RAMO: PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

UNIDAD I

QUÍMICA DEL FUEGO

1. QUÍMICA Y CONTROL DEL FUEGO: CONCEPTOS TÉCNICOS Y NOMENCLATURA

A partir del descubrimiento del fuego, durante la prehistoria, el hombre le ha dado múltiples usos a este tipo de energía, utilizándola inicialmente para cocinar los alimentos y para calefaccionarse en días de frío intenso. Con el paso del tiempo el uso del fuego se expandió a distintos ámbitos, siendo ampliamente utilizado en procesos productivos de variados rubros, tales como la fundición de metales, la quema de pastos para tener terrenos para sembrar, etc., lo que ha generado que el riesgo de incendio se encuentre presente siempre en la vida de las personas y también en prácticamente en todos los lugares de trabajo.

El conocer las enormes utilidades del fuego y los beneficios que éste genera, se torna fundamental, al igual como se torna fundamental conocer los riesgos que implica su uso en diversos ámbitos y las precauciones que se deben adoptar para evitar incendios, daños en la propiedad y especialmente en las personas.

El fuego puede ocasionar grandes daños para la propiedad de las personas y de las empresas, y sus bienes, así como también causan daño ambiental y lesiones, e incluso la muerte en las personas.

Puesto que las causas de los incendios son múltiples y muy variadas, las formas de prevenirlos y de combatirlos, requieren un adecuado conocimiento de su naturaleza, y para esto es necesario estudiar y conocer la química del fuego (cómo y porqué se origina), los conceptos teórico-técnicos y la nomenclatura asociada.

2. ELEMENTOS CONTITUYENTES DEL FUEGO

Para un adecuado estudio de los elementos constituyentes del fuego, es importante y necesario aclarar el concepto fuego.

El fuego, se define como una reacción química violenta, que se presenta en presencia de un combustible, de oxígeno y de calor. Con características de oxidación, la que se presenta en materiales combustibles, es decir, aquellos que tienen la propiedad de ser consumidos por el fuego. El fuego genera desprendimiento de calor, a través de las llamas, también se puede observar desprendimiento de vapor de agua y dióxido de carbono.

El fuego es conocido como un proceso exotérmico, es decir, corresponde a una manifestación de combustión, la cual genera energía en forma de luz y calor.

3. TEORÍAS DEL FUEGO

Según la velocidad de propagación del fuego, la reacción química que se produce, tiene distintas denominaciones:

- Oxidación

Es una reacción química, generalmente muy lenta, que se produce en presencia de oxígeno, por lo general se produce casi sin aumento de la temperatura, y sin emisión de luz. El calor que se pueda producir se disipa rápidamente en el ambiente. Un ejemplo de este tipo de reacción es la oxidación de los metales.

Oxidación

- Combustión lenta

Corresponde a un tipo de combustión sin llamas, pero con brasas debido a la escasa presencia de oxígeno, sin embargo emite calor, el cual puede llegar a ser alto. Un ejemplo de este tipo, es la brasa de carbón.

Combustión lenta (brasas)

- Combustión normal

Es un tipo de combustión más rápida que las anteriores. Se caracteriza porque por la mayor presencia de oxígeno disponible, hay llama, fuego y calor más evidente. Por ejemplo, papeles quemándose o madera en una fogata o árboles incendiándose.

- Deflagración

Es un tipo de combustión más rápida que las anteriores, donde la velocidad de propagación de la llama (el avance se puede estimar en m/seg (metros por segundo)), pero de velocidad menor que la velocidad del sonido. Existe propagación de calor evidente. Un ejemplo puede ser la inflamación de líquidos combustibles como el petróleo.

Combustión normal (con llamas)

- Detonación

Es un tipo de combustión muy rápida, de una velocidad de propagación de km/seg (kilómetros por segundo), es más rápida que la velocidad del sonido. Se produce una liberación de calor muy alta. Un ejemplo de este tipo es la inflamación de vapores combustibles comprimidos dentro de un estanque.

A la deflagración y a la detonación, se les conoce comúnmente como “explosión”. Dentro de los materiales que hoy en día se usan en los distintos procesos productivos, existen muchos que pueden generar este tipo de reacciones, los cuales son muy peligrosos por la inmensa cantidad de energía que liberan. Con este tipo de materiales se debe tener especial cuidado. En la actualidad, en nuestro país y a nivel internacional existen normas y convenciones especiales para el transporte y almacenamiento de estos materiales, por ser considerados materiales o mercancías peligrosas.

Explosión de combustible almacenado en un gran estanque

Los textos que abordan el estudio del fuego, consideran dos teorías para comprender de manera simple su proceso de generación y también de extinción: la teoría del triángulo del fuego y la teoría del tetraedro del fuego.

3.1 Teoría del triángulo del fuego

La teoría del fuego supone la existencia de combinación de tres elementos inseparables: el combustible, el comburente y el calor. Para que exista fuego deben estar presentes estos tres elementos en el proceso de combustión. Si falta alguno de los tres, el fuego se extingue.

- Combustible

El combustible es cualquier tipo de material o sustancia que sea capaz de arder, o dicho de otro modo, de oxidarse violentamente. El combustible puede encontrarse en estado sólido, líquido, gaseoso o en forma de vapor. También pueden clasificarse en orgánicos (papeles, maderas, telas, hidrocarburos, grasas, carbohidratos, etc.), o inorgánicos (algunos metales, hidrógeno, etc.).

Otra forma de clasificarlos, es según su estado físico: líquidos, sólidos o gases.

Existen normas internacionales de clasificación que, con el propósito de extremar las medidas de seguridad hacen la diferencia entre los líquidos combustible y los líquidos combustibles. Esta diferencia tiene relación con las propiedades del material para arder. Estas normas las establece la NFPA (National Fire Protection Association).

Ejemplos de símbolos de la clasificación de la NFPA

- Comburente

El comburente más común y de mayor disponibilidad corresponde al oxígeno, presente en el aire del ambiente, el cual permite el desarrollo de la combustión.

El oxígeno, comúnmente, se encuentra presente en el aire, en una concentración aproximada del 21% en condiciones normales. Para que un incendio se inicie, se requiere al menos una concentración de un 16% de oxígeno en el aire.

Además del oxígeno propiamente tal, existen otras sustancias oxidantes que también proporcionan oxígeno a la combustión. Son sustancias comburentes, que en su naturaleza, poseen gran cantidad de oxígeno en sus moléculas. Algunos ejemplos de estas, son los nitratos, los permanganatos, los sulfatos, los peróxidos orgánicos, los cloratos, etc.

La simbología de los comburentes se caracteriza porque es de color amarillo y contiene en su parte superior una letra O, que tiene llamas, lo que representa la capacidad de aportar oxígeno para generar fuego.

Símbolo Internacional de los comburentes

- Calor

El calor, o energía de activación, corresponde al nivel de temperatura que debe tener un material o combustible para que se inicie la ignición y la combustión en presencia de oxígeno.

Para que exista combustión o fuego, estos tres elementos deben estar presentes en el ambiente y deben combinarse de manera simultánea. Si falta uno de estos tres elementos, entonces no existirá el triángulo del fuego y el fuego no se iniciará. Para que se produzca el fuego el combustible debe estar en forma de gas o vapor, que esos vapores se mezclen con el oxígeno presente en el aire con una concentración adecuada, y que esa mezcla esté expuesta a suficiente calor para que sea capaz de inflamarla.

Además es importante tener presente que la combustión se iniciará siempre que los materiales denominados comburentes se encuentren presentes en estado gaseoso o vapor.

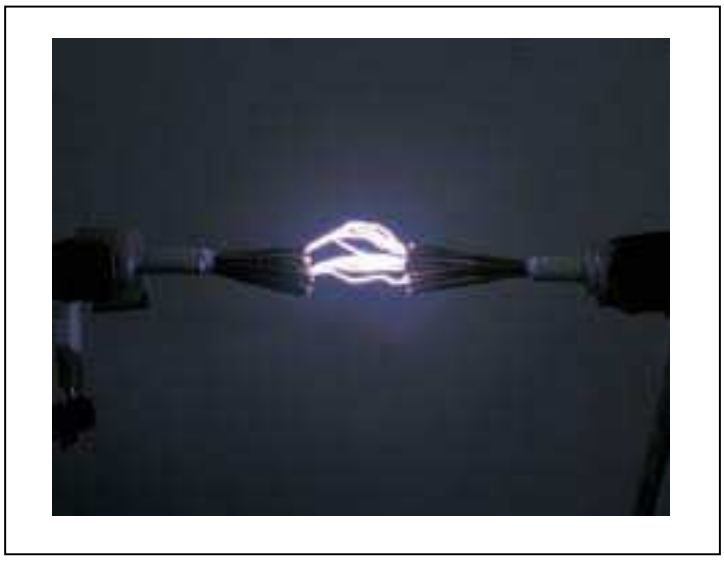
Cada combustible posee una temperatura en la cual se transformará a estado gaseoso y una temperatura en el combustible transformado en gas se encenderá, lo que se denomina: temperatura de ignición.

El calor, o energía de activación se puede producir de distintas maneras, por lo cual son también de distinto tipo, según su origen:

- Origen eléctrico

Puede ser causada por la generación de un arco eléctrico (corto circuito) o por sobrecalentamiento de los conductores eléctricos.

Arco eléctrico



- Fricción mecánica

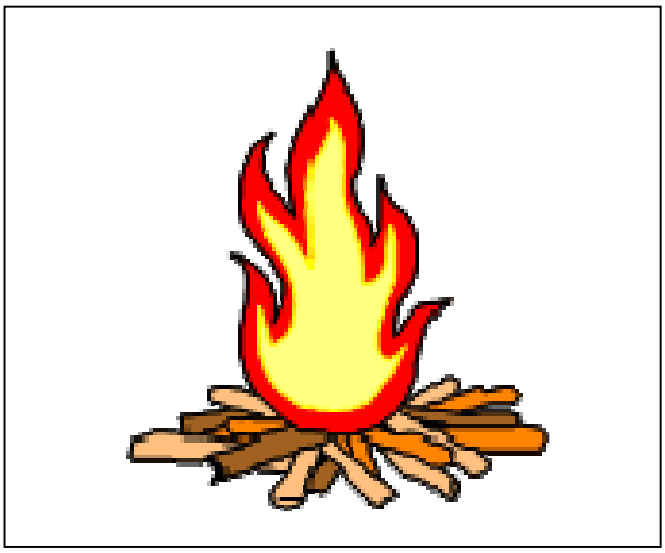
Este calor, o energía de activación, se puede generar por el roce entre piezas metálicas de una máquina, como por ejemplo un motor; por el uso de herramientas de desbaste, por ejemplo un esmeril; por golpes entre piezas, por ejemplo martillos neumáticos, etc.

Fricción mecánica por esmeril

- Calor de origen químico

Corresponden a las reacciones exotérmicas (que liberan calor), entre algunos materiales especiales. La más común es la del fuego.

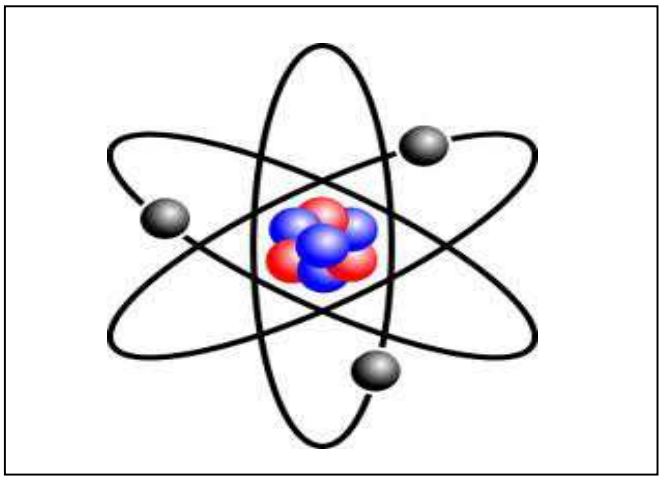
Calor por reacción química



- Calor de origen nuclear

Corresponde a la gran cantidad de calor producto de las alteraciones atómicas, ya sea por fusión nuclear (unión de dos núcleos atómicos) o por fisión nuclear (división de un átomo).

Calor de origen nuclear

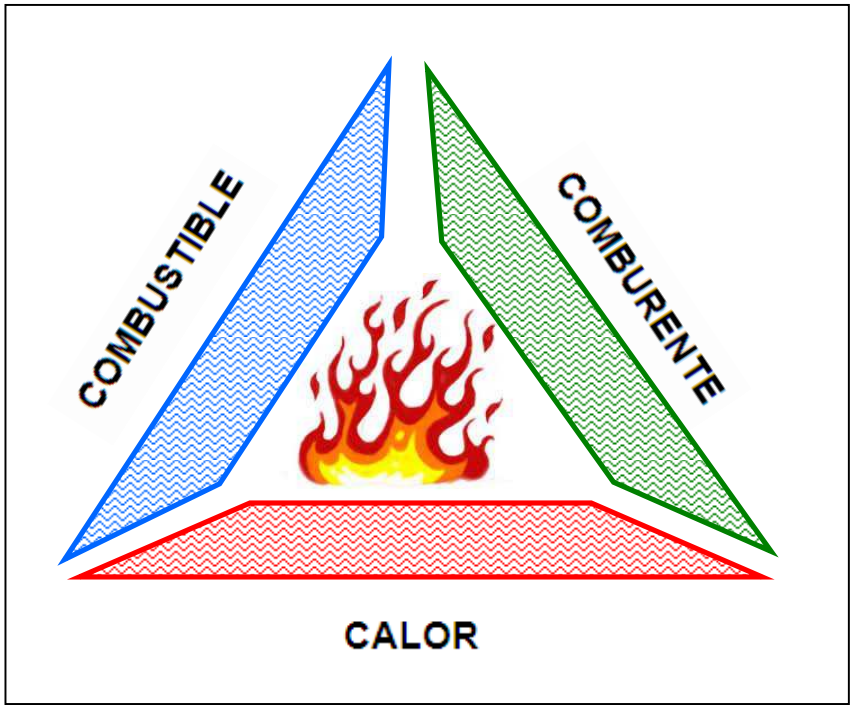


- Calor por disipación electromagnética

Corresponde al calor que se genera por las ondas electromagnéticas, como por ejemplo las microondas y los rayos solares.

Calor por ondas electromagnéticas

Triángulo del fuego



3.2 Teoría del tetraedro del fuego

Durante mucho tiempo la teoría del triángulo del fuego fue la ecuación que explicaba el origen del fuego, sin embargo, producto de algunos fuegos que en su origen no pudieron ser explicados, como por ejemplo, la sensibilidad de las llamas del fuego frente a algunas emanaciones radioactivas.

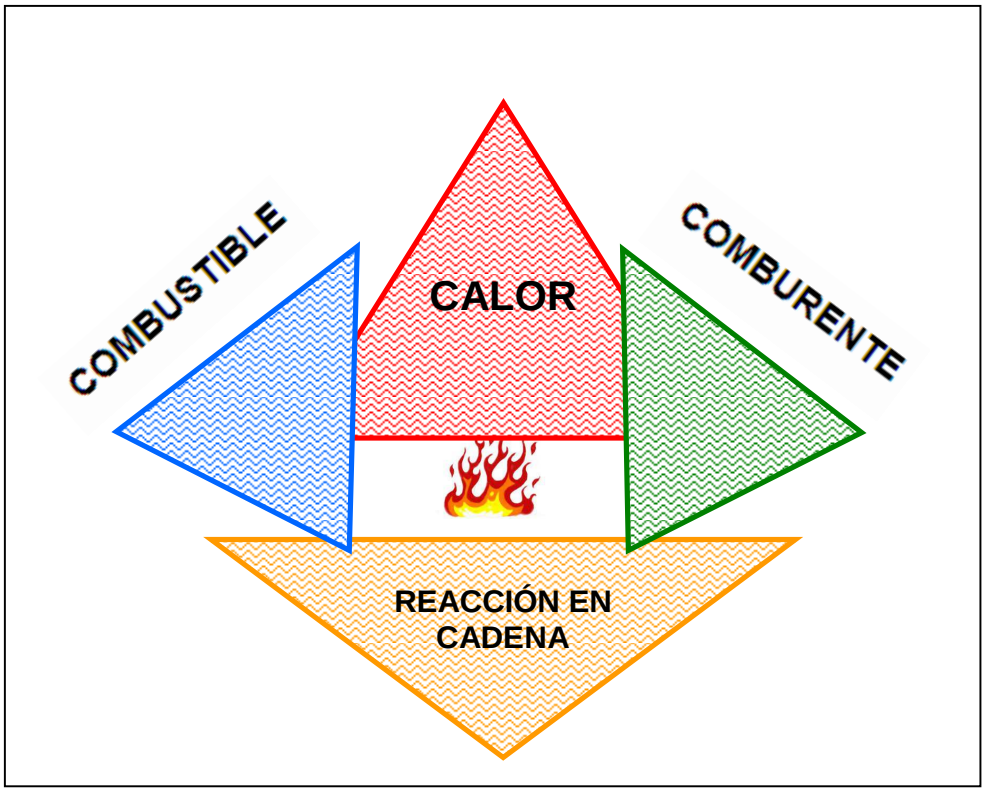
Esto generó una segunda teoría, la cual incorpora un cuarto elemento, denominado reacción en cadena. Esta teoría denominada tetraedro del fuego, considera que los cuatro elementos que generan el fuego: combustible, comburente, calor y reacción en cadena, están directamente relacionados uno con otros.

Lo anterior, se puede explicar mejor de la siguiente manera: cuando comienza a producirse la combustión, el calor que se produce se irradia al entorno, generando un aumento de la “actividad” de las moléculas de la materia que se encuentra en dicha zona (por efecto del calor). Si esta materia es un elemento combustible sólido o líquido, esa mayor actividad o “agitación” de sus moléculas, produce que comience a generar gases y vapores a altas temperaturas. Los vapores y gases así generados, al estar a altas temperaturas, y al mezclarse con el oxígeno del aire, se inflaman y producen la llama.

Este proceso se hace mucho más rápido cuando se trata de combustibles que ya están en estado gaseoso. En estos casos pueden producir la llama de manera más instantánea. Esto quiere decir que la llama se produce por vapores o gases que están ardiendo a altas temperaturas, aún cuando originalmente se trate de combustibles que están en estado sólido o líquido.

Para que la combustión con llama se mantenga “encendida”, el fuego original debe ser capaz generar tanto calor como para garantizar la existencia de nuevos vapores capaces de inflamarse. Los nuevos vapores, al mezclarse con el oxígeno, generan una llama mayor, con más calor, lo que a su vez generan más vapores, y así sucesivamente.

Tetraedro del fuego



4. CLASIFICACIÓN Y TIPOS DE FUEGO

Relacionado con lo anterior, con el denominado tetraedro del fuego, se puede explicar de manera simple qué son los distintos tipos de fuegos, ya sean incandescentes o fuegos con llamas. Es una combinación de sustancias intermedias, derivadas del proceso de combustión, que en contacto con el oxígeno, mantiene su presencia hasta que se agotan las sustancias combustibles (que se pueden quemar). Dependiendo de esta reacción en cadena, tenemos la combustión incandescente (triángulo del fuego) o con presencia de llamas (tetraedro del fuego).

4.1 Fuego incandescente

El fuego incandescente, también conocido como de “brazas” de “rescoldo”, corresponde al fuego sin llama. Es el tipo que se produce a través del triángulo del fuego. De

este modo, si se elimina uno de los componentes del triángulo, el fuego incandescente se extingue.

En el fuego sin llama o incandescente la cantidad de oxígeno que participa en la combustión es relativamente pequeña. Si aumentamos la cantidad de oxígeno (por ejemplo, soplando en un fuego incandescente), se pueden producir llamas, situación que ya no es posible explicar mediante el triángulo del fuego. Esto se explica cómo hemos visto con el tetraedro del fuego.

4.2 Fuego con llama

Por lo descrito en el punto anterior, al triángulo se le ha agregado un cuarto elemento, la denominada “reacción libre en cadena”, la cual permite comprender en forma más completa el proceso de la combustión, y también explicar la producción de las llamas. En otras palabras la aparición de las llamas se explica con el tetraedro del fuego.

4.3 Fuegos clases A, B, C, D, y K

La Norma Chilena NCh 934 denominada “Prevención de incendios – Clasificación de fuegos” establece la clasificación de los fuegos, e incorpora una simbología simple y sencilla para identificarlos según el tipo de clase a la cual corresponden.

De acuerdo a esta norma, los fuegos se clasifican en:

CLASE	DESCRIPCIÓN	SIMBOLOGÍA
Clase A	En esta clase de fuegos se encuentran los siguientes: - Madera - Papel - Géneros - Cauchos - Plásticos	Letra A sobre un triangulo de color verde:

Clase B	Corresponde a los fuegos producidos por : - Líquidos inflamables - Aceites - Grasas - Alquitranes - Pinturas - Lacas - Gases inflamables	Letra B sobre un cuadrado de color rojo:
Clase C	En esta clase de fuegos se encuentran involucrados los equipos eléctricos energizados, por lo que se hace importante que el agente extintor posea propiedades no conductoras de la electricidad. No obstante, cuando el equipo eléctrico es desconectado, se puede utilizar un agente extintor para fuegos clase A y B.	Letra C sobre un circulo de color azul:
Clase D	En este tipo de fuegos se encuentran los metales combustibles que al arder alcanzan temperaturas muy elevadas, tales como: - Titanio - Zirconio - Sodio - Litio - Potasio	Letra D sobre una estrella de cinco puntas de color amarillo:
Clase K	Este tipo de fuego se produce en extractores y filtros de campanas de cocinas, donde existe acumulación de grasas, que al alcanzar elevadas temperaturas se produce una combustión espontánea. Este tipo de fuegos es producido por: - Aceites - Grasas - Vegetales	Letra K sobre un un rombo color naranja:

5. EL PROCESO DE COMBUSTIÓN

Las condiciones para que se produzca combustión no se limitan solamente al hecho de combinar los tres elementos necesarios para ello, es decir, que exista un combustible, el comburente y el calor o energía de activación. Se requieren condiciones especiales para que se inicie la reacción de oxidación o de combustión. Estas condiciones, en general se pueden agrupar en tres:

Primero, que el combustible se encuentre en estado de desprendimiento de gas o vapor capaz de inflamarse o de arder. En un fuego, lo que se quema o lo que arde son los gases y vapores que desprenden los combustibles al ser expuestos a una determinada temperatura y al combinarse con el oxígeno presente en el aire.

Cuando el combustible se encuentra en estado sólido debe alcanzar una determinada temperatura para comenzar a desprender vapores y gases (pirolisis). Cuando se quema un combustible sólido, deja residuos en forma de cenizas, y el proceso de combustión puede ser a través de llamas o incandescente.

Si el combustible es un líquido, este al aumentar de temperatura alcanza el “punto de inflamación”, que corresponde a la temperatura mínima a la cual un líquido desprende vapores en cantidad suficiente como para mezclarse de manera justa con el oxígeno del aire. Esto se produce cerca de la superficie del líquido. La combustión de un combustible líquido, dependerá de su “punto de inflamación” y por lo general no deja residuos en forma de cenizas.

Cuando el combustible es un gas, entonces está en condiciones de mezclarse con el oxígeno en forma natural por el estado en el que se encuentra.

Otro requisito para que se produzca la combustión es que los combustibles deben mezclarse en una proporción determinada con el oxígeno, puesto que no todos los combustibles requieren la misma cantidad de oxígeno.

5.1 El papel del oxígeno

Tal como se ha mencionado con anterioridad, el Oxígeno (O_2) es el principal agente comburente para que exista combustión. Es el agente gaseoso de la atmósfera capaz de permitir el desarrollo de la combustión. El Oxígeno es el comburente ideal en toda combustión. La atmósfera, a nivel del mar, posee aproximadamente un 21% de Oxígeno. Para que los incendios se inicien, la atmósfera deberá poseer por lo menos un 16 % de O_2. Sin Oxígeno, no hay combustión, por lo mismo, una de las estrategias para extinguir un incendio, es imponer una barrera entre el combustible y el Oxígeno (por ejemplo tapando con tierra), por sofocación.

Durante un incendio, no solamente existe riesgo de quemaduras, sino que también de intoxicación y de asfixia. El humo y los gases que se producen durante un incendio, disminuyen la cantidad o porcentaje de Oxígeno disponible en el aire para respirar, lo cual puede provocar serios daños en la salud de las personas. Los porcentajes de Oxígeno y los riesgos a la salud de las personas, se resumen en la siguiente tabla:

CONCENTRACIÓN DE O_2 EN EL AIRE	RIESGOS
21%	Concentración normal de Oxígeno en el aire
20,5%	Concentración mínima para ingresar sin equipos con suministro de aire
18%	Atmósfera deficiente en Oxígeno, causa problemas de coordinación muscular y aceleración del ritmo respiratorio
17%	Riesgo de pérdida de conocimiento sin signo precursor
12 a 16%	Vértigos, dolores de cabeza, disneas y alto riego de inconsciencia
6 a 11%	Nauseas, inconsciencia y muerte (6 min aprox.)

5.2 Tipos de combustibles

Un combustible se define como cualquier material que puede ser quemado u oxidado violentamente. Los combustibles más comunes corresponden a sustancias o materiales del tipo orgánicas, como por ejemplo:

- Madera
- Papel
- Plástico
- Géneros
- Hidrocarburos derivados del petróleo
- Carbohidratos
- Grasas animales

También existen otro tipo de combustibles como las sustancias del tipo inorgánicas, como por ejemplo:

- Algunos metales
- El hidrógeno

Los combustibles también pueden ser categorizados según el estado en el que se encuentren, es decir, en sólidos, líquidos o gaseosos.

- Combustibles sólidos

Algunos ejemplos de combustibles sólidos son:

- Carbón
- Madera
- Papeles
- Géneros
- Etc.

Ejemplo de combustible sólido

- Combustibles líquidos

Algunos ejemplos de combustibles líquidos son:

- Gasolina
- Aceite
- Alcohol
- Solvente

Ejemplo de combustible líquido

- Combustibles gaseosos

Algunos ejemplos de combustibles líquidos son:

- Gas natural
- Gas metano
- Propano
- Butano

Ejemplos de combustibles gaseosos

5.3 Fuentes y transmisión del calor

El calor es un tipo de energía en donde existen movimientos de átomos que forman la materia. Al iniciarse la combustión existe un incremento en la actividad molecular de los materiales combustibles, generando un rápido aumento energético, intensificándose la temperatura, la que se extiende hacia las zonas más frías. Esta transmisión de calor genera la energía que se requiere para la combustión de los materiales aledaños, lo que ocasiona que el fuego se extienda, alimentándose del material combustible existente.

El calor posee tres distintas formas de transmisión: la conducción, la convección y la radiación.

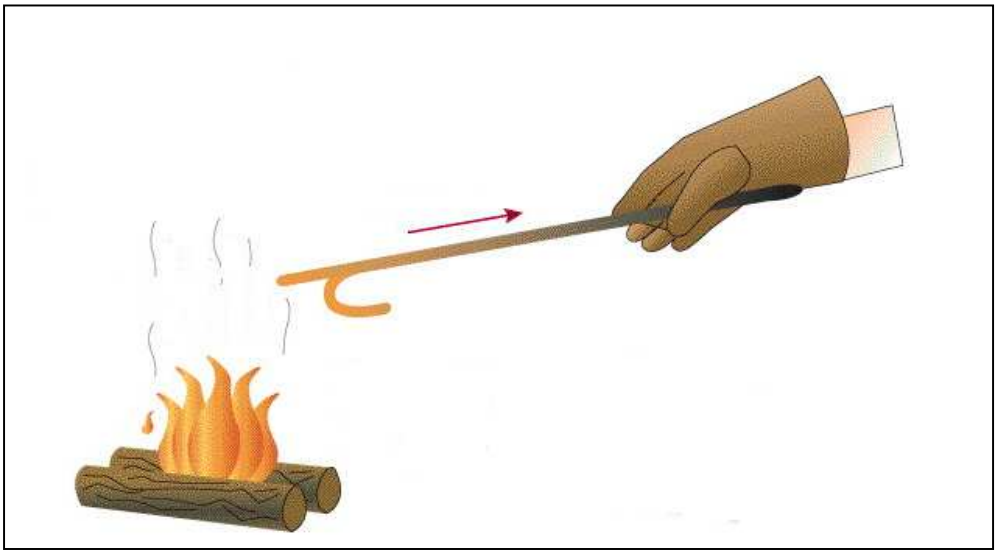
- Transmisión de calor por conducción

La conducción se define como el calor que se transmite a un material sólido hacia otro, a través del contacto directo. Al calentar un material directamente desde el fuego, se inicia una reacción en cadena, en la cual se genera un rápido aumento de la temperatura del cuerpo expuesto.

Este fenómeno se explica debido a que las moléculas de un material, sometido a calor directo chocan y se mueven por todo el material sólido, propagando calor en este proceso.

Existen muchos materiales sólidos que conducen fácilmente el calor, como por ejemplo el metal, pero además existen otros materiales, con propiedades completamente distintas, que oponen gran resistencia a la transmisión del calor, por ejemplo el asbesto, aunque hoy en día su uso está muy limitado.

Ejemplo de transmisión del calor por conducción

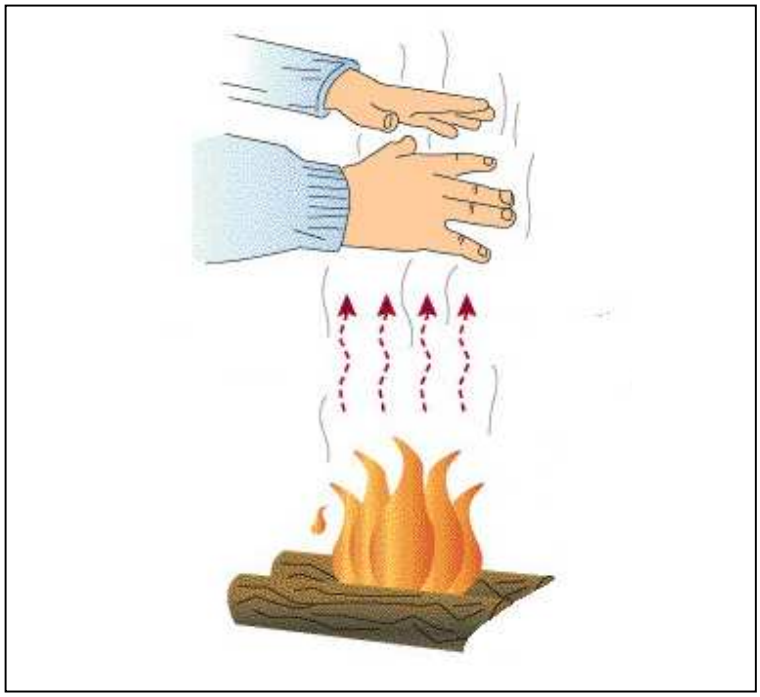


- Transmisión de calor por convección

La convección corresponde a la transmisión del calor mediante un fluido, que puede estar en estado líquido o gaseoso. El proceso se produce cuando las partículas de un fluido se calientan y se produce un fenómeno físico, donde las partículas calientes del fluido tienden a irse hacia las partículas más frías del mismo fluido, ocasionando una especie de corriente térmica. La Ley de transferencia de la energía, señala que la energía (calor en este caso) se transfiere desde la zona de mayor concentración, hacia la zona de menor concentración. Por ejemplo, cuando una casa está calefaccionada y se abre la puerta, no es el frío el que entra, sino que es el calor el que sale, hasta que se produce un equilibrio térmico.

Este proceso solo es posible observarlo en fluidos, no ocurre en materiales que están en estado sólido, puesto que en estos casos las partículas del material tienen una posición rígida.

Ejemplo de transmisión del calor por convección

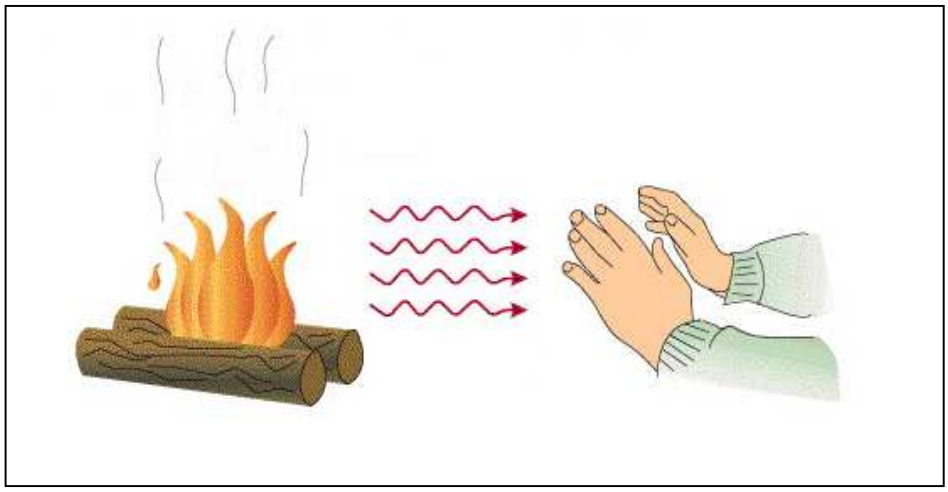


- Transmisión de calor por radiación

La radiación es un proceso en donde se traspasa el calor a través de ondas, sin necesidad de que exista un medio físico que sirva de transporte para la transmisión y/o propagación del calor, tal como es el caso de la transmisión por conducción.

La intensidad del calor va a depender directamente de la temperatura del fuego.

Ejemplo de transmisión del calor por radiación



Es importante destacar que en cualquier proceso de combustión, siempre se presentan las tres formas de transmisión del calor, por conducción, convección y radiación, lo que puede generar dificultad para la extinción del fuego.

5.4 Rango de inflamabilidad y explosividad

Se ha mencionado con anterioridad, que para que se produzca la reacción química de oxidación (Redox), no basta con mezclar un determinado combustible con el Oxígeno, sino que además, se requiere que existan ciertas condiciones especiales para que se inicie la combustión y el fuego. Estas condiciones se pueden resumir en lo siguiente:

- Que el combustible, al calentarse, desprenda gases o vapores y que en contacto con el oxígeno, sean capaces de inflamarse.

En la combustión, lo que verdaderamente arde son los vapores y los gases que se desprenden del combustible. El punto de inflamación, corresponde a la temperatura mínima a la cual un combustible líquido puede desprender los vapores y gases que son capaces, en combinación con el Oxígeno, de inflamarse. Cuando el combustible está en estado sólido, debe aumentar su temperatura para que comience a vaporizar, y se produzca el fenómeno descrito anteriormente. A este punto se le denomina “pirolisis”. Este punto de pirolisis de los materiales sólidos, estará en función de algunas propiedades de estos materiales, tales como por ejemplo, contenido de humedad, propiedades de conductividad del calor, la temperatura de ignición, carga térmica, etc.

A continuación se presenta una tabla con los puntos de inflamación de algunos combustibles líquidos, puesto que en estos materiales está muy definido:

COMPUESTO	PUNTO DE INFLAMACIÓN
Gasolina	-42ºC
Metanol	11ºC
Acetona	-17ºC
Kerosene	38ºC

- Que los gases combustibles puedan mezclarse en una proporción definida y conveniente con el Oxígeno

Para que un combustible pueda arder se requiere una determinada cantidad o concentración de oxígeno en el ambiente. Pero no todos los materiales necesitan la misma

concentración de él, puesto que esto está en función de la estructura química del material combustible. Esto es lo que se conoce como “rango de inflamabilidad”. El rango de inflamabilidad corresponde al rango entre los límites superiores e inferiores, entre los cuales los gases de los combustibles reaccionan con el oxígeno. La siguiente tabla, respecto de los materiales descritos en la tabla anterior, muestra los rangos de inflamabilidad para cada uno de ellos:

COMPUESTO	RANGO DE INFLAMABILIDAD	
	LIMITE INFERIOR	LÍMITE SUPERIOR
Gasolina	1,4%	7,6%
Metanol	7,3%	32%
Acetona	2,6%	2,8%
Kerosene	0,7%	5%

- La mezcla de gases debe tener suficiente calor para iniciar y mantener la combustión

La “energía de activación”, es la cantidad de calor mínima necesaria para iniciar la combustión. Una vez iniciada la combustión, el calor generado por esta, hace que la combustión continúe. A esto se le denomina “autosustentación”.

El origen de la energía de activación, puede provenir desde afuera (chispa, fósforos, reacciones químicas, etc.). Pero también la combustión se puede producir por un aumento de la temperatura de los gases y vapores combustibles, es decir de la “mezcla gaseosa”, hasta que esta alcanza su “punto de autoignición”.

El punto de autoignición, se define como la temperatura mínima, en la cual un determinado combustible, entra en combustión de manera espontánea, sin que esté de por medio una fuente de ignición que lo origine.

La tabla siguiente muestra los puntos de autoignición característicos de algunos materiales:

COMPUESTO	PUNTO DE AUTOIGNICIÓN
Gasolina	371ºC
Metanol	463ºC
Acetona	500ºC
Kerosene	255ºC

RAMO: PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

UNIDAD I

QUÍMICA DEL FUEGO

1.1 Gases, vaporización y humo

El humo, junto al fuego, es una de las situaciones más complicadas al momento de combatir un incendio, puesto que el humo es el principal factor de riesgo al cual están expuestas las personas. Esto, incluso, por sobre la acción directa del fuego.

El humo que se produce en un incendio, generalmente está compuesto por gases secundarios, producto de combustión incompleta de productos tales como: maderas, cartones, papeles, telas, plásticos, combustibles derivados del petróleo, etc., y además, de partículas en suspensión de estos mismos combustibles, llamadas “material particulado”. El riesgo asociado a estos materiales particulados, está relacionado con el tamaño de estas partículas. Esto, junto a la intensidad de la respiración de las personas, va a determinar si queda en las vías aéreas superiores o si llega hasta el pulmón.

En un incendio el humo que se desprende de la combustión, está compuesto de hollín (que son partículas de carbón muy finas), vapores, y alquitrán.

Se puede definir que la inhalación del humo corresponde a la inhalación de agentes altamente irritantes, que pueden ser térmicos o también químicos. Estos agentes, a nivel más simple, pueden provocar irritación e inflamación en las vías respiratorias y lagrimeo de los ojos. Pero a un nivel mayor, incluso pueden llegar a ser altamente tóxicos, asfixiantes, e incluso pueden llegar a ser explosivos e inflamables, cuando las condiciones son adecuadas para que esto ocurra.

Las vías respiratorias cumplen un papel de filtro de los materiales en suspensión en el aire, y en el caso del humo del material particulado. Sin embargo, debido a la rápida irritación de su mucosa frente al humo, obliga que las personas expuestas a humo, rápidamente comiencen a respirar por la boca, aumentando la cantidad de partículas que alcanzan la vía aérea inferior y los pulmones en un incendio.

Además de esto, es necesario recordar que en un incendio, hay combustión, y por lo tanto alto consumo de oxígeno para este proceso, por lo tanto, el oxígeno que queda disponible para respirar es poco.

Durante un incendio, al estar las personas sometidas y expuestas a la presencia de humo y de gases de la combustión, a las partículas en suspensión y los ambientes con concentraciones de oxígeno bajas, se ve afectada, de manera progresiva, la capacidad natural del cuerpo humano de transportar y utilizar el oxígeno y de expulsar el dióxido de carbono.

Humo de la combustión durante un incendio

- Gases producto de la combustión

Cuando un material entra en proceso de combustión, se deprenden de él compuestos de gases, que dependen de las características químicas y de la composición del material combustible y también de la cantidad de oxígeno disponible. Sin embargo, hay que tener en cuenta que en un incendio, la mayor parte de los gases de la combustión son irritantes, o bien tóxicos o asfixiantes, los cuales pueden provocar en las personas que los respiran, efectos muy variados, que van desde la simple irritación de los ojos, hasta la pérdida de la consciencia, e incluso la muerte.

Es importante tener en cuenta que entre el 80 y 85% de los casos de muerte en un incendio, se producen por contacto con estos gases, sin que las personas, antes de morir hayan sido quemadas por el fuego.

Ejemplos de gases de la combustión:

- Gases asfixiantes

- Monóxido de Carbono (CO)

- Gases Tóxicos

- Monóxido de Carbono (CO),
- Cianuro de Hidrógeno (HCN),
- Sulfuro de Hidrógeno (H2S) y
- Amoniaco (NH3)

- Gases Irritantes

- Cloruro de Hidrógeno (HCl),
- Fluoruro de Hidrógeno (HF),
- Dióxido de Nitrogeno (NO2) y
- Dióxido de azufre (SO2)

Algunos de los efectos adversos, en los seres humanos, que se pueden producir por acción de la exposición a humos y vapores son los siguientes:

- Asfixia

En los incendios, y por efecto de la combustión, comienza a disminuir la cantidad, o porcentaje de oxígeno disponible para la respiración. Esto también se produce por efecto de desplazamiento por parte de los humos y gases. Esto puede producir graves efectos en las personas.

La siguiente tabla resume los riesgos asociados a las distintas concentraciones de oxígeno respirable que pueden estar presentes en un incendio, y los efectos que estos tienen en la salud de las personas.

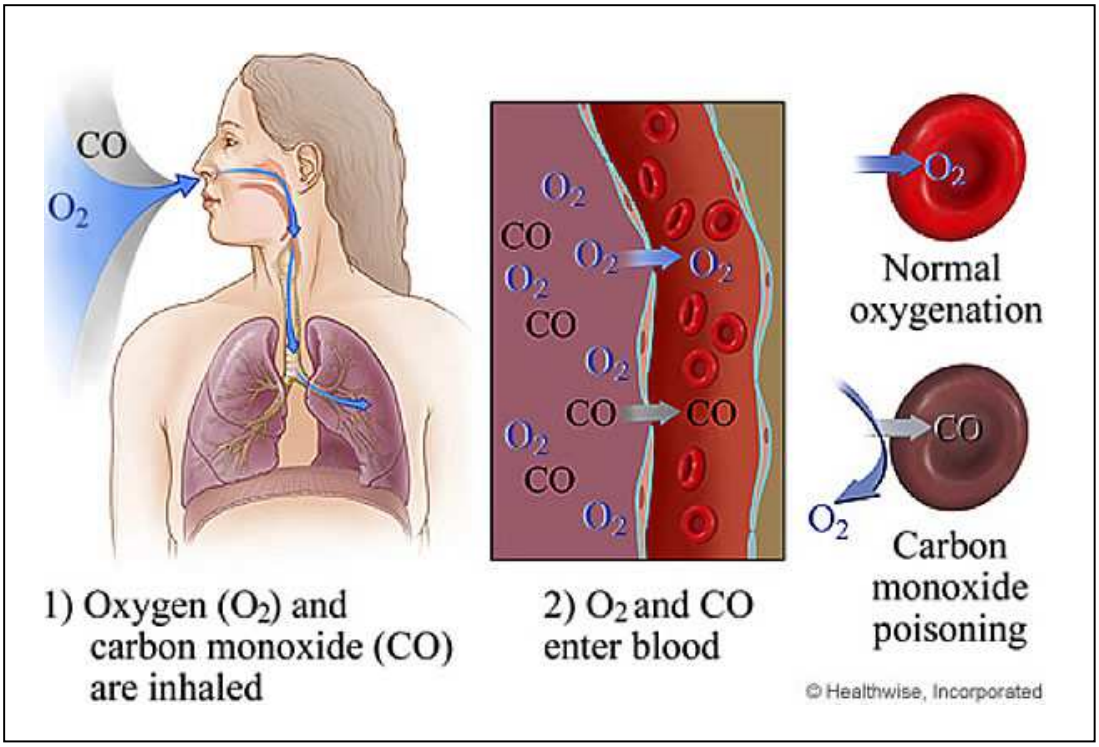
CONCENTRACIÓN DE O_2 EN EL AIRE	RIESGOS
21%	Concentración normal de Oxígeno en el aire
20,5%	Concentración mínima para ingresar sin equipos con suministro de aire
18%	Atmósfera deficiente en Oxígeno, causa problemas de coordinación muscular y aceleración del ritmo respiratorio
17%	Riesgo de pérdida de conocimiento sin signo precursor
12 a 16%	Vértigos, dolores de cabeza, disneas y alto riego de inconsciencia
6 a 11%	Nauseas, inconsciencia y muerte (6 min aprox.)

- Intoxicación

Durante un incendio, para que se produzca combustión, debe existir oxígeno. Pero al desarrollarse este, el oxígeno comienza a disminuir en concentración, lo cual provoca que la combustión sea incompleta y principalmente desprendimiento de Monóxido de Carbono (CO), el cual es tóxico para el ser humano.

La presencia de Monóxido de carbono en el aire, y el ser respirado por una persona, puede llegar a producir la muerte por anoxia celular. Esto, debido a que la hemoglobina, que es la responsable de transportar el oxígeno en la sangre, siente una atracción 250 veces mayor por el monóxido de carbono que por el Oxígeno. Así en presencia de este gas, que es incoloro e insípido, se produce, en forma casi irreversible la carboxihemoglobina, distribuyéndose en las células y órganos del cuerpo, provocando la asfixia.

Efectos de la inhalación de CO y formación de la carboxihemoglobina

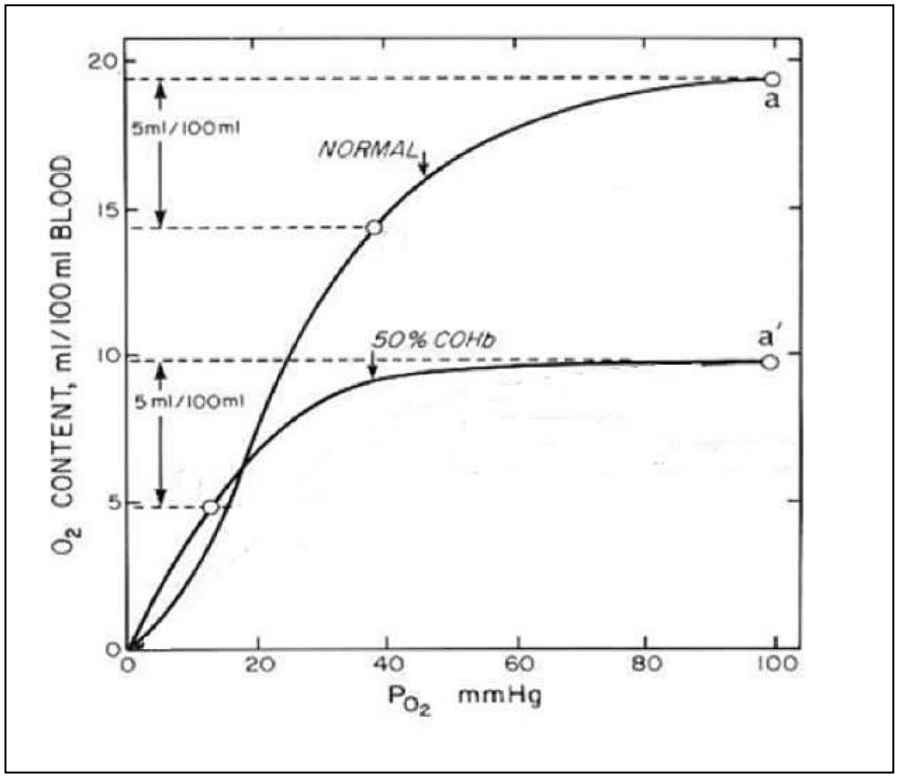


Los efectos en el cuerpo humano, con los distintos niveles de concentración del CO, se resumen en la siguiente tabla:

CONCENTRACIÓN DE CO EN EL AIRE	RIESGOS
Nivel Bajo: Menos de 250 mg/m^3	Falta de aliento, nauseas y mareos. Puede afectar la salud por un tiempo largo de exposición
Nivel Moderado: Entre 50 y 200 mg/m^3	Dolor de cabeza, mareos, confusión mental, nauseas o desmayos, pero puede causar la muerte si estos niveles de concentración se respiran por un tiempo prolongado
Nivel Alto: Mayor a 200 mg/m^3	Efectos crónicos, estrés en el sistema cardiovascular, baja tolerancia al ejercicio, ataque cardiaco y finalmente la muerte.

En el gráfico siguiente se puede apreciar en la *curva a*, que para una presión de Oxígeno (O_2) de 100 mmHg (eje X), se transporta casi 20 ml de Oxígeno (eje Y) en la sangre. Si se tiene el 50% de la hemoglobina "bloqueada" por el CO, como se observa en la *curva a'*, convertida en carboxihemoglobina (COHb), se puede observar que la capacidad de transportar oxígeno en la sangre baja a la mitad. Además impide que el poco oxígeno que esta transportando la sangre sea entregado de manera eficiente en los tejidos.

Presión de Oxígeno v/s cantidad transportada en la sangre

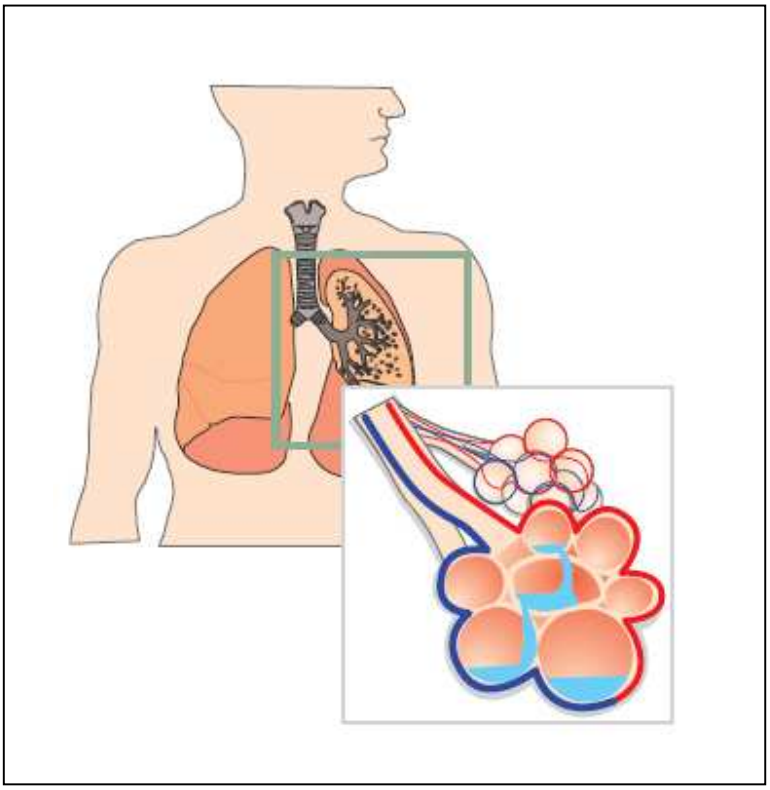


- Quemaduras por humos y gases a altas temperaturas

Durante un incendio los humos y gases que se producen están a elevadas temperaturas producto de las altas temperaturas que puede alcanzarse. El fuego, además calienta el aire circundante. Si una persona respira estos humos y gases a esas temperaturas puede sufrir graves quemaduras en su sistema respiratorio.

Como efecto inmediato de esto, se producen espasmos en el sistema respiratorio, es decir, se contraen las vías respiratorias, y posteriormente edema pulmonar. Esto quiere decir que se acumula líquido en los pulmones, y al estar lo alvéolos pulmonares –que son los responsables del intercambio de gaseoso con el exterior- llenos de líquido, la persona muere por asfixia.

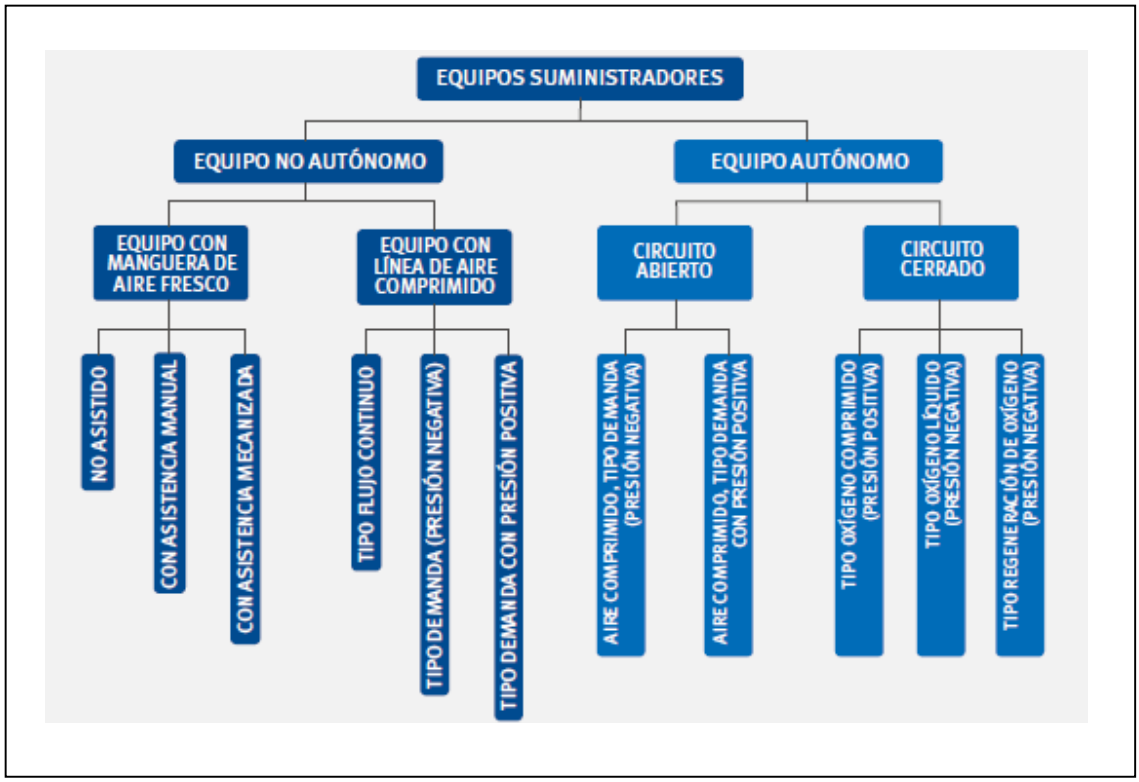
Efecto de la alta temperatura en los pulmones: Edema pulmonar



- Equipos de respiración autónomos

Los equipos de respiración autónomo (ERA), según la NCh 2175, reciben el nombre técnico de equipo suministrador autónomo, los que corresponden a equipos en los cuales es el propio usuario quien transporta la fuente respirable.

Clasificación de los equipos suministradores según NCh 2175



Estos equipos son implementos que tienen como propósito proporcionar seguridad y proporcionar protección al sistema respiratorio en trabajos donde la concentración de oxígeno es baja y donde la presencia de agentes contaminantes ponen en riesgo al ser humano, como por ejemplo durante un incendio, suministrando aire que puede ser respirado, y que posee las siguientes características:

- Suministra aire limpio, sin contaminación.
- Aire con concentración de oxígeno adecuada, de 21%
- Con una presión adecuada al cuerpo humano
- Por un tiempo razonable

Ejemplo de un equipo de respiración autónomo (ERA)

1.2 Volumen del humo, interpretación en base a su color

Para poder enfrentar adecuadamente un fuego o incendio, es fundamental saber identificar en qué fase o momento se encuentra. De eso dependerá la forma de intentar extinguirlo. Cada etapa en que se encuentre un incendio requerirá distintos agentes de extinción, y en muchas ocasiones este deberá ser modificado o complementado con otro, dependiendo de cómo vaya evolucionando el fuego. En un incendio, se pueden distinguir tres fases en la medida que avanza:

- La fase inicial, o principio de incendio

En esta etapa el fuego es incipiente aún, se caracteriza porque no hay una gran acumulación de humos y gases, dentro de los cuales se genera vapor de agua, dióxido de carbono, monóxido de carbono, y en ocasiones dióxido de azufre, entre otros. Existe aún una gran cantidad de oxígeno disponible. La temperatura no ha aumentado demasiado aún, pero el calor de la llama en esta fase, en ciertos incendios, puede incluso llegar a los 538 °C (1000

°F), por lo tanto, las condiciones ambientales aún cuando se consideran relativamente normales, pudiendo aproximarse las personas con precaución al lugar para intentar la extinción, sin grandes riesgos para la seguridad de las personas. Este tipo de fuegos es posible extinguirlos con métodos convencionales, dependiendo del tipo de fuego de que se trate, pero en general se considera que pueden ser abordados con los extintores portátiles adecuados. Esto independiente de su capacidad de extinción y de baja capacidad de carga y de la corta distancia desde el punto de aplicación.

Gráfico con las distintas fases de un incendio

- Fase de la combustión libre (plenamente desarrollado)

Esta fase se caracteriza por un aumento en la velocidad de combustión. El fuego consume todos los combustibles disponible, y la temperatura aumenta de manera rápida, llegando hasta los 750 °C, el oxígeno disponible disminuye y la respiración, en este ambiente se hace dificultosa. Es muy difícil acercarse al lugar, e imposible acercarse al fuego.

El aire, que tiene concentraciones relativamente normales de oxígeno, es atraído hacia las llamas, aumentando el nivel de combustión. Los gases y humos calientes ascienden llevando el calor a los sectores superiores del área confinada, en el caso de un

edificio o habitación (lugar cerrado). Los gases y humos calientes se extienden avanzando y esparciéndose lateralmente desde las zonas altas hacia las zonas bajas, provocando que el aire que se encuentra más fresco se deposite en los niveles inferiores. Se encienden todos los materiales combustibles en las partes superiores de la edificación.

En este momento, el área incendiada puede ser clasificada como “completamente involucrada”. En esta situación los bomberos y las personas que se encuentre adentro, deben mantenerse agachados porque las temperaturas en las regiones superiores pueden alcanzar, como se ha mencionado los 750 °C. En este contexto, en la medida que el incendio va avanzando, se continúa consumiendo el oxígeno libre hasta que se alcanza el punto en que no hay suficiente para reaccionar con los gases combustibles liberados a altas temperaturas. La forma de enfrentar esta fase del incendio, es a través de los bomberos o equipos especializados de brigadas de emergencias, generalmente tratando de enfriar a través de neblinas de agua.

Ejemplo de incendio en fase de combustión libre

Fuego en combustión libre con ascenso de humos y gases calientes

- Fase latente (sin llamas)

En la tercera y última fase, el incendio ha consumido prácticamente todos los combustibles disponibles, el oxígeno comienza a disminuir de manera rápida, alcanzando concentraciones cercanas al 15%. Se generan enormes cantidades de humo muy visible, gases y vapores. Las condiciones siguen siendo de alto riesgo, porque las temperaturas pueden alcanzar los 600 °C, lo que supera ampliamente la temperatura o punto de inflamación de varios combustibles. En caso de entrar aire fresco, pueden provocarse explosiones de humo.

La forma de combatir el incendio en esta fase es a través de una ventilación adecuada y por enfriamiento con agua en forma de neblina. Las llamas pueden extinguirse también, si el área de contención es cerrada con una hermeticidad suficiente. En este caso, la combustión consiste en brasas incandescentes. El cuarto o el edificio se llena con mucho humo denso y existe gran presencia de gases combustibles a tal grado y con una alta presión que tienden a salir a través las aberturas que tenga la edificación. Los combustibles continuarán ardiendo sin llama. El calor intenso calienta y evapora a los combustibles más livianos, como el hidrógeno y el metano del material combustible en la edificación, lo que hará que los humos y gases de la combustión en general sea más peligrosa.

Ejemplo de incendio en fase latente

1.3 Amago de incendio

Un amago de incendio, corresponde a un fuego de pequeña magnitud, que es descubierto o identificado y extinguido en los primeros momentos con los recursos humanos y técnicos disponibles en el lugar, por ejemplo extintores, agua o mantas, y antes de la llegada de bomberos. Evitando de este modo que se transforme en un fuego descontrolado.

Ejemplo de un amago de incendio

2. COMPORTAMIENTO DE LOS MATERIALES ANTE EL FUEGO

De acuerdo con la NCh 933.Of85, Prevención de Incendios en Edificios - Terminología, se define el "comportamiento al fuego" como "el conjunto de transformaciones físicas y químicas de un material o elemento sometido a la acción del fuego."

La resistencia al fuego, según lo que se indica en los principales normas y ordenanzas de construcción, puede definirse como el tiempo, expresado en minutos, durante el cual un material o una estructura es capaz de cumplir una serie de exigencias de resistencia al ser sometido a pruebas normadas de combustión en un laboratorio, siendo probado con temperatura y midiendo su comportamiento en el tiempo. Esto se compara con una curva de temperatura y tiempo normalizada y estandarizada. Las exigencias que se les piden a estos materiales o estructuras, consisten fundamentalmente en los siguientes dos puntos:

- El material o elemento constructivo debe mantener la capacidad resistente o características de resistencia durante el tiempo del ensayo de control (criterio de estabilidad).
- En cuanto a materiales o elementos constructivos que poseen componentes de la envolvente, o recubrimientos, estos deben asegurar que tienen la capacidad de impedir que el fuego pase desde el recinto en el que se desarrolla al otro recisto donde no hay fuego (criterio de integridad). Esto debe garantizar además que la temperatura en la superficie opuesta a la acción del fuego, no se produzcan aumentos de superiores a 140° C en promedio, ni mayores a 180°C en forma puntual (criterio de aislación).

Ejemplo de una puerta como componente resistente al fuego

Dependiendo de su capacidad, expresada en minutos, de resistir el fuego, los componentes constructivos y los materiales, se clasifican con la letra F y dos o tres números que representan la capacidad de resistencia al fuego, expresada en minutos.

Por ejemplo: en relación con los componentes constructivos o estructuras de madera comúnmente se les designa con F30, F60 y sólo en ocasiones especiales con F90. Esto significa que tienen duraciones de resistencia al fuego de 30, 60 y 90 minutos como mínimo, respectivamente.

A continuación se cita textual la tabla de “Resistencia al Fuego Requerida para los Elementos de Construcción de Edificios”, que entrega la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, en el Capítulo 3, Título 4, Artículo 4.3.3.

RESISTENCIA AL FUEGO REQUERIDA PARA
LOS ELEMENTOS DE CONSTRUCCION DE EDIFICIOS

	ELEMENTOS DE CONSTRUCCION								
TIPO	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
a	F-180	F-120	F-120	F-120	F-120	F- 30	F- 60	F-120	F- 60
b	F-150	F-120	F- 90	F- 90	F- 90	F- 15	F- 30	F- 90	F- 60
c	F-120	F- 90	F- 60	F- 60	F- 60	-	F- 15	F- 60	F- 30
d	F-120	F- 60	F- 60	F- 60	F- 30	-	-	F- 30	F- 15

SIMBOLOGIA:

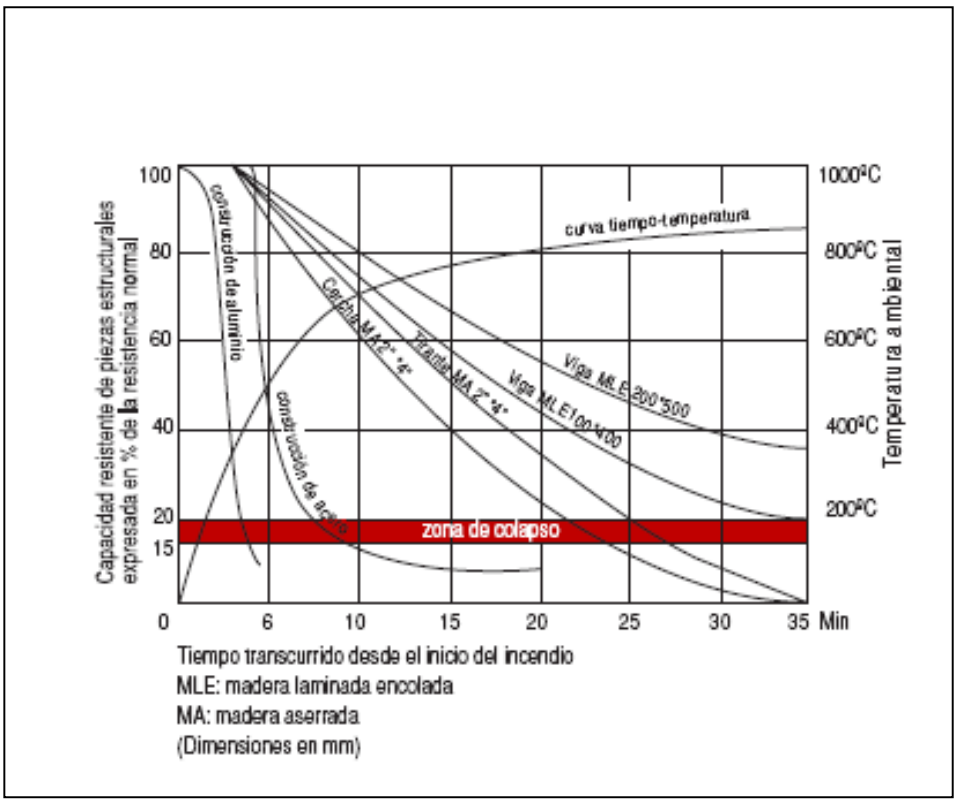
Elementos verticales:
(1) Muros cortafuego
(2) Muros zona vertical de seguridad y caja de escalera
(3) Muros caja ascensores
(4) Muros divisorios entre unidades (hasta la cubierta)
(5) Elementos soportantes verticales
(6) Muros no soportantes y tabiques

Elementos verticales y horizontales:
(7) Escaleras

Elementos horizontales:
(8) Elementos soportantes horizontales
(9) Techumbre incluido cielo falso

El gráfico siguiente se ha extraído de una publicación de la empresa Arauco denominada, Comportamiento al Fuego, Capítulo 3. Representa la disminución de la capacidad de resistencia al fuego de algunos materiales de construcción. Esto se expresa en términos porcentuales respecto del comportamiento de los mismos materiales en condiciones ambientales normales. Se puede observar cómo, en la medida que aumenta la temperatura en los momentos iniciales de un incendio, se reducen paralelamente las capacidades de resistencia al fuego de materiales definidos como “incombustibles”, como por ejemplo, los metales.

Temperatura y resistencia al fuego de materiales en el tiempo



En la NCH 933.Of85, Prevención de Incendios en Edificios - Terminología, se define “Curva Tiempo – Temperatura” como “la curva normalizada de coordenadas tiempo – temperatura que simula condiciones de incendio y que se utiliza en ensayos de resistencia al fuego de elementos usados en construcción.”

Estructuralmente, se habla que un material o estructura ha colapsado, cuando su capacidad de resistencia se ha reducido a un 20%, o menos, de su resistencia característica en condiciones normales. El gráfico anterior compara el comportamiento de una estructura metálica con el comportamiento de una estructura de “madera laminada”. Mientras la primera colapsa antes de los 10 minutos, la segunda puede resistir 30 minutos, a pesar que es de

madera, y la madera es considerada un elemento combustible. Esta resistencia podría ser mayor, en la medida que las dimensiones aumenten.

2.1 Diferentes materiales: madera, hormigón, fierro, vidrio, plásticos

- Madera

La madera es un material orgánico, que se obtiene de los árboles a través de la industria forestal. Está compuesto en gran medida por el Carbono que obtiene a través de los procesos de fotosíntesis, por lo tanto, la madera es básicamente carbón, y se quema. Por tal motivo, en la actualidad la madera y sus derivados, son ampliamente usados como combustible en distintos procesos, por ejemplo, en la calefacción domiciliaria, en la industria de la panadería. Sus propiedades combustibles no están en discusión, pero algo muy distinto es su comportamiento como material constructivo o como parte de una estructura, en un incendio. Y la madera puede ser tanto, o tal vez más segura que la mayoría de los materiales de construcción que usamos habitualmente, todo dependerá de las condiciones.

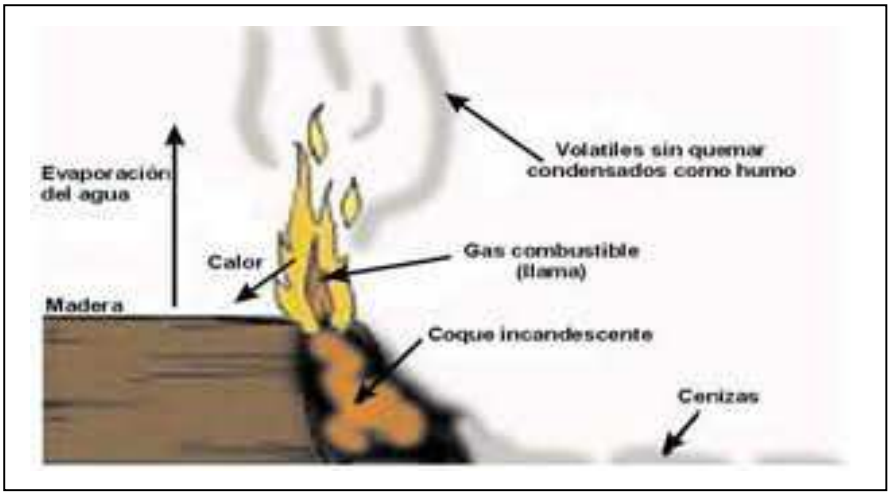
La madera, sigue siendo hoy en día un material ampliamente usado en la industria de la construcción, tanto en la fase de construcción, propiamente tal, como componente de la edificación final.

Estructura de madera tradicional en la construcción

La madera al estar expuesta durante tiempos prolongados a temperaturas de 120° C o superiores, puede entrar en proceso de inflamación y combustión, generando gran cantidad de humo, gases y carbón como residuo.

Además, de acuerdo con la teoría del tetraedro del fuego, en la medida que aumenta el calor, el tiempo que se necesita para que la medra se inflame es menor. En otras palabras, en la medida que aumenta la temperatura, el tiempo de inflamación y de combustión disminuye, pudiendo producirse una inflamación espontánea de la superficie de madera expuesta a temperaturas aproximadas a los 300° C. No obstante lo anterior, la madera tiene la capacidad de carbonizarse lentamente, con una rapidez de combustión que puede ser constante. Esto último se ha considerado últimamente por los profesionales encargados de los diseños de los edificios para incorporarla en sus estructuras con dimensiones y formas cada vez más originales. La resistencia de la madera a la acción del fuego, está directamente relacionada con la envergadura de su sección y de otros procesos o materiales fabricados a partir de la madera natural, como por ejemplo la madera laminada. La combustión de la madera ocurre desde afuera hacia adentro, por lo tanto, se asume que sólo el núcleo residual de madera no carbonizada participa en la resistencia de las solicitaciones.

Etapas típicas en la combustión de la madera



La madera, al ser un material con propiedades de baja conductividad térmica, y puesto que en condiciones ambientales presenta un porcentaje de humedad en torno al 12%, presenta una excelente resistencia a la penetración del fuego. Al quemarse como se mencionó anteriormente, lo hace desde afuera hacia adentro, a una velocidad de 0,7 mm/min, formando una costra o capa de carbón superficial, lo cual le otorga propiedades especiales y le permite mantener sus propiedades físicas y mecánicas por mayor tiempo que incluso estructuras de metal o de hormigón.

- Hormigón

Tradicionalmente se piensa que el hormigón es un material prácticamente indestructible y de una gran resistencia a la acción del fuego y a las altas temperaturas. En otras palabras se piensa que el hormigón “no se quema”. La experiencia ha demostrado que el hormigón es un material que tiene muchas propiedades mecánicas que lo hacen ser un

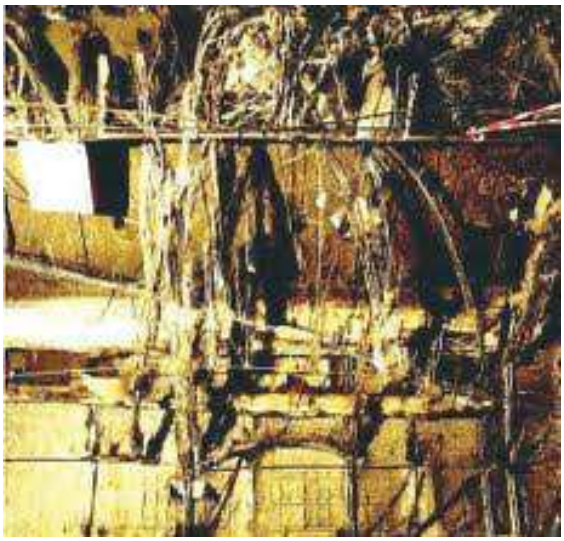
material altamente seguro, pero que sometido a altas temperaturas sufre cambios químicos y físicos, cuyas consecuencias dependerán de la temperatura al cual estuvo expuesto, al tiempo de exposición, al tipo de enfriamiento que tuvo una vez expuesto a calor extremo, y al tipo de hormigón, es decir a su composición y características.

Con el tiempo y con el avance de la tecnología y la ciencia de la construcción y de la ingeniería, las estructuras de hormigón son más esbeltas y los recubrimientos de hormigón sobre las barras de acero son más delgadas o tienen menos espesor. Esto ha provocado que estas estructuras, que por una parte son más livianas y otorgan otros beneficios, sean menos resistentes a la acción del fuego en caso de un incendio.

Explicado de manera simple, en un incendio, la resistencia del hormigón disminuye con el aumento de la temperatura, las estructuras se hacen más plásticos y se deforman más fácilmente, perdiendo sus propiedades mecánicas.

Al ser sometido a altas temperaturas el hormigón armado (hormigón más barras de acero) sufre deterioro y pérdida del recubrimiento de las barras. Esto debido a la diferencia en la dilatación frente al calor que sufre el acero versus el que sufre el hormigón, lo que afecta significativamente la adherencia acero – hormigón, que es la base de su resistencia estructural.

Daño en una estructura de hormigón armado, acero sin recubrimiento



- Acero

El acero es un material que cada vez se usa más en la industria de la construcción por sus propiedades mecánicas y físicas. Permite la construcción de grandes obras que el ser humano ha podido desarrollar. Sin embargo su resistencia al fuego es baja. Si bien es cierto, es un material que se considera “incombustible”, es sabido también que el acero pierde gradualmente su resistencia a partir de los 300 ºC, hasta alcanzar aproximadamente el 60% de su resistencia inicial a los 550ºC.

Las estructuras de acero deben ser adecuadamente protegidas de la acción del fuego, puesto que el acero es un muy buen conductor de la temperatura y acaparador de calor. En otras palabras, el tiempo que demora un material en aumentar su temperatura depende de su conductividad térmica. Y como el acero es material buen conductor, eleva su temperatura con mayor rapidez y cantidad.

Estructura de acero usada en la construcción

Estructura de acero deformada después de un incendio

Hoy en día, a nivel de países desarrollados, se han establecido normas que regulan y norman las exigencias de resistencia al fuego de las estructuras y que forman parte de la construcción en función del uso o destino del edificio (habitacional, educacional, comercial, etc.), la superficie construida y la altura de edificación. En Chile, la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, entrega especificaciones respecto de esto, las que fueron entregadas en el punto 6, Comportamiento de los Materiales ante el Fuego.

Las regulaciones en esta materia, también consideran otras variables, que son la carga de ocupación (la cantidad de ocupantes previstos del edificio, de acuerdo a una tabla que establece una relación base de superficie por ocupantes dependiendo de la actividad) y

la densidad de carga combustible (que analiza la carga combustible por unidad de superficie). Ambos conceptos están definidos en la Norma Chilena NCh 933. Of85.

- Vidrio

El vidrio es un material que ha sido ampliamente usado para cerrar vanos en ventanas y a la vez permitir el ingreso de la luz natural a las viviendas y edificaciones. Los avances tecnológicos han permitido obtener láminas de mayor tamaño y de distintas características y propiedades, entre otras, de resistencia mecánica, al impacto, con propiedades aislantes térmicas y acústicas, con filtro a radiaciones UV, de resistencia al fuego, etc.

Ejemplo de uso del vidrio en la construcción

Por las características propias de este material, su rigidez, y por los cambios (aumento) violentos de temperatura en un incendio, sufre grandes dilataciones térmicas hace que en general tenga un mal comportamiento ante el fuego en un incendio. Existen vidrios que tienen una protección en base a una armadura de alambre en su interior, esto evita que el vidrio caiga astillado, pero no evita su rotura.

Rotura de vidrios durante un incendio por dilatación térmica

Para otros usos, tales como los domésticos, algunos fabricantes modifican la composición del vidrio para evitar las fuertes dilataciones térmicas. Por ejemplo las fuentes que se usan para el horno son hechas con borosilicato.

- Plásticos

La industria del plástico, ha sido una de las de mayor desarrollo en los últimos años, particularmente después de la segunda guerra mundial. Su uso se ha expandido a prácticamente todas las industrias y sus variedades hoy se cuentan por cientos. Esto, desde la perspectiva de los incendios, ha creado un escenario complejo por las características combustibles de este material, principalmente en la construcción, como parte de sus materiales, como por los elementos del equipamiento y mobiliario de los edificios y viviendas.

Existen ciertos tipos de plásticos que arden más rápidamente, provocando condiciones de alto riesgo, para la seguridad de las personas, como para las instalaciones e infraestructura. Una forma de modificar o disminuir el riesgo, es identificar en los distintos materiales las propiedades que lo hacen ser peligrosos, y se modifican. Por ejemplo, antiguamente se iniciaban muchos incendios en los cines por el uso de las películas cinematográficas de nitrato de celulosa, las que presentaban riesgo de incendio espontáneo; esto se modificó, reemplazando las películas de nitrato de celulosa por otras de combustión lenta.

Ejemplo de uso del plástico como equipamiento dentro de los edificios

Los plásticos presentan diversos problemas de comportamiento frente al fuego los cuales pueden producirse en cualquier tipo de condición de combustión. Es decir, van desde la combustión completa o parcial, hasta la combustión latente (sin llama) o la pirolisis destructiva. Durante el proceso de combustión de un plástico, incluyendo a sus agentes o aditivos tendientes a mejorar alguna de sus propiedades, pueden generar una gran cantidad y variedad de agentes nocivos y tóxicos para la salud y para el medio ambiente. Los gases producto de la combustión de los plásticos son muchos, pero en general, el monóxido de carbono, es el que se genera con mayor rapidez que los otros gases tóxicos y tiende a ser el principal causante de las muertes en un incendio.

Por lo anterior, existe siempre, a nivel de bomberos y autoridades, mucha preocupación sobre el comportamiento de algunos plásticos durante un incendio. Esto es atribuible a los altos índices de combustión y de producción anormal de humo pesado y mayor contenido de calor por unidad de peso.

2.2 Tratamiento de los materiales ignifugantes y de los retardantes

En la actualidad existen distintos métodos para prevenir y retardar la acción del fuego, los que se conocen como materiales ingifugantes y retardantes.

Los retardantes de fuego corresponden a compuestos químicos que se le adicionan a los distintos materiales para aumentar su punto de ignición, con el objetivo de que el material expuesto al fuego, se demore más tiempo del habitual en arder.

Estos compuestos químicos se utilizan para recubrir los materiales, los que absorben los químicos retardantes, con la finalidad de eliminar cualquier espacio libre donde pueda

acumularse el oxígeno. Sin oxigeno, el fuego no existe y por ende no es posible que se propague.

Los retardantes actúan en los materiales haciendo que el proceso del fuego, consuma de manera más lenta los objetos impregnados con esta sustancia química, lo que permite ganar tiempo valioso para su combate.

Estos compuestos químicos pueden ser aplicados en diferentes materiales y espacios, como por ejemplo:

- Oficinas,
- Cines,
- Aviones,
- Vehículos de transporte,
- Muros
- Textiles
- Alfombras
- Caucho
- Losa
- Estructuras metálicas
- Entre otros.

Los ignifugantes, al igual que los retardantes, son compuestos químicos que se utilizan en combinación con pinturas y recubrimientos para proveer a los materiales de construcción y a las estructuras de una mayor protección contra el fuego.

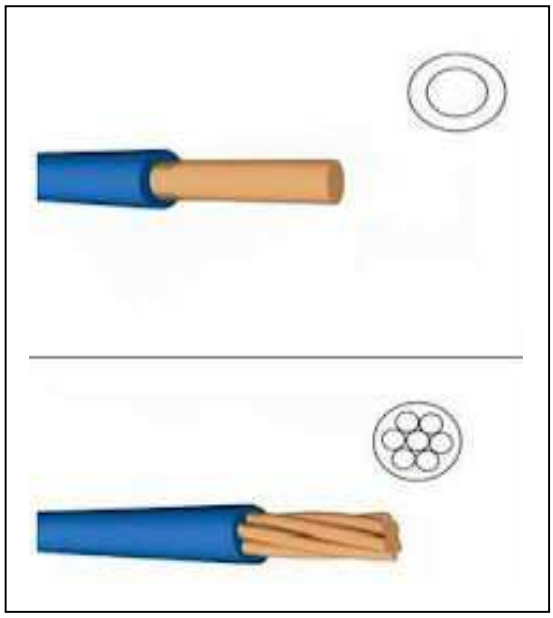
Estos compuestos químicos son utilizados en el tratamiento de diferente productos y materiales, a los cuales se les provee de propiedades y características resistentes al fuego. Específicamente los materiales que poseen sustancias ignifugas presentan dificultad para inflamarse y evitan la propagación de las llamas.

Las sustancias ignifugas se utilizan en los siguientes productos:

- Materiales de construcción
- Cables eléctricos
- Productos decorativos
- Ropa de cama
- Entre otros.

Ejemplos de materiales ignífugos usados en la industria textil

Ejemplo de material retardante a la acción del fuego en los conductores eléctricos



Existen tres métodos para que un producto presente propiedades ignifugantes, estos son:

- El método térmico
- El método del recubrimiento
- El método de emisión de gases

- El método térmico

Este método consiste en que los productos ignífugos reducen el calor acumulado en los materiales tratados, incrementando la conducción térmica, lo que produce una disminución y dispersión del calor. Además los materiales presentan un mayor aislamiento térmico, lo que genera una disminución en la transmisión del calor.

- El método del recubrimiento

Existen algunos ignifugantes que en presencia de bajas temperaturas se funden, formando una película sobre el material en donde fue aplicado, logrando por medio de la eliminación del oxígeno y la fuga de los gases el control del fuego. Un ejemplo de esto son las pinturas intumescentes.

- El método de emisión de gases

Este método consiste en que bajo el efecto del calor las sustancias químicas ignifugantes generan vapor de agua, amoniaco y anhídrido carbónico, compuestos que dispersan los gases combustibles, evitando la combustión.

RAMO: PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

UNIDAD II

SISTEMAS DE EXTINCIÓN Y PREVENCIÓN DEL FUEGO

1. TEORÍAS DE EXTINCIÓN DEL FUEGO: PRINCIPIO BÁSICO DE LA EXTINCIÓN Y EFECTO EXTINTOR

Las teorías de extinción del fuego, están directamente relacionadas con las teorías acerca de cómo se origina el fuego y sus componentes. Por una parte la teoría del triángulo del fuego, y por otra la del tetraedro del fuego.

Recordando lo visto, la teoría del triángulo del fuego supone la existencia de una combinación de tres elementos inseparables entre sí: el combustible, el comburente y el calor.

El combustible es cualquier tipo de material o sustancia que sea capaz de arder, o dicho de otro modo, de oxidarse violentamente. El combustible puede encontrarse en estado sólido, líquido, gaseoso o en forma de vapor. También pueden clasificarse en orgánicos (papeles, maderas, telas, hidrocarburos, grasas, carbohidratos, etc.), o inorgánicos (algunos metales, hidrógeno, etc.).

El comburente más común y de mayor disponibilidad corresponde al oxígeno, presente en el aire del ambiente, el cual permite el desarrollo de la combustión.

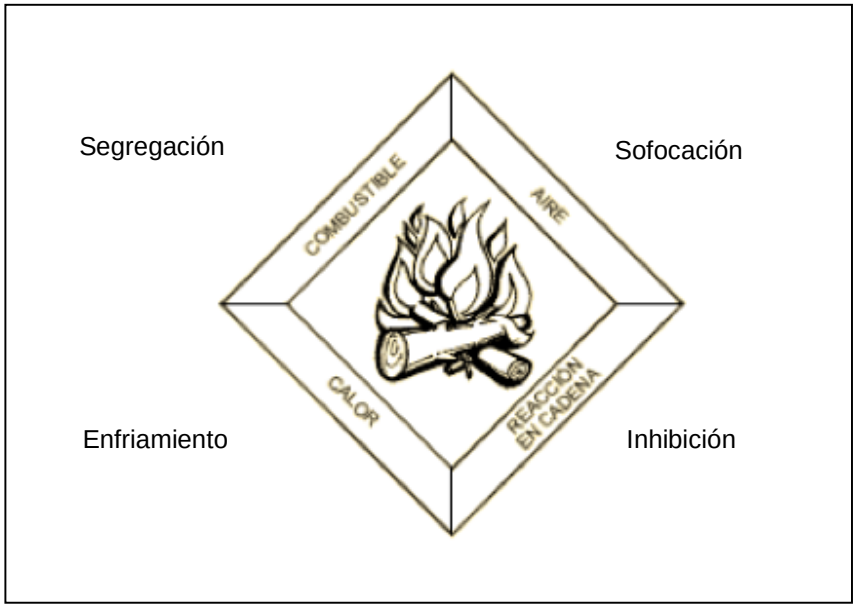
El calor, o energía de activación, corresponde al nivel de temperatura que debe tener un material o combustible para que se inicie la ignición y la combustión en presencia de oxígeno.

Por otra parte, la teoría del tetraedro del fuego considera agregar un cuarto elemento al triángulo del fuego, denominado: reacción en cadena, los cuales están directamente relacionados unos con otros. Se explica de la siguiente manera: cuando comienza a producirse la combustión, el calor que se produce se irradia al entorno, generando un aumento de la “actividad” de las moléculas de la materia que se encuentra en dicha zona (por efecto del calor). Si esta materia es un elemento combustible sólido o líquido, esa mayor actividad o “agitación” de sus moléculas, produce que comience a generar gases y vapores a altas temperaturas. Los vapores y gases así generados, al estar a altas temperaturas, y al mezclarse con el oxígeno del aire, se inflaman y producen la llama.

2. MÉTODOS DE EXTINCIÓN DEL FUEGO

Para que exista fuego deben estar presentes estos cuatro elementos en el proceso de combustión. Si falta alguno de los cuatro, el fuego se extingue. Por lo tanto, los sistemas para extinguir el fuego suponen la eliminación o el control de al menos uno de ellos.

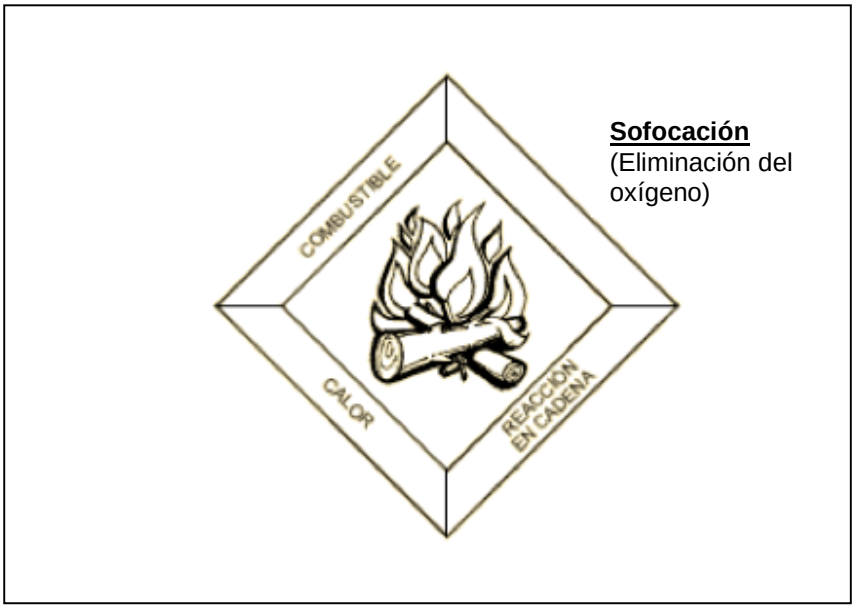
Métodos de extinción, según tetraedro del fuego



2.1 Sofocación

La sofocación es el método de extinción, a través del cual se quita o elimina el elemento comburente (oxígeno) de la combustión. De este modo al faltar el oxígeno, el fuego se va extinguiendo hasta “ahogar” el fuego por completo.

Método de extinción por sofocación



La sofocación se puede realizar de tres maneras:

a) Por desplazamiento del oxígeno existente en la combustión. Esto se puede lograr por medio de la aplicación de algún agente gaseoso inerte, por ejemplo, el dióxido de carbono CO2.

b) Poniendo alguna barrera o elemento incombustible entre el oxígeno y la combustión. Por ejemplo, las espumas de burbujas de aire, de base acuosa, de baja densidad, por lo tanto pueden flotar sobre los líquidos.

c) Cortando la entrada de oxígeno o de aire al lugar de la combustión. Un ejemplo simple de esto es cuando se inflama el aceite de un sartén, y el fuego se extingue al ponerle la tapa, o apagar un fuego cubriéndolo con una manta o con tierra.

2.2 Enfriamiento

El método de extinción por enfriamiento consiste en bajar la temperatura, o eliminando el calor, a través de la aplicación de agentes que tengan propiedades de gran absorción de calor (propiedad termodinámica).

Método de extinción por enfriamiento

Dentro de los agentes de enfriamiento comunmente usados, el agua es el elemento que resulta ser más efectivo en bajar la temperatura y disipar el calor de los combustibles, por debajo de su punto de inflamación, deteniendo de este modo la emisión de gases y vapores. El agua puede ser aplicada en forma de neblina, o en forma de chorro directo para

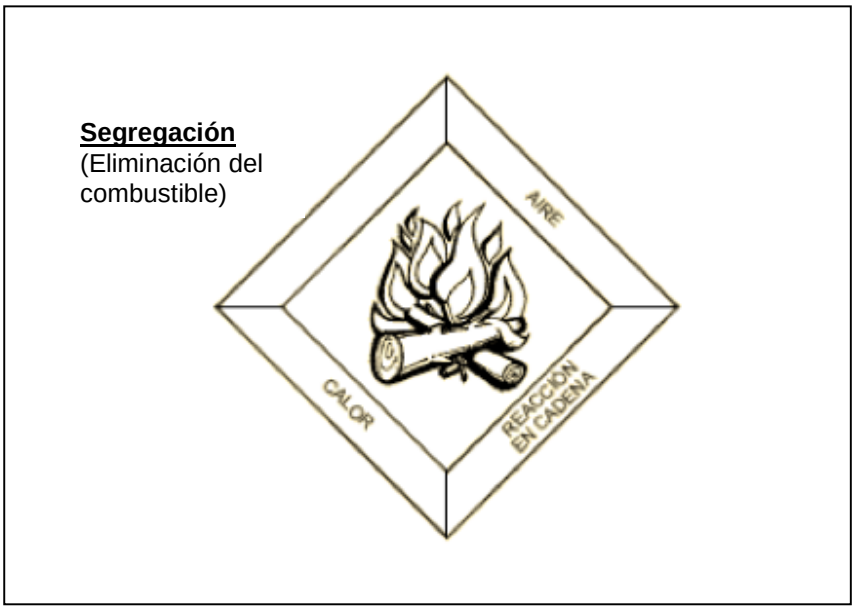
lograr un mayor alcance. Por otra parte, en gran parte de los incendios, el agua es el agente de extinción que está más disponible y es que tiene un menor costo.

En combinación con el enfriamiento, el ventilar, puede ser una gran ayuda para combatir un incendio, porque ayuda a bajar la temperatura por transferencia de calor, y a disminuir la cantidad de humo de la atmósfera, en particular en las zonas bajas, disminuyendo de este modo, además, las posibilidades de que ocurra una explosión por acumulación de gases y vapores.

2.3 Segregación

El método de la segregación, tiene como propósito evitar que el proceso de reacción tenga combustible para alimentarse y así continuar el proceso. En otras palabras, consiste en eliminar o retirar el combustible. Esto se puede hacer separando el combustible, alejándolo de la combustión, o también poniendo barreras incombustibles o cortafuegos que eviten que el fuego encuentre más combustibles. Esto es muy usado en los incendios forestales y en los fuegos de pastizales.

Método de extinción por segregación



2.4 Inhibición

Este método de extinción consiste en intervenir en la reacción química en cadena de la combustión, a través de la aplicación de agentes químicos catalizadores que impiden la

transmisión de calor de unas partículas a otras del combustible. Por ejemplo: el empleo de polvos químicos y halones.

Método de extinción por inhibición

3. SISTEMAS DE EXTINCIÓN

Los sistemas de extinción de incendios, tienen que ver necesariamente con la aplicación de uno o más agentes extintores, excepto si se aplica el método de segregación. Lo importante es que, independientemente del procedimiento de extinción de un fuego que se emplee, se debe considerar que para tener éxito, se debe generar la aplicación del agente extintor en la cantidad y velocidad, necesarias para luchar contra un incendio dado.

3.1 Red seca y húmeda

Estos sistemas de protección contra incendios, que poseen toma fija de agua, y tienen como propósito, facilitar el suministro de agua para el combate del fuego el fuego, en caso de ocurrir un incendio. No obstante lo anterior, aunque las redes húmedas y las redes secas persiguen el mismo fin, son muy distintas entre. La Red Seca corresponde a un sistema, o red, de cañerías que tiene como propósito transportar el agua desde un camión autobomba del cuerpo de bomberos hasta las conexiones interiores, que se encuentran instaladas en cada piso, para conectar las mangueras. Por su parte, la Red Húmeda, consiste en un sistema de cañerías instaladas, o red, de suministro de agua totalmente automática, con mangueras ya conectadas, las que se desenrollan y activan en caso de ocurrir un incendio.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones OGUC, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en el artículo 4.3.9 establece que “en las edificaciones que corresponda, se deberán considerar estanques de agua potable y un sistema de redes para la provisión de agua que se denominará red de incendio (red húmeda y red seca), de conformidad a las exigencias mínimas previstas en el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Agua Potable y de Alcantarillado (RIDAA) aprobado por D.S. Nº 50 del Ministerio de Obras Públicas, de 2002, y sus modificaciones.”

De acuerdo con el artículo 53º de esta norma, “en toda edificación, se deberá considerar un sistema de redes para la provisión de agua, que se denominará red de incendio (red húmeda y red seca).”

a) Red seca

La red seca, corresponde a un sistema de cañerías sin agua, no conectadas a la red de agua, instalada para uso exclusivo de bomberos en caso de ocurrir un incendio. Este sistema debe tener instalada en el primer piso del edificio, en la parte exterior de este, o en los accesos principales, en el caso de tratarse de condominios de más de un edificio, una conexión especial para que al llegar personal de bomberos al lugar, puedan conectar el carro bomba, impulsando con presión el agua por medio de las motobombas del carro hacia los pisos superiores del edificio.

Según el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Alcantarillado y Agua Potable (RIDAA), a continuación se detallan las exigencias para una red seca contra incendios:

- En todos los edificios de cinco pisos de altura, o más, deberá instalarse una red seca para agua, la cual debe ser independiente de la red de distribución de agua potable, y no conectada a ella.
- Deben ser una cañería matriz para utilización exclusiva por parte de bomberos.
- Estas cañerías deben ser de acero galvanizado de calidad ASTM A-53, con hilo exterior (HE), y de un diámetro mínimo de 100 mm (4”).
- En cada uno de los pisos, incluyendo el o los subterráneos, debe existir un terminal con llave de paso, que permite liberar el paso del agua exclusivamente, según necesidad, en el piso donde ocurre el incendio.
- Los terminales deben estar señalizados y deben ubicarse en espacios comunes y en lugares visibles y de fácil acceso, y debe estar ubicada de tal manera que permita una fácil inspección.

Señalética de bocas de entrada

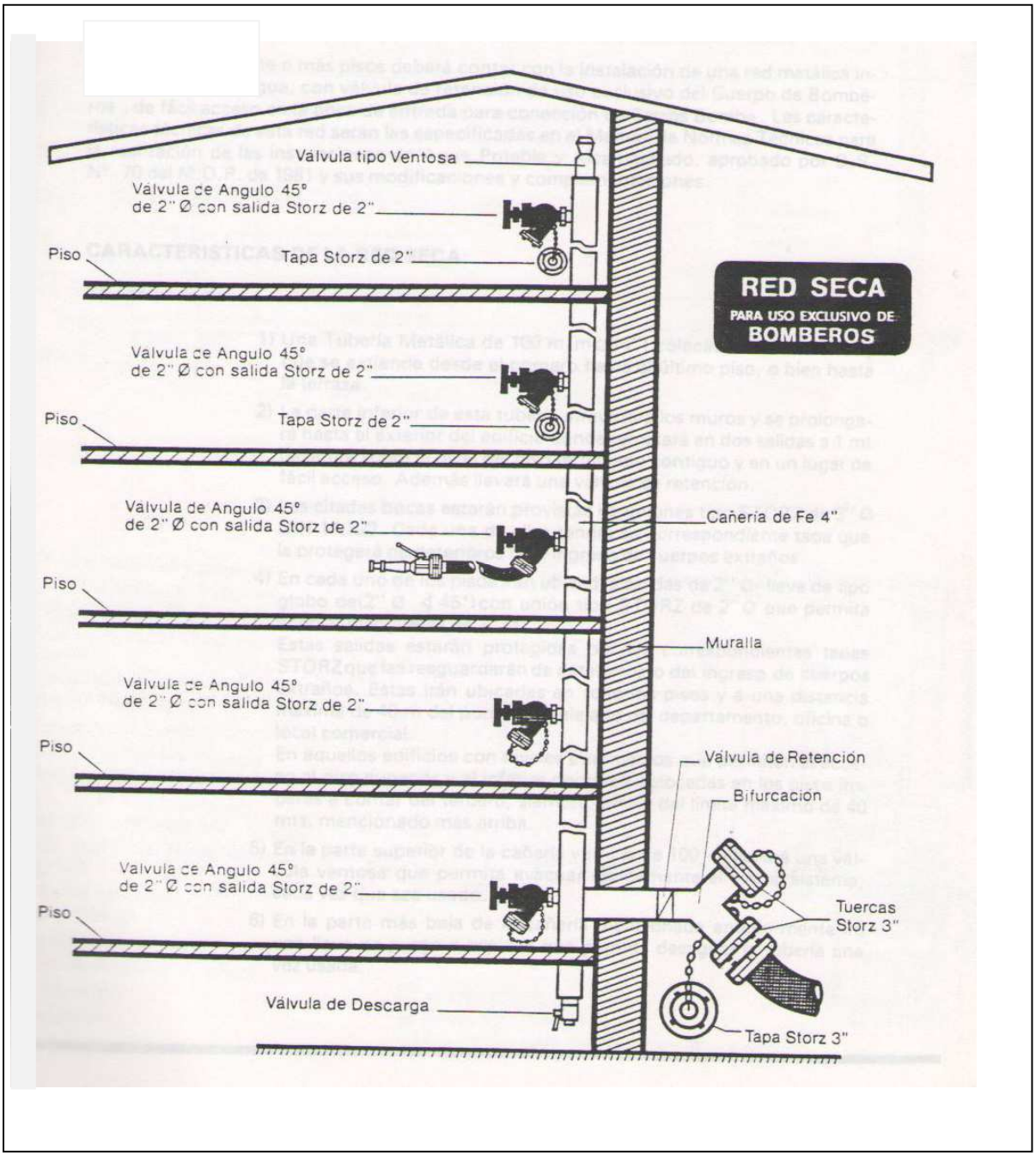
- Ningún punto, de cada piso, debe quedar a una distancia mayor de 40 m de una boca de salida.
- No es aceptable ubicarlas en las cajas de escala presurizadas ni en lugares junto con conductores eléctricos.
- En la parte superior la red de cañerías, debe llevar una ventosa, u otro dispositivo, que permita liberar el aire en la red, cada vez que el sistema sea necesario usar el sistema por parte de bomberos.
- Debe tener una llave de purga que permita eliminar toda el agua residual de la red una vez que ha sido necesario usarla.
- En el exterior del edificio, ubicadas a 1 metro de altura, y un lugar de fácil acceso, debe tener dos bocas de 75 mm (3”), donde se conectan las mangueras de los carros de bomberos.

Bocas de conexión con tapas Storz

- Cada una de las bocas de conexión debe tener una tapa tipo Storz que evite el ingreso de objetos que puedan obstaculizar su uso, asegurada con una cadenilla.

Señalética de boca de salida

Esquema básico de una red seca con sus partes



b) Red Húmeda

La red húmeda, se puede definir como un sistema de cañerías alimentadas de agua desde la red pública, cuyo propósito es disponer de agua para una primera intervención, en caso de ocurrir un incendio. La salida de la red húmeda, llamada boca de incendio, está formada por una manguera con un pitón de distintos tipos en el extremo, y una llave de paso, ubicadas dentro de un gabinete especial, de fácil acceso, en cada piso de los edificios donde según la normativa vigente es obligatorio.

Boca de incendio y gabinete de red húmeda

Respecto de las redes húmedas, el artículo 53º del Decreto Supremo Nº 50 del Ministerio de Obras Públicas, año 2003, que aprueba el Reglamento de Instalaciones Domiciliarias de Alcantarillado y Agua Potable (RIDAA), señala textualmente lo siguiente:

- "En los inmuebles destinados a la reunión de personas tales como hospitales, comercio, escuelas, industrias, edificios públicos, deportivos y otros destinados al mismo efecto, así como también en los edificios de tres o más pisos se deberá considerar para utilización contra fuegos incipientes, una boca de incendio de 25 mm como mínimo por piso, conectada al sistema de distribución de agua del edificio. Las bocas de incendio se distribuirán de manera que ningún punto del inmueble quede a una distancia mayor de veinticinco metros de ellos, con una manguera que cubra el punto más alejado y su acceso será expedito y de fácil accionamiento de válvulas y mangueras."

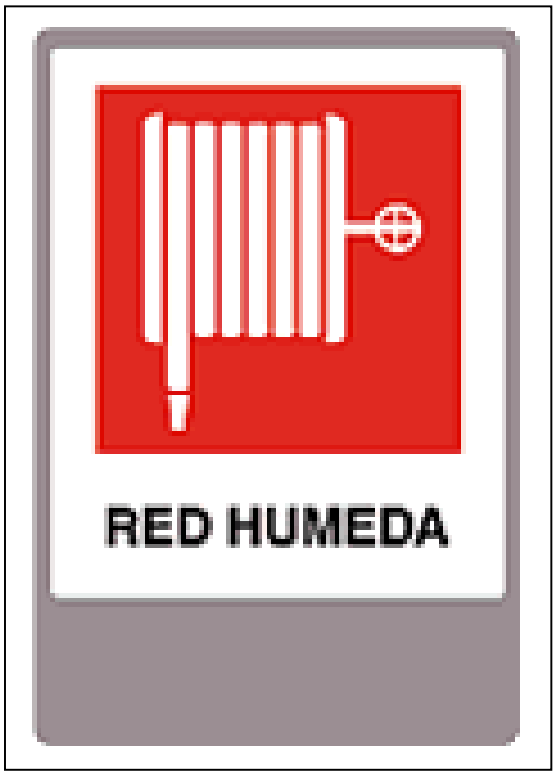
- “En edificios de departamentos las bocas de incendio deberán ubicarse en espacios comunes, y en aquellos casos que no se pueda cumplir con la distancia señalada en el inciso precedente, podrán aceptarse mangueras de longitud superior a 25 metros, siempre que permitan contar una presión de 8 m.c.a. a la salida de la manguera.”. Una presión de 8 m.c.a, significa 8 metros columna de agua.
- “Cada boca de incendio se ubicará en un nicho con puerta de vidrio debidamente señalizado, en lugares de fácil acceso y rápida ubicación, excepto las escalas presurizadas. Este nicho se ubicará a una altura entre 0,9 m. y 1,5 m. sobre el nivel del piso, y contará con una manguera resistente a una temperatura de 80° C, con certificado de calidad y especificada para estos efectos.”
- “La boca de incendio tendrá llave de salida del tipo cierre rápido, válvula del tipo bola o globo angular de 45°, a la que deberá conectarse una manguera de diámetro igual al de la boca de incendio, con su respectivo pitón. Las mangueras que deberán ser del tipo semirrígidas, no podrán estar sometidas en ningún caso a presiones mayores que 70 m.c.a.”

Boca de incendio con pitón y válvula de bola angular de 45º

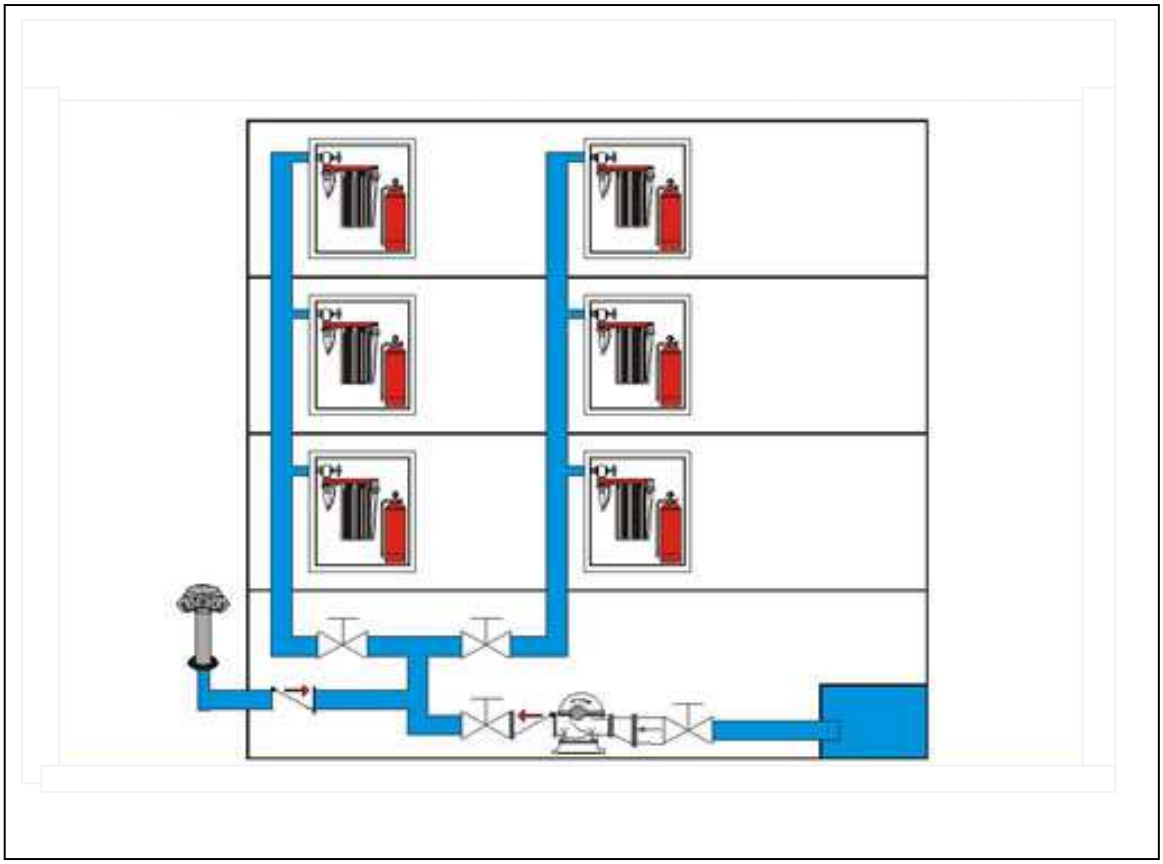
- “En las bocas de incendio de 25 mm, el pitón de la manguera tendrá una boquilla cuyo diámetro interior será mayor o igual a 7 mm.”
- “En cada vivienda unifamiliar, vivienda social o inmuebles similares destinados a otros fines y que enfrenten a la red pública, deberán contar a lo menos con una llave de salida con hilo exterior, de un diámetro igual al del arranque de agua potable.”

- “Según las características de la edificación, en el diseño de la red de distribución que alimenta la red húmeda deberá considerarse la operación simultánea de dos o más bocas de incendio.”

Señalética de red húmeda



Esquema básico de una red húmeda



3.2 Sistemas automáticos de extinción

Dicho en palabras simples, un sistema automático de extinción, es un sistema de control y/o supresión del fuego que, en combinación con elementos fusibles, se accionan por efecto del aumento de la temperatura, descargando el agente extintor de manera uniforme, comandados por válvulas de control. En general son muy eficientes en el control de los fuegos, pero esa efectividad dependerá de las variables que se consideren para su diseño, operación y mantenimiento. Por ejemplo: si la carga combustible aumenta a una mayor que la considerada en el diseño, si se cambia el uso del recinto o la distribución espacial (remodelación).

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones OGUC, del Ministerio de Vivienda y Urbanismo, en el artículo 1.1.2, define los sistemas automáticos de extinción de incendio como el “conjunto formado por dispositivos y equipos capaces de detectar y descargar, en forma automática, un agente extintor de fuego en un área de incendio.”

La misma Ordenanza, establece:

“Artículo 4.3.22 Será obligatorio el uso de sistemas de protección activa en las edificaciones de 3 o más pisos destinadas a la permanencia de personas, en los casos que no pueda garantizarse la evacuación de los ocupantes por sus propios medios o en los que por razones de seguridad se contemplen cierres no controlables por sus ocupantes, tales como sectores de enfermos no ambulatorios en hospitales, locales para el cuidado de personas con serias patologías mentales, lugares de detención o reclusión de personas, y similares.”

“Se exceptúan de lo señalado en el inciso anterior las edificaciones cuya carga de ocupación sea inferior a 50 personas.”

“Artículo 4.3.26. No requerirán protección contra el fuego las edificaciones de un piso realizadas con elementos de construcción no combustibles, que cumplan con los siguientes requisitos:

- Tener una carga de ocupación inferior a 100 personas.
- Contemplar en todos sus recintos una carga combustible media inferior a 250 MJ/m2.
- Asegurar su ocupación sólo por personas adultas que puedan valerse por sí mismas.
- Tener destino de equipamiento.
- Estar separada de los deslindes por una distancia no inferior a 4 m. Tratándose de edificaciones con protección activa, se podrá aumentar la altura en 1 piso y la carga de ocupación en un 50%.”

“Artículo 4.3.27 Para los efectos de este Título se entenderá por pasillo protegido aquél cuyo resguardo contra el fuego cumple las siguientes condiciones:

- Está aislado con respecto a otros recintos mediante elementos con una resistencia al fuego no menor a F-120.
- Las puertas y tapas de aberturas tienen una resistencia al fuego de al menos F-30 y no ocupan más del 20% de la superficie de los paramentos del pasillo.
- Contempla detectores de humo e iluminación de emergencia.
- Su longitud no es superior a 30 m.”

Los sistemas automáticos de extinción del fuego, en conjunto con los sistemas de detección, son por definición sistemas de protección activa. La misma OGUC, define qué es un sistema de protección activa en el punto 2, del artículo 4.3.1, se señala que es “la compuesta por sistemas que, conectados a sensores o dispositivos de detección, entran automáticamente en funcionamiento frente a determinados rangos de partículas y temperatura del aire, descargando agentes extintores de fuego tales como agua, gases, espumas o polvos químicos.”

Por su parte, el DS DS 594 que aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajon en el artículo 52, establece que “en los lugares en que se almacenen o manipulen sustancias peligrosas, la autoridad sanitaria podrá exigir un sistema automático de detección de incendios.”

“Además, en caso de existir alto riesgo potencial, dado el volumen o naturaleza de las sustancias, podrá exigir la instalación de un sistema automático de extinción de incendios, cuyo agente de extinción sea compatible con el riesgo a proteger.” Los sistema automáticos de detección de incendios, serán abordados en detalle en el punto 4.4 de la presente Unidad.

a) Principio de funcionamiento

Los sistemas automáticos de extinción, también llamados rociadores automáticos o sprinkler, son sistemas de protección activa termosensibles, diseñados para operar de manera automática a ciertas temperaturas ambientales, produciendo liberación de agua sobre el fuego para extinguirlo totalmente, o bien para impedir y retardar su propagación. Esto último ocurre cuando foco inicial está fuera de su alcance, o cuando se trata de un tipo de fuego que no es posible extinguir por medio de agua descargada por los rociadores.

En el momento de la descarga, el agua sale por las boquillas de los rociadores, los cuales están conectados a lo largo de una red de tuberías, generalmente suspendidas. Para provocar la descarga automática, tienen elementos sensibles a la temperatura, dependiendo de esto, se tienen los siguientes tipos de rociadores:

- Rociadores de Enlace Fusible.

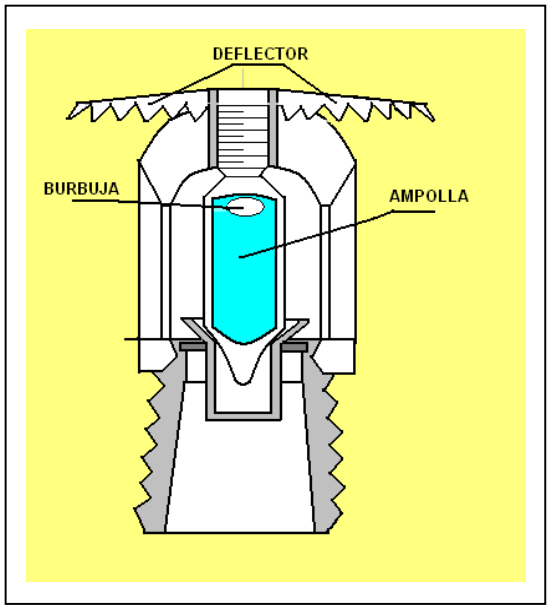
Este tipo de rociador o sprinkler, se activa cuando la aleación metálica del fusible, cuya temperatura de fusión (punto de fusión) está predeterminado, se funde. En ese momento actúa un mecanismo para activarlo y se reduce al mínimo el tiempo de actuación.

Ejemplo de rociador de enlace fusible

- Rociadores de Ampolla

Este tipo de rociador o sprinkler automático funciona al romperse una ampolla o bulbo frágil, que en su interior tiene líquido y una burbuja de aire. Al calentarse el líquido, hierve y se expande rompiendo el bulbo de vidrio y libera el agua en forma de chorro nubelizado. La temperatura de activación se regula graduando la cantidad de líquido y el tamaño de la burbuja el bulbo.

Esquema de un rociador de ampolla



- Rociadores con otros componentes termosensibles

Además de los sistemas ya mencionados, para provocar la acción automática por aumento de la temperatura ambiente y la liberación del agua, se utilizan también otros elementos sensibles a estos cambios como discos bimetálicos, cápsulas de aleación fusible y cápsulas químicas.

Cuando el rociador o sprinkler reacciona al aumento de la temperatura del aire que lo rodea, sus partes móviles se activan y se mueven, y el agua se descarga con cierta presión, a través del orificio del rociador contra el deflector. La cantidad de agua que se descargue dependerá de la presión, del caudal de la red a la que está conectado y de la abertura del sprinkler.

Ejemplo de sprinkler con fusible bimetálico

b) Temperatura de Activación

Los rociadores automáticos o sprinkler, se clasifican de acuerdo con la temperatura de activación. Esta temperatura es determinada en laboratorio con pruebas estandarizadas para los distintos tipos de fusibles. Esta temperatura está impresa en el enlace fusible de cada rociador automático y determinará el color del fusible, los cuales están normalizados internacionalmente.

Los sprinkler que se activan con sistemas distintos a los fusibles, también deben llevar la temperatura de activación impresa en alguna de las piezas mecánicas móviles, la que debe ser verificada, según a temperatura de activación que se necesite para un recinto determinado, dependiendo de la carga de fuego existente y las temperaturas que se proyectan.

Colores de los fusibles, según temperatura de activación

La siguiente tabla, muestra la clasificación de colores y de la temperatura, en función de la máxima temperatura en el techo del recinto y de la temperatura de activación.

Máxima temperatura en el techo		Temperatura de activación		Clasificación de la temperatura	Código de colores	Color de la ampolla de vidrio
F°	C°	F°	C°			
100	38	135 - 170	59 – 77	Ordinaria	Sin color	Naranja o rojo
150	66	175 - 225	79 – 107	Intermedia	Blanco	Amarillo o verde
225	107	250 - 300	121 – 149	Alta	Azul	Azul
300	149	325 - 375	163 - 191	Muy alta	Rojo	Morado
375	191	400 – 475	204 – 246	Extra alta	Verde	Negro
475	246	500 – 575	260 – 302	Ultra alta	Naranja	Negro
625	329	650	343	Ultra alta	Naranja	Negro

En términos generales, y con el propósito de aplicar un margen de seguridad en la elección de un rociador automático, se debiera elegir, dependiendo de la temperatura estimada, siempre uno de sensibilidad más baja. De este modo se tiene mayor seguridad y confianza. Por ejemplo nunca se debe elegir uno ordinario para temperaturas de 135 a 150 ºF o 57 a 77 ºC, donde las temperaturas puedan sobrepasar los 100 ºF o 38 ºC.

En cuanto a los criterios de aplicación de los sprinkler y las distancias de estos a las distintas fuentes de calor, en las tablas siguientes, se entregan criterios estandarizados para las distintas clases de rociadores:

Distancia de los rociadores a los focos caloríficos			
Foco calorífico	**Grado ordinario**	**Grado intermedio**	**Grado alto**
1. Conductos de calefacción (a) Encima	> 2` (pie) 6 “ (pulgadas)	≤ 2` 6”	--------
(b) Al lado y debajo	> 1`	≤ 1’	-----
(c) Difusor (c) Descarga descendente (c) Descarga horizontal	Cualquier distancia excepto la indicada bajo grado intermedio	Hacia abajo; cilindro con 1` de radio desde el borde, que se extiende 1’ por debajo y 2` 6” por encima	Cilindro de 7` de radio que se extiende 7` por encima y 2’ por debajo del calentador.
2. Calentador (a) Descarga horizontal	-----	Lado de descarga, cilindro en forma de tarta, de radio 7’ y 20’, que se extiende 7’ por encima y 2’ por debajo del calentador; también cilindro de 7’ de radio que se extiende más de 7’ por encima del calentador.	Cilindro de 7’ de radio que se extiende 7’ por encima y 2’ por debajo del calentador.
(b) Descarga vertical descendente	-----	Cilindro de 7’ de radio que se extiende hacia arriba desde una distancia de 7’ por encima del calentador	Cilindro de 7’ de radio que se extiende desde la parte superior del calentador hasta una distancia de 7’ por encima.
3. Condiciones de vapor de agua (sin calorifugar) (a) Encima	> 2’ 6 “	≤ 2’ 6”	----
(b) Al lado y debajo	> 1’	≤ 1’	----
(c) Válvula de escape	> 7’	----	≤ 7’
Claraboya	-----	Plástico o vidrio	----
Áticos	Con ventilación	Sin ventilación	----
Tejados de gran pendiente: metálicos o de maderas; aislados o no; ocultos o no	Con ventilación	Sin ventilación	----
Tejados planos: metálicos, sin ocultar, aislados o no	Con o sin ventilación	Para tejados sin aislar, el clima y el tipo de actividad pueden requerir rociadores intermedios. Verificar	----
Tejados planos: metálicos; ocultos, aislados o no	Con ventilación	Sin ventilación	----
Ventanas vistas	Con ventilación	Sin ventilación	---

c) Casos Especiales

Existen situaciones en las cuales no es posible instalar rociadores convencionales o del tipo colgante desde el cielo de la edificación o recinto. Existen casos especiales en los cuales se requerirá una distribución distinta del agua, o cuando deben instalarse en ambientes corrosivos.

- Rociadores Residenciales

Tienen fusibles que se activan a temperaturas considerablemente menores que los sprinklers convencionales de uso industrial (aproximadamente 1/5 del tiempo de uno convencional). Se usan en viviendas que requieren una rápida activación, porque por las características de la materialidad pueden alcanzar rápido desarrollo de un incendio.

Ejemplos de rociadores residenciales

- Rociadores de Gota Gorda

Estos rociadores son especiales, puesto que, como su nombre lo indica, permiten una descarga con un caudal mayor, es decir, liberan más agua en la misma cantidad de tiempo que un rociador convencional, provocando una mayor penetración y acción del agente extintor.

- Rociadores de Pared

Estos rociadores son muy similares a los convencionales colgados desde el cielo del recinto, pero con la diferencia que descargan el agente extintor de lado, puesto que se

ubican en una pared, en el extremo superior, cerca del cielo o techo del recinto. En este punto es donde alcanzan su mayor eficiencia y poder de acción.

Tienen un alcance horizontal promedio de unos 4,6 m, aproximadamente, y por lo tanto, tienen una mayor cobertura en superficie, que los rociadores convencionales que cuelgan desde arriba. Se usan para proteger recintos donde por la naturaleza de las actividades y procesos que se desarrollan, existe un riesgo bajo, tales como: recepción de hoteles, comedores, oficinas y otras situaciones donde las cañerías que alimentan los rociadores convencionales tendrían un efecto estético no deseado, o bien, donde no es posible instalarlos por las características constructivas del sector del edificio.

Ejemplo de rociador de pared de acción lateral

3.3 Extintores: tipo y selección

Los extintores de incendios son equipos de cuerpo metálico, que tienen en su interior un agente extintor que al ser sometido a una presión por en gas propulsor, sale proyectado, permitiendo actuar sobre el fuego.

Dependiendo de su masa y la forma en que pueda ser trasladado, se clasifican en dos tipos:

- Manual: son aquellos cuya masa que se transporta es igual o inferior a 20 Kg.
- Dorsal: son aquellos cuya masa transporta es igual o inferior a 30 Kg.

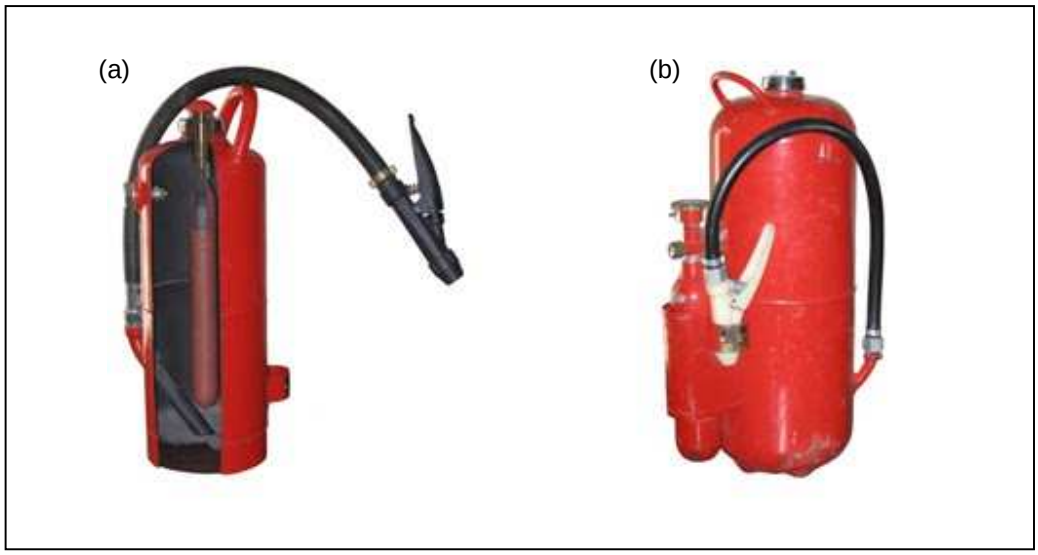
Además, también se clasifican en dos tipos dependiendo de que la presión interna que se obtenga por compresión previa o en la liberación del gas auxiliar impulsor:

- Extintores de presión incorporada: se denomina de esta manera a los extintores que están de manera permanente presurizados por gas impulsor en el interior del cuerpo del extintor. Estos equipos son los que se ven de manera más común en todas partes y son de amplio uso. Poseen un manómetro que permite controlar la presión del gas impulsor. En este tipo de extintores, a su vez, se pueden encontrar tres sub-grupos: (i) extintores de dióxido de carbono (agente gaseoso con propiedades de auto impulsión), (ii) extintores de halón 1211 (con agente en fase líquida y gaseosa, cuya presión de impulsión se consigue mediante su propia tensión de vapor y nitrógeno seco propelente), y (iii) extintores de agua, polvo químico, etc. (con agente líquido o sólido polverulento, cuya presión de impulsión se obtiene empleando nitrógeno seco o propelente, o dióxido de carbono seco, aunque a veces se emplea aire comprimido que sale por diferencias de presión con el exterior.

Extintores de presión incorporada

- Extintores de presión adosada: En este tipo de extintores, el gas impulsor se encuentra en un cilindro independiente) adosado o junto al cilindro principal (ver (b) en figura siguiente), o incluso dentro de este (ver (a) en figura siguiente). Dependiendo de donde se encuentre el cilindro, pueden ser de presión adosada interna y de presión adosada externa.

Extintores de presión adosada interna y externa



La siguiente tabla, muestra los distintos tipos de gases más empleados para presurizar agentes extintores y sus usos:

Tipo de gas	Uso y empleo	Tipo de agente que presuriza
CO_2	Es el más utilizado y se emplea seco	Sí mismo Los polvos químicos secos El agua Las espumas
Nitrógeno	Se emplea a veces en sustitución del CO_2	Los halones Los polvos químicos secos El agua Las espumas
Aire	Sólo se utiliza con el agua	El agua

De acuerdo con el DS 594, que aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo, establece respecto de los extintores de incendios, señala lo siguiente:

"Artículo 45. Todo lugar de trabajo en que exista algún riesgo de incendio, ya sea por la estructura del edificio o por la naturaleza del trabajo que se realiza, deberá contar con extintores de incendio, del tipo adecuado a los materiales combustibles o inflamables que en él existan o se manipulen. El número total de extintores dependerá de la superficie a proteger de acuerdo a lo señalado en el artículo 46º. Los extintores deberán cumplir con los requisitos

y características que establece el decreto supremo Nº 369, de 1996, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, o el que lo reemplace, y en lo no previsto por éste por las normas chilenas oficiales. Además, deberán estar certificados por un laboratorio acreditado de acuerdo a lo estipulado en dicho reglamento." De acuerdo con los indicado en el DS 369, los laboratorios certificadores deben estar acreditados por el Sistema de Acreditación del INN (Instituto de Nacional de Normalización).

"Artículo 46. El potencial de extinción mínimo por superficie de cubrimiento y distancia de traslado será el indicado en la siguiente tabla:"

Superficie de cubrimiento máxima por extintor	Potencial de extinción mínima	Distancia máxima de traslado del extintor
150	4A	9
225	6A	11
375	10A	13
420	20A	15

"El número mínimo de extintores deberá determinarse dividiendo la superficie a proteger por la superficie de cubrimiento máxima del extintor indicada en la tabla precedente y aproximando el valor resultante al entero superior. Este número de extintores deberá distribuirse en la superficie a proteger de modo tal que desde cualquier punto, el recorrido hasta el equipo más cercano no supere la distancia máxima de traslado correspondiente.

Podrán utilizarse extintores de menor capacidad que los señalados en la tabla precedente, pero en cantidad tal que su contenido alcance el potencial mínimo exigido, de acuerdo a la correspondiente superficie de cubrimiento máxima por extintor.

En caso de existir riesgo de fuego clase B, el potencial mínimo exigido para cada extintor será 10 B, con excepción de aquellas zonas de almacenamiento de combustible en las que el potencial mínimo exigido será 40 B."

Por su parte el DS 369, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, del año 1996, que establece normas sobre extintores portátiles, entrega especificaciones respecto de los extintores. Dentro de estas destacan las siguientes:

- Los extintores deben ser de color rojo
- Deben estar rotulados en español
- Los extintores deben tener una etiqueta o rótulo que entregue información respecto de las características de fabricación del cilindro metálico, sobre las características del agente extintor, y además instrucciones de uso del equipo.

Etiqueta o rótulo de un extintor de acuerdo a la normativa

Respecto de la instalación o ubicación de los extintores, todos los extintores deben estar colgados en altura y señalizados. El DS 594 indica en su Artículo 47, que “los extintores se ubicarán en sitios de fácil acceso y clara identificación, libres de cualquier obstáculo, y estarán en condiciones de funcionamiento máximo. Se colocarán a una altura máxima de 1,30 metros, medidos desde el suelo hasta la base del extintor y estarán debidamente señalizados.”

Complementando lo señalado por la normativa, es recomendable que, dependiendo de su masa y quienes los vayan a operar en caso de ser necesario, sean instalados a una altura que permita su fácil retiro en caso de ser necesario, y que no permita que sean manipulados por niños, ni que representen riesgo de golpe en su cabeza o por la caída de estos.

Respecto de los tipos de agentes extintores que contienen los extintores de incendio, el DS 594, en su artículo 50, establece la siguiente tabla que orienta acerca de cuáles se pueden usar, dependiendo del tipo de fuego:

Tipo de fuego	Agentes de extinción
Clase A: Combustibles sólidos, tales como papeles, maderas, géneros, etc.	Agua presurizada, espuma, polvo químico seco ABC
Clase B: Líquidos combustibles o	Espuma, dióxido de carbono (CO_2), polvo

inflamables, grasas y materiales similares.	químico seco ABC - BC
Clase C: Inflamación de equipos que se encuentran energizados eléctricamente.	Dióxido de carbono (CO_2), polvo químico seco ABC - BC
Clase D: Metales combustibles tales como sodio, titanio, potasio, magnesio, etc	Polvo químico especial

RAMO: PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

UNIDAD II

SISTEMAS DE EXTINCIÓN Y PREVENCIÓN DEL FUEGO

1.1 Agentes extintores: características y propiedades (agua, espuma, CO2, PQS, halogenados, etc.)

A continuación se hará un breve análisis de los *agentes de extinción* que más se usan en la actualidad:

a) Agua

Es el agente de extinción más usado, puesto que dadas sus características termodinámicas, tiene excelentes resultados para enfriar y en algunos casos sofocar el fuego cuando se vaporiza.

Se puede aplicar en forma de chorro directo, neblina o vapor. El agua, es un compuesto, que a presión atmosférica normal, y que a temperaturas que se encuentren en el rango entre 0ºc y de 100ºc se mantiene en estado líquido. Su temperatura de congelamiento es de 0º C y 100º C su temperatura de ebullición.

Uso de agua en chorro directo

Para mejorar sus propiedades, se le pueden adicionar aditivos que mejoran sus propiedades y capacidad de extinción.

- Ventajas:

- Gran capacidad para enfriar
- De bajo costo y fácil disponibilidad
- Es un material comúnmente inerte, no tóxico

- Desventajas:

- Es conductora de la electricidad.
- El uso del agua, daña equipos, instalaciones, puesto que se usa de manera abundante.
- Tiene una densidad mayor que muchos líquidos inflamables (permanecen en su superficie)
- Al reaccionar con algunos compuestos, puede generar la liberación de vapores y gases combustibles, por incompatibilidad química.

a) Espuma

La espuma es un material producido en base a burbujas de aire, de distinto forma y tamaño, que se encuentran dentro de una masa acuosa, más productos estabilizadores. Con una densidad menor a la de los líquidos inflamables, permite que flote sobre estos, actuando por sofocación, separando el combustible del aire. Las espumas, para que cumplan con su propósito, deben cumplir algunos requisitos:

- Deben ser homogéneas y estables físicamente, formando una superficie compacta
- Deben flotar sobre los líquidos, por diferencia de densidades
- Deben ser estables a la acción del calor; es decir, no deben alterarse sus propiedades a altas temperaturas.
- Deben tener buenas propiedades de fluidez, para que puedan esparcirse con rapidez sobre los líquidos.
- Deben ser capaces de evitar mezclarse con el combustible, para no contaminarse, y perder así sus propiedades de agente extintor.

Ejemplo de aplicación de espuma

Dependiendo de la forma en que se producen, las espumas se clasifican en *espuma química y espuma mecánica*:

- Espuma química:

Son el resultado de una solución en agua, de bicarbonato de sodio, y de sulfato de aluminio con agua.

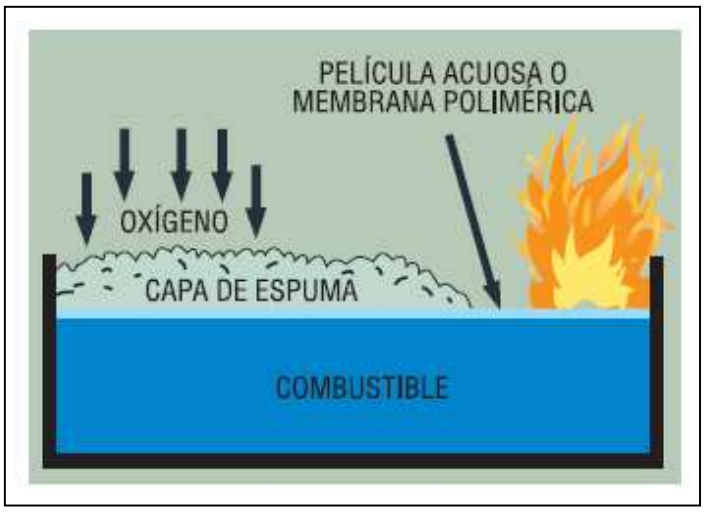
- Espuma mecánica:

Se produce por la mezcla de agua y de un agente espumante (concentrado) + aire.

Dentro de las espumas, la usada de manera más amplia, es la espuma mecánica del tipo AFFF (espuma formadora de película acuosa). Dadas sus propiedades, distintas a las del agua y otros agentes, se emplea de manera amplia, con buenos resultados para fuegos clase B, aunque también para fuegos clase A. En general, las espumas cumplen las siguientes acciones como agente extintor:

- Forman una película, o manta, sobre los líquidos combustibles, sofocando el fuego, al separarlo del aire que lo alimenta de oxígeno.
- Al actuar como una manta, también ayudan a evitar la liberación de vapor y gases durante la combustión.
- Ayudan a bajar la temperatura de los combustibles y de las zonas adyacentes, al drenar el agua de la mezcla hacia el combustible.

Acción de la espuma como agente extintor



- Ventajas

- Pueden ser empleadas en espacios exteriores en grandes superficies, y también en espacios interiores.
- Tienen muy buena capacidad de sofocación en líquidos inflamables por su baja densidad.
- No son tóxicas y tienen propiedades biodegradables, por lo tanto tampoco dañan el medio ambiente.
- Tienen buena capacidad de enfriar, dado su contenido acuoso.

- Desventajas

- No puede alterarse su concentración, es decir, no pueden diluirse. Se debe tener especial cuidado al emplearla con agua como agente extintor, como complemento en la extinción de un incendio.
- Puesto que en su composición tienen agua, sus restricciones también son similares.

b) Dióxido de carbono (CO_2)

Al dióxido de carbono se le denomina también anhídrido carbónico o bióxido de carbono. Es un tipo de gas incoloro e inodoro, no combustible, no corrosivo, no conductor de la electricidad, y con una densidad 1,5 veces mayor que la del aire. Se mantiene en estado gaseoso a presiones y temperaturas normales, pero puede licuarse al comprimirlo y enfriarlo, y así usarse como agente extintor.

Extintor de incendio de dióxido de carbono

Al descargarse, como agente extintor, del recipiente donde está comprimido, y expandirse el gas carbónico, produce dos efectos de manera simultánea:

- Sofocación: Es su efecto principal. Por diferencias de densidad con el aire, el gas carbónico lo desplaza, retirando el oxígeno.
- Enfriamiento: Al salir el gas, se produce un efecto de crionización, es decir, sale como hielo seco a -79 ºC, enfriando el combustible y el área que lo circunda.

- Ventajas

- Es un agente limpio, no deja residuos
- Es muy penetrante como agente extintor
- Se descarga por presión propia (auto expelente)
- No es conductor de la electricidad
- Permite, a quienes actúan en la extinción del fuego, mantener una buena visibilidad.
- Actúa como un buen agente sofocante

- Desventajas

- Por sus propiedades sofocantes (desplazamiento del oxígeno), puede presentar riesgo de asfixia para quienes actúan en la extinción del fuego
- No se logran buenos resultados al usarse en ambientes ventilados (exteriores)
- Tiene resultados regulares en fuegos que dejan brazas, o fuegos de rescoldo, puesto que pueden volver a encenderse (riesgo de reignición)

a) Compuestos halogenados

Estos agentes que se fabrican en base a hidrocarburos halogenados. Su poder de extinción se produce por su acción inhibidora de la reacción en cadena. Hace algún tiempo, los más comunes eran los Halones 1211 (broclorodifluorometano) y 1301 (bromotrifluorometan). En la actualidad, su uso no se recomienda, puesto que el Protocolo de Monterrey, del año 1989, busca erradicar el uso de productos halogenados, debido al daño en el medioambiente que producen, a través del efecto que tienen en la destrucción de la capa de ozono.

Hoy en día se fabrican agentes sustitutos de los Halones, con propiedades similares, pero con el beneficio de que no dañan la capa de ozono. Estos nuevos agentes, son principalmente el Halotrón y el haloclean.

- Ventajas

- Es un agente limpio, no deja residuos visibles
- Es muy penetrante como agente extintor
- Se descarga por presión propia (auto expelente)
- No es conductor de la electricidad
- Permite, a quienes actúan en la extinción del fuego, mantener una buena visibilidad.
- Actúa como un buen agente sofocante
- Son excelentes inhibidores de la reacción en cadena
- Ocupan poco volumen en su almacenamiento

Esquema de un sistema de extinción por halón 1301

- Desventajas

- Alto costo
- Uso restringido en ambientes cerrados o con poca ventilación. Puede existir riesgo de asfixia para las personas que actúan en la extinción del fuego.
- Daño en la capa de ozono

b) Polvos químicos

Los polvos químicos más usados en la actualidad como agente extintor en los extintores portátiles de incendios, considerando sus propiedades y su versatilidad, corresponden a los polvos químicos secos (PQS). Son considerados como extintores multipropósito, puesto que son eficientes para extinguir fuegos clase A, B y C. Actúan principalmente como agente de inhibición, interrumpiendo la reacción en cadena. Las sales más usadas para la fabricación de los polvos químicos secos son:

- Bicarbonato de sodio
- Bicarbonato de potasio
- Cloruro de potasio
- Fosfato de amonio

Los polvos químicos secos, en general, se clasifican en tres tipos, dependiendo de la naturaleza del agente extintor (polvo químico):

- Polvos químicos secos convencionales: están compuestos por bicarbonato de sodio, más sales minerales especiales como aditivos.
- Polvos químicos secos multipropósito: están compuestos por fosfato monoamónico, más aditivos especiales como algunas sales minerales.
- Polvos químicos secos especiales: Están compuestos por cloruro de sodio, más carbonato de sodio.

- Ventajas

- Son excelentes inhibidores de la reacción en cadena
- No son conductores de la electricidad
- Tienen capacidad de extinción por sofocación aceptable
- No son tóxicos
- Sirve para fuegos que dejan brazas, puesto que se adhieren a los materiales sólidos

- Desventajas

- Los lugares donde son aplicados quedan sucios, pudiendo dañar equipos
- Si son aplicados en espacios interiores, pueden afectar la visibilidad de quienes trabajan en la extinción del fuego.

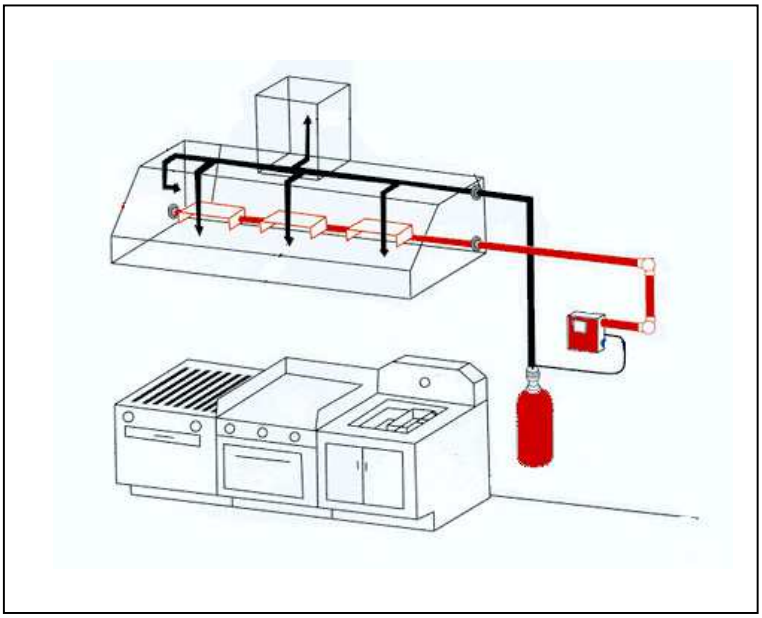
Ejemplo de uso del PQS en extintores portátiles

c) Químicos húmedos

Se usan principalmente para los fuegos tipo K, es decir para extinguir, por enfriamiento e inhibición, fuegos producto de aceites o grasas animales o vegetales, que se usan frecuentemente en las cocinas industriales para la preparación de alimentos, o por la acumulación de residuos de estas en campanas de extracción, cocinas y ductos.

Los químicos húmedos son agentes de extinción fabricados en base a agentes químicos alcalinos tales como acetato, cilicilato o citrato de potasio, los cuales se diluyen en una solución acuosa. Los agentes alcalinos actúan para lograr la inhibición del fuego, convirtiendo los aceites en jabón, y la base acuosa actúa en la extinción por enfriamiento.

Esquema de un sistema de extinción con químico húmedo



2. MEDIDAS DE PREVENCIÓN

La prevención de incendios, se puede definir como el conjunto de acciones que adoptan las organizaciones (familias, comunidad, empresas) para evitar la ocurrencia de un incendio, o para minimizar las probabilidades de ocurrencia.

Por su parte, la protección contra incendios, es un conjunto de decisiones o acciones que se implementan en una edificación, en instalaciones, o en recintos, tendientes a minimizar las consecuencias de un incendio, o para retardar la acción del fuego.

Para entender mejor lo anterior y la diferencia entre ambos conceptos, a continuación se presentan los objetivos que persiguen cada uno:

- Objetivos de la prevención contra incendios

- Reducir la probabilidad de ocurrencia de un incendio.
- Entregar los márgenes de seguridad adecuados para que una organización funcione de manera correcta y protegida.

- Objetivos de la protección contra incendios

- Proteger la vida y la seguridad de las personas.
- Evitar o disminuir los daños que puedan ocurrir a terceros.
- Proteger los bienes.
- Garantizar la continuidad de funcionamiento u operaciones.

Las medidas de prevención de incendios básicas que se establecen en la normativa chilena, están contenidas en el DS 594, que aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. En el artículo 44, señala de manera textual:

“En todo lugar de trabajo deberán implementarse las medidas necesarias para la prevención de incendios con el fin de disminuir la posibilidad de inicio de un fuego, controlando las cargas combustibles y las fuentes de calor e inspeccionando las instalaciones a través de un programa preestablecido.

El control de los productos combustibles deberá incluir medidas tales como programas de orden, limpieza y racionalización de la cantidad de materiales combustibles, tanto almacenados como en proceso.

El control de las fuentes de calor deberá adoptarse en todos aquellos lugares o procesos donde se cuente con equipos e instalaciones eléctricas, maquinarias que puedan originar fricción, chispas mecánicas o de combustión y/o superficies calientes, cuidando que su diseño, ubicación, estado y condiciones de operación, esté de acuerdo a la reglamentación vigente sobre la materia.

En áreas donde exista una gran cantidad de productos combustibles o donde se almacenen, trasvasijen o procesen sustancias inflamables o de fácil combustión, deberá establecerse una estricta prohibición de fumar y encender fuegos, debiendo existir

procedimientos específicos de seguridad para la realización de labores de soldadura, corte de metales o similares."

Tal como se ha planteado, las medidas de prevención, se basan en un conjunto de acciones que se deben implementar para evitar que se produzca un incendio. Estas medidas deben apuntar, por una parte a generar condiciones de organización de las personas, en términos de procedimientos para evitar conductas que generen riesgos, y por otra, proveer los recursos físicos y las inversiones necesarias para mantener espacios físicos adecuados y seguros. La implementación de estas medidas, más allá de lo que exige la normativa vigente, y considerando el impacto y las pérdidas que produce un incendio, debieran ser consideradas de manera casi obligatoria.

2.1 Segregación de materiales

El control de las cargas combustibles, a través del correcto almacenamiento y manejo, durante los procesos o transportes, de los materiales que puedan ser inflamables o combustibles, debe incluir necesariamente el control de orden y limpieza de los lugares de trabajo.

Las sustancias químicas, y de marera especial, las de características inflamables deben ser almacenadas de manera independiente y siguiendo las recomendaciones de los fabricantes contenidas en sus rotulados y en la hoja de datos de seguridad, que en forma obligatoria deben tener. Las características de las bodegas, deben cumplir algunos requisitos como materialidad resistente al fuego y mantenimiento en perfectas condiciones de seguridad.

Estanque para almacenamiento de líquidos combustibles

Estos materiales o sustancias, deben estar señalizados de manera obligatoria, siguiendo las especificaciones de las normas legales o del INN que correspondan aplicar, dependiendo del tipo de productos, y junto a esto se deben especificar las medidas de seguridad y de manejo de emergencias para cada producto. Debe mantenerse al día un plan de acción con la organización necesaria para actuar en caso de requerirse.

Señalización de tipo preventiva

2.2 Concepto de carga y densidad combustibles

a) Carga combustible

La Carga Combustible, se define como la cantidad de calor total que puede generarse por la combustión completa, al incendiarse un edificio en forma total o una parte de él y el mobiliario, equipos y todo lo que contenga. Se expresa en Joule (J) o sus múltiplos Mega Joule (MJ) o Giga Joule (GJ). También en Kilo calorías (Kcal) o Mega calorías (Mcal).

La Carga Combustible Equivalente en Madera, corresponde a la carga combustible expresada en kilogramos (Kg) de madera, cuyo calor de combustión promedio se estima en 16,8 MJ/kg ó 4,0 Mcal/Kg.

La magnitud de un incendio y sus efectos destructivos, así como la velocidad de propagación, dependerán en gran medida de la cantidad de materiales combustibles que el

edificio tenga en su interior y del calor que producto de esto se genere. Otra variable importante es la cantidad de aire disponible para la combustión, pero se supone que cualquier edificio tendrá ese aire. Por lo tanto, se estima que el peligro de incendio es proporcional, entre otros factores, a la carga combustible del edificio.

Tal como ya se ha mencionado, la carga combustible total está en función de las características de los materiales constituyentes del edificio, los cuales pertenecen a tres tipos:

- Materiales de construcción del edificio, tanto de obra gruesa como de terminaciones o instalaciones.
- Materiales integrantes del amoblado.
- Materiales y enseres de uso.

Con el propósito que todos los edificios en Chile cumplan con condiciones mínimas de seguridad contra incendios, la OGUC (Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones), en el Título 4, De la Arquitectura, Capítulo 3, De las Condiciones de Seguridad Contra Incendio, establece en el artículo 4.3.3 que todos los edificios deberán ser diseñados y construidos de acuerdo con alguno de los tipos definidos, según el grado de resistencia al fuego. En forma decreciente, en cuanto a la resistencia al fuego de la materialidad y de la construcción, estos tipos de construcción se denominan a, b, c o d. Por otra parte, el artículo 4.3.4 en las tablas 1, 2 y 3, muestra la categoría, a, b, c, o d en las cuales deben clasificarse las construcciones, según el destino de uso que tienen, según el número de pisos, de los metros cuadrados construidos, del número de personas ocupantes, o de su densidad de carga combustible, según corresponda.

El mismo artículo 4.3.4 determina que, en el caso de que no presente, junto al proyecto, un estudio de carga combustible, las edificaciones destinadas a establecimientos industriales, supermercados y centros comerciales, establecimientos de bodegaje, y edificios para almacenamiento de combustibles, lubricantes, aceites minerales y naturales, deberán proyectarse y construirse tal como si correspondieran del tipo “a”, es decir, al tipo de construcción más exigente en cuanto a resistencia al fuego.

Para realizar un estudio de carga combustible se deben seguir las especificaciones que entregan la normas chilenas NCh 1.916 Of. 1999, “Prevención de incendios en edificios - Determinación de cargas combustibles”, y la NCh 1.993 Of. 1998 “Prevención de incendios en edificios - Clasificación de los edificios de acuerdo a su carga combustible media y densidad de carga combustible puntual máxima”.

De acuerdo con la norma Chilena NCh 1916. Of85. Prevención de Incendios en edificios – Determinación de cargas combustible, la carga combustible se determina por la siguiente fórmula:

$$C = Cc_1 * M_1 + Cc_2 * M_2 + \ldots + Cc_n * M_n$$

Donde:

- **C**: Carga combustible en MJ o Mcal.
- **CC_1 ... CC_n**: Calores de combustión de los materiales combustibles que forman parte del edificio o recinto, expresados en MJ o Mcal.
- **M_1 .... M_n**: Masa de los materiales combustibles que forman parte del edificio o recinto en cuanto a calorías de combustión CC_1.... CC_n respectivamente, expresada en kg.

Por su parte, la carga combustible equivalente en madera ***(C_M),*** se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$C = C / C_M$$

Donde:

- **C_M**: Carga combustible equivalente en madera, expresada en kg de madera
- **C**: Carga combustible, expresada en MJ o Mcal
- **C_{CM}**: Calor de combustión de la madera, 16,8 MJ o 4,0 Mcal

Para determinar los valores de calor de combustión de los materiales, pueden emplearse los que se entregan a continuación en la siguiente tabla:

Material	Calor de Combustión del Material	
	MJ/kg	Mcal/kg
Aceite comestible	42,7 a 46,0	10,2 a 11
Aceite pesado de petróleo	42,7	10,2
Acetona	30,6	7,3
Acetato de etilo	25,5	6,1
Acetato de metilo	21,3	5,1
Acetileno (gas)	49,8	11,9
Ácido fórmico	5,9	1,4
Ácido acético	14,6	3,5
Alcohol etílico	29,7	7,1
Alcohol metílico	22,2	5,3
Alquitrán de hulla	36,0 a 37,2	8,6 a 8,9
Algodón	16,8	4
Anilina	36,4	8,7
Antracita	31,4 a 33,5	7,5 a 8
Asfalto	40,4	9,6
Benceno	41,9	10
Butano (gas)	49,4	11,8

Carbono (grafito)	32,6	7,8
Carbones bituminosos	25,1	6
Celulosa	17,6	4,2
Ceras	39,6	9,5
Cloruro de metilo	13,4	3,2
Cloruro de polivinilo	18,8	4,5
Cloroformo	3,1	0,74
Coke	27,6	6,6
Cuero	18,6	4,4
Ebonita (goma dura)	33,1	7,9
Etileno	50,2	12,0
Gasolina	46,0 a 47,3	11 a 11,3
Glicerina	18	4,3
Goma	39,6	9,5
Hidrógeno	141,9	33,9
Hulla	30,1 a 31,8	7,2 a 7,6
Lana natural	22,8	5,4
Lana lavada	20,7	4,9
Leña seca al aire	15,5	3,7
Lignito	18,0 a 24,3	4,3 a 5,8
Madera	16,7 a 24,3	4 a 5,8
Metacrilato de metilo	25,5	6,1
Metano (gas)	55,7	13,3
Naftalina en cristales	40,2	9,6
Paja	14	3,3
Papel	16,7	4
Petróleo (en bruto)	46,0 a 47,3	11 a 11,3
Polietileno	46,5	11,1
Poliestireno	40,2	9,6
Polisopropeno (goma natural sin vulcanizar)	45,2	10,8
Polisopropeno (goma natural vulcanizada)	44,2	10,6
Propano	50,2	12
Seda	21,4	5,1
Tejido de algodón	16,7	4
Tolueno	42,3	10,1
Turba seca y prensada	16,7	4

b) Densidad de carga combustible

En la norma chilena NCh 933. Of85, “Prevención de Incendios en Edificios. Terminología”, se entregan textualmente las siguientes definiciones:

Densidad de Carga Combustible: Carga combustible de un edificio o parte de él dividida por la superficie del mismo. Se suele expresar en MJ/m_2 o Mcal/m_2.

Densidad de Carga Combustible equivalente en madera: Es la carga combustible equivalente en madera de un edificio o parte de él dividida por la superficie del mismo. Se suele expresar en kg de madera equivalente por m_2.

De acuerdo con la norma Chilena NCh 1916. Of85. Prevención de Incendios en edificios – Determinación de cargas combustible, la densidad de carga combustible se determina por la siguiente fórmula:

$$D_C = C / S$$

Donde:

- **D_C:** Densidad de carga combustible del edificio o parte de él, expresada en
- MJ/m^2
- **C:** Carga combustible
- **S:** Superficie de planta correspondiente (del edificio o parte de él) expresada en m^2

Por otra parte, la determinación de la densidad de carga combustible equivalente en madera se realiza aplicando la siguiente fórmula:

$$D_{CM} = C_M / S$$

Donde:

- **D_{CM}**: Densidad de Carga combustible equivalente en madera, expresada en kg de madera/m^2
- **C_M**: Carga combustible equivalente en madera
- **S**: Superficie de planta correspondiente, expresada en m^2

c) Clasificación de edificios según densidad de carga combustible

En la norma chilena NCh1993.Of 87, Prevención de incendio en edificios – Clasificación de los edificios según su densidad de carga combustible, se establecen seis categorías para clasificar los edificios o sectores de ellos, según su densidad de carga combustible y según su densidad de carga combustible puntual máxima.

Densidad de carga combustible puntual: “Es la densidad de carga combustible existente en un área de 2 m por 2 m de un edificio o sector de él. Se expresa en Megajoule por metro cuadrado (MJ/m^2).”

Densidad de carga combustible puntual máxima: “Es la densidad de carga combustible puntual más alta existente en un área de 2 m por 2 m de un edificio o sector de él. Se expresa en Megajoule por metro cuadrado (MJ/m^2).”

“La densidad de carga combustible puntual máxima se determina desplazando una superficie figurada de 2 m por 2 m sobre la planta del edificio o sector considerado, hasta encontrar el valor máximo.”

De acuerdo con esta norma, para “clasificar un edificio o sector de él, se aplica la densidad de carga combustible mayor de ambas columnas de la tabla” siguiente:

Clasificación	Densidad de carga combustible MJ/m^2	Densidad de carga combustible puntual máxima MJ/m^2
D_{C1} (baja)	Hasta 500	Hasta 750
D_{C2} (media baja)	Más de 500 hasta 1000	Más de 750 hasta 1500
D_{C3} (media)	Más de 1000 hasta 2000	Más de 1500 hasta 3000
D_{C4} (media alta)	Más de 2000 hasta 4000	Más de 3000 hasta 6000
D_{C5} (alta)	Más de 4000 hasta 8000	Más de 6000 hasta 12000
D_{C6} (especial)	Más de 8000	Más de 12000

2.3 Métodos de evaluación de riesgo de incendio: definición, elaboración y elementos

Para poder realizar una gestión de prevención de incendios eficiente, adoptando las medidas correctas, resulta fundamental para focalizar el trabajo en lo más prioritario e importante, realizar previamente una adecuada evaluación del riesgo de incendio. Para identificar y luego evaluar el riesgo, se debe conocer el riesgo del que se trata. Estos pueden ser los siguientes:

- El riesgo relacionado con que un fuego se inicie.
- El riesgo de que el fuego se extienda propagándose, considerando las consecuencias que esto podría tener. Estas consecuencias probables, pueden ser las siguientes:
  - Los costos y consecuencias que puede tener para la empresa.
  - Los costos económicos, materiales, lesiones y pérdidas de vidas humanas de la comunidad donde se encuentra la empresa.
  - Los costos económicos, materiales, lesiones y pérdidas de vidas humanas de los trabajadores de la empresa.
  - Daño medioambiental.

La mayoría de los incendios pueden evitarse adoptando medidas preventivas adecuadas. Existen pocos factores que no pueden ser controlados con la adopción de dichas

medidas preventivas. Ese riesgo residual es el que debe ser considerado en la determinación y cuantificación del riesgo de incendio.

En cuanto a las mayores o menores consecuencias materiales y humanas que pueden tener los incendios, y para implementar las medidas de prevención correctas, es fundamental conocer la peligrosidad de la industria e implementar las exigencias que la normativa legal y técnica establecen para garantizar que estas queden circunscritas a los límites de la empresa, en el caso de que el incendio se produzca, y de este modo evitar que dichas consecuencias afecten a terceros.

La magnitud de las consecuencias para las personas, en caso de iniciarse un incendio, estará relacionado con el tiempo que demoren estas en salir hacia zonas de seguridad previamente definidas, a través de vías de evacuación señalizadas, las cuales deben existir en cantidad y amplitud suficientes; así como también de la experiencia y conocimiento de los procedimientos de acción, los cuales deben estar descritos en un plan de emergencias.

Para identificar y evaluar los riesgos de que un incendio se inicie, se propague y que cause daños o pérdidas, deben considerarse una serie de factores:

- Factores que influyen el inicio del fuego: Están relacionados con la peligrosidad del combustible, la cual está determinada por la inflamabilidad y por las propiedades que pueden favorecer la reacción en cadena, y por el riesgo de activación, el cual está determinado por la forma de manejar y/o transportar el combustible, y del control de los probables puntos de ignición.

- Factores que favorecen la propagación del fuego y el mayor o menor impacto de éste sobre los bienes materiales y la propiedad. Entre estos, se puede incluir la carga combustible existente y las condiciones que favorecerán o dificultarán las operaciones para extinguir un fuego.

- Factores que inhiben la propagación del fuego y el mayor o menor impacto de este sobre los bienes materiales y la propiedad: Entre estos, se tienen las medidas de protección pasiva, tales como uso de materiales con mayor resistencia al fuego, compartimentación y contar con un plan de acción para incendios.

- Otros factores: Se incluyen sistemas de alarma, elementos y medios para el combate contra el fuego, preparación humana, dotación, uso de sistemas de detección, etc.

4.3.1 Métodos de evaluación del riesgo de incendio

En la literatura técnica de prevención y control de incendios, se describen varios sistemas o métodos de evaluación cuantitativa de riesgos de incendio. A continuación se

presenta una descripción resumida de los más importantes, los cuales se recomienda sean estudiados posteriormente de manera más profunda:

- Método del Riesgo Intrínseco

Este método se basa en procedimiento sencillo y de fácil de aplicar. Establece una clasificación de los factores de riesgo, en tres categorías (alto, medio o bajo), de acuerdo con la carga de fuego existente en el edificio o recinto, o en los procesos que se desarrollan en él. Se determina en Megacalorías por metro cuadrado de superficie.

Clasificación del riesgo, según carga de fuego:

- Riesgos bajo: entre 0 y 200 Mcal/$m^{2.}$
- Riesgo medio: entre 200 y 800 Mcal/m^2.
- Riesgo alto: entre 800 y 3.200 Mcal/m^2.

Por otra parte, este método permite clasificar los edificios o recintos, considerando el uso que se les da en función del uso, categorizando los niveles de riesgo también en alto, medio o bajo, empleando como antecedentes también la superficie y la altura.

- Método del Coeficiente K

Este es un método de estimación de riesgo de incendio de un sector determinado, en base a la probable existencia y estabilidad del fuego, de tal manera que en caso de producirse un incendio, sus consecuencias queden limitadas a un sector determinado.

Es aplicación amplia cuando se necesita confinar los efectos de un incendio en un recinto determinado, y se emplea para también el cálculo de estructuras resistentes al fuego. Como información o factores considera algunos de gran importancia que intervienen en el desarrollo de un incendio:

- Altura de la zona o recinto donde puede ocurrir el incendio.
- Superficie de la zona o recinto donde puede ocurrir el incendio
- Actividad o procesos que se desarrollan.
- Distancia al edificio más próximo.
- Plan de combate contra incendios.

Este método ha sido recogido en ordenanzas y reglamentos de prevención de incendios de distintos gobiernos y reparticiones, por ejemplo en España.

- Método de Grétener

Este método es ampliamente empleado para evaluar el riesgo de incendios en zonas o edificaciones, o recintos de grandes superficie, a través de una valoración cuantitativa del

riesgo, así como de las medidas de seguridad estructural y de protección activas y pasivas contra incendios implementadas, empleando para ello datos uniformes.

El método fija un máximo valor para el riesgo potencial, a partir del cual, el riesgo no es no tolerable, debiendo implementarse medidas correctivas. El riesgo potencial, se determina en base a los siguientes factores:

- Carga de fuego total.
- Combustibilidad de los materiales.
- Numero de alturas del edificio.
- Superficie de las zonas con riesgo de incendio.
- Riesgo del humo producido por el incendio.
- Riesgo de corrosión por los humos.
- Concentración de vapores.
- Riesgo de activación (propio del tipo de operación o procesos que se desarrollan)
- Riesgo producto del factor humano (conductas).

Este método puede ser aplicado solamente cuando han sido implementadas todas las medidas de prevención y de protección necesarias. En ningún caso sirve como criterio para reemplazar los siguientes mecanismos de prevención prioritarios que siempre deben implementarse: vías de evacuación, estimación de la peligrosidad para las propiedades colindantes.

- Método de Gustav-Purt

Este método se implementa de manera similar al método Grétener. Es empleado de manera general para determinar e implementar medidas de prevención, protección o de mitigación rápidas. Parte de la premisa que los incendios se inician en el interior de los edificios (materiales y equipos) en, y en los edificios propiamente tal.

- Método MESERI

El Método Simplificado de Evaluación de Riesgo de Incendio (MESERI), tal como su nombre lo indica, es un método simplificado de aplicación rápida. Se requiere que su aplicación sea realizada por un especialista experimentado, puesto que, en base a su experiencia deberá estimar, en base a las observaciones de terreno, el nivel de puntuación que debe otorgarse a cada variable, de acuerdo con las tablas de referencia que entrega esta metodología, sin tener que realizar cálculos complejos. Lo anterior, significa que quien lo aplique debe tener conocimiento profundo en las siguientes materias: prevención y sistemas de protección contra incendios; organización de la seguridad en la empresa; procesos industriales y edificación, entre otros.

Con el propósito de simplificar su aplicación, este método agrupa en dos categorías de factores, que resumen los aspectos más importantes a evaluar:

o Factores propios del edificio y protección pasiva:
- Construcción
- Situación
- Procesos
- Concentración
- Propagabilidad del fuego
- Destructibilidad

o Factores de protección contra incendios:
- Extintores
- Red húmeda
- Red seca
- Detectores automáticos de incendio
- Rociadores automáticos
- Instalaciones fijas especiales

A su vez, cada uno de estos factores de riesgo se subdivide, teniendo en cuenta los aspectos más importantes a considerar. A cada uno de ellos se le aplica un coeficiente, dependiendo de cuan importantes son y a la influencia que pueden tener en caso de un incendio, que va desde el valor cero, en el caso más desfavorable, hasta el valor diez, en el caso más favorable.

2.4 Sistemas de detección de incendios

Las instalaciones fijas de detección de incendios tienen como propósito la detección y localización automática o semiautomática, de un incendio, accionando opcionalmente, los sistemas fijos de extinción de incendios. En caso contrario, funcionan como sistemas de detección y alarma. Permiten mantener bajo vigilancia permanente zonas inaccesibles o peligrosas para las personas.

La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, OGUC, en su Artículo 4.3.8. establece que “en todo edificio de 5 o más pisos de altura cuya carga de ocupación sea superior a 200 personas, se deberá instalar un sistema automático que permita detectar oportunamente cualquier principio de incendio y un sistema de alarma que permita, en caso de emergencia, alertar a los usuarios en forma progresiva y zonificada según convenga.”

Los objetivos que se persiguen al instalar un sistema de detección automática de incendios, se pueden sintetizar en los siguientes puntos:

- Detectar con rapidez un principio de incendio, activando una alarma.
- Ubicar el incendio o principio de incendio.
- Ejecutar el plan de emergencia.

- Realizar funciones auxiliares: transmitir automáticamente la alarma a distancia, activar un sistema de extinción automática, detener sistemas de ventilación y aire acondicionado para confinar el incendio, cerrar puertas automática, etc.

Dependiendo de la forma en que estos equipos detectan el fuego y se activan, se clasifican de la siguiente manera:

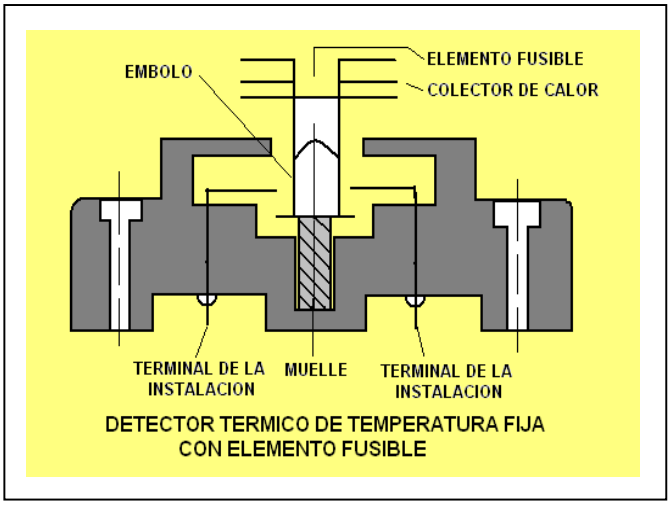
- Detector de térmico

Este tipo de detector se activa al alcanzar, en el recinto donde se encuentra, una temperatura predeterminada en la cual están calibrados. Son los más antiguos detectores automáticos de incendio que existen en la actualidad, comenzaron a emplearse, en forma bastante exitosa, con el desarrollo de los rociadores automáticos, en el año 1860.

Los detectores térmicos son los de menor costo y son bastante confiables en cuanto a la detección (poseen la tasa más baja de falsas alarmas de todos los detectores automáticos de incendio), pero también son los que demoran más tiempo en activarse (dependen de que la temperatura del recinto se eleve).

Funcionan muy bien en la detección de incendios en espacios reducidos y restringidos, donde existe riesgo de generarse fuego de calor y desarrollo rápido, también en lugares donde las condiciones ambientales no permiten el empleo de otro tipo de detectores, o donde la rapidez en la detección del fuego no es el objetivo prioritario. No es recomendable emplearlos en recintos ventilados, o donde se requiere una rápida detección.

Esquema de partes de un detector térmico

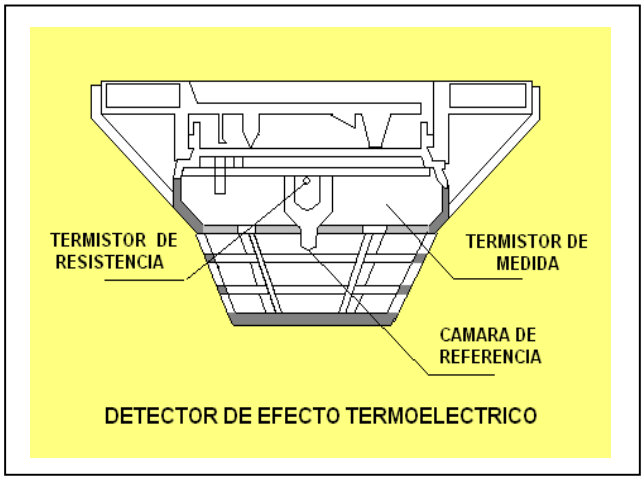


- Detector de humos visibles (óptico de humos):

Estos detectores actúan rápidamente, mediante el paso del humo a través de una célula fotoeléctrica, lo cual origina la activación del equipo. Son más rápidos que los detectores de temperatura o térmicos. Se clasifican según su principio de funcionamiento, en detectores de ionización y detectores fotoeléctricos:

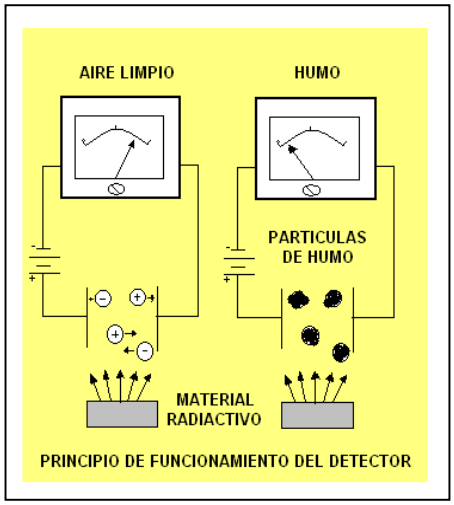
- Detectores fotoeléctricos: Corresponden a los detectores que se activan según el principio fotoeléctrico, y responden con más rapidez al humo producido en fuegos de baja energía (también llamados de rescoldo), puesto que, generalmente, en este tipo de fuegos se producen partículas de mayor tamaño.

Esquema de partes de un detector fotoeléctrico

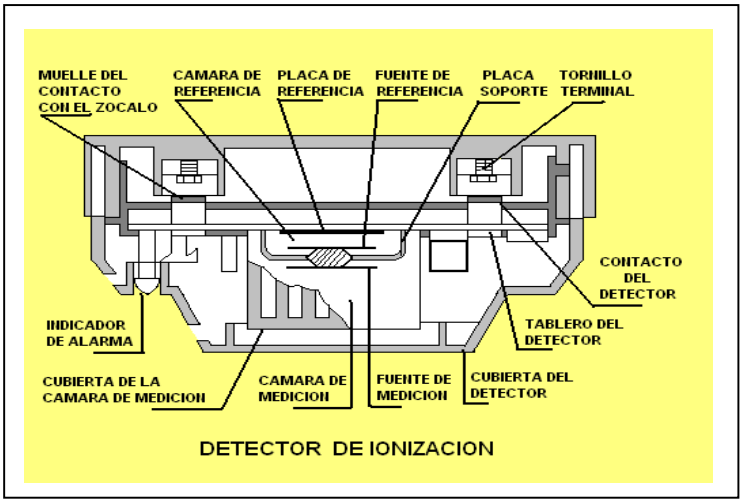


- Detectores de Ionización: Por su parte, los detectores de incendios que actúan según este principio, poseen una respuesta en la detección del humo más rápida a fuegos con llama, donde se producen, en la combustión, mayores cantidades de partículas de menor tamaño.

Esquema con principio de funcionamiento



Esquema de partes de un detector de ionización



- Detector de gases:

Este tipo de detectores funcionan en base a la detección de los cambios en el contenido gaseoso ambiente durante un incendio. De acuerdo a antecedentes que se han obtenido en pruebas de laboratorio y ensayos de incendios a gran escala, los niveles detectables de gas se alcanzan tiempo después que los niveles detectables de humos, y antes que los de calor.

Los detectores de gas, se basan en dos principios de funcionamiento: Principio semiconductor y principio de elemento catalítico.

- Detectores según el principio semiconductor: Responde a la oxidación o reducción de los gases que generan sus cambios en un semiconductor. El cambio de conductividad provoca la activación.

- Detectores según el principio de elemento catalítico: Estos detectores contienen un material que al tomar contacto con el aire contaminado acelera la oxidación de los gases producto de la combustión. Se activan por el aumento en la temperatura de los gases.

- Detector de llama:

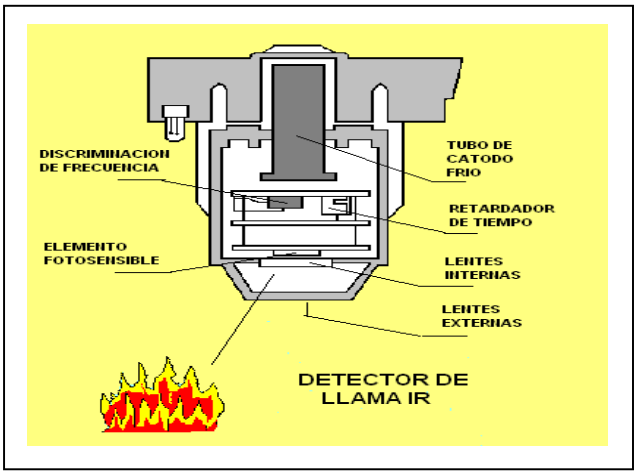
Los detectores de llama reaccionan y se activan rápidamente, cuando están en presencia de la energía radiante visible que se genera en un incendio, la cual, a su vez, también es visible para el ojo humano, como también son sensibles a la energía radiante que esta fuera de la visión humana.

Dadas sus características de mayor rapidez en la detección, son ampliamente empleados en ambientes altamente peligrosos, tales como zonas de carga en plantas de combustibles, áreas de procesos industriales, cámaras hiperbáricas, recintos con techos altos, y atmósferas con concentraciones de vapores que pueden causar explosiones o fuegos rápidos.

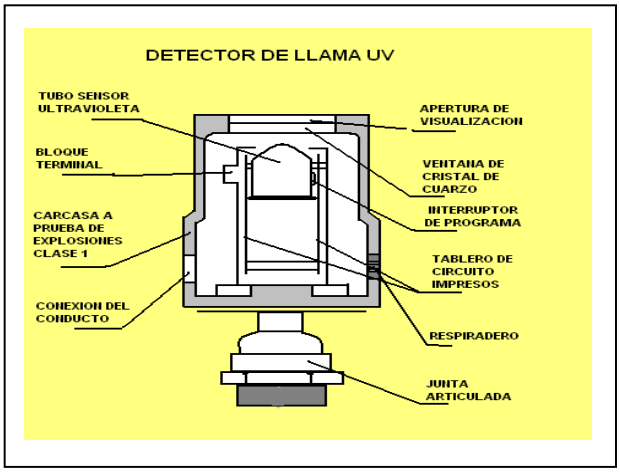
Por las características de funcionamiento y activación, se corre el riesgo de que puedan ser bloqueados por objetos situados frente a ellos, aunque el detector de luz infrarroja tiene la capacidad de detectar la reflejada de las paredes.

Otra de las limitaciones que tienen este tipo de equipos, puede ser la interferencia que puede producir la luz solar en la captación, por tanto se debe privilegiar su uso en espacios sombreados, sin luz solar directa.

Esquema de detector infrarrojo



Esquema de detector ultravioleta



2.5 Programas de prevención de incendios: definición, elaboración y elementos

Una emergencia producto de un incendio puede ocurrir, no sólo en una industria que tenga procesos productivos altamente riesgosos, sino que también en cualquier edificio donde haya personas, razón por la cual resulta pertinente y necesario prepararse para casos de emergencia por incendio, y mitigar sus efectos con planes de acción frente a emergencias y procedimientos de acción adecuados.

En un incendio la evacuación es fundamental, ya que si no se hace adecuadamente y en los tiempos necesarios, cualquier situación de riesgo puede ser fatal, aumentando como consecuencia, la cantidad de personas lesionadas o incluso muertas.

Un plan de emergencia es el ordenamiento anticipado de los recursos humanos y materiales que estén disponibles para ser empleados, de modo de que se asegure la acción inmediata ante la producción de un incendio. Los planes de emergencia frente a incendios, se clasifican en Planes Internos; cuando las zonas afectadas quedan restringidas al recinto de la empresa o como Planes Externos, cuando los sectores afectadas están fuera de los límites de la empresa.

El plan de emergencias frente a incendios, debe formar parte integrante del plan de gestión de riesgos que tenga cada empresa, cuya finalidad es prevenir la ocurrencia, y si esto no es posible, minimizar los efectos o el impacto provocado por los eventos no deseados. Para elaborar un plan de emergencias adecuado, primero se debe hacer un trabajo de identificación y de evaluación de riesgos con la finalidad de considerar adecuadamente los probables efectos adversos, los recursos disponibles y necesarios, así como las acciones necesarias para prevenir su ocurrencia y minimizar los impactos.

Cada piso, sector o zona independiente de un edificio o recinto, debe contar con su plan de emergencia contra incendio, el que debe tener como mínimo los siguientes antecedentes:

- Descripción de las zonas y vías de evacuación existentes.
- Una descripción del edificio, considerando materialidad y comportamiento probable en caso de incendio.
- Una descripción general de las operaciones y procesos que se desarrollan, considerando los equipos, los materiales y las personas, y los riesgos de incendio que presentan.
- Identificación y detalles de los sistemas de abastecimiento de agua, tales como bombas contra incendios, válvulas de los rociadores, red seca, red húmeda, sistemas de detección, alarma y extinción.
- Identificación, descripción detallada y análisis de los sistemas de comunicación.
- Descripción de procedimientos y normas para combatir el fuego.
- Identificación de fuentes de ventilación que pueden favorecer la propagación o que pueden ser empleadas para ventilar el humo.

- Analizar la posibilidad de que existan compuestos químicos, identificarlos y describir sistemas de manejo y prevención.
- Identificar las válvulas de corte de los sistemas de gas y electricidad.

- Elementos de un plan de emergencias

Cualquier plan de emergencias, tal como se ha mencionado, debe comenzar con la realización de un buen diagnóstico, el cual debe considerar de manera indispensable la identificación y evaluación de los riesgos. Esto permitirá visibilizar la siguiente información:

- Condiciones y acciones que pueden producir incidentes y su probabilidad de ocurrencia.
- Consecuencias y efectos esperados de cada uno de los incidentes identificados.
- Magnitud del riesgo de cada evento o incidente identificado, lo que permitirá priorizar y focalizar la inversión de los recursos.

Con la información anterior, se puede trabajar en la determinación, definición e implementación de las siguientes condiciones básicas y necesarios en construcción de cualquier plan:

- Definición de zonas de seguridad y vías de evacuación
- Señalización de las vías de evacuación, puertas, ubicación de dispositivos de seguridad, zonas de seguridad y plano de evacuación.
- Determinación de la cantidad y localización estratégica de equipos de seguridad y de protección individual, tales como extintores de incendios, detectores de incendios, rociadores automáticos, válvulas de corte, equipos de respiración autónomos (en caso de requerirse), botiquines de primeros auxilios, etc.
- Definición de procedimientos de acción para antes, durante y después de ocurrido un incendio.

Los principales elementos que deben ser contemplados en todo plan de emergencia son los siguientes:

- Necesidades y recursos disponibles para enfrentar una emergencia
- Procedimientos para la alarma y notificación de la emergencia.
- Coordinación y liderazgo en la acción de respuesta durante la emergencia.
- Procedimientos a seguir antes, durante y después de la emergencia
- Simulacros y evaluación de ellos.

2.6 Capacitación en el uso de extintores y normas de seguridad

La información que se debe entregar a todos los trabajadores sobre los riesgos a los que se exponen en su trabajo, así como las medidas preventivas que deben adoptarse, es una obligación que debe cumplir todo empleador.

En Chile, el Código del Trabajo establece la obligación, por parte del empleador, de "adoptar todas las medidas necesarias, para proteger la salud y la vida de los trabajadores."

El DS 40, que aprueba reglamento sobre la prevención de riesgos laborales, en el título VI "De la obligación de informar los riesgos laborales", establece:

"Artículo 21. Los empleadores tienen la obligación de informar oportuna y convenientemente a todos sus trabajadores acerca de los riesgos que entrañan sus labores, de las medidas preventivas y de los métodos de trabajo correctos. Los riesgos son los inherentes a la actividad de cada empresa.

Especialmente deben informar a los trabajadores acerca de los elementos, productos y sustancias que deban utilizar en los procesos de producción o en su trabajo, sobre la identificación de los mismos (fórmula, sinónimos, aspecto y olor), sobre los límites de exposición permisibles de esos productos, acerca de los peligros para la salud y sobre las medidas de control y de prevención que deben adoptar para evitar tales riesgos."

"Artículo 22. Los empleadores deberán mantener los equipos y dispositivos técnicamente necesarios para reducir a niveles mínimos los riesgos que puedan presentarse en los sitios de trabajo."

"Artículo 23. Los empleadores deberán dar cumplimiento a las obligaciones que establece el artículo 21 a través de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad y los Departamentos de Prevención de Riesgos, al momento de contratar a los trabajadores o de crear actividades que implican riesgos.

Cuando en la respectiva empresa no existan los Comités o los Departamentos mencionados en el inciso anterior, el empleador deberá proporcionar la información correspondiente en la forma que estime más conveniente y adecuada."

Por otra parte, el DS 594, que aprueba reglamento sobre condiciones sanitarias y ambientales básicas en los lugares de trabajo. En el artículo 48, señala de manera textual que "todo el personal que se desempeña en un lugar de trabajo deberá ser instruido y entrenado sobre la manera de usar los extintores en caso de emergencia."

De lo anterior se desprende la importancia de dar cumplimiento, de parte de las empresas, de las obligaciones que establecen las normas legales vigentes, como de las normas de prevención que apuntan a garantizar que los procesos de las empresas se desarrollen en ambientes saludables para las personas (trabajadores y ciudadanía en general), y para el medio ambiente.

3. NORMATIVA LEGAL EN MATERIA DE PROTECCIÓN CONTRA INCENDIOS

A continuación se presenta el marco legal vigente nacional, con respecto a la prevención y el control de incendios:

3.1 Normas Chilenas y extranjeras

Las distintas normativas legales y técnicas, que reglamentan las medidas que deben implementarse en la prevención y protección contra incendios, han sido abordadas en cada parte específica de este módulo. Se han citado textualmente en la mayoría de los casos. A continuación se entrega una síntesis de las principales normas nacionales y sus equivalentes extranjeras, sin repetir, la mayoría de las ya enunciadas:

- Terminología, símbolos, signos y clasificación de fuegos

- NCh2111.Of1999 Protección contra incendio - Señales de seguridad. Fire protection - Safety signs.
- NCh1429.Of1992 Mod.1995 Extintores portátiles - Terminología y definiciones. Portable fire extinguishers - Terminology and definitions.
- NCh933.Of1997 Prevención de incendio en edificios – Terminología. Fire safety in buildings – terminology.
- NCh1433.Of1978 Ubicación y señalización de los extintores portátiles. Location and signals of portable extinguishers.
- NCh934.Of1994 Prevención de incendios - Clasificación de fuegos Fire protection - Classification of fires.

- Extintores portátiles

- NCh1867.n1981 Extintores de dioxido de carbono – Ensayos
- NCh1430.Of1997 Extintores portátiles - Características y rotulación. Portable fire - extinguishers - Characteristics and labelling.
- NCh1432/1.Of1993 Extintores portátiles - Pruebas de fuego - Parte 1: Extintores Clase A. Portable fire extinguishers - Fire testing - Part 1: Extinguishers class A.
- NCh1432/4.cR2007 Extintores portátiles - Pruebas de fuego - Parte 4:Extintores y agentes de extinción Clase D.
- NCh1432/2.Of1995 Extintores portátiles - Pruebas de fuego - Parte 2: Extintores Clase B - Determinación del potencial de extinción. Portable extinguishers - Fire tests - Part 2: Class B extinguishers -Determination extinguishing potential.
- NCh1432/3.Of1995 Extintores portátiles - Pruebas de fuego - Parte 3: Extintores Clase C - Verificación de la no conductividad. Portable extinguishers - Fires tests - Part 3: Class C extinguishers – Verification of non conducting characteristics.

- NCh1432/2.cR2007 Extintores portátiles - Pruebas de fuego - Parte 2: Extintores Clase B - Determinación del potencial de extinción.
- NCh1180/1.Of1980 Extintores de polvo químico seco - Parte 1: Generalidades. Fire extinguishers - Dry chemical powder - Part 1: General requirements.
- NCh1737.Of1999 Extintores portátiles - Extintores de polvo químico seco - Métodos de ensayo. Portable fire extinguishers - Dry chemical powder - General tests
- NCh1868.n1981 Extintores de dioxido de carbono - Embalaje y marcado.
- NCh1432/5.c2007 Extintores portátiles - Pruebas de fuego - Parte 5:Extintores Clase K
- NCh1866.n1981 Extintores de dióxido de carbono – Requisitos
- NCh1850.a1980 Prevención de riesgos - Extintores – Distribución
- NCh1432/3.cR2007 Extintores portátiles - Pruebas de fuego - Parte 3: Extintores Clase C. Verificación de la no conductividad
- NCh1432/1.cR2007 Extintores portátiles - Pruebas de fuego - Parte 1:Extintores Clase A. Determinación del potencial de extinción.
- NCh964.c1972 Arquitectura y construcción - Defensa contra el fuego -Edificios – Requisitos
- NCh934.cR2007 Protección contra incendio - Clasificación de fuegos.
- NCh1724.Of1997 Extintores portátiles - Polvo químico seco - Requisitos y métodos de ensayo. Portable fire extinguishers - Dry chemical powder - Requirements and test methods.
- NCh1736.Of1980 Extintores de polvo químico seco - Manómetros - Ensayos Fire extinguishers - Dry chemical powder - Pressure gauges – Tests.
- NCh1433.cR2007 Extintores portátiles - Ubicación y señalización
- NCh1180/6.Of1980 Extintores de polvo químico seco - Parte 6: Dispositivos de cierre de seguridad y mecanismo de perforación. Fire extinguishers - Dry chemical powder - Part 6: Safety locking device and puncturing mechanism.
- NCh1430.cR2007 Extintores portátiles - Requisitos de rotulación.
- NCh934.Of1994 Prevención de incendios - Clasificación de fuegos. Fire protection – Classification of fires.
- NCh1433.Of1978 Ubicación y señalización de los extintores portátiles. Location and signals of portable extinguishers.
- NCh1735.Of1999 Extintores portátiles - Extintores de polvo químico seco – Requisitos. Portable fire extinguishers - Dry chemical powder – Requirements.
- NCh1432/4.Of1980 Extintores clase D - Parte 4: Pruebas de fuego Class D. extinguishers - Part 4: Fire tests.
- NCh1180/2.Of1980 Extintores de polvo químico seco - Parte 2: Cilindros. Fire extinguishers – Dry chemical powder - Part 2: Shells.
- NCh1180/3.Of1980 Extintores de polvo químico seco - Parte 3: Tapas, válvulas, empaquetaduras y anillos. Fire extinguishers - Dry chemical powder - Part 3: Caps, valves, closures andrings.
- NCh1180/4.Of1980 Mod.2 Extintores de polvo químico seco - Parte 4: Gases 1993 expelentes. Fire extinguishers - Dry chemical powder - Part 4: Expellent gases.
- NCh1180/5.Of1980 Extintores de polvo químico seco - Parte 5: Manómetros. Fire extinguishers - Dry chemical powder - Part 5: Manometers.

- NCh1429.Of1992 Mod.1995 Extintores portátiles - Terminología y definiciones. Portable fire extinguishers - Terminology and definitions.
- NCh1180/8.Of1980 Extintores de polvo químico seco - Parte 8: Asas, dispositivos de soporte y tren de rodaje. Fire extinguishers - Dry chemical powder - Part 8: Handles, mounting devicesand running gear.
- NCh2056.Of1999 Extintores portátiles - Inspección, mantención y recarga – Requisitos Generales. Portable fire extinguishers - Inspection and maintenance – Requirements
- NCh1180/7.Of1980 Extintores de polvo químico seco - Parte 7: Mangueras, uniones, boquillas y tubos de descarga. Fire extinguishers - Dry chemical powder - Part 7: Hoses, couplings, nozzlesand discharge pipes.

- Sistemas de detección del fuego y de alarma

- NCh1917.a1981 Prevención de riesgo de incendio en edificios – Dispositivos de detección de fuegos - Clasificación y requisitos generales.

- Instalaciones fijas de extinción

- NCh1646.Of2004 Grifos de incendio - Tipo de columna 100 mm diámetro nominal – Requisitos. Generals Hydrants for firefighting - Column type 100 mm nominal diameter – General requirement.
- NCh2095/1.Of2000 Protección contra incendios - Sistemas de rociadores - Parte 1: Terminología, características y clasificación. Fire protections - Sprinklers systems - Part 1: Terminology, characteristics and classification. Basada en la NFPA 13 - 1996 - Installation of sprinkler systems (capítulo 1 general information).
- NCh2095/2.Of2000 Protección contra incendios - Sistemas de rociadores - Parte 2: Equipos y componentes. Está basada en la NFPA13 - 1996 - Installation of sprinkler systems (capítulo 2 systems components and hardware).
- NCh2095/3.Of2001 Protección contra incendios - Sistemas de rociadores - Parte 3: Requisitos de los sistemas y de instalación. Está basada en la NFPA 13 - 1996 - Installation of sprinkler systems (capítulo 3 system requirements y capítulo 4 installation requirements).
- NCh2095/4.Of2001 Protección contra incendios - Sistemas de rociadores Parte 4: Diseño, planos y cálculos. Está basada en la NFPA 13 - 1996 - Installation of sprinkler systems (capítulo 5 design approaches y capítulo 6 plans y calculations).
- NCh2095/5.Of2001 Protección contra incendios - Sistemas de rociadores - Parte 5: Suministro de agua. Está basada en la NFPA 13 - 1996 - Installation of sprinkler systems (capítulo 7 water supplies).
- NCh2095/6.Of2001 Protección contra incendios - Sistemas de rociadores - Parte 6: Recepción del sistema y mantención. Está basada en la NFPA 13 - 1996 - Installation of sprinkler systems (capítulo 8 system acceptance y capítulo 10 system maintenance).

- Agentes extintores para la lucha contra el fuego

- NCh1724.Of1997 Extintores portátiles - Polvo químico seco - Requisitos y métodos de ensayo. Portable fire extinguishers - Dry chemical powder - Requirements and test methods.
- NCh388.Of1955 Prevención y extinción de incendios en almacenamientos de materias inflamables y explosivas. Prevention and extinction of fire in stores flammable and explosive materials.

- Defensa contra el fuego en la construcción

- NCh2209.Of1993 Prevención de incendio en edificios - Ensayo del comportamiento al fuego de elementos de construcción vidriados. Fire safety in buildings - Test for fire behavior of glass building elements.
- NCh1974.Of1986 Prevención de incendio en edificios - Pinturas – Determinación del retardo al fuego. Fire safety in buildings - Paints - Determination of fire delay.
- NCh1913.a1988 Prevención de incendios en edificios – Características pirógenas de materiales de construcción.
- NCh1914/1.Of1984 Prevención de incendios en edificios - Ensayo de reacción al fuego - Parte 1: Determinación de la no combustibilidad de materiales de construcción Fire prevention in buildings - Fire resistance test - Part 1: Non combustibility determination of building materials.
- NCh1914/2.Of1985 Prevención de incendio en edificios - Ensayo de reacción al fuego - Parte 2: Determinación del calor de combustión de materiales en general. Fire safety in buildings – Fire resistance test - Part 2: Determination of combustion heat for all purposes material.
- NCh1979.Of1987 Prevención de incendio en edificios - Determinación del comportamiento de telas a la acción de una llama. Fire safety in buildings - Determination of textile behaviour by application of a flame.
- NCh934.Of1994 Prevención de incendios - Clasificación de fuegos. Fire protection - Classification of fires.
- NCh1916.Of1999 Prevención de incendios en edificios - Determinación de cargas combustibles. Fire safety in buildings - Determination of combustible loads.
- NCh933.Of1997 Prevención de incendio en edificios – Terminología. Fire safety in buildings – Terminology.
- NCh2111.Of1999 Protección contra incendio - Señales de seguridad. Fire protection - Safety signs.
- NCh1993.Of1998 Prevención de incendio en edificios - Clasificación de los edificios según su densidad de carga combustible media y densidad de carga combustible puntual máxima. Fire safety in buildings - Buildings classification according to its combustible density load.
- NCh935/2.Of1984 Prevención de incendio en edificios - Ensayo de resistencia al fuego - Parte 2: Puertas y otros elementos de cierre. Fire safety in buildings - Fire resistance test - Part 2: Doors and shutterassemblies.

- NCh2208.Of1999 Prevención de incendio en edificios - Determinación de la capacidad de ignifugado para materiales textiles frente a la acción de los lavados. Fire prevention in buildings - Determination of the quality of the fire retardancy under washing condition
- NCh1977.Of1985 Prevención de incendio en edificios - Determinación del comportamiento de revestimientos textiles a la acción de una llama. Fire safety in buildings - Determination of textile covering behaviour by application of a flame
- NCh2114.Of1990 Prevención de incendio en edificios - Condiciones básicas y clasificación de las vías de evacuación según la carga de ocupantes. Fire safety in building - Basic conditions and classification of escapement ways according to occupant's amount.
- NCh935/1.Of1997 Prevención de incendio en edificios - Ensayo de resistencia al fuego - Parte 1: Elementos de construcción en general. Fire prevention in buildings – Fire resistance test - Part 1: General construction elements.
- NCh388.Of1955 Prevención y extinción de incendios en almacenamientos de materias inflamables y explosivas. Prevention and extintion of fire in stores flammable and explosive Materials.
- NCh932.c1977 Arquitectura y construcción - Edificios – Clasificación General.
- NCh936.p1974 Arquitectura y construcción - Ensayo de reacción al fuego Determinación de la propagación de la llama superficial.

IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL

PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS
UNIDAD Nº III
Técnicas de control de incendios.

WWW.IPLACEX.CL

IDEAS FUERZA

1. La elaboración de procedimientos de control de incendios basa su actuar en prevenir la ocurrencia de un incendio, es decir que exista interacción entre el calor y un combustible.
2. El objetivo principal de los procedimientos de control de incendios es coordinar la actuación para enfrentar una emergencia ambiental como lo es un amago de incendio o un incendio declarado.
3. El objetivo general de los programas de control de incendios es prevenir que se generen, por medio de la coordinación, la capacitación del personal y la difusión de técnicas de manejo del fuego, todo con la finalidad de resguardar la salud de las personas, los bienes de la empresa y el medio ambiente.

1. PROCEDIMIENTOS DE CONTROL DE INCENDIOS.

Los procedimientos de control de incendio elaborados en las empresas, tienen como principal objetivo coordinar la actuación para enfrentar una emergencia ambiental como lo es un amago de incendio o un incendio declarado.

1.1 Descripción de los procedimientos y su técnica de aplicación.

Para diseñar de manera correcta procedimientos de control de incendios, se debe centrar su actuación en dos temas centrales:

- Prevención de la ignición.
- Control y extinción del incendio.

Tomando en cuenta estas dos temáticas se pueden elaborar procedimientos contra incendios que incorporen desde el diseño de las instalaciones (plantas industriales, edificios, etc.) hasta los planes de acción (rutas de evacuación, alertas, modos de extinción, etc.).

a) Prevención de la ignición:

El primer indicador para alcanzar la seguridad contra incendios es separar las fuentes potenciales de calor de los elementos incendiarios (combustibles) que se encuentren en el lugar y que pueden interactuar en algún momento.

Los arquitectos e ingenieros respetan normas rigurosas de construcción que brindan funcionalidad y seguridad; como por ejemplo la evacuación de los gases de combustión, los pararrayos, la carga adecuada de los elementos eléctricos, las instalaciones de cocina, los artefactos de calefacción, entre otros.

Se ha demostrado, por medio de estadísticos, que el mayor porcentaje de incendios ocurren por negligencia de los ocupantes ya que no respetan las normas establecidas por los constructores, por ejemplo almacenan productos de grandes cargas combustibles, sobrecargan las líneas de electricidad o bien introducen cambios en las estructuras originaria (tendido eléctrico o gas).

Debido a lo anteriormente mencionado, el proceso de prevención se centra principalmente en el control, como:

- Control sobre las fuentes de energía: ya sea por la eliminación de la fuente de calor o bien por la adecuada velocidad de liberación de calor.

- Control de la interacción fuente-combustible: eliminando o acotando a limites seguros la transferencia del calor o bien el transporte de combustible.

- Control de combustibles: eliminando o bien reduciendo el combustible a límites seguros de almacenamiento o distribución.

b) Control y extinción del incendio:

Para controlar y extinguir de manera definitiva el incendio, se deben involucrar medidas como:

- Control del proceso de combustión: en este punto es donde se deben aplicar todas las medidas necesarias para retardar el proceso de combustión para impedir que el incendio se desate y se genere la propagación.

  Para lograr lo mencionado anteriormente se deben detectar los riesgos que aportan al crecimiento del incendio relacionados directamente con el combustible. Los parámetros que se deben considerar son: liberación de gases tóxicos y humo, propagación de las llamas, cantidad de combustible disponible para alimentar el fuego, tasa de liberación de calor.

  Uno de los puntos más relevantes es la liberación de gases tóxicos y humo, debido a que la mayoría de las muertes como consecuencia de los incendios se producen por la inhalación de dichos gases.

- Control del fuego por construcción: este punto hace referencia a los detalles constructivos que ayudan a minimizar la posibilidad de propagación del fuego. Las barreras como paredes, divisiones y pisos dificultan el avance del fuego. La efectividad de estas barreras está dada por lo materiales de construcción y detalles constructivos como conductos de ventilación, ventanas, puertas, etc.

  De igual manera, dependerá de la magnitud del incendio si las barreras resisten o no, ya que en incendios de grandes magnitudes, puede incluso fallar el sistema estructural de una construcción.

- Eliminación del fuego: la clave del éxito de la eliminación del fuego se centra en la temprana detección y alerta de incendio, de esta manera se podrán activar los mecanismos de extinción adecuados.

Las técnicas de detección se pueden basar en sensores de humo o bien en variaciones del régimen de calor. Independiente de la técnica que se elija, está siempre debe detectar el incendio, alertar y proveer de tiempo suficiente tanto para lograr la evacuación de las personas como para activar las medidas de eliminación de fuego con las que se cuenta.

a) Técnicas de eliminación automática:

Son mecanismos que posterior a la detección liberan agente extintor por medio de las instalaciones destinadas para tal fin, entre los sistemas mas comunes se encuentran los sprinklers (rociadores de agua), rociadores de gases limpios o espumas. En estas técnicas, el sistema de alarma de aviso al cuartel de bomberos y a las personas que se encuentran en las instalaciones, se genera inmediatamente tras la detección.

En la figura N° 1 se muestra un dispositivo rociador de agua:

Figura N° 1: SPRINKLER

Una de las ventajas que presenta este tipo de técnicas 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 el calor.

b) Técnicas de eliminación manual:

Este tipo de técnica debe ser operada por una persona. Una vez que se detecta el incendio, se debe proceder a dar la alarma al cuartel de bomberos, brigada de emergencia y a todas las personas que se encuentran en la instalación, para su pronta evacuación. Antes de aplicar este tipo de técnicas, se debe tomar en cuenta la magnitud del incendio y la experiencia de quien operará el sistema de extinción. Solo en el caso de que las condiciones sean adecuadas y el operador tenga la experiencia se podrá intervenir.

En este tipo de técnica manual, los sistemas más utilizados son las mangueras de agua contra incendios y los extintores de polvo químico seco y espumas sintéticas.

En la figura N° 2 se muestra una manguera contra incendios y un extintor (técnicas manuales):

Figura N° 2: Manguera contra incendio Extintor

En síntesis…

La elaboración de procedimientos de control de incendios basa su actuar en prevenir la ocurrencia de un incendio, es decir que exista interacción entre el calor y un combustible. Por tanto, las estrategias s centran en adoptar diferentes medidas tendientes a la seguridad de las personas y de los bienes de las empresas, realizando una pronta eliminación del incendio por medio de técnicas de extinción. Estas técnicas de eliminación se basan en la pronta detección, alerta y extinción de un foco de incendio.

2. PROGRAMA DE CONTROL DE INCENDIOS: DEFINICIÓN, ELABORACIÓN Y ELEMENTOS.

Los programas de control de incendio consisten en la disposición de los recursos, económicos humanos y logísticos, necesarios para prevenir la ocurrencia de un incendio o bien controlarlos cuando ya sea un hecho.

En la etapa preventiva, los encargados del programa deben desarrollar actividades para evitar que se origine el incendio, entre estas actividades se encuentra la identificación de riesgos o amenazas para un potencial incendio, el entrenamiento del personal, la disposición de recursos, etc.

En la etapa de control, cuando ya se produce el incendio, las personas deben actuar en base a lo establecido en los procedimientos y practicado en los simulacros, con el objetivo de controlar y extinguir las llamas, además de tratar de disminuir los efectos que deja como consecuencia un incendio.

El objetivo general de los programas de control de incendios es prevenir que se generen, por medio de la coordinación, la capacitación del personal y la difusión de técnicas de manejo del fuego, todo con la finalidad de resguardar la salud de las personas, los bienes de la empresa y el medio ambiente.

Los programas de control de incendios o planes de emergencia de control de incendios deben incorporar al menos 4 pasos:

a) Evaluación del riesgo.
b) Medios de protección.
c) Plan de emergencia.
d) Implantación.

Evaluación del riesgo:

La evaluación de riesgo tiene como finalidad evaluar los potenciales riesgos de incendio, valoración y ubicación dentro de las instalaciones.

- Riesgo potencial:

Para lograr identificar los riesgos potenciales se debe indicar detalladamente las situaciones peligrosas con todos sus factores de riesgo determinantes. Se deben describir en especial:

- Emplazamiento del establecimiento respecto a su entorno.
- Situación de los accesos, accesibilidad para los carros de bomba, ancho de las vías públicas o privadas, etc.
- Ubicación de medios exteriores de protección: hidratantes, etc.
- Características de construcción del edificio, entre ellas; elementos estructurales, vías de evacuación, sectores de incendio, etc.
- Actividades que se llevan a cabo en la planta, con su situación y superficie que utilizan.
- Características y ubicación de las instalaciones y los servicios.

- Evaluación:

En este punto es necesario realizar una valoración que pondere las condiciones del actual estado de los riesgos identificados en cada área (alto, medio o bajo).

Además de los criterios de evaluación antes mencionados, la peligrosidad de los productos o instalaciones existentes, la complejidad u otros parámetros se pueden tomar en cuenta para evaluar de manera más específica.

- Planos de situación y emplazamiento:

Toda la información que se recaba en los puntos anteriores debe quedar representada en un plano donde se identifiquen de manera sencilla cada uno de los riesgos potenciales y su ubicación.

El plano debe al menos ser entregado a la dirección de la empresa, informada al personal y entregada al cuerpo de bomberos correspondiente.

En la figura n° 3, se muestra un mapa de riesgos o plano de emplazamiento de riesgos de una empresa:

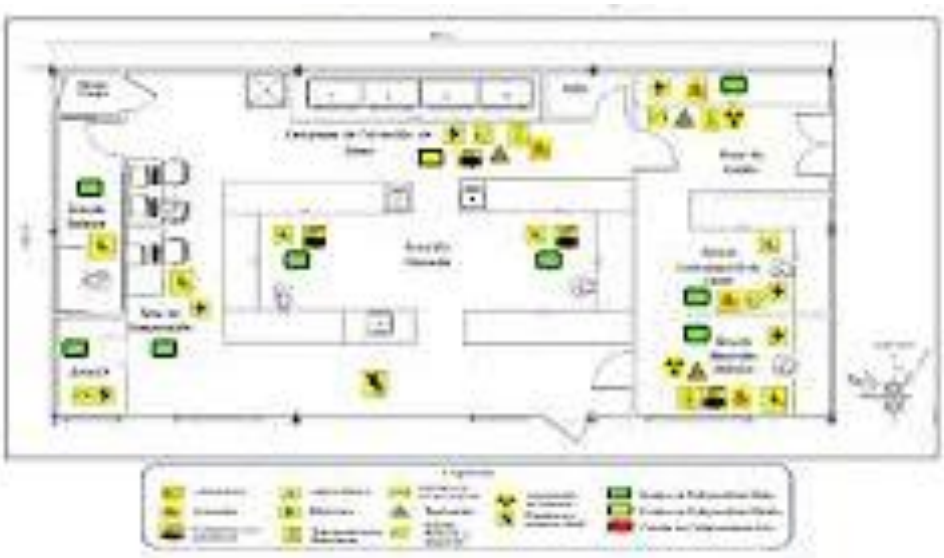


Figura 3: Plano de ubicación de los riesgos.

Medio de protección

Este punto tiene como finalidad inventariar los medios técnicos y humanos que se requieren para combatir las causas y consecuencias de las situaciones de emergencia. En este punto se incorporan:

- Inventario de medios técnicos: se debe describir detalladamente los medio técnicos necesarios para la protección. En general se deben describir las instalaciones de detección, alarma, equipos, extinción de incendios, señalización, medios de socorro y rescate, indicando las características de cada uno, su ubicación, adecuación, nivel de dotación, estado de mantenimiento, etc.

- Inventario de medios humanos: se debe detallar específicamente los medios humanos disponibles y los necesarios para la participación en las acciones de autoprotección. El inventario se debe realizar en todas las instalaciones de la empresa y para todos los tiempos que impliquen disponibilidad humana (vacaciones, feriados, día, noche, etc.)

  Se deben crear equipos dentro de las zonas de trabajo, que estén compuestos por personal del mismo sector definiendo su área de actuación.

- Planos de las instalaciones: en los planos se debe representar de manera grafica, además de los riesgos potenciales, la localización de los medios de protección y las vías de evacuación. Los planos deben contar, a lo menos, con la siguiente información:

- Compartimentación y resistencia al fuego.
- Principales vías de evacuación y alternativas.
- Alarmas y medios de detección.
- Sistemas de extinción manuales y fijos, automáticos o manuales.
- Alumbrado de emergencia y señalización.
- Almacenamiento de materiales inflamables y productos peligrosos.
- Situación de los interruptores generales de suministro eléctrico, válvulas de cierre de las instalaciones de suministro de gas, etc.
- Ubicación de los equipos de emergencia.

Plan de emergencias

En este punto se debe diseñar el procedimiento de actuación que se debe llevar a cabo en caso de amago de incendio o bien ante la declaración de incendio. Para diseñar este procedimiento se tomarán en cuenta los dos puntos revisados anteriormente (evaluación del riesgo y medios de protección).

El plan de emergencia debe dar clara respuesta (concreta y concisa) a las preguntas ¿Qué se hará?, ¿Quién lo hará?, ¿Cuándo?, ¿Cómo? Y ¿Dónde se hará?.

El plan de emergencias debe contener, como mínimo, los siguientes aspectos:

a) Clasificación de las emergencias: las emergencias se clasifican en función de su gravedad, dividida en los siguientes niveles:

   - Conato de emergencia: son aquellas situaciones que se puede controlar de manera sencilla y rápida, utilizando los medios de protección local y el personal de la empresa.

   - Emergencia parcial: son aquellas situaciones que requieren de la actuación de equipos especiales del sector.

   - Emergencia general: son aquellas situaciones que para ser controladas necesita de los equipos y medios de protección propia además de los medios de salvamento y socorro externo.

b) Acciones: para todas las emergencias es necesario que las personas y equipos intervengan, esto con la finalidad de garantizar en todo momento:

   - El apoyo para informar y recepcionar a los servicios de ayuda externos.

   - La alertar, con el objetivo de accionar lo más rápido posible al personal de primera intervención e informar a las ayudas internas y externas.

   - La intervención en el control de la emergencia.

   - La alarma de evacuación.

   Para coordinar correctamente a todos los actores involucrados en una emergencia, se recomienda organizar un centro de control que contenga toda la información y donde se tomen las decisiones durante la emergencia. Desde el centro se darán las alertas a los servicios internos y externos.

c) Equipos de emergencia: corresponde al conjunto de personas organizadas y entrenadas para el control de emergencias. Estas personas deben hacer uso de los equipos e instalaciones con la finalidad de controlar la emergencia, al menos hasta que llegue la ayuda externa, evitando que los daños sean graves.

   Las principales acciones que deben ejecutar los equipos de emergencias son: comprobar que las vías de evacuación estén despejadas, dirigir el flujo de evacuación por medio de:

   - Conducir a las personas hacia las vías de evacuación.

- Controlar que la evacuación sea ordenada y no se generen aglomeraciones.

- Controlar el flujo de las personas en las escaleras y los accesos.

- Impedir el uso de ascensores.

Además, los equipos de emergencias deben asegurarse que la evacuación de las instalaciones sea total, realizando un catastro en los puntos de encuentro exteriores.

d) Equipos de primera intervención: estos equipos tienen la misión de:

- Combatir conatos de incendio con extintores portátiles.

- Apoyar a los equipos de segunda intervención cuando sea requerido.

Quienes compongan los equipos de primera intervención deben tener, como mínimo, conocimientos de extintores, métodos de extinción, plan de emergencias, agentes extintores, etc.

e) Equipos de segunda intervención: este equipo es el encargado de la máxima capacidad extintora del establecimiento y actúa en cualquier zona de las instalaciones donde se genere una emergencia.

Las personas que componen este equipo, deben ser fácilmente ubicables durante las jornadas de emergencias, deben estar formados en el combate de incendios, saber operar los extintores, mangueras, sistemas de extinción fijos, equipos de respiración, entre otros. Como regla general debe conocer detalladamente el plan de emergencias de la empresa.

Este equipo debe estar formado por un mínimo de tres personas, aunque pueden ser más dependiendo el tamaño de la empresa y el número de personas que en ella trabajan.

f) Jefe de intervención: es la persona que dirige las operaciones de extinción en el punto de la emergencia. Ahí representa la máxima autoridad y debe informar y ejecutar las ordenes que recibe del jefe de emergencias.

Debe ser una persona que sea fácilmente ubicable durante la jornada laboral y que tenga conocimientos teóricos y prácticos de control de incendios, debe ser un buen líder y tener conocimientos de autoprotección.

g) Jefe de emergencias: es la máxima autoridad en una emergencia. Actuará dentro del centro de control y debe ser informado de todo por el jefe de intervención.

Esta persona debe tener conocimientos de control de incendios, plan de emergencias, autoprotección, debe ser una persona líder y debe estar siempre localizable.

h) Esquema para el desarrollo del programa: se diseñarán diagramas de flujo que representen la actuación frente a una emergencia, como lo muestra la figura N° 4:

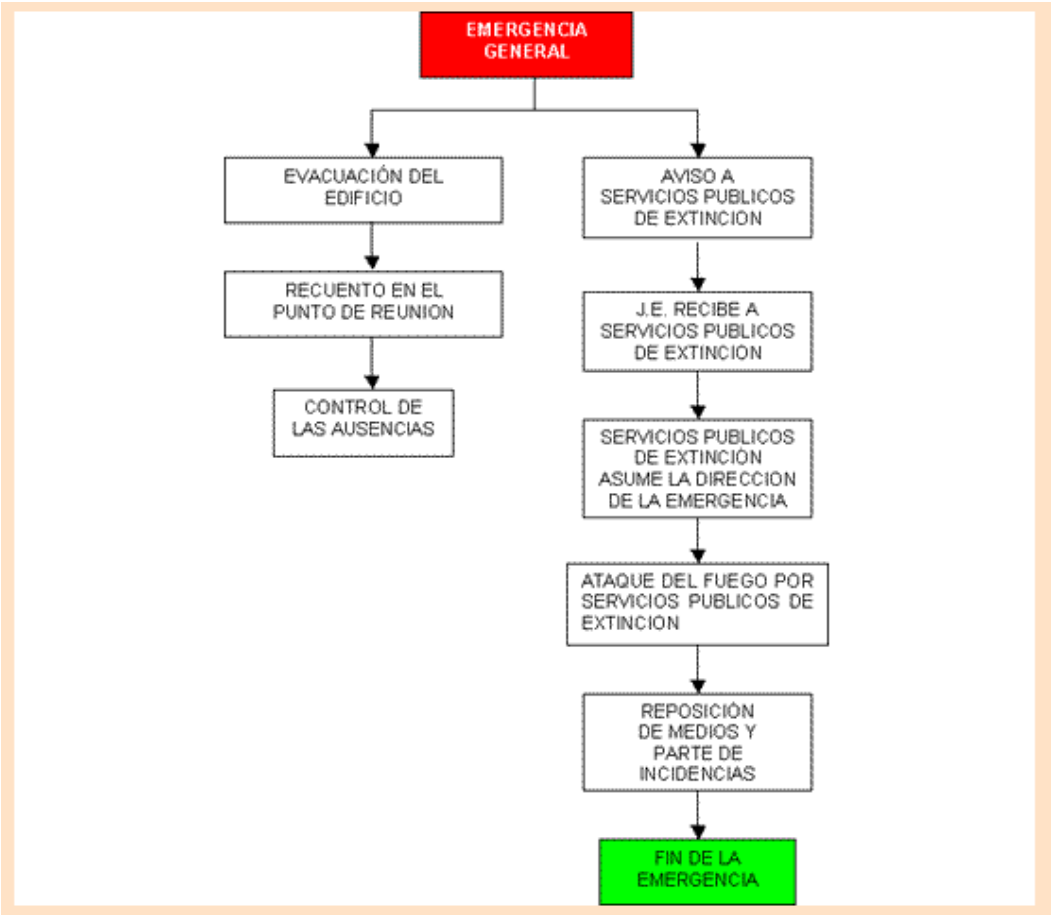


Figura N°4 Esquema de emergencia general.

Implantación

La implantación de un programa de emergencias es el conjunto de medidas necesarias para asegurar la efectividad del mismo.

Entre las medidas de implantación del programa de control de incendios, están:

a) Capacitaciones: corresponden a las reuniones que se desarrollaran con todo el personal, donde se explique e informe paso a paso el funcionamiento del programa, por ejemplo:

- Medidas de precaución para evitar que se desaten las causas que originan un incendio.

- Especificar las formas en las que se debe informar una emergencia.

- Explicar la forma en que se transmitirá la alarma.

- Capacitar acerca del paso a paso a seguir frente a un incendio.

Por otra parte, los equipos de emergencias, jefe de intervención y jefe de brigada participarán de capacitaciones específicas de sus funciones.

b) Simulacros: se deben realizar como mínimo anualmente y sus objetivos principales son:

- Identificar errores u omisiones del contenido del programa o bien de la puesta en práctica de este.

- Acostumbrar a las personas a evacuar las instalaciones.

- Probar la idoneidad de los equipos y medios de comunicación, alarma, señalización, extinción, etc.

- Adquirir soltura y experiencia en el uso de medios y equipos.

- Estimar los tiempos de evacuación, intervención y ayudas.

Los simulacros se deben realizar con el conocimiento y colaboración del cuerpo de bomberos.

La preparación de los simulacros debe ser exhaustiva, dejando el menor resquicio a la improvisación, evitando entre otras cosas, que se interrumpan las actividades.

El primer simulacro general debe ser informado anteriormente a todo el personal. En el caso de los que se realicen posteriormente, estos pueden ser sin previo aviso. Lo ideal sería realizar un simulacro, efectuando una emergencia real que se pueda controlar, con el objetivo de sumarle realidad al simulacro.

c) Plan de implantación: la implantación del programa de control de riesgos, debe estar calendarizada, de tal manera que cada actividad tenga su fecha de realización. Las actividades programadas serán las siguientes:

- Analizar de manera detallada el manual de autoprotección, esta actividad la deben llevar a cabo las personas designadas por la dirección de la empresa.

- Confeccionar las consignas de actuación y prevención de incendios. Estas deben ser repartidas a todas las personas de la empresa.

- Ubicar en lugares estratégicos de la empresa, los números de contacto de los actores que lideran las emergencias.

- Seleccionar, formar y adiestrar a las personas que conforman los equipos de emergencias.

- Diseñar y llevar a cabo los simulacros.

- Llevar a cabo reuniones informativas anuales con todo el personal.

- Mantener al día y revisar periódicamente las medidas de actuación frente a una emergencia.

d) Programa de mantenimiento: se debe preparar un programa anual calendarizada, que involucra las siguientes actividades:

- Capacitaciones periódicas y adiestramiento del personal.

- Mantenimiento de todas las instalaciones que representen un riesgo potencial de incendio.

- Mantenimiento de todas las instalaciones de detección, alarma y extinción.

- Realizar inspecciones de seguridad.

- Realizar los simulacros de emergencias.

e) Investigación de siniestros: cuando se produzca una emergencia en la empresa, se deben analizar todas las causas que dieron lugar a dicha emergencia, el comportamiento de los trabajadores y los equipos de emergencia. Adema, se deben estudiar los errores y establecer medidas correctiva.

Por otra parte, si es necesario, se deben realizar modificaciones al plan de emergencias.

Bibliografía

DEMSA. (2015). Seguridad contra incendios. 23 de noviembre del 2015, de DEMSA Sitio web:http://www.demsa.com.ar/manual_prevencion_incendios.pdf

ONEMI. (2002). Guía básica para el diseño de un plan de emergencias. 23 de Noviembre del 2015, de ONEMI Sitio web:http://www.preventionweb.net/files/28726_guabsicaparaeldiseodeunplandeemerge.pdf

Prevengo. (S.f.). Plan de emergencias. 24 de Noviembre del 2015, de Prevengo Sitio web:http://www.crea.es/prevencion/prevengo/gestion/2_4_3_plan.htm

IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL

IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL

PREVENCIÓN Y CONTROL DE INCENDIOS

UNIDAD Nº III

Técnicas de control de incendios

Introducción

Los planes de emergencia, tal como su nombre lo establece, son una forma de prevenir y anticiparse a la ocurrencia de una emergencia, considerando que estas ocurre en tiempos y fechas inciertas; emergencias que afectan directamente o indirectamente a las personas y bienes de la empresa, pudiendo también afectar al entorno y el medio ambiente.

Para poner en marcha un plan de emergencias, es necesaria la identificación de los riesgos potenciales que facilitan la ocurrencia de una emergencia y además disponer de todos los medios y herramientas necesarias para controlarlas, teniendo en cuenta que lo fundamental es salvar la vida de las personas.

Por otra parte, las empresas deben formar brigadas de emergencia que estén disponibles para socorrer a las personas en caso de presentarse una emergencia. Estas brigadas deben estar debidamente entrenadas y capacitadas, de manera permanente, para afrontar de la mejor manera una emergencia. Además, la empresa debe designar un jefe y un coordinador de emergencias que se ocupen de la emergencia de principio a fin.

Ideas Fuerza

1. Para que los planes de emergencia sean efectivos, se deben actualizar cada vez que se presente una emergencia o se realice un simulacro. Una vez que se realizan las evaluaciones posteriores, se deben determinar las fallas que tenga dicho plan y se deben actualizar y capacitar nuevamente al personal

2. En situaciones de emergencia es obligación que todos los trabajadores, incluidos terceras personas que se encuentren en las instalaciones, sepan como afrontar una emergencia y como evacuar.

3. El plan de evacuación forma parte de un plan de emergencias y consiste en definir los procedimientos y las vías de evacuación con el objetivo de que las personas protejan su vida por medio del desplazamiento organizado hasta un lugar con menor riesgo.

1. COMO APLICAR EL PROGRAMA DE MANERA EFECTIVA

Para poder implementar los programas de control de incendios es necesario cumplir con ciertos principios esenciales que aseguraran la efectividad de dicho programa. Entre estos principios destacan:

a) Todas las personas que desarrollan sus labores en las instalaciones de la empresa, deben participar de las acciones de prevención en caso de desarrollarse un incendio.

b) Las terceras personas (ej: visitas) que se encuentren al interior de las instalaciones al momento de un incendio, deben adecuarse a las indicaciones de los equipos de emergencia.

c) Todos los trabajadores deben conocer el riesgo de incendios presente en su puesto de trabajo.

d) Las personas tienen la obligación de informar todas las anomalías que detecte con el objetivo de que el personal especializado las subsane.

e) La empresa tiene la obligación de capacitar a todos sus trabajadores, en el uso de equipos de extinción de incendios.

f) Crear un código de alarmas, que permita a los encargados transmitir información sin alterar las emociones, y por ende el comportamiento de los trabajadores.

Además, es necesario conocer algunos aspectos fundamentales:

- Principales aspectos de la conducta humana ante el fuego.
- Importancia del manejo de grupos.
- Sistemas de evacuación del personal y plano de evacuación.

1.1 Principales aspectos de la conducta humana ante el fuego.

La conducta, individual y en grupo, de las personas cuando se enfrentan a un incendio han sido estudiadas mediante estadísticas y entrevistas. Esta conducta estará condicionada por:

- Datos de la instalación en el que ocurre el incendio.
- Apariencia del incendio en el momento en que se detecta.

Como ejemplo se puede mencionar que si las personas perciben el olor a humo tendrán una conducta, la que varía si las personas se enfrentan a las llamas visibles y el humo obstaculiza las vías de evacuación.

Claramente, cuando las personas se enfrentan a peligros en la vida, las decisiones y el actuar más importante se dan antes de que el personal especializado llegue, es decir, en la primera etapa de la emergencia.

Las investigaciones señalan que la conducta de las personas en contacto directo con el lugar del incendio resulta crítica, no solo para ellos mismos, sino que para todas las personas ocupantes o que se ubican alrededor de las instalaciones.

Conciencia del incendio:

De manera natural, la forma en que una persona es alertada de la existencia de un incendio puede determinar el grado de peligro al que se expone. Con los sistemas de alerta vocal en las empresas, la variación del tono de voz (volumen y tono), como además el contenido de la alerta, pueden ofrecer claves sobre el peligro.

Los incendios se perciben por:

- Olor a humo en el lugar.
- Alerta de terceras personas.
- Ruido poco usual en las instalaciones.
- Aviso de familiares o amigos.
- Ver el humo y/o las llamas.
- Ver u oír explosiones.
- Sentir más calor de lo habitual.
- Ver u oír el camión de bomberos.
- Cortes de luz inesperados.
- Observar algún animal arrancando.

Proceso de decisión de la persona:

Se determinan seis procesos que pueden seguir las personas para tratar de estructurar y evaluar las claves que indican la existencia de algún peligro:

a) Reconocimiento: es el proceso que se da cuando la persona recibe la señal o alerta que indica peligro de incendio.

b) Comprobación: es el proceso que consiste en el intento que realiza la persona para determinar que tan importantes son las señales de peligro, que casi siempre termina siendo de carácter pequeño o improbable.

A pesar de lo anteriormente señalado, cuando se dan alertas ambiguas, las personas intentan obtener información adicional, es decir, la persona logra darse cuenta que algo ocurre, pero no tiene claro con exactitud lo que ocurre. En algunos casos, el proceso de comprobación puede darse al preguntar a terceros que se encuentren cerca del punto de inicio del incendio.

c) Definición: es el proceso mediante el cual las personas intentan relacionarla información del peligro que perciben con ciertas variable como: magnitud, naturaleza cualitativa y el posible tiempo de desarrollo

d) Evaluación: este proceso se define como la actividad psicológica y cognoscitiva necesaria para que la persona reaccione frente a un incendio. La evaluación es el proceso que permite tomar la decisión de reaccionar, ya sea evacuando el lugar o bien enfrentándose a la situación.

e) Compromiso: se trata de los mecanismos que las personas utilizan para realizar una conducta que la lleve a poner en marcha los planes de defensa que se ha formado durante el proceso de evacuación, teniendo en cuenta que la respuesta podría terminar en un éxito o un fracaso.

f) Reconsideración: en este proceso, donde se consideran y aceptan nuevos compromisos es el que genera más tensión en la persona, producto del fallo de los anteriores intentos por adaptarse a la situación. De esta manera las reacciones exigen un mayor esfuerzo, y la persona tiende a ser menos selectivo al elegir su respuesta.

Al analizar la conducta de las personas implicadas en el proceso de reconocimiento, comprobación, definición, evaluación, compromiso y reconsideración, ay que recordar que todos estos procesos son dinámicos y se modifican permanentemente dependiendo de la magnitud, velocidad o intensidad del incendio.

1.2. Importancia del manejo de grupos

Tanto las personas que se enfrentan directamente a una emergencia, como los terceros involucrados (familia, testigos, brigadistas, etc.) tienen distintas reacciones psicológicas y emocionales. Estas reacciones pueden ser muy distintas, desde la irrefrenable hiperactividad hasta la incapacitante y más completa apatía. Desde la solidaria operación hasta la furia agresiva. No hay forma de saber cómo reaccionara una persona al enfrentarse a un hecho que amenaza su seguridad o su vida, lo único cierto, es que sabemos que reaccionará.

Desde el punto de vista psicológico, cuando se habla de víctimas, no solo se hace referencia a los heridos.

Los mismos brigadistas, bomberos o quienes intervengan en el incendio, si bien están entrenados y protegidos, por las características propias de sus labores (condiciones climática, muchas horas sin descanso, etc.) o por los impactos visuales (cadáveres, personas quemadas, etc.), lesiones o muerte de compañeros, o el riesgo a su propia vida, se exponen a traumas psicológicos y al estrés propio de sus labores.

Algunas de estas personas se sobreponen, en tiempos cortos, al impacto de su trabajo y continúan normalmente con sus funciones. En cambio otras, continúan con los efectos de la emergencia por más tiempo o bien desarrollan trastornos y síntomas que se asocian al evento traumático.

Entre las funciones que deben tener las personas a cargo de grupo en emergencia son:

- Motivar y mantener alta la motivación de las personas.
- Organizar a las personas a su cargo.
- Coordinar las operaciones a seguir en una emergencia.
- Trazar planes de acción.
- Asignar tareas a las personas.

Entre las características que deben tener las personas a cargo de grupo en emergencia son:

- Liderazgo y voz de mando.
- Capacidad técnica en las áreas de prevención, protección y atención de emergencias.
- Pericia como entrenador.
- Habilidad para dirigir actividades.

1.3. Sistemas de evacuación del personal y plano de evacuación.

Una vez que se entrega la señal de emergencia (alarma), los coordinadores de emergencia debe dan la orden de evacuación, es entonces cuando el personal debe dirigirse a la salida mas próxima y cuando se encuentren en el exterior, dirigirse al punto de reunión. Paralelamente deben seguir todas las ordenes que entreguen los encargados de dirigir la emergencia.

Para llevar a cabo una evacuación exitosa, es necesario tomar en cuenta las siguientes indicaciones:

- Cuando existan personas discapacitada, cuya evacuación sea dificultosa por sus propios medios, se debe asignar, antes de la emergencia, otra persona que se encargue de ayudarlo.

- Cuando existan heridos al producirse la emergencia, las personas que componen los equipos de emergencias y que se encuentran más próximos al herido deben socorrerlo y trasladarlo a un lugar seguro, para lograr esto pueden solicitar ayuda a otras personas que se encuentren en el lugar.

- Inmediatamente dada la orden de evacuación, todas las personas deben evacuar lo antes posible las instalaciones.

- Está estrictamente prohibido utilizar los ascensores.

- Las personas deben obedecer todas las instrucciones que entreguen los encargados de la emergencia.

- La evacuación debe ser pausada, sin gritos ni desesperación.

- La evacuación se debe realizar siempre por las vías de evacuación establecidas, hasta encontrar la salida hacia los puntos de encuentro.

- En el caso de que el humo sea abundante, se debe caminar agachado cubriendo boca y nariz con alguna tela.

- Si en las vías de evacuación hay puertas intermedias, se debe tocar suavemente. En el caso que se encuentren calientes, se debe alejar y buscar otra opción de salida.

- Una vez abandonado el puesto de trabajo, por ningún motivo las personas deben devolverse.

- Evitar detenerse en las vías de evacuación para que no se produzcan aglomeraciones y la evacuación sea expedita.

Es importante mencionar que…

Frente a una emergencia las personas deben:

- Parar de trabajar inmediatamente

-Dirigirse ordenadamente y con calma hacia la salida que le indique el equipo de emergencia

- Seguir las señales indicadoras

- Evitar aglomeraciones y seguir las indicaciones de los miembros de los equipos de alarma y evacuación.

- Dirigirse, ya en el exterior a su punto de reunión.

- Permanecer en el punto de reunión exterior hasta que se le autorice regresar a su lugar de trabajo.

- Actuar con calma.

Los mapas o planos de evacuación son representaciones gráficas (dibujos) de una instalación, en el cuál se establecen las salidas, los puntos de encuentro y vías de evacuación. Todo con el objetivo de guiar a la gente y a los medios de socorro externos dentro de la instalación. En la figura N° 1, se muestra un ejemplo de mapa o plano de evacuación:

Figura N° 1 "Plano o mapa de evacuación".

Resumiendo…

El plan de evacuación forma parte de un plan de emergencias y consiste en definir los procedimientos y las vías de evacuación con el objetivo de que las personas protejan su vida por medio del desplazamiento organizado hasta un lugar con menor riesgo. En situaciones de emergencia es obligación que todos los trabajadores, incluidos terceras personas que se encuentren en las instalaciones, sepan como afrontar una emergencia y como evacuar.

2. FORMACIÓN, IMPORTANCIA Y FUNCIONES DE LA BRIGADA CONTRA INCENDIOS

Las brigadas de emergencia son actores fundamentales en el control de un incendio, por tanto es de suma importancia que las empresas mantengan una brigada activa para controlar las emergencias.

Definición…

Las brigadas de emergencia son grupos de personas organizadas, entrenadas, capacitadas y dotadas que tienen la labor de prevenir, controlar y reaccionar frente a situaciones de emergencia, desastre o siniestro, para salvaguardar a las personas, entorno o bienes de una empresa.

Formación y funciones de las brigadas:

Las empresas deben conformar brigadas que tengan por objetivo centrarse en las emergencias, estas brigadas estarán divididas de la siguiente manera:

a) Brigadas de evacuación (color naranjo):

Las funciones de las brigadas de evacuación son:

- Deben implementar y mantener en buen estado la señaletica de las instalaciones.
- Deben tener información actualizada de la cantidad de personas que se encuentra en las instalaciones.
- Debe dar, cuando el coordinador lo indique, la alarma de evacuación.
- Deben participar en los simulacros.
- Deben guiar los simulacros y situaciones reales, evacuando a todo el personal de las instalaciones y asegurarse que nadie quede en las instalaciones.
- Deben determinar los puntos de reunión.
- Deben asegurarse a diario que las vías de evacuación se encuentren despejadas.
- Deben considerar vías de evacuación adicionales, en caso que las primeras se encuentren obstruidas.
- Deben realizar un conteo de la cantidad de personas que se encuentran en el punto de reunión.
- Deben coordinar el regreso de las personas a las instalaciones, una vez terminado el simulacro o cuando ya no exista peligro.

b) Brigada de primeros auxilios (color blanco):

- Deben mantener un listado del personal que presenta patologías crónicas y mantener medicamentos en caso de que sean necesarios.
- Deben reunirse en un punto previamente determinado en caso de emergencia y si es necesario instalar un puesto de socorro para atender emergencias vitales.
- Deben entregar atención inmediata las victimas con el objetivo de evitarles un daño mayor, a la espera de la llegada de especialistas.

- Deben entregar los lesionados a los especialistas, una vez que lleguen al lugar.

- Deben realizar un inventario de todo lo utilizado en el socorro de una emergencia, para volver a reponerlo.

- Deben mantener botiquines dotados y vigentes.

c) Brigada contra incendios (color rojo):

Entre los requisitos con los que debe contar la brigada contra incendio se encuentran:

- Identificar lo peligros que puedan generar un incendio.
- Operar los equipos contra incendios, fijos o móviles.

- Entregar el servicio de rescate a las personas y salvaguardar los bienes de la empresa.

- Asegurarse constantemente que los equipos y herramientas contra incendios se encuentren en condiciones óptimas de operación.

Las funciones y actividades de la brigada contra incendios son:

- Deben intervenir, con el objetivo de evitar que se generen daños y pérdidas en las instalaciones como consecuencia de una amenaza de incendios.

- Deben asegurarse que se realice en mantenimiento permanente a los equipos contra incendios.

- Deben vigilar que no exista sobrecarga de las líneas eléctricas, ni que exista acumulación de material inflamable.

d) Brigadas de comunicación (color verde):

Las funciones y actividades que debe realizar la brigada de comunicación son:

- Deben dar a conocer al personal, los números telefónicos de los cuerpos de auxilio más próximos.

- Deben gestionar las llamadas a los cuerpos de auxilio, dependiendo de la emergencia que se enfrente.

- Deben coordinar con la brigada de primeros auxilios, el traslado de las victimas.

- Deben recibir la información de todas las brigadas para informar al coordinador de emergencias, la situación de manera permanente.

- Deben permanecer en el puesto de comunicación, hasta que el coordinar de emergencias ordene su evacuación, en ese caso deben contar con equipos portátiles para mantener la comunicación.

- Deben encargarse de difundir a todo el personal información acerca de las normativas de la empresa y de los miembros de las brigadas, funciones, actividades, etc,

- Deben entregar, posterior a un simulacro o emergencia, un reporte de los resultados, el cual debe darse a conocer a todos los participantes.

2.1 Evaluación de la brigada.

Una vez finalizada la emergencia, los brigadistas debe realizar una evaluación detallada inspeccionando todas las instalaciones de la empresa, con el objetivo de asegurar que no existan riesgos latentes para las personas. En el caso de no existir riesgos inminentes, debe informar al coordinador de la emergencia para que autorice el ingreso de las personas, pero si se determina que el ingreso es riesgoso, se deben tomar las medidas necesarias para solucionar el problema.
En el caso de los simulacros, las brigadas de emergencia deben reunirse con el objetivo de evaluar la realización de dicho simulacro y revisar loa aciertos, como corregir las fallas.

Otro punto importante dentro de la etapa de evaluación, es la preparación de un informe de evaluación, que contenga los criterios de evaluación correspondiente a la respuesta esperada; actualizar el plan de emergencia.

Por tanto, es muy importante que la revisión y actualización de los simulacros o emergencias reales sea una tarea sistemática, tomando en cuenta los siguientes aspectos:

- Cambios provocados en el interior de las instalaciones (de población, estructurales, de seguridad, arquitectónicos y de diseño).

- Cambios provocados en las construcciones aledañas.

- Construcción de nuevos inmuebles.

- Cambios en la vialidad.

3. PRINCIPIOS DEL CONTROL DE EMERGENCIAS.

Los principios del control de emergencia son iguales independiendo de la emergencia que se quiera enfrentar y son la base para la creación de programas de control, procedimientos, instructivos, etc.

Los principios del control de emergencias son:

- Resguardar la vida de las personas: este es el principio fundamental del control de emergencias y todas las actividades que se realicen deben respetar dicho principio. No hay nada más importante que la vida del personal.

- El ataque necesita más fuerza que protección.

- Limitar y atacar: es de vital importancia que luego de la llegada de bomberos o cualquier servicio de auxilio, el siniestro se limite.

- La rapidez de la actuación, es la garantía del éxito: cabe destacar que en el caso de los incendios si se espera mucho rato para actuar, lo más probable es que las llamas se propaguen y el incendio se torne más grande, incluso incontrolable.

- Solicitud de medios necesarios: cuando la emergencia requiera de la ayuda, se debe solicitar inmediatamente, considerando que el tiempo de actuación en una emergencia es de vital importancia.

Conclusión

Toda emergencia, de las características que sea requiere de un control inmediato. Lo mas importante y en lo que se debe centrar la atención, es la protección de la vida y salud de las personas, es por esto que la intervención de las brigadas de emergencia es esencial. Las brigadas deben echar a andar el plan de emergencias de la empresa con el objetivo de controlar lo más rápido posible la emergencia, en coordinación con los servicios de auxilio que se requieran. Una vez controlada la emergencia, las brigadas de emergencia deben evaluar todas las instalaciones para determinar si es posible el ingreso de las personas.

Dependiendo de la emergencia y la reacción de las personas, es posible poner en marcha los programas psicológicos o de reinserción necesarios para que lo trabajadores no mantengan un pánico constante y puedan superar el impacto de lo vivido.

Bibliografía

Tayron López. (2005). La conducta humana ante el fuego. 26 de Noviembre del 2015, de Prevention world Sitio web: http://prevention-world.com/actualidad/articulos/conducta-humana-fuego/

Cecilia Foster. (S.f.). Entre las funciones que deben tener las personas a cargo de grupo en emergencia son:. 29 de noviembre del 2015, de Fundación Ecomed Sitio web: http://www2.ecomed.org.ar/notas/pax-emocionales/180-la-importancia-del-manejo-de-las-emociones-en-la-emergencia.html

Preventalia. (S.f.). comercioyturismo.usm.es. 29 de noviembre del 2015, de Preventalia Sitio web: http://comercioyturismo.ucm.es/data/cont/docs/3-2012-07-28-seg1.pdf

Wikia. (S.f.). Conformacion de Brigadas de Emergencia. 01 de diciembre del 2015, de Wikia Sitio web: http://es.brigadasdeemergencia.wikia.com/wiki/Conformacion_de_Brigadas_de_Emergencia

DELFINO HERNANDEZ LASCARES . (S.f.). Evacuación. 01 de diciembre del 2015, de cva.itesm Sitio web: http://www.izt.uam.mx/proteccion_civil/MANUAL__Evac_Instal.pdf

IPLACEX
TECNOLÓGICO NACIONAL