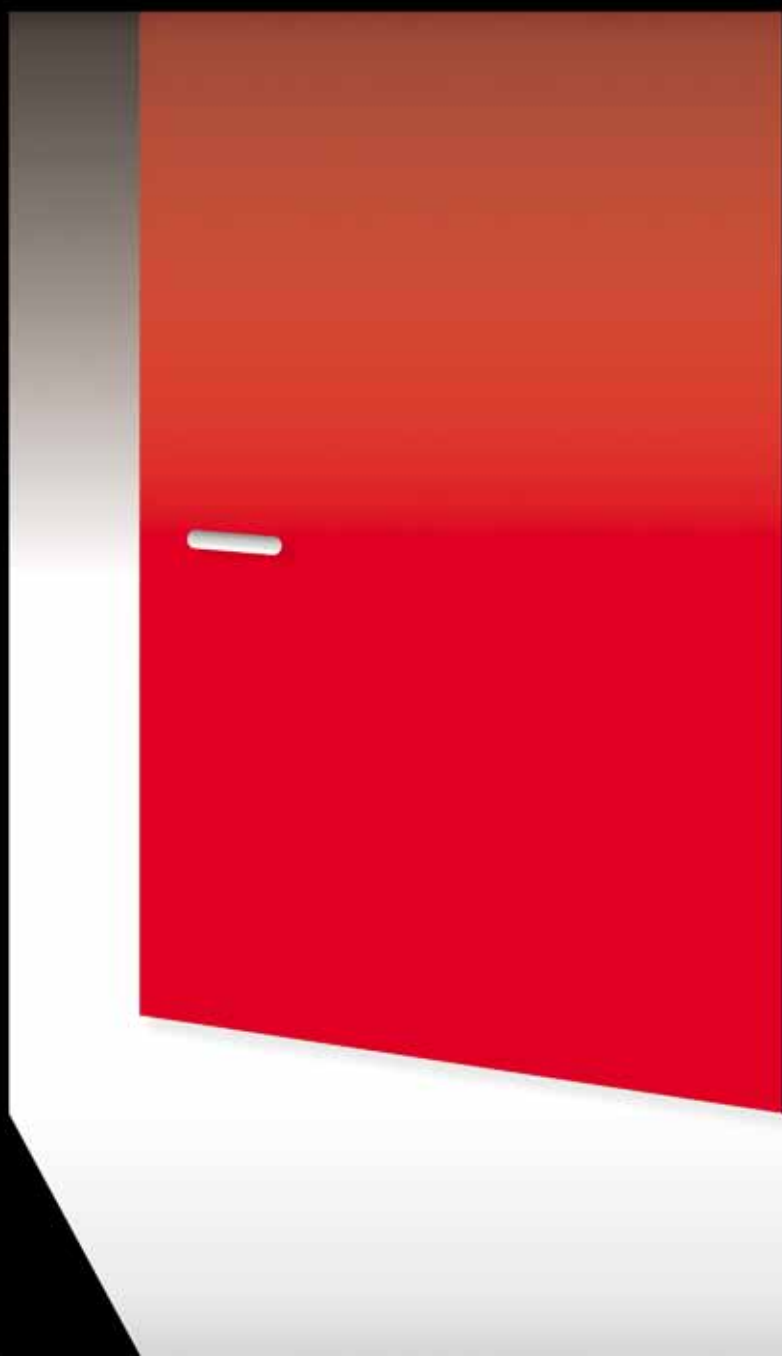




# Anexo 14

Pautas y ejemplo de plan  
de prevención y de emergencia  
ante incendios

**SALIDA**



El factor de éxito al hablar de prevención y extinción de incendios radica en determinar como se vinculan tres parámetros fundamentales.

Medio: Hace a las consideraciones del entorno vinculadas con riesgos potenciales, infraestructura y demás variables involucradas en el contexto ambiental.

Equipos: Son las consideraciones de los equipos para prevención, detección y combate del incendio.

Hombre: Es la capacitación que las personas reciben para prevenir y actuar en caso de un incendio

El adecuado trabajo sobre estas áreas contribuirá a evitar incendios y en el eventual caso de que estos se produzcan contaremos con los medios humanos y técnicos necesarios para manejar adecuadamente un incendio.

En el presente anexo reproducimos un listado de consideraciones a tener en cuenta a la hora de prevenir y combatir un incendio.

Analizando las situaciones expuestas en este anexo, las empresas podrán determinar un plan de prevención y de emergencia de incendios adecuados a sus necesidades

### **El proceso de creación de un Plan de Prevención y Emergencia supone:**

- 1 La identificación y la evaluación de los riesgos potenciales posibles.
- 2 El inventario de los medios de protección existentes.
- 3 El establecimiento de la organización más adecuada de las personas que deben intervenir, definiendo las funciones a desarrollar por cada una de ellas en el transcurso de las diferentes emergencias posibles, estableciendo la línea de mando y el procedimiento para iniciar las actuaciones cuando se produzca la alarma.
- 4 La Implantación del Plan de Emergencia, esto es, su divulgación general entre los empleados.

## Características de un Plan de Prevención y Emergencia

- 1 Debe formularse por escrito
- 2 Deben tener aprobación de la máxima autoridad de la Empresa
- 3 Debe ser difundido ampliamente para su condimento general.
- 4 Debe ser enseñado y verificado su aprendizaje.
- 5 Debe ser practicado regularmente a través de “Simulacros”.

## Plan de prevención de incendios. Análisis de medio o entorno

- 1- Efectúe un listado de las condiciones medio ambientales que favorecen la iniciación de un incendio en su lugar de trabajo. Algunas de estas causas son:
  - Causas naturales, rayos y sol
  - Falta de orden y limpieza
  - Descuidos
  - Instalaciones provisorias
  - Instalaciones eléctricas sobrecargadas
  - Manejo inadecuado de fuentes de calor y de llamas abiertas
  - Cigarros y cerillos usados en áreas prohibidas
  - Almacenamiento inadecuado de líquidos inflamables, combustibles líquidos y gaseosos
  - Almacenamiento de cilindros con gases, como: oxígeno, acetileno, entre otros

- 2- La determinación de las causas probables permite identificar y clasificar de acuerdo a su peligrosidad las zonas de riesgo y asegura tomar las acciones pertinentes de prevención aislando físicamente los eventuales focos.

**Recuerde:** Las zonas de riesgo. Son aquellas zonas que por su naturaleza, equipo, almacenaje, características físicas, acumulación de materiales, o cualquier otro factor proporcionan riesgo al personal, visitantes y bienes de la Empresa.

- 3- Sitúe los elementos de extinción adecuados en las cercanías de los principales focos potenciales de incendio, asegurando una cobertura rápida y efectiva ante un eventual incendio.
- 4- Diseñe un plan de evacuación. Ubicar las zonas de riesgo, rutas de evacuación, rutas

de acceso de los servicios de emergencia, áreas de concentración para el personal, en caso de tener que desalojar el edificio. Centros hospitalarios más cercanos

- 5- Con los datos anteriores efectúe un croquis y colóquelo en un lugar visible y público de la empresa para que cada persona que se encuentre en las instalaciones se ubique con facilidad y sepa dónde dirigirse en caso que la emergencia ocurra.
- 6- Marque con la señalética adecuada las rutas de evacuación, lugar de encuentro y posición de los elementos de lucha contra el fuego.

### Plan de prevención de incendios. Análisis de equipos

- 1- Seleccione de acuerdo a las normativas vigentes y a las recomendaciones de los profesionales de higiene y seguridad o áreas involucradas, los equipamientos necesarios para combatir incendios de acuerdo a la actividad que se desarrolla en el lugar.
- 2- Efectúe un programa de inspección, mantenimiento y prueba de instalaciones, maquinarias y equipos para combatir incendios. Asíéntelo en un registro o bitácora.
- 3- Instale sistemas de alarma, luces de emergencia y detectores de humo. Verifique periódicamente su buen funcionamiento.
- 4- Verifique periódicamente el estado y capacidad operativa de los agentes extintores.
- 5- Asegúrese que las brigadas de incendio cuentan con los equipamientos de protección personal necesarios para combatir un incendio
- 6- Preste especial atención a los equipos y sistemas de comunicación de emergencia.

### Plan de prevención de incendios. Factores humanos

- 1- Se requiere que las empresas cuenten con una organización interna, denominadas comúnmente brigadas, que permita prever y en su caso atender cualquier contingencia derivada de emergencia, siniestro o desastre. Las brigadas son grupos de per-

sonas organizadas y capacitadas para emergencias. Los integrantes de las mismas serán responsables de combatirlos de manera preventiva o ante eventualidades de alto riesgo que ocurran en la empresa y cuya función esta orientada a salvaguardar a las personas, sus bienes y el entorno de los mismos.

Las brigadas obedecen a un layout organizacional y funcional que debe ser conocido por todos.

- 2- Realización de simulacros. Entrene al personal en el uso de extintores y practique regularmente la ruta de evacuación. Capacite a los empleados en el plan de emergencias.
- 3- Disponga de carteles con consignas para informar a los proveedores y visitantes de las instalaciones sobre actuaciones de prevención de riesgos y comportamiento a seguir en caso de emergencia.
- 4- Capacite a sus empleados en primeros auxilios médicos

## Plan de emergencia ante un incendio

### Normas de evacuación

- o Al iniciarse una emergencia de incendio, las personas deberán activar sistemas de alarma.
- o Interrumpa inmediatamente el trabajo que esta ejecutando.
- o Si puede desconecte los aparatos eléctricos a su cargo
- o Mantenga la calma, piense que hay un equipo evaluando la situación.
- o No actúe por iniciativa propia.
- o Conozca las vías de evacuación del edificio. En caso de emergencia las personas deben salir hacia estas salidas y seguir las instrucciones señaladas por los monitores o por la señalética de evacuación. Si se encuentra con alguna visita, que no se separe de Ud y acompañelo hasta el exterior
- o Conozca la ubicación de los equipos de incendios.
- o Las personas se deberán abstener de involucrarse en la emergencia y disponerse a evacuar el área de inmediato, siguiendo las instrucciones del personal de la brigada o responsable del manejo de la emergencia.



- o Los trabajadores podrán ayudar a evacuar a las demás personas siempre y cuando se les solicite su ayuda por parte de algún integrante de la brigada.
- o Si no es necesario abandonar el edificio o instalación, se deberá indicar por los parlantes de audio - evacuación, la situación para la calma de las personas.
- o Nadie debe correr ni gritar. Ayuda a las personas impedidas o disminuidas
- o No utilice los ascensores
- o Las filas se moverán por el lado derecho de las escaleras de emergencia, para permitir que las brigadistas que vienen a controlar la emergencia, lo hagan sin impedimentos.
- o Diríjase al punto de reunión y no se detenga junto a la puerta de salida
- o Permanezca en el punto de reunión y siga las instrucciones de los encargados de emergencias.
- o Tranquilice a las personas que durante la evacuación, hayan podido perder la calma
  
- o No vuelva ni permita el regreso al centro de trabajo de ninguna persona

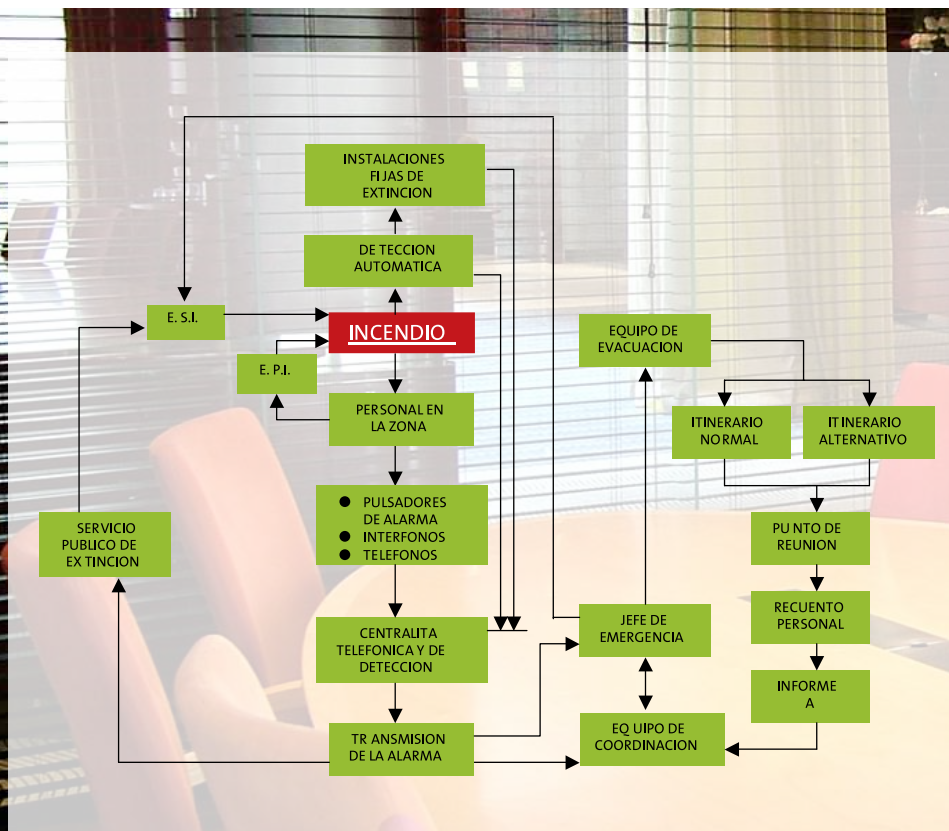
### **Normas de actuación ante un incendio**

- o Al iniciarse una emergencia de incendio, las personas deberán activar sistemas de alarma de incendios
- o Si se encuentra solo, salga del local incendiado y cierre la puerta sin llave. No ponga en peligro su integridad física.
- o Comunique la emergencia conforme a los cauces establecidos en su centro de trabajo.
- o No abra una puerta que se encuentre caliente, el fuego está próximo; de tener que hacerlo, proceda muy lentamente.
- o Si se le encienden las ropas, no corra, tiéndase en el suelo y échese a rodar.
- o Si tiene que atravesar una zona amplia con mucho humo, procure ir agachado; la atmósfera es más respirable y la temperatura más baja. Póngase un pañuelo húmedo cubriendo la nariz y la boca.
- o Si se encuentra atrapado en un recinto (despacho, sala de reuniones, etc.: Cierre todas las puertas. Tape con trapos, a ser posible húmedos, todas las rendijas por donde penetre el humo. Haga saber de tu presencia (a través de la ventana, por ejemplo).
- o Si cree posible apagar el fuego mediante extintores, utilícelos actuando preferiblemente con otro compañero. Sitúese entre la puerta de salida y las llamas.
- o Utilice el agente extintor más apropiado a la clase de fuego.

## Ejemplo de Organigrama funcional de equipo de emergencia contra incendio



## Ejemplo de diagrama de flujo de acciones frente a un incendio



## Bibliografía

- 1.- Society of Fire Protection Engineers
- 2.- American Burning Report- National Comition on Fire Prevention and Control
- 3.- Normas NFPA1, NFPA101, NFPA101A, NFPA550, NFPA 72
- 4.- NFPA manual de protección contra incendio, 5ta edición
- 5.- Zabetakis, MPG Flammability Characteristics of Combustible
- 6.- ASTM D92
- 7.- Drysdale D.D. Introduction to Fire Dynamics
- 8.- Babrauskas, Handbook of Fire Protection Engineers
- 9.- Friedman, R. Principles of Fire Protection Chemistry and Physics (NFPA)
- 10.- Cruise, W. Explotions Fire Protection Handbook NFPA
- 11.- Bryan, J. L. Smoke as a Determinant of Human Behavior in Fire Situations- Department of Fire Protection Engineering, University of Maryland
- 12.- The Psychology of Emergency Communications, University of Seatle
- 13.- DuPont, Clean Agent Presentation
- 14.- Instituto Argentino de Normalización y Certificación IRAM
- 15.- Revista AHORA, Cámara Argentina de Seguridad